

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნუგზარ რურუა

სარკინიგზო მტყუნების  
შესწავლა, ანალიზი და ექსპერტიზა



დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს

მიერ. 28.10.2015, ოქმი №2

თბილისი

2016

სახელმძღვანელოში განხილულია რელსებიდან მომრავი შემადგენლობის თვლების ჩამოსვლის მიზეზები და მექანიზმი, კერძოდ: მატარებელში გრძელი მკუმწვვი ძალების ზრდის მიზეზი; ურიკის თვლების გვერდითი ზემოქმედება რელსებზე განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმწვვით დამუხრუჭების დროს; თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის სახეები და მექანიზმი; მრუდეებში რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობის გამო; მატარებლების ლიანდაგში ჩავარდნის მიზეზების გამოძიების სამი ძირითადი წესი; თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ღონისძიებები; სალიანდაგო მიზეზებით თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ტექნიკური და ტექნოლოგიური ღონისძიებები; ლიანდაგის გაანგარიშების მეთოდიკა და შედეგები თვლის ქიმების წრიული სრიალის დროს რელსის თავის გვერდით წახნაგზე და თვლების გრძელი სრიალის დროს რელსებზე მრუდეებში; მიჯახების კუთხის გავლენა რელსების გვერდითი ცვეთაზე და მისი ფაქტორი მნიშვნელობების ანალიზი; მრუდეებში შიგა ძაფიდან გარე ძაფზე რელსების ცვეთის გადანაწილების ანალიზი; გარე რელსის შემადგენლობის ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენა მცირერადიუსიან და შედგენილ მრუდეებში; თვლის ქიმებისა და რელსების ცვეთის ინტენსიურობის შემცირების პრაქტიკული რეკომენდაციები.

დასაბუთებულია მატარებლის ქვეშ სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების შეუძლებლობა. განალიზებულია სარკინიგზო მტყუნებები. მოცემულია პრაქტიკული რეკომენდაციები თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილის გამოკვლევის დროს. განხილულია რკინიგზის ტრანსპორტზე მატარებლის მარცხისა და ავარიის შემთხვევის ადგილის დათვალიერების წესები, დათვალიერების თავისებურებები მატარებლების შეჯახების და მომრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევაში, სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის ჩატარების თავისებურებები მატარებლების შეჯახების და მომრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების დროს. მოტანილია საცნობარო და ნორმატიულ-ტექნიკური მასალები.

განკუთვნილია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის.

რეცენზენტები: პროფესორი ავთანდილ შარვაშიძე,  
ასოცირებული პროფესორი ბორის მაისურაძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2016

ISBN 978-9941-20-658-0

<http://www.gtu.ge>

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილის (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

პირველი თავი

## რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი

### 1. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი, ეკიპაჟების ამოწნეხის, ლიანდის გაბჯენისა და გადაწევის გამო

რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზი და მექანიზმი განპირობებულია ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედებით. ამ ურთიერთქმედების საშუალებით დადგინდება ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ძირითადი კონსტრუქციული პარამეტრები, მათი მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ნორმები და დაშვებები.

ცნობილია, რომ რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის (მატარებლების მარცხი და ავარია) ძირითადი მიზეზის და მექანიზმის განსაზღვრისათვის ჭეშმარიტების კრიტერიუმად ითვლება ექსპერიმენტული მონაცემები. ბუნებრივია, რომ ასეთი ექსპერიმენტების ჩატარება დაკავშირებულია დიდ დანახარჯებთან და რისკთან, მაგრამ ექსპერიმენტების შედეგები იწვევენ უდიდეს ინტერესს.

დატვირთვის ქვეშ, მუშაობის პროცესში, ლიანდაგი იმყოფება დაძაბულ მდგომარეობაში და მის ელემენტებში აღიძვრება დრეკადი და ნარჩენი დეფორმაციები.

ლიანდაგის მოწყობის, მოვლა-შენახვის ნორმების და გადახრების ოპტიმალური მნიშვნელობით გარანტირებულია მატარებლების მოძრაობის უწყვეტობა და უსაფრთხოება, ლიანდაგის

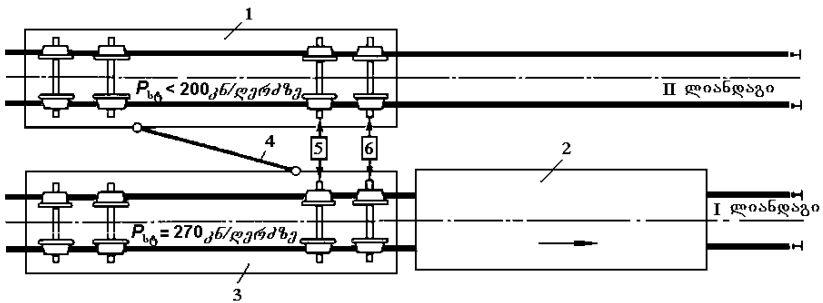
მოწყობისა და მოვლა-შენახვის სამუშაოების მინიმალური მოცულობის და მატერიალური დანახარჯების პირობებში.

ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების და, ასევე, ჩვენი ქვეყნის რკინიგზებზე ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ დარღვევებს, რომლებიც საფრთხეს უქმნიან მოძრაობას, წარმოადგენენ: აცდენები და კუთხეები გეგმაში; ჩალუნვის ისრების სიდიდეთა ცვალებადობის მდოვრულობის დარღვევა; გადახრები და დარღვევები თარაზოში; ლიანდის გაგანიერება; მოძრაობის სიჩქარეების გარე რელსის შემადლების მნიშვნელობასთან შეუთავსებლობა (ჭარბი შემადლება) და სხვა. ამ დარღვევების თანმხლებ მოვლენებს წარმოადგენენ: ლიანდაგის საერთო მოშლილობა; მრუდებში რელსების გაძლიერებული ცვეთა; ჯდენები და ამონაშხეფების წარმოქმნა; შპალების დაზიანება. განსაკუთრებით საშიშია ჩალუნვის ისრების სიდიდეთა ცვალებადობის მდოვრულობის დარღვევის დამთხვევა ლიანდაგის გადახრებთან, რაც იწვევს წამყვანი თვლების განტვირთვას.

ВНИИЖТ-ის ექსპერიმენტულ უბანზე ჩატარდა მოძრავი შემადგენლობის თვლის რელსიდან ჩამოსვლის ნატურული ექსპერიმენტების სერია ეკიპაჟების ამოწნების, ლიანდის გაბჯენის და გადაწევის შედეგად. ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა P65 ტიპის რელსებიან, რკინაბეტონის და ხის შპალებიან ლიანდაგზე, ღორღის და ქვიშის ბალასტის შემთხვევაში.

ორლიანდაგიანი ლიანდაგის (ნახ.№1) პირველ ლიანდაგზე 15-25კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ლოკომოტივით გადაიტანებოდა ღორღით დატვირთული ოთხღერძიანი ვაგონი, ტვირთამწეობით  $P_{\text{ტ}}=270\text{კნ/ღერძზე}$ . მეორე ლიანდაგზე შტანგის (4) დახმარებით სინქრონულად გადაიტანებოდა ასეთივე, მხოლოდ ნაკ-

ლებად დატვირთული ოთხღერძიანი ვაგონი. ბუქსებთან და-  
მონტაჟებული იყო განმზღენი ჰიდრავლიკური დომკრატები (5)  
და (6), რომელებიც მოძრაობის პროცესში საშუალებას იძლეოდა  
მათ გადაცემოდა განზღენი  $H$  ძალა სიდიდით 0-დან 400კნ-მდე  
(200კნ თითოეულ ღერძზე). ლიანდაგის გასწვრივ დამონტაჟებუ-  
ლი ხელსაწყოები აფიქსირებდნენ რელსის თავისა და ფუძის  
გადაწევას, მათ შორის მის დახრასაც (დინამიკური დახრილო-  
ბა), ამასთან ერთდროულად დინამომეტრული წყვილთვალებით  
ფიქსირდებოდა თვლის რელსზე გვერდითი ჰორიზონტალური  
ძალების ზემოქმედების სიდიდეთა მნიშვნელობები.



*ნახ. №1. თვლის რელსიდან ჩამოსვლის ექსპერიმენტული სქემა ეკიპაჟების  
ამოწვნების, ლიანდის გაზღენის და გაწევის შედეგად: 1,3 – ნახევარვაგონე-  
ბი დატვირთული შესაბამისად  $P_{\text{სტ}} < 200 \text{ კნ/ღერძზე}$  და  $P_{\text{სტ}} = 270 \text{ კნ/}$   
ღერძზე, 2 – ლოკომოტივი (ისრით ნაჩვენებია მოძრაობის მიმართულება),  
4 – შტანგა, 5, 6 – დომკრატები.*

ლიანდაგის მთელ სიგრძეზე დაგებული იყო ღორღისა და  
ქვიშის ბალასტი, გაფხვიერებულ და დატკეპნილ მდგომარეობა-  
ში, ასევე ცარიელი და სავსე საშპალო ყუთებით და გაშიშვლებ-  
ული შპალების ტორსებით. ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში  
გამოცდილ იქნა ვარიანტები, რომელიც უვარგისი ერთეული და  
ჯგუფური შპალების იმიტაციას წარმოადგენდა. ასეთ ადგილებ-

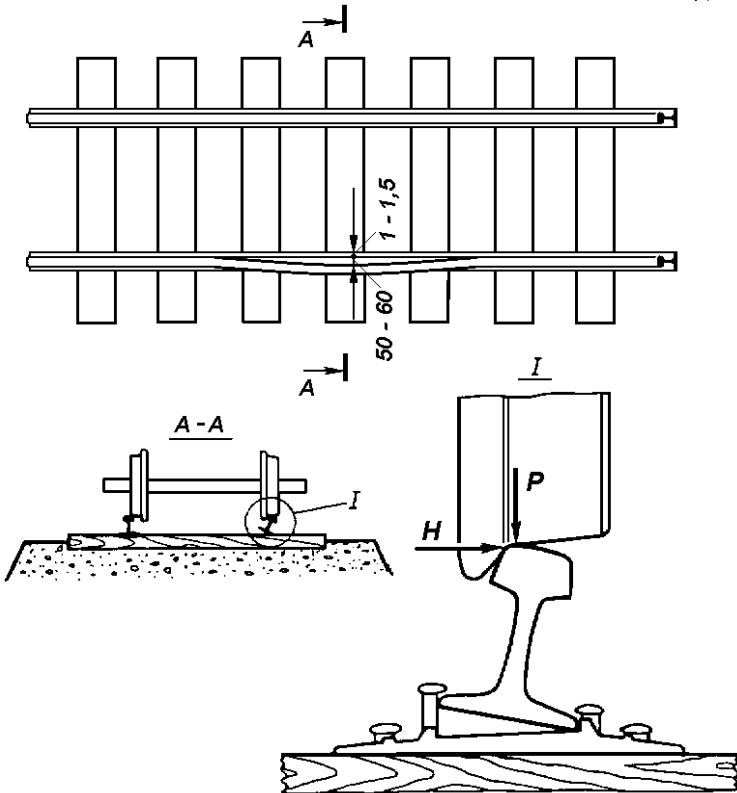
ში ჩატარდა მრავალჯერადი გავლა, თვლების ლიანდაგში ჩავარდნით, ლიანდის გაბჯენით ან გადაწევით.

ექსპერიმენტული შედეგები მდგომარეობდა შემდეგში:

- KB ტიპის სამაგრებიან რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე თვლის ჩამოსვლა რელსებიდან, ლიანდის გაბჯენის შედეგად, შეუძლებელია, რადგან სამაგრების მოჭერის ძალის გამო არ ხდება რელსის ფუძის წიბოს წამოწევა. ასეთ უბნებზე. თვლების რელსზე დასაშვები გვერდითი ზემოქმედების ძალის გადაჭარბების გამო, შესაძლებელია მატარებლის ჩავარდნა სარელსო რგოლის ურიკის თვლებით გაწევის შედეგად ან ცარიელი ვაგონის (მცირედ დატვირთულის) ამოწევა, რელსის თავზე ქიმის შეგორების გამო. ამოწევის ალბათობა იზრდება რელსის გვერდითი ცვეთის შემთხვევაში.

- ტიპურ ომბოხებიან ხის შპალებიან უბნებზე მცირედ დატვირთული ვაგონების ( $P_{\text{ტ}} \leq 100 \text{ კნ/ღერძზე}$ ), განსაკუთრებით ცარიელი ვაგონების შემთხვევაში, ლიანდის გაბჯენის გამო რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა წარმოიქმნება თვლის ქიმებით (ნახ. №2), რელსების დახრილობის შეცვლის გამო (რელსის ფუძის აწევა არ აღემატება 1-1,5მმ-ს, მისი თავის გადაწევისას 50-60მმ-ით). ამავე დროს ხდება ლიანდის გაბჯენა თვლის ჩავარდნით გაცილებით ნაკლები (1,2-1,5-ჯერ) ძალის გვერდითი ზემოქმედებისას, ვიდრე ჩავარდნა სარელსო რგოლის გადაწევის გამო, რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე და 1,2-1,3-ჯერ ნაკლებად, ვიდრე ჩავარდნა ხის შპალებიანი ლიანდაგის გაწევის და გაშიშვლებული შპალების ტორსის გამო. რაც ნაკლებადაა დატვირთული ვაგონი, მით მეტია ვაგონის ჩავარდნის ალბათობა ლიანდის გაბჯენის გამო. სრულად

დატვირთული ვაგონების შემთხვევაში წინალობა გაბჯენის მიმართ გაცილებით მაღალია.



*ნახ.№2. თვლის ქიბით რელსის თავის გადაწევა მისი დახრის გამო.*

• წინალობა გაბჯენის მიმართ მით მეტია, რაც ნაკლებია მრუდის რადიუსი. სწორ უბნებში თვლების ჩავარდნა ლიანდის გაბჯენის გამო, ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში, შესაძლებელია ერთდროულად რამდენიმე ერთმანეთთან მდებარე ურიკის ქვეშ, ხოლო მცირერადიუსიან მრუდებში – როგორც წესი, მხოლოდ ერთი ურიკის ქვეშ. ურიკის თვლების რელსის თავზე ჯგუფური ზე-

მოქმედებისას, მისი გადაწევა ომბოხური მიმავრების შემთხვევაში გაცილებით მაღალია (1,5-1,9-ჯერ), ვიდრე ერთეული თვლების ზემოქმედებისას. რელსის თავზე მიწოლის გავლენის ხაზი მით უფრო მოკლეა, რაც მცირეა მრუდის რადიუსი. ამასთან რელსის ფუძის შპალზე გვერდითი ზემოქმედების ძალა, განპირობებული თვლის ქიმის გვერდითი ზემოქმედებით, რელსის თავზე გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე კოჭური თეორიით გაანგარიშებისას მიღებული, აქტური და რეაქტიული გვერდითი ძალების ერთ სიბრტყეში მოქმედებით.

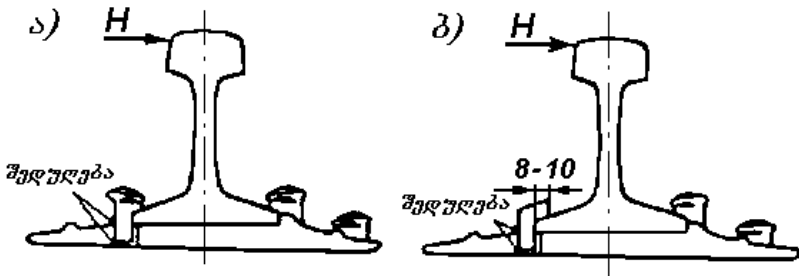
- ტიპურ ომბოხებიან ხის შპალებიან უბნებზე მნიშვნელოვნად გაადვილებულია (რკინაბეტონის შპალებიან უბნებთან შედარებით) თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა ეკიპაჟის ამოწნებით (თვლის ქიმის შეგორება რელსის თავზე) რელსის დახრილობის (ნახ.№2) გამო, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს რელსის ფუძის წიბოს აწევით ქვესადებიდან.

- ტიპური ომბოხური სამაგრების (გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებების არ არსებობისას) შემთხვევაში, ადრე ეკიპაჟის ყველა საცდელი გავლისას, თვლის რელსიდან ჩამოსვლა ხდებოდა ლიანდის გაბჯენის შედეგად, ვიდრე ლიანდაგის გაწევის ან შპალების გაშიშვლებული ტორსების და ცარიელი საშპალო ყუთების შემთხვევაში. მხოლოდ გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებების გამოყენების შემდეგ (ნახ.№3) ლიანდის გვერდითი გადაწევა კრიტიკულ სიდიდემდე ხდებოდა, ღორღის ბალასტის გამოყენების შემთხვევაშიც კი, ვიდრე ლიანდის გაბჯენისას კრიტიკულ სიდიდემდე, გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებების არ არსებობის დროს.

- რელსის ფუძის აწევა ყველა შემთხვევაში (რელსის თავის გადაწევა 50-60მმ-ით) არ აღემატებოდა 1-1,5მმ-ს, არა მარტო ქვესადების ხუთ ომბოხზე შეკერვისას, არამედ 3 ომბოხზე შეკერვის



დროსაც, ასევე შპალის ერთი ან ორი გახსნილი ბოლოს შემთხვევაშიც კი.



*ნახ.№3. გაბჯენის საწინააღმდეგო ომბოხური ქვესადები მიდუღებული შიდა შემკერი ომბოხით (ა) და მისი მოღუნული ღეროს ნაწილით (ბ).*

- ურიკის მოძრაობისას თვლის ქიმების რელსის თავზე 2 ტმ-ით მიწოლისას ხდება შიგა ომბოხების თავის წამოწევა და რელსის დრეკადი გადახრა (ნახ.№2), ხოლო ურიკის გავლის შემდეგ აღდგება ლიანდის სიგანე. რაც მეტია თვლის ქიმის რელსის თავზე გვერდითი ზემოქმედების ძალა, მით უფრო მეტი სიდიდით წამოიწევა რელსის შემკერი შიდა ომბოხის თავები.

## 2. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი, დამუხრუჭების დროს გრძივი ძალის მიერ მატარებლის შეკუმშვის გამო

ВНИИЖТ-ის ექსპერიმენტულ უბანზე ასევე ჩატარდა მოძრავ მატარებელში კუმშვის სხვადასხვა გრძივი ძალების რეალიზაციის ნატურული ექსპერიმენტების სერია, ლიანდაგის სწორ უბნებზე და მრუდებში, რადიუსით 700მ და 400მ. მატარებელში კუმშვის დასაშვები გრძივი ძალების მოქმედი ნორმების გადაჭარბებისას მოხდა ცარიელი ვაგონის (რომელიც მოძრაობდა სრულად დატვირთული

ვაგონის შემდეგ) ერთი (პირველი მოძრაობის მიმართულებით) წყვილთვალის თვლის დაგეგმილი ჩამოსვლა რელსებიდან მისი ამოწნეხვის შედეგად (ნახ.№4).



*ნახ.№4. ერთი (პირველი მოძრაობის მიმართულებით) წყვილთვალის ჩამოსვლა რელსებიდან ცარიელი ვაგონის ამოწნეხის შედეგად კუმშვის გრძივი ძალების ზემოქმედებით, მატარებლის დამუხრუჭების დროს.*

შემდგომი ექსპერიმენტის დროს სრულად დატვირთული მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგში დაგეგმილი ჩავარდნა მოხდა სარელსო ლიანდის ტიპური კონსტრუქციის (P65 ტიპის რელსები, ხის ახალი შპალები ომბოხური მიმაგრებით) გაბჯენის შედეგად. ლიანდის გაბჯენა მოხდა სწორში მრუდში (რადიუსით 400მ) შესვლის წინ, 45მ-ს მანძილზე ექვსი ურიკის ერთდროულად ჩავარდნით: ერთი ვაგონის (ლიანდაგში ჩავარდა სვლის მიმართულებით ორივე მარცხენა თვალი) და ხუთი ლოკომოტივის (ურიკები ჩავარდა რიგრიგობით ორივე მარჯვენა ან ორივე მარცხენა თვლებით). ლიანდაგის გაბჯენა მოხდა სარელსო ძაფის გადაბრუნების (ნახ.№5) ხარჯზე, რელსის ფუძის გარე წიბოს მიმართ (რელსის

ფუძის აწევა შპალის მიმართ არ აღემატებოდა 1-1,5მმ-ს) შიდა გადასაკერი ომბოხების თავის წამოწევით.



***ნახ.№5. მიმწოლი ლოკომოტივების ჩამოსვლა რელსებიდან ლიანდის გაბჯენის და სარელსო ძაფის გადაბრუნების შედეგად.***

რელსებიდან ჩამოსულ ლოკომოტივს აწევბოდა მოძრავი შემადგენლობა, რომლის მეწინავე ნაწილი მეწინავე ლოკომოტივთან ერთად, სპეციალურად იქნა დამუხრუჭებული, ექსპერიმენტისათვის მატარებელში დასაშვებზე მეტი სიდიდის კუმშვის გრძივი ძალების წარმოშობის მიზნით. სარელსო ლიანდის გაბჯენის მომენტში რელსებიდან ჩამოსული ეკიპაჟი (ნახევარვაგონი და 4ТЭ10С ლოკომოტივის სამი სექცია) იმყოფებოდა გადახრილ მდგომარეობაში, „თევზისფხური“ სქემით.

ზემოთ აღნიშნული ექსპერიმენტების და თეორიული გაანგარიშებების საფუძველზე დამუშავდა ლიანდაგზე ურიკის თვლებით გვერდითი ზემოქმედების და მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების ახალი ნორმატივები.

### 3. ლიანდაგზე ურიკის თვლებით გვერდითი ზემოქმედების დასაშვები ნორმატივები

მატარებლის ქვეშ, ურიკის თვლების ზემოქმედებით გამოწვეული, ხის შპალებიანი რგოლური ლიანდაგის დასაშვები ჩარჩო ძალის ნორმატული მნიშვნელობები გადაწევის თავიდან ასაცილებლად მოყვანილია ცხრილში №1 და №2. №1 ცხრილში მოცემულია ჩარჩო ძალის ზღვრული მნიშვნელობები ლიანდაგზე ერთი წყვილთვალის მოქმედებისას, ხოლო №2 ცხრილში - ჯამური ჩარჩო ძალის ზღვრული მნიშვნელობები ლიანდაგზე ურიკის (ორი წყვილთვალის) მოქმედების დროს ( $P_0$  - ღერძული დატვირთვა).

ურიკის წყვილთვალის ლიანდაგზე დასაშვები გვერდითი ზემოქმედების ნორმატიული მნიშვნელობები ( $H_{\text{გვ}}$ ) ლიანდის გაბჯენის თავიდან აცილების მიზნით არ უნდა აღემატებოდეს

$$H_{\text{გვ}} \leq \frac{68,9}{1 - 0,002P_0} \quad (\text{როცა } P_0 \leq 300 \text{ კნ}), \quad (1)$$

ურიკის ორი წყვილთვალის ჯგუფური ზემოქმედების შემთხვევაში:

- ვაგონებისათვის

$$H_{\text{გვ}} \leq \frac{96,8}{1 - 0,002P_0}, \quad (2)$$

- ლოკომოტივებისათვის

$$H_{\text{გვ}} \leq \frac{121}{1 - 0,002P_0}. \quad (3)$$

გვერდითი ძალა ლოკომოტივებისათვის სამღერძიანი ურიკებით (გააჩნია შუა ღერძზე წაცურების ღრეჩო) იანგარიშება, როგორც გვერდითი ძალების ჯამი, ურიკის განაპირა ღერძებიდან.

ამავე დროს თითოეული მათგანის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს №1 ცხრილში - მოტანილ მნიშვნელობებს.

### ცხრილი №1

#### ჩარჩო ძალის ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობა წვეილთვა- ლისაგან

| ლიანდაგის ზედა<br>ნაშენის კონსტრუქცია      | წვეილთვალისაგან გადაცემული ჩარჩო ძალის<br>ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობა ( $H_p$ ), კნ |                           |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                            | ვაგონებისთვის                                                                          | ლოკომოტივებისთვის         |
| რელსი P50, ღორღი                           | $H_p \leq 8,8 + 0,36P_0$                                                               | $H_p \leq 10,5 + 0,43P_0$ |
| რელსი P65, ღორღი                           | $H_p \leq 10,4 + 0,42P_0$                                                              | $H_p \leq 12,5 + 0,50P_0$ |
| რელსები P50, P65,<br>ქვიშა ან ხრეში        | $H_p \leq 0,3P_0$                                                                      | $H_p \leq 0,31P_0$        |
| რელსები P50, P65,<br>ქვიშა თიხის მინარევით | $H_p \leq 0,25P_0$                                                                     | $H_p \leq 0,25P_0$        |

მატარებლის ქვეშ ურიკის თვლების ზემოქმედებით გამოწვეული რკინაბეტონის შპალებიანი უპირაპირო ლიანდაგის დასაშვები ჩარჩო ძალის ნორმატიული მნიშვნელობები მატარებლის ქვეშ გადაწევის თავიდან ასაცილებლად, სარელსო გადაბმის ტემპერატურის რელსის ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით 60°-მდე გადახრისას განისაზღვრება ფორმულით

$$\frac{H_{p1} + H_{p2}}{2P_0} \leq 0,45, \quad (4)$$

სადაც  $H_{p1}$  და  $H_{p2}$  ჩარჩო ძალებია გადაცემული შესაბამისად ურიკის პირველი და მეორე ღერძებიდან.

ლიანდაგზე ურიკის თვლების ზემოქმედებით გამოწვეული დასაშვები გვერდითი ზემოქმედების ნორმატიული მნიშვნელო-

ბები, თვლის ქიმის რელსის თავზე შეუგორებლობით განისაზღვრება შემდეგი პირობით:

- ვაგონებისათვის

$$\frac{H_{\text{ბბ}}}{P} \leq 0,86, \quad (5)$$

- ლოკომოტივებისათვის

$$\frac{H_{\text{ბბ}}}{P} \leq 1,23, \quad (6)$$

სადაც  $H_{\text{ბბ}}$  და  $P$  თვლიდან რელსზე გადაცემული შესაბამისად გვერდითი და ვერტიკალური ძალებია, კნ.

**ცხრილი №2**

**ჩარჩო ძალების ზღვრული დასაშვები მნიშვნელობა ურიკიდან**

| ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქცია               | ჩარჩო ძალების ზღვრული დასაშვები მნიშვნელობა ურიკიდან ( $\sum H_p$ ), კნ |                           |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                                  | ვაგონებისთვის                                                           | ლოკომოტივებისთვის         |
| რელსი $P50$ , ღორღი                              | $H_p \leq 17,3 + 0,70P_0$                                               | $H_p \leq 20,8 + 0,84P_0$ |
| რელსი $P65$ , ღორღი                              | $H_p \leq 20,3 + 0,83P_0$                                               | $H_p \leq 24,4 + 0,99P_0$ |
| რელსები $P50$ , $P65$ ,<br>ქვიშა ან ხრეში        | $H_p \leq 0,6P_0$                                                       | $H_p \leq 0,6P_0$         |
| რელსები $P50$ , $P65$ ,<br>ქვიშა თიხის მინარევით | $H_p \leq 0,5P_0$                                                       | $H_p \leq 0,5P_0$         |

#### 4. მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების დასაშვები ნორმატივები

**№3** ცხრილში მოტანილია მაქსიმალურად დასაშვები გრძივი კვაზისტატიკური (მოქმედებს 2 წამზე მეტ ხანს) მკუმშავი ძალების მნიშვნელობები მატარებელში, რომელიც შეზღუდულია თვლის

რელსის თავზე შეუგორებლობის პირობით, ლიანდაგის (როგორც რგოლური ისე უპირაპიროც) მდგრადობის და განბჯენის პირობით.

თუ გადასარბენზე არსებობს ლიანდაგის მონაკვეთები ზედა ნაშენის სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციებით, მაშინ მაქსიმალურად დასაშვები გრძივი კვაზისტატიკური (მოქმედებს 2 წამზე მეტ ხანს) მკუმშავი ძალების მნიშვნელობები იზღუდება ყველაზე სუსტი კონსტრუქციით.

ლიანდაგზე ურიკის წყვილთვალების დასაშვები გვერდითი ზემოქმედების ნორმატიული მნიშვნელობების და მატარებელში დასაშვები გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების მნიშვნელობების განუხრელი დაცვა გარანტიას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ მარცხი, ავარია და წუნი მუშაობაში, მატარებლის ქვეშ ეკიპაჟების ამოწნევის, გაბჯენის და სარელსო ლიანდის გადაწევის გამო.

არსებობს მეცნიერულად დასაბუთებული ნორმატივები, მაგრამ მათი დაცვა გაძნელებულია იმიტომ, რომ ექსპლუატაციის რეალური პირობებისათვის არ არსებობს კონტროლის საშუალებები. არსებობს კარგად ცნობილი მეთოდика და ტექნიკური საშუალებები მატარებელში გრძივი ძალების გასაზომად ავტოგადასაბმელზე დაწებებული ტენზოგადამწოდების დახმარებით; აგრეთვე, რელსებზე ურიკების ერთეული და ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების განსაზღვრა ტენზომეტრული წყვილთვალების დახმარებით. მაგრამ, აღნიშნული მეთოდика და ტექნიკური საშუალებები ჯერჯერობით გამოიყენება მხოლოდ ერთეულ შემთხვევაში, კვლევითი სამუშაოების ჩატარებისას. მაშ რეალურ შემთხვევაში როგორ განვსაზღვროთ ლიანდაგში თვლების ჩავარდნის მიზეზი? პასუხი ერთადერთია - გამოვიყენოთ თეორიული გაანგარიშების მეთოდები. მათ შორის მათემატიკური მოდელირების მეთოდები.

**კუმშვის ძალების დასაშვები მნიშვნელობები**

| მოძრავი შემადგენლობის ტიპი                                                                                                                     |       | კუმშვის ძალების დასაშვები მნიშვნელობები კნ, მრუდის რადიუსის შემთხვევაში, მ |       |       |       |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|----------------|
|                                                                                                                                                |       | 150                                                                        | 200   | 250   | 400   | ≥ 700          |
| დატვირთული სატვირთო ვაგონი, ნეტო მასით, ტ.                                                                                                     | 0     | 400Y                                                                       | 450Y  | 500Y  | 500Y  | 500Y           |
|                                                                                                                                                | 10    | 600Y                                                                       | 650Y  | 700Y  | 750Y  | 800 Y          |
|                                                                                                                                                | 20    | 800Y                                                                       | 850Y  | 900Y  | 950Y  | 1000Y<br>950AT |
|                                                                                                                                                | 30    | 1000Y                                                                      | 1050Y | 1100Y | 1150Y | 1200Y          |
|                                                                                                                                                |       | –                                                                          | 1000Π | 1000Π | 1000Π | 1000Π          |
|                                                                                                                                                |       | 950AT                                                                      | 950AT | 950AT | 950AT | 950AT          |
|                                                                                                                                                | 40    | 1200Y                                                                      | 1250Y | –     | –     | –              |
|                                                                                                                                                |       | 1000Π                                                                      | 1000Π | 1000Π | 1000Π | 1000Π          |
|                                                                                                                                                |       | 950AT                                                                      | 950AT | 950AT | 950AT | 950AT          |
|                                                                                                                                                | 50-70 | 1000Π                                                                      | 1000Π | 1000Π | 1000Π | 1000Π          |
| 950AT                                                                                                                                          |       | 950AT                                                                      | 950AT | 950AT | 950AT |                |
| სამგზავრო ვაგონი                                                                                                                               |       | 400Y                                                                       | 450Y  | 500 Y | 500Y  | 500Y           |
| ლოკომოტივები (მასტა-ბიზირებელი ავტოგადა-საბმელი მოწყობილობ-ების გარეშე): ელმავლები ВЛ10,ВЛ11, ВЛ80 (ყველა სერიის) და თბომავლები 4ТЭ10С, 3ТЭ10М |       | –                                                                          | –     | 350Б  | 350Б  | 350Б           |
|                                                                                                                                                |       | 400Π                                                                       | 400Π  | 400Π  | 400Π  | 400Π           |
|                                                                                                                                                |       | 500Y                                                                       | 500Y  | 500Y  | 500Y  | 500Y           |

**შენიშვნა:** Y - შეზღუდვები თვლის რელსის თავზე შეუღორებლობის პირობით; Π - შეზღუდვები ტიპის რელსებიანი ლიანდაგის მდგრადობის პირობით, არასტაბილიზირებული ბალასტის შემთხვევაში; Б - შეზღუდვები უპირაპირო ლიანდაგის მდგრადობის პირობით; AT - შეზღუდვები ავტოგადასაბმელის სიმტკიცის პირობით, წვეისა და ელექტრული დამუხრუჭების შემთხვევაში.



## II თავი

### მატარებელში ბრძოვი მკუჭმავი ძალები ზრდის მიზეზები

#### 1. ლოკომოტივის მასისა და მატარებლის მართვის რეჟიმის გაგება მატარებელში წარმოქმნილ გრძოვ მკუჭმავ ძალებზე

მრავალსაფეხურიანი თანამედროვე მძლავრი ლოკომოტივების დაჯგუფება მატარებლის თავში, პირდაპირმოქმედი სალოკომოტივო მუხრუჭის, რეკუპერაციული, რეოსტატული, სასწრაფო და სრული სამომსახურო დამუხრუჭების გამოყენება - ესაა მატარებელში გრძოვი კვაზისტატიკური (მოქმედებს 2 წამზე მეტ ხანს) მკუჭმავი ძალების ზრდის ძირითადი მიზეზები. თუ დასამუხრუჭებელი სისტემა ისეთი იქნებოდა, რომ მემანქანის მიერ მუხრუჭის ჩართვის შემდეგ სამუხრუჭე ხუნდების წყვილთვალზე დაწოლის ძალები და ხახუნის კოეფიციენტი თანაბრად განაწილდებოდა მატარებლის მთელ სიგრძეზე და არ იქნებოდა გამოყენებული მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭი, მაშინ არ შეიქმნებოდა წყვილთვალის რელსიდან ჩამოსვლის პრეცედენტი, ლიანდაგიდან ცარიელი ვაგონების ამოწეხით, ლიანდის გაგანიერებით და გაბჯენით.

მაგრამ, დღეისათვის სატვირთო მატარებელში არსებული პნევმატური მუხრუჭის გამოყენების დროს, მემანქანის მიერ მეწინავე ლოკომოტივში მუხრუჭის ჩართვის შემდეგ მუხრუჭები ვაგონებში ერთდროულად არ ირთვება, არამედ დამუხრუჭების პროცესი იწყება თანდათანობით, დაწყებული შემადგენლობის მეწინავე ნაწილიდან.

ექსპერიმენტული მონაცემების მიხედვით სამუხრუჭე პროცესის განვითარების ხანგრძლივობა შეწყვილებული შემადგენლობის შემთხვევაში მატარებლის თავიდან მის ბოლომდე შეადგენს დაახლოებით 9-11 წამს, ხოლო, ჩვეულებრივ მატარებლებში - 5 წამს, ე.ი. დამუხრუჭებული მეწინავე ვაგონები ლოკომოტივთან ერთად აკავებენ დარჩენილი დაუმუხრუჭებელი ვაგონების თავისუფალ გადაადგილებას. რადგან ვაგონები გადაბმულნი არიან მხოლოდ ავტოგადასაბმელით, რომელიც მოძრავია ჰორიზონტალურ სიბრტყეში გარკვეული კუთხით და ვაგონს საშუალებას აძლევს ჩაეწეოს 150მ და უფრო მცირერადიუსთან მრუდებში; ლოკომოტივის მაღალი სამუხრუჭო სისტემის ეფექტურობის შედეგად, ლოკომოტივი და მეწინავე ვაგონები დანარჩენი ვაგონების მიწოლის შედეგად წარმოქმნილი მკუმშავი ძალების შედეგად, შემადგენლობის შუა ვაგონები მრუდში ზიგზაგისებურად დგება. ამ დროს მატარებლის შუა ნაწილში გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების მნიშვნელოვანი სიდიდის კინეტიკური ენერგია რეალიზდება, რომელიც წარმოიქმნება დაუმუხრუჭებელი ბოლო ვაგონების მიწოლით დამუხრუჭებულ ვაგონებზე. ეს ენერგია განისაზღვრება ფორმულით:

$$W = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}, \quad (7)$$

სადაც  $m$  დაუმუხრუჭებელი ვაგონების მასაა.

$v_1$  და  $v_2$  - შესაბამისად დამუხრუჭებელი ვაგონების საწყისი და საბოლოო სიჩქარეები.

მატარებლის სიგრძისა და მასის ზრდასთან ერთად იზრდება გრძივი ძალებიც: გაჭიმვის - მეწინავე ლოკომოტივების წევის მდგომარეობაში ყოფნისას და ბოლო ვაგონების დამუხრუჭებისას, კუმშვის - მეწინავე ლოკომოტივების დამუხრუჭებისას და ბოლო

ვაგონების წევის მდგომარეობაში ყოფნისას. ეს ძალები რჩება მუდმივი სტაციონალური მოძრაობის რეჟიმის დროსაც და იცვლება დროში გარდამავალი რეჟიმის დროს.

ე.ი. ლიანდაგიდან ცარიელი ვაგონების ამოწნებისათვის, ლიანდაგის გაბჯენისათვის და გაგანიერებისათვის საშიშია არა დინამიკური (რომელიც განისაზღვრება ვაგონების მიჯახებით), არამედ კვაზისტატიკური გრძივი მკუმშავი ძალა მოძრავ მატარებელში.

ლოკომოტივების სიმძლავრის ამაღლება, მათი მრავალსექციური დაჯგუფება მატარებლის თავში, შეერთებული მატარებლების მოძრაობა ლოკომოტივების გადანაწილებით შემადგენლობის მთელ სიგრძეზე და მიმწოლების გამოყენება, ამასთანავე მატარებლების სამუხრუჭე სისტემაში მუხრუჭების მოვლა-შენახვის ხარისხის, მემანქანების პროფესიონალიზმის დონის დაწვევა მუხრუჭების გამოყენების ნაწილში, არის მატარებლებში გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების ზრდის ძირითადი მიზეზი.

ცნობილია, რომ ნაცოცი წყვილთვალებზე წარმოიქმნება დამუხრუჭების შედეგად მაშინ, როცა დამუხრუჭების ძალა წყვილთვალსა და რელსის შეხების წერტილში აღემატება ზღვრულად დასაშვებ შეჭიდულობის ძალას  $F_{შეჭ}$ .

$$F_{შეჭ} = P f_{შეჭ}, \quad (8)$$

სადაც  $P$  ლოკომოტივის თვლებიდან რელსებზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვაა.

$f_{შეჭ}$  - წყვილთვალის რელსებთან შეჭიდულობის კოეფიციენტი დამუხრუჭებისას.

მაქსიმალური შესაძლო კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა ავტოგადასაბმელში, რომელიც ლოკომოტივს აერთებს მატარებელთან, სწორი უბნის ნულოვან ქანობზე მოძრაობისას, ტოლია ძალისა,

რომელიც შეზღუდულია ლოკომოტივის წყვილთვლების რელს-თან შეჭიდულობით და განისაზღვრება ფორმულით:

$$F = nPf_{\text{შეკ}} , \quad (9)$$

სადაც  $n$  ლოკომოტივში ღერძების რაოდენობაა.

ცნობილია, რომ დაძაბულ დაღმართებში დამუხრუჭებისას მემანქანეები, როგორც წესი, სილას იყენებენ. ამ შემთხვევაში შეჭიდულობის კოეფიციენტის მნიშვნელობამ შეიძლება მიაღწიოს 0,3. წვეის ანგარიშებში, ჩვეულებრივ გამოიყენება 0,22 – 0,25 ფარგლებში.

$F_{\text{შეკ}}$  გაანგარიშებისას, როცა წყვილთვალის რელსებთან შეჭიდულობის კოეფიციენტად გამოყენებულია  $f_{\text{შეკ}}=0,2$ , მაშინ წყვილთვალზე იუზის გაჩენა შეუძლებელია.

№4 ცხრილში მოტანილია ლოკომოტივის წყვილთვალების რელსთან შესაძლო შეჭიდულობის  $f_{\text{შეკ}}$  კოეფიციენტის მიხედვით ლოკომოტივსა და ვაგონებს შორის ავტოგადასაბმელში გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების გაანგარიშების შედეგები, სწორი უბნის ნულოვან ქანობზე მოძრაობისას.

დამტკიცებული ნორმატივების შესაბამისად, გაზრდილი წონისა და სიგრძის სატვირთო მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით, გრძივი კვაზისტიკური მკუმშავი ძალა ავტოგადასაბმელში, რომელიც აერთებს ლოკომოტივს მატარებელთან, უნდა იყოს არაუმეტეს 500კნ - რელსზე წყვილთვალის მდგრადობის პირობით (ამოწნების თავიდან ასაცილებლად); არაუმეტეს 400კნ - P50 ტიპის რელსებიანი ლიანდაგის მდგრადობის პირობით დაუსტაბილიზირებელი ბალასტის შემთხვევაში (ლიანდის წინა-ლობით გაბჯენისა და გადაწვეის თავიდან ასაცილებლად); არაუმეტეს 350კნ – უპირაპირო ლიანდაგის მდგრადობის პირობით

(ცხრილი №3). ამავე ნორმატივებით დადგენილია მაქსიმალური დასაშვები გრძივი კვაზისტიკური მკუმშავი ძალა, ცარიელი სატვირთო და სამგზავრო ვაგონების ავტოგადასაბმელში – 500კნ.

უბნებზე მოძრაობის სიჩქარის შეზღუდვისას 60კმ/სთ-ზე ნაკლები სიჩქარით, ამ ნორმატივების თანახმად მაქსიმალური მკუმშავი ძალა მატარებელში (ლოკომოტივსა და ვაგონებს შორის ავტოგადასაბმელში) არ უნდა აღემატებოდეს 400კნ-ს.

#### ცხრილი №4

##### $F_{\text{შეკ}}$ -ის რიცხვითი მნიშვნელობები

| ლოკომოტივის ტიპი                        | ღერძების რიცხვი | $P$<br>კნ/ღერძ. | რიცხვითი მნიშვნელობები,<br>$F_{\text{შეკ}}$ კნ, როცა შეჭიდულობის<br>კოეფიციენტი $f_{\text{შეკ}}$ ტოლია |      |      |      |
|-----------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                         |                 |                 | 0,20                                                                                                   | 0,22 | 0,25 | 0,30 |
| ყველა სერიის<br>ორსექციანი<br>ელმავლები | 8               | 230             | 368                                                                                                    | 405  | 460  | 552  |
| ყველა სერიის 2T<br>თბომავლები           | 12              | 230             | 552                                                                                                    | 607  | 690  | 828  |
| თბომავლები<br>3T10M                     | 18              | 230             | 828                                                                                                    | 911  | 1035 | 1242 |

თუ აღნიშნულ ნორმატივს შევადარებთ №4 ცხრილის მონაცემებს, ნათლად ჩანს, რომ ორსექციანი ლოკომოტივებით (6 - 6 ღერძი თითოეულში) ღერძზე მოსული დატვირთვით 230კნ/ღერძზე მატარებლების ტარებისას (განსაკუთრებით ცარიელების), პრაქტიკულად ყველა შემთხვევაში პირდაპირმოქმედი სალოკომოტივო მუხრუჭით (ონკანის VI პოზიცია) დამუხრუჭებისას, ასევე სასწრაფო ან სრული სამომსახურო მუხრუჭით დამუხრუჭებისას, შეიძ-

ლება შეიქმნას ავარიული სიტუაცია, ცარიელი ვაგონების ამოწნებით, ლიანდის გაგანიერებით და გაბჯენით, თუ არ იქნება შეზღუდული სამუხრუჭო ღერძების რაოდენობა,  $[n]$  რომელიც განისაზღვრება ფორმულით (სწორი უბნის ნულოვან ქანობზე მოძრაობის დროს):

$$[n] = \frac{[F]}{Pf_{\text{შეკ}}}, \quad (10)$$

სადაც  $[F]$  ზღვრულად დასაშვები კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების ნორმატიული მნიშვნელობაა ლოკომოტივის ავტოგადასაბმელში.

№5 ცხრილში მოცემულია ლოკომოტივში სამუხრუჭო ღერძების დასაშვები  $[n]$  რაოდენობის საანგარიშო მნიშვნელობები, თვლის ქიმის რელსის თავზე შეუგორებლობის (ვაგონების ამოწნება), სარელსო ლიანდის გაბჯენის და გადაწევის თავიდან აცილების პირობით.

### ცხრილი №5

#### სამუხრუჭო ღერძების დასაშვები რაოდენობა

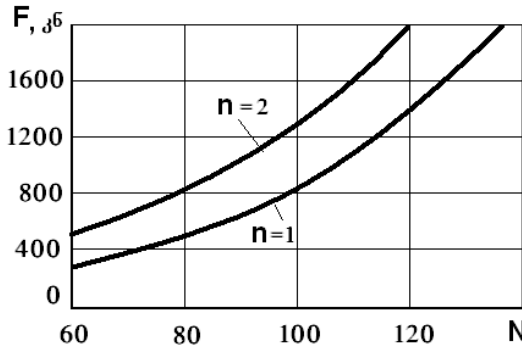
| $P$<br>კნ/ღერძ.                                                                                                    | მნიშვნელობები,<br>როცა $[F]$ , კნ |     |     | $P$<br>კნ/ღერძ. | მნიშვნელობები, როცა<br>$[F]$ , კნ |     |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----------------|-----------------------------------|-----|-----|
|                                                                                                                    | 350                               | 400 | 500 |                 | 350                               | 400 | 500 |
| 210                                                                                                                | 8                                 | 9   | 12  | 230             | 8                                 | 9   | 11  |
|                                                                                                                    | 7                                 | 8   | 11  |                 | 7                                 | 8   | 10  |
| 220                                                                                                                | 8                                 | 9   | 11  | 240             | 7                                 | 8   | 10  |
|                                                                                                                    | 7                                 | 8   | 10  |                 | 7                                 | 8   | 10  |
| <b>შენიშვნა:</b> მონაცემები მრიცხველში, როცა $f_{\text{შეკ}}=0,2$ , და მნიშვნელობაში, როცა $f_{\text{შეკ}}=0,25$ . |                                   |     |     |                 |                                   |     |     |

## 2. მატარებლის მასისა და სიგრძის გაგლეჩა გრძივ კვაზისტატიკურ მკუმშავ ძალაზე

(7) ფორმულიდან ნათლად ჩანს, რომ რაც მეტია მატარებლის მასა, მით მეტია კინეტიკური ენერგია, უკანა დაუმუხრუჭებელი ვაგონების ზემოქმედებისა დამუხრუჭებულ ლოკომოტივზე, მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭების გამოყენებისას. ზუსტად ასევე შეიძლება ითქვას რომ, რაც მეტია დაუმუხრუჭებელი უკანა ვაგონების მასა, მით უფრო მეტია კინეტიკური ზემოქმედება დაუმუხრუჭებელ წინა ვაგონებზე და ლოკომოტივზე, პნევმატური სამატარებლო მუხრუჭის გამოყენებისას; განსაკუთრებით სასწრაფო ან სრული სამომსახურო მუხრუჭის გამოყენებისას, ერთ ჯერზე. ამ დროს აღნიშნული კინეტიკური ენერგია რეალიზდება მატარებლის გრძივ კვაზისტატიკურ მკუმშავ ძალად, განსაკუთრებით მაშინ, როცა სრულად დატვირთული ვაგონები განლაგებულია შემადგენლობის ბოლოს, ხოლო ცარიელები შემადგენლობის თავში.

ამ შემთხვევაში არსებით როლს თამაშობს შემადგენლობის სიგრძე, დამუხრუჭების ტალღის გავრცელების სისწრაფე და სამუხრუჭე ძალების თანდათანობითი ზრდის დრო, რომელიც მთლიანად ხასიათდება სამუხრუჭე მაგისტრალით და დამუხრუჭების რეჟიმით. ამ მიზნით განიხილეს გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალები მატარებელში, რომელიც შედგებოდა 60, 80, 100 და 120 სრულად დატვირთული ოთხღერძიანი ვაგონებისაგან, თითოეული 85 ტონა მასით. სამუხრუჭე ტალღის გავრცელების სიჩქარე კი შეადგენდა 150, 200, 250 მ/წმ-ს, სამუხრუჭე ძალების დროში თანდათანობითი ზრდის მახასიათებელი კოეფიციენტი  $n$ , რომელიც ტოლია 0,5; 1 და 2. ამ მონაცემების მიხედვით ვაგონების რაოდენობის ორჯერ გაზრდა იწვევს მატარებელში გრძივი

კვაზისტატიკური ძალების 2,5–3-ჯერ ზრდას. სამუხრუჭე ტალღის გავრცელების სიჩქარის მატება 150მ/წმ-დან 250მ/წმ-მდე ან სამუხრუჭე ძალების თანდათანობითი ზრდის დროის მატება 10წმ-დან 20წმ-მდე ამცირებს მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური ძალების სიდიდეს დაახლოებით 1,5-ჯერ.

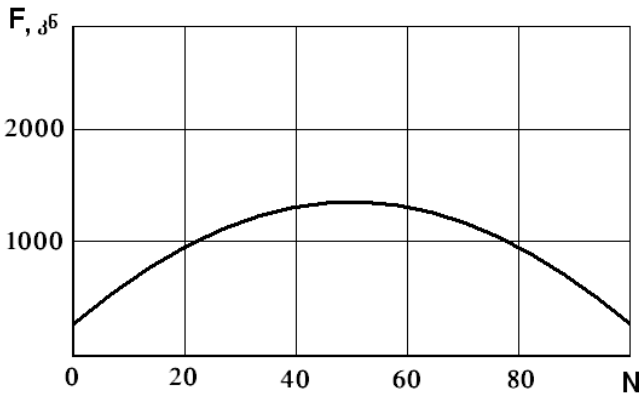


*ნახ.№6. გრძივი კვაზისტატიკური ძალების  $F$  დამოკიდებულება მატარებლის სიგრძეზე (ეკიპაჟის რაოდენობა  $N$ ), დამუხრუჭების ტალღის გავრცელების 200მ/წმ სიჩქარისას და ეკიპაჟების სამუხრუჭე ცილინდრების ჰაერით შევსების დროით (15წმ).*

№6 ნახაზზე მოტანილია მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური ძალების მაქსიმალური მნიშვნელობის დამოკიდებულების გრაფიკი მატარებელში ვაგონების რაოდენობაზე, ე.ი. მის სიგრძეზე. ხოლო №7 ნახაზზე ნაჩვენებია გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების განაწილების გრაფიკი დამუხრუჭებისას ( $n = 2$ ), მატარებლის სიგრძე შედგება 100 სრულად დატვირთული ვაგონისაგან. წარმოდგენილი მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მატარებლის სიგრძეს, დამუხრუჭებისას მასში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების ფორმირებას. რაც უფრო გრძელია მატარებელი, მით უფრო დიდია დროის წყვეტა მატარებლის დამუხრუჭების დაწყებისას თავსა და ბოლოში,



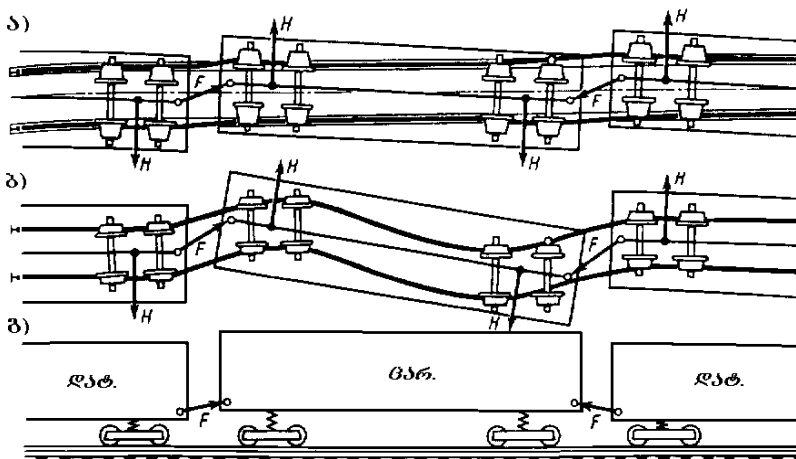
რაც ნიშნავს იმას, რომ უფრო დიდი დროა საჭირო იმისათვის, რათა კინეტიკური ენერგია გადაიზარდოს გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალაში, რაც მოძრაობის პროცესში ხელს უწყობს მოძრავი ეკიპაჟის ძარების ზიგზაგისებურ მდგომარეობაში განლაგებას გეგმასა და პროფილში (ნახ.№8).



**ნახ.№7. უდიდესი გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების განაწილების გრაფიკი მატარებლის სიგრძეზე (ეკიპაჟის რაოდენობა  $N$ ),  $F$  სტატიკური დატვირთვის დროს.**

აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალის დონე მატარებელში მისი დამუხრუჭებისას განისაზღვრება ძირითადად დამუხრუჭების მახასიათებლებით, დამუხრუჭების ტალღის გავრცელების სიჩქარით და ეკიპაჟის სამუხრუჭე ცილინდრების ჰაერით შევსების დროით.

№6 და №7 ნახაზზე მოტანილი მონაცემები მისაღებია მხოლოდ მატარებლის მოძრაობისას სწორი უბნების ნულოვან ქანობზე. მრუდებში და ლიანდაგის რთული პროფილის უბნებზე მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების სიდიდეები დამუხრუჭებისას, მნიშვნელოვნად განსხვავდება.



ნახ. №8. ლიანდის გაბჯენის (ა), მისი გადაწევის (ბ) და ცარიელი ვაგონის ურიკის განტვირთვის (გ) სქემა დამუხრუჭებისას გრძივი სამატარებლო მკუმშავი ძალის  $F$  ზემოქმედების შედეგად (დატ. – დატვირთული ვაგონი, ცარ. – ცარიელი ვაგონი).

### 3. გეგმისა და პროფილის გავლენა მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალაზე

მატარებლის მეწინავე ნაწილის ქანობზე და (ან) მრუდში მოძრაობის დროს, მაქსიმალური კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა ავტოგადსაბმელში, რომელიც აერთებს ლოკომოტივს მატარებელთან ტოლია

$$F = nPf_{\text{შეკ}} \pm \Delta F_i \pm \Delta F_R, \quad (11)$$

სადაც  $P$  ლოკომოტივის თვლებიდან რელსებზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვაა.

$f_{\text{შეკ}}$  - წყილთვალის რელსებთან შეჭიდულობის კოეფიციენტი დამუხრუჭებისას.

$n$  - ლოკომოტივში ღერძების რაოდენობა.

$\Delta F_i$  - გრძივი კვაზიტატიკური ძალის დამატებითი გრავიტაციული შემადგენელი ავტოგადსაბმელში მატარებლის განსახილველ კვეთში (ნიშანი „+“ -  $i$  ქანობიან აღმართზე მოძრავი ეკიპაჟებისათვის, ნიშანი „-“ - დაღმართზე მოძრავი ეკიპაჟებისათვის, ნულოვან ქანობებზე მოძრავი ეკიპაჟებისათვის  $\Delta F_i=0$ ).

$F_R$  - გრძივი კვაზიტატიკური ძალის დამატებითი გრავიტაციული შემადგენელი ავტოგადსაბმელში მატარებლის განსახილველ კვეთში გამოწვეული მოძრაობის წინააღობით მრუდში.

თავის მხრივ

$$\Delta F_i = Q_{\text{ლოკ}} + \sum Q_{\text{ვაგ}}, \quad (12)$$

სადაც  $Q_{\text{ლოკ}}$  - ლოკომოტივის წონაა.

$\sum Q_{\text{ვაგ}}$  -  $i$  ქანობზე (%) მოძრავი ვაგონების წონა (ლოკომოტივსა და მატარებლის განსახილველ კვეთს შორის).

$$\Delta F_R = \gamma_{\text{ლოკ}} + \gamma_{\text{ვაგ}}, \quad (13)$$

სადაც  $\gamma_{\text{ლოკ}}$  და  $\gamma_{\text{ვაგ}}$   $R$  რადიუსიან მრუდში შესაბამისად ლოკომოტივისა და ვაგონების (განლაგებული ლოკომოტივსა და მატარებლის განსახილველ კვეთს შორის) მოძრაობისადმი ლიანდაგის სიმრუდით გამოწვეული წინააღობაა, ტძ.

წევის ანგარიშების წესების შესაბამისად

$$\gamma_{\text{ლოკ}} = \frac{0,7 Q_{\text{ლოკ}}}{R}, \quad (14)$$

$$\gamma_{\text{ვაგ}} = \frac{0,7 \sum Q_{\text{ვაგ}}}{R}, \quad (15)$$

სადაც  $\sum Q_{\text{ვაგ}}$   $R$  რადიუსიან მრუდის ფარგლებში განლაგებული იმ ვაგონების წონაა, რომელებიც იმყოფება ლოკომოტივსა და მატარებლის განსახილველ კვეთს შორის.

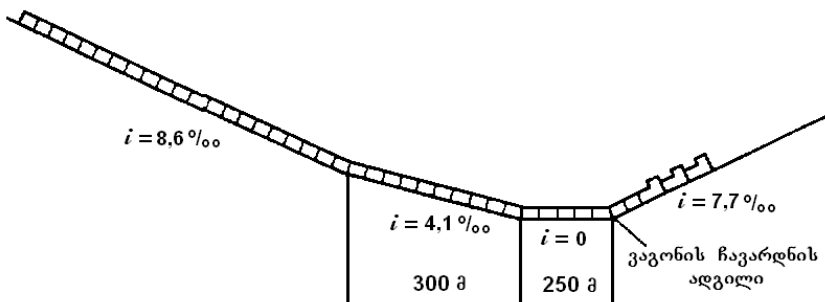
მაქსიმალური კვაზისტიკური მკუმშავი ძალის ჯამური სიდიდე მატარებლის განსახილველ კვეთში, მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭის გამოყენებისას (მათ შორის რეკუპერაციულისაც) გამოითვლება ფორმულით:

$$F = nP f_{\text{შეჭ}} \pm i(Q_{\text{ლოკ}} + \sum Q_{\text{ვაგ}}) + (Q_{\text{ლოკ}} + \sum Q_{\text{ვაგ}}) \frac{0,7R}{R}. \quad (16)$$

ზემოთ აღნიშნული ფორმულის პირველი წევრი ახასიათებს მაქსიმალურ შესაძლო წინაღობას ლოკომოტივის მოძრაობისადმი, მეორე - გრავიტაციისგან გამოწვეულ დამატებითი გრძივ ძალას („-“ დადმართზე, ხოლო „+“ აღმართზე), მესამე - მატარებლის დამატებითი შეკუმშვის ძალას გამოწვეულს მრუდის წინაღობით. მე-16 ფორმულის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოძრავ მატარებელში, დაუშვებელი დიდი სიდიდის კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალის წარმოშობის ყველაზე უფრო არახელსაყრელი შემთხვევაა, როცა გაჭიანურებული დადმართის ბოლოში ირთვება პირდაპირმოქმედი სალოკომოტივო მუხრუჭი ან რეკუპერაცია, და ამასთან ერთად ლოკომოტივი სათავეში მყოფ ვაგონების ნაწილთან ერთად შედის მცირერადიუსიან მრუდში განლაგებულ აღმართზე (ნახ.№9).

ამ შემთხვევაში მაქსიმალურ შესაძლო კვაზისტატიკურ შეკუმშვის ძალას, წარმოშობილს მატარებელში, ლოკომოტივის თვლების რელსებთან შეჭიდულობით დამუხრუჭებისას ემატება წინააღმდეგობის ძალა, რომელიც განპირობებულია ლოკომოტი-

ვის და ვაგონების მეწინავე ნაწილის წინალობით აღმართში და მრუდებში.



**ნახ. №9. მატარებლის მდგომარეობა მეორე ცარიელი ვაგონის ჩავარდნის მომენტში.**

აღნიშნულ დანამატს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ლოკომოტივიდან გარკვეულ მანძილზე. მაგ. მეათე ვაგონის შემდეგ (წონით თითოეული 900კნ ბრუტო), რომელიც გაჭიანურებული დაღმართის შემდეგ შევიდა  $i = 10\text{‰}$  აღმართზე და  $R = 400$  მ-იან მრუდში, პირდაპირმოქმედი სალოკომოტივო მუხრუჭით დამუხრუჭების შემდეგ (თბომავალი 2ТЭ10В), გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალა ავტოგადასაბმელში მე-16 ფორმულის მიხედვით, როცა შეჭიდულობის კოეფიციენტი  $f_{\text{შეკ}} = 0,2$ , ტოლია გამოითვლება ფორმულით:

$$F = 12 \times 230 \times 0,2 + 0,010 \times (2760 + 10 \times 900) + (2760 + 10 \times 900) \frac{0,7}{400} = 690 \text{ კნ.}$$

დანამატი გამოწვეული აღმართისა და მრუდის გამო შეადგენს 138კნ-ს. ამავე შემთხვევისათვის კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა ავტოგადასაბმელში, რომელიც აერთებს ლოკომოტივს მატარებელთან შეადგენს 585კნ-ს ე.ი. 10,5ტძ-ით ნაკლებს, ვიდრე მეათე ვაგონის შემდეგ და 3.5ტძ-ით მეტს, ვიდრე სწორი უბნის ნულოვან

ქანობზე. (იხ. ცხრილი №4) 3TЭ10M თბომავლის შემთხვევაში აღნიშნული ძალა იქნება არა 690კნ, არამედ 966კნ.

იმისათვის, რომ ვუპასუხოთ კითხვაზე, მატარებლის თავიდან დაწყებული რომელი ვაგონის შემდეგ წარმოიშობა მაქსიმალური გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალა ავტოგადასაბმელში, როცა გამოიყენება მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭი, მათ შორის რეკუპერაციაც, აუცილებელია ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში გაანალიზდეს ლიანდაგის გეგმა, პროფილი და მატარებლების მოძრაობის რეჟიმი. ამასთანავე შეიძლება გაკეთდეს რამდენიმე ზოგადი დასკვნა:

- გაჭიანურებული დაღმართების ბოლოში მოძრაობის სიჩქარე, როგორც წესი, მაღალია, ხოლო სამუხრუჭე მაგისტრალი თითქმის დაცარიელებულია მემანქანის მიერ გაჭიანურებულ დაღმართებზე სამომსახურე მუხრუჭის მრავალჯერადი გამოყენების გამო. ამიტომ, ეს გარემოება აიძულებს მემანქანეს გამოიყენოს დამხმარე სალოკომოტივო მუხრუჭი. თუ სალოკომოტივო მუხრუჭი გამოყენებულია დაღმართზე ან ნულოვან ქანობზე, მაშინ მაქსიმალური გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალა იქნება ლოკომოტივის მატარებელთან შემაერთებელ ავტოგადასაბმელში. თუ დამუხრუჭება ხდება მხოლოდ ლოკომოტივის მუხრუჭით და მატარებლის თავი გაჭიანურებული დაღმართის შემდეგ უკვე განლაგებულია აღმართზე, ან მრუდში, ან ორივეზე ერთდროულად, მაშინ მაქსიმალური გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალა წარმოიქმნება ლოკომოტივისაგან გარკვეული მანძილის მოშორებით. ეს მანძილი, ძირითადად, განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორებით: ვაგონების რაოდენობით (ლოკომოტივის შემდეგ), რომლებიც იმყოფება აღმართზე ან მრუდში, მატარებლის სტრუქტურით (ცარიელი და დატვირთული ვაგონების განლაგება) და დაუმუხრუ-

ქებელი შემადგენლობის ბოლო ნაწილის კინეტიკური ენერგიით, რომელიც ჯერ კიდევ მოძრაობს დაღმართში, აღმართის ან მრუდის წინ, რომლის ფარგლებში უკვე იმყოფება მატარებლის მეწინავე ნაწილი.

- მატარებლის დამუხრუჭების დროს გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალა დამოკიდებულია მრავალ კონსტრუქციულ და საექსპლუატაციო ფაქტორზე. ამ ფაქტორების ნაწილი შეიძლება გაკონტროლდეს, გაიზომოს და იმართოს კიდევ (მოძრაობის რეჟიმი, ვაგონების განლაგება მატარებელში, მატარებლის საერთო მასა და სიგრძე და ა.შ.). სხვა ფაქტორები შეიძლება გაკონტროლდეს, მაგრამ მათი მართვა შეუძლებელია (ხაზის გეგმა და პროფილი, ღრეჩოების განლაგება ვაგონებს შორის კავშირებში და ა.შ.). არსებობს ისეთი ფაქტორებიც, რომლებიც არ ექვემდებარება კონტროლს (ვაგონების შემაერთებელ განაპირა ავტოგადასაბმელში ფაქტიური ექსცენტრისიტეტები გეგმაში და თარაზოში, მატარებლის სამუხრუჭე სისტემის მდგომარეობა, მემანქანების კვალიფიკაცია და ა. შ.)

### III თავი

## ურიკის თვლების გვერდითი ზემოქმედება რელსებზე განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით დამუხრუშების დროს

### 1. ურიკის თვლების რელსებზე დამატებითი გვერდითი ზემოქმედების გაანგარიშების მეთოდика, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით და გაჭიმვით

მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟი, ავტოგადასაბმელებით, წარმოადგენს სახსრულ – ღეროვან მრავალრგოლიან მექანიზმს. ამ მექანიზმის რგოლები – ეკიპაჟი (ნახ.№10.ა, რგოლი  $L$ ) და ავტოგადასაბმელები (რგოლი  $2a$ , სადაც  $a$  - ავტოგადასაბმელის სიგრძეა) ლიანდაგის სწორ უბანზე მატარებლის გაჭიმვის დროს განლაგდება ერთ სწორ ხაზზე, თუ ავტოგადასაბმელების ბოლოები დაცენტრებულია (განლაგებულია ერთ სწორზე). ამ შემთხვევაში მატარებელში გამჭიმი გრძივი ძალების სიდიდის მატება არ იწვევს თვლის რელსის თავზე გვერდითი ზემოქმედების მატებას. რამიზეები იწვევს ურიკის თვლების ლიანდაგზე დამატებითი ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების ზრდას, განპირობებულს მატარებელში კვაზისტატიკური გაჭიმვით და შეკუმშვით სწორ უბნებში?

არსებობს შემდეგი ორი მიზეზი:

**პირველი მიზეზია** – ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების ექსცენტრისიტეტები ჰორიზონტალურ (ნახ.№10.ბ) და ვერტიკალურ (ნახ.№10.გ) სიბრტყეებში, ანუ  $e$  და  $\Delta_1$ . ექსცენტრისიტეტის მნიშვნელობა  $e$  განპირობებულია ქარხანაში დამზადებული ეკიპა-



ჟების ავტოგადასაბმელის ბოლო ნაწილის მდებარეობის გადახრით ნომინალურთან (საპროექტო) შედარებით, ხოლო  $\Delta_1$ , გარდა ზემოთ აღნიშნულისა, განპირობებულია ვაგონების დატვირთვით და თვლების ცვეთით. მაგ. ცარიელი ვაგონის დატვირთულ ვაგონთან ერთად მატარებლის შემადგენლობაში ჩართვისას  $\Delta_1$  მნიშვნელობამ (ნახ.№10.დ) შეიძლება 100 მმ-ს მიაღწიოს.

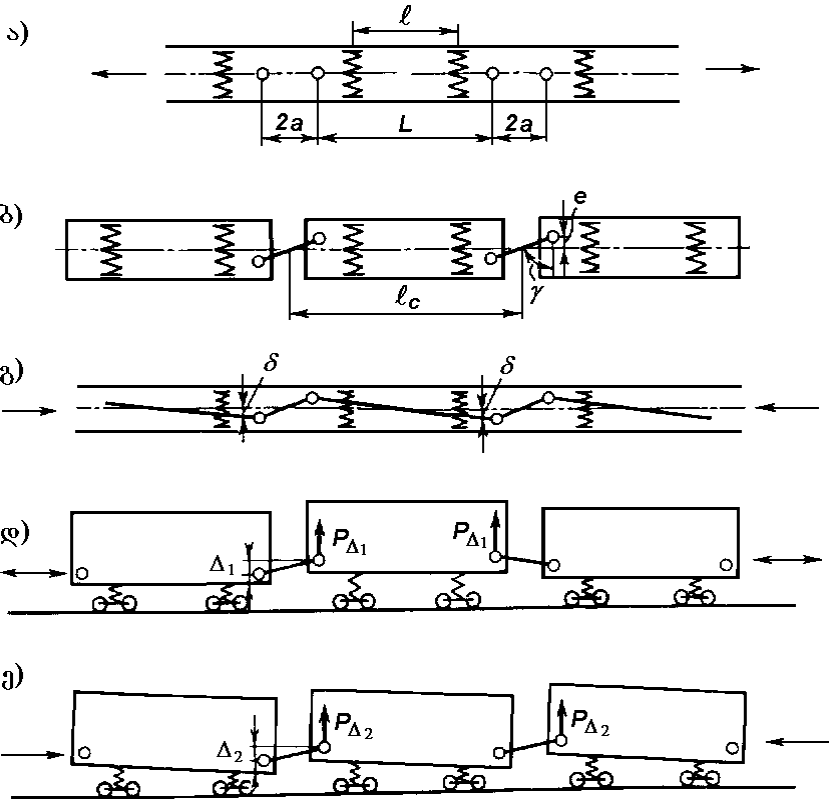
**მეორე მიზეზია** – ეკიპაჟების ვერტიკალური გადახრა  $\Delta_2$  შეკუმშული მატარებლის შემთხვევაში (ნახ.№10.ე).

მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვისას მისი რგოლები  $L$  და  $2a$  მატარებლის მოძრაობის პროცესში ცდილობენ გადახრას. მათ ძირითად მდგომარეობაში აჩერებს განივი კავშირები, რომელთა როლს ასრულებს სარელსო ლიანდთან ურთიერთქმედი ურიკები რესორებით და წყვილთვლებით, ხოლო ლოკომოტივებს, სამგზავრო და რეფრეჟერატორულ ვაგონებს, ზემოთ აღნიშნულის გარდა, გააჩნიათ ურიკის ჩარჩოს ძარასთან დამაკავშირებელი დრეკადი განივი მოწყობილობები.

ექსცენტრისიტეტის  $e$  მნიშვნელობა განპირობებულია თვლის ქიმსა და რელსის თავს შორის არსებული ღრეჩოს სიდიდით, ასევე რესორულ, ბუქსების და საქუსლეს კვანძებში (ლოკომოტივებსა და მთლიანად სხმულ ვაგონებში ძარის ურიკის ჩარჩოსთან კავშირის მოწყობილობებში) ღრეჩოს სიდიდით, ეკიპაჟების ზიგზაგისებური მოძრაობის შედეგად, ავტოგადასაბმელის ბოლოში ექსცენტრისიტეტის არსებობა ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეებში ნომინალურთან (საპროექტო) შედარებით.

მოძრაობის პროცესში ეკიპაჟების ძარა და ავტოგადასაბმელები განლაგდებიან მცირეოდენი საწყისი გადახრით. ასეთი გადახრები, ძირითადად, წარმოიქმნებიან „თევზისფხური“ ფორმით და ასეთი სქემის დაჯგუფების შემთხვევაში ურიკის თვლების დამატებითი ზემოქმედება ლიანდაგზე ითვლება მაქსიმალურად. სატვირთო

ვაგონებთან შედარებით ასეთი გადახრების მიმართ ძალიან მგრძნობიარეა მთლიანად სხმული ვაგონები და თანამედროვე ლოკომოტივები, განსაკუთრებით მრავალსექციური თბომავლები 4ТЭ10С, 3ТЭ10М და ელმავლები ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, მათი გრძივი მკუმშავი ძალების მიმართ მაღალი მგრძნობელობის გამო.



ნახ. №10. ეკიპაჟის განლაგების სქემა ლიანდაგის სწორ უბნებში: ა – გაჭიმულ მატარებელში ავტოგადასაბმელის ბოლოს ცენტრირებული დამაგრების დროს, ბ – ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების კორიზონტალური  $e$  ექსცენტრისიტეტის დროს, გ – შეკუმშულ მატარებელში „თევზის-ფხური“ ფორმით გადახრის დროს, დ – ავტოგადასაბმელის დონეებს შორის ვერტიკალური  $\Delta_1$  ექსცენტრისიტეტის დროს, ე – შეკუმშულ მატარებელში ეკიპაჟების ვერტიკალური გადახრა  $\Delta_2$ .

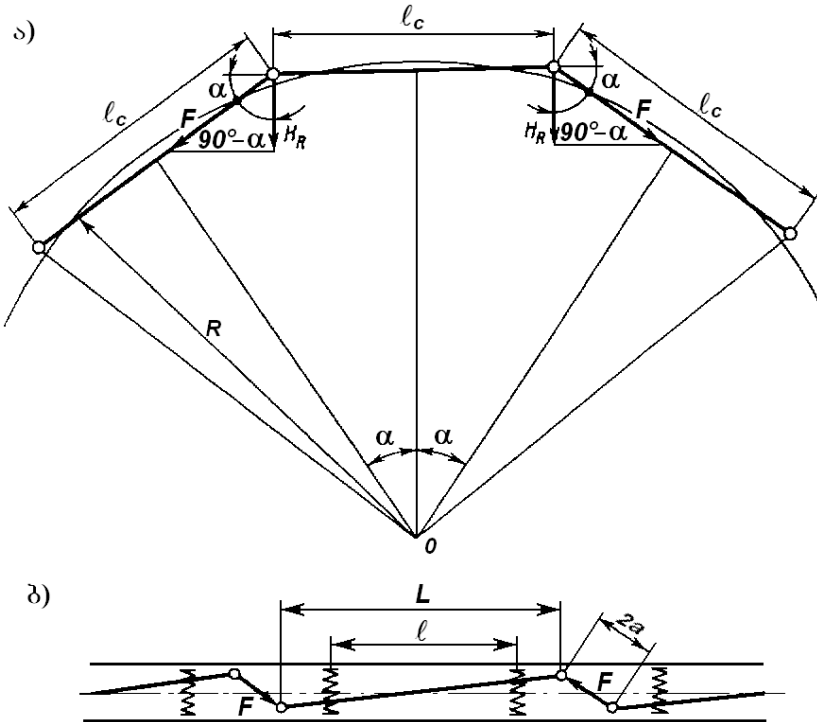
მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვის ზრდასთან ერთად, როგორც ეს ნაჩვენებია №10.გ,დ,ე. ნახაზზე გადახრები იზრდება, რაც თავის მხრივ იწვევს ურიკის თვლების ჯგუფური (გვერდითი და ვერტიკალური) ზემოქმედების ზრდას ლიანდაგზე. ასეთი დამატებითი განივი ძალები მოდებულია ურიკაზე და ჰორიზონტალური მიმართულებით ქმნის ურიკის თვლების დამატებით ჯგუფურ ზემოქმედებას ლიანდაგზე. ამასთან, მომიჯნავე ურიკის თვლები ზემოქმედებენ სხვადასხვა სარელსო ძაფზე, ე.ი. ცდილობენ გააგანიერონ ლიანდი ან გადაწიონ ლიანდაგი მომიჯნავე ურიკებით სხვადასხვა მხარეს.

ლიანდაგის მრუდ უბნებში ურიკის თვლების ლიანდაგზე ჯგუფური ზემოქმედების ჰორიზონტალური  $H_R$  მდგენელი (ნახ.№11.ა) მატარებლის კვაზისტატიკური ძალებით  $F$  გაჭიმვის დროს, დამოკიდებულია აღნიშნულ ძალაზე, მრუდის რადიუსზე  $R$ , ეკიპაჟის ავტოგადასაბმელების ღერძებს შორის მანძილზე  $l_C$  და გამოითვლება ფორმულით:

$$H_R = F \cos\left(90^\circ - \frac{\alpha}{2}\right) = F \sin \frac{90^\circ l_C}{\pi R} = F \sin \frac{90^\circ (L + 2a)}{\pi R}, \quad (17)$$

აღნიშნული ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ სწორში ე.ი. როცა  $R = \infty$ , მაშინ  $H_R = 0$ . მრუდებში, რაც ნაკლებია მრუდის რადიუსი და რაც მეტია ეკიპაჟის  $l_C$  სიგრძე, მით მეტია ურიკის თვლების დამატებითი ჯგუფური ზემოქმედება ლიანდაგზე, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური გაჭიმვის დროს  $F$  ძალით. მაგ. ოთხღერძიანი ნახევარვაგონის ( $l_C = 13,92\text{მ}$ ) ურიკის ქვეშ, მრუდებში რადიუსით 800მ და 300მ მატარებლის კვაზისტატიკური გაჭიმვისას განსაკუთრებით დიდი ძალით  $F = 2000\text{კნ}$ , ჰორიზონტალური  $H_R$  მდგენელი შეადგენს შესაბამისად 35კნ-ს და

93კნ-ს. ეს ძალები გაცილებით ნაკლებია იმ ძალებზე, რომელთაც ძალუმთ მოახდინონ სარელსო ლიანდის გადაწევა შიგა მხარეს ან მიაწვეს და გადაწიოს შიგა სარელსო ძაფი კრიტიკულ მნიშვნელობამდე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ლიანდაგის თანამედროვე ტიპური კონსტრუქცია საკმარისია, რათა წინააღმდეგობა გაუწიოს გადაცემულ ძალებს.



ნახ. №11. ეკიპაჟების განლაგების სქემა: ა. – მრუდში მატარებლის გაჭიმულ მდგომარეობაში ყოფნისას, ბ. – გადახრის დროს „თევზისფხური“ სქემის დროს სწორში მატარებლის შეკუმშულ მდგომარეობაში ყოფნისას.

გრძივი ძალები (გამჭიმვი და მკუმშავი) მატარებელში ექსპერიმენტულად აფასებს ავტოგადასაბმელში გაზომილ გრძივ ძალებს. ამიტომ, ავტოგადასაბმელში გრძივ კვაზისტატიკურ ძალებს

ჩვენ ვიყენებთ ურიკის თვლების ლიანდაგზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების შესაფასებლად. სახელდობრ, ასეთი ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება მატარებლის ქვეშ წარმოქმნილი სარელსო ლიანდის გაბჯენის და გადაწევის ძირითად მიზეზად ითვლება. ამავე მიზეზით ხდება ლიანდაგის ასეთი სახის დაზიანებების და მოშლის ინტენსიური დაგროვება, რაც გამოიხატება რელსების თანდათანობით უკუდახრილობაში და ლიანდის გაგანიერებაში, რელსების მტყუნებაში 21 და 11 დეფექტით და გვერდითი ცვეთით, ლიანდაგის გეგმაში დარღვევით (რეხტირება), ასევე თვლის ქიმის ცვეთით.

სწორ უბანზე მოძრავი მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვის დროს  $F$  ძალით ურიკის თვლების ლიანდაგზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება ( $H_e$ ), განპირობებული ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების ექსტენტირისიტეტით  $e$  და ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება ( $H_\delta$ ), განპირობებული ძარის ჰორიზონტალური განივი  $\delta$  გადაადგილებით ურიკის ზონაში „თევზისფხური“ სქემით (ნახ.№11.გ) განისაზღვრება ფორმულებით:

$$H_e = \frac{eFL}{al} , \quad (18)$$

$$H_\delta = \frac{\delta F}{a} \left( \frac{L}{l} \right)^2 , \quad (19)$$

სადაც  $a$  ავტოგადასაბმელის სიგრძეა,  $a=0,87\text{მ}$ .

$L$  - ძარის სიგრძე ავტოგადასაბმელის ბოლოების საყრდენებს შორის.

$l$  - ძარის სიგრძე მობრუნების (ტაბიკების) ცენტრებს შორის.

მე-18 ფორმულა გამოიყენება მაშინ, როცა  $\delta=0$ , ხოლო მე-19 ფორმულა, როცა  $e=0$ . თუ ერთდროულად  $\delta \neq 0$  და  $e \neq 0$ , მაშინ მე-19 ფორმულაში  $\delta$ -ს ნაცვლად გამოყენებულ უნდა იყოს  $\delta + e_0$ , სადაც  $e_0 = \frac{el}{L}$ . ამ შემთხვევაში გაერთიანებულ ფორმულას ექნება შემდეგი სახე:

$$H_{\delta e} = \frac{FL(\delta L + el)}{al^2}, \quad (20)$$

ნახ.№10.ბ.გ. სქემით სწორ უბნებში წარმოქმნილი გადახრები განპირობებული მატარებელში შეკუმშვის კვაზისტატიკური  $F$  ძალებით, ასეთი მატარებლის შეკუმშულ მდგომარეობაში მოძრაობისას მრუდე უბნებში წარმოქმნილი გადახრები შენარჩუნდება, მხოლოდ მრუდეებში დამატება გვერდითი დატვირთვა  $H_R$ , განპირობებული მრუდის სიმრუდით. მრუდეებში „თევზისფხური“ სქემის მიხედვით გადახრების შენარჩუნებისას, ურიკის თვლების ლიანდაგზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების გარე მიმართულებით გაანგარიშებისას, რომელიც განისაზღვრება მე-17 ფორმულით  $H_R$ -ის მნიშვნელობა შეჯამდება  $H_{\delta e}$ -თან, ხოლო ლიანდის შიგნითა მიმართულებით – აკლდება. საბოლოოდ ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$H = H_{\delta e} \pm H_R = F \left[ \frac{L(\delta L + el)}{al^2} \pm \sin \frac{90^\circ(L + 2a)}{\pi R} \right], \quad (21)$$

ბუნებრივია, რომ სწორ უბნებში  $H$  ძალის გაანგარიშებისას 21-ე ფორმულაში რჩება მხოლოდ პირველი წევრი, ხოლო მეორე წევრი უტოლდება ნულს.

ურიკის თვლების ლიანდაგზე და ვაგონის ძარაზე დამატებითი ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედებისას ვერტიკალური მიმართუ-

ლებით, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური გაჭიმვით და შეკუმშვით №10.დ. ნახაზზე მოცემული სქემის მიხედვით და მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით №10.ე. ნახაზზე მოცემული სქემის მიხედვით განისაზღვრება ფორმულებით:

$$P_{\Delta 1} = \frac{\Delta_1 F}{2a} , \quad (22)$$

$$P_{\Delta 2} = \frac{\Delta_2 FL}{al} . \quad (23)$$

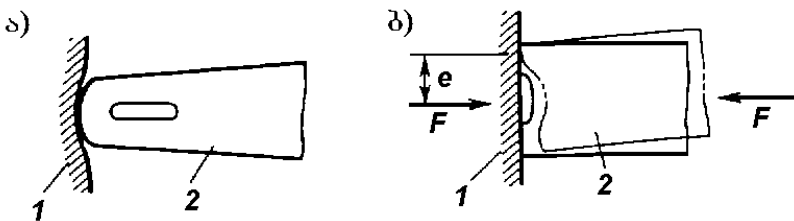
## 2. მოძრავი შემადგენლობის ურიკის თვლების რეგ-სებზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების რაოდენობრივი შეფასება მატარებლის დამუხრუჭების დროს

მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშულობით განპირობებული ლიანდაგზე მოძრავი შემადგენლობის ურიკის თვლების ჯგუფური ზემოქმედების შეფასება მრავალ ვარიანტული საინჟინრო გამოთვლების საშუალებას იძლევა, ლიანდაგის და მოძრავი შემადგენლობის ძირითადი საექსპლუატაციო და კონსტრუქციული პარამეტრების გამოსავლენად, რომლებიც გავლენას ახდენენ აღნიშნულ ზემოქმედებაზე, მისი შემცირების ღონისძიების შემუშავებაზე და მატარებლის უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველსაყოფად.

ძირითად საექსპლუატაციო პარამეტრად ითვლება გრძივი კვაზისტატიკური შეკუმშვის  $F$  ძალა მატარებელში. ექსპლუატაციის პროცესში ამ ძალის შემცირების მიზნით ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა მატარებლის მართვის ტექნოლოგიის სრულყოფა. მაგრამ შესაძლებელია ურიკის თვლების ლიანდაგზე ჯგუ-

ფური გვერდითი ზემოქმედების მნიშვნელოვნად შემცირება, ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის კონსტრუქციული პარამეტრების შეცვლით. 21-ე და 23-ე ფორმულებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ რაც მეტია  $L$ -ის ფარდობა  $l$ -თან, მით მეტია ურიკის თვლების ჯგუფური ზემოქმედება ლიანდაგზე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რაც ნაკლებია ეკიპაჟის კონსოლი (მანძილი ურიკის ტაბიკიდან ავტოგადამულობის ბოლოს საბჯენამდე), მით ნაკლებია  $H$ .  $H$  მცირდება მრუდის რადიუსის ზრდასთან ერთად.

მაგრამ, ყველაზე უმთავრეს პარამეტრებს, რომელთა შემცირებითაც იკლებს ლიანდაგზე ურიკის თვლების გვერდითი ჯგუფური ზემოქმედება, განპირობებული მატარებლის კვაზისტიკური შეკუმშვით, წარმოადგენს  $e$  და  $d$  პარამეტრები. საქმე იმაშია, რომ ჩვენ რკინიგზებზე დღეისათვის არსებულ ავტოგადასაბმელს ბოლოში არ გააჩნია მასტაბილიზირებელი სახსარი. ავტოგადასაბმელის ბოლო ნაწილის მომრგვალების რადიუსია 130მმ, ხოლო საყრდენი ფილის, რომელსაც გადაეცემა ავტოგადასაბმელის ბოლოთი მატარებლის შემკუმშავი  $F$  ძალა, მომრგვალების რადიუსია 150მმ (ნახ.№12.ა).



**ნახ.№12. ავტოგადასაბმელის ბოლო ნაწილის ჩამაგრების ვარიანტები:**  
**1 – საყრდენი ფილა, 2 – ავტოგადასაბმელის ბოლო ნაწილი.**

ამიტომ, თეორიულად შემკუმშავი ძალა ავტოგადასაბმელის ბოლოთი გადაეცემა საყრდენ ფილას წერტილში და „თევზისფხური“ სქემის მიხედვით ეკიპაჟის გადახრისას ეს საკონტაქტო წერ-



ტილი უმნიშვნელოდ გადაადგილდება ეკიპაჟის გასწვრივ. საზღვარგარეთის ქვეყნებში ავტოგადასაბმელში გამოყენებულია მასტაბილიზირებული სახსარი ავტოგადასაბმელის ბოლოსა და საყრდენ ფილას შორის (ნახ. №12.ბ). ასეთი ავტოგადასაბმელები ჩვენ რკინიგზაზე არ მოიპოვება და მის დანერგვას წლები დასჭირდება. ამიტომ დიდ ინტერესს წარმოადგენს (21-ე ფორმულის დახმარებით) ლიანდაგზე ურიკის თვლების გვერდითი ჯგუფური ზემოქმედების შეფასებზე  $e$  და  $\delta$  პარამეტრების გავლენა. როცა  $F = 1000$  კნ, მაშინ  $H_e$  მნიშვნელობა ოთხდერძიანი ვაგონის ურიკის ქვეშ, როცა  $e = 20$  მმ (ვაგონებისათვის ეს რეალური მაჩვენებელია) ტოლია 32კნ-ის, მიუხედავად ლიანდში ეკიპაჟის გადახრების არ არსებობის დროსაც.  $\delta$  -ს მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\delta = e + \delta_0 + \delta(H_\delta), \quad (24)$$

სადაც  $\delta_0$  ეკიპაჟის ტაბიკური კვეთის არადრეკადი გვერდითი გადაადგილებაა (თვლის ქიმსა და რელსის მუშა წახნაგს შორის არსებული ღრეჩოს ხარჯზე, ასევე ბუქსების, საქუსლეს კვანძებში და სხვა შეერთებებში არსებული ღრეჩოს სიდიდით) მისი გადახრილ მდგომარეობაში ყოფნისას „თევზისფხური“ სქემის მიხედვით.

$\delta(H_\delta)$  - ძარის დრეკადი გვერდითი გადახრა დამოკიდებული  $H_\delta$  ძალაზე.

$\delta(H_\delta)$  -ის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\delta(H_\delta) = \frac{H_\delta}{\varphi}, \quad (25)$$

სადაც  $\varphi$  ძარის ტაბიკური კვეთის გვერდითი გადაადგილების სიხისტე  $\delta_0$  გადაადგილების განხორციელების შემდეგ.

რამდენადაც არგუმენტი  $\delta$  დამოკიდებულია  $H_\delta$  და  $H_{\delta e}$ -ზე, ამიტომ, აღნიშნული სიდიდეების გაანგარიშება  $H_\delta$ ,  $H_{\delta e}$  და  $H$  მე-19, მე-20 და 21-ე ფორმულებით შესაძლებელია თანდათანობითი მიახლოების მეთოდით. თავიდან განისაზღვრება  $H_{\delta e}$ -ს მნიშვნელობა, როცა  $\delta = e + \delta_0$  და მიღებული  $H_{\delta e}$  მნიშვნელობის მიხედვით განისაზღვრება  $\delta$ -ს მნიშვნელობა 24-ე ფორმულის დახმარებით. შემდგომ გაანგარიშება გრძელდება მისაღებ უმნიშვნელო სხვაობამდე.

$\delta_0$ -ის ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ღრეჩოს სიდიდე, მოძრავი შემადგენლობის თვლის ქიმსა და რელსის სამუშაო წახნაგს შორის. მაგ.  $2\delta_0$  მნიშვნელობამ, განპირობებული მხოლოდ ღრეჩოს სიდიდით მოძრავი შემადგენლობის გაცვეთილ თვლის ქიმსა და გაცვეთილ რელსის თავს შორის, ლიანდის სიგანის დასაშვები გაგანიერების შემთხვევაში, ლიანდაგის სწორ უბნებზე შეიძლება მიაღწიოს 30მმ-ს, ხოლო მრუდებში 50მმ-ს. აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ლიანდის სიგანის შემცირება სასარგებლო ღონისძიებად შეიძლება ჩაითვალოს, ლიანდაგზე მოძრავი შემადგენლობის ურიკის თვლების გვერდითი ჯგუფური ზემოქმედების შემცირების პოზიციიდან, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით.

ლიანდაგზე ასეთი ზემოქმედების შემცირების უმთავრესი რეზერვა  $\delta$ -ს შემცირება ექსცენტრისიტეტის  $e$  შემცირების და  $\rho$ -ის გაზრდის ხარჯზე, ასევე მოძრავი შემადგენლობის ბუქსების, საქუსლეს და სხვა კვანძებში ღრეჩოს სიდიდის შემცირება, რომელიც გავლენას ახდენს ძარის განივ გადაადგილებაზე, განსაკუთრებით თანამედროვე ლოკომოტივებში. რამდენადაც თანამედროვე ლოკომოტივებში, სამგზავრო და რეფრეჟერატორულ ვაგონებში  $\delta$

პარამეტრის მნიშვნელობა გაცილებით დიდია, ვიდრე გორვის საკისრებიან ოთხლერძიან სატვირთო ვაგონებში, მაშინ აღნიშნული მოძრავი შემადგენლობის ურიკის თვლების ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება ლიანდაგზე (მრუდებში გარე სარელსო ძაფზე), განპირობებული ავტოგადასაბმელში მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვის  $F$  ძალით, გაცილებით მაღალია (ცხრილი №6).

**ცხრილი №6**

**$H$  -ის მნიშვნელობა (როცა  $e = 0$ ) ურიკისაგან**

| შეკუმშვის ძალა $F$ , კნ | მრუდის რადიუსი $R$ , მ | $H$ -ის მნიშვნელობა (როცა $e = 0$ )<br>ურიკისაგან, კნ |                         |                                                           |                                                                      |
|-------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                         |                        | ოთხლერძიანი ვაგონი საკისართ                           |                         | მთლიანად-სხმული სამგზავრო ვაგონი $\delta = 0,065\text{მ}$ | თბომავა-ლი $4T\text{Э}10C$ , $3T\text{Э}10M$ $\delta = 0,08\text{მ}$ |
|                         |                        | $\delta = 0,025\text{მ}$                              | $\delta = 0,04\text{მ}$ |                                                           |                                                                      |
| 500                     | $\infty$               | 28,5                                                  | 45,7                    | 64,5                                                      | 133,5                                                                |
|                         | 1000                   | 32,0                                                  | 49,0                    | 70,5                                                      | 137,5                                                                |
|                         | 600                    | 34,3                                                  | 51,3                    | 74,5                                                      | 140,5                                                                |
|                         | 300                    | 50,1                                                  | 57,1                    | 84,5                                                      | 148,0                                                                |
| 1000                    | $\infty$               | 57,2                                                  | 91,4                    | 129,0                                                     | 267,0                                                                |
|                         | 1000                   | 64,0                                                  | 98,0                    | 141,0                                                     | 275,0                                                                |
|                         | 600                    | 68,6                                                  | 102,6                   | 149,0                                                     | 281,0                                                                |
|                         | 300                    | 80,2                                                  | 114,2                   | 169,0                                                     | 296,0                                                                |
| 1500                    | $\infty$               | 85,5                                                  | 137,0                   | 193,5                                                     | 400,5                                                                |
|                         | 1000                   | 96,0                                                  | 147,0                   | 211,5                                                     | 412,5                                                                |
|                         | 600                    | 102,9                                                 | 153,9                   | 223,5                                                     | 421,5                                                                |
|                         | 300                    | 120,3                                                 | 171,3                   | 253,5                                                     | 444,2                                                                |

თუ კი ავტოგადასაბმელის ბოლოს გადაცემის კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტის გრძივი მკუმშავი  $F$  ძალა არ არის ნულის ტოლი, ანუ თუ  $e > 0$ , რასაც პრაქტიკულად ადგილი აქვს უმეტეს შემთხვევებში, მაშინ ცხრილში №6 - მოტანილი რიცხობრივი მნიშვნელობები უნდა გადამრავლდეს  $\chi = \frac{\delta + e}{\delta}$  კოეფიციენტზე. ცხადია, თუ  $e = \delta$ , მაშინ №6 ცხრილში მოტანილი რიცხობრივი მნიშვნელობები უნდა გაორმაგდეს. სამწუხაროდ, დღეისათვის  $e$ -ს რიცხვითი მნიშვნელობა სტატისტიკურად არ არის შეფასებული.

წარმოდგენილი მონაცემებიდან შეგვიძლია დავასკვნათ:

- მთლიანად სხმული ლითონის ვაგონების და თანამედროვე სატვირთო ლოკომოტივების 4T $\Xi$ 10C და 3T $\Xi$ 10M ურიკების ქვეშ, სარელსო ლიანდის გამბჯენი და გადამწევი მატარებლის შეკუმშვის თანაბარი  $F$  ძალების არსებობის შემთხვევაში, ჯგუფური ძალები გაცილებით მეტია, ვიდრე ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონების ურიკების ქვეშ; გამომდინარე იქიდან, რომ ლოკომოტივებში და მთლიანად სხმული ლითონის ვაგონებში  $\delta$  პარამეტრის მნიშვნელობა გაცილებით მეტია, ვიდრე სატვირთო ვაგონებში.

- ლიანდაგის მრუდ უბნებში სარელსო ლიანდის გამბჯენი და გადამწევი ძალების სიდიდე მეტია, ვიდრე სწორ უბნებში, მაგრამ მრუდებში ლიანდის წინაღობა გაბჯენის მიმართ გაცილებით მეტია, ვიდრე სწორში. ეს განპირობებულია იმით, რომ მრუდებში რელსის გადაბრუნება გვერდზე ისევე როგორც სწორ უბანზე პრაქტიკულად შეუძლებელია. მრუდებში ლიანდის გაბჯენა ხდება მხოლოდ ერთი ურიკის ქვეშ რელსის გრების ხარჯზე, მისი ფუძის გარე წიბოსთან მიმართებით და არა მისი გადაწევის შედეგად, რამდენიმე ურიკის ფარგლებში, როგორც ეს ხდება სწორ უბნებში.

ყველაზე უფრო არახელსაყრელ ადგილებად, სადაც წარმოიქმნება სარელსო ლიანდის უდიდესი გამბჯენი და გადამწევი ჰორიზონტალური განივი ძალები, განპირობებული მატარებლის შეკუმშულობის გრძივი ძალებით, ითვლება სამუხრუჭო უბნები, განსაკუთრებით ურთიერთშექცეული მრუდების უბნები, მათ შორის სწორი ჩანართის გარეშე, მცირერადიუსიანი მრუდები და მრუდის შესასვლელსა და გამოსასვლელთან სწორი უბნები 20-30 მეტრის ფარგლებში, ასევე, ჯვარედმიდმა და გადასასვლელ მრუდებში. რაც ნაკლებია მრუდის რადიუსი და რაც მეტია ლიანდის სიგანე, მით მეტია გრძივი ძალების ჰორიზონტალური მდგენელი.

$H$ -ის გაანგარიშების წარმოდგენილი მეთოდის გამოყენება,  $F$ ,  $\delta$ ,  $e$ ,  $\Delta$ ,  $L$ ,  $l$  და  $R$ -ზე დამოკიდებულით, საშუალებას გვაძლევს მეცნიერულად ავხსნათ თვლების ლიანდაგში ჩავარდნის მიზეზი, შევიმუშაოთ და პრაქტიკაში განვახორციელოთ ტექნიკური და ტექნოლოგიური მეთოდები ეკიპაჟების ამოწნების, სარელსო ლიანდის გაბჯენის და გადაწევის თავიდან ასაცილებლად.

### 3. ვაგონის სავალი ნაწილების კონსტრუქციის თავისებურებები, განპირობებული $e$ და $\delta$ ექსცენტრისიტეტების წარმოშობით

სამგზავრო ვაგონი ვერტიკალური მიმართულებით ეყრდნობა მხოლოდ ოთხ სრიალას, თითოეულს ზომით 260x160მმ, ხოლო საქუსლის ძირი ვერტიკალურ დატვირთვებს არ აღიქვამს. ტაბიციც არ მუშაობს (მისი დიამეტრია 80მმ). ძარიდან გადმოცემულ გვერდით და გრძივ ძალებს თავისთავზე იღებს საქუსლეების რეზორ-

დები (სიმაღლით 40მმ და სისქით 15მმ). საქუსლეების განივკვეთი, რეზორდის ცვეთის გამო, ექსპლუატაციის პროცესში თანდათან იცვლება. მაშასადამე, ქუსლის საქუსლესთან კონტაქტის დროს, გვერდითი ღრეჩოების მატების შედეგად  $e$  და  $d$  მდგენელი იზრდება. მრუდში ჩაწერისას სამგზავრო ვაგონის ურიკის წინალობა მოზრუნების მიმართ ექსპლუატაციის პროცესში იზრდება, რადგანაც სრილებში შესაზეთი ჩაღრმავებები იზიდნება შავი მკვრივი მასით, რომელიც უკვე ვეღარ ზეთავს სრილებს, მუშაობს მშრალი ხახუნის რეჟიმში და ინტენსიურად ცვდება.

თუ სამგზავრო ვაგონებში საქუსლეები თავისთავზე არ იღებს ძარიდან გადმოცემულ ვერტიკალურ დატვირთვას, სატვირთო ვაგონებში საქუსლეების ძირი თავისთავზე იღებს ძარიდან გადმოცემულ თითქმის ყველა ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ დატვირთვას, რადგანაც სრილებზე დაყრდნობა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ ერთმხრივად, მრუდებში შეწონილი სიჩქარის დარღვევისას ან სწორ უბნებში ვაგონების გვერდითი ნჯღრევისას. მით უმეტეს, რომ სატვირთო ვაგონებში საქუსლის შიდა დიამეტრი 55მმ-ით ნაკლებია და ტოლია 305მმ-ის, ასევე რეზორდიც უფრო დაბალია 15მმ-ით (25მმ), ტაბიკი მთლიანად სხმულია, დიამეტრით 50მმ, ანუ ნაკლებია 30მმ-ით. სატაბიკე ნახვრეტს რეზორდი თითქმის არა აქვს (ფრეზირების შემდეგ რჩება 3-4მმ).

საქუსლეების რეზორდი და ქუსლის გვერდითი წახნაგები ექსპლუატაციის პროცესში ცვდება და მათ შორის წარმოიქმნება ჰორიზონტალური ფოლხვა; რიგ შემთხვევებში შეიძლება გადააჭარბოს 5მმ-ს. სატაბიკე ნახვრეტი, ასევე, ხდება ოვალური. საქუსლეების რეზორდების ზედა ნაწილში და ქუსლების გვერდით წახნაგებზე, მის ქვედა ნაწილში ლითონი ცვდება ჰორიზონტალური  $H$  და  $F$  ძალების ზემოქმედების შედეგად, ხდება საქუსლეების

რეზორდის ზედა ნაწილის და ქუსლის ქვედა ნაწილის შიდა მოხაზულობის მომრგვალება.

არსებული წესების თანახმად სატვირთო ვაგონებში ტაბიკი არ უნდა მუშაობდეს, მაგრამ ის იცვითება, ილუნება და კიდევაც ტყდება. ყოფილა შემთხვევები, როცა მატარებლის მარცხის შემდეგ უნახავთ საქუსლეები ცალმხრივ გაცვეთილი რეზორდებით, მის ზედა ნაწილში 5მმ-მდე. ალბათ, დაახლოებით ასევე გაიცვითებოდა ქუსლის გვერდითი წახნაგიც. მაშასადამე, ურიკის ტაბიკის კვეთში ექსცენტრისიტეტის მნიშვნელობამ შეიძლება 10მმ-ს მიაღწიოს. მოყვანილ მაგალითში ურიკის ერთ მხარეს სრიალები არ მუშაობდა (იყო დაჟანგული), ხოლო მეორე მხარეს მუშაობდა (ახლადნაცვეთი ზედაპირი). უდავოა, რომ აღნიშნული ვაგონი, მისი ექსპლუატაციის დროს, დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფებოდა გადახრილ მდგომარეობაში და ურიკის თვლები ჰორიზონტალური განივი მიმართულებით ზემოქმედებდა, ძირითადად ერთი სარელსო ძაფის თავზე.

ვაგონების სავალი ნაწილების მნიშვნელოვან თავისებურებად, რომელიც მატარებლის დამუხრუჭების დროს განაპირობებს რელსების თავზე თვლის ქიმების გვერდით ზემოქმედებას, არის ლიანდაგის ღერძის მიმართ, ძარის სატაბიკე კვეთის განივი ჰორიზონტალური გადაადგილების კონსტრუქციული შესაძლებლობა. ЦНИИ-ХЗ ტიპის სერიულ ურიკას გააჩნია შემდეგი თავისებურებანი. გვერდითი ჩარჩოები შესრულებულია ფოლადის მთლიანი სხმულის სახით, შუა ნაწილში განლაგებულია ღიობი რესორული საკიდარისათვის, რომელიც შედგება ორმწკრივა ზამბარებისაგან და ფრიქციული სოლებისაგან, ხოლო ბოლოებში - ღიობები წყვილთვალების ბუქსებისათვის. გვერდულების შუა ღიობში, ზედა ნაწილში, გვერდის თითოეულ მხარეს განლაგებულია მიმართ-

ველები, რომლებზეც მიემაგრება, ნაწრობი ფოლადისაგან დამზადებული, საცვლელი ფრიქციული თამასები. ჩაკეტილი კოლოფისებრი კვეთის მქონე რესორსზედა კოჭი ჩამოსხმულია საქუსლესთან ერთად, სრიალების დასამაგრებელ საყრდენებთან და ფრიქციული სოლების ბუდეებთან ერთად.

ვაგონის ვერტიკალური რხევების დროს ფრიქციული სოლის რესორსზედა კოჭთან და ფრიქციულ თამასასთან შეხების სიბრტყეებზე წარმოიშობა ხახუნის ძალები, რომლებიც აქრობენ ამ რხევებს. ამ დროს ხდება ფრიქციული სოლების ცვეთა, ხოლო ცარიელი ვაგონების მოძრაობისას ფრიქციული სოლები შეიძლება არც მუშაობდეს, ანუ ცარიელი ვაგონის ძარა რესორსზედა კოჭთან ერთად ეყრდნობა მხოლოდ ზამბარებს და მისი გადაადგილება განივი ჰორიზონტალური მიმართულებით იზღუდება, მხოლოდ რესორული ჩამოკიდების ზამბარების სიხისტით და გვერდით ჩარჩოზე განლაგებული სპეციალური შემზღუდავი კორძებით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რესორსზედა კოჭი ძარასთან ერთად მატარებლის შეკუმშვის გრძივი  $F$  ძალით განპირობებული  $H$  ძალის ჰორიზონტალური მდგენელის ზემოქმედებისას, შესაძლოა მნიშვნელოვანი სიდიდით გადაადგილდეს განივი ჰორიზონტალური მიმართულებით. თუ გაუცვეთავი ფრიქციული სოლების და ვაგონის სრული დატვირთვის შემთხვევაში აღნიშნული გადაადგილება მნიშვნელოვანწილად იზღუდება, ფრიქციული სოლების მშრალი ხახუნის ძალებით, მაშინ გაცვეთილი ფრიქციული სოლების და ცარიელი ვაგონების შემთხვევაში, რესორსზედა კოჭის გრძივი გადაადგილების აღნიშნული წინაღობა ურიკის გვერდულების მიმართ ნულს უტოლდება, ხოლო ასეთი გადაადგილების სიდიდე იზღუდება ადრე აღწერილი გვერდით ჩარჩოზე განლაგებული სპეციალური შემზღუდავი კორძებით.



ბ ექსცენტრისიტეტის სიდიდეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს, აგრეთვე, ბუქსების კვანძში არსებული განივი ღრეჩოები (ბუქსებში წყვილთვალების წინსწრება, გვერდულების ყბებში ბუქსების განივი გადაადგილების შესაძლებლობა) და თვლის ქიმ-სა და რელსის თავის გვერდით მუშა წახნაგს შორის არსებული ღრეჩოები. რაც მეტია ზემოთ აღნიშნული ღრეჩოების სიდიდე და შესაძლო გადაადგილება, მით მეტია 21-ე ფორმულით განსაზღვრული  $H$  ძალის მნიშვნელობა.

#### **4. ლიანდაგის თანამედროვე კონსტრუქციების წინა- ღობა ურიკის თვლების ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების მიმართ**

ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების რკინიგზები და მათ შორის საქართველოს რკინიგზები, ლიანდაგის თანამედროვე კონსტრუქციის ძირითადი მაჩვენებლებით (ლიანდაგში ჩაწყობილი რელსის გრძივი მასა, შპალის ზომები და ეპიურა, ღორღის ფენის სისქე შპალების ქვეშ) მსოფლიოში ერთ-ერთ ყველაზე მტკიცედ ითვლება. მათ შორის კანადისა და აშშ რკინიგზებთან შედარებით, სადაც ღერძზე მოსული მაქსიმალური დატვირთვა და სატვირთო მატარებლების საშუალო მასა დაახლოებით 1,5-ჯერ მეტია, ვიდრე ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების რკინიგზებზე. მაგრამ, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის რაოდენობა სარელსო ლიანდის გაბ-ჯენის და გადაწევის, ასევე ცარიელი ვაგონების ამოწეხის გამო - მეტია. პასუხი აღნიშნულზე, თუ რატომ ხდება ეს, ერთმნიშვნელოვანია. იმიტომ, რომ ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნების წარმოე-ბის ლოკომოტივებისა და ვაგონების თვლების ჰორიზონტალური

გვერდითი ზემოქმედება რელსებზე, განპირობებული მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალებით, მნიშვნელოვნად მეტია. ეს უკანასკნელი კი აიხსნება იმით, რომ ჩვენ რკინიგზებზე არსებული მოძრავი შემადგენლობა უფრო მეტად მგრძნობიარეა მატარებლის გრძივი კუმშვის ძალებისადმი, ვიდრე საზღვარგარეთული ანალოგები. მიზეზი რამდენიმეა:

- ავტოგადასაბმელის ბოლოს არ გააჩნია სტაბილიზატორი, რომელიც გაანეიტრალებდა ექცენტრისიტეტის გადაცემას ეკიპაჟიდან ეკიპაჟზე, მატარებლის გრძივი შეკუმშვის ძალის დროს; ურიკის ძარასთან განივი ჰორიზონტალური კავშირის დაბალი სიხისტე, განსაკუთრებით ლოკომოტივებში, სამგზავრო და რეფრეჟერატორულ ვაგონებში, მათ არ გააჩნიათ ბუფერები.

- მოძრავი შემადგენლობა მეტად მგრძნობიარეა კვაზისტატიკური შეკუმშვის ძალების მიმართ, ჩვენ რკინიგზებზე კი გაუმართლებლად გამოიყენება მატარებლის დამუხრუჭება მხოლოდ ლოკომოტივის, რეკუპერაციული, რეოსტატული, სასწრაფო და სრული სამომსახურო დამუხრუჭებით.

- ეკიპაჟებზე სრულად არ არის გამოკვლეული საკითხი გრძივი შეკუმშვის ძალის დროს ავტოგადასაბმელებით კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტის გადაცემისა ეკიპაჟიდან ეკიპაჟზე.

- მატარებლის თავში ორი, და მით უმეტეს სამი ექვსღერძიანი ლოკომოტივის სექციის კონცენტრაცია, ღერძზე მოსული დატვირთვით 230-240კნ, ცარიელი ვაგონების ტარებისას, მით უმეტეს ნაკრები მატარებლისა, სადაც ერთდროულად არის შერეული ცარიელი და დატვირთული ვაგონები, ქმნის ავარიულ სიტუაციას, მხოლოდ ლოკომოტივის VI პოზიციაში მუხრუჭის გამოყენების დროს, აგრეთვე, სასწრაფო და სრული სამომსახურო დამუხრუჭების დროს, განსაკუთრებით გრძელი ქანობის ბოლოში.

#### IV თავი

### “მოთარეშე” ურიკა ლიანდაგში იმეხს სუსტ ალბილს

#### 1. რას წარმოადგენს “მოთარეშე” ურიკა? მისი ქცევის თავისებურებები და გამოვლენის ხერხები

„მოთარეშე“ ურიკა - ეს ისეთი ურიკაა, რომლის ერთი ან ორივე წყვილთვალის ქიმები, ლიანდაგის სწორ უბნებში მოძრაობისას, ყოველთვის მიბჯენილია ერთ, რომელიმე სარელსო ძაფის რელსის თავს. ბუნებრივია, რომ ლიანდაგის მრუდ უბნებში მოძრაობის დროს, თუ სარელსო ძაფის სიმრუდე, რომელზეც მიბჯენილია ქიმები, მიმართულია ლიანდის ღერძის მხარეს, მაშინ ასეთი („მოთარეშე“) ურიკა ზემოქმედებს გარე რელსის თავზე განივი ჰორიზონტალური მიმართულებით გაცილებით ძლიერად, ვიდრე წესიერული ურიკები.

„მოთარეშე“ ურიკის ზემოთ აღნიშნული ქცევის თავისებურებას გააჩნია მთელი რიგი ნეგატიური შედეგები, მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, განსაკუთრებით ცარიელი ვაგონების შემთხვევაში. ქვემოთ განხილულია რამდენიმე შემთხვევა.

**პირველ რიგში,** ცარიელი ვაგონის ქვეშ მდებარე „მოთარეშე“ ურიკის გავლა, როცა თვლიდან რელსზე გადაცემული დატვირთვა მცირეა ( $P = 220 : 8 = 27$  კნ) და მუდმივად მოქმედი უმნიშვნელო სიდიდის გვერდითი ძალის  $H \geq 10$  კნ (ფარდობა  $H / P > 0,4$ ) მოქმედების შემთხვევაშიც კი, იწვევს შიდა გადასაკერი ომბოხების თავის წამოწევას, რელსების დახრის გამო (ქვესადებიდან რელსის ძირის შიდა წიბოს აწევა). ამასთან, ზემოთ აღნიშნული რელსის დრე-

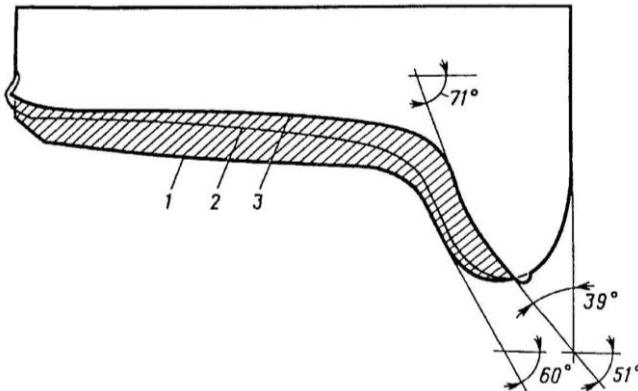
კადი დახრა ხდება მხოლოდ „მოთარეშე“ ურიკის ქვეშ. მისი გავლის შემდეგ რელსი ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში. „მოთარეშე“ ურიკის ერთადერთ შედეგად (მოწმობად) რჩება შიდა გადასაკერი ომბოხების წამოწეული თავები. მაგრამ უკვე შემდეგი „მოთარეშე“ ურიკის გავლისას რელსების დახრა გაადვილებულია (ომბოხების თავები უკვე ნაწილობრივ წამოწეულია) და მორიგი „მოთარეშე“ ურიკის რელსის თავზე, უმნიშვნელო სიდიდის გვერდითი  $H$  ძალებით ზემოქმედებისას, ხდება შიდა გადასაკერი ომბოხების თავების დამატებითი წამოწევა. შემდგომში ეს პროცესი მეორდება. გაზაფხულზე, ზაფხულში და შემოდგომაზე, როცა ომბოხები არ არის თოვლით დაფარული და ვიზუალურად ჩანს ომბოხების წამოწეული თავები, მათ პერიოდულად ბოლომდე აჭედებენ. ზამთარში, კი როგორც წესი ომბოხების ჩაჭედება იშვიათად ხდება. ამიტომ, გაზაფხულზე, როცა თოვლი დნება, მელიანდაგეები პრაქტიკულად ყველგან, განსაკუთრებით სამუხრუჭო უბნებზე ამჩნევენ, რომ შიდა გადასაკერი ომბოხების თავები წამოწეულია. ეს არის „მოთარეშე“ ურიკის მრავალჯერდი გავლის შედეგი.

**მეორე რიგში**, სწორ უბნებზე რელსის თავთან მიბჯენილი „მოთარეშე“ ურიკის ქიმები რელსის ზედაპირთან კონტაქტირებენ ქიმის ძირთან (ნახ.№6), რადგანაც რელსების გვერდითი ცვეთა სწორ უბნებში უმნიშვნელოა. ამიტომ, სწორ უბნებზე რელსის თავთან მუდმივად მიბჯენილი „მოთარეშე“ ურიკის თვლის ქიმების შეჭრის (ცვეთის) ინტენსივობა, რამდენჯერმე მეტია, ვიდრე სხვა თვლების ქიმების ძირთან შეჭრის (ცვეთის) ინტენსივობა. სწორ უბნებში რელსის თავის გვერდითი ცვეთა, ასევე განპირობებულია ძირითადად „მოთარეშე“ ურიკის გავლით.

რა ფაქტორები მოწმობენ, მატარებლების მიმოსვლაში, „მოთარეშე“ ურიკების არსებობას, და „მოთარეშე“ ურიკების გამოვლენის

რა ხერხები არსებობს? არსებობს ორი ძირითადი ფაქტორი და ორი ხერხი.

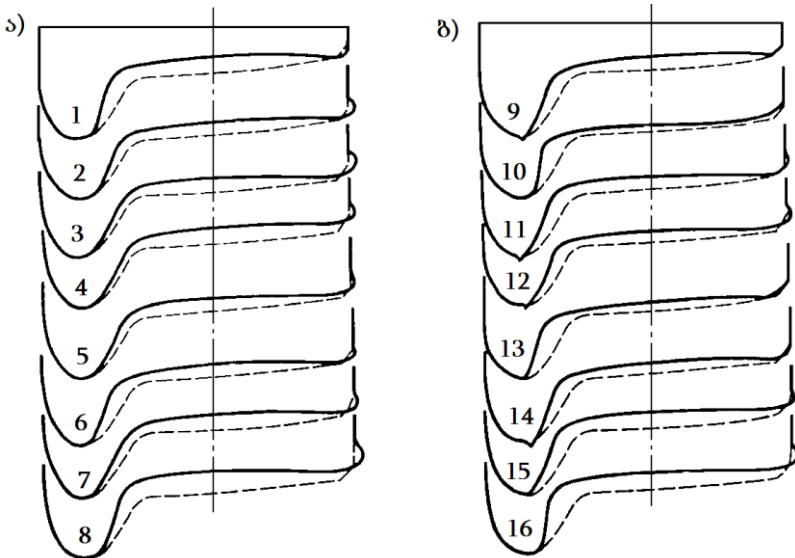
1. წყვილთვალეების მარჯვენა და მარცხენა თვლების ქიმების არათანაბარი ჩაჭრა (ცვეთა ქიმის ძირში). დეპოეზში წყვილთვალეების მასიური პროფილირება გაჩარხვით მოწმობს, რომ გასაჩარხად შემოსული ასობით წყვილთვალიდან, ვერ იქნა ნაპოვნი ორი ისეთი თვალი, რომელთა გორვის ზედაპირის ცვეთის პროფილი სრულად ემთხვეოდეს ერთმანეთს. ყველა თვალს გააჩნია ცვეთის ინდივიდუალური ფორმა. №13 ნახაზზე ნაჩვენებია ყველა გამოკვლეული თვლის გორვის ზედაპირის ცვეთის დაშტრიხული ველი.



**ნახ.№13. გასაჩარხად შემოსული ახალი (1) და გაცვეთილი (2,3) თვლების ფაქტიური პროფილები.**

აღსანიშნავია, რომ თუ გასული საუკუნის 70-80-იან წლებში იშვიათად გვხვდებოდა გაცვეთილი წყვილთვალეები ქიმის ცვეთის სხვაობით 3მმ-ზე მეტად, 90-იანი წლებიდან კი გასაჩარხად შემოსული ცვეთის ასეთი სხვაობის მქონე ქიმების რაოდენობამ მკვეთრად მოიმატა (ნახ.№14). თუ 90-იან წლებში ცვეთის მაქსიმუმი შეინიშნებოდა ფერსოს გორვის ზედაპირის შუა ნაწილში, 90-იანი წლების შემდეგ კი ცვეთის მაქსიმუმმა გადაინაცვლა ქიმის ძირში

და მნიშვნელოვნად გაიზარდა თვლის ქიმის ცვეთაც. გამოვლინდა საინტერესო კანონზომიერება: თუ თვლის ფერსოს ცვეთა მცირეა (ნაკლები 1მმ-ზე), ხოლო წყვილთვალის ერთი თვლის ქიმის ცვეთა მნიშვნელოვანი სიდიდისაა (მაგალითად, 5მმ-ზე მეტი), მაშინ მეორე თვლის ქიმის ცვეთა, როგორც წესი, უმნიშვნელოა (ნაკლები 1მმ-ზე). ეს ფაქტი მიუთითებს, რომ წყვილთვალი იმყოფებოდა „მოთარეშე“ ურიკაში.



**ნახ. №14. გასული საუკუნის 70-80-იან წლებში (ა) და 90-იანი წლების შემდეგ (ბ) ექსპლუატაციიდან ამოღებული გასაჩარხად შემოსული თვლების ფაქტიური პროფილები (ნომრებით აღნიშნულია გაცვეთილი თვლების ვარიანტები).**

ბუნებრივია, რომ თვალმა, ქიმის მნიშვნელოვანი სიდიდის შეჭრით (ხოლო მეორე თვლის ქიმი შეჭრის გარეშე) და ფერსოს უმნიშვნელო ვერტიკალური ცვეთით, ექსპლუატაციის პროცესში განიცადა გაძლიერებული ვერტიკალური გვერდითი ზემოქმედება რელსის თავზე.

მაშასადამე, „მოთარეშე“ ურიკების გამოვლენის მნიშვნელოვანი და ყველაზე უფრო ეფექტური ხერხი მდგომარეობს წყვილთვალის ქიმების სისქის სიდიდეთა სხვაობათა განსაზღვრაში. ეს ხერხი აისახა მითითებებში. ამ მითითების შესაბამისად, თუ ექსპლუატაციის პერიოდში გამოვლინდა, რომ წყვილთვალის ქიმების სისქის სიდიდეთა სხვაობა მეტია 3მმ-ზე, უნდა მოხდეს წყვილთვალის შემოტრიალება, ვაგონზე დაისმება შესაბამისი ნიშანი, ასეთი ვაგონი ექვემდებარება ურიკის „მოთარეშეობის“ მიზეზების გამოვლენის გამოკვლევას.

გასაჩარხად შემოსული წყვილთვალების გაზომვების მონაცემებით, იმ ქიმების წილი სისქის სიდიდეთა სხვაობით  $\geq 3\text{მმ}$ -ზე შეადგენს 10%-ზე მეტს.

2. ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა, რომ თანამედროვე პირობებში სატვირთო ვაგონების დაახლოებით 1000 ურიკიდან 1-2 ურიკა არის „მოთარეშე“.

## **2. ძირითადი მიზეზები, თუ რატომ ხდება ურიკა „მოთარეშე“**

**პირველი მიზეზი** - ღერძების არაპარალელობა, წარმოქმნილი ან მარჯვენა და მარცხენა გვერდულებთან ყბათაშორისი მანძილების სხვაობით, ან ბუქსის ცენტრიების გადახრის გამო, ან ბუქსის კვანძებში (ბუქსებსა და გვერდულების ყბებს შორის) ღრეჩოების გადაჭარბებული მნიშვნელობები და არახელსაყრელი შეხამება.

თუ ურიკა ხდება „მოთარეშე“ ღერძების არაპარალელობის გამო, მაშინ მისი ქცევის თავისებურება ექსპლუატაციის პროცესში გამოვლინდება იმით, რომ ლიანდაგის სწორ უბნებში მოძრაობისას

იგი მუდმივად მიბჯენილია ერთი რელსის თავზე მხოლოდ ერთი თვლის ქიმით. ამასთან, ურიკის მეორე ღერძის თვლის ქიმი შეიძლება მუდმივად მიბჯენილი იყოს მეორე რელსის თავთან.

**მეორე მიზეზი** - სწორ უბნებზე სვლის მიმართულებით მარჯვენა და მარცხენა სარელსო ძაფებზე მოძრავი თვლების გორვის წრის დიამეტრებს შორის განსხვავება. შესაძლო ვარიანტებია, როცა ლიანდაგის სწორ უბნებზე მოძრაობისას, რელსის თავთან მუდმივად მიბჯენილია მხოლოდ ერთი თვლის ქიმი, ორი თვალი ერთ რელსთან და სხვადასხვა ღერძის ორი თვალი სხვადასხვა რელსთან.

**მესამე** და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი, მაგრამ ძნელად კონტროლირებადი **მიზეზი** არის ავტოგადაბმულობის ბოლოს გეგმაში დამაგრების ექსცენტრისიტეტი  $e$  ძარის გრძივი ღერძის მიმართ (ნახ.№15).



**ნახ.№15. „მოთარეშე“ ურიკების წარმოქმნის სქემა კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტის  $e$  გამო.**

აღნიშნული ექსცენტრისიტეტი  $e$  ფორმირდება ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების ექსცენტრისიტეტისაგან ძარის გრძივი ღერძის მიმართ და ამ ძარის გრძივი ღერძის ექსცენტრისიტეტი-საგან ავტოგადასაბმელის ბოლოს კვეთში, სწორ უბანზე ლიანდაგის გრძივი ღერძის ძარის გრძივი ღერძის მიმართ რესორზედა კოჭზე საქუსლის განლაგების განივი ექსცენტრისიტეტის გამო და თავკოჭზე ქუსლის განლაგების განივი ექსცენტრისიტეტისაგან. თუ საქუსლისა და ქუსლის სხვადასხვა მხარეს განლაგების აღ-



ნიშნული განივი ექსცენტრისიტეტები შეადგენს თუნდაც 0,5სმ-ს, ხოლო ძარის გრძივი ღერძის მიმართ ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების ექსცენტრისიტეტი 1-1,5სმ-ს, მაშინ ექსცენტრისიტეტი  $e$  შეიძლება 3სმ-ზე მეტი იყოს. მატარებლის წევის რეჟიმში მოძრაობის დროს, თუ ავტოგადასაბმელის ბოლოს დამაგრების აღნიშნული კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტი  $e$  სწორ უბანზე ლიანდაგის ღერძის მიმართ თვლის ქიმსა და რელსის თავს შორის არსებული ღრეჩოების, ასევე ბუქსების, რესორების და საქუსლეების კვანძებში ღრეჩოების ამოკრების შემდეგ მომიჯნავე ვაგონებს შორის 3სმ მაინც თუ იქნება სხვადასხვა მხარეს, მაშინ გრძივი გამჭიმის კვაზისტატიკური  $F$  ძალების მნიშვნელობების 400, 500, 600 და 700კნ შემთხვევაში, ურიკების გვერდითი ჯგუფური ზემოქმედება განსაზღვრული მე-18 ფორმულით, შეადგენს შესაბამისად 19, 24, 29 და 34კნ-ს (ვაგონის სატვირთო ურიკის ორივე ღერძის თვლებიდან). ერთი თვლიდან გადაცემული ძალა შესაბამისად ორჯერ ნაკლები იქნება. ბუნებრივია, რომ ასეთი გამჭიმის ძალა რეალიზდება მატარებლის მეწინავე ნაწილში, მაქსიმალური წევის რეჟიმში მოძრაობისას. ცარიელი ვაგონებისათვის თვლის ასეთი გვერდითი (მუდმივი სვლის მიმართულებით) ზემოქმედება რელსის თავზე ცარიელი ვაგონის თვლისაგან ვერტიკალური დატვირთვის დროს (27,5კნ), მთლიანად წესიერული ურიკის შემთხვევაშიც კი იწვევს რელსების დახრას შიგნითა გადასაკერი ომბოხების თავების ამოწევით. ამასთან, სწორ უბნებზე მოძრაობისას ურიკის ორთავე თვლის ქიმები მუდმივად იქნება მიბჯენილი ერთი რელსის თავთან. მაგრამ, აღნიშნულ შემთხვევაში, თუ მატარებელი მოძრაობს წევის რეჟიმში, მაშინ „მოთარეშე“ ურიკის რელსებზე ზემოქმედება, თვლების რელსზე გვერდითი ჯგუფური ზემოქმედების გათვალისწინებით, განპირობებული გრძივი გამჭიმის ძალებით

ბით, არასაკმარისია, რათა გამოიწვიოს სარელსო ძაფების თავის გადახრა კრიტიკულზე მეტი სიდიდის ზომამდე და მოპირდაპირე სარელსო ძაფის თვლის ჩავარდნა ურიკის „მოთარეშეობის“ ადრე აღნიშნული სამივე მიზეზის ერთობლივი მოქმედების დროსაც კი. სულ სხვა საქმეა, როცა მატარებელი ასეთი „მოთარეშე“ ურიკებით მოძრაობს დამუხრუჭების რეჟიმში; როცა მატარებელში მოქმედებს გრძივი მკუმშავი კვაზისტატიკური ძალა, განპირობებული მატარებლის დამუხრუჭებით.

### **3. მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალები მისი დამუხრუჭების დროს ეხმარება „მოთარეშე“ ურიკას ლიანდაგში სუსტი ადგილის გამოძებნაში და ავა-რიული სიტუაციის შექმნაში**

მატარებლის დამუხრუჭების დროს, მის შუა ნაწილში „მოთარეშე“ ურიკის არსებობის შემთხვევაში, რელსის თავზე თვლის ქიმების გვერდითი ზემოქმედების ძალები განპირობებული, მხოლოდ ზემოთ აღნიშნული მისი „მოთარეშეობის“ სამი მიზეზით, გაცილებით მეტია, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როცა მატარებელი მოძრაობს წევის ან თავისუფალი გორვის რეჟიმში. ეს აიხსნება იმით, რომ წევის დროს კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტის  $e$  მნიშვნელობა მცირდება საქუსლების, ბუქსების და რესორულ კვანძებში, ასევე, ქიმსა და რელსის თავს შორის არსებული გვერდითი ღრეჩოების ჯამური სიდიდით. ამიტომ, „მოთარეშე“ ურიკის ქიმების რელსის თავზე მუდმივად მიბჯენის რეალურ ძალას, განპირობებულს  $e$  ექსცენტრისიტეტით, განსაზღვრავენ  $e$ -ს არა მთლიანი მნიშვნელობისათვის, არამედ მხოლოდ მისი ნაწილისათვის (იხ.

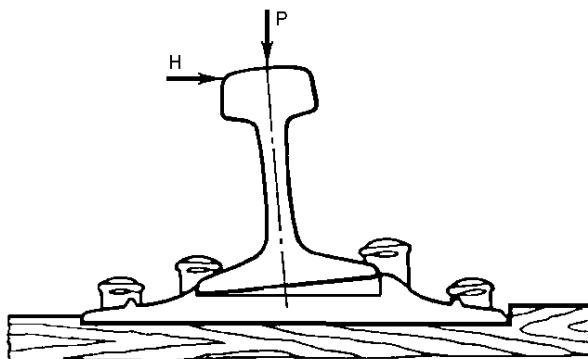
ფორმულა 18). მატარებელში, „მოთარეშე“ ურიკის თვლების გვერდითი ზემოქმედება რელსის თავზე, განპირობებული კუმშვის ძალით  $F$ , განისაზღვრება ჯამური  $e$  და  $\delta$  ექსცენტრისიტეტით 21-ე ფორმულით. ამიტომ, „მოთარეშე“ ურიკის ქიმების ზემოქმედება რელსის თავზე მატარებლის დამუხრუჭების დროს შეიძლება 1,5-2-ჯერ მეტი იყოს, ვიდრე ჩვეულებრივი წესიერული ურიკების შემთხვევაში (იხ. ცხრილი №6). ამის გამო, სწორედ „მოთარეშე“ ურიკა, მატარებლის დამუხრუჭების დროს, ეძებს სუსტ ადგილს ლიანდაგში და ქმნის ავარიულ სიტუაციას, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ყველაზე უფრო გავრცელებული სახეებით: ცარიელი ვაგონების (უწინარეს ყოვლისა მრუდებში რელსების გვერდითი ცვეთის არსებობის დროს) ამოწნების გამო; ომბოხურ სამაგრებიან ხის შპალებიან უბნებზე ლიანდის გაბჯენის და რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე ლიანდის გაწევის გამო.

განვიხილოთ რამდენიმე ყველაზე უფრო დამახასიათებელი ე.წ. სუსტი ადგილი, სადაც „მოთარეშე“ ურიკა მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალებთან ერთად, დამუხრუჭების დროს ქმნის ავარიულ სიტუაციას.

***სამუხრუჭე უბნებზე მცირედადიუსიანი მრუდები ხის შპალებით და ტიპური ომბოხური სამაგრებით საშუალო შეკეთების შემდეგ.*** პრაქტიკულად ყველა განვითარებული ქვეყნის რკინიგზებზე ხის შპალებიან უბნებზე იყენებენ რელსის მიმართ საყრდენი ფართის მქონე ასიმეტრიულ ქვესადებებს - დაგრძელებულს გარე დაბოლოებით 19-20მმ-ით (შიდასთან შედარებით). ამასთან, ექსპლუატაციის პერიოდში მერქნის მექანიკური დაზიანების გამო ქვესადების თანდათანობითი დაშვებისას, არ ხდება რელსების დახრილობის შეცვლა. საქართველოს და პოსტსაბჭოთა ქვეყნების რკინიგზებზე შპალები, ძირითადად, მზადდება რბილი

ჯიშის მერქნისაგან (აშშ და კანადაში შპალების დაახლოებით 80% მზადდება მუხისაგან, წიფელისაგან, ევკალიპტისაგან და სხვა მაგარი ჯიშის მერქნისაგან) და სამომხმარებლო ქვესადგებებს რელსების მიმართ გააჩნია სიმეტრიული საყრდენი ფართი, რომლის ფართიც ნაკლებია აშშ და კანადაში გამოყენებული ქვესადგებების საყრდენი ფართთან შედარებით. ამიტომ, ექსპლუატაციის პროცესში მერქნის ინტენსიური და არათანაბარი ცვეთის (ქვესადგების გარე ბოლოსთან უფრო მეტად, ვიდრე შიდა ბოლოსთან) გამო ხდება რელსების დახრილობის თანდათანობითი შეცვლა, განსაკუთრებით სამუხრუჭე უბნებზე განლაგებულ მცირედადიუსიან მრუდებში (გაჭიანურებული დაღმართების ბოლოში). მაგალითად დაფიქსირდა 300 მეტრიან მრუდებში 300-400 მლნ.ტონა ბრუტო ტვირთის გატარების შემდეგ P65 ტიპის რელსის დახრილობა ნაცვლად 1/20-ისა 1/200 და ნულოვანიც კი (ზოგიერთ შემთხვევაში უარყოფითი დახრილობაც). თუ ერთმანეთის მიყოლებით ყველა შპალზე არის ასეთი არათანაბარი ცვეთა, განპირობებული რელსების დახრილობის მთელ სიგრძეზე შეცვლით, ეს მატარებლების მოძრაობას უსაფრთხოებას არ უქადის. მაგრამ ლიანდაგის საშუალო შეკეთებისას საპირაპირე და პირაპირისწინა, ასევე რგოლების შუა ნაწილში რიგი უვარგისი შპალების ახლით შეცვლის შემდეგ და დარჩენილი ძველი შპალების ქვესადგებქვეშა ფართის ჩაუწმენდავად დატოვების გამო, ლიანდაგი ხდება ავარიული, გაბჯენისადმი წინააღმდეგობის შემცირების გამო. საქმე იმაშია, რომ გადაკერვის შემდეგ ახალ შპალებზე განთავსებული რელსები იღებენ ნორმალურ დახრილობას 1/20. ძველ შპალებზე (ჩაწმენდის გარეშე) ლიანდაგის გადაკერვის შემდეგ რელსი ქვესადგებს ეყრდნობა, ფუძის მხოლოდ შიდა ნაწიბურით. გარე ნაწიბურსა და ქვესადგებს შორის ღრეჩოს სიდიდემ შეიძლება მიაღწიოს 20მმ-მდე (იმის გამო, რომ რელსის

დახრილობა შეცვლილია ნულოვანიდან  $1/20$ -მდე). ამასთან, ძველ შპალებზე რელსის ფუძის გარე ნაწიბურს აღარ გააჩნია შეჭიდულობა ქვესადების გარე რეზორთან და ებჯინება მხოლოდ ომბოხების ღეროებს (ნახ.№16). მაგრამ ამ შემთხვევაში რელსის თავის გადახრა  $H$  და  $P$  ძალების ზემოქმედების შედეგად ხდება არა რელსის ფუძის აწევის (გარე ომბოხების ღეროები), არამედ რელსის დახრის ხარჯზე, ძველ შპალებზე ქვესადების გარე ნაწიბურსა და გადახრილ ქვესადებებს შორის, ახალ შპალებზე ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის წამოწევის დროს არსებული ჯამური ფოლხვის გამო.

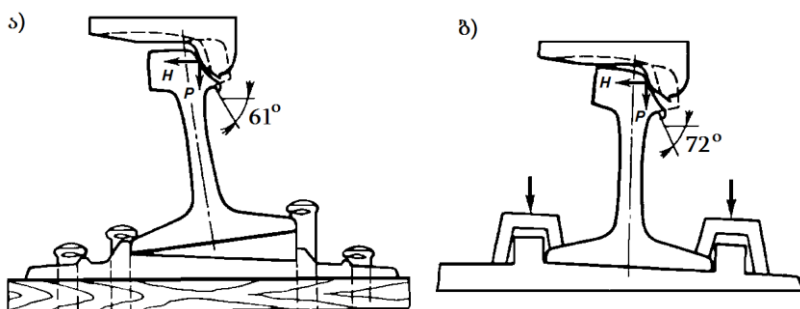


*ნახ.№16. გადახრილ მდგომარეობაში მყოფ ქვესადებზე (ძველ შპალებზე) რელსის ფუძის დაყრდნობა ლიანდაგის საშუალო შეკეთების შემდეგ.*

ზამთრის პირობებში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების სამსახურებრივი გამოძიების დროს ხშირად კეთდება მცდარი დასკვნა, ქვესადებსა და რელსის ფუძის ქვედა ზედაპირს შორის თოვლის დაწნეხაზე, როგორც ლიანდაგში ჩავარდნის ძირითად მიზეზზე. ამ შემთხვევაში დაწნეხა არის ძველ შპალებზე ქვესადების ზედა საყრდენი ზედაპირის დახრილობის გაუსწორებლობის შედეგი ლიანდაგის საშუალო ან აწევითი შეკეთებისას ახალი შპალების ნაწილობრივი დაგებით.

*მრუდები რელსების გაძლიერებული გვერდითი ცვეთით და ჭარბი შემადღებით.* „მოთარეშე“ ურიკას ახასიათებს ქიმების გაძლიერებული ერთმხრივი შეჭრა (ცვეთა ქიმის ძირთან), თუ მისი „მოთარეშეობა“ განპირობებულია მესამე მიზეზით (კონსტრუქციული ექსცენტრისიტეტით  $e$ ). ეს განპირობებულია იმით, რომ ასეთ „მოთარეშე“ ურიკა სწორ უბნებში მოძრაობს ორივე წყვილთვალის (წვეის რეჟიმში) ქიმების მუდმივად მიჭერილ მდგომარეობაში ერთი რელსის თავზე. რამდენადაც რკინიგზაზე სწორი უბნების სიგრძე დაახლოებით 70%-ია, ხოლო დამუხრუჭების რეჟიმში მოძრაობის წილი არ აღემატება ლიანდაგის სიგრძის 5%-ს, მაშინ „მოთარეშე“ ურიკის ქიმების ცვეთა, როდესაც ისინი მიბჯენილია მოპირდაპირე რელსის თავთან, დამუხრუჭების დროს მცირე სიდიდისაა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ „მოთარეშე“ ურიკა მოძრაობს წვეის რეჟიმში, მაშინ რელსის თავთან მიბჯენილია, ძირითადად, უკვე გაცვეთილი (შეჭრილი) ქიმები, ხოლო თუ ის მოძრაობს მატარებლის დამუხრუჭების რეჟიმში, მაშინ რელსის თავთან მიბჯენილია მცირედგაცვეთილი ქიმები. ამასთან, თუ „მოთარეშე“ ურიკა მოძრაობს მატარებლის დამუხრუჭების რეჟიმში, ხის შპალებიან ომბოხურ მიმაგრებიან ლიანდაგის მრუდში გარე რელსის თავთან მიბჯენილი გაცვეთილი ქიმებით, მაშინ რელსის თავის გაცვეთილი გვერდითი წახნაგის დახრა (ნახ. №17,ა) შესაძლოა ახლოს იყოს ახალი ქიმის დახრასთან ( $60^\circ$ ). გაცვეთილ და დახრილ რელსთან „მოთარეშე“ ურიკის გაუცვეთავი ქიმების ასეთი კონტაქტირებისას მკვეთრად გაიოლებულია მრუდებში ცარიელი ვაგონების ამოწნება, განსაკუთრებით სრულად დატვირთულ ვაგონის გვერდზე მდებარე ცარიელი ვაგონის ურიკის ვერტიკალურ განტვირთვასთან ერთად. მრუდის გარე ძაფზე მოძრაობის დროს თვლების ვერტიკალურ განტვირთვას მნიშვნელოვან-

წილად ხელს უწყობს გარე რელსის შემადლების სიჭარბე. გარე რელსის შემადლების ასეთ სიჭარბეს ადგილი აქვს საქართველოს რკინიგზის უმეტეს მრუდებში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს მოძრაობის უსაფრთხოებას და ზრდის თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობას. მრუდებში რელსების გვერდითი ცვეთით რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე „მოთარეშე“ ურიკიანი ცარიელი ვაგონის ამოწნება გაიოლებულია (ნახ.№17,ბ), მაგრამ  $H$  ძალის უფრო დიდი სიდიდის დროს, რადგანაც ასეთ უბნებზე გამორიცხულია რელსების დახრილობა, ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის წამოწევის შეუძლებლობის გამო.



*ნახ.№17. „მოთარეშე“ ურიკის გაუცვეთავი ქიმების კონტაქტირება გაცვეთილ რელსთან ხის (ა) და რკინაბეტონის (ბ) შპალების შემთხვევაში, როცა  $H / P \geq 0,3$ .*

*გვერდითი მიმართულებით განლაგებული ისრიდანული შესასვლელი ისრები და ჯვარედმილმა მრუდები.* დამახასიათებლად ითვლება ის ადგილები, სადაც მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალები, მისი დამუხრუჭების დროს, ხელს უწყობენ „მოთარეშე“ ურიკებს შექმნან ავარიული სიტუაცია. ასევე ითვლება შესასვლელი ისრები სატვირთო მატარებლების (განსაკუთრებით გრძელი მატარებლები) გვერდით ლიანდაგზე მიღების დროს და

ჯვარედმილმა მრუდები. ასეთ შემთხვევებში მემანქანებისათვის პრაქტიკულად ყოველთვის იქმნება, გამიზნულად, დამუხრუჭების პრობლემა იმის გამო, რომ არ გაჩერდეს უფრო ადრე; ვინაიდან მატარებლის ბოლო შეიძლება მოხვდეს ზღვრული ბოძის ფარგლებს გარეთ და იმის გამოც, რომ არ გაიაროს ამკრძალავ გასასვლელ სიგნალზე. ამიტომ მემანქანების უმრავლესობა იყენებს პირდაპირმოქმედ სალოკომოტივო მუხრუჭს, მათ შორის VI პოზიციასაც, იმ მომენტში როდესაც მატარებლის მეორე ნახევარი მოძრაობს გვერდით მიმართულებაზე. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლით ავარიული სიტუაციის შექმნის ალბათობად ითვლება, ძირითადად, სამი ადგილი. ეს არის კალმის წვერი, სადაც შეიძლება მოხდეს ჩარჩო რელსის თავთან მიბჯენილი „მოთარეშე“ ურიკის გაცვეთილი ქიმის დაჯახება მიუბჯენელი კალმის ტორსზე; კალმის ზონა უდიდესი გვერდითი ცვეთით (1-3 მეტრის მანძილზე კალმის წვეროდან), კალამზე მიბჯენილი „მოთარეშე“ ურიკის ქიმის აცოცებით კალამზე; ჯვარედმილმა მრუდები (ლიანდის გაბჯენის გამო).



## V თავი

# თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის სახეები და მმქანიზმი

## 1. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი სახეები

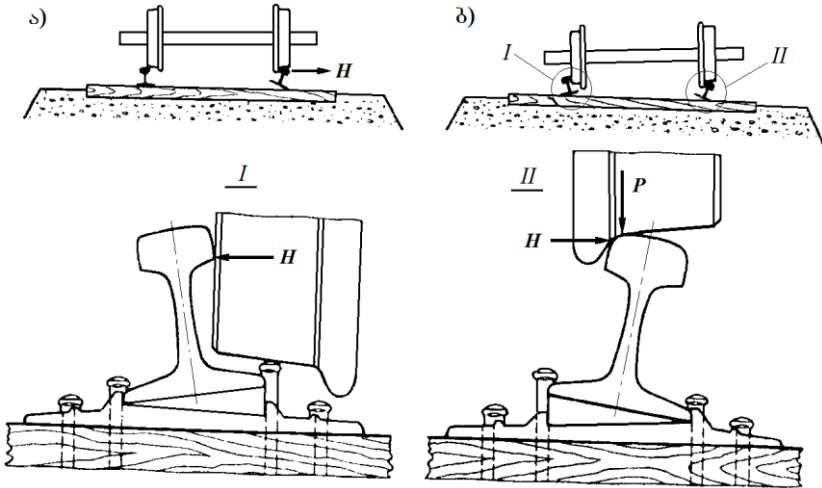
მრავალწლიანი ექსპერიმენტული და თეორიული გამოკვლევის და გამოცდილების შედეგად, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი შეიძლება დაიყოს ხუთ ძირითად ჯგუფად:

1. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა ლიანდის გაბჯენის შედეგად - ერთი თვლის ქიმიტ რელსის თავის გადაწევა მისი დრეკადი დახრის ხარჯზე (ნახ.№2) და მეორე რელსიდან მეორე თვლის ჩავარდნა ლიანდის შიგნით.

თვლის რელსიდან ჩამოსვლის ასეთი სახე თანამედროვე პირობებში ფართოდ არის გავრცელებული ხის შპალებიან და ტიპურ ომბოხურ სამაგრებიან უბნებზე. რკინაბეტონის შპალებიან KB, Pandrol, Fossloh, APC ტიპის სამაგრებიან უბნებზე, ასევე ხის შპალებიან და გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებიან უბნებზე რელსის დახრა, ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის წამოწევის გამო, შეუძლებელია. ამიტომ ასეთ უბნებზე თვლის რელსიდან ასეთი სახის ჩამოსვლა შეუძლებელია. თვლის რელსიდან ჩამოსვლის ამ სახის მექანიზმში უნდა გამოიყოს ორი მომენტი.

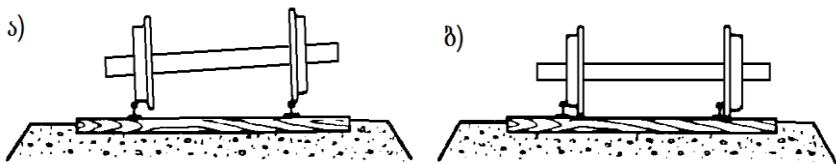
**პირველი** - თვლის რელსიდან ჩამოსვლის წინ, როცა ქიმის დაწოლა რელსის თავზე უახლოვდება კრიტიკულს. ამ მომენტში მეორე თვალი იმყოფება ჩავარდნის ზღვარზე და რელსს ამ თვლის ქვეშ გააჩნია ნორმალური დახრილობა (არ არის დაწოლა რელსის თავზე) (ნახ.№18,ა). **მეორე** მომენტი, როცა მეორე თვალი უკვე ჩავარდ-

ნილია. ამ მომენტში ჩავარდნილი თვალი ზურგის მხრიდან აწვება მეორე რელსის თავს და ახდენს მის დახრას ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის წამოწევის შედეგად. ამ მომენტში ორივე რელსი დახრილია (ნახ.№18,ბ) მხოლოდ ერთი თვლის რელსიდან ჩამოსვლის შემთხვევაში.



**ნახ.№18. წვეილთვალისა და რელსების მდებარეობა მარცხენა თვლის ლიადაგში ჩავარდნის წინ (ა) და შემდეგ (ბ).**

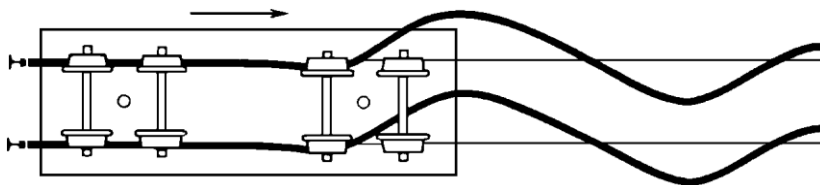
2. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა ეკიპაჟის ამოწევის შედეგად, ანუ თვლის ქიმის რელსის თავზე ან კალამზე შეცოცების გამო (ნახ.№19,ა), შემდგომში იმავე წვეილთვალის მეორე თვლის ჩავარდნით ლიანდის შიგნით (ნახ.№19,ბ).



**ნახ.№19. წვეილთვალის მდებარეობა ამოწევის შედეგად ცარიელი ვაგონის ლიადაგში ჩავარდნის წინ (ა) და შემდეგ (ბ).**

თვლების რელსებიდან ასეთი სახის ჩამოსვლა ყველაზე მეტად შესაძლებელია ცარიელი ვაგონების ქვეშ, რელსის თავზე და კალმებზე გვერდითი ცვეთის არსებობის შემთხვევაში (იხ. ნახ.№17). რელსის თავის ფაქტიური პროფილების შედარებამ გვიჩვენა, რომ ზუსტად ერთმანეთის მსგავსი პროფილები პრაქტიკულად არ არსებობს. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სიმრუდით, რელსის თავის გვერდითი ცვეთის სიდიდით, დახრის კუთხით და ცვეთის ზომებით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, როგორც არ არსებობს აბსოლუტურად ერთმანეთის მსგავსი გაცვეთილი რელსის თავის პროფილები, ასევე არ არსებობს ზუსტად ერთმანეთის მსგავსი გაცვეთილი თვლების გორვის ზედაპირის პროფილები. თითოეული რელსის ცვეთა, როგორც სიდიდით, ისე ფორმით ინდივიდუალურია. ასეთი სახესხვაობა განპირობებულია ახალი და გაცვეთილი თვლების კონტაქტირების მრავალფეროვნებით ახალ და გაცვეთილ რელსებთან, მათი ფაქტიური სტატიკური და დინამიკური დახრილობის, ასევე გარე რელსის შემადლების და მოძრაობის სიჩქარის გათვალისწინებით.

3. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა მატარებლის დამუხრუჭების დროს „მოთარეშე“ ურიკის თვლებით ლიანდის დაუშვებელი ჰორიზონტალური განივი გამრუდების (გადაწევის) შედეგად (იხ. ნახ.№8,ბ) ან ტემპერატურული გაგდების შედეგად (ნახ.№20).



*ნახ.№20. ლოკომოტივის რელსებიდან ჩამოსვლის სქემა ლიანდაგის გაგდების ადგილის გადავლისას.*

ზემოთ აღნიშნულთან ერთდროულად ხდება ერთი თვლის ქიმის გადაგორება გამრუდებული რელსის თავზე და ამავე წყვილთვალის მეორე თვლის ჩავარდნა ლიანდის შიგნით. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ასეთი სახე უფრო დამახასიათებელია იმ შემთხვევისათვის, როცა ლოკომოტივი გადაივლის ტემპერატურული გაგდების შედეგად ლიანდის დაუშვებელი ჰორიზონტალური განივი გამრუდების ადგილს, ასევე მატარებლის დამუხრუჭების დროს, ეკიპაჟის ურიკის ზემოქმედებით, რელსსაშპალო გისოსის ჰორიზონტალური განივი გადაწევის შემთხვევისათვის.

4. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა ჩარჩო რელსთან ბოლომდე მიუბჯენელ კალმის წვეროსთან „მოთარეშე“ ურიკის შეჭრილი ქიმის შეჯახების შედეგად და ქიმის აცოცება ჩარჩო რელსზე და კალამზე.

5. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა რელსების გატეხვის გამო.

თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის სხვა სახეები არ არსებობს, გამონაკლისია მხოლოდ მატარებლის შესვლა დაბრკოლებაზე ან მუშაობისუუნარო (ავარიული) ლიანდაგზე სარელსო ლიანდის მთლიანობის დარღვევით (რელსის არ არსებობა, გახსნილი სარელსო პირაპირი და ა.შ.).

## **2. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი ლიანდის გაბჯენის დროს და მისი შესაძლო შედეგები**

თვლის ჩავარდნა ლიანდის შიგნით შესაძლებელია, თუ მანძილი რელსის თავების შიგა (მუშა) წახნაგებს შორის რელსის თავის გორვის ზედაპირიდან 13მმ-ის დონეზე აღემატება ზომას

$$A = A_{\text{ქიმ}}^{\min} + A_{\text{ლაგ}}^{\min} + A_{\text{ფერ}}^{\min}, \quad (26)$$

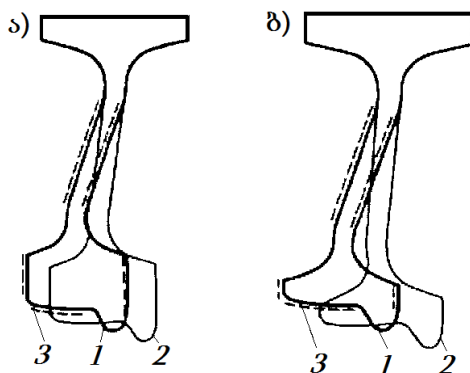
სადაც  $A_{\text{ქიმ}}^{\min}$  ქიმის მინიმალური (დასაშვები) სისქეა.

$A_{\text{ლაგ}}^{\min}$  - მინიმალური მანძილი თვლის შიდა წახნაგებს შორის (დაგების მანძილი).

$A_{\text{ფერ}}^{\min}$  - ფერსოს მინიმალური სიგანე.

მოქმედი ნორმატივებით  $A = 25 + 1437 + 126 = 1588$  მმ. სწორ უბნებში, როცა ლიანდის სიგანე  $S = 1520$  მმ, თვლის ლიანდაგში ჩასავარდნად აუცილებელი (კრიტიკული) ლიანდის გაგანიერება ტოლი უნდა იყოს  $\Delta S = 1588 - 1520 = 68$  მმ.

მრუდში, როცა ლიანდის სიგანეა  $S = 1540$  მმ, მაშინ თვლის ლიანდაგში ჩასავარდნად აუცილებელი (კრიტიკული) ლიანდის გაგანიერება ტოლი უნდა იყოს  $\Delta S = 1588 - 1540 = 48$  მმ. ხანგრძლივი დამუხრუჭების დროს მანძილი თვლის შიდა წახნაგებს შორის  $A_{\text{ლაგ}}^{\min}$  გახურების შედეგად შეიძლება შემცირდეს 9-10 მმ-ით (ნახ. №21), ხოლო სასწრაფო დამუხრუჭების დროს - 4-6 მმ-ით.



ნახ. №21. ფერსოს საწყისი პროფილის (ხაზი 1) მაქსიმალური გახურების დროს (ხაზი 2) და სრულად გაციების შემდეგ (ხაზი 3). ა - ფერსოს სისქე 70 მმ, ბ - ფერსოს სისქე 25 მმ.

თვლის გაციებას ნორმალურ ტემპერატურამდე, ხანგრძლივი დამუხრუჭების შემდეგ, სჭირდება ათობით წუთი, რაც ამცირებს ვაგონების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებას, განსაკუთრებით ისრულ გადამყვანებში მოძრაობის და ლიანდის გაბჯენის დროს. სასწრაფო დამუხრუჭების დროს შეიძლება წარმოიშვას თვლების ლიანდის ნარჩენი გაგანიერება, რომელიც ტოლია  $0,1 \dots 0,2$ მმ სასწრაფო დამუხრუჭების ერთ აქტზე. სასწრაფო დამუხრუჭების გამეორებითი ციკლების დროს ზემოთ აღნიშნული თვლის შიდა წახნაგებს შორის მანძილი შეიძლება გაიზარდოს.

თუ გავითვალისწინებთ ზემოთ აღნიშნულს ( $A_{ლაგ}^{min}=1437 - 10 = 1427$ მმ). ასევე თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ მრუდებში გვერდითი ცვეთის არსებობის დროს ლიანდის დასაშვები სიგანე ტოლია არა 1540მმ-ის, არამედ 1545მმ-ის და თვლის ქიმის მინიმალური სისქე ხანდახან დაიშვებოდა 23მმ, მაშინ რელსის თავის კრიტიკული გადაწევა, რომლის დროსაც შეიძლება მოხდეს თვლის ჩავარდნა ლიანდაგში შესაბამისად შეადგენს: მრუდებში - 31მმ, ხოლო სწორ უბნებში - 56მმ. მაგრამ, ლიანდის ასეთი გაგანიერება შესაძლებელია მხოლოდ ურიკის თვლებით, მისი გაბჯენის შედეგად (რელსის დახრა) და მხოლოდ ომბოხური მიმაგრების უბნებზე (გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებების არარსებობისას). რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე KB, Pandrol, Fossloh, APC ტიპის სამაგრებით, ასევე ხის შპალებზე გაბჯენის საწინააღმდეგო ქვესადებების გამოყენებისას ლიანდის გაბჯენა ზემოთ აღნიშნულ სიდიდეებზე შეუძლებელია, მაშასადამე, შეუძლებელია თვლის რელსიდან ჩამოსვლის პირველი სახის არსებობა.

განვიხილოთ ლიანდის გაბჯენის შედეგად თვლის ლიანდის შიგნით ჩავარდნის მექანიზმი და წყვილთვალისა და სარელსო

ლიანდის შემდგომი ქმედების ყველაზე უფრო შესაძლებელი ვარიანტები.

გაბჯენის შედეგად თვლის ჩავარდნის წინ ქიმის ზემოქმედების შედაგად დახრილია მხოლოდ ერთი (მაგალითისათვის მარჯვენა) რელსი (იხ. ნახ.№18,ა). მარცხენა თვლის ჩავარდნის შემდეგ, ფერსოს ზურგის მხრიდან, ის დახრის განტვირთულ მარცხენა რელსს (იხ. ნახ.№18,ბ). ამასთან მარჯვენა რელსის დახრილობა რამდენადმე მცირდება. გორგის გაგრძელებისას ჩავარდნილი მარცხენა თვალი, ფერსოს ზურგის მხრიდან, როგორც საჩარხო ჭოპოსანი ჩამოთლის რელსის თავის გვერდითი მუშა წახნაგის ქვედა ნაწილს. უფრო ხშირად ეს ხდება მრუდებში შიდა სარელსო ძაფზე. რელსის თავზე ჩამოთლის ასეთი დასაწყისი ითვლება თვლის რელსიდან ჩამოსვლის დასაწყისის უტყუარ დასაბუთებად, დაუშვებელი სიდიდის გვერდითი ძალების ზემოქმედების შედეგად ლიანდის გაბჯენის დროს. ამიტომ, აუცილებლად საჭიროა ყურადღება მიექცეს აღნიშნულ გარემოებას, მატარებლის მარცხისა და ავარიების სამსახურეობრივი გამოძიების დროს.

**განვიხილოთ ერთი მაგალითი.** სამგზავრო მატარებელმა მარცხი განიცადა 600 მეტრიან მრუდში, 95კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობის დროს. სამსახურეობრივი გამოძიების დროს მარცხში ბრალი დასდეს მელიანდაგეებს. „მრუდის შიგა ძაფზე სარელსო პირაპირის ცუდად შენახვის გამო მოხდა რელსის გამცემი ბოლოს გატეხვა პირაპირიდან 2 მეტრის დაშორებით, შედუღებულ ნაკერზე უკმარშენადულში ფუჭვილის არსებობის გამო“. სისხლის სამართლის საქმის ხუთი ტომი სამჯერ გახდა სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის განხილვის საგანი. ექსპერტიზით დადგენდა, რომ ზემოთ აღნიშნული სამსახურეობრივი გამოძიების დასკვნაში არასწორად იყო განსაზღვრული მარცხის მიზეზები. მელიანდაგეების მიმართ სასამართ-

ლო დევნა შეჩერებულ იქნა, დანაშაულის მოტივის არ არსებობის გამო. გამოძიება გრძელდებოდა ორ წელზე მეტი ხნის განმავლობაში. ადმინისტრაციულად, ეკონომიკურად და მორალურად დაზარალდნენ არამართო მელიანდაგეები, რომელთა მიმართაც აღძრული იყო სისხლის სამართლის საქმე, არამედ უფრო მაღალი რანგის მუშაკებიც.

აღნიშნული მარცხის ფაქტიური მიზეზი იყო დაუშვებელი გვერდითი ძალების ზემოქმედების შედეგად ლიანდის გაბჟენა, მრუდის შიდა ძაფზე ურიკის თვლის ჩავარდნით. დამამტკიცებელი საბუთი - მრუდში შიდა რელსის თავის გვერდითი მუშა წახნაგის ქვედა ნაწილის ჩამოთლა, ჩავარდნილი თვლის მიერ ფერსოს ზურგის მხრიდან. ჩამოთლა დაწყებულ იყო 11 მეტრით ადრე პირაპირიდან და 9 მეტრით ადრე შედუღებულ პირაპირში შიდა რელსის გატეხვის ადგილამდე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, პირაპირამდე 11 მეტრით ადრე, რელსებისა და თვლების ურთიერთმდებარეობა უკვე იყო ისეთი, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.№18,ბ-ზე. ასეთ მდგომარეობაში თვალი მოძრაობდა შიდა რელსის გატეხვის ადგილამდე. რელსის გატეხვის შემდეგ გაწყდა საპირაპირე ჭანჭიკები და რამდენიმე თვალი, მიმღებ რელსზე შეჯახების შედეგად, შეგორდნენ მასზე და ფერსოზე ეტყობოდათ მიმღები რელსის ტორსზე დარტყმის კვალი. ამ შემთხვევამდე, არც თუ ისე დიდი ხნით ადრე, ლიანდაგს ჩაუტარდა საშუალო შეკეთება და ლიანდაგი იმყოფებოდა კარგ მდგომარეობაში.

როგორი შედეგებია კიდევ შესაძლებელი, გარდა ზემოთ აღნიშნულ მაგალითში აღწერილისა? როგორც წესი, №18 ნახაზზე ნაჩვენები სქემით რელსიდან ჩამოსული წყვილთვალი, ან ურიკა გადასავალ ფენილთან, ან ისრულ გადამყვანთან შეჯახებისას, ისევ შეგორდება რელსებზე და შემდეგ მატარებლის შემადგენლობაში



მომრაობას აგრძელებენ ისე, რომ თვით მემანქანეებიც კი ვერ აფიქსირებენ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ფაქტს. მაგრამ ძალიან ხშირად რელსის თავზე მიჭერილი თვლის ქიმი შეგორდება მასზე (განსაკუთრებით მრუდში შესვლის დროს გარე რელსზე გვერდითი ცვეთის შემთხვევაში) და გადაგორდება რელსზე ლიანდის გარეთ. შემდეგ, თუ არ მოხდება ვაგონების თვითგადახსნა და სამუხრუჭო მაგისტრალის გაწყვეტა, №19.ბ. ნახაზზე ნაჩვენები სქემით, რელსიდან ჩამოსულ წყვილთვალს ან ურიკას შეუძლია დიდი ხნის განმავლობაში იაროს ლიანდაგში ჩავარდნილ მდგომარეობაში, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ლიანდაგი დაფარულია მკვრივი თოვლით. ამ შემთხვევაშიც, გადასავალის ფენილთან შეჯახებისას, შესაძლებელია ისევ რელსებზე შეგორება, ისე რომ მემანქანეებმაც კი ვერ დააფიქსირონ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ფაქტი. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ფაქტს მელიანდაგები აფიქსირებენ თვლის გორვით დატოვებული კვალის და ვაგონებიდან დაკარგული რესორების ზამბარების მიხედვით.

სამწუხაროდ, ლიანდის გაბჯენის გამო, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის უმეტეს შემთხვევაში, ხდება ჩავარდნილი ურიკის მოტორიალება, ეს კი იწვევს მომდევნო ვაგონების ჩავარდნას. ამასთან ერთდ, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ადგილებში ხდება ვაგონების დახორავება, რაც იწვევს რელსების და ვაგონების სავალი ნაწილების გატეხვას. გამოაშკარავდება მათში არსებული შინაგანი მიკრო და მაკროზარები. აუცილებლად საჭიროა აღინიშნოს, რომ ასეთი ტეხვები (ძველი ზხარების მიუხედავად) არის რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის შედეგი და არა მიზეზი.

### 3. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი ცარიელი ვაგონების ამოწნების შედეგად (ქიმის აცოცება რელსის თავზე)

ВНИИЖТ-ის მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ დინამიკური მაჩვენებლების და სატვირთო ვაგონების ლიანდაგში ჩავარდნისადმი მდგრადობის ზღვრული მნიშვნელობების არსებული შკალა გამოუსადეგარია, ცარიელი ვაგონების მოძრაობის უსაფრთხოებისა და დინამიკური მახასიათებლების შესაფასებლად. დამაკმაყოფილებელ ტექნიკურ მდგომარეობაში მყოფი სავალი ნაწილების მქონე ცარიელ ვაგონებს, ამჟამად დასაშვები ცალკეული 5 მეტრამდე სიგრძის ჯდენების და გადაფერდებების გავლის დროსაც კი, აქვთ დადგენილზე მეტი (ზღვრული) დინამიკური მაჩვენებლები. დადგენილ იყო აგრეთვე, რომ რელსებიდან ჩამოსული ცარიელი ვაგონების უმეტესობას ჰქონდა ფრიქციული სოლებისა და თამასების მომატებული ცვეთა, სოლების გადაჭარბებული აწევა, გაზრდილი ღრეჩობი გვერდითი ჩარჩოების ყბებში.

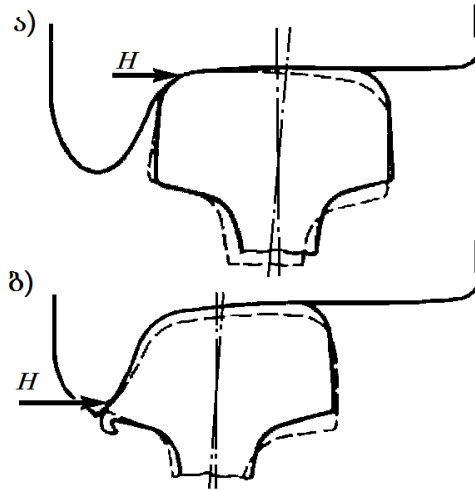
სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თეორიული ექსპერიმენტული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მოძრავ მატარებელში ცარიელი ვაგონი უფრო მგრძნობიარეა (თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ნაწილში), სავალი ნაწილების ცვეთის, სარელსო ლიანდის უსწორობების და მატარებლის დამუხრუჭებისას მასში განვითარებული გრძივი მკუმშავი ძალების მიმართ, ვიდრე დატვირთული ვაგონი. სხვადასხვა თანაბარ პირობებში ცარიელი ვაგონის რელსებიდან ჩამოსვლის ალბათობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე დატვირთულისა. ვიღებთ პარადოქსულ სიტუაციას. მელიანდაგეები უზრუნველყოფენ მატარებლების უსაფრთხო ექსპლუატაციას

სრულად დატვირთული ვაგონებით (დერძზე მოსული დატვირთვებით 240კნ და მაქსიმალური სიჩქარეებით 80კმ/სთ) და მარცხს ან ავარიას უშვებენ ცარიელი ვაგონების (დერძზე მოსული დატვირთვებით 55კნ-მდე) რელსებიდან ჩამოსვლის გამო, ანუ 4,4-ჯერ ნაკლები დატვირთვის შემთხვევაში. მაშასადამე, უკანასკნელ წლებში ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის პირველადი მიზეზი ლიანდაგის მდგომარეობა კი არის, არამედ ეკიპაჟის მდგომარეობა და დამუხრუჭების რეჟიმები; როცა ცარიელი ვაგონის ქვეშ იზრდება  $H$  ძალა და მცირდება  $P$  ძალა, ურიკის ვერტიკალური განტვირთვის შედეგად, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ცარიელი ვაგონი განლაგებულია სრულად დატვირთულ ვაგონთან.

რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე KB, Pandrol, Fossloh, APC ტიპის სამაგრებით, როგორც უკვე აღნიშნული იყო, ლიანდის გაბჯენა თვლის ლიანდში ჩავარდნით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამიტომ, ასეთ უბნებში  $H/P$  არახელსაყრელი ფარდობის შემთხვევაში, თვლის ქიმი აცოცდება რელსის თავზე (იხ.ნახ.№19,ა) და გადაგორდება მასზე, ეს კი ერთდროულად იწვევს მეორე თვლის ჩავარდნასაც ლიანდის შიგნით. ამასთან, ორივე თვალი თითქმის ერთდროულად ჩამოდის რელსებიდან - ერთი ლიანდის შიგნით, ხოლო მეორე ლიანდის გარეთ (იხ.ნახ.№19,ბ).

რამდენადმე განსხვავებულია ხის შპალებიან და ომბოხური მიმაგრების უბნებზე თვლის ჩამოსვლა რელსიდან ეკიპაჟების ამოწნების გამო. ამ შემთხვევაში  $H/P$  არახელსაყრელი ფარდობის დროს თავიდან რელსი ქიმის მიჭერით იხრება ლიანდის გარეთ (იხ. ნახ.№2). ამასთან გაადვილებულია თვლის ქიმის შეცოცება რელსის თავზე. შემდეგ ეს პროცესი მიმდინარეობს ისეთივე თანმიმდევრობით, როგორც რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე.

№22 ნახაზზე ნაჩვენებია გაცვეთილი თვლის ქიმის კონტაქტირება ახალ და გაცვეთილ რელსებთან, როცა  $H = 0$  და  $H > 0$  ხის შპალე-ბიან და ტიპური ომბოხური მიმაგრების უბნებზე, ხოლო №17 ნახაზზე - ახალი თვლის ქიმის კონტაქტირება გაცვეთილ რელსებთან ომბოხური და KB ტიპის სამაგრების შემთხვევაში.



*ნახ.№22. გაცვეთილი თვლის კონტაქტირება ახალ P65 ტიპის რელსებთან (ა) და გაცვეთილ P65 ტიპის რელსებთან (ბ), როცა  $H = 0$  (რელსის პროფილი ნაჩვენებია უწყვეტი ხაზით) და როცა  $H > 0$  (რელსის პროფილი ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით).*

მნიშვნელოვნად გაიოლებულია ცარიელი ვაგონების ამოწნება მრუდებში, გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთის არსებობისას (იხ. ნახ.№17) და გარე რელსის ჭარბი შემაღლების შემთხვევაში. გარე რელსის ჭარბი შემაღლება იწვევს გარე სარელსო ძაფზე მოძრავი თვლების დამატებით განტვირთვას, ამით ხელს უწყობს ცარიელი ვაგონების ამოწნებას. ჩატარებული ექსპერიმენტებისა და გაანგარიშების მონაცემებით ასეთი განტვირთვა დაახლოებით აღწევს 40%-ს, გარე რელსის ჭარბი შემაღლების შემთხვევაში.

როგორია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის შესაძლო შედეგები, ცარიელი ვაგონების ამოწნების შედეგად? პრაქტიკაში გვხვდება შემთხვევები, როდესაც რელსებიდან ჩამოსული თვლები მოძრაობას აგრძელებს შპალებზე და ბალასტზე, საკმაოდ დიდი დროის განმავლობაში (შესაძლოა რამდენიმე კილომეტრიც). ზოგჯერ გადასავალის ფენილთან შეჯახებისას თვალი შესაძლოა ისევ ავიდეს რელსზე. მაგრამ, სამწუხაროდ, ხშირად თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა იწვევს მარცხს ან ავარიას, ავტოგადაბმულობის გაწყვეტის, ან გადახსნის გამო. ხდება შემთხვევები, როცა მატარებლის გარკვეულ მანძილზე ერთდროულად ამოიწნებება რამდენიმე ურიკა, ამასთან სხვადასხვა მხარეს და არა ყოველთვის ერთმანეთის მიყოლებით, არამედ შესაძლოა ერთი ან რამდენიმე ვაგონის გამოტოვებით.

მაგალითისათვის განვიხილოთ №2830 სატვირთო მატარებლის მარცხი 09.06.1993წ., რომელიც მოხდა რუსეთის ფედერაციის ჩრდილოეთის რკინიგზაზე. მატარებელი შედგებოდა 2ТЭ10В ლოკომოტივისაგან და 57 ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონისაგან, მათ შორის 55 ცარიელი და ორი დატვირთული (მატარებლის თავიდან 40-ე და 56-ე ვაგონები). მატარებელი დადმართის ბოლოში მოძრაობდა 66კმ/სთ სიჩქარით. როცა ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი შეუდგა 9,7‰-იან აღმართს და შევიდა 500 მეტრიან რადიუსის მრუდში, მოხდა მოძრავი შემადგენლობის მერვე ცარიელი ვაგონის, პირველი ურიკის სვლის მიმართულებით მარჯვენა (მეორე ურიკა დარჩა რელსებზე) თვლების ჩამოსვლა რელსებიდან (ნახ.№19,ბ-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით). მის უკან მომავალი მეცხრე ცარიელი ვაგონის მხოლოდ პირველი ურიკა ჩამოვიდა რელსებიდან, მხოლოდ სვლის მიმართულებით

მარცხენა მხარე. რელსებიდან ჩამოსული აღნიშნული ორი ცარიელი ვაგონი არ მოწყდა მატარებლის მეწინავე ნაწილს და, ჩავარდნილ მდგომარეობაში, მეწინავე ნაწილთან ერთად გაიარა 200 მეტრი, სანამ მატარებელი არ გაჩერდა. შემდეგი ორი ცარიელი ვაგონი (მეათე და მეთერთმეტე) მოწყდა მატარებლის მეწინავე ნაწილს. მათგან პირველი (ლოკომოტივიდან მეათე) რელსიდან ჩამოვიდა სვლის მიმართულებით, პირველი ურიკა მარცხენა მხარეს. მომდევნო (ლოკომოტივიდან მეთერთმეტე) ყველა თვლებით დარჩა რელსზე. მეთორმეტე ცარიელი ვაგონი რელსებიდან ჩამოვიდა უკანა ურიკით, სვლის მიმართულებით მარჯვენა მხარეს, ხოლო მეცამეტე ვაგონი უკანა ურიკით, სვლის მიმართულებით მარცხენა მხარეს. შემდეგი 21 ცარიელი ვაგონი ჩამოვიდა რელსებიდან და შექმნა ხერგი. მატარებლის დანარჩენი (ბოლო) ნაწილი (23 ვაგონი) დარჩა რელსებზე.

თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ასეთი განლაგება მარცხნივ და მარჯვნივ, მით უმეტეს, როცა მეთერთმეტე ვაგონის წინ რელსებიდან ჩამოსული პირველ სამი ვაგონის შემდეგ მეთერთმეტე ვაგონი დარჩა რელსებზე, ხოლო შემდეგი 21 ვაგონი ჩამოვიდა რელსებიდან, ხოლო მატარებლის ბოლო ნაწილი (მათ შორის ორი დატვირთული) დარჩა რელსებზე, დამახასიათებელია და ტიპურია მატარებლის შუა ნაწილში რამდენიმე ადგილზე ცარიელი ვაგონების ერთდროულად ამოწნების შემთხვევისათვის, სადაც მატარებელში მოქმედებს მაქსიმალური გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა. ასეთი დასკვნები დადასტურებულია ტექნიკური ექსპერტების ინჟინრული გაანგარიშებებით. ამით დასაბუთებულად უარყოფილ იქნა სამსახურეობრივი გამოძიების დროს მიღებული მიზეზი - რგოლური ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება. მატარებლების მოძრაობის ქვეშ სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების შეუძლებლობის მეცნიერული დასაბუთება განხილულია მეექვსე თავში.

#### 4. „მოთარეშე“ ურიკის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი შესასვლელი ისრების ზონაში

ბოლო წლებში, შესასვლელი ისრების ზონაში, მოიმატა თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევებმა. რა არის ამის მიზეზი? ელემენტარული ლოგიკიდან გამომდინარე, თუ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა განისაზღვრება კონსტრუქციის სიმტკიცით, დატვირთვების ზემოქმედების სიდიდით და რაოდენობით, მაშინ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის რაოდენობა მკვეთრად უნდა შემცირებულიყო. უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვნად გაძლიერდა საისრო მეურნეობა, მთავარ ლიანდაგებზე მსუბუქი ტიპის ისრული გადამყვანების მძლავრი, თანამედროვე P65 ტიპის ისრული გადამყვანების შეცვლის ხარჯზე. 1980-იან წლებთან შედარებით თითქმის ორჯერ შემცირდა უბნის ტვირთდამაბულობა, შემცირდა მატარებლების მოძრაობის ტექნიკური სიჩქარეებიც და ღერძზე მოსული დატვირთვაც.

მაშინ რა არის შესასვლელი ისრების ზონაში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი? არსებობს სამი ძირითადი მიზეზი.

**პირველი მიზეზი** არის ცარიელი ვაგონების განტვირთული თვლების ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების გაზრდა კალამზე და ჩარჩო რელსზე, გვერდით ლიანდაგზე მატარებლის მიღების დროს, განპირობებული მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალების ზრდით, არასწორი დამუხრუჭების შედეგად.

**მეორე მიზეზი** არის ექსპლუატაციაში მყოფი ეკიპაჟების რიცხვის ზრდა ქიმების დაუშვებელი შეჭრით და წამახვილებული წვერით ქიმის ძირში. ამ ორი მიზეზის დამთხვევა განაპირობებს

თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას, კალმის წვერის ზონაში გაცვეთილი ქიმის გაცვეთილ ჩარჩო რელსთან მიუბჯენელ კალმის წვერთან მიწყდომის გამო, ან ცარიელი ვაგონის განტვირთული ურიკის გაუცვეთავი ქიმის შეცოცებას (შეგორებას) გაცვეთილ კალამზე, ან გაცვეთილ ჩარჩო რელსზე, ჩარჩო რელსის წინწაწევის ზონაში.

**მესამე მიზეზი** არის ისრისკენული მიმართულებით მოძრაობის დროს №14,ბ ნახაზზე (თვალი 11,15,16) ნაჩვენები გაცვეთილი თვლების შეხამება კალმის თავის დადაბლებასთან, ჩარჩო რელსის მიმართ 2მმ-ზე მეტად, გაზომილი 50მმ-იან კვეთში. ამ შემთხვევაში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა უფრო შესაძლებელია არა ლიანდის გაბჯენის ხარჯზე, არამედ ცარიელი ვაგონის განტვირთული ურიკის მოპირდაპირე თვლის ქიმის შეცოცებით (ამოწნებით) მოპირდაპირე ჩარჩო რელსზე.

განვიხილოთ კალმების ზონაში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმის დამახასიათებელი რამდენიმე ვარიანტი.

შესასვლელი ისრების ზონაში ავარიული სიტუაციის შექმნის ყველაზე უფრო ტიპური ვარიანტია, გაჭიანურებული დადმართის ბოლოში განლაგებული სადგურის გვერდით ლიანდაგში მატარებლის მიღების დროს, მისი არაპროფესიული დამუხრუჭება. საქმე იმაშია, რომ ასეთ შემთხვევაში სადგურთან მიახლოებისას მატარებლის სიჩქარე მაღალია. თავიდან მემანქანე სიჩქარეს ამცირებს სამატარებლო მუხრუჭით, რათა ისრულ გადამყვანზე (გვერდითი მიმართულებით) შევიდეს დასაშვები სიჩქარის გადაუჭარბებლად. შემდეგ, იმისათვის, რომ არ გაიაროს გასასვლელი წითელი სიგნალი და მატარებელი არ გააჩეროს დროზე ადრე, როცა მატარებლის ბოლო ნაწილი შეიძლება აღმოჩნდეს შესასვლელი ისრის ზღვრული ბოძის ფარგლებს გარეთ, საჭიროა ზუსტი და-



მუხრუჭება სამატარებლო მუხრუჭით, რომელიც ხელეწიფება მხოლოდ გამოცდილ მაღალი კვალიფიკაციის მქონე მემანქანეს. მემანქანეები უმეტეს შემთხვევაში იყენებენ სალოკომოტივო მუხრუჭს, მათ შორის VI პოზიციასაც; მაშინ მოძრავი შემადგენლობის ორსექციან ლოკომოტივთან (სექციაში ექვსი ღერძი, როცა  $P_o \geq 230$  კნ) შემაერთებელ ავტოგადასაბმელში სამუხრუჭე მკუმშავმა ძალამ შეიძლება გადაჭარბოს 500კნ-ს, რაც აღემატება ნორმატივებით დასაშვებს (იხ. ცხრილი №3). ზოგჯერ ასეთ შემთხვევაში გამოუცდელი ან, რაიმე შემთხვევის გამო დაზნეული მემანქანე იყენებს სასწრაფო, ან სრულ სამომსახურო დამუხრუჭებას. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ ვარიანტში ავტოგადასაბმელებში მატარებლის შუა ნაწილში, მათ შორის მატარებლის მეორე ნაწილშიც, წარმოიქმნება გაზრდილი გრძივი მკუმშავი  $F$  ძალები, განპირობებული კინეტიკური ენერგიით, რომელიც წარმოიქმნება შემადგენლობის ბოლოში დაუმუხრუჭებელი ვაგონების მიწოლით დამუხრუჭებულ ვაგონებზე.

ისრულ გადამყვანზე მატარებლის შეკუმშულ მდგომარეობაში მოძრაობის დროს, მისი დამუხრუჭებისას გრძივი მკუმშავი  $F$  ძალის განივი მდგენელი რეალიზდება არა მხოლოდ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში  $e$  და  $d$  ექსცენტრისიტეტების არსებობის (იხ. ცხრილი №6), არამედ ვერტიკალურ სიბრტყეშიც  $\Delta$  ექსცენტრისიტეტის არსებობის გამო (იხ.ნახ.№10 და №15). საშიშია ურეის განტვირთვა  $P_{\Delta_1}$  ძალით, მეზობელი ვაგონების ავტოგადასაბმელების ცენტრების მდებარეობებს შორის სხვაობის შედეგად  $\Delta_1$  (იხ. ნახ.№10,დ) გამოწვეული მეზობელი ვაგონების სხვადასხვა დატვირთულობის და თვლების ფერსოს სხვადასხვა სისქის (ცვეთის გამო) გამო, ასევე  $P_{\Delta_2}$  ძალით ვერტიკალურ სიბრტყეში „თევზის-

ფხური“ სქემით მეზობელი ვაგონების ძარების  $\Delta_2$  სიდიდით გადაფერდების გამო (იხ. ნახ.№10,ე). განტვირთვის ძალების გაანგარიშების შედეგები ოთხდერძიანი ცარიელი ვაგონებისათვის ( $L=12,18\text{მ}$ ,  $l=8,65\text{მ}$ ,  $a=0,87\text{მ}$ ) მოტანილია №7 ცხრილში.

### ცხრილი №7

#### განტვირთვის ძალის სიდიდეები

| $F, \text{კნ}$ | $P_{\Delta_1}, \text{კნ}$ |                          | $P_{\Delta_2}, \text{კნ}$ |                           |                           |
|----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                | $\Delta_1=0,05 \text{ მ}$ | $\Delta_1=0,1 \text{ მ}$ | $\Delta_2=0,02 \text{ მ}$ | $\Delta_2=0,03 \text{ მ}$ | $\Delta_2=0,05 \text{ მ}$ |
| 500            | 14,4                      | 28,8                     | 16,2                      | 24,3                      | 40,5                      |
| 1000           | 28,7                      | 57,5                     | 32,4                      | 48,6                      | 80,9                      |

№7 ცხრილიდან ჩანს, რომ ისრულ გადამყვანზე მატარებლის შეკუმშულ მდგომარეობაში მოძრაობისას, მისი დამუხრუჭების დროს, გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი  $F$  ძალის ზემოქმედებით და მისი გადაცემის ვერტიკალური ექსცენტრისიტეტის  $\Delta_1$  და  $\Delta_2$  არსებობის გამო, ცარიელი ვაგონის ძარიდან ურიკაზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვის სიდიდე მნიშვნელოვნად მცირდება. მაგალითად, დავუშვათ, რომ  $F = 500\text{კნ}$  (რაც დასაშვებია),  $\Delta_1=100\text{მმ}$ ,  $\Delta_2=30\text{მმ}$ , რაც რეალურია, როცა რამდენიმე ცარიელი ვაგონი განლაგებულია სრულად დატვირთულ ვაგონებს შორის, მაშინ ცარიელი ვაგონის ძარიდან ურიკაზე გადაცემული სტატიკური დატვირთვა მცირდება და ტოლია  $\Delta P = 28,8 + 24,3 = 53,1\text{კნ}$ . როცა ტარის წონა ტოლია  $220\text{კნ}$  და ურიკის წონაა  $45\text{კნ}$ , მაშინ ძარიდან ურიკაზე გადაცემული დატვირთვა მცირდება  $65\text{კნ}$ -დან  $11,9\text{კნ}$ -მდე. ეს თითქმის ურიკის მთლიანი განტვირთვაა. ამ დროს ურიკის თვლების ჰორიზონტალური განივი ზემოქმედება ლიანდაგზე, განპირობებული მატარებლის გრძივი მკუმშავი ძალით

$F = 500$  კნ, გორვის საკისრებიანი სატვირთო ვაგონისათვის შეიძლება შეადგენდეს 34,3–50,1 კნ-ს (იხ. ცხრილი №6). აშკარაა რომ, ლიანდაგზე ურიკის თვლების ჰორიზონტალური გვერდითი ზემოქმედების პირობებში, როცა ის თანაბარზომვადია ვერტიკალურ დატვირთვისთან, და მით უმეტეს მეტობის პირობებში, მკვეთრად გაადვილებულია გაცვეთილი ქიმის შეგორება კალმის ტორსზე და გაუცვეთავი ქიმის შეცოცება გაცვეთილ კალამზე. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ტერმინი ქიმის „შეცოცება“ კალამზე ფართოდაა გავრცელებული. მაგრამ, უფრო სწორია მას ეწოდოს ქიმის შეგორება კალმის დახრილ გვერდით ზედაპირზე, კალმის გვერდითი ცვეთის გამო. ბუნებრივია, რომ უდიდესია კალმის გვერდით წახნაგზე ქიმის ხახუნის კოეფიციენტის როლი. რაც მცირეა ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მით უფრო გაძნელებულია ქიმის შეცოცება გაცვეთილ კალამზე, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების  $H/P$  ერთნაირი სიდიდეების ფარდობისას. ამიტომ, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის თავიდან აცილების მიზნით, განსაკუთრებულად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ექსპლუატაციის პროცესში ჩარჩო რელსის და კალმის გაცვეთილი გვერდითი წახნაგების პერიოდულ შეზეთვას იმისათვის, რათა შემცირებულ იქნეს ხახუნის კოეფიციენტი თვლის ქიმსა და რელსის თავის გვერდით წახნაგს შორის, შედეგად შემცირდება მათი ცვეთაც და ვაგონების ამოწმებაც.

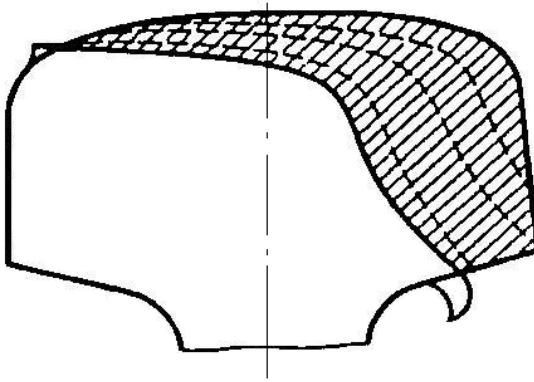
თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმის აღწერილ ვარიანტს გააჩნია ბევრი ქვევარიანტი, რომლიც განისაზღვრება მატარებლების ფორმირების სქემებზე დამოკიდებულებით (ცარიელი და დატვირთული ვაგონების განლაგება), „მოთარეშე“ ურიკების არსებობით, მატარებლის დამუხრუჭების ხასიათით, და რაც

ყველაზე მთავარია, გრძივი მკუმშავი ძალების გადაცემის ექსცენტრისიტეტების  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $e$  და  $\delta$  მნიშვნელობით, ასევე ქიმების ძირში შენაჭრების და ქიმებზე წამახვილებული ნაკეჭნების არსებობით. ყველა ჩამოთვლილი ქვევარიანტი შეიძლება იქნეს გაანალიზებული 21–23 ფორმულების გამოყენებით, ზემოთ აღწერილი ახალი და გაცვეთილი თვლის კონტაქტირების შესაძლო პირობებით გაცვეთილ ჩარჩო რელსთან და კალამთან.

კალმების ზონაში ავარიული სიტუაციის შექმნის ტიპურ ვარიანტად ითვლება მნიშვნელოვნად გაცვეთილ ფერსოიანი (ნაზოლებგარბტყელებული) თვლის (იხ. ნახ. №14, ბ. თვალი 14 და 15) ისრისკენული მიმართულებით სვლა, ჩარჩო რელსის მიმართ კალმის თავის დადაბლების შემთხვევაში 2მმ-ზე მეტად გაზომილი 50მმ-იან კვეთში. ამ შემთხვევაში გართულებულია კალამთან შედარებით ამაღლებული ჩარჩო რელსის თავზე ასეთი ნაზოლებგარბტყელებული თვლების შეცოცება. ამ დროს ხდება ან ლიანდის გაბჯენა, რაც ისრის ფარგლებში გართულებულია ჩარჩო რელსის საყრდენების არსებობის გამო, ან თვლის ქიმის შეცოცება მოპირდაპირე ჩარჩო რელსის თავზე. ბოლო ვარიანტი ყველაზე უფრო შესაძლებელია, როცა ხდება აღნიშნულ ჩარჩო რელსზე თვლების გაძლიერებული გვერდითი ზემოქმედების დამთხვევა, განპირობებული მატარებელში დაუშვებელი გრძივი შეკუმშვის ძალების წარმოქმნით, მისი დამუხრუჭებისას და ურიკების განტვირთვით.

№23 ნახაზზე ნაჩვენებია ახალი P65 ტიპის რელსის ცვეთა (დაშტრიხული ნაწილი) მცირერადიუსიან მრუდებში. რელსის ცვეთის პროფილის ფორმები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთნაირი გვერდითი ცვეთის და ფიქსირებული წერტილების შემთხვევაშიც კი. განსხვავება გამოწვეულია იმით, რომ რელსების დახრილობა არა მარტო სხვადასხვა მრუდში განსხვავდება ერთმანეთისაგან,

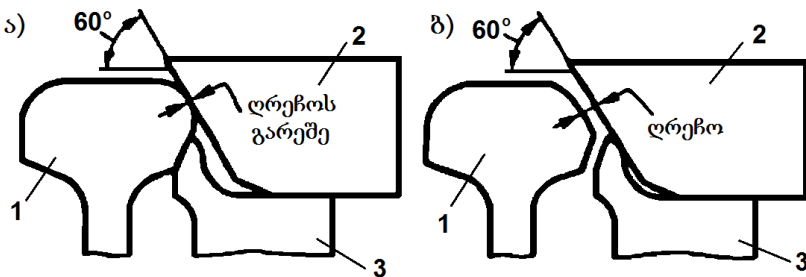
არამედ ერთი მრუდის ფარგლებშიც, განსაკუთრებით ხის შპალე-  
ბიან უბნებზე.



*ნახ. №23. სხვადასხვა მრუდში დაფიქსირებული P65 ტიპის რელსის თავის  
ცვეთის ფაქტიური ფორმები.*

ჩარჩო რელსის და კალმის ცვეთის ფორმა დაახლოებით ისეთი-  
ვეა, როგორიც გააჩნია მრუდეებში განლაგებულ გარე რელსს, მაგრამ  
დასაშვები გვერდითი ცვეთის სიდიდე გაცილებით ნაკლებია.  
სპეციფიკურია, აგრეთვე, ისიც, რომ ჩარჩო რელსთან ერთად იცვი-  
თება კალამიც, განსაკუთრებით კალმის წვერიდან იმ კვეთამდე,  
სადაც კალმის თავის სიგანე შეადგენს 20მმ-ს. როგორც ცნობილია,  
P65 ტიპის ისრული გადამყვანებისათვის ლიანდის სიგანით  
1524მმ და 1520მმ, შესაბამისად შეადგენს 2056მმ-ს და 2147მმ-ს  
სწორხაზოვანი კალმებისათვის და 2486მმ-ს და 2953მმ-ს მრუდხა-  
ზოვანი კალმებისათვის. მოძრავი შემადგენლობის ისრულ გადამ-  
ყვანებზე, ისრიდანული მიმართულებით, უსაფრთხო მოძრაობის  
უზრუნველყოფის მიზნით გათვალისწინებულია ჩარჩო რელსის  
თავის გვერდითი წახნაგით კალმის შეფარვის ზონის KOP შაბლო-  
ნით (კალმისა და რელსის კონტროლი) შემოწმება (ნახ. №24). შემოწ-  
მება ხდება კალმის წვერში და კალმის წვეროდან 200მმ-ის დაშო-

რებით. ღრეჩოს არსებობისას KOP შაბლონის დახრილ წახნაგსა და ჩარჩო რელსის თავს შორის ჩატარებულ უნდა იყოს გადაუდებელი ღონისძიებები, აღნიშნული ღრეჩოს ლიკვიდაციის მიზნით. უნდა აღმოიფხვრას კალმების მიუბჯენლობა ჩარჩო რელსთან და ბუნიკების ბალიშებთან ან უნდა გასწორდეს კალმის პროფილი მოხეხვით, დადგენილი მითითებების შესაბამისად.

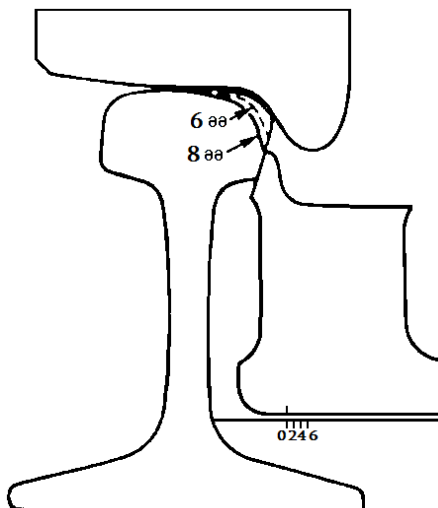


*ნახ.№24. KOP შაბლონის გამოყენების სქემა: ა - კალმის დასაშვები მდებარეობა ჩარჩო რელსის მიმართ, ბ - დაუშვებელი მდებარეობა, 1 - ჩარჩო რელსი, 2 - KOP შაბლონი, 3 - კალამი.*

თუ ჩატარებული ღონისძიებები ვერ უზრუნველყოფს ღრეჩოს ლიკვიდაციას შაბლონსა და ჩარჩო რელსის თავს შორის, მაშინ კალამი და ჩარჩო რელსი უნდა შეიცვალოს ერთდროულად. კალმისა და ჩარჩო რელსის ნორმალური ურთიერთმდებარეობის დროს KOP შაბლონსა და კალმის თავს შორის უნდა იყოს ღრეჩო (იხ. ნახ.№24,ა).

№25 ნახაზზე ნაჩვენებია P65 ტიპის ჩარჩო რელსის თავის ცვეთის ტიპური ფორმა 6მმ და 8მმ გვერდითი ცვეთით, კალმის წვეროს ზონაში. ამ ნახაზიდან ირკვევა, რომ კალმის წვეროს ზონაში ჩარჩო რელსის გვერდითი ცვეთისას, 6მმ-ს ჩათვლით ახალი (გაუცვეთავი) კალმის შეფარვაც კი უზრუნველყოფილია KOP შაბლონით შემოწმებისას ჩარჩო რელსის თავის ქვეშ. ექსპლუატაციის

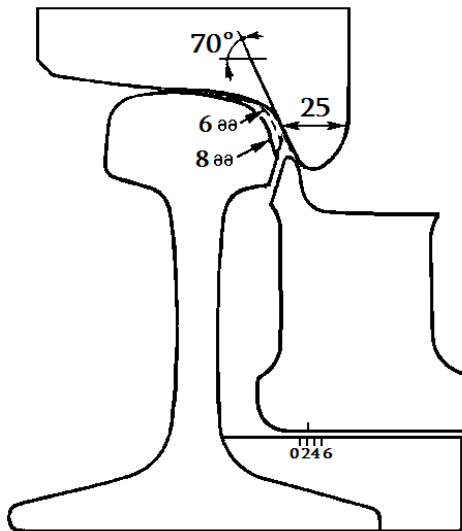
პროცესში ჩარჩო რელსის თავის ცვეთასთან ერთად ცვდება კალმის წვეროს თავის გვერდით წახნაგიც. ამიტომ, თუ შემდგომში, არ შევცვლით მხოლოდ მარტო გაცვეთილ კალამს და დავტოვებთ გაცვეთილ ჩარჩო რელსს ან რაიმე მიზეზით ნახტომისებურად არ გავზრდით ღრეჩოს კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის (დასაშვებ ფარგლებშიც კი), მაშინ KOP შაბლონით შემოწმებისას, კალმის წვეროს შეფარვა ჩარჩო რელსის თავის ქვეშ უზრუნველყოფილი იქნება ჩარჩო რელსის ისეთი გვერდითი ცვეთის დროსაც, რომლის მნიშვნელობაც მნიშვნელოვნად აღემატება ნორმატივით დადგენილს (6მმ).



**ნახ. №25. ვაგონის ახალი თვლის კონტაქტირება ჩარჩო რელსთან კალმის წვეროს ფარგლებში.**

მაგრამ, KOP შაბლონის გვერდითი წახნაგის დახრა, რომელიც ტოლია 60°-ის, შეესაბამება მხოლოდ ვაგონის ახალი (გაუცვეთავი) თვლის ქიმის დახრას. როგორც №14 ნახაზიდან ჩანს ექსპლუატაციის პროცესში ცვეთისას თვლის ქიმის დახრა იზრდება. ამიტომ,

რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების დადგენისას საჭიროა გაიზომოს რელსებიდან ჩამოსული თვლების ქიმის ზემოთ აღნიშნული დახრა და დადგინდეს მარჯვენა და მარცხენა თვლების ქიმების სისქეთა სხვაობა, რელსებიდან ჩამოსული თითოეული წყვილთვალისათვის. თუ ჩარჩო რელსის თავის გვერდითი ცვეთა კალმის წვეროსთან არ აღემატება 6მმ-ს, მაშინ თვლის უსაფრთხო გავლა ქიმის მინიმალურად დასაშვები სისქით (25მმ, ანუ მაქსიმალური ცვეთით) უზრუნველყოფილია ქიმის არა მარტო 70°-იანი დახრის დროს (ნახ.№26), არამედ 80°-იანი დახრის დროსაც (ნახ.№27), თუ ჩარჩო რელსი და კალამი ახალია და კალამი მჭიდროდ ებჯინება ჩარჩო რელსს.



*ნახ.№26. ვაგონის გაცვეთილი თვლის (ქიმის 70°-იანი დახრის კუთხით) კონტაქტირება გაცვეთილ ჩარჩო რელსთან (გვერდითი ცვეთა 6 მმ) კალმის წვეროს ფარგლებში.*

მოტანილი ნახაზებიდან ჩანს, რომ P65 ტიპის ისრულ გადაყვანზე გაუცვეთავთვლიანი (ქიმის დახრის კუთხე ტოლია 60°-ის)



ზღვრულად გაცვეთილთვლიანი (ქიმის სისქე 25 მმ, ქიმის დახრის კუთხე ტოლია 70<sup>0</sup>-ის) ვაგონების ისრიდანული მიმართულებით მოძრაობისას, როცა ჩარჩო რელსის თავის გვერდითი ცვეთა კალმის წვეროსთან შეადგენს 8 მმ-ს და კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის მიუბჯენელობა აღემატება 2 მმ-ს, შეიძლება შეიქმნას ავარიული სიტუაცია, თვლის ქიმის კალმის ტორსზე შეცოცების გამო. როცა ზღვრულად გაცვეთილი ქიმის (სისქით 25 მმ) დახრილობა ტოლია ან აღემატება 80<sup>0</sup>-ს და კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის მიუბჯენელობა ტოლია, ან აღემატება 2 მმ-ს, ავარიული სიტუაცია შეიძლება შეიქმნას, კალმის წვეროსთან ჩარჩო რელსის 6 მმ სიდიდის გვერდითი ცვეთის გამოც კი. ამიტომ, მკაცრი ყურადღება უნდა მიექცეს, რათა დროულად იქნას გაჩარხული თვლები,

ქიმის დახრის ნორმალურ სიდიდემდე მიყვანით. რამდენადაც ექსპლუატაციის პროცესში თვლები ქიმების ასეთი სახის ჩაჭრით მაინც გვხვდება, ამიტომ, მელიანდაგებმაც ყველაფერი უნდა გააკეთონ, რომ არ მოხდეს გაცვეთილი ქიმის აცოცება ან შეგორება კალამზე.

ქიმის კალამზე აცოცების ან შეგორების გამო, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

1. ჩარჩო რელსისა და კალმის გვერდითი წახნაგების რეგულარულად შეზეთვა, კალმის წვეროდან 2-3 მეტრის მანძილზე, ორთავე მხარეს. ეს ადვილი გასაკეთებელია და მეტად ეფექტურია იმიტომ, რომ ერთდროულად წყვეტს ორ პრობლემას: პირველ რიგში, ჩარჩო რელსისა და კალმის სამსახურის ვადის ორ-სამჯერ გახანგრძლივების საშუალებას გვაძლევს, გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის მკვეთრად შემცირების გამო; მეორე რიგში, მცირდება ხახუნის კოეფიციენტი თვლის ქიმსა და ჩარჩო რელსსა და კალმის გვერდით წახნაგებს შორის, ამის გამო მკვეთრად მცირდება თვლის ქიმის გაცვეთილ ჩარჩო რელსზე და გაცვეთილ კალამზე შეცოცების შესაძლებლობა, ცარიელი ვაგონის განტვირთული ურიკის ამოწნებისას.

2. ჩარჩო რელსის დაუყოვნებლივი შეცვლა, როგორც მეტად დეფექტურის, თუ მისი თავის გვერდითი ცვეთის სიდიდე კალმის წვეროსთან აღწევს ნმმ-ს. თუ კალმის წვეროს ზონაში P65 ტიპის ჩარჩო რელსის გვერდითი ცვეთა ნაკლებია ნმმ-ზე, ხოლო ჩარჩო რელსის წინწაწევის ზონაში (ჩარჩო რელსის პირაპირსა და კალმის წვეროს შორის) რომელიმე ადგილზე მიაღწია ნმმ-ს, მაგრამ ამასთან ერთად KOP შაბლონით შემოწმებისას კალმის წვეროს შეფარვა

ჩარჩო რელსის თავის ქვეშ უზრუნველყოფილია, მაშინ ასეთი ჩარჩო რელსი და კალამი უნდა შეიცვალოს გეგმიურად.

3. კალამსა (კალმის წვეროსთან) და ჩარჩო რელსს შორის ღრეჩოს ლიკვიდაცია და ასეთი ღრეჩოს წარმოშობის დაუშვებლობა, მათ შორის გარეგანი შემრთველის გამოყენებითაც.

4. გაცვეთილი კალმების პროფილის დროული გასწორება, დადგენილი ინსტრუქციების შესაბამისად.

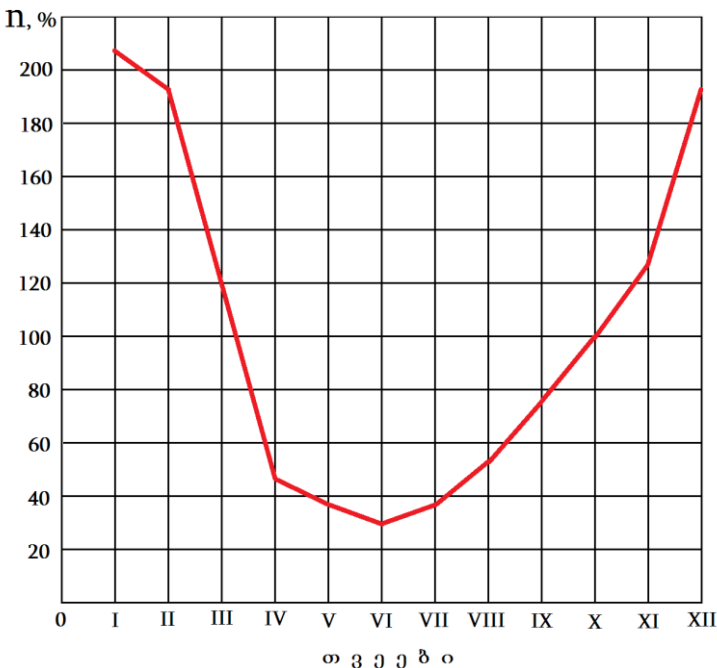
5. კალმის თავის დადაბლების დაუშვებლობა ჩარჩო რელსის მიმართ 2მმ-ზე მეტად, გაზომილი 50მმ-იან და უფრო მეტ კვეთში.

## **5. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი რელსების გატეხვის შემთხვევაში**

საქართველოს რკინიგზაზე მთავარ ლიანდაგებში ჩაგებულია მსოფლიოში ყველაზე უფრო მტკიცე რელსები, ეგრეთწოდებული ვარდისფერი სიმტკიცით (წინააღობის მომენტიტით, ინერციის მომენტით, მასალის დრეკადობის მოდულით და საშუალო გრძივი მასით). ამ მაჩვენებლებით, ასევე შპალების განლაგების სიხშირით და შპალის ქვეშ ღორღის ბალასტის სისქით, ლიანდაგის სიმტკიცე საქართველოს რკინიგზაზე გაცილებით მაღალია, ამერიკის და კანადის რკინიგზებთან შედარებით, სადაც დასაშვები ღერძული დატვირთვები და მატარებლების საშუალო მასა 1,5-ჯერ მეტია. დენადობის ზღვარზე გაანგარიშებისას თანამედროვე P65 ტიპის რელსებს გააჩნიათ, როგორც მინიმუმ, ათჯერადი სიმტკიცის მარაგი დადგენილი სიჩქარეებით წესიერული ტიპური მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობის შემთხვევაში. მაგრამ საქართველოს რკინიგზაზე მაინც ხდება რელსების გატეხვა, მთავარ ლიანდაგებზე მატა-

რებლების მოძრაობის ქვეშ. საბედნიეროდ, უმეტეს შემთხვევებში (დაახლოებით 98%), ზემოთ აღნიშნული დაზიანებები დროულად გამოვლინდება და არ იწვევს რელსებიდან თვლების ჩამოსვლას. მაგრამ, რელსების ტეხვის დაახლოებით 1-2% იწვევს რელსებიდან თვლების ჩამოსვლას. სანამ, განვიხილავდეთ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მექანიზმს მოვიყვანოთ პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში რელსების მწყობრიდან გამოსვლის სტატისტიკას.

მატარებლის ქვეშ რელსების გატეხვის დაახლოებით 70% ხდება ზამთარში (ნახ.№28) ჰაერის უარყოფითი ტემპერატურის დროს და მხოლოდ 30% - დადებითი ტემპერატურის დროს.



**ნახ.№28. პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში მატარებლის ქვეშ რელსების გატეხვის შემთხვევების  $n$  განაწილება თვეების მიხედვით პროცენტებში წლის განმავლობაში საშუალოთვიური მნიშვნელობის მიხედვით.**

რაც უფრო მკაცრია ზამთარი, მით მეტია რელსების ტეხვა. გატეხვის 60%-ზე მეტი ხდება მაშინ, როცა გატარებული ტონაჟი აღემატება 350 მლნ.ტონა ბრუტოს. სამსახურებრივი გამოძიებების მონაცემებით სალიანდაგო მიზეზებით მარცხისა და ავარიების შემთხვევების 25% გამოწვეული იყო რელსების გატეხვით.

მაშინ, რატომ ტყდება მატარებლის ქვეშ ისეთი მტკიცე P65 ტიპის რელსები, რომელთაც გააჩნიათ ათჯერადი სიმტკიცის მარაგი?

იმისათვის, რათა ლიანდაგში გავტეხოთ P65 ტიპის რელსი დეფექტურობის 79-ე ნახატი, საჭიროა თვლიდან გადაცემული დატვირთვა აღემატებოდეს 200ტმ-ს, რაც წესიერული მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობის ნორმალური რეჟიმის შემთხვევაში, რამდენიმე ათეულჯერ აღემატება რეალურად მოქმედ ძალებს. ამიტომ, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის (მარცხი ან ავარია) მიზეზების გამოძიებისას არავითარ შემთხვევაში არ უნდა იყოს განხილული უდეფექტო P65 ტიპის რელსის გატეხვა დეფექტურობის 79-ე ნახატი, როგორც თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი. საჭიროა ნაპოვნი იქნეს მიზეზი, თუ რატომ წარმოიქმნა ასეთი (ათეულჯერ აღემატება ნორმალურს) ძალა, რომელმაც გამოიწვია რელსის გატეხვა. სამწუხაროდ, რიგ შემთხვევაში, მარცხის ან ავარიის მიზეზად ასახელებენ უდეფექტო რელსის გატეხვას დეფექტურობის 79-ე ნახატი.

არც თუ იშვიათია რელსის გატეხვა მატარებლის ქვეშ უპირაპირო სარელსო გადაბმებში 69.2 დეფექტით (კოროზიულ-დაღლილობითი ბზარი რელსის ფუძის შუა ნაწილში, რეზინის ან ხის რელსქვეშა საფენებთან ხანგრძლივი კონტაქტის ზონაში). ასეთი სახის გატეხვა არ ხდება ომბოხური მიმაგრების უბნებზე, სადაც საფენები არ არის განლაგებული რელსსა და ქვესადებს შორის. ასევე, რელსების ასეთი სახით გატეხვა არ ხდება საშპალო ყუთის

ფარგლებში, უპირაპირო ლიანდაგის უბნებზეც. ასეთი გატეხვის უმეტესობა ხდება ვერტიკალურ კვეთში და მხოლოდ რელსის ფუძესა და ქვესადებს შორის მოთავსებულ საფენის თავზე ისე, რომ ზოგჯერ კლემა გადაფარავს გატეხვის ადგილს. ამიტომ, რელსებიდან თვლის ჩამოსვლა უპირაპირო სარელსო გადაბმების 69.2 დეფექტით გატეხვის გამო, როგორც წესი არ ხდება.

ყველაზე ხშირად (ყველა გატეხვის დაახლოებით 30%) რელსების გატეხვა ხდება პირაპირებში 52.1 და 53.1 დეფექტებით. ასეთი გატეხვის დაახლოებით 80% ხდება ზამთარში უარყოფითი ტემპერატურის დროს. ამასთან, ასეთი გატეხვების დაახლოებით ნახევარი ხდება დადლილობითი ბზარების არ არსებობისას (ნახ.№29, ა,გ), ხოლო ნახევარი - ასეთი ბზარების არსებობისას, ძირითადად პირველ საჭანჭიკო ნახვრეტთან (ნახ.№29, ბ). დეფექტოსკოპური საშუალებებით ასეთი დადლილობითი ბზარების გამოვლენა ყოველთვის ვერ ხდება, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ბზარი განლაგებულია საჭანჭიკე ნახვრეტის ზონაში. ბუნებრივია, რომ რელსის გატეხვა ყელში საჭანჭიკე ნახვრეტებთან ან ტორსთან, დადლილობითი ბზარების არსებობისას, ან რელსის პირდაპირ გატეხვა (დადლილობითი ბზარების არ არსებობისას) ხდება არა ცარიელი ვაგონების თვლების ქვეშ, არამედ თვლების ქვეშ მაქსიმალური დინამიკური დატვირთვით. ასეთ (კრიტიკულსზედა) დინამიკურ დატვირთვას, როგორც წესი, იწვევს ცოცია სრულად დატვირთული ვაგონების ქვეშ, განსაკუთრებით ზამთარში, როცა სარელსო საფუძვლის სიხისტე გაცილებით მეტია, ვიდრე ზაფხულში. №30 ნახაზზე ნაჩვენებია P65 ტიპის რელსის გატეხვა 53.1 დეფექტით, რომელმაც გამოიწვია რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა.

ა)



ბ)



გ)



*ნახ.№29. რელსების დამახასიათებელი ტეხვები პირაპირის ფარგლებში.*



*ნახ.№30. P65 ტიპის რელსის გატეხვა 53.1 დეფექტით, რომელმაც გამოიწვია რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა.*

რელსის გატეხვა დაიწყო პირველ საჭანჭიკე ნახვრეტთან განლაგებული დაღლილობითი ბზარებისაგან. ბზარის სიგრძე იყო 14მმ. ამერიკის და კანადის რკინიგზებზე (სადაც ღერძული დატვირთვები დაახლოებით 1,5-ჯერ მეტია ვიდრე პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში) რელსებში ასეთი ბზარების არსებობისას (ამ ქვეყნებში გამოყენებული რელსები წონით დაახლოებით მიესადაგება P65 ტიპის რელსს) დასაშვებია მატარებლების გაშვება 48კმ/სთ-მდე სიჩქარით. ცხადია, მოცემულ შემთხვევაში გატეხვის მიზეზი იყო თვლების გაზრდილი (კრიტიკულსზედა) დინამიკური ზემოქმედება რელსზე. დაბალ ტემპერატურაზე ასეთი ზემოქმედების შედეგად, როცა სარელსო ფოლადის სიბლანტის კოეფიციენტის მნიშვნელობა შემცირდა, მოხდა რელსის ყელის წყვეტა პირველ საჭანჭიკო ნახვრეტთან და რელსის თავის ამოტეხა ტორსიდან მეორე საჭანჭიკე ნახვრეტამდე. რელსის დანარჩენი ნაწილისაგან მოცილების შემდეგ, ზემოთ აღნიშნული რელსის თავის ნაწილს ყელის ზედა ნაწილთან ერთად, გარკვეული დროით, აკავებს ზესადებები და არის თავის ადგილზე. მხოლოდ თვლის ქიმის გაძლიერებულ გვერდით ზემოქმედებას შეეძლო აღნიშნული რელსის ნაჭრის ამოგდება თავისი ადგილიდან ლიანდის გარეთ.

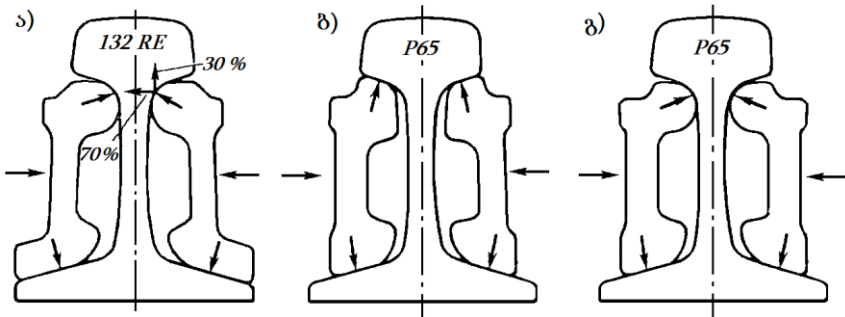
ამის შემდეგ, დარჩენილი რელსის თავზე თვლის ძლიერი დინამიკური დარტყმის შედეგად დაიწყო მისი მრავალ ნაწილებად დაშლა და შედეგად, თვლების ჩამოსვლა რელსებიდან.

რატომ ხდება რელსების გატეხვა პირაპირებში 52.1 და 53.1 დევექტებით?

განვითარებული ქვეყნების რკინიგზებზე (პირველ რიგში აშშ და კანადაში) გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან დაიწყეს და 70-იან წლებში მთლიანად გადავიდნენ რელსის ყელის ზედა ნაწილზე სახსრული დაყრდნობის მქონე საპირაპირო ზესადებების



(სახსრული ტიპის ზესადებები) წარმოებაზე. №31,ა ნახაზზე ნაჩვენებია ყველაზე ფართოდ გავრცელებული სარელსო პირაპირის თანამედროვე ამერიკული კონსტრუქცია 132RE ტიპის რელსებისათვის სახსრული ტიპის ზესადებებით, მათთან ადრე და ამჟამად ჩვენ რკინიგზებზე გამოყენებული სარელსო პირაპირის კონსტრუქცია, განსოლვილი ტიპის ზესადებებით (ნახ.№31,ბ).



**ნახ.№31. სარელსო პირაპირის სახსრული (ა,გ) და განსოლვილი (ბ) ტიპის კონსტრუქცია.**

ამ კონსტრუქციების პრინციპიალური განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ სახსრული ტიპის ზესადებებში საპირაპირო ქანჭიკების მოჭერის ძალვის დაახლოებით 70% გადაეცემა რელსის ყელის ზედა ნაწილის ჰორიზონტალურ შეკუმშვაზე, ხოლო 30% - გაჭიმვაზე. სოლისებრ ზესადებებში კი აღნიშნული ძალები 100%-ით მიემართება რელსის ყელის ვერტიკალურ გაჭიმვაზე. თეორიული და ექსპერიმენტული გაანგარიშების შედეგებმა გვიჩვენა, რომ საპირაპირო ქანჭიკების მოჭერა ძალვით, რომელიც არ აღემატება ამჟამად მოქმედ ნორმატივებს (250ნმ და 600ნმ), იმ შემთხვევაში, როცა შესაპირაპირებელი რელსების და ზესადებების ბოლოების გეომეტრული ზომები შეესაბამება მათ ნომინალურ მნიშვნელობებს (დაშვების გარეშე), მაშინ სამონტაჟო ვერტიკალური გამჭიმვი ძაბვა რელსის ყელში არ აღემატება გამძლეობის

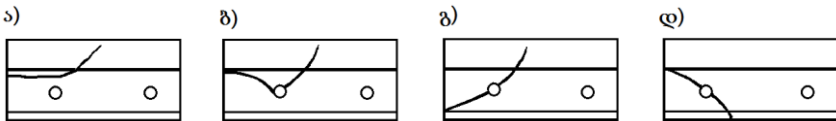
ზღვარს. მათი ნომინალური ზომებიდან დასაშვები გადახრების არაყელსაყრელი შეხამების პირობებშიც კი სამონტაჟო ძაბვის სიდიდემ შეიძლება არც გადაამეტოს დასაშვებს (შესაპირაპირებელი რელსების ყელის სიმაღლეთა სხვაობა მეორე ხარისხის რელსების შემთხვევაში 3,2მმ, ხოლო პირველი ხარისხის რელსების შემთხვევაში 1,6მმ, რელსების ბოლოების ჩაზნექილობა ქვევით 1მმ-მდე და ზესადებების ამოზნექილობა ზევით 1მმ-მდე).

რეალურ პირობებში კი ადგილი აქვს შესაპირაპირებელი რელსების და ზესადებების ბოლოების გეომეტრიული ზომებიდან დასაშვებზე მეტი სიდიდით გადახრას. მიზანშეწონილად იქნა მიღებული МИИТ-ის რეკომენდაციები მაღალი სიმტკიცის ჭანჭიკების გამოყენების შესახებ და მათი დაჭერა ძალვით 1000 – 1200მმ. ასეთ შემთხვევაში სოლისებრი ზესადებების გამოყენებისას ვერტიკალურმა გამჭიმმა ძაბვამ რელსის ყელში, ტორსთან (ყელის დადაბლებული სიმაღლის შემთხვევაში) და პირველ საჭანჭიკო ნახვრეტთან შეიძლება მიაღწიოს სარელსო ფოლადის დენადობის ზღვარს. ასეთ პირობებში ექსპლუატაციის პროცესში რელსის ყელის დაღლილობითი ვერტიკალური წყვეტა გარდაუვალია. მცირე რადიუსიან მრუდებში რელსების სამონტაჟო გაღუნვა პირაპირებში ჰორიზონტალურ სიბრტყეში ხდება ზესადებების საშუალებით. გეგმაში ზესადების დაყენების წინ პირაპირში არის კუთხე. ამ კუთხის ლიკვიდაცია ხდება ზესადებების საშუალებით. საპირაპირე ჭანჭიკების ქანჩების დაჭერისას, გარე ძაფის გარე ზესადები და შიდა ძაფის შიდა ზესადები ახდენენ სარელსო უბის განსოლვას ზესადების შუა ნაწილით, ანუ რელსების ტორსთან, ხოლო მოპირდაპირე ზესადებები - თავისი ბოლოებით.

სოლისებრი საპირაპირო ზესადების კონსტრუქციას გააჩნია ნაკლოვანებები, რომლებიც კიდევ უფრო აძლიერებს რელსის ყელის

გადამეტებულ დამაბვას, ზესადების ზონაში შესაპირაპირებელი რელსების და ზესადებების ბოლოების გეომეტრიული ზომებიდან ნომინალურზე მეტი სიდიდით გადახრის შემთხვევაში. აღნიშნული გადახრების შეხამების მრავალფეროვნება ზესადების ზონაში განსაზღვრავს რელსის ყელის დადლილობითი წყვეტის ფორმას.

მომიჯნავე შესაპირაპირებელი რელსთან (დეფექტი 52.1) შედარებით ნაკლები სიმაღლის მქონე ყელის წყვეტის ტიპური ფორმა, სოლისებრი ზესადებების შემთხვევაში ნაჩვენებია №32,ა ნახაზზე.



**ნახ.№32. პირაპირში რელსების გატეხვის ფორმები.**

ხანდახან აღნიშნული მიზეზით ხდება რელსის ყელის დადლილობითი გაწყვეტა №32,ბ ნახაზზე ნაჩვენები ფორმით. ასეთი წყვეტა უკვე მიეკუთვნება 53.1 დეფექტს. რელსის ყელის დადლილობითი წყვეტის ყველაზე უფრო გავრცელებული და დამახასიათებელი ფორმა, რელსის ბოლოს ჩაზნექილობის არსებობისას, ნაჩვენებია №32,გ ნახაზზე, ხოლო №32,დ ნახაზზე, რელსის ყელის დადლილობითი წყვეტის ფორმა რელსის ბოლოს ამოზნექილობის არსებობის დროს.

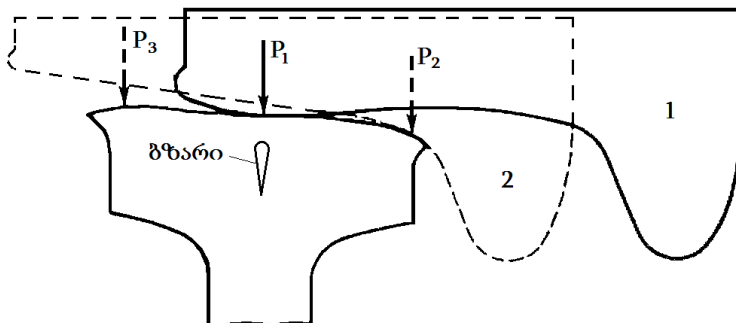
პირაპირებში ლიანდაგის საიმედოობის ამაღლება შესაძლებელია რელსის ყელში ვერტიკალური გამჭიმვი ძაბვის შემცირებით ზესადებების და რელსის ბოლოების სწორხაზოზნობრიობის ამაღლების შედეგად, ასევე შესაპირაპირებელი რელსების ყელის სიმაღლის ნომინალური მნიშვნელობებიდან გადახრების შემცირებით. ამ ღონისძიებების რეალიზება შესაძლებელია მეტალურგიულ საწარმოებში. მაგრამ, მათ რეალიზებამდე აუცილებელია გამოძებ-

ნილ იყოს ზესადებების ზონაში, რელსის ყელში გამჭიმვი ვერტიკალური ძაბვის შემცირების სხვა ტექნიკური გადაწყვეტილებები.

საპირაპირე ზესადებების ზონაში რელსის ყელის დადლილობითი წყვეტის გამო, პირაპირებში რელსის გატეხვის თავიდან აცილების მიზნით და პირაპირების სტაბილურობის ასამაღლებლად, გამოყენებულ უნდა იყოს მაღალი სიმტკიცის ჭანჭიკები, ახალი კონსტრუქციის სახსრული ტიპის ექსნახვრეტიან საპირაპირე ზესადებებში P65 ტიპის რელსებისათვის (ნახ.№31,გ). ასეთი ზესადებების კონსტრუქცია და ტექნიკური პირობები უკვე დამუშავებულია. დამზადებულია და გამოცდილია საცდელი პარტია. გამოცდის შედეგები დადებითია. აღნიშნულ ზესადებებზე რელსის ყელში სამონტაჟო გამჭიმვი ძაბვა შემცირდა 2,5-ჯერ, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან იქნეს აცილებული რელსების გატეხვა პირაპირებში 52.1 და 53.1 დეფექტებით.

რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის გავრცელებული და ყველაზე ტიპური მიზეზია რელსების გატეხვა მრუდის შიდა ძაფზე (მათ შორის გადასასვლელ მრუდშიც) ექსპლუატაციის პროცესში, რელსის თავში გრძივი ვერტიკალური დადლილობით ბზარების (დეფექტი 30.ვ) წარმოშობის შედეგად, რომლის წარმოშობის და განვითარების მიზეზები ნათლად ჩანს №33 ნახაზზე. მცირერადიუსიან მრუდებში მოძრაობისას, თვლების უმრავლესობა ქიმებით მიბჯენილია გარე სარელსო ძაფის თავზე (თვალი 2). შიგა ძაფზე თვალი რელსთან კონტაქტირებს, ძირითადად, თვალი 1 სქემით, რაც იწვევს ლითონის გაძლიერებულ ცივჭედვას, რელსის თავის შუა ნაწილში.

ამასთან, ლითონის სიმაგრე რელსის თავის შუა ნაწილში 3-8მმ-ის სიღრმეზე მკვეთრად იზრდება და წარმოქმნის ნარჩენ მკუმშავ ძაბვას, ხოლო უფრო დიდ სიღრმეზე - მათ გამაწონასწორებელ ნარჩენ გამჭიმ ძაბვას.



**ნახ. №33. რელსის გატეხვა 30.ვ. დეფექტით (რელსის თავის შიდა ნაწილის მოტეხვა).**

რამდენადაც ნაწილი თვლების ზემოქმედებს შიდა რელსის თავზე იმ ადგილებში, სადაც ნაჩვენებია  $P_2$  და  $P_3$  ძალა, რაზედაც მეტყველებს ლითონის ციკქედვა (ქუდი) რელსის თავის შიდა და გარე წახნაგზე. ამ შემთხვევაში რელსის თავის ორივე ნახევარი მუშაობს როგორც კონსოლი, რაც იწვევს დამატებით ციკლურ გამჭიმ ძაბვას, რელსის თავში ცივნაჭედი ფენის ქვეშ, სადაც გარკვეული რაოდენობის ტონაჟის გატარების შემდეგ იქმნება შინაგანი დაღლილობითი ზზარი (დეფექტი 30.ვ). ბუნებრივია, რომ ასეთი ზზარები უწრთობ რელსებზე გაცილებით უფრო ადრე წარმოიშობა და შეიძლება გააჩნდეთ მნიშვნელოვანი სიგრძე. დაფიქსირებულია შემთხვევები, როცა მრუდის შიგა ძაფზე დეფექტის სიგრძემ მიაღწია 70 მეტრს. სარელსო გადაბმების გადახერხვამ გამოავლინა ის ფაქტი, რომ ზზარი გადიოდა შედუღებულ პირაპირებშიც.

რუსეთის რკინიგზაზე 638მ რადიუსის მქონე მრუდის შიდა ძაფზე 563 მლნ. ტონა ბრუტო ტვირთის გატარების შემდეგ, რელსის თავის სიგანემ მიაღწია 86მმ-ს, 6მმ ვერტიკალური ცვეთის შემთხვევაში. რელსის თავის ზედაპირიდან 15მმ-ის სიღრმეზე წარ-

მოიშვა 1-4მმ სიმაღლის ვერტიკალური ბზარი (დეფექტი 30.ვ) სიგრძით 30სმ. ბზარი გადანაცვლებული იყო რელსის თავის ვერტიკალური ღერძიდან 8-14მმ-ით, მუშა წახნაგის მხარეს. მოხდა რელსის თავის შიდა ნაწილის ჩამოტეხა და შედეგად რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა.

სატვირთო მატარებლის მრუდში ( $R=301\text{მ}$ ) მოძრაობის დროს ჩამოტყდა შიდა რელსის თავის შიდა ნაწილი და რელსებიდან ჩამოვიდა მე-17-ე ვაგონის პირველი ურიკა (მეორე ურიკა დარჩა რელსებზე). შემდეგ ვაგონების გარკვეული ჯგუფი ჩამოვიდა რელსებიდან, მაგრამ მატარებლის ბოლო 18 ვაგონი დარჩა რელსებზე. ექსპერტების დასკვნით მოცემულ შემთხვევაში შიდა რელსის თავის შიდა ნაწილის ჩამოტეხვა არ იყო რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზი. მიზეზი იყო ნორმატულზე მეტი სიდიდის გრძივი ძალების წარმოქმნა მატარებელში, მისი დამუხრუჭების დროს.

რელსის თავზე „მოთარეშე ურიკის“ თვლების ქიმების გაზრდილი გვერდითი ზემოქმედება, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვის ნორმატულზე მეტი სიდიდის ძალებით, მისი დამუხრუჭების დროს, როგორც შემთხვევაში იწვევს რელსების გატეხვას იმ ადგილებში, სადაც რელსის თავის მუშა მომრგვალების ზონაში არსებობს განივი შინაგანი დაღლილობითი ბზარები. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზი, სამსახურებრივი გამოძიების დროს ზოგიერთი ხელმძღვანელი რელსის თავის, ურიკის გვერდულების ან რესორსზედა კოჭის გატეხვის ზედაპირზე დაღლილობითი შინაგანი ბზარების გამოვლენისას, დაჟინებით ამტკიცებს, რომ სწორედ ეს ბზარი (მიუხედავად მისი ზომებისა) არის რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზი (მარცხი ან ავარია). პროფესიული თვალსაზრისით საკითხისადმი ასეთი

მიდგომა ელემენტარულ კრიტიკას ვერ უძლებს. თქვენ თვითონ განსაჯეთ. მასალების და კონსტრუქციების სიმტკიცის თანამედროვე მეცნიერება დაფუძნებულია იმაზე, რომ ახალ ლითონსაც (მათ შორის სარელსო ფოლადს) გააჩნია მაკრო და მიკროარაერთგვაროვნება ბზარებისმსგავსი სიღრუების სახით. ფოლადისაგან დამზადებულ კონსტრუქციებს გააჩნიათ ადგილობრივი ნარჩენი დამაბულობა, განპირობებული დამზადების ტექნოლოგიის და ექსპლუატაციის თავისებურებით. მაგალითად, რელსის თავის ზედა ნაწილში, განსაკუთრებით რელსის თავის მუშა მომრგვალების ზონაში, ექსპლუატაციის პროცესში წარმოიქმნება ლითონის ადგილობრივი პლასტიკური დეფორმაციები, მაშასადამე ვითარდება ბზარებისმსგავსი მიკროსიღრუები და დადლილობითი ბზარები.

სამამულო და საზღვარგარეთის ქვეყნების გამოცდილება უდავოდ მოწმობს, რომ ნორმატული ტონაჟის მხოლოდ ნახევრის გატარების შემდეგაც კი რელსის თავის მუშა მომრგვალების ზონაში არის მრავალი დადლილობითი მიკრო და მაკრობზარები. რელსის თავს მუშა მომრგვალების ზონაში შინაგანი განივი დადლილობითი ბზარების დასაშვები ზომები სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვაა. მაგალითად, გერმანიაში, საფრანგეთში, უნგრეთში და რუსეთში თვლიან, რომ ლიანდაგში არ დაიშვება 21.2 დეფექტით განივი დადლილობითი ბზარების განვითარება შესაბამისად იმ ზომამდე, რომელიც აღემატება რელსის თავის განივკვეთის ფართობის 50, 55, 45 და 30%-ს.

აშშ-ს რკინიგზებზე რელსის თავში არსებული შინაგანი განივი დადლილობითი ბზარების ზომები დიფერენცირებულია მატარებლების მოძრაობის სიჩქარეზე დამოკიდებულებით. მაგალითად, თუ რელსის თავში განივი ბზარების ფართობი იცვლება 20-დან 100%-მდე რელსის თავის მთლიან განივკვეთთან შედარებით,

მაშინ მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე იზღუდება 16კმ/სთ-მდე, ხოლო ზესადებების დაყენების შემდეგ - 80კმ/სთ-მდე. თუ 20%-ზე ნაკლებია, მაშინ მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე იზღუდება 48კმ/სთ-მდე, ხოლო ზესადებების დაყენების შემდეგ-80კმ/სთ-მდე. როცა გრძივი (ჰორიზონტალური ან ვერტიკალური) დადლილო-ბითი ბზარის სიგრძე რელსის თავში ნაკლებია 51მმ-ზე, 51 – 102მმ და 102მმ-ზე მეტია, მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე იზღუდება შესაბამისად 80, 48 და 16კმ/სთ-მდე.

ყველა ზემოთ განხილული საკითხები მნიშვნელოვან წილად ეხება ეკიპაჟების სავალი ნაწილების ადგილობრივ ბზარებს. გატეხილი რელსის და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების ზედაპირზე დადლილობითი ბზარების გამოვლენისას, სამსახურე-ბრივი გამოძიების ჩამტარებელ პირებს უნდა გაუჩნდეთ განზრახვა, რომ პირველ რიგში დადგენილ იქნეს დაუშვებელზე მეტი სიდიდის ძალების წარმოქმნის მიზეზი, რამაც გამოიწვია აღნიშნული გატეხვები. ასეთი სახის გატეხვები უმრავლეს შემთხვევაში არის რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის შედეგი და არა მიზეზი.

## **6. რელსების გვერდითი ცვეთის დროს რელსის თავის ქვედა ნაწილში წარმოქმნილი „თარო“ არის ურიკების მიმოქანებითი მოძრაობის და ლიანდის დაზიანების მიზეზი**

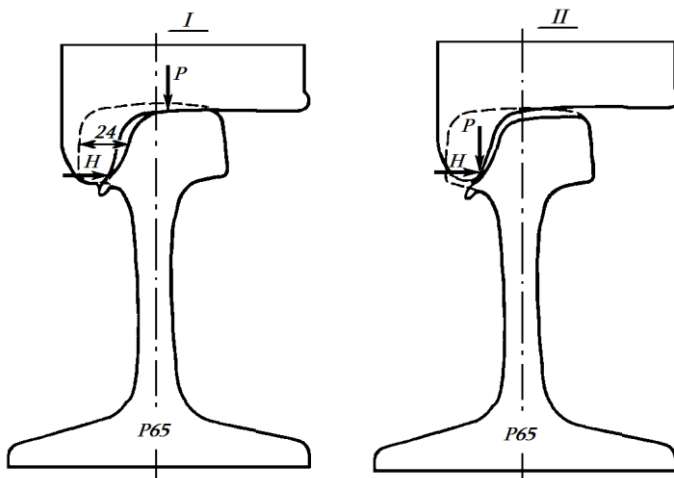
საქართველოს რკინიგზების მთავარი ლიანდაგების მცირე-რადიუსიან მრუდებში ( $R \leq 350$  მ) დაგებულია ხის შპალები ომბო-ხური მიმაგრებით და ძირითადად P65 ტიპის რელსები. ლიან-დაგის ეს კონსტრუქცია კარგად ეწინააღმდეგება ვერტიკალური



დატვირთვების ზემოქმედებას. გარე სარელსო ძაფის თავზე განივი ძალების მომატებული ზემოქმედებისას, განსაკუთრებით მატარებლის დამუხრუჭებისას, მის შუა ნაწილში განლაგებული „მოთარე-შე“ ურიკების გავლისას, ხდება შიდა მისაკერებელი ომბოხების თავების ამოწევა, ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის წამოწევით.

ამასთან, თუ გაცვეთილ გარე რელსთან (გვერდითი ცვეთა 8მმ-ზე მეტი) კონტაქტირებს ურიკის თვალი, თუნდაც ქიმის უმნიშვნელო შეჭრით, მაშინ რელსების ნორმალური დახრილობის  $1/20$  შემთხვევაში ადგილი აქვს მთლიანად მომცველ კონტაქტს ქიმისა და ფერსოს მიბჯენით რელსის თავის ზედა ზედაპირთან; შემდეგ, გარე რელსის დახრის შედეგად, ფერსო მოწყდება რელსის თავის ზედა ნაწილს, გორვა გრძელდება გაცვეთილი რელსის თავის ქვედა ნაწილის „თაროზე“ ქიმის წვეროთი. თუ ქიმის შეჭრა მნიშვნელოვანი სიდიდისაა (3მმ-ზე მეტი), რელსების ნორმალური დახრილობის შემთხვევაშიც კი და, როცა  $H/P > 0,3$ , თვლის გორვა შესაძლებელია ქიმის წვეროთი (ნახ. №34). ასეთი გორვის შემთხვევაში მრუდის გარე რელსზე მოძრავი თვლის რადიუსი, ქიმის სიმაღლით მეტია იმ თვლის რადიუსზე, რომელიც გორავს შიდა რელსზე.

მაშასადამე, როგორც კი გარე თვლების ფერსო მოწყდება რელსის თავს, ისინი გადაუსწრებენ შიდა თვლებს, ურიკის მოტრიალებით ლიანდის შიგნით თვლების ღერძზე ხისტად ჩამოცმის გამო. შედეგად გარე თვლების ქიმები ჩამოცურდება „თაროს“ ქვევით, შემდეგ გარე თვლების გორვა მიმდინარეობს არა ქიმებით თაროზე, არამედ არტახებით. შემდგომში გვერდითი ძალების ზემოქმედებით ეს პროცესი მეორდება.

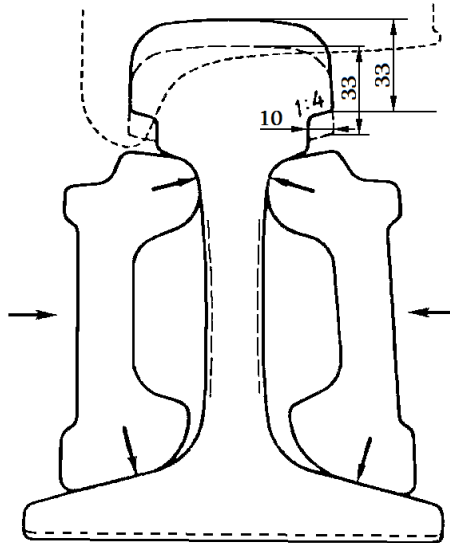


**ნახ. №34. გაცვეთილი თვლის გორვა გაცვეთილ P65 ტიპის რელსზე ფერსოთი თავის ზედა ნაწილზე (I) და ქიმიტ „თაროზე“ (II).**

მაშასადამე, მცირერადიუსიან მრუდეებში, გარე რელსის თავის გვერდითი მუშა წახნაგის ქვედა ნაწილში, „თაროს“ არსებობის შემთხვევაში ხდება ურიკების მიმოქანებითი მოძრაობა. აღნიშნული „თარო“ წარმოიქმნება გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთის შემთხვევაში იმიტომ, რომ თანამედროვე P65 ტიპის რელსებში თავის მუშა გვერდითი წახნაგის სიმაღლე მეტია ახალი ან გაჩარხული ქიმის სიმაღლეზე 6-8მმ-ით. ამიტომ, გაცვეთილი თვალი, რომელიც კონტაქტირებს გაცვეთილ P65 ტიპის რელსთან ქიმის წვეროთი, გადალუნავს ან ჩამოტეხავს, რელსის თავის გვერდითი ცვეთის პროცესში, მის ქვედა ნაწილში წარმოქმნილ „თაროს“. რუსეთში გამოყენებული P75 ტიპის რელსის თავის მუშა გვერდითი წახნაგის სიმაღლე მეტია ქიმის სიმაღლეზე 16-18მმ-ით. ამიტომ, აღნიშნული „თაროს“ გადალუნვა ან ჩამოტეხა ქიმს არ ძალუძს, მაშინ ჰორიზონტალური დატვირთვა, ხოლო „თაროს“ არსებობის შემთხვევაში ვერტიკალური დატვირთვა, თვლიდან

რელსს გადაეცემა ქიმის საშუალებით მცირე საკონტაქტო ფართობზე, რაც არის ლითონის პლასტიური დეფორმაციის მიზეზი ქიმის წვერში (მახვილწვერიანი დაბოლოება).

აღნიშნული მახვილწვერიანი დაბოლოება საფრთხეს უქმნის მატარებლების მოძრაობას ისრულ გადამყვანებზე ისრიდანული მოძრაობისას.



**ნახ.№35. ახალი პროფილის რელსები P65 HHK (წყვეტილი ხაზი) და P75 HHK (მთლიანი ხაზი) მრუდის გარე ძაფისათვის.**

როგორ ავიცილოთ თავიდან ქიმის წვერში მახვილწვერიანი დაბოლოების წარმოქმნა? პასუხი მარტივია - თავიდან ავიცილოთ „თაროს“ წარმოქმნა მრუდებში, გარე რელსის თავის გვერდითი მუშა წახნაგის ქვედა ნაწილში. ამისათვის მრუდებში გარე სარელსო ძაფებზე ВНИИЖТ-ის მიერ რეკომენდებულია P65 HHK და P75 HHK ტიპის რელსების გამოყენება (ნახ.№35). აღნიშნულ რელსებში თავის ზედა ნაწილი იდენტურია აშშ-ში და კანადაში ფართოდ გავრცელებული 132RE ტიპის რელსებისა. ამ რელსების გამო-

ყენება ქიმის წვერში მახვილწვერიანი დაბოლოების თავიდან აცილების საშუალებას იძლევა. გამოირიცხება ურიკების მიმოქანებითი მოძრაობა და დაახლოებით 2 – 3-ჯერ მცირდება რელსების მტყუნება 11 და 21 დეფექტებით.

## **7. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მექანიზმი „მოთარეშე“ ურიკებით ლიანდის გაწევისას და უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების ადგილზე ლოკომოტივის გაგლისას**

რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე КБ, Pandrol, Fossloh, APC ტიპის სამაგრებით, რელსის ფუძე საიმედოდ არის მიმაგრებული ქვესადებთან, ამიტომ რელსის გადაყირავება შეუძლებელია. ასეთ უბნებზე, თუ ცარიელი ან მცირედ დატვირთული ვაგონების ქვეშ „მოთარეშე“ ურიკის ჰორიზონტალური გვერდითი ზემოქმედება ლიანდაგზე აღემატება დადგენილ ნორმატივს, მაშინ ხდება ლიანდის გადაწევა (იხ.ნახ.№8,ბ). ასეთი გადაწევა ხდება, როგორც წესი, მატარებლის შუა ნაწილში, მისი დამუხრუჭების დროს. ამ დროს მომიჯნავე ურიკები ლიანდს გადაწევენ სხვადასხვა მხარეს; გადაწევის შემდეგ ლიანდაგი ემსგავსება „კლაკნილს“, როგორც წარმოიქმნება ლიანდის ჰორიზონტალური ტემპერატურული გაგდების დროს.

რამდენადაც რელსსაშპალო გისოსის გადაწევა ხდება, როგორც წესი 20–30სმ-ს ფარგლებში, მაშინ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა გარდაუვალია, მაგრამ, ამ შემთხვევაში ლიანდის გაბჯენის ან ეკიპაჟების ამოწნების გამო, რელსებიდან თვლების ჩამოსვლისაგან განსხვავებით, ლიანდის გადაწევის შედეგად, რელსებიდან თვლე-

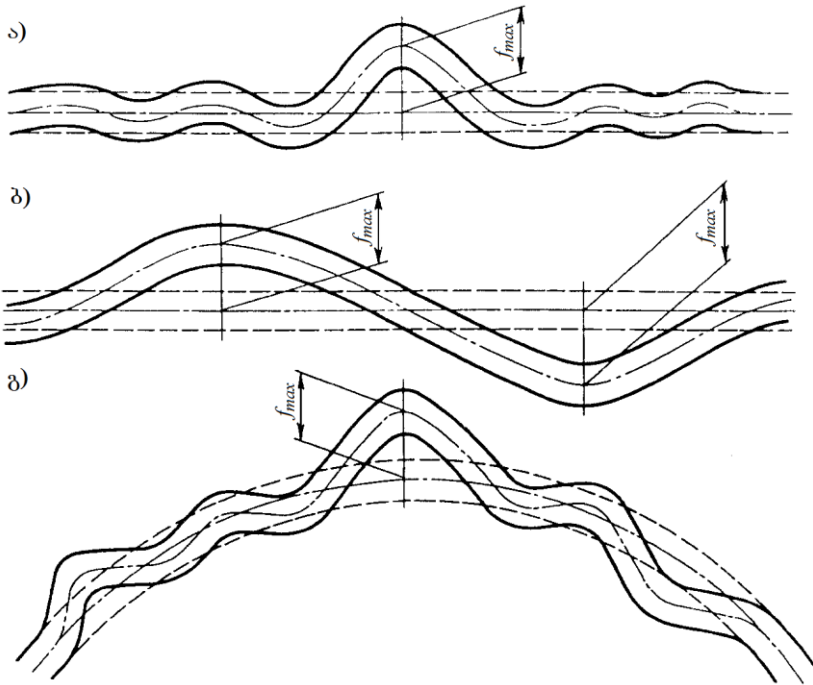
ბის ჩამოსვლის დროს გარდაუვალია ჩავარდნილი ეკიპაჟების შეხორვა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ ეკიპაჟების ამოწნების ან ლიანდის გაბჯენის დროს რელსებიდან ჩამოსულ წყვილთვალეებს, ან ურიკებს შეუძლიათ ამ მდგომარეობაში მოძრაობა, ლიანდის გადაწევის შემთხვევაში კი ეს შეუძლებელია. ლიანდის გადაწევის დროს, პრაქტიკულად, წყვილთვალის ორივე თვალი ერთდროულად ჩამოდის რელსიდან: პირველი - გაღუნული, რელსის თავზე ქიმის გადაგორების შედეგად, მეორე - ლიანდის შიგნით ჩავარდნით.

დაახლოებით ანალოგიურია ლოკომოტივის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი, უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების ადგილზე ლოკომოტივის გაგლისას (იხ.ნახ.№20).

უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის მოთხოვნების დარღვევის შემთხვევაში, უპირაპირო სარელსო გადაბმებში, ცხელი, უღრუბლო ამინდის პირობებში, შეიძლება წარმოიშვას ნორმატიულზე მაღალი (კრიტიკულზე მეტი) ტემპერატურული მკუმშავი გრძივი ძალები, რომლებიც ლიანდის გამრუდებისადმი (ტემპერატურული გაგდება), დაბალი წინააღობის ადგილებში იწვევენ ლიანდის ჰორიზონტალურ განივ გადაწევას 30 – 40სმ ამპლიტუდით, №36 ნახაზზე ნაჩვენები ერთ-ერთი სქემის მიხედვით.

გამრუდებისადმი დაბალი წინააღობის ასეთ ადგილებად ითვლება ადგილები დაუტკეპნავი (გაფხვიერებული) ბალასტით. მოძრავი ლოკომოტივის წინ, დაახლოებით 50მ-ის მანძილზე, რელსები იწყებს ვიბრირებას, რაც ამცირებს ლიანდის წინააღობას გაგდებისადმი. ყველაზე უფრო სუსტი ადგილი მდებარეობს, დაახლოებით, 3 მეტრით წინ ლოკომოტივის პირველი წყვილთვალისა, რელსების გაღუნვის უარყოფითი ნახევარტალის ზონაში.

სწორედ ამ ადგილზეა ყველაზე ნაკლები წინაღობა გაგდებისადმი (ათჯერ ნაკლები, ვიდრე მატარებლის ქვეშ) და ამ ადგილზე ყველაზე მეტადაა შესაძლებელი ლიანდის გაგდება უპირაპირო სარელსო გადაბმებში ნორმატიულზე მეტი ტემპერატურული ძალების წარმოქმნისას.



**ნახ. №36.** ლიანდის კორიზონტალური გამრუდების შესაძლო ვარიანტები მისი ტემპერატურული გაგდების დროს სწორში (ა, ბ) და მრუდში (გ):  
 $f_{\max}$  - მაქსიმალური ჩაღუნვის ისარი.

30 – 40სმ ამპლიტუდით ლიანდის ტემპერატურული გაგდების პროცესი გრძელდება სულ 0,2 წამის განმავლობაში. სატვირთო მატარებლების მოძრაობის საშუალო ტექნიკური სიჩქარე დაახლოებით შეადგენს 40კმ/სთ-ს. ასეთი სიჩქარის დროს 0,2 წამის განმავ-

ლობაში ლოკომოტივი მოასწრებს მხოლოდ 1,1მ-ის გავლას. თუ დავუშვებთ, რომ სატვირთო მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე ტოლია 80კმ/სთ, ასეთი სიჩქარის დროსაც კი ლოკომოტივი ვერ მოასწრებდა თავისი დაწოლით შეეჩერებინა მის წინ დაწყებული ლიანდაგის გაგდების პროცესი; მით უმეტეს, რომ მის წინ უკვე დაწყებული ლიანდაგის გაგდების პროცესს ხელს არაფერი უშლის, უპირაპირო სარელსო გადაბმების გრძივი გადაადგილების ხარჯზე თავისუფალი ენერგიის ნაკადი მიემართება გაგდების ადგილზე (მოძრავი მატარებლის შესახვედრად). ამიტომ, ლიანდის ტემპერატურული გაგდებისას, მოძრავი სატვირთო მატარებლის წინ გარდაუვალია ლოკომოტივის პირველი ღერძის ჩამოსვლა რელსებიდან (იხ.ნახ.№20). თუ ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების პროცესი იწყება რელსების გაღუნვის უარყოფითი ნახევარტალღის ზონაში, სამგზავრო მატარებლის ლოკომოტივის წინ, რომელიც მოძრაობს 110კმ/სთ-ზე მეტი სიჩქარით, მაშინ მემანქანე იგრძნობს მკვეთრ გვერდით ბიძგს; მაგრამ, ლოკომოტივმა შეიძლება მოასწროს ახალდაწყებული ტემპერატურული გაგდების ადგილის გავლა რელსებიდან ჩამოსვლის გარეშე, რადგანაც ლიანდაგის გაგდების პროცესი ნაწილობრივ ჩერდება რელსსაშუალო გისოსზე, ლოკომოტივის მასის დაწოლის შედეგად. ლიანდაგის გაგდება მთავრდება პირველი ვაგონის ქვეშ, ურიკებშორის სივრცეში (ეს სივრცე სამგზავრო ვაგონებში მეტია, ვიდრე სატვირთო ვაგონებში).

## VI თავი

### მატარებლის ძველ სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგების მეცნიერული დასაბუთება

#### 1. სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგების არსი. გაგების ძირითადი ნიშნები და მასზე გაგ- ლების მომხდენი ფაქტორები

ლიანდაგის ტემპერატურული გაგების მოვლენა ცნობილი იყო უკვე რკინიგზის არსებობის დასაწყისში. ლიანდაგში ჩაგებულ რელსებს, რომელთაც არა აქვთ სიგრძის თავისუფალი ცვალებადობის შესაძლებლობა, ტემპერატურის მატებისას, არახელსაყრელ შემთხვევაში შეიძლება გამოიწვიოს ლიანდაგის გამრუდება, შპალებისა და ბალასტის გადაადგილებით.

ლიანდაგის გამრუდება სქემატურად წარმოდგენილია №37 ნახაზზე, რომელზეც ნაჩვენებია ტემპერატურული გაგებისას სალიანდაგო გისოსის დეფორმაცია, მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ძაგებზე გრძივი მკუმშავი ძალების ზემოქმედებისას. ეს ძალები წარმოიშვება ტემპერატურის მატების შედეგად  $\Delta t_{\text{მც}}$  და  $\Delta t_{\text{მრ}}$  ღრეზების დაკეტვის მომენტიდან:

$$N_{\text{მც}} = -\alpha EF \Delta t_{\text{მც}}, \quad N_{\text{მრ}} = -\alpha EF \Delta t_{\text{მრ}},$$

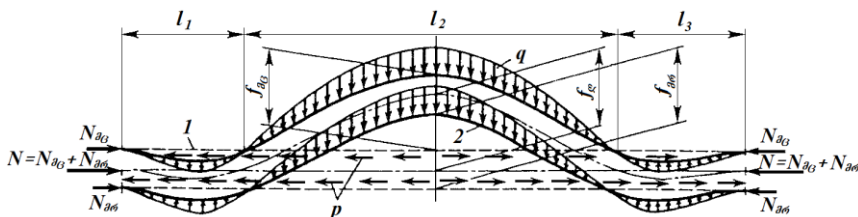
სადაც  $\alpha$  - სარელსო ფოლადის ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი,  $\alpha = 0,000118 / ^\circ C$ .

$E$  - სარელსო ფოლადის დრეკადობის მოდული,  $E = 210$  გპა, ხოლო  $\alpha E = 2,5 \text{ გპა} / ^\circ C$ .



$F$  - ერთი რელსის განივი კვეთის ფართობი, სმ<sup>2</sup> (  $P65$  ტიპის რელსისათვის  $F = 82$  სმ<sup>2</sup>).

ჩვეულებრივ მიიღება, რომ  $\Delta t_{\text{მც}} = \Delta t_{\text{მრ}} = \Delta t$ . მაშინ  $N_{\text{ტმც}} = N_{\text{ტმრ}}$ , ხოლო საერთო (თანაბარმოქმედი) გრძივი ძალა, რომელიც კუმშავს სალიანდაგო გისოსს  $N_t = -2\alpha EF\Delta t$  ( $P65$  ტიპის რელსებისათვის  $N_t = -40\Delta t$ , კნ).



**ნახ. №37.** სალიანდაგო გისოსის სქემატური გეგმა სწორ უბნებზე, ტემპერატურული გვერდითი გადების დაწყებამდე (1) და გადების შემდეგ (2):  $l_1, l_2, l_3$  - სალიანდაგო გისოსის ჩალუნვის შესაბამისად პირველი შეცდევული, სწორი და მეორე შეცდევული ტალღების სიგრძეები,  $q$  და  $p$  - სალიანდაგო გისოსის ბალასტში გადაწევის სიგრძივი წინააღმდეგობა შესაბამისად ლიანდაგის ღერძის განივად და მის გასწვრივ,  $N_{\text{მც}}$  და  $N_{\text{მრ}}$  - გრძივი მკუმშავი ტემპერატურული ძალები, შესაბამისად მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ძაფებისათვის,  $f_{\text{ლ}}$ ,  $f_{\text{მც}}$  და  $f_{\text{მრ}}$  - ლიანდაგის ღერძის და მარცხენა და მარჯვენა სარელსო ძაფების უდიდესი ჩალუნვის ისრები.

ასეთ აქტიურ ძალებს წინააღმდეგობას უწევს რეაქტიული ძალები, განპირობებული თვით რელსების გვერდითი სიხისტით, ბალასტში შპალების ლიანდაგის გასწვრივ, განივად გადაადგილების წინააღმდეგობით და რელსების მობრუნების წინააღმდეგობით, შპალების მიმართ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, შუალედური სამაგრების კვანძებში.

ყველა ზემოთ დასახელებული წინააღმდეგობა მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის რკინიგზებზე, რგოლური ლიანდაგების ძველ კონსტრუქციებში, ძალზე უმნიშვნელო სიდიდისაა. ეს განპირობებულია:

რელსების ინერციის მომენტის მცირე სიდიდით (წინაღობა გაღუნვაზე), სუსტი წინაღობით ხის შპალების (მსუბუქი და მცირე ეპირის 1440-1600ცალი/კმ-ზე შემთხვევაში) ბალასტში გადაადგილების მიმართ, განუყოფელი ომბოხური მიმაგრების მცირე „კვანძური სიხისტით“ და ა.შ.

ასეთ შემთხვევაში, ისედაც სუსტი ლიანდაგის ტემპერატურული ძალებით დატვირთვა არ იყო სასურველი და ტარდებოდა ღონისძიებები საპირაპირო ღრეჩოების შეკვრის დაუშვებლობის მიზნით, ანუ რგოლური ლიანდაგის მუშაობა უპირაპირო ლიანდაგის რეჟიმში.

ამის გამო, დიდი ხნის განმავლობაში რელსების სტანდარტული სიგრძე მიიღებოდა 10-15 მეტრის ფარგლებში. პირაპირებში კონსტრუქციული ღრეჩოს მნიშვნელობა არ იყო 20მმ-ზე ნაკლები, ხოლო ზესადებების მიჭერა რელსის ყელის უბეებში უნდა ყოფილიყო მინიმალური, რათა შენარჩუნებულიყო ურთიერთსრიალის შესაძლებლობა, ტემპერატურის ცვალებადობის შემთხვევაში (საკონტაქტო ზედაპირები იპოხებოდა, საპირაპირე ჭანჭიკების მოჭერა ხდებოდა შედარებით მცირე ძალით, 55სმ სიგრძის ქანჩასაღებით). ასეთი მოთხოვნები რგოლურ ლიანდაგზე შენარჩუნებულია ამჟამადაც.

საბედნიეროდ, სალიანდაგო მეურნეობაში ტექნიკური პროგრესი საშუალებას იძლევა გადაიხედოს ძველი შეხედულებები ლიანდაგის ტემპერატურულ მუშაობაზე. მსოფლიოს მასშტაბით ლიანდაგის ზედა ნაშენის ახალი მძლავრი კონსტრუქციების შექმნამ, ფართო კვლევების შედეგებმა, კონსტრუქტორების და ტექნოლოგების მიღწევებმა, ლიანდაგში გრძელი რელსების გამოყენების შესაძლებლობა მოგვცა - რამდენიმე კილომეტრიდან მთლიანი გადასარბენის სიგრძემდე. უპირაპირო ლიანდაგის გამოყენება

ფართოდ ინერგება სადგურებშიც, სამრეწველო განშტოებებზე, ტვირთდაძაბულ და ჩქაროსნულ მიმართულებებზე.

ერთ-ერთ მთავარ გარემოებას, რომელმაც ხელი შეუწყო იმას, რომ უპირაპირო ლიანდაგი გახდა ზედა ნაშენის ძირითადი ვარიანტი, არის გაგდების წინააღმდეგ მისი მდგრადობის პრობლემების ყოველმხრივი შესწავლა. თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა რაოდენობრივად განგვესაზღვრა ლიანდაგის გაგდების მთელი პროცესი და შეგვეფასებინა მასში მოქმედი ყველა ფაქტორის როლი.

ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით, დამუშავებულ და მიღებულ იქნა უპირაპირო ლიანდაგის მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ძირითადი ნორმები, რომლებიც უზრუნველყოფს მისი მდგრადობის საკმარის მარაგს.

სხვადასხვა ტიპის, კონსტრუქციის და მდგომარეობის უპირაპირო ლიანდაგის გაგდებაზე ჩატარებული მრავალრიცხოვანი ცდების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, თუ რას წარმოადგენს სინამდვილეში ლიანდაგის გაგდება, მისი შედარება იმასთან, რასაც ხშირად აიგივებენ მატარებლების მარცხისა და ავარიების შემთხვევაში ლიანდაგის გაგდებასთან სამსახურებრივი გამოძიების დროს.

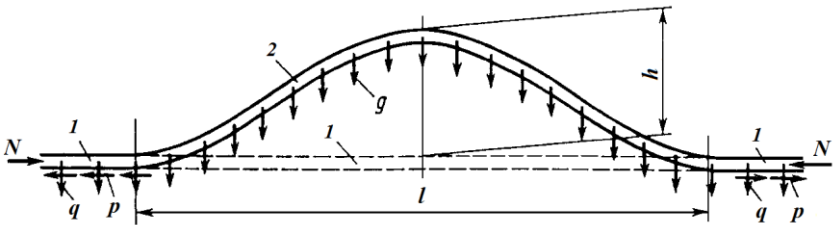
1. უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება არის მთელი სალიანდაგო გისოსის (ერთდროულად ორივე სარელსო ძაფის) გამრუდება ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეში, გრძივი მკუმშავი ძალების ზემოქმედების შედეგად. მაშასადამე, პირველ რიგში, რაც აუცილებლად უნდა იქნეს გამოკვლეული და დოკუმენტალურად დაფიქსირებული სამსახურებრივი გამოძიების დროს - **ეს არის ლიანდაგის გამრუდების ფორმა.**

2. გრძივი ძალების სიდიდეები, რომელთაც შეემღებათ გამოიწვიონ უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება, უნდა შეესაბამებოდეს რელსების ტემპერატურის აწევას, მისი ჩამაგრების ტემპერატურასთან („ნეიტრალური“ ტემპერატურა) შედარებით 1,8 – 2,0-ჯერ მეტად, ვიდრე ეს დაშვებულია უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის მიხედვით, რადგანაც მდგრადობის ასეთი მარაგი უკვე თავიდანვეა გათვალისწინებული ზემოთ აღნიშნულ ინსტრუქციაში.

ამიტომ, მეორე რიგში სავალდებულოა, რომ მატარებლის მარცხის ან ავარიის ადგილზე დაფიქსირდეს რელსების ფაქტიური ტემპერატურა შემთხვევის მომენტში. უპირაპირო ლიანდაგის საკუთრივ რელსების ტემპერატურის მონაცემების არ არსებობის შემთხვევაში, ცნობა ჰაერის ტემპერატურის შესახებ აღებულ უნდა იყოს უახლოესი მეტეოსადგურიდან, მატარებლის მარცხის მომენტში თანამდევი მეტეოპირობების ჩვენებით (ღრუბლიანობა, ნალექი, ქარი და ა.შ). ზაფხულში მზიან, წყნარ ამინდში, შუადღეს რელსების ტემპერატურა საქართველოს პირობებში შეიძლება 15–20 °C -ით აღემატებოდეს ჰაერის ტემპერატურას, ხოლო დილის და საღამოს საათებში 5–10 °C -ით. მდგრადობის პირობით ლიანდაგის გაგდების წინააღმდეგ რელსების ტემპერატურის დასაშვები მატება ნეიტრალურ ტემპერატურასთან შედარებით, ლიანდაგის ზედა ნაშენის სხვადასხვა კონსტრუქციის და მრუდის რადიუსის მიხედვით, მოცემულია უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციაში.

3. ვერტიკალურ სიბრტყეში, ტემპერატურული გაგდების შემთხვევაში, ლიანდაგის გამრუდების ფორმა (ნახ.№38) ჰგავს „შერეულ“ სინუსოიდას - ერთი ტალღა სიგრძით 8–12მ, შუა ნაწილში

20-30სმ-იანი ჩაღუნვის ისრით უპირატესად შესაძლებელია მსუბუქი ტიპის ლიანდაგებში: რელსები P50-ზე მსუბუქი ტიპის, ხის შპალები გაიშვიათებული ეპიურით, ქვიშის ბალასტი, ომბოხური მიმაგრება, ასევე მძიმე ბალასტის შემთხვევაში, მხოლოდ შეუვსებელი საშპალო ყუთების შემთხვევაში. ლიანდაგის წამოწევის სიგრძივი წინაღობა  $q$  შედგება სალიანდაგო გისოსის წონისაგან (რელსები, სამაგრები, შპალები, ნაწილობრივ ბალასტი) და შპალების გვერდით წახნაგებთან ბალასტის შეჭიდულობისაგან. ნაწილობრივ მოქმედებს  $p$  სიგრძივი წინაღობა განპირობებული სალიანდაგო გისოსის მოჭიმვით ლიანდაგის გასწვრივ, პერიფერიიდან გამრუდების ადგილისაკენ. სალიანდაგო გისოსის აწევა შეიძლება გახდეს ლიანდაგის გვერდზე გაგდების მიზეზი.



*ნახ. №38. სქემატური გრძივი პროფილი სალიანდაგო გისოსის ტემპერატურული ვერტიკალური გაგდების დაწევაზე (1) და გაგდების შემდეგ (2):  $p$  და  $q$  - სიგრძივი წინაღობა შესაბამისად სალიანდაგო გისოსის გრძივი მოჭიმვისას და ბალასტიდან მისი წამოწევისას,  $N$  - გრძივი მკუმშავი ძალა,  $h$  - სალიანდაგო გისოსის უდიდესი ჩაღუნვის ისარი,  $l$  - ლიანდაგის გამრუდებული ნაწილის სიგრძე.*

მაშასადამე, უპირაპირო ლიანდაგის სავარაუდო გაგდების ადგილზე აუცილებლად უნდა დაფიქსირდეს ორივე სარელსო ძაფის ერთდროულად წამოწევის ფაქტი (ზოგჯერ სხვადასხვა სიმაღლეზე), შპალების ზედათავის ბალასტიდან სავალდებულო ამოწევით. გამრუდების ბოლოებში ამოწევა მინიმალურია, ხოლო შუაში

- მაქსიმალური. ასევე, უნდა შემოწმდეს, დაძრულია თუ არა შპა-  
ლები ლიანდაგის გასწვრივ (შემოწმება შესაძლებელია „დრეჩო-  
ების“ არსებობით, ბალასტში შპალების გვერდით წახნაგებთან).

4. სალიანდაგო გისოსის ფორმის გამრუდება, ჰორიზონტალუ-  
რი გაგდების დროს, ლიანდაგის სწორ და მრუდე უბნებში რამ-  
დენადმე განსხვავებულია. სწორ უბნებში რელსების გახურებისას  
თავიდან ლიანდაგი არ მრუდდება, ის მხოლოდ ამ მოვლენის  
ბოლო ფაზაში ჩაისახება და სწრაფად იზრდება, უპირატესად, ერთ  
ყველაზე უფრო სუსტ ადგილზე. შედეგად, უპირაპირო ლიანდაგის  
უმეტეს სიგრძეზე გვერდითი უსწორობები ძალიან ცოტაა (პრაქტი-  
კულად თვალით არ შეიმჩნევა), მაშინ როდესაც საკუთრივ გაგდე-  
ბის ზონაში (სიგრძით 20 - 40მ) მისი სიდიდე აღწევს ათეულ სმ-ს.

მრუდებში კი გვერდითი გადაადგილება იწყება საკმაოდ ადრე  
(რელსების  $15-20^{\circ}\text{C}$  -ით გახურებისას ჩამაგრების ტემპერატურას-  
თან შედარებით) და ხდება მრუდის თითქმის მთელ სიგრძეზე,  
ამავე დროს წარმოიქმნება სალიანდაგო გისოსის გვერდითი გამ-  
რუდების (ორივე სარელსო ძაფისა ერთ მხარეს) რამდენიმე ადგი-  
ლობრივი კერა. შემდგომში, რელსების კიდეზე უფრო მატად გახუ-  
რებისას სალიანდაგო გისოსის გადაწევა ერთ-ერთ კერაში „ასწრ-  
ებს“ სხვა გადაწევებს და ამ ადგილზე იწყება ლიანდაგის გაგდება.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ვარიანტებისათვის საერთოა ის,  
რომ გაგდების დროს ლიანდაგის გამრუდება შედგება რამდენიმე  
ტალღისაგან: ერთი ან ორი ცენტრალური ტალღა მაქსიმალური (30  
– 40სმ-მდე) ჩალუნვის ისრებით და რამდენიმე მცირე, მილევადი  
ტალღები, მისგან ორივე მხარეს. სწორ უბნებში ცენტრალური  
ტალღები შეიძლება იყოს ერთმხრივი ან ორმხრივი (ნახ.№36.ა, ბ.).  
მრუდებში უდიდესი ჩალუნვა ჩვეულებრივ ერთმხრივია, მიმარ-  
თული მრუდის გარეთ (ნახ.№36.გ.).

ამასთან დაკავშირებით, სამსახურებრივი გამოძიების დროს, უნდა ვეცადოთ, როგორც სწორ ისე მრუდე უბნებზე, გაიზომოს სალიანდაგო გისოსის (სარელსო გადამების) გვერდითი დეფორმაციების სიდიდეები, ლიანდაგის გაგდების სავარაუდო ზონაში და მისგან 100მ-ის მანძილზე ორთავე მხარეს. თუ არ გამოვლინდება აშკარა ბევრი ორმხრივი ტალღა, რომელთა ჩალუნვის ისარი თანდათანობით მინელდება, ცენტრალური ტალღიდან დაშორების მიხედვით, მაშინ შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ ამ შემთხვევაში ლიანდაგის ტემპერატურულ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია, ხოლო რელსების გამრუდება მოხდა გარეგანი გვერდითი ძალების ზემოქმედებით, გამოწვეული ლიანდაგზე გამავალი მატარებლის ან რელსებიდან ჩამოსული მატარებლის მიერ.

5. სალიანდაგო გისოსის ტემპერატურული გაგდების დროს ხდება შპალების წინსვლითი გადაადგილება ლიანდაგის განივად (ერთიმეორის პარალელურად). ამიტომ, სამსახურებრივი გამოძიების დროს, დაფიქსირებული უნდა იყოს შპალების მდებარეობა. თუ ისინი ალაგია ქაოტურად, არაპარალელურად (მოცილებულია რელსებს), მისი ბოლოების განლაგება არ იმეორებს რელსების ჩალუნვის ფორმას („სინუსოიდას“), მაშინ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია და ლიანდაგის გამრუდება გამოწვეულია მატარებლის ჩავარდნით გარეგანი განივებით და არა შინაგანი გრძივი ძალების შედეგად.

6. ლიანდაგის გაგდების სხვადასხვა ზონაში შპალების გადაადგილება არ არის ერთნაირი: უდიდესი - ჩალუნვის ტალღის წვეროში (სწორი და შექცეული), უმცირესი - ტალღის ნიშნის შეცვლის ადგილზე (მინდვრის ან ლიანდაგშორისის მხარეს). მაშასადამე, თუ სამსახურებრივი გამოძიების დროს დადგენილ იქნება, რომ შპალების გადაადგილება ქაოტურია, მიმართული მხოლოდ ლიან-

დაგის ერთ მხარეს, არ იმეორებს ორივე სარელსო ძაფის ჩაღუნვის ფორმას, მაშინ გაგდებას ადგილი არ ჰქონია და ჩაღუნვა გამოწვეულია მატარებლიდან გადაცემული განივი ძალების ზემოქმედების შედეგად.

7. ლიანდაგის გაგდების შედეგად სალიანდაგო გისოსის გამრუდებისას, რელსები შემობრუნდება ჰორიზონტალურ სიბრტყეში შპალების მიმართ, ამასთანავე სხვადასხვა კუთხით, ლიანდაგის გაგდების სხვადასხვა ზონაში: 0<sup>0</sup>-თან ახლოს - ჩაღუნვის ტალღის წვეროში, მაქსიმალური-გაღუნული ლიანდაგის ღერძის გადახრის ადგილებში („სინუსოიდები“), სადაც კუთხის მნიშვნელობამ შეიძლება მიაღწიოს 45<sup>0</sup>-ს. ამ ადგილებში სამაგრები (ჩასადგმელი ჭანჭიკები, შურუპები) ქვესადების მოტრიალებისას, ხშირ შემთხვევაში, აახლეწს ნაწილს რკინაბეტონის და ხის შპალებს. როცა ასეთი სურათი არ არის, მაშინ ლიანდაგის გაგდებას ადგილი არ ჰქონია.

8. ლიანდაგის გაგდების გამო, სალიანდაგო გისოსის მკვეთრი გადაადგილებისას, ღორღი შპალების ტორსებიდან მიმოიფანტება მნიშვნელოვან მანძილზე და განლაგდება მიწის ვაკისის გვერდულზე ან ლიანდაგშორისში ისე, რომ მიმობნეული მასის კიდეები თითქმის პარალელურია გაღუნული ლიანდაგის ღერძისა. უდიდესი „მიმოფანტვა“ არის ტალღის ჩაღუნვის წვეროში, ხოლო უმცირესი - გამრუდების ნიშნის შეცვლის ადგილებში. თუ ღორღი მატარებლის მარცხის დროს მიმოფანტულია ქაოტურად და არ იმეორებს რელსების გაღუნვის ფორმას, მაშინ ლიანდაგის გაგდებას ადგილი არ ჰქონია.

9. დამაჯერებლად იმის თქმა, რომ მატარებლის მარცხამდე ადგილი ჰქონდა ლიანდაგის გაგდებას, ანუ მსჯელობა იმაზე, როგორც ჩავარდნის მიზეზზე, შესაძლებელია მხოლოდ რელსებზე თვლის ზემოქმედების კვლის შესწავლის შემდეგ. როცა ლიანდა-



გის გაგდება მოხდა მატარებლის მოსვლის მომენტამდე, რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის საწყისი კვალი აუცილებლად უნდა იყოს ერთ გასწორში ორივე სარელსო ძაფზე, რაზედაც შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რელსის გორვის ზედაპირზე არსებული შენატყლეუბის, საკლემე ჭანჭიკების, „დამოქლონილი“ ტორსების და შპალების ზედაპირზე დატოვებული კვალის საფუძველზე. თუ სამსახურებრივი გამოძიების დროს ასეთი კანონზომიერება ვერ დადგინდა, მაშინ ვერ გავაკეთებთ დამაჯერებელ განაცხადს ლიანდაგის გაგდებაზე, როგორც, ამ შემთხვევაში, მატარებლის მარცხის მიზეზზე.

10. უპირაპირო ლიანდაგში მატარებლის მარცხის მიზეზების სამსახურებრივი გამოძიების დროს, დაგების მომენტში და სავარაუდო გაგდების დროს, რელსების ტემპერატურის მონაცემების გარდა, აუცილებლად სავალდებულოა ამოიწეროს ლიანდაგის გამოსაკვლევი უბნის შემდეგი მონაცემები: შესრულებული სარემონტო სამუშაოები, აღნიშნულ სამუშაოებში გამოყენებული ტექნიკა და ტექნოლოგია, მუშაობის დრო, მოხსნილ იქნა თუ არა ტემპერატურული დამაბულობა უპირაპირო სარელსო გადაბმებში, დიდი სალიანდაგო სამუშაოების წარმოების წინ, უპირაპირო სარელსო გადაბმების სიგრძის ცვალებადობა, საექსპლუატაციო პერსონალის საკმარისობა და კვალიფიკაცია, უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის ცოდნა და ა.შ.

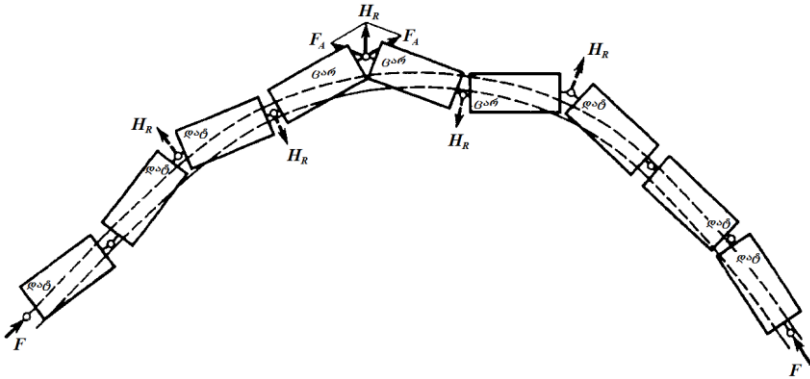
მარცხის „სალიანდაგო“ მიზეზების გარკვევის გარდა, სამსახურებრივი გამოძიების დროს აუცილებელია, შეძლებისდაგვარად, თანმიმდევრულად შეფასდეს „არასალიანდაგო“ ფაქტორებიც, რომლებიც შესაძლოა განმსაზღვრელი ყოფილიყო ამ საქმეში ან, ყოველ შემთხვევაში, თანამდევნი. ამისათვის მელიანდაგებს უნდა ჰქონდეთ წარმოდგენა ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის

ურთიერთქმედებაზე, სასიგნალო და წვევის ელექტრული სარელსო წრედების მოწყობილობაზე, გადასარბენებზე და სადგურებში მატარებლების ფორმირებისა და მოძრაობის წესებზე. კომისიისაგან დამოუკიდებლად უნდა დაფიქსირდეს ლოკომოტივის სერია, ნომერი და მიწერის ადგილი, მონაცემები მისი რემონტისა და დათვალიერების შესახებ, სავალი ნაწილების ცვეთის დასაშვები სიდიდეები (აღებული უნდა იყოს დეპოში) და ა.შ. ასევე, შეგროვებულ უნდა იქნეს ანალოგიური მონაცემები ვაგონების შესახებაც. სატვირთო მატარებლებისათვის მიღებული უნდა იყოს ნატურული ფურცლის ასლი, ვაგონების ფაქტიური დატვირთულობის მონაცემებით და მისი განაწილება ძარის სიგრძეზე და სიგანეზე.

განსაკუთრებით საჭიროა გვექონდეს ლოკომოტივის სიჩქარის საზომი ლენტის ასლი. ლენტის მიხედვით უნდა განისაზღვროს მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე მარცხის ადგილზე და მასთან მისასვლელზე, შედარებული უნდა იყოს ამ უბანზე დადგენილ სიჩქარესთან (უდიდესი დასაშვები აღნიშნულ კილომეტრზე) და შემოწმდეს დამუხრუჭების ფაქტიური რეჟიმები. მატარებელში სასწრაფო დამუხრუჭება ქმნის და ლიანდაგს გადასცემს გარეგან ძალებს, რომელიც ბევრად აღემატება ტემპერატურულს, რაზეც გაანგარიშებულია უპირაპირო ლიანდაგი. ასეთი სახის დამუხრუჭება, ძირითადად, ხდება სალოკომოტივო მუხრუჭებით, ხოლო დანარჩენი შემადგენლობა კი აგრძელებს ასე თუ ისე თავისუფალ მოძრაობას ლოკომოტივზე „დაწოლით“, რომელიც ამ შემთხვევაში მოქმედებს, როგორც საბჯენი. ვაგონები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია სახსრულად, ჩამწყრივდება ზიგზაგისებურად, ახდენს ლიანდის გაბჯენას ან სალიანდაგო გისოსის მთლიანად გადაადგილებას (ნახ. №39). მდგომარეობა კიდევ უფრო ღრმავდება, მოძრავი შემადგენლობის არასწორი ფორმირების შემთხვევაში,

122

ცარიელი ვაგონებით შემადგენლობის შუაში, რომლებიც რელსებიდან „ამოწნებილი“ იქნება სხვა ვაგონებზე უფრო ადრე.



**ნახ. №39. ვაგონების ზიგზაგისებური განლაგება მრუდებში მატარებლის შეკუმშვისას გრძივი ძალებით  $F$  . დატ. და ცარ. - შესაბამისად დატვირთული და ცარიელი ვაგონები,  $F_A$  - გრძივი ძალა ავტოგადაბმულობის კვანძში,  $H_R$  - ჰორიზონტალური ძალების რადიალური მდგენელი ავტოგადაბმულობის კვანძში.**

შემთხვევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ, როგორც წესი, სასწრაფო დამუხრუჭება უმეტეს შემთხვევებში არ წარმოადგენს აუცილებლობას და არ არის გამართლებული. აღრიცხულია შემთხვევები, როცა მისი გამოყენება განპირობებულია „ეკონომიური ეფექტის“ ასამაღლებლად, რეკუპერაციის დროს. ამავე დროს სასწრაფო დამუხრუჭება ჩვეულებრივ არ გვაძლევს მოსალოდნელ შედეგს, რადგანაც მაღალი სიჩქარის დროს სამუხრუჭო მანძილი შეადგენს რამდენიმე ასეულ მეტრს, კოლომეტრსაც კი და სარკინიგზო გადასავალზე - ქვეითებთან, ცხოველებთან, ავტომობილებთან და ლიანდაგის სხვა დაბრკოლებასთან შეჯახების თავიდან აცილება სასწრაფო დამუხრუჭებითაც შეუძლებელია. ზარალი კი ასეთი დამუხრუჭებით, იმ შემთხვევაშიც კი თუ არ მოხდა მატარებლის რელსებიდან ჩამოსვლა, შეიძლება იყოს ძალიან დიდი: მგზავრების

ტრამპები, ტვირთების დაკარგვა, დაზიანება, ლიანდაგისა და მოძრაობის შემადგენლობის დაზიანება.

## **2. უპირაპირო სარელსო გადაბმებიდან შპალებზე გადაცემული გვერდითი ტემპერატურული ძალების შედარებითი შეფასება, მატარებლის გარეშე და მატარებლის ქვეშ, ლიანდაგის გაგდების წინააღმდეგობის ძალებთან**

ბოლო წლებში მრავალრიცხოვანი მარცხის, ავარიის და წუნის მიზეზი, რომელიც მომხდარა უპირაპირო ლიანდაგზე დადებითი ტემპერატურის დროს, კვალიფიცირებული იყო, როგორც სარელსო ლიანდის გაგდება, რელსებში დაუშვებელი ტემპერატურული ძალების წარმოქმნის შედეგად. მაგრამ, ასეთი დასკვნები ხშირად არ მტკიცდება სასამართლო გარჩევებზე. გეგმაში ლიანდაგის გამრუდება შეიძლება იყოს არა მარტო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების შედეგი, რომელიც შესაძლებელია მოხდეს დაუტვირთავი ლიანდაგის უბნებზე განსაზღვრული ტემპერატურის დარღვევის შემთხვევაში, არამედ მატარებლის თვლებით რელსსაშპალო გისოსის გვერდითი გადაწევის შედეგად.

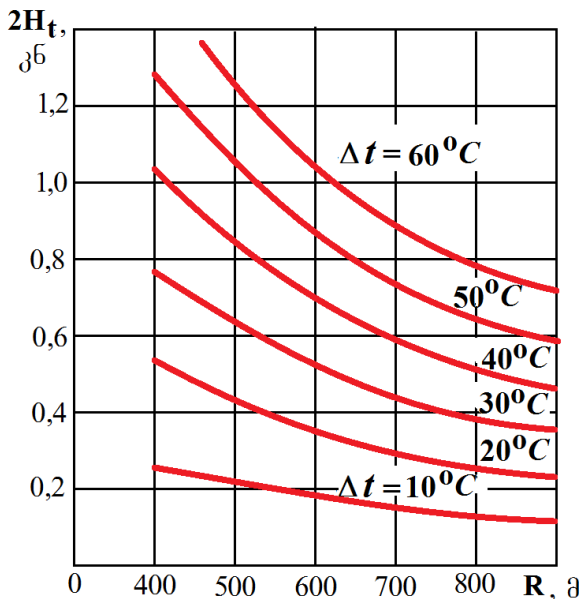
გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ურიკის თვლებით შესაძლებელია არა მარტო უპირაპირო ლიანდაგის, არამედ რგოლური ლიანდაგის გადაწევა, ზამთარშიც კი, თუ გრძელი მკუმშავი კვაზისტატიკური (რომელიც მოქმედებს 2წმ-ზე მეტი ხნის განმავლობაში) ძალა მატარებელში აღემატება დასაშვებ მნიშვნელობას. რამდენადაც ზემოთ აღნიშნული სარელსო ლიანდის გადაწევა ხდება მომიჯნავე ურიკებით სხვადასხვა მხარეს (ნახ.№8,ბ), მაშინ გარეგა-

ნი საბოლოო გადაწევის შედეგი ჰგავს „კლაკნილს“, როგორც წარმოიქმნება უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების დროს.

განგარიშები და ჩატარებული ექსპერიმენტები მოწმობს, რომ მოძრავ მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალის 500კნ-ის მიღწევისას სატვირთო მატარებლის, მთლიანლითონური ვაგონების და 4T $\Sigma$ 10C ლოკომოტივის წესიერული ურიკებით ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება ლიანდაგზე, მრუდში რადიუსით  $R=300\text{მ}$ , შესაბამისად ტოლია 40, 84 და 148კნ, ხოლო სწორში - შესაბამისად 28, 64 და 133კნ, (იხ.ცხრილი№6).

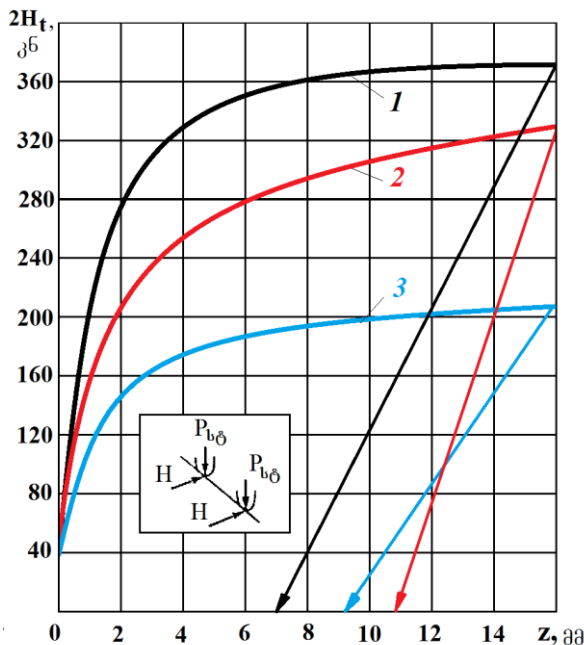
გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალის 1000კნ-ის მიღწევის დროს სატვირთო მატარებლის, მთლიან ლითონური ვაგონების და 4T $\Sigma$ 10C ლოკომოტივის წესიერული ურიკებით, ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება ლიანდაგზე, მრუდში რადიუსით  $R=300\text{მ}$ , შესაბამისად ტოლია 80, 169 და 296კნ, ხოლო სწორში შესაბამისად 57, 129 და 267კნ. უპირაპირო ლიანდაგის უბნებზე მოძრავი შემადგენლობის ურიკების თვლების ჯგუფურ გვერდით ზემოქმედებას, განპირობებულს მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით, ემატება სარელსო გადაბმების გვერდითი ზემოქმედება შპალებზე, განპირობებული უპირაპირო სარელსო გადაბმებში გრძივი მკუმშავი ტემპერატურული ძალების ზრდით, რელსების ტემპერატურის მატების გამო ჩაგების (ჩამაგრების) ტემპერატურასთან შედარებით. ბუნებრივია, რომ ზემოთ დასახელებული სარელსო გადაბმებიდან შპალებზე გადაცემული დამატებითი გვერდითი ზემოქმედება მით მეტია, რაც ნაკლებია მრუდის რადიუსი (ნახ.№40).

შპალებზე სარელსო გადაბმებიდან ასეთი ზემოქმედება სწორ უბნებში ხდება მხოლოდ ლიანდის ადგილობრივი უსწორობების ადგილებში.



**ნახ.№40. სარელსო გადაბმებიდან შპალებზე (P65, 2000 ცალი/კმ) გადაცემული გვერდითი ტემპერატურული ძალების ზემოქმედება მრუდის რადიუსზე დამოკიდებულებით.**

შედარებისათვის №40 ნახაზზე ნაჩვენებია ძალების გვერდითი ზემოქმედება შპალებზე, განპირობებული სარელსო გადაბმებში გრძივი ტემპერატურული ძალებით, სარელსო ლიანდის გვერდითი გადაწევის წინააღმდეგობის რეაქტიული ძალებით, მატარებლის გარეშე და მატარებლის ქვეშ (ნახ.№41) მოწმობს, რომ მოძრავი შემადგენლობის ურიკებით დატვირთვის შემთხვევაში ლიანდაგის წინაღობა ჰორიზონტალური განივი გადაწევის მიმართ ათჯერ უფრო მეტია, ვიდრე მოძრავი მატარებლების ქვეშ. თუ რელსებში ტემპერატურული ძალა აღემატება კრიტიკულ მნიშვნელობას, მაშინ ლიანდაგის გაგდება უნდა მოხდეს მატარებლის წინ. ამასთან, რელსებიდან ჩამოდის მატარებლის მეწინავე ნაწილი.



ნახ. №41. ვაგონის ურიკის ქვეშ რელსსაშუალო გისოსის წინაღობა გადაწევის მიმართ სტატიკაში ( $P_{65}$ , 2000 ცალი/კმ, ღორღი):  
 1, 2 - დატვირთული ვაგონის შემთხვევაში ( $P_{b\phi}=130$  კნ/ღერძზე) და როცა ლიანდაგი განლაგებულია შესაბამისად რკინაბეტონის და ხის შპალებზე, 3 - ცარიელი ვაგონის შემთხვევაში ( $P_{b\phi}=55$  კნ/ღერძზე) და როცა ლიანდაგი განლაგებულია რკინაბეტონის შპალებზე.

სარელსო გადაბმების ტემპერატურული გვერდითი დატვირთვები შპალებზე შეადგენს მცირე წილს (არაუმეტეს 4%) იმ დატვირთვისაგან, რომელსაც შეეძლება შპალების გადაწევა ცარიელი ვაგონის ურიკის ქვეშ. დატვირთული ვაგონის ურიკების ქვეშ, ზემოთ დასახელებული წილი კიდევ უფრო ნაკლებია. №41 ნახაზზე ნაჩვენებია გადაწევის მიმართ წინააღობის მრუდების სიდიდეები

მოცემულია სტატისტიკური მდგომარეობაში მყოფი ეკიპაჟებისათვის (რელსსაშპალო გისოსის გადაწევა ხდება გაჩერებული ვაგონების ურიკების ქვეშ). დინამიკაში ე.ი. ვაგონების მოძრაობისას, ვიბრაციის შედეგად, წინაღობა გადაწევის მიმართ შესაძლოა შემცირდეს დაახლოებით 15-20%-ით.

ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევების მიხედვით დასტურდება, რომ შეუძლებელია უპირაპირო ლიანდაგის გაგდების შესაძლებლობა მოძრავი მატარებლის ურიკების ქვეშ, რადგანაც სარელსო გადაბმებში კრიტიკულზე მეტი სიდიდის ტემპერატურული ძალების წარმოქმნისას, ლიანდაგის გაგდება უნდა მოხდეს მოძრავი მატარებლის წინ, რაც გამოვლინდება მოძრავი მატარებლის მეწინავე ნაწილის რელსებიდან ჩამოსვლით. კანონზომიერი კითხვაა - შესაძლებელია თუ არა ლიანდაგის გავარდნა მოძრავი მატარებლის ურიკებს შორის? ან, შესაძლებელია თუ არა ტემპერატურულად დამაბული უპირაპირო ლიანდაგის ვაგონსქვეშა ზონაში, რელსსაშპალო გისოსის თანდათანობითი გვერდითი გადაადგილება, №40 ნახაზზე ნაჩვენები მუდმივი ტემპერატურული ძალების ზემოქმედებით, ვაგონის ურიკებს შორის შპალებსა და ბალასტს შორის არსებული კავშირების შესუსტებით, რელსების გაღუნვის უარყოფითი ზონის ფარგლებში. ზოგიერთი სპეციალისტის მიერ გამოთქმულია ჰიპოთეზა, რომ უპირაპირო ლიანდაგის სარელსო გადაბმებში მკუმშავი ძაბვა ქმნის ამ დროს დაგროვებული რელსსაშპალო გისოსის ნარჩენ განივ გადაადგილებას, რომელსაც საბოლოოდ მივყავართ, განსაკუთრებით გრძელი მატარებლების ქვეშ, ლიანდაგის გაგდებად.

ამ ჰიპოთეზის შესამოწმებლად ჩატარებულ იყო შემდეგი ცდები. პოლიგონზე არსებული წინასწარ გასაგდებად მომზადებული ლიანდაგის სწორ უბანზე უშვებდნენ სპეციალურ მოწყობი-



ლობას - ვიბროწყვილთვალს, რომელიც წარმოადგენს ნატურალურ (სტანდარტულ) წყვილთვალს, რომელიც დატვირთულია მუდმივი 22ტ წონით ცვლადი სინუსოიდალური დატვირთვით  $\pm 100$  კნ 4გკ რხევითი სიხშირით. ყველა ჩატარებულ ცდაზე მდგრადობის დაკარგვა მოხდა რელსების უარყოფითი გალუნვის ზონის გარეთ. მრუდებში რადიუსით 800მ დამატებითი დატვირთვა იქმნებოდა 8ტ მასის ვიბრაციული მანქანის საშუალებით და ცვლადი სინუსო-იდალური დატვირთვით  $\pm 50$  კნ 7-8გკ რხევითი სიხშირით. ამ შემთხვევაშიც ლიანდაგის გაგდების ადგილი არ დაემთხვა რელსების გალუნვის უარყოფითი ტალღის ზონას.

შემდგომში, რკინიგზაზე გაბატონებული მოსაზრებების გამო, რომ შესაძლებელია მატარებლის ქვეშ ლიანდაგის გავარდნა, მოითხოვა ექსპერიმენტების ჩატარება მოქმედ ლიანდაგზე. ექსპერიმენტები ჩატარდა ლიანდაგის სწორ უბნებზე და მრუდებში, რადიუსით 400მ და 600მ, სრულად გამართულ უპირაპირო ლიანდაგზე და შემდეგ, დამატებით 600მ-იან მრუდში, მნიშვნელოვანი უსწორობების მქონე უპირაპირო ლიანდაგზე (ჰორიზონტალური უსწორობები, ჩალუნვის ისრებით 26მმ და 43მმ 20 მეტრიანი ქორდის შემთხვევაში; შეუვსებელი საშპალო ყუთებით 5მ-ს მანძილზე). მატარებლები მასით 2700ტ და 9000ტ, სიჩქარეებით 70-80კმ/სთ, რელსები ტემპერატურით  $42^{\circ}C$ , რაც შეესაბამება დასაშვებ ტემპერატურას, ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით, ასევე  $56^{\circ}C$  ტემპერატურაზე, რაც 33%-ით აღემატება დასაშვებს. ცდების ჩატარების პერიოდში, აღნიშნულ უბანებზე მატარებელმა გაიარა 560-ჯერ (ჯამურად დაახლოებით 3,5მლნ ტონა), მათგან 77-ჯერ ისეთ ტემპერატურაზე, რომელიც აღემატებოდა დასაშვებს. მატარებლის ყოველი გავლის შემდეგ იზომებოდა რელსსაშპალო გისო-

სის გადაწევა 0,01მმ-ის სიზუსტით 21 კვთში, ყოველ 5 მეტრში; უწყისივრობების ზონაში გაზომვის წერტილები აიღებოდა უფრო მეტი სიხშირით.

გამოვლინდა, რომ ყველა ტემპერატურის დროს რელსსაშპალო გისოსის გადაწევა ხდებოდა მხოლოდ ურიკების ქვეშ და მისგან ერთი მეტრის მანძილზე ორთავე მხარეს, არავითარი გადაწევა ურიკებსშორის სივრცეში არ დაფიქსირებულა. უმნიშვნელო ნარჩენი გადაწევები, რომლებიც გროვდებოდა თვლების ქვეშ დღის განმავლობაში, მთლიანად ან თითქმის მთლიანად ქრებოდა ღამით, ტემპერატურის დაწევის შემდეგ. მოძრავი შემადგენლობის თვლებით წარმოქმნილი საშუალო ნარჩენი გადაწევა, 1 მლნ. ბრუ-ტო ტონა ტვირთის გატარებისას, შეადგენდა 0,07მმ-ს სრულად გამართულ უპირაპირო ლიანდაგზე და 0,18მმ-ს მნიშვნელოვანი უსწორობების მქონე უპირაპირო ლიანდაგზე. ამრიგად, ექსპერი-მენტულად დადგინდა, რომ რელსების უარყოფითი გაღუნვა, ურიკებსშორის სივრცეში, არ არის უპირაპირო ლიანდაგის გაგ-დების მიზეზი, ხოლო რელსსაშპალო გისოსის ნარჩენი გადაწევის საერთო დაგროვება, მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში, მიმდი-ნარეობს საკმაოდ ნელა (ლიანდაგის მდგრადობისათვის საშიში გა-დაწევა გროვდება მაღალი ტემპერატურის შემთხვევაში 8-20 ათასი მატარებლის გავლის შემდეგ) და, ასევე, ვერ ჩაითვლება ლიანდა-გის გაგდების მიზეზად, რამდენადაც ასეთი პერიოდის განმავლო-ბაში გარდაუვალია აციება.

აღსანიშნავია, რომ ყველა ზემოთ აღნიშნული ექსპერიმენტი ტარდებოდა მატარებლების მოძრაობისას დამუხრუჭების გარეშე, ანუ თვლებიდან რელსებს არ გადაეცემოდათ ძალიან დიდი სიდი-დის ჰორიზონტალური (გრძივი და განივი) ძალები (განივი ძალე-ბის გაზომილი სიდიდეები მერყეობდა 7,5კნ-ს ფარგლებში). ვაგო-ნების ზიგზაგისებური განლაგების თეორიის შესაბამისად, მათი მიწყდომისას მოძრავი შემადგენლობის დამუხრუჭებულ წინა ნა-

წილთან, მასში შეიძლება წარმოიქმნას და ლიანდაგს გადაეცეს გაცილებით დიდი სიდიდის განივი ძალები (იხ.ცხრილი№6), რომელიც არ გამოორიცხავს რელსსაშპალო გისოსის გადაწევის წინააღობის გადალახვის შესაძლებლობას და თვლების ჩამოსვლას რელსებიდან. მაგრამ, ამ შემთხვევაში მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნა კვალიფიცირებულ უნდა იყოს, როგორც ლიანდაგის გადაწევა მოძრავი შემადგენლობის თვლებიდან გადაცემული დასაშვები განივი ძალების გადაჭარბების შედეგი, ლიანდის ტემპერატურული გაგდებისაგან განსხვავებით, გამოწვეულს ტემპერატურული გრძივი ძალებების გადაჭარბების შედეგად.

### **3. უპირაპირო ლიანდაგის გაგდებასთან დაკავშირებული მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის დარღვევის შემთხვევების გამოძიება**

უპირაპირო ლიანდაგის გაგდებასთან დაკავშირებული მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის დარღვევის შემთხვევების გამოძიების დროს, პირველ რიგში უნდა გავცნოთ „სარელსო გადაბმების სამსახურისა და ტემპერატურული რეჟიმის აღრიცხვის ჟურნალში“ არსებულ ჩანაწერებს. ყურადღება უნდა მიექცეს იმ სამუშაოებს, რომლის დროსაც შესაძლებელია სარელსო გადაბმების ტემპერატურული რეჟიმის შეცვლა (ღორღის გაწმენდა ღორღმწმენდი მანქანით, ლიანდაგის რეხტირება, რელსების შეცვლა მათანაბრებელ ძალებში, სარელსო გადაბმების ტეხვები, სარელსო გადაბმების მთლიანობის აღდგენა), ასევე, თუ რა ღონისძიებები იქნა გატარებული მის აღსადგენად.

აუცილებელია, აგრეთვე, რელსების ტემპერატურის ცოდნა მისი გაგდების მომენტში. მიზანშეწონილია რელსების ტემპერატურის

გაზომვა შემთხვევის ადგილზე მისვლისთანავე, თუ ლიანდაგის გაგდების მომენტიდან არ არის გასული დიდი დრო და მკვეთრად არ შეცვლილა ამინდი. რელსების ტემპერატურის შესაფასებლად შესაძლებელია გამოყენებული იყოს სპეციალური პოსტების მონაცემები (როგორც წესი, სარკინიგზო გადასავალებზე), ან სარკინიგზო მეტეოსადგურები, სადაც ეს მონაცემები ფიქსირდება ყოველ საათში და ასევე ჰაერის ტემპერატურა, მიღებული სხვა მეტეოსადგურებიდან. ასეთ შემთხვევაში, რელსის ტემპერატურა, თუ მოღრუბლული არ არის, როგორც წესი  $15 - 20^{\circ}\text{C}$  -ით მეტია ჰაერის ტემპერატურაზე.

ლიანდაგის გაგდება შეიძლება იყოს მისი მდგრადობის მნიშვნელოვანი შესუსტების შედეგი, გამოწვეული სამუშაოთა შესრულების წესების დარღვევით.

ამასთან ერთად, ლიანდაგის მდგრადობა შეიძლება დაირღვეს მასზე დაუშვებელი სიდიდის შინაგანი გრძივი ძალების ზემოქმედების შედეგად, გამოწვეული რელსების მაღალი ტემპერატურის ან მოძრავი მატარებლიდან გადაცემული განივი ძალების გამო, ასევე მათი თანხვედრის დროსაც. უნდა აღინიშნოს, რომ ლიანდაგის გაგდება ტემპერატურული ძალების ზემოქმედების შედეგად შეიძლება მოხდეს, როგორც ლიანდაგის მატარებლით დატვირთვის გარეშე, ასევე მატარებლის წინ, მაგრამ არა მოძრავი შემადგენლობის თვლების ქვეშ. ამრიგად, თუ ლიანდაგის გაგდებისას რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის არა მეწინავე ნაწილი, არამედ შუა ან ბოლო ნაწილი, მაშინ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ შემთხვევის მიზეზი გახდა, მოძრავი შემადგენლობის დაუშვებელი გრძივი ძალებით მატარებლის შეკუმშვის პირობებში, მატარებლის თვლებიდან გადაცემული განივი ძალების ზემოქმედება. მატარებლის ასეთი შეკუმშვა შეიძლება მოხდეს დამუხრუჭების, წევის დაგ-

132

დების, გარდატეხიან გრძივ პროფილზე მოძრაობის, მიმწოლის გამოყენების დროს, რისი დადგენაც შესაძლებელია ლოკომოტივის სიჩქარის საზომი ლენტის გაშიფვრით. რიგ შემთხვევაში ასეთი ძალების ზემოქმედების შედეგად ხდება ცარიელი ან მცირედ დატვირთული (12ტმ/ღერძზე ნაკლები) ვაგონების ჩამოსვლა რელსებიდან, თვლის ქიმის რელსის თავზე შეცოცების გამო, ხოლო დატვირთული ვაგონების - ლიანდის გაბჯენის გამო, ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში, რადგან ვერ ასწრებს რელსსაშუალო გისოსის გადაწევას.

უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება მეტისმეტად დიდი სიდიდის ტემპერატურული ძალების ზემოქმედების შედეგად შეიძლება წარმოიშვას შემდეგი მიზეზებით:

- სარელსო გადაბმების ჩამაგრება საანგარიშო ინტერვალის ქვედა ზღვარზე უფრო დაბალ ტემპერატურაზე;
- სარელსო გადაბმების განმუხტვის უხარსხოდ შესრულება, რომლის შემდეგაც რელსებში რჩება მნიშვნელოვანი სიდიდის დაძაბულობა;
- განმუხტვის ჩაუტარებლობა სარელსო გადაბმებში, რელსის გატეხვის გამო სარელსო გადაბმების მთლიანობის აღდგენის, მათანაბრებელ ძალებში რელსების შეცვლის, მანქანური წესით ღორღის გაწმედის შემდეგ;
- საშუალო ყუთების და შპალის ტორსების არასრულად შევსება ბალასტით, მათ შორის შპალგამომტენი მანქანების მუშაობის შემდეგაც;
- საკლემე ჭანჭიკების ქანჩების დაჭერის მნიშვნელოვანი შესუსტება.

უპირაპირო ლიანდაგის ექსპლუატაციის წესების ზემოთ ჩამოთვლილი დარღვევები გამოვლინდება - ლიანდაგის გაგდების ად-

გილზე უბნის დათვალიერებით, „სარელსო გადაბმების სამსახურისა და ტემპერატურული რეჟიმის აღრიცხვის ჟურნალში“ ჩანაწერების გაცნობით, ლიანდაგის გაგდებასთან თანამონაწილე პირების გამოკითხვით, ძაბვების განსამუხტავი ინსტრუმენტებისა და ხელსაწყოების შემოწმებით. მხედველობაში უნდა მივიდეთ, რომ სარელსო გადაბმებში დამაბულობის განმუხტვამ იძულებითი მეთოდების (ბურთულიანი ან გორგოლაჟიანი საყრდენების, დასარტყამი ან ჰიდრავლიკური ხელსაწყოების გამოყენება) გამოყენების გარეშე შეიძლება გამოიწვიოს რელსებში ნარჩენი დეფორმაციების წარმოშობა, რომელიც შეესატყვისება  $12-16^{\circ}\text{C}$  სხვაობას ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით - დარტყმითი ხელსაწყოების გამოყენების დროს -  $8^{\circ}\text{C}$ , ხოლო სარელსო გადაბმების წამკრისას მძიმეწონიანი მატარებლების ქვეშ  $20-30^{\circ}\text{C}$ . უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ სარელსო გადაბმების მოძრაობა შპალებთან მიმართებაში იწყება საკლემე ჭანჭიკების ქანჩების შესუსტებით, 60–80ნმ-მდე რეზინის რელსქვეშა საფენების და 90–110ნმ-მდე პოლიეთილენის საფენების შემთხვევაში, ხოლო “Pandrol”-ის ტიპის სამაგრების შემთხვევაში მათი მოხსნით.

უპირაპირო ლიანდაგის დამაბული მდგომარეობა ლიანდაგის გაგდების დროს შეიძლება, დაახლოებით, შევაფასოთ სარელსო გადაბმის ფაქტიური დაგრძელებით, რელსსაშპალო გისოსის განივი გადაწევის უბნის ფარგლებში. ამისათვის, სარელსო გადაბმების უბანზე გაგდების ზონის ორივე მხარეს, სადაც ლიანდაგს არ აქვს განივი გადაწევა, რელსებზე აღნიშნავენ ორ კვეთს. შემდეგ გულდასმით ზომავენ მანძილს კვეთებს შორის, თავიდან რელსების მდებარეობის მიხედვით, რომელიც მას ჰქონდა გაგდებად, ხო-

ლო შემდეგ გამრუდებული სარელსო ძაფის თავის მიხედვით. მანძილი ამ გაზომვებს შორის არის ფაქტიური წაგრძელება.

მაგრამ, ლიანდაგის გაგდების ზონაში თავდაპირველი სიგრძის დადგენა გაზომვით შესაძლებელია მხოლოდ ლიანდაგის სწორ უბნებზე. თუ გაგდების ზონა განლაგებულია მრუდში, მისი თავდაპირველი სიგრძე შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$l_{\text{მო}} = \frac{R\pi}{180} \arctg \frac{l_x}{\sqrt{4R^2 - l_x^2}}, \quad (30)$$

სადაც  $R$  - მრუდის რადიუსია გაგდების ზონის შუაში, მ.

$l_x$  - კვეთებს შორის მანძილი, მ.

მრუდის რადიუსი განისაზღვრება ლიანდაგსაზომი ვაგონის ლენტის მიხედვით.

ლიანდაგის გაგდების მომენტში, სარელსო გადაბმაში დამაბულობის შესატყვისი ტემპერატურა გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულებით:

$$N_1 = 7,25 p l_x \left( \sqrt{1 + \frac{16,8 \times 10^3 \lambda_c F}{p \times l_x^2}} - 1 \right), \quad (31)$$

$$N_2 = 3578 \sqrt{\frac{\beta I q}{f_x}}, \quad (32)$$

$$\Delta t_{\text{გაგდ.}} = \frac{0,018(N_1 + N_2)K_p}{F}, \quad (33)$$

სადაც  $p$  და  $q$  ლიანდაგის გადაადგილების სიგრძივი წინალობაა

შესაბამისად გრძივი და განივი მიმართულებით, ნ/სმ (იხ. ცხრილი №8 და №9).

$\lambda_c$  - სარელსო გადაბმის ფაქტიური დაგრძელება გაგდების ზონაში, სმ.

$F$  - რელსის განივკვეთის ფართობი, სმ<sup>2</sup>.

$\beta$  - გისოსის სიხისტის კოეფიციენტი; ხის შპალები-სათვის განცალკევებული სამაგრების შემთხვევაში  $\beta = 2,25$ , ომბოხური სამაგრების შემთხვევაში  $\beta = 1,0$ . რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში  $\beta = 2,5$ .

$I$  - რელსის ინერციის მომენტი ვერტიკალური ღერძის მიმართ, სმ<sup>4</sup>.

$f_x$  - ლიანდაგის მაქსიმალური გადაწევა თავდაპირველი მდგომარეობიდან გაგდების ზონაში, სმ.

$K_p$  - ლიანდაგის გაგდების ზონაში მრუდების არსებობის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი, (იხ. ცხრილი №10).

**ცხრილი №8**

**$p$  და  $q$  წინაღობის მნიშვნელობები**

| ლიანდაგის მდგომარეობა                                                 | შპალების რაოდენობა 1 კმ-ზე | $q$ , ნ/სმ | $p$ , ნ/სმ |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|------------|
| ლიანდაგი დაგების ან ღორღის შპალების ძირამდე გაწმენდის შემდეგ          | 1840                       | 60         | 90         |
|                                                                       | 2000                       | 65         | 100        |
| ლიანდაგი სტაბილიზაციის პროცესში რემონტის ან მთლიანი გასწორების შემდეგ | 1840                       | 85         | 130        |
|                                                                       | 2000                       | 90         | 140        |
| ხანგრძლივად ექსპლუატაციაში არსებული ლიანდაგი                          | 1840                       | 110        | 160        |
|                                                                       | 2000                       | 120        | 170        |

**შენიშვნა.** იმ ლიანდაგებზე, სადაც საშპალო ყუთები ნახევრადაა შევსებული ბალასტით, სიგრძივი წინაღობა მცირდება 10%-ით, ხოლო შეუვსებელ საშპალო ყუთებით - 2,5-ჯერ.



**ცხრილი №9**

***p* მნიშვნელობები რელსქვეშა საფენებისათვის**

| საკლემე ჭანჭიკების ქან-<br>ჩების დაჭერის საშუალო<br>მომენტის მნიშვნელობა | <i>p</i> , ნ/სმ მნიშვნელობა რელსქვეშა<br>საფენებისათვის |              |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------|
|                                                                          | რეზინის                                                 | პოლიეთილენის |
| 35                                                                       | 130                                                     | 90           |
| 50                                                                       | 190                                                     | 130          |
| 60                                                                       | 220                                                     | 160          |
| 70                                                                       | 260                                                     | 180          |
| 80                                                                       | 300                                                     | 200          |

**ცხრილი №10**

***K<sub>p</sub>* კოეფიციენტის მნიშვნელობა**

| კოეფიციენტი<br>რელსის ტიპის<br>მიხედვით | <i>K<sub>p</sub></i> კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მრუდის რადიუსის<br>მიხედვით, მ |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                         | სწორი                                                                         | 2000 | 1200 | 1000 | 800  | 600  | 500  | 400  | 350  |
| <i>K<sub>p65</sub></i>                  | 1                                                                             | 1,08 | 1,08 | 1,10 | 1,15 | 1,29 | 1,38 | 1,54 | 1,74 |
|                                         |                                                                               | 1,14 | 1,14 | 1,14 | 1,19 | 1,32 | 1,44 | 1,59 | 1,81 |
| <i>K<sub>p50</sub></i>                  | 1                                                                             | 1,10 | 1,10 | 1,10 | 1,12 | 1,21 | 1,27 | 1,42 | 1,58 |
|                                         |                                                                               | 1,06 | 1,06 | 1,08 | 1,13 | 1,24 | 1,33 | 1,53 | 1,68 |

**შენიშვნა:** მრიცხველში - რკინაბეტონის შპალებისათვის, მნიშ-  
ვნელში - ხის შპალებისათვის.

№8 ცხრილში მოტანილი სიგრძივი წინაღობის *p* -ს მნიშვნელო-  
ბებით სარგებლობა შესაძლებელია მხოლოდ შპალების რელსებთან  
ნორმალურად მიმაგრების შემთხვევაში. თუ საკლემე ჭანჭიკების  
ქანჩები არასაკმარისადაა დაჭერილი და სარელსო გადაბმას აქვს

ქვესადების მიმართ გადაადგილების საშუალება, მაშინ გაანგარიშებებში იყენებენ №9 ცხრილში მოტანილი სიგრძივი  $p$  წინაღობის მნიშვნელობებს.

№9 ცხრილში მოტანილ მონაცემებს იყენებენ იმ შემთხვევაში, თუ შემთხვევის ადგილის დათვალიერებისას დადგენილია, რომ ლიანდაგის გაგდების ზონასთან მირთვის უბანზე სარელსო გადაბმების გადაწევა მოხდა შპალების გრძივი გადაადგილების გარეშე. ამ უბნებზე საკლემე ჭანჭიკების ქანჩების დამაგრებას ამოწმებენ დინამომეტრული ქანჩასაღებით 30–40მ-ს მანძილზე და განსაზღვრვენ მისი მოჭერის საშუალო მომენტს.

განგარიშების შედეგად მიღებულ ტემპერატურას  $\Delta t_{\text{გაგდ.}}$  ადარებენ ლიანდაგის მდგრადობის პირობით ტემპერატურის დასაშვებ ცვალებადობას (უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის შესაბამისად). თუ  $\Delta t_{\text{გაგდ.}}$  მნიშვნელოვნად დაბალია  $\Delta t_y$  ტემპერატურაზე, მაშინ შეგვიძლია დამაჯერებლად ვამტკიცოთ, რომ ლიანდაგის გაგდების მიზეზი არ შეიძლება იყოს ლიანდაგის მდგომარეობა.

თუ დადგენილია, რომ ლიანდაგის გაგდება მოხდა უბანზე, სადაც სრულდებოდა სალიანდაგო სამუშაოები, დაკავშირებული მისი მდგრადობის შესუსტებასთან, მაშინ  $\Delta t_{\text{გაგდ.}}$  ადარებენ ზემოთ აღნიშნულ ინსტრუქციაში მოტანილ ტემპერატურის გადაჭარბების დასაშვებ ნორმას ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით. თუ  $\Delta t_{\text{გაგდ.}}$  ნაკლებია ნორმატიულ ტემპერატურაზე, მაშინ შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ლიანდაგის გაგდება სალიანდაგო სამუშაოების შესრულების შედეგად არ არის გამოწვეული.

ზემოთ აღნიშნული გაანგარიშების თანმიმდევრობა შეიძლება გამოყენებულ იყოს ხის შპალებიანი, ომხოხურ მიმაგრებიანი და ღორღის ბალასტიანი რგოლური ლიანდაგისათვისაც. ამ შემთხვევაში №8 ცხრილში მოტანილი ლიანდაგის სიგრძივი წინაღობის მნიშვნელობები იანგარიშება ფორმულით

$$p = 40 + \frac{50 \times n}{l_{\text{რგ}}} , \quad (34)$$

სადაც  $n$  - რგოლზე ზამბარული ძვრაწინაღობის რაოდენობაა.

$l_{\text{რგ}}$  - რგოლის სიგრძე, მ.

#### 4. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების ლიანდის ტექნერატურულ გაგებასთან შეცდომით მიკუთვნების მაგალითები

1. №222 სამგზავრო მატარებლის მარცხი ადამიანების მსხვერპლით, სამხრეთ-დასავლეთის რკინიგზის გადასარბენზე კონონოვკა-მარიანოვკა 29.08.1992წ. რკინიგზის განყოფილების ადგილობრივმა კომისიამ სამსახურებრივი გამოძიების დროს მატარებლის მარცხის მიზეზად (დასაბუთების გარეშე) დაასახელა - ლიანდაგის გაგდება. დასაჯეს სალიანდაგო დისტანციის მუშაკები. გაატარეს ღონისძიებები მატარებლების მოძრაობის სასწრაფოდ აღდგენის მიზნით, თუმცა არსებულ ორლიანდაგიან უბანზე მცირე სიხშირის მოძრაობის დროს ამის სასწრაფო აუცილებლობა არ იყო. ტრაგედიის ნამდვილი მიზეზი შეუსწავლელი დარჩა.

ლიანდაგის მუშაკების თხოვნით ჩატარდა უფრო დეტალური გამოკვლევა, დამოუკიდებელი ექსპერტების მონაწილეობით. მიღებულ იქნა სულ სხვა შედეგი.

დადგინდა, რომ თითქმის მთლიანად ჰორიზონტალურ მოედანზე განლაგებულ ორლიანდაგიან სწორ უბანზე მაღალი ხარისხის კაპიტალური შეკეთება ჩატარდა 1984 წელს. დაიგო უპირაპირო ლიანდაგი მოცულობით-ნაწრობი  $P65$  ტიპის რელსებით, რკინაბეტონის შპალებით და  $KB$  ტიპის სამაგრებით, მაგარი ჯიშის ქვისაგან ღორდის ბალასტზე, საბალასტო პრიზმის მხრის სიგანით 25სმ. უპირაპირო სარელსო გადაბმები სიგრძით 800მ-მდე ჩამაგრებულ იქნა  $+27^{\circ}C$  ტემპერატურაზე. უბანზე სამგზავრო გადაზიდვებს ემსახურებოდა თბომავალი 2ТЭП60 კონსტრუქციული სიჩქარით 120კმ/სთ-მდე. აღნიშნული კონსტრუქციის ლიანდაგისათვის ეს საკმაოდ მსუბუქი დატვირთვაა. კლიმატური პირობები საკმაოდ რბილია: რელსების მინიმალური ტემპერატურა - მინუს  $35^{\circ}C$ , ხოლო მაქსიმალური ტემპერატურა  $+58^{\circ}C$ .

ასეთ ვითარებაში უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის შესაბამისად უპირაპირო ლიანდაგის ექსპლუატაციის რეჟიმი საკმაოდ მსუბუქია. სარელსო გადაბმების ჩამაგრების დასაშვები ტემპერატურის საანგარიშო ინტერვალის საზღვარი იცვლება  $+4^{\circ}C$  -დან  $+47^{\circ}C$  -მდე, ანუ საერთო ინტერვალი ტოლია  $43^{\circ}C$ .

მარცხის მომენტამდე აღნიშნულ ლიანდაგზე გატარებული იყო 280მლნ.ტ. ტვირთი, ანუ ლიანდაგი კაპიტალური შეკეთების შემდეგ სტაბილიზირებული იყო, გააჩნდა მდგრადობის საკმარისი მარაგი უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის ნორმებთან შედარებით, რომელიც დადგენილია ახალდაგებული დაუტკეპნავი ბალასტისათვის. ამავე დროს, ლიანდაგი ჯერ კიდევ იყო „ახალგაზრდა“ და არ იყო დაგროვებული შესამჩნევი ნარჩენი დეფორმაციები: რელსები უმნიშვნელო ცვეთით, ბალასტი პრაქტიკულად სუფთა მდგომარეობაში, რელსები წაძვრის

გარეშე, 1992 წლის ივნისის მონაცემებით ბალური მაჩვენებელი - ფრიადი (სულ 2 ბალი). მატარებლის მარცხის მომენტში რელსების ტემპერატურა იყო  $+53^{\circ}\text{C}$  (ჰაერის ტემპერატურა  $+33^{\circ}\text{C}$ ), რაც  $5^{\circ}\text{C}$ -ით ნაკლებია საანგარიშო მაქსიმალურ ტემპერატურაზე. მატარებლის ფაქტიური სიჩქარე (სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით) შეადგენდა 98კმ/სთ-ს, რაც 22კმ/სთ-ით (დაახლოებით 20%) ნაკლებია ამ უბნისათვის საანგარიშო მაქსიმალურ (120კმ/სთ) სიჩქარეზე.

ამრიგად, ექსპლუატაციის დასაშვებ ზღვარს ჯერ არ იყო მიახლოებული. სამსახურებრივი გამოძიების მასალებში მითითება გაკეთებული იყო ღორღის გაწმენდაზე... მეზობელ კილომეტრზე(!). ასეთი მითითება კი არაფერს არ იძლევა, კონკრეტულ შემთხვევაში, გარდა მანძილისა. ეს „ფაქტი“ არ ემთხვევა დროშიც: სამუშაოები შესრულდა ორკვირანახევრით ადრე შემთხვევამდე, ამ დროის განმავლობაში ლიანდაგი მთლიანად იყო გასწორებული და მასზე გატარებულ იქნა დაახლოებით 1 მლნ.ტ. ტვირთი.

გამოძიების მასალების და ტექნიკური დოკუმენტაციის შესწავლის შემდეგ ექსპერტები დეტალურად გაეცნენ ვითარებას მარცხის ადგილზე, სადაც ჯერ კიდევ შემორჩენილი (არ იქნა გატანილი გადასარბენიდან) იყო ლიანდაგისა და ვაგონების ნარჩენები. ლიანდაგის გაგდების ძალიან ბევრი ნიშანწყალი უკვე წაშლილი იყო: შენარჩუნებული ლიანდაგის გრძივი გადაადგილება, მიმოფანტული ბალასტის განსაზღვრული ფორმა, რელსების გაღუნვის და შპალების დარღვევის დამახასიათებელი ფორმები და ა.შ. ამიტომ, დოკუმენტალური და „საველე“ მონაცემების გათვალისწინებით გაკეთებულ იქნა დასკვნა, რომ №222 მატარებლის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი, უპირაპირო ლიანდაგის გაგდება არ არის.

ამას გარდა, გამოვლენილ იყო შეუსაბამო მატარებლის ბრიგადის წევრების ჩვენებებს, სიჩქარის საზომი ლენტის ჩანაწერებს და სამსახურებრივი გამოძიების აქტის ტექსტებს შორის. აქტში მითი-

თებულია, რომ „ . . . მოხდა მატარებლის თვითდამუხრუჭება სახელოების შემაერთებლების გადახსნის შედეგად“ (ანუ სალოკო-მოტივო ბრიგადის მოქმედების გარეშე!). ბრიგადის ორივე წევრის ჩვენებებში აღნიშნულია, რომ მემამქანემ „ . . . გამოიყენა სასწრაფო დამუხრუჭება, სილის გამოყენებით . . .“ (იგრძნო გვერდითი ბიძგი!). ხოლო სიჩქარის საზომი ლენტის დეტალური გაშიფვრისას გაირკვა, რომ სასწრაფო დამუხრუჭება გამოყენებულ იქნა მარცხის ადგილიდან 300 – 400მ-ით ადრე. ამრიგად, რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი არ შეიძლება ყოფილიყო ლიანდაგის გაგდება.

მატარებლის მარცხის დამატებითი მონაცემები მოპოვებულ იყო ავარიის ადგილზე სამართალდამცავი ორგანოების თანამშრომლების მიერ, შემთხვევიდან მალევე შესრულებული ვიდეოგადაღებების საფუძველზე. ვიდეოკადრებზე მკაფიოდაა დაფიქსირებული რელსებიდან ჩამოსული მატარებლის ზიგზაგისებრი განლაგება, მატარებლის შეკუმშულ ნაწილში, როგორც ეს ნაჩვენებია №8,ბ ნახაზზე. ნორმალური სამომსახურო დამუხრუჭების დროს, რომლის დროსაც ის განაწილებულია თანაბრად მთელი შემადგენლობის სიგრძეზე, ასეთი მავნე მოვლენა არ ხდება. სამწუხაროდ სასწრაფო დამუხრუჭების მავნეობა რჩება ღიად.

**2. №3032 მატარებლის მარცხი, ამიერკავკასიის რკინიგზის გადასარბენზე სოვსტაკანი-ეჩმიადინი 23.08.1987წ.** მოხდა სატვირთო მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნა ერთლიანდაგიან უბანზე. სამსახურებრივი გამოძიების დროს მატარებლის მარცხის მიზეზად დასახელდა - ლიანდაგის გაგდება. ასევე, დასაჯეს სალიანდაგო დისტანციის მუშაკები. გაატარეს ღონისძიებები მატარებლების მოძრაობის სასწრაფოდ აღდგენის მიზნით - გაიტანეს ვაგონები და ლიანდაგის ნაწილები ამწეებით, საწვეარებით და სხვა მძლავრი ტექნიკის საშუალებით. შემთხვევის ადგილის გულდასმითი შე-

მოწმება, გაზომვა და სხვა, გამოსაკვლევად აუცილებელი მოქმედებები არ იქნა ჩატარებული. ამიტომ, ექსპერტი იძულებული იყო გამოეტანა დასკვნა, რომ სამსახურებრივი გამოძიების დროს მიღებულ იყო მარცხის მხოლოდ ერთი ვერსია. ამის გამო ჩატარდა საქმის ვითარების დამატებითი შესწავლა.

განსახილველ ადგილზე უპირაპირო ლიანდაგი პირველად დაგებულ იყო 1976 წელს, როგორც საცდელი მრუდში, რადიუსით 350მ-ზე ნაკლები. 2842კმ-ზე მრუდის რადიუსი იყო 320მ. ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციაში ჩართული იყო დაახლოებით 570მ სიგრძის P50 ტიპის ე.წ „ნედლი“ რელსებისაგან დამზადებული სარელსო გადაბმა, C-56 ტიპის რკინაბეტონის შპალები, KB ტიპის სამაგრები, რელსქვეშა კორდონიტული და შპალზედა რეზინის შუასადებებით, ღორღის საბალასტო პრიზმა 30სმ-იანი მხარით. შპალების რაოდენობა მრუდში ტოლი იყო 2000 ცალი/კმ-ზე. სარელსო გადაბმის ბოლოში მათანაბრებელ მაღში განლაგებული იყო სამი წყვილი მათანაბრებელი რელსი. მათანაბრებელი რელსები განთავსებული იყო სწორ უბანში. ლიანდის სიგანე მრუდში ტოლი იყო 1530მმ, რაც სტანდარტულ შპალებზე მიიღწეოდა P50 ტიპის არასიმეტრიული ქვესადებების შებრუნების ხარჯზე. ამგვარად, იმ პერიოდში მოქმედი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების მოთხოვნები დაცული იყო.

უბანზე სატვირთო და სამგზავრო გადაზიდვებს ასრულებდა БЖ10 სერიის ელმავალი, სიჩქარით 60კმ/სთ-მდე. ამ უბანზე კლიმატური პირობები შედარებით რბილია: რელსების მინიმალური ტემპერატურაა - მინუს  $31^{\circ}\text{C}$ , ხოლო მაქსიმალური ტემპერატურა  $+61^{\circ}\text{C}$ , წლიური ამპლიტუდა  $92^{\circ}\text{C}$ . ასეთ ვითარებაში უპირაპირო ლიანდაგის სარელსო გადაბმების ჩამაგრების დასაშვები ტემპერა-

ტურის საანგარიშო ინტერვალის საზღვარი იცვლება  $+26^{\circ}\text{C}$  -დან  $+33^{\circ}\text{C}$  -მდე, ხოლო უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის შესაბამისად, ზოგიერთი რეზერვის გათვალისწინებით, ინტერვალი უფრო დიდ ფარგლებში იცვლება:  $+20^{\circ}\text{C}$  -დან  $+34^{\circ}\text{C}$  -მდე. ფაქტიურად სარელსო გადაბმა ჩამაგრებული იყო  $+30^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე.

1976 წლიდან 1986 წლამდე პერიოდში, გზათა მიმოსვლის სამინისტროს მიერ დამტკიცებული მეთოდის შესაბამისად, უპირაპირო ლიანდაგზე უწყვეტ დაკვირვებას აწარმოებდა ВНИИЖТ-ის ლაბორატორია, ლიანდაგის მუშაკებთან ერთად. დროის ამ მონაკვეთში უბანზე გატარებულ იქნა 190 მლნ.ტ. ტვირთი, რაც P50 ტიპის რელსებისათვის, სამთო პირობებში ერთნახევარჯერ აღემატებოდა გზათა მიმოსვლის სამინისტროს მიერ დადგენილ ნორმას. რელსების ტემპერატურა არაერთხელ მიახლოებია ექსტრემალურს. მიუხედავად ამისა ლიანდაგის მდგრადობის დაკარგვის, მისი წაძვრის, რელსების გატეხვის არავითარი ნიშანი არ დაფიქსირებულა.

ლიანდაგის მდგომარეობა გეგმაში (რეხტირება) ხასიათდებოდა ჩალუნვის ისრების მინიმალური სხვაობით, გაზომილი 5მ-ის ინტერვალით მდებარე წერტილებში. ლიანდის სიგანე ფაქტიურად არ შეცვლილა (წრიულ მრუდში მოიმატა 2-3მმ-ით). ლიანდაგის მდგომარეობის ბალური შეფასება ЦНИИ-2 ლიანდაგსაზომი ვაგონის მონაცემებით, რომელიც უბანს ამოწმებდა ორ კვირაში ერთხელ, ძირითადად იყო ფრიადი და ცალკეულ წვიმიან თვეებში ბალური შეფასება იყო - კარგი. ძირითადი სალიანდაგო სამუშაოები, რომლებიც ტარდებოდა ამ უბანზე იყო - ლიანდაგის გასწორება ბარათებზე და КБ ტიპის სამაგრების, საკლემე ჭანჭიკების ქანჩების გადაჭერა. ყოველთვიურად ყოველ მეტრში იზომებოდა ლიანდის



სიგანე და თარაზო, ყოველკვარტალურად (ამ შემთხვევაშიც ყოველ მეტრში) კონტროლდებოდა მანძილი რეპერებიდან (საკონტაქტო ქსელის საყრდენი) საყრდენ ძაფამდე. მოწმდებოდა რელსების წაძვრა განივი კვეთების მიმართ, გრძივი ძაბვების სიდიდეები რელსებში (მექანიკური ტენზომეტრების საშუალებით), საკლემე ჭანჭიკების დაჭერის მნიშვნელობები (დინამომეტრული გასაღებებით) და სხვა.

აღწერილი პერიოდის ბოლოს შიდა ძაფის რელსის თავის გატყლეჭამ, თანდათანობითი გაფართოებით მიაღწია ზღვრულ მნიშვნელობას. ამიტომ 1986 წელს ჩატარდა რელსების მთლიანი შეცვლა (როგორც ზემოთ იყო მითითებული, რელსების მიერ გატარებული ტონაჟი ერთნახევარჯერ აღემატებოდა გზათა მიმოსვლის სამინისტროს მიერ დადგენილ ნორმას).

ახალი სარელსო გადაბმები დაიგო ძველ შპალებზე და სამაგრებზე, გაცვეთილი რეზინის შუასადებების და ნაწილობრივ კუთხვილიანი დეტალების შეცვლით. შევსებული და გამოტენილი იყო საბალასტო პრიზმა და ჩატარებულ იქნა ლიანდაგის გასასწორებელი აუცილებელი სამუშაოები.

საგამოძიებო მასალების მიხედვით სარელსო გადაბმები ჩამაგრებულ იქნა  $+30^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე. მარცხის დღეს 23.08.1987წ. რელსების ტემპერატურა უშუალოდ ადგილზე (ლიანდაგში) არ გაზომილა, არამედ დადგენილი იქნა ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით, რომელიც უახლოესი მეტეოსადგურის (მარცხის ადგილიდან 5კმ-ს მანძილზე) მონაცემებით 15სთ-სთვის შეადგენდა  $+32,6^{\circ}\text{C}$ . როგორც ცნობილია მაქსიმალური სხვაობა ჰაერისა და რელსის ტემპერატურებს შორის შეადგენს  $20^{\circ}\text{C}$ . მაშინ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მარცხის მომენტში (15სთ და 10წთ) რელსის მაქსიმა-

ლური ტემპერატურა იქნებოდა  $+52^{\circ}\text{C}$  -  $+53^{\circ}\text{C}$  , რაც  $8^{\circ}\text{C}$  -ით ნაკლებია საანგარიშო მაქსიმალურ ტემპერატურაზე ( $+61^{\circ}\text{C}$  ). ტემპერატურათა ფაქტიურმა სხვაობამ (ზრდა) ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით შეადგინა  $20-25^{\circ}\text{C}$  , რაც 1,3–1,6-ჯერ ნაკლებია დასაშვებზე ( $34^{\circ}\text{C}$  ), რომელთაც თავის მხრივ აქვს მარაგის კოეფიციენტი 1,5 – 1,8.

ცნობილია, რომ უპირაპირო ლიანდაგის მდგრადობა რამდენადმე დაბლა იწევს ზოგიერთი სალიანდაგო სამუშაოს ჩატარების დროს. მაგრამ მარცხის დღეს და არც წინა დღეებში აღნიშნულ უბანზე სალიანდაგო სამუშაოები არ ჩატარებულა. საქმეში დევს მითითება ლიანდაგის რეხტირებაზე, რომელიც ჩატარდა 21.08.1987წ., მაგრამ, ამ სამუშაოს ასრულებდნენ დილის 7 საათზე, როცა რელსების ტემპერატურა იყო  $+22^{\circ}\text{C}$  , რაც  $8^{\circ}\text{C}$  -ით ნაკლებია რელსების ჩამაგრების ტემპერატურაზე ( $+30^{\circ}\text{C}$  ), ხოლო უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის შესაბამისად ლიანდაგის რეხტირების სამუშაოების წარმოება შეიძლება ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით  $5^{\circ}\text{C}$  -ით მეტ ტემპერატურაზეც. სამუშაო შესრულებულ იქნა მაღალი ხარისხით (რეხტირების შემდეგ მეზობელ ჩალუნვის ისრებს შორის სხვაობა არ აღემატებოდა 5მმ-ს, რეხტირების შემდეგ მთლიანად დაჭერილ იქნა საკლემე ჭანჭიკების ქანჩები, დაიტკეპნა ბალასტი).

შემდგომ ორი დღე მატარებლები უბანზე მოძრაობდნენ ყოველგვარი დაბრკოლების ან სამატარებლო ბრიგადების მხრიდან შენიშვნების გარეშე. БЛ110 სერიის ელმავალის №630 მემანქანმაც ვერაფერი ვერ შენიშნა იმ მომენტამდე, სანამ არ იგრძნო გვერდითი დარტყმა. მოგვიანებით მემანქანის თანაშემწემ, რკინიგზის განყოფილების უფროსს მისცა ჩვენება, რომ თითქოს მატარებლის წინ

დაინახა „კლაკნილი“ (ლიანდაგის გამრუდება). მოცემულ „ფაქტზე“ იკვეთება შემდეგი წინააღმდეგობრიობა. №3032 მატარებლის გავლამდე 20წთ-ით ადრე (როგორც ეს ჩანს მოძრაობის გრაფიკიდან) ამ უბანზე გაიარა შემხვედრმა მატარებელმა, რომლის ბრიგადას რაიმე შემთხვევაზე არ უცნობებია, არცერთი შენიშვნა არ გაუკეთებია. როგორც ცნობილია ლიანდაგის გაგდება შორიდანაც კარგად ჩანს. გამრუდების ისარი ჩვეულებრივ არის 30 – 40სმ-ს სიგრძის, ხოლო ტალღის სიგრძე აღწევს 8 – 15მ-ს, ამასთან მრუდში გაგდება ერთმხრივია, ერთი ტალღის სახით მრუდის გარეთ და არა „კლაკნილის“ სახით.

ტერიტორია მარცხის რაიონში იყო გაშლილი, ლიანდაგი განლაგებული იყო 2მ სიმაღლის ყრილზე. ამიტომ, შეუძლებელია, რომ სალოკომოტივო ბრიგადას შორიდან ვერ შეენიშნა ლიანდაგის გაგდება და არ უნდა დასჭირებოდათ სასწრაფო მუხრუჭის გამოყენება. დავუშვათ, რომ იყო ლიანდაგის გაგდება და სალოკომოტივო ბრიგადამ იგი შენიშნა გამრუდებაზე შესვლამდე 2-5მ-ით ადრე (მემანქანის თანაშემწის ჩვენება, რომ თითქოს მატარებლის წინ დაინახა „კლაკნილი“), მაშინ გაუგებარია, როგორ შეძლო მძიმე რვაღერძიანმა ლოკომოტივმა, ორ ვაგონთან ერთად, გამრუდებაზე „გადაფრენა“ 62კმ/სთ სიჩქარით, ლიანდაგში ჩავარდნისა და დაზიანებების გარეშე. ВНИИЖТ-ის გამოკვლევებით მრუდში დამატებითი გაღუნვის ტალღის სიმრუდის რადიუსი განსაზღვრულ შემთხვევაში ტოლი იყო 67მ. ВЛ10 სერიის ელმავალის გავლა ასეთ პირობებში შეუძლებელია. ამიტომ, ლოკომოტივის წინ ლიანდაგის გაგდების ვერსია საფუძველს მოკლებულია.

2842კმ-ზე მატარებლის ქვეშ ლიანდაგის გაგდების საკითხი მოიხსნა, რადგან ლიანდაგის გაგდების არცერთი ნიშანი (იხ. სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების არსი. გაგდების

ბირითადი ნიშნები და მასზე გავლენის მომხდენი ფაქტორები) არ იქნა გამოვლენილი, ხოლო ლიანდაგის მდგრადობის მარაგი საკმაოდ მაღალია: ლიანდაგმა რელსების შეცვლის შემდეგ გაატარა 25მლნ. ტ. ტვირთი; რელსები და სამაგრები იყო გაუცვეთავი; ლიანდაგის მდგომარეობა მთლიანობაში - ფრიადზე. ამავე დროს, როგორც აღინიშნა, სხვა რაიმე მიზეზი გარდა „სალიანდაგოსი“ არ განხილულა. ხოლო ასეთები შესაძლოა ბევრი ყოფილიყო: ვაგონების დეტალების გატეხვა, სამუხრუჭე შლანგების გაწყვეტა, ტვირთების გადმოვარდნა და ა.შ. БЛ10 სერიის №630 ელმავალის სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით დადგინდა, რომ გამოყენებული იყო სასწრაფო დამუხრუჭება, მაგრამ, ეს ცნობილი იყო ლენტის გარეშეც. შემთხვევა დამატებით განხილული იყო გზათა მიმოსვლის სამინისტროს სარევიზიო აპარატის მიერ, მაგრამ გადაწყვეტილება არ იქნა შეცვლილი. რამდენიმე თვის შემდეგ სალიანდაგო სამსახურის მუშაკებმა, სარევიზორო აპარატის მუშაკებთან ერთად, საქმეში აღმოაჩინეს №3032 მატარებლის სამარშრუტო ფურცელი, რომლიდანაც ნათელი გახდა, რომ მატარებელი არასწორად იყო ფორმირებული - მატარებლის შუაში განლაგებული იყო ცარიელი ვაგონები, ხოლო მათ გვერდით, „საცდელი“ ნორმით - 270კნ/ღერძზე, დატვირთული ვაგონები. გზათა მიმოსვლის სამინისტროს მითითებით მრუდებში რადიუსით 320მ მატარებლებს, რომელთა შემადგენლობაში, თუ ერთი ვაგონიც იქნებოდა ასეთი დატვირთვით, უნდა ემოძრავათ არაუმეტეს 40კმ/სთ სიჩქარით. გაფრთხილება ლოკომოტივის მემანქანეებისათვის უნდა გაეცათ სადგურში. საბოლოოდ სადგურში გაფრთხილება ან არ იქნა გაცემული, ან სალოკომოტივო ბრიგადამ არ შეასრულა მიღებული ბრძანება.

**3. №2651 სატვირთო მატარებლის მარცხი.** მარცხი მოხდა გორის რკინიგზის კამენიშჩე-ტარტალის გადასარბენზე 19.07.1995 წლის 16სთ და 17წთ-ზე, ლიანდაგის სწორ უბანზე. რელსების ტემპერატურა იყო  $+46^{\circ}\text{C}$ . რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის შუა ნაწილში განლაგებული ცისტერნა, რამაც გამოიწვია, მეზობელ ლიანდაგზე მოძრავი, საფოსტო-საბარგო მატარებლის მეწინავე ნაწილის ლიანდაგში ჩავარდნა.

გზის ხელმძღვანელობის მიერ მარცხიდან სამი დღის შემდეგ, იყვნენ მიწვეული ექსპერტები. ექსპერტთა კომისიამ დოკუმენტურად დააფიქსირა ის ფაქტი, რომ დარჩენილი დაუზიანებელი უპირაპირო ლიანდაგს მისი ამოჭრის ადგილში (მარცხის ადგილთან) არავითარი გრძივი გადაადგილება არ განუცდია (ჰაერის ტემპერატურა გამოკვლევის მომენტში იყო ისეთივე, როგორც მარცხის დროს). მხოლოდ ეს ფაქტი ამტკიცებს, რომ რელსის ტემპერატურა მარცხის მომენტში ახლოს იყო ნეიტრალურთან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ მარცხის მომენტში უპირაპირო სარელსო გადაბმებში ტემპერატურული გრძივი ძალების სიდიდეები გაცილებით ნაკლები იყო დასაშვებზე.

მარცხის მიზეზად აქაც დასახელებული იყო ლიანდაგის გაგდება სატვირთო მატარებლის ქვეშ, მის შუა ნაწილში იმ ვარაუდით, რომ ლიანდაგის გაგდება მოხდა მატარებლის ქვეშ, ლიანდაგის შესუსტების მიზეზით (დარხეული შპალები, გაშიშვლებული ბოლოებით, გაფხვიერებული ბალასტი, კუთხეები გეგმაში) და უპირაპირო სარელსო გადაბმებში კრიტიკულზე მაღალი ტემპერატურული, მკუმშავი ძაბვების ზემოქმედებით, რამაც გამოიწვია წაძვრა (შესუსტებული საკლემე ჭანჭიკები). ამ მოსაზრებების უარყოფა შესაძლებელია ძალიან ადვილად. თუ უპირაპირო სარელსო

გადაბმებში წარმოიქმნა მეტისმეტად გადაჭარბებული სიდიდის ტემპერატურული ძალები, მაშინ ლიანდაგის გაგდება უნდა მომხდარიყო რელსსაშპალო გისოსის განივი გადაწევის წინააღმდეგობის შემცირების ადგილზე, მაგრამ, იმ მომენტში, როდესაც წინააღმდეგობის გაგდების მიმართ ყველაზე უფრო მინიმალურია, ანუ მოძრავი მატარებლის წინ. ეს არის ენერგიის რეალიზაციის ურყევი კანონი, რეალიზდება იქ სადაც საჭიროა მისი მინიმუმი. მატარებლის ქვეშ უპირაპირო სარელსო გადაბმებში ათჯერ უფრო ძნელია დაგროვებული ტემპერატურული ძალების რეალიზება; ამიტომ, მატარებლის ქვეშ გაგდების ადგილზე ათჯერ უფრო ძნელია რელსსაშპალო გისოსის განივი გადაწევა და ამდენჯერვე ძნელია რელსებისა და შპალების გადაადგილება ლიანდაგის გასწვრივ. ხოლო ასეთი გრძივი გადაადგილების გარეშე ვერ მოხდებოდა ლიანდაგის გაგდება მატარებლის ქვეშ. ოთხდერძიანი სატვირთო ვაგონის ურიკებს შორის უდიდესი მანძილი ტოლია 6,8მ-ის. P65 ტიპის რელსების შემთხვევაში, რომელსაც გააჩნია დიდი სიხისტე ვერტიკალური ღუნვის მიმართ  $EI$ , მითითებულ მანძილზე და თვლებს შორის ყველა სხვა დანარჩენ შუალედებში, რელსები შპალებზე და ბალასტზე ქმნის დამატებითი მნიშვნელოვანი სიდიდის ვერტიკალურ დატვირთვას (ათჯერ უფრო მეტს, ვიდრე რელსსაშპალო გისოსის საკუთარი წონით გამოწვეული დატვირთვა მოძრავი მატარებლის წინ). რელსსაშპალო გისოსის წინააღმდეგობა განივი და გრძივი გადაადგილების მიმართ, ძირითადად განისაზღვრება რელსებისა და შპალების ძირზე ხახუნის ძალით. აღნიშნული ძალა პირდაპირპროპორციულია რელსებიდან შპალებზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვისა. რაც მეტია აღნიშნული დატვირთვა, მით მეტია რელსსაშპალო გისოსის წინააღმდეგობა ჰორიზონტალური გადაადგილების მიმართ (ნახ.№41). რამდენადაც P65 ტიპის რელ-

სებიდან შპალებზე გადაცემულ ვერტიკალურ დატვირთვას ადგილი აქვს სატვირთო მატარებლის ქვეშ, პრაქტიკულად მთელი მატარებლის მანძილზე (ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონების უმეტესობისათვის ურიკის ღერძებს შორის მანძილი ტოლია 1,85მ-ის, ხოლო მომიჯნავე ვაგონის ღერძებს შორის - 3,42მ, ვაგონქვეშა მანძილი ურიკის ღერძებს შორის - 6,8მ, ხოლო რელსების ერთი ნახევარტალღის გაღუნვის დადებითი ორდინატა, როგორც წესი არ აღემატება 3მ-ს); უკვე, მხოლოდ მარტო ამ მოსაზრების გამო შეიძლება ვამტკიცოთ, რომ მატარებლის ქვეშ ლიანდაგის გაგდება შეუძლებელია. ცხადია არ შეიძლება იმის უარყოფა, რომ ტემპერატურულად დაძაბულ მდგომარეობაში მყოფ სარელსო გადაბმებიდან ადგილი არა აქვს შპალებზე გვერდით ზემოქმედებას, ხოლო შპალებიდან ბალასტზე. მაგრამ, როგორც ადრე იყო აღნიშნული ამ ზემოქმედების წილი, რომელიც დადგენილ იქნა პირდაპირი ექსპერიმენტების ჩატარების გზით, ძალზე მცირეა და არ აღემატება 4%-ს ისეთი სიდიდის გვერდითი ძალების ზემოქმედების დროს, რომელთაც შეეძლება მატარებლის ქვეშ სალიანდაგო გისოსის გადაადგილება.

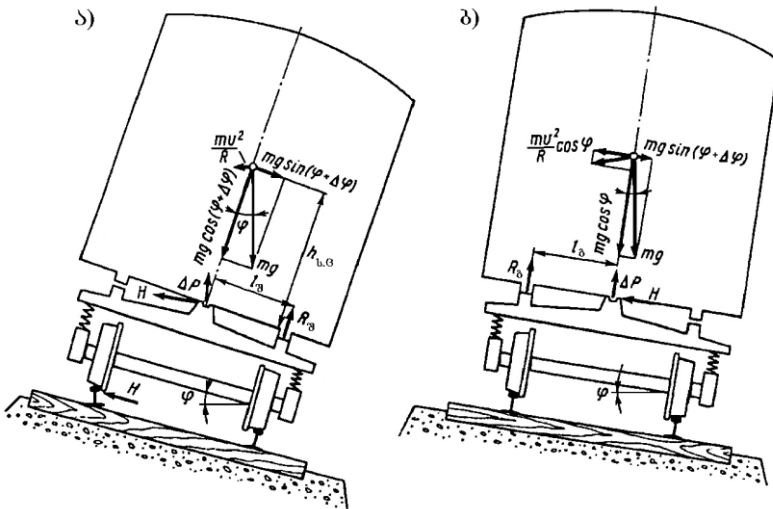
მოყვანილი მაგალითები დამაჯერებლად მოწმობს, რომ სამსახურებრივი გამოძიება მნიშვნელოვანწილად წარმოებს არა არგუმენტების ძალის საფუძველზე, არამედ ძალის არგუმენტზე. შედეგად საგამოძიებო გარჩევების პროცესში ხდება სამსახურებრივი გამოძიების აქტში ჩაწერილი მიზეზების მნიშვნელოვანი ნაწილის უარყოფა (დაახლოებით შემთხვევების 50%). ასეთ შემთხვევაში აშკარად დარღვეულია უდანაშაულობის პრეზუმპცია და ამ შემთხვევებისას უდანაშაულოდ დასჯილი მუშაკების მატერიალურ და მორალურ ზიანზე არავინ პასუხს არ აგებს.

## VII თავი

### მრუდებში რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა ბარე რელსის ჯარბი შემადლების გამო

#### 1. კეზისტატიკური დატვირთვა სატვირთო მატარებლის სრიალებზე მრუდში მოძრაობის დროს

№42 ნახაზზე ნაჩვენებია მრუდში მოძრაობისას დატვირთულ ვაგონებს შორის ჩართული (მოქმედებს  $\Delta P$  ძალა, იხ. ნახ. №10, გ) ცარიელი სატვირთო ვაგონის ძარიდან საქუსლებზე და სრიალებზე მოქმედი ძალები, გარე რელსის ჯარბი შემადლების (ა) და არასაკმარისი შემადლების დროს (ბ) მატარებლის დამუხრუჭების შემთხვევაში (მოქმედებს  $H$  ძალა).



ნახ. №42. დატვირთულ მოძრავ შემადგენლობაში ჩართულ ცარიელ სატვირთო ვაგონზე მოქმედი ძალები მრუდში მოძრაობისას: გარე რელსის ჯარბი შემადლების (ა) და არასაკმარისი შემადლების დროს (ბ).



$H$  ძალა, განპირობებული მატარებლის გრძივი შეკუმშვით, განისაზღვრება 21-ე ფორმულით,  $\Delta P$  ძალა, განპირობებული დატვირთულ ვაგონთან მდებარე ცარიელი ვაგონის ურიკის ვერტიკალური განტვირთვით, მისი დამუხრუჭების დროს განისაზღვრება 22-ე და 23-ე ფორმულით. განვიხილოთ, თუ როგორ განისაზღვრება  $R_{\text{წ}}$  - შიგა სრიალას რეაქციის ძალა მრუდში, გარე რელსის ჭარბი შემადგენლის შემთხვევაში, და  $R_{\text{გ}}$  - გარე სრიალას რეაქციის ძალა მრუდში, გარე რელსის არასაკმარისი შემადგენლის შემთხვევაში, ძარის გადამყირავებული და დამჭერი მომენტების ტოლობის პირობიდან საქუსლეს მიმართ.

გარე რელსის ჭარბი შემადგენლის დროს

$$\left[ mg \sin(\varphi + \Delta\varphi) - \frac{mv^2}{R} \cos(\varphi + \Delta\varphi) \right] h_{\text{ბ.გ.}} - R_{\text{წ}} l_{\text{წ}} = 0, \quad (35)$$

სადაც  $m$  - ვაგონის ძარის მასის ნახევარია.

$g$  - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

$\varphi$  - წყვილთვალის დახრის კუთხე ჰორიზონტის მიმართ,

$$\varphi = \arcsin \frac{h}{s}.$$

$\Delta\varphi$  - ძარის დახრის კუთხე წყვილთვალის ღერძის მიმართ.

$v$  - მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე.

$R$  - მრუდის რადიუსი.

$h_{\text{ბ.გ.}}$  - ძარის სიმძიმის ცენტრი საქუსლეს მიმართ.

$R_{\text{წ}}$  - შიგა სრიალას რეაქციის ძალა გარე რელსის ჭარბი შემადგენლისას.

$l_{\text{წ}}$  - შიგა სრიალას რეაქციის მხარი საქუსლეს მიმართ.

$h$  - გარე რელსის შემადგენლობა.

s - რელსების ღერძებს შორის მანძილი.

35-ე ფორმულიდან

$$R_{\varphi} = \frac{mh_{b, G}}{l_{\varphi}} \left[ g \sin(\varphi + \Delta\varphi) - \frac{v^2}{R} \cos(\varphi + \Delta\varphi) \right]. \quad (36)$$

გარე რელსის არასაკმარისი შემადლების შემთხვევაში

$$\left[ \frac{mv^2}{R} \cos(\varphi - \Delta\varphi) - mg \sin(\varphi - \Delta\varphi) \right] h_{b, G} - R_{\delta} l_{\delta} = 0, \quad (37)$$

სადაც  $R_{\delta}$  გარე სრიალას რეაქციის ძალაა გარე რელსის არასაკმარისი შემადლებისას.

$l_{\delta}$  - გარე სრიალას რეაქციის მხარი საქუსლეს მიმართ.

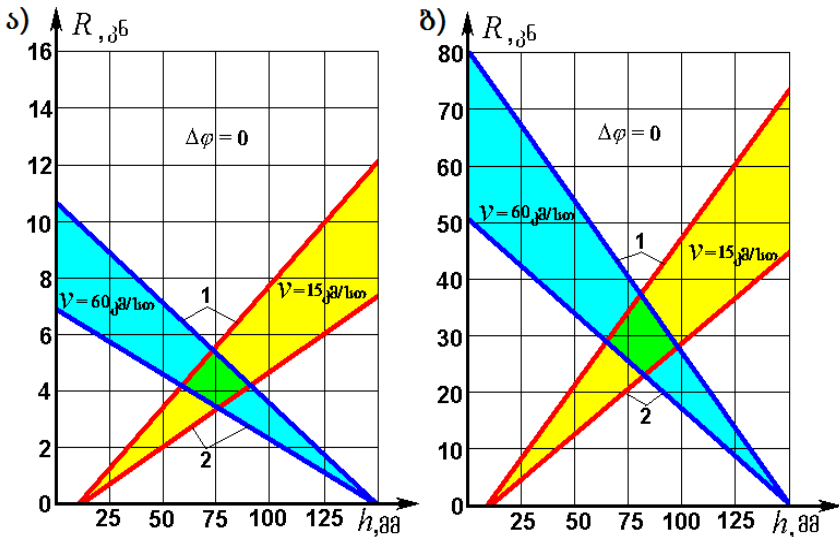
მაშინ რეაქციის ძალა ტოლია:

$$R_{\delta} = \frac{mh_{b, G}}{l_{\delta}} \left[ \frac{v^2}{R} \cos(\varphi - \Delta\varphi) - g \sin(\varphi - \Delta\varphi) \right]. \quad (38)$$

$R_{\varphi}$  და  $R_{\delta}$  ძალის სიდიდეზე ვაგონების მრუდში მოძრაობის დროს, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ურიკების მობრუნების წინაღობა, განსაკუთრებით გარე რელსის ჭარბი შემადლების და სრიალების ზედაპირზე ანაგლეჯების და ამონაჩიქების დროს.

36-ე და 38-ე ფორმულის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ  $R_{\varphi}$  და  $R_{\delta}$  ძალის მნიშვნელობები იზრდება იმ ვაგონებისათვის, რომელთაც აქვთ მაღალი სიმძიმის ცენტრი (ცისტერნები, ჰოპერები). ამავე დროს  $R_{\varphi}$  ძალის მაქსიმუმი აღწევს მაღალი სიმძიმის ცენტრის მქონე ეკიპაჟების, დაბალი სიჩქარით მოძრაობის დროს, გარე რელსის ჭარბი შემადლების შემთხვევაში 80კნ-მდე, ხოლო  $R_{\delta}$  ძალის მაქსიმუმი 68კნ-მდე, მაღალი სიჩქარეებისა და

გარე რელსის არასაკმარისი შემადლების შემთხვევაში (ნახ.№43; ცხრილი №11)



ნახ.№43.  $R = 300 \text{ მმ}$  მრუდში მოძრავი სატვირთო ვაგონის ძარიდან გადმოცემული დატვირთვების მნიშვნელობები შიგა ( $v = 15 \text{ კმ/სთ}$ ) და გარე ( $v = 60 \text{ კმ/სთ}$ ) სრიალებზე: ა) ცარიელი ვაგონის შემთხვევაში, ბ) დატვირთული ვაგონის შემთხვევაში, 1-  $h_{b, \text{გ.}} = 1,6 \text{ მ}$ , 2-  $h_{b, \text{გ.}} = 1,0 \text{ მ}$ .

განვსაზღვროთ მრუდებში ვაგონის თვლებზე მოსული დატვირთვის შემცირების სიდიდე, გარე რელსის ჭარბი შემადლების, ხოლო დატვირთვის გაზრდა – არასაკმარისი შემადლების შემთხვევაში.

მანძილი სატვირთო ვაგონების სრიალებს შორის განისაზღვრება ფორმულით  $l_b = l_{\text{გ}} + l_{\text{გ}}$ , რომლის მნიშვნელობა დაახლოებით ტოლია რელსების ღერძებს შორის მანძილისა,  $l_{\text{გ}} = l_{\text{გ}} = 0,8 \text{ მ}$ . ამიტომ, შეგვიძლია მივიღოთ  $\Delta\varphi = 0$ .

$R_{\text{ფ}}$  და  $R_{\text{ფ}}$  ძალის მნიშვნელობები

| $R$ ,<br>მ | $v$ ,<br>კმ/სთ | $m$ ,<br>ტ | $h_{\text{ს.ც.}}$ ,<br>მ | $R_{\text{ფ}}$ და $R_{\text{ფ}}$ ძალის მნიშვნელობები (კნ) გარე<br>რელსის შემადლებისას $h$ , მმ. |      |      |      |      |      |
|------------|----------------|------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|            |                |            |                          | 25                                                                                              | 50   | 75   | 100  | 125  | 150  |
| 300        | 15             | 11         | 1,0                      | 0,8                                                                                             | 2,2  | 3,5  | 4,9  | 6,2  | 7,5  |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,3                                                                                             | 3,5  | 5,6  | 7,8  | 9,9  | 12,1 |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 5,2                                                                                             | 13,6 | 22,1 | 30,5 | 38,9 | 47,4 |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                | 44         | 1,0                      | 8,4                                                                                             | 21,8 | 35,4 | 48,8 | 62,3 | 75,8 |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,0                                                                                             | 5,2  | 13,6 | 22,1 | 30,5 | 38,9 |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 10,8                                                                                            | 8,7  | 6,5  | 4,4  | 2,2  | 0,0  |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            | 60             | 11         | 1,0                      | 6,8                                                                                             | 5,4  | 4,1  | 2,7  | 1,4  | 0,0  |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,6                                                                                             | 10,8 | 8,7  | 6,5  | 4,4  | 2,2  |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 42,5                                                                                            | 33,7 | 25,6 | 17,1 | 8,6  | 0,1  |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
| 500        | 15             | 11         | 1,0                      | 1,0                                                                                             | 2,4  | 3,7  | 5,1  | 6,4  | 7,7  |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,6                                                                                             | 1,6  | 3,8  | 5,9  | 8,1  | 10,2 |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 6,5                                                                                             | 14,9 | 23,4 | 31,8 | 40,2 | 48,6 |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                | 44         | 1,0                      | 10,3                                                                                            | 23,8 | 37,4 | 50,9 | 64,4 | 77,8 |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,6                                                                                             | 5,6  | 3,5  | 1,3  | -    | -    |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 22,2                                                                                            | 13,7 | 5,2  | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | 5,1  | 18,7 | 32,2 |
|            | 60             | 11         | 1,0                      | 35,5                                                                                            | 21,9 | 8,4  | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,6                                                                                             | 3,5  | 2,2  | 0,8  | -    | -    |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 5,6                                                                                             | 3,5  | 1,3  | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 1,0                                                                                             | -    | -    | 0,5  | 1,9  | 3,2  |
|            | 60             | 44         | 1,0                      | 3,5                                                                                             | 2,2  | 0,8  | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | 0,8  | 3,0  | 5,1  |
|            |                |            |                          | 1,6                                                                                             | 5,6  | 3,5  | 1,3  | -    | -    |
|            |                |            | 1,6                      | -                                                                                               | -    | -    | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | 22,2                                                                                            | 13,7 | 5,2  | -    | -    | -    |
|            |                |            |                          | -                                                                                               | -    | -    | 5,1  | 18,7 | 32,2 |

შენიშვნა: მრიცხველში  $R_{\text{ფ}}$ , ხოლო მნიშვნელოში  $R_{\text{ფ}}$  მნიშვნელობები.

სატვირთო ვაგონის მრუდში მოძრაობისას ძარიდან გადაცემული დამატებითი დატვირთვა ურიკის შიგა და გარე თვლებზე, გარე რელსის ჭარბი შემადლების  $(-\Delta P)$  და არასაკმარისი შემადლების დროს  $(+\Delta P)$  განისაზღვრება შემდეგნაირად:

გარე რელსის ჭარბი შემადლების დროს, ძარიდან ურიკის გარე თვლებზე გადაცემული დატვირთვა იმდენით მცირდება, პროცენტულად, იმ დატვირთვასთან შედარებით, როცა გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{გ.ა}=0$ , რამდენითაც მატულობს დატვირთვა შიგა რელსზე.

$$-\Delta P = \frac{100\Delta P_{გ}}{0,5mg \cos \varphi} . \quad (39)$$

გარე რელსის არასაკმარისი შემადლებისას ძარიდან ურიკის გარე თვლებზე გადაცემული დატვირთვა იმდენით მატულობს, პროცენტულად, იმ დატვირთვასთან შედარებით, როცა გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{გ.ა}=0$ , რამდენითაც მცირდება დატვირთვა შიგა რელსზე.

$$+\Delta P = \frac{100\Delta P_{გ}}{0,5mg \cos \varphi} , \quad (40)$$

სადაც  $\Delta P_{გ} = |R_{გ}|$  სატვირთო ვაგონის მრუდში მოძრაობისას ძარიდან გადაცემული დატვირთვაა ურიკის შიგა სრიალაზე, გარე რელსის ჭარბი შემადლების დროს.

$\Delta P_{გ} = |R_{გ}|$  - სატვირთო ვაგონის მრუდში მოძრაობისას ძარიდან გადაცემული დატვირთვა ურიკის გარე სრიალაზე, გარე რელსის არასაკმარისი შემადლების დროს.

თუ გავითვალისწინებთ  $R_{\varphi}$  და  $R_{\delta}$  ძალის მნიშვნელობებს 36-ე და 38-ე ფორმულიდან და  $\varphi = \frac{h}{s}$ ,  $\cos \varphi = \sqrt{1 - \frac{h^2}{s^2}}$ ,  $l_{\varphi} = l_{\delta} = \frac{s}{2}$  და 39-ე და 40-ე ფორმულების გარდაქნით მივიღებთ:

გარე რელსის ჭარბი შემადგენლების შემთხვევაში

$$-\Delta P = \frac{400h_{\text{b.გ.}}}{gs\sqrt{s^2 - h^2}} \left( gh - \frac{v^2\sqrt{s^2 - h^2}}{R} \right), \quad (41)$$

გარე რელსის არასაკმარისი შემადგენლების შემთხვევაში

$$+\Delta P = \frac{400h_{\text{b.გ.}}}{gs\sqrt{s^2 - h^2}} \left( \frac{v^2\sqrt{s^2 - h^2}}{R} - gh \right). \quad (42)$$

განგარიშების შედეგები მოტანილია №12 ცხრილის და №44 ნახაზის სახით  $R$ ,  $v$ ,  $h_{\text{b.გ.}}$  და  $h$ -ის ზოგიერთი მნიშვნელობისათვის, სადაც  $\Delta P$  წარმოადგენს ძარიდან ურიკის თვლებზე გადაცემული დატვირთვის შემცირების ან გაზრდის პროცენტულ მნიშვნელობას, იმ დატვირთვისთან შედარებით, როდესაც გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{\text{გ.ს}} = 0$ . ამიტომ, მრუდის შიგა და გარე რელსებზე მოძრავი ურიკის თვლებიდან გადაცემული დატვირთვების სხვაობის მისაღებად მიღებული შედეგები ორჯერ უნდა გადიდდეს.

როგორც განგარიშების შედეგები გვიჩვენებს, ურიკის თვლებიდან შიგა და გარე რელსებზე გადაცემული დატვირთვების სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობები 70%-მდე აღწევს. 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

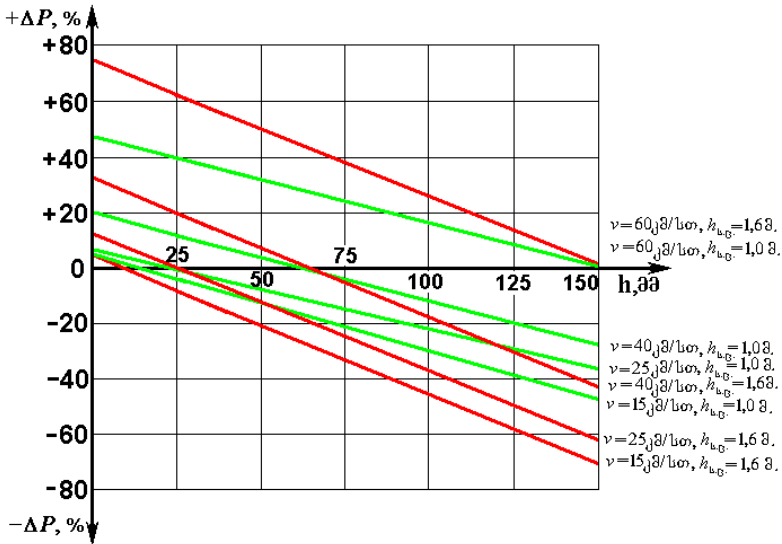
მეტია, ვიდრე გარე თვლების წინაღობა გრძივი სრიალის (იუზი) მიმართ.

**ცხრილი №12**

***ურიკის თვლებიდან შიგა და გარე რელსებზე გადაცემული დატვირთვების სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობები***

| $R, \text{ მ}$ | $v, \text{ კმ/სთ}$ | $h_{\text{ბ.გ.}}, \text{ მ}$ | ურიკის თვლებიდან შიგა და გარე რელსებზე გადაცემული დატვირთვების სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობები, როცა გარე რელსის შემადღება $h$ , მმ. |      |      |      |      |       |
|----------------|--------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|-------|
|                |                    |                              | 25                                                                                                                                     | 50   | 75   | 100  | 125  | 150   |
| 300            | 15                 | 1,0                          | - 4                                                                                                                                    | - 12 | - 20 | - 28 | - 36 | - 44  |
|                |                    | 1,6                          | - 8                                                                                                                                    | - 20 | - 34 | - 46 | - 58 | - 70  |
|                | 25                 | 1,0                          | + 0,1                                                                                                                                  | - 8  | - 16 | - 24 | - 32 | - 38  |
|                |                    | 1,6                          | + 0,2                                                                                                                                  | - 12 | - 24 | - 38 | - 50 | - 62  |
|                | 40                 | 1,0                          | + 12                                                                                                                                   | + 6  | - 2  | - 10 | - 18 | - 26  |
|                |                    | 1,6                          | + 20                                                                                                                                   | + 8  | - 4  | - 16 | - 30 | - 42  |
|                | 60                 | 1,0                          | + 40                                                                                                                                   | + 32 | + 24 | + 16 | + 8  | + 0,4 |
|                |                    | 1,6                          | + 62                                                                                                                                   | + 25 | + 38 | + 26 | + 12 | + 0,6 |
| 500            | 15                 | 1,0                          | - 6                                                                                                                                    | - 14 | - 22 | - 30 | - 38 | - 46  |
|                |                    | 1,6                          | - 10                                                                                                                                   | - 22 | - 36 | - 48 | - 60 | - 72  |
|                | 25                 | 1,0                          | - 4                                                                                                                                    | - 10 | - 18 | - 26 | - 34 | - 42  |
|                |                    | 1,6                          | - 6                                                                                                                                    | - 18 | - 30 | - 42 | - 54 | - 68  |
|                | 40                 | 1,0                          | + 4                                                                                                                                    | - 4  | - 12 | - 18 | - 26 | - 34  |
|                |                    | 1,6                          | + 8                                                                                                                                    | - 4  | - 18 | - 30 | - 42 | - 56  |
|                | 60                 | 1,0                          | + 20                                                                                                                                   | + 12 | + 4  | + 2  | - 10 | - 18  |
|                |                    | 1,6                          | + 32                                                                                                                                   | + 20 | + 8  | - 4  | - 18 | - 30  |

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.



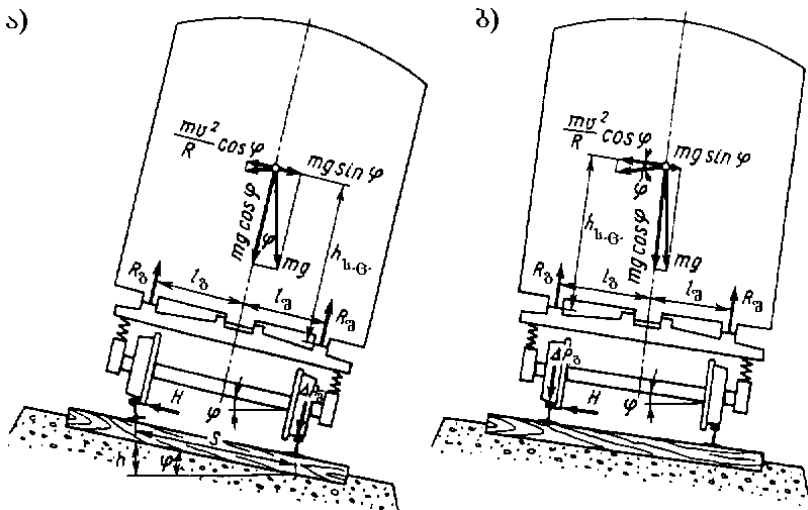
ნახ. №44. შიგა და გარე რელსზე  $R=3000$  მრუდში მოძრავი სატვირთო ვაგონის ურიკის თვლებიდან გადაცემული დატვირთვების სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობები იმ დატვირთვასთან შედარებით, როცა  $a_{\text{გ.ა}}=0$ .

## 2. კვაზისტატიკური დატვირთვა ლოკომოტივის და სამგზავრო ვაგონების ურიკის სრიალებზე მრუდ-ში მოძრაობის დროს

სამგზავრო ვაგონის ძარა ეყრდნობა მხოლოდ ოთხ სრიალას (ორი-ორი ცალი ურიკაზე), თითოეულს ზომით  $260 \times 160$  მმ, ხოლო საქუსლეს ძირს ვერტიკალური დატვირთვები არ გადაეცემა



(ნახ.№45). დაახლოებით დაყრდნობის ასეთივე სქემაა ლოკომოტივის ძარაზე და ურიკაზე, მხოლოდ ძარა ეყრდნობა რვა სრიალას (ოთხ-ოთხი ცალი ურიკაზე).



**ნახ.№45. ლოკომოტივის (სამგზავრო ვაგონის) ურიკების შიგა და გარე სრიალაზე დამატებითი დატვირთვის განსაზღვრის საანგარიშო სქემები: გარე რელსის ჭარბი (ა) და არასაკმარისი შემადღებისას (ბ).**

აღნიშნული ეკიპაჟების მრუდში მოძრაობისას გარე რელსის ჭარბი და არასაკმარისი შემადღების შემთხვევაში ურიკის სრიალების შიდა  $R_3$  და გარე  $R_0$  რეაქციების ძალების განსასაზღვრავად გამოვიყენოთ №45 ნახაზზე ნაჩვენები სქემა.

ურიკის შიგა და გარე სრიალაზე მოსული დატვირთვა თანაბარია (გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{გ.ა.}=0$ ), როცა დაცულია ტოლობა

$$\frac{mv^2}{R} \cos \varphi = mg \sin \varphi . \quad (43)$$

$$\text{რამდენადაც } \sin \varphi = \frac{h}{s}, \text{ ხოლო } \cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2}, \text{ მაშინ 43-ე}$$

ფორმულის გარდაქმნით მივიღებთ

$$h = \frac{sv^2}{\sqrt{g^2 R^2 + v^4}}. \quad (44)$$

44-ე ფორმულა განსაზღვრავს პირობას, როცა გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{გა} = 0$ , ანუ, როცა მრუდში გარე და შიგა რელსზე მოქმედი ნორმალური ძალები თანაბარია. თუ გარე რელსის ფაქტიური შემადგენელი მეტია, ვიდრე 44-ე ფორმულით განსაზღვრული, მაშინ გარდაუვალი გრძივი ასრიალება, ხდება გარე რელსზე, განპირობებული თვლის ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, თუ ნაკლებია, მაშინ შიგა რელსზე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, იმისათვის, რათა არ მოხდეს თვლის ქიმის გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე გრძივი ასრიალება, გარე რელსის შემადგენელი 44-ე ფორმულით განსაზღვრულზე ნაკლები უნდა იყოს.

№13 ცხრილში მოცემულია 45-ე ფორმულით გაანგარიშებული მნიშვნელობები (როცა  $s = 1,6\text{მ}$ ,  $g = 9,81\text{მ/წმ}^2$ ). №13 ცხრილიდან ჩანს რომ, როცა  $v = 40\text{კმ/სთ}$  (ეს სიჩქარე შეესაბამება სატვირთო მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეს), გარე რელსის შემადგენელი მრუდებში უნდა იყოს გაცილებით ნაკლები, ვიდრე არის ამჟამად. მაგრამ, სატვირთო მატარებლების ნახევარზე მეტი მრუდში მოძრაობს საშუალო ტექნიკურ სიჩქარეზე ნაკლები სიჩქარით, მათ შორის 25კმ/სთ და 15კმ/სთ სიჩქარითაც კი. ასეთ შემთხვევაში, იმისათვის რათა არ მოხდეს თვლის ქიმის გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე გრძივი ასრიალება, გარე რელსის შემადგენელი კიდევ უფრო ნაკლები უნდა იყოს (ნახ.№46).

## გარე რელსის შემადლების მნიშვნელობა

| v , კმ/სთ | გარე რელსის შემადლების მნიშვნელობა h , მმ,<br>როცა R , მ |     |     |     |     |
|-----------|----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|           | 200                                                      | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 15        | 14                                                       | 10  | 7   | 6   | 5   |
| 25        | 39                                                       | 26  | 20  | 16  | 13  |
| 40        | 100                                                      | 67  | 50  | 40  | 33  |
| 60        | 225                                                      | 151 | 113 | 91  | 76  |

ურიკის გარე სრიალას რეაქციის განსასაზღვრავად, ურიკის შიგა სრიალას მიმართ ძარის გადამყირავებელი და დამჭერი ძალის მომენტების ჯამი გავუტოლოთ ნულს (ნახ.№45):

$$R_{\vartheta}(l_{\delta} + l_{\vartheta}) - mg \cos \varphi \times l_{\vartheta} - \frac{mv^2}{R} \cos \varphi \times h_{b.G} + mg \sin \varphi \times h_{b.G} = 0, \quad (45)$$

ტოლობის პირობიდან

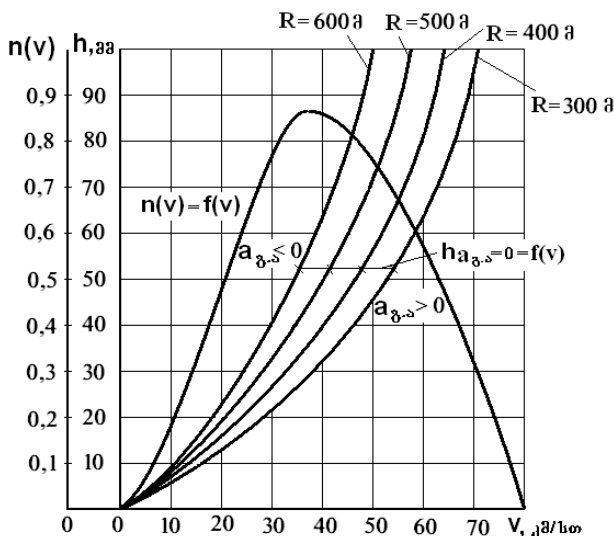
$$R_{\vartheta} = \frac{m(g \cos \varphi \times l_{\vartheta} + \frac{v^2}{R} \cos \varphi \times h_{b.G} - g \sin \varphi \times h_{b.G})}{l_{\delta} + l_{\vartheta}}. \quad (46)$$

ვინაიდან  $\sin \varphi = \frac{h}{s}$ , ხოლო  $\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2} = \frac{\sqrt{s^2 - h^2}}{s}$ , ხოლო

$l_{\delta} = l_{\vartheta} = \frac{l_{b\delta}}{2}$ . 46-ე ფორმულის გარდაქმნის შედეგად დატვირთვა

ურიკის გარე სრიალაზე ლოკომოტივისა და სამგზავრო ვაგონისათვის მრუდში მოძრაობისას გაიანგარიშება ფორმულით:

$$R_{\delta} = \frac{m \left[ \sqrt{s^2 - h^2} (gRl_{b\delta} + 2v^2 h_{b.G}) - 2gRhh_{b.G} \right]}{2Rsl_{b\delta}}. \quad (47)$$



ნახ. №46. სატვირთო მატარებლების მოძრაობის სიჩქარეების ტიპური განაწილება მრუდებში  $h(v) = f(v)$  ლიანდაგის ზედა ნაშენის განახლებების შორის პერიოდში  $a_{გ.ა} < 0$  და  $a_{გ.ა} > 0$  მნიშვნელობების ველში.

ურიკის შიგა სრიალას რეაქციის საანგარიშო ფორმულას ვიღებთ წყვილთვალის ღერძის მართობულ ორდინატთა ღერძზე, ძალების პროექციის ტოლობის პირობით (ნახ. №45)

$$R_{გ} + R_{ჟ} = mg \cos \varphi, \quad (48)$$

ამ პირობიდან

$$R_{ჟ} = mg \cos \varphi - R_{გ}, \quad (49)$$

მისი გარდაქმნის შემდეგ

$$R_{გ} = \frac{mg}{s} \sqrt{s^2 - h^2} - R_{გ}. \quad (50)$$

დიდ ინტერესს იწვევს მრუდის შიგა ძაფზე მოძრავი ეკიპაჟის ძარიდან ურიკის თვლებზე გადაცემული ძალის დატვირთვის შემცირება გარე რელსის ჭარბი შემადლების დროს, ხოლო გაზრდა

გარე რელსის შემადგენლობის არასაკმარისობის დროს, პროცენტებში, როცა  $a_{\delta, \phi} = 0$ :

$$\Delta P = \frac{100 R_{\delta}}{0,5 mg \cos \varphi} . \quad (51)$$

51-ე ფორმულის გარდაქმნით ვიცით რა, რომ  $\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{h}{s}\right)^2}$  ,

მივიღებთ

$$\Delta P_{\delta} = 100 \left( 1 + \frac{2v^2 h_{b, \zeta}}{g R l_{b, \zeta}} - \frac{2h \times h_{b, \zeta}}{l_{b, \zeta} \sqrt{s^2 - h^2}} \right) . \quad (52)$$

52-ე ფორმულა განსაზღვრავს დატვირთვას ლოკომოტივის ან სამგზავრო ვაგონის ძარიდან ურიკის გარე თვლებზე მოძრაობის დროს პროცენტებში აღნიშნული დატვირთვის მიმართ, როცა  $a_{\delta, \phi} = 0$ , ე.ი. თანაბარმასიანი სიჩქარით მოძრაობისას. ფორმულას მრუდის შიგა და გარე რელსებზე მოძრავი ეკიპაჟის ძარიდან ურიკის თვლებზე გადაცემული პროცენტების სხვაობის შესაფასებლად აქვს შემდეგი სახე

$$\Delta P_{\delta-\vartheta} = \left[ 100 \left( 1 + \frac{2v^2 h_{b, \zeta}}{g R l_{b, \zeta}} - \frac{2h \times h_{b, \zeta}}{l_{b, \zeta} \sqrt{s^2 - h^2}} \right) - 100 \right] \times 2 , \quad (53)$$

გარდაქმნის შედეგად ის მიიღებს შემდეგ სახეს

$$\Delta P_{\delta-\vartheta} = \frac{400 h_{b, \zeta}}{l_{b, \zeta}} \left( \frac{v^2}{g R} - \frac{h}{\sqrt{s^2 - h^2}} \right) . \quad (54)$$

№14 ცხრილში მოცემულია 54-ე ფორმულით გაანგარიშებული მნიშვნელობები (როცა  $s = 1,6$ მ,  $l_{b, \zeta} = 1,74$ მ,  $g = 9,81$ მ/წმ<sup>2</sup>). ის თვალსაჩინოდ ასახავს, რომ გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობის დროს ხდება გარე სრიალების მნიშვნელოვანი განტვირთვა მრუდებში.

**ურიკის თვლებიდან შიგა და გარე რელსებზე გადაცემული  
დატვირთვების სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობები**

| R, მ | v,<br>კმ/სთ | h <sub>ბ.გ.</sub> ,<br>მ | მრუდის გარე რელსზე ურიკიდან გადაცემული დატვირთვების ზრდა (+) და შემცირება (-) პროცენტებში შიგა რელსის მიმართ, როცა გარე რელსის შემადღება h, მმ. ტოლია |      |      |      |      |      |
|------|-------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|      |             |                          | 25                                                                                                                                                    | 50   | 75   | 100  | 125  | 150  |
| 300  | 15          | 1,0                      | - 2                                                                                                                                                   | - 6  | - 9  | - 13 | - 17 | - 20 |
|      |             | 1,6                      | - 3                                                                                                                                                   | - 9  | - 15 | - 21 | - 27 | - 32 |
|      | 40          | 1,0                      | + 6                                                                                                                                                   | + 2  | - 2  | - 5  | - 9  | - 12 |
|      |             | 1,6                      | + 10                                                                                                                                                  | + 4  | - 3  | - 9  | - 14 | - 20 |
|      | 60          | 1,0                      | + 15                                                                                                                                                  | + 14 | + 10 | + 6  | + 3  | - 1  |
|      |             | 1,6                      | + 24                                                                                                                                                  | + 22 | + 16 | + 10 | + 4  | - 2  |
| 500  | 15          | 1,0                      | - 3                                                                                                                                                   | - 6  | - 10 | - 14 | - 17 | - 21 |
|      |             | 1,6                      | - 4                                                                                                                                                   | - 10 | - 16 | - 22 | - 27 | - 33 |
|      | 40          | 1,0                      | + 2                                                                                                                                                   | - 1  | - 5  | - 9  | - 12 | - 16 |
|      |             | 1,6                      | + 4                                                                                                                                                   | - 2  | - 8  | - 14 | - 20 | - 25 |
|      | 60          | 1,0                      | + 10                                                                                                                                                  | + 6  | + 2  | - 1  | - 5  | - 9  |
|      |             | 1,6                      | + 15                                                                                                                                                  | + 10 | + 4  | - 2  | - 8  | - 14 |

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა, რომ მატარებლების საცდელი გატარების დროს, დაბალი ჩარჩო ძალების (1,5–2 ტმ) შემთხვევაში 38 მრუდში ადგილი ჰქონდა თვლების განტვირთვას გარე მაფზე, მათ შორის განმეორებით გავლაზე: 29%, როცა  $R < 350$ მ, 42%, როცა  $R = 350-650$ მ და 29%, როცა  $R > 650$ მ. ძირითადი მიზეზია - ძარის აყირავების შედეგად შიდა სრიალების გადატვირთვა, გარე რელსის ჭარბი შემადღების გამო. ამიტომ, გარდაუვალი გრძივი ასრიალება, განპირობებული თვლის ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, ხდება მრუდში არა შიგა რელსზე, არამედ გარე რელსზე, მოძრაობის მიმართულებით.

### 3. მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემაღლების გაფლენა ცარიელი ვაგონების თვლების რელსებიდან ჩამოსვლაზე

მრუდებში გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ქიმების გრძივი ასრიალების მექანიზმი და მიზეზები ვრცლად არის განხილული მეცამეტე თავში. აქ მხოლოდ ავლნიშნავთ, რომ გარდაუვალი გრძივი ასრიალება, განპირობებული თვლის ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, გარე სარელსო ძაფზე რეალიზდება მხოლოდ გარე რელსის ჭარბი შემაღლების დროს, ანუ, როცა  $a_{გა} > 0$ . ამ დროს სვლის მიმართულებით ურიკის პირველი ღერძის ქიმი უფრო ადრე ეხება გარე რელსის გვერდით წახნაგს, ვიდრე თვლის ფერსო რელსის თავს. აღნიშნული (წინსწრების) კონტაქტირების დროს ქიმი გარე რელსის ჭარბი შემაღლებისას რელსის გვერდით წახნაგზე ასრიალდება არამხოლოდ მოძრაობის მიმართულების გასწვრივ, არამედ წრიულადაც. ამ დროს ქიმის წრიული ასრიალებისადმი წინაღობის რეაქცია, გრძივი ასრიალების მიმართულების მიმართ, მიმართულია ზევით  $3-5^0$ -ით (იხ.მეთორმეტე თავის პირველი პარაგრაფი). ამიტომ, მრუდში ცარიელი ვაგონის ქიმის შეცოცება გარე რელსის გვერდით წახნაგზე გაიოლებულია, განსაკუთრებით გვერდითი ცვეთის არსებობისას და ლიანდის გაბჯენის დროს რელსის დახრის გამო, ქვესადებიდან რელსის ფუძის შიდა ნაწიბურის მოწყვეტის შედეგად (ომბოხური მიმაგრების პირობებში).

სამწუხაროდ, ლიანდაგის მუშაკები არასწორად მსჯელობენ. ისინი თვლიან, რომ გარე რელსის ჭარბი შემაღლებისას განიტვირთება გარე სარელსო ძაფი, მცირდება ცვეთა და უზრუნველყოფილია მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოება. პრაქტიკულად კი

პირიქით ხდება; გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობა აადვილებს განტვირთული გარე თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას, რელსის თავის გაცვეთილ გვერდით წახნაგზე ქიმების შეცოცების და ლიანდის გაბჯენის გამო, ომბოხური მიმაგრების უბნებზე. მაგალითად - ისრული გადამყვანების გადამყვან მრუდებში, სადაც გარე რელსის შემადგენლობა ნულის ტოლია, მატარებლები მოძრაობენ 40 – 50კმ/სთ სიჩქარით.

ლიანდაგის მუშაკები ერიდებიან ზეწოლას სარევიზიო აპარატის თანამშრომლებისაგან, რომლებიც თვლიან, რომ ჭარბი გარე რელსის შემადგენლობის დაწევის შემთხვევაში მატარებელი ჩამოვა გარე ძაფის რელსებიდან. სინამდვილეში კი გარე რელსის შემადგენლობის დაწევის შემთხვევაში, გარე ძაფზე ვერტიკალური ძალების ზემოქმედების ზრდის გამო, მცირდება თვლის ქიმის რელსის თავზე შეცოცების შესაძლებლობა, ამასთანავე მცირდება თვლისა და რელსის გვერდითი ცვეთის ინტენსიურობა თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალის გარე ძაფიდან შიგა ძაფზე გადანაცვლების გამო. საექსპლუატაციო დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ რელსებიდან ჩამოდის არა სრულად დატვირთული ვაგონები, არამედ ცარიელი ან ნაკლებტვირთიანი ვაგონები, თუმცა, თვლებიდან რელსზე გადაცემული ვერტიკალური ზემოქმედება რამდენჯერმე ნაკლებია სრულად დატვირთულ ვაგონებთან შედარებით. მხოლოდ ეს არგუმენტი გვაძლევს იმ დასკვნის გამოტანის საშუალებას, რომ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზი ლიანდაგის ან ვაგონის მდგრადობა კი არ არის, არამედ ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების არახელსაყრელი შეფარდება  $H/P$ , რაც იწვევს ან ცარიელი ვაგონების ამოწნებას, ან ლიანდაგის გაბჯენას, წყვილთვალის ჩავარდნით. ასეთი არახელსაყრელი შეფარდება



*H/P* შეიძლება წარმოიშვას მატარებელში მხოლოდ დაუშვებელი სიდიდის გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების გაჩენის შემთხვევაში, მატარებლის არაპროფესიონალურად მართვის გამო. ამიტომ, სალოკომოტივო ბრიგადებისათვის მატარებლის უსაფრთხო მართვის სწავლება არის მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის ამაღლების ერთ-ერთი მთავარი მიმართულება. მეორე მიმართულებაა - „მოთარეშე“ ურიკების გამოვლენა და მათი ამოღება მიმოსვლიდან. მესამე მიმართულებაა - ომბოხურ მიმაგრებიან უბნებზე წინაღობის გაზრდა, ლიანდაგის გაბჯენის და ქიმების რელსის თავზე შეცოცების მიმართ რელსის თავის გადახრის თავიდან აცილების ხარჯზე (გაბჯენსაწინაღო ქვესადებების გამოყენება).

## VIII თავი

### მატარებლების ლიანდაგში ჩავარდნის მიზეზების ბამოძიების სამი ძირითადი წესი

#### 1. პირველი წესი - ლოკომოტივის (მატარებლის მეწინავე ნაწილის) რელსებიდან ჩამოსვლის დროს, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ვეძებოთ სალიანდაგო მიზეზი

უკანასკნელ წლებში რელსებიდან თვლის ჩამოსვლა უპირატესად ხდება მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში განლაგებული ცარიელი ვაგონების (ცისტერნების) ქვეშ. ცნობილია, რომ ლოკომოტივის თვალი რელსზე ზემოქმედებს ვერტიკალური და ჰორიზონტალური (გრძივი და განივი) მიმართულებით, გაცილებით მნიშვნელოვანი სიდიდის (რამდენჯერმე) ძალით, ვიდრე წესიერული ცარიელი ვაგონის თვლები, იმ შემთხვევაში, როცა მატარებელი მოძრაობს წვეის ან თავისუფალი გორვის (დამუხრუჭების გარეშე) რეჟიმში. ამიტომ, თუ ლიანდაგში უწყურადღებობის შედეგად წარმოიქმნება ლიანდის მოვლა-შენახვის ან ლიანდაგის მდგრადობის მდგომარეობით სუსტი ადგილი, მაშინ ეს ადგილი უნდა გამოავლინოს ლოკომოტივმა ლიანდაგში ჩავარდნით და არა წესიერულმა ცარიელმა ვაგონმა. თუ ლოკომოტივი და, მით უმეტეს, მეწინავე ვაგონები არ ჩამოვიდა რელსებიდან, ცხადია დაუსაბუთებელია იმის მტკიცება, რომ ლიანდაგში ჩავარდნა მოხდა ლიანდაგის მდგომარეობის ან არასაკმარისი მდგრადობის მიზეზით. კიდევ ერთხელ უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მიეკუთვნება იმ შემთხვევას, როცა მატარებელი მოძრაობს წვეის ან თავისუფალი გორვის (დამუხრუჭების გარეშე) რეჟიმში. დამუხრუჭების რეჟიმში

მომრაობის დროს შესაძლებელია წარმოიქმნას ავარიული სიტუაცია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლით ცარიელი ვაგონების ქვეშ მისი ამოწნების, ლიანდის გაბჯენის და გადაწევის გამო. მაგრამ, ამ შემთხვევებში სუსტი ადგილი ლიანდაგში წარმოადგენს მხოლოდ თანამდევ ფაქტორს (მატარებლის მეწინავე ნაწილი არ ჩავარდა), ხოლო ლიანდაგში ჩავარდნის ძირითადი მიზეზია თვლების რელსებზე გადაცემული გვერდითი ზემოქმედების გაძლიერება. მნიშვნელოვან წილად ზემოთ გამოთქმული მოსაზრება ვრცელდება დატვირთულ ვაგონებზეც.

თუ მატარებლის მარცხის ან ავარიის პროცესში რელსებიდან ჩამოვიდა ლოკომოტივი, ან ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი, მაშინ სამსახურებრივი გამოძიების დროს პირველ რიგში შემოწმებულ უნდა იყოს ლოკომოტივის მიერ ლიანდაგის დაშლილ ნაწილზე, რაიმე დაბრკოლებაზე, გატეხილ ან ამოტეხილ რელსზე და კალამზე; შაბლონში და თარაზოში ლიანდის მოვლაშენახვაში დაუშვებელი გადახრების ადგილებზე; სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების ადგილზე გავლის ვერსია.

მრავალი განვითარებული ქვეყნის რკინიგზაზე რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების (შესწავლის) დროს ხელმძღვანელობენ მრავალწლიანი გამოცდილებით - თუ რელსებიდან ჩამოვიდა მხოლოდ ლოკომოტივი ან ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი, მაშინ მიზეზი, პირველ რიგში, უნდა ვეძებოთ ლიანდაგის მდგომარეობაში. ხოლო, თუ ლოკომოტივმა და მატარებლის მეწინავე ნაწილმა გაიარა რელსებზე, ხოლო რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილი, მაშინ მიზეზი უნდა ვეძებოთ ვაგონების სავალი ნაწილების მდგომარეობაში და მატარებლის ტარების რეჟიმში. გამოწვევის წარმოადგენს მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილში თვლების რელსებიდან

ჩამოსვლის შემთხვევა, ლიანდაგში ტვირთის ან მოძრავი შემადგენლობის ნაწილების (ნახევარვაგონების ტორსული კარები და ა.შ.) მოხვედრის გამო.

## **2. მეორე წესი - მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილში განლაგებული ეკიპაჟების რეგლებიდან ჩამოსვლის მიზეზი საჭიროა ვეძებოთ ეკიპაჟების საგალი ნაწილების მდგომარეობაში და მატარებლების ტარების რეჟიმში**

ეს წესი საყოველთაოდ აღიარებულია განვითარებული ქვეყნების რკინიგზებზე. სასურველია, რომ ეს წესი გავრცელებულ იყოს საქართველოს რკინიგზაზეც.

მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილში ურიკის თვლების გაძლიერებული გვერდითი ზემოქმედების მიზეზები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- გრძივი ძალები სიდიდის მატება მატარებელში, მისი დამუხრუჭების დროს.
- ექსცენტრისიტეტების (გეგმაში და პროფილში) არსებობის გამო მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალების გადაცემა ვაგონიდან ვაგონზე.
- ეკიპაჟების მგრძნობიარობა მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალების მიმართ, გეგმაში და პროფილში (ფოლხვი და ძარის კავშირების სიხისტე ურიკებთან და წყვილთვალებთან) ძარის გადაფერდების ნაწილში.

- ეკიპაჟების სავალი ნაწილების უწყესიგრობა (ღერძების არაპარალელობა, წყვილთვალეებში თვლების გორვის წრის დიამეტრებს შორის სხვაობა და ა.შ).

- ურიკების მობრუნებისადმი გაზრდილი წინაღობა სწორი უბნიდან მრუდში შესვლისას და მრუდიდან სწორში გამოსვლისას.

- ეკიპაჟების სავალი ნაწილების მზიდი ელემენტების ტეხვები.

- ლიანდაგის უსწორობები გეგმაში და პროფილში, რომლის როლი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნაკრებ მატარებელში შემავალი ურიკის გაცვეთილ ფრიქციულ კვანძებიანი ცარიელი ვაგონების მოძრაობისას.

### **3. მესამე წესი - მატარებლის ჩავარდნის ადგილზე გატეხილი რელსების და ეკიპაჟების დამსხვრეული სავალი ნაწილების დეტალების მიგნებისას, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ვეძებოთ აღნიშნული ტეხვების გამომწვევი ნორმატულზე უფრო მაღალი ძალების წარმოშობის მიზეზი**

ბუნებრივია, რომ მატარებლის მარცხის ან ავარიის პროცესში წარმოიქმნება თვლების რელსებთან ურთიერთქმედების უზარმაზარი სიდიდის ძალები, და არა მხოლოდ თვლებზე, არამედ ურიკის სხვა დეტალებზეც. ამიტომ, მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნის პროცესის (მარცხი ან ავარია) დამთავრების შემდეგ, ლიანდაგში ჩავარდნილი ეკიპაჟებით წარმოქმნილ დახორავებაში ყოველთვის შეიძლება გამოვლენილი იყოს რელსების, გვერდულების, ავტოგადაბმულობის, რესორზედა კოჭების მრავალრიცხოვანი ტეხვები, ასევე თვლების გადაწევაც ღერძის მიმართ. ბუნებრივია,

როცა ასეთი ტეხვები, მარცხის შემთხვევაში, უპირატესად ხდება ფუჭილების, დადლილობითი ბზარების, უკმარშენადულის და ა.შ. არსებობის ადგილებში. სამწუხაროდ, ძალიან ხშირად, სამსახურებრივი გამოძიების დროს, ასეთ გატეხვებს დასაბუთების გარეშე იღებენ, როგორც თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის (მარცხი ან ავარი) მიზეზად.

მრავალი განვითარებული ქვეყნის რკინიგზაზე ადამიანების უფლება დაცულია კანონმდებლობით. დაუსაბუთებელი ბრალის წაყენების შემთხვევაში, მას აქვს უფლება იჩივლოს სასამართლოში, მიიღოს ფულადი კომპენსაცია. ამიტომ, სამსახურებრივი გამოძიების დროს ზემოთქმული მათ აიძულებს არ მიიღონ დაუსაბუთებელი, ნაჩქარევი, მოუფიქრებელი გადაწყვეტილებები მარცხის ან ავარიის შესახებ. ყოველთვის თავიდან უნდა გამოვლინდეს ტეხვების გამომწვევი კრიტიკულზე მაღალი სიდიდის ძალების ზრდის მიზეზი და, უპირველეს ყოვლისა, თვლების რელსებზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედება.

რელსებზე თვლებიდან გადაცემული გვერდითი ზემოქმედების ზრდის ადრე დასახელებულ ყოველ მიზეზს შეუძლია გამოიწვიოს ავარიული სიტუაცია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლით, მხოლოდ დასაშვები ძალების სიდიდეების მნიშვნელოვანი გადაჭარბების შემთხვევაში. ავარიული სიტუაციის შესაქმნელად ყველაზე უფრო შესაძლებლად ითვლება ყველა ზემოთ დასახელებული ძალების კომპლექსური გავლენა, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა თითოეული შემადგენელი ძალის სიდიდის მნიშვნელობა არ აჭარბებს დასაშვებ სიდიდეს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის მდგომარეობის რომელიმე ერთი პარამეტრის მიღწევა ზღვრულ (დასაშვებ) მნიშვნელობამდე, არ შეიძლება განხილულ იყოს, როგორც თვლების რელსებიდან ჩამო-

174

სვლის მიზეზის საკმარისი მტკიცებულება. ეს მხოლოდ აუცილებელი, მაგრამ არასაკმარისი პირობაა, რამდენადაც ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრების პრაქტიკულად ყველა დასაშვები (ნორმატიული) მნიშვნელობა, ასევე მათი ურთიერთქმედების დასაშვები ძალების სიდიდეების მნიშვნელობები დადგენილია მარაგის კოეფიციენტის გათვალისწინებით. აუცილებელია მრავალი ფაქტორის ერთობლივი გავლენის კომპლექსური ანალიზის ჩატარება.

მატარებლებში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების ზრდა - რკინიგზების დამახასიათებელი თავისებურებაა, მძიმეწონიანი და გრძელშემადგენლობიანი მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაციის შემდგომ. ეს მიზეზი სხვა მიზეზებთან შეთავსებით ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის განმსაზღვრელად ითვლება საქართველოს რკინიგზის პირობებში. საზღვარგარეთის რკინიგზებზე მოძრავი შემადგენლობა ნაკლებად მგრძნობიარეა მატარებელში წარმოქმნილი გრძივი კუმშვის ძალების მიმართ, ძარების გადაფერდების ნაწილში.

## IX თავი

### სიჩქარის საზომი ლენტის ანალიზი

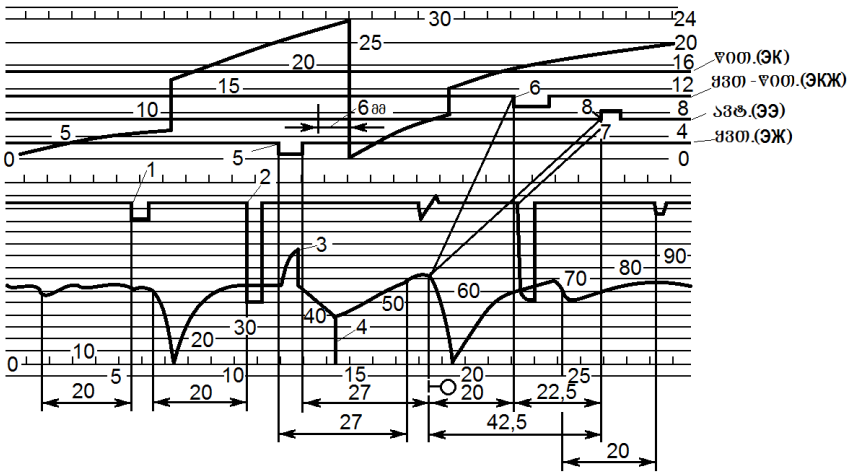
#### 1. ძირითადი ჩანაწერები სიჩქარის საზომ ლენტზე და მათი გაშიფვრა

მატარებლების მარცხისა და ავარიების დროს ძირითად დოკუმენტად ითვლება სიჩქარის საზომი ლენტი, რომლის გაშიფვრა სიტუაციის ობიექტურად შეფასების საშუალებას იძლევა. სიჩქარის საზომ ლენტზე ძირითადი ჩანაწერების ცოდნა და მისი გაშიფვრის წესი უნდა იცოდეს ყველა ხელმძღვანელმა მუშაკმა. ამჟამად ყველა სერიის ლოკომოტივზე გამოიყენება მექანიკური სიჩქარის საზომი ლენტი 3СЛ-2М 150 კმ/სთ-მდე სიჩქარის ჩაწერის შესაძლებლობით, ხოლო სამგზავრო ლოკომოტივების ნაწილზე - 220კმ/სთ-მდე. ჩაწერის ცდომილებაა  $\pm 4$ კმ/სთ. ხელსაწყოს გააჩნია რედუქტორი და ამძრავი ლილვი, რომელთა საშუალებით მბრუნავი მომენტი წყვილთვალადან გადაეცემა მექანიკურ სიჩქარის საზომს. ამძრავი ლილვის ბრუნვის სიხშირე მკაცრად არის შეთანხმებული ლოკომოტივის წყვილთვალის ბრუნვის სიხშირესთან, რომლიდანაც ხელსაწყო მოდის მოქმედებაში.

სიჩქარის საზომის მარეგისტრირებელი მექანიზმი შედგება ლენტსაწვეი და ჩამწერი მექანიზმისაგან. ლენტსაწვევ ლილვაკზე განლაგებულია ნემსების სამი რიგი, რომლებიც უზრუნველყოფენ ლენტზე მოწერტვის ამდენივე რიგს. მეზობელ მოწერტვებს შორის მანძილი ლენტზე 5მმ, შეესაბამება ლოკომოტივის მიერ გავლილ 1კმ-ს. მოწერტვების რაოდენობით განისაზღვრება ლოკომოტივის მიერ გავლილი მანძილი.



ლენტის სიგრძეა 12მ, სიგანე 79,7მმ. ის დამზადებულია თეთრი ქაღალდისაგან, რომელიც ცალ მხარეს დაფარულია სპეციალური საფარით. ლენტის ზედა ნაწილი (30მმ), განკუთვნილია ლოკომოტივის გაჩერებისა და სვლის დროის რეგისტრაციისათვის. ხაზებს შორის დაშორებაა 5-5მმ და აღნიშნულია ციფრებით 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 დროის წუთებში ჩასაწერად და 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 დროის საათებში ჩასაწერად (ნახ.№47).



ნახ.№47. სიჩქარის საზომი ლენტის ნიმუში პარამეტრების ჩანაწერებით.

ზედა ველში რეგისტრირდება, აგრეთვე, ავტომატური სალოკომოტივო სიგნალიზაციის ავტოსტოპთან ერთად მდგომარეობა - სალოკომოტივო შუქნიშნების წითელი (ჰკ), ყვითელი წითლით (ჰკჰ), ყვითელი (ჰკ) ჩვენებები, ასევე, მემანქანის მიერ პერიოდული დაჭერა სიფხიზლის სახელურზე და ავტოსტოპის ამოქმედება (ჰჰ).

ლოკომოტივის დგომისას ლენტი არ გადაადგილდება. ამიტომ, წუთობრივი ჩამწერი ლენტზე ავლებს ვერტიკალურ ხაზებს, თითოეულ წუთზე 1მმ-ით აწევით. დროის ჩამწერი ყოველი 30წთ-ის

შემდეგ ისევ ბრუნდება ქვედა საწყის წერტილში. მეზობელ საათურ წერტებს შორის ვერტიკალური მანძილი ტოლია 1,25მმ. საათური წერტები განლაგებულია წუთობრივი ჩანაწერის ნახევარ-საათიანი ვარდნიდან მარცხნივ 6მმ-ს მანძილზე (იხ. წერტილი წუთობრივი ნახევარსაათიანი ვარდნიდან მარცხენა მხარეს საათური ხაზის 4 თავზე, ნახ.№47)

ლენტის ქვედა მინდორი (40მმ) განკუთვნილია ლოკომოტივის მოძრაობის სიჩქარის, გავლილი მანძილის, დამუხრუჭების რეჟიმის და ლოკომოტივის უკანა სვლით მოძრაობის ჩასაწერად. მინდორი დაყოფილია ჰორიზონტალური ხაზებით, რომლებზეც აღბეჭდილია ციფრები 0, 10, . . . ., 150კმ/სთ (სხვა სიჩქარის საზომ ლენტზე - 220კმ/სთ-მდე). ამ ხაზებითა და ციფრებით განისაზღვრება მოძრაობის სიჩქარე.

ლოკომოტივის მოძრაობისას ლენტი გადაადგილდება. ამიტომ წუთები იწერება დახრილ ხაზზე. საათების წერტებიც, ასევე, განლაგებულია ერთიმეორის მიმართ გადაწევით.

სიჩქარისა და დროის ჩაწერისას იკრიბება მოძრაობის მიმართულება: ლენტები ჰორიზონტალში და ჩამწერები ვერტიკალში. მოცემულ უბანზე (კილომეტრზე) რეალური სიჩქარის გასაგებად უნდა გაიზომოს სიჩქარის ხაზის სიმაღლე, კილომეტრული წერტების ქვედა (ნულოვანი) ხაზის მიმართ. ვერტიკალში ჩანაწერის ყოველი მილიმეტრი შეესაბამება სიჩქარეს: 150კმ/სთ ხაზის ქვემოთ - 3,75კმ/სთ-ს, 200კმ/სთ ხაზის ქვემოთ - 5,5კმ/სთ-ს. სიჩქარე და დრო იწერება ერთ ვერტიკალში.

სიჩქარის ჩამწერის არასწორად დაყენების შემთხვევაში, როცა მისი მდებარეობა, გაჩერებული ლოკომოტივის შემთხვევაში, არ ემთხვევა სიჩქარის ნულოვან ხაზს, მაშინ მატარებლის მოძრაობის რეალური სიჩქარის დასადგენად მანძილი იზომება ჩამწერის

იმ ფაქტიური მდებარეობიდან, რომელიც მას ჰქონდა ლოკომოტივის გაჩერების დროს. ასეთ უბნებზე სიჩქარეს ამოწმებენ გავლილი მანძილისა და დროის მიხედვით.

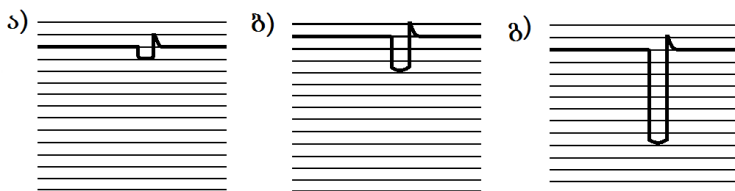
სამგზავრო ლოკომოტივებზე, რომელთაც გააჩნიათ სიჩქარის საზომი ლენტი გაზომვის სკალით 220კმ/სთ-მდე, როგორც წესი, გამოიყენება ლენტები, რომლებზეც აღბეჭდილია ციფრები 200კმ/სთ-მდე. რეალური სიჩქარის დასადგენად ლენტიდან აღებული სიჩქარე უნდა გამრავლდეს კოეფიციენტზე 1,1.

სამგზავრო ლოკომოტივებზე, რომელთაც გააჩნიათ სიჩქარის საზომი ლენტი გაზომვის სკალით 220კმ/სთ-მდე, თუ გამოყენებულია ლენტები, რომლებზეც აღბეჭდილია ციფრები 150კმ/სთ-მდე. რეალური სიჩქარის დასადგენად ლენტიდან აღებული სიჩქარე უნდა გამრავლდეს კოეფიციენტზე 1,47.

ლენტის გაშიფვრის დროს, ასევე, უნდა დაზუსტდეს გავლილი მანძილის ფაქტიური ნიშნულები. ამისათვის, ლენტზე ზომავენ მანძილს ათკილომეტრიან წერტებს შორის და, აუცილებლობის შემთხვევაში, შეაქვთ შესწორება, შემასწორებელი კოეფიციენტის მეშვეობით.

მატარებლის სამუხრუჭე მაგისტრალში ჰაერის წნევა ფიქსირდება სიჩქარის ჩანაწერების ქვედა მინდორში 130 და 140კმ/სთ-ებს შორის ინტერვალში. ნულოვანი წნევა ფიქსირდება 50კმ/სთ სიჩქარის ხაზზე. ლოკომოტივის დგომის შემთხვევაში წნევის აწევისას 6კგ/სმ<sup>2</sup>-მდე ჩამწერით აღინიშნება 25მმ სიმაღლის ვერტიკალური ხაზი. თუ მატარებლის მოძრაობის დროს წნევა არ იცვლება, მაშინ ჩამწერი ლენტზე აკეთებს თანაბარ ჰორიზონტალურ ხაზს. მატარებლის დამუხრუჭება ლენტზე აისახება ზიგზაგისებური ხაზით.

თუ მემანქანე დამუხრუჭებისას მაგისტრალში წნევას დაწევს  $0,5 \text{ კგმ/სმ}^2$ -მდე, მაშინ ჩამწერი გადაადგილდება ვერტიკალურად ქვემოთ  $2,08 \text{ მმ}$ -ს მანძილზე. სხვანაირად რომ ვთქვათ, დამუხრუჭების რეჟიმის განსასაზღვრავად საორიენტაციოდ შეიძლება ვიხელმძღვანელოთ იმით, რომ ჩამწერის  $1 \text{ მმ}$ -ით გადაადგილება შესაბამემა მაგისტრალში წნევის დავარდნას  $0,24 \text{ კგმ/სმ}^2$ -ით. ჰაერის წნევის დაცემის ხასიათით შეიძლება დავადგინოთ, თუ რომელი სახის დამუხრუჭება იქნა გამოყენებული - I საფეხურის სამომსახურო, სრული სამომსახურო ან სასწრაფო. წნევა შესაბამისად ეცემა  $0,5 - 0,7 \text{ კგმ/სმ}^2$ -ით,  $1,2 - 1,7 \text{ კგმ/სმ}^2$ -ით, ნულამდე (ნახ.№48).

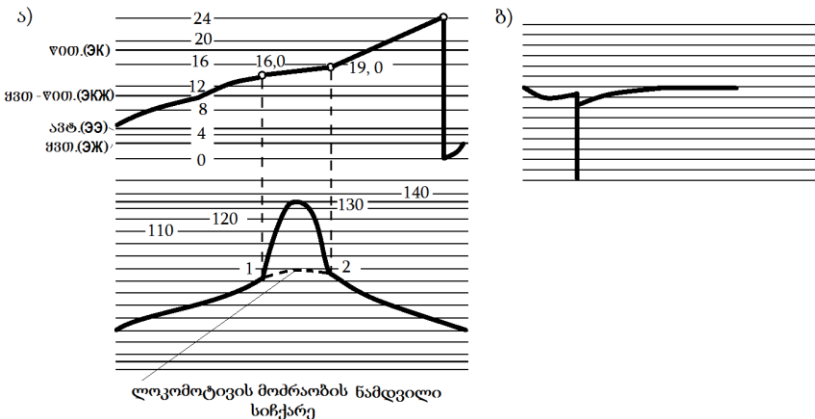


**ნახ.№48. დამუხრუჭებისას მაგისტრალში ჰაერის წნევის დაცემის ჩანაწერი: ა - სასამსახურო, ბ - სრული სასამსახურო, გ - სასწრაფო.**

სიჩქარის საზომ ამძრავთან მიერთებული წყვილთვალის ბუქსაობისას, სიჩქარის ჩამწერი მკვეთრად იწევს მაღლა, რადგანაც იზრდება თვლის ბრუნვის და ლენტის წევის სიჩქარე. წყვილთვალის იუზით მოძრაობისას ლენტის გაწევა აღარ ხდება და სიჩქარის ჩამწერი ეცემა ნულოვან ხაზამდე, ხოლო, დროის ჩამწერი დროს წერს ვერტიკალურ ხაზზე (ნახ.№49).

სიფხიზლის სახელურზე დაჭერის აღნიშვნის და ავტოსტოპის ამოქმედების ჩამწერი მდებარეობს სიჩქარისა და დროის ჩამწერიდან მარჯვნივ  $42,5 \text{ მმ}$ -ზე და შეაქვს ინფორმაცია საათური ხაზის (8) ქვეშ (ნახ.№50). ლოკომოტივის შუქნიშნის ყვითელი ნათების ჩამწერი, სიჩქარისა და დროის ჩამწერიდან გაწეულია მარცხვით  $27 \text{ მმ}$ -ს

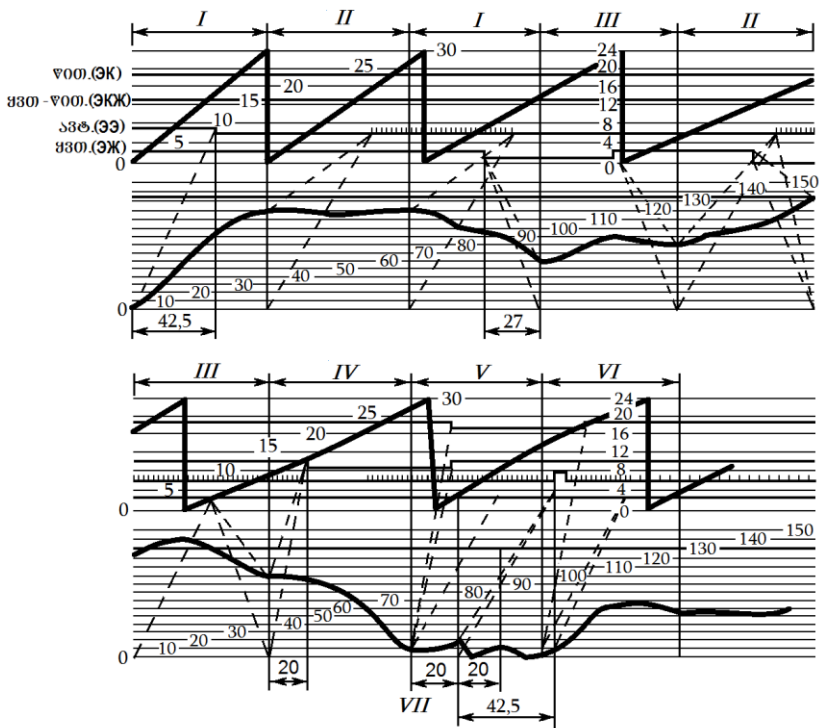
მანძილზე და ჩანაწერი კეთდება საათური ხაზის (4) ქვეშ. ლოკომოტივის შუქნიშნის ყვითელი წითლით და წითელი ნათების ჩამწერები, სიჩქარისა და დროის ჩამწერიდან, გაწეულია მარჯვნივ 20მმ-ს მანძილზე და ჩანაწერებს აფიქსირებს შესაბამისად საათური ხაზების (20) და (12) ქვეშ.



**ნახ.№49. ბუქსაობის (ა) და იუზის (ბ) ჩანაწერი ლენტზე.**

ლოკომოტივის (მატარებლის) მოძრაობის დროს ლენტი გადაადგილდება და ჩართული ავტოსტოპის ჩამწერი ხაზავს უწყვეტ ჰორიზონტალურ სწორ ხაზს. ავტოსტოპის ამოქმედებისას ჩამწერი გადაადგილდება ზევით 2 – 2,8მმ მანძილზე. შემდეგ უკანვე ბრუნდება და ხაზავს ისეთსავე ჰორიზონტალურ სწორ ხაზს, როგორსაც ავტოსტოპის ჩართვამდე. ამავე ჩამწერით კეთდება აღნიშვნა მემანქანის მიერ სიფხიზლის სახელურზე დაჭერისას.

სალოკომოტივო შუქნიშანზე წითელი, ყვითელი წითლით ან ყვითელი ნათების ანთებისას შესაბამისი ჩამწერი გადაადგილდება ქვევით 2 – 2,8მმ მანძილზე და ამ მდგომარეობაში იქნება მანამდე, სანამ არ ჩაქრება ეს ნათება შუქნიშანზე.



ნახ. №50. ლენტზე პარამეტრების ჩაწერის მაგალითი სიჩქარის საზომის ოთხი ელექტრომაგნიტის გამოყენებით ლოკომოტივის შუქნიშანზე შემდეგი ფერის ნათებით: I – მწვანე, II – თეთრი, III – ყვითელი, IV – ყვითელი წითლით, V – წითელი, VI – თეთრი, VII – დამუხრუჭების დაწყება ავტოსტოპით წითელ ნათებაზე.

ავტოსტოპის ამოქმედების დროს სიჩქარის საზომ ლენტზე ლოკომოტივის სიჩქარისა და დროის განსასაზღვრავად საჭიროა, ავტოსტოპის ამოქმედების ჩანაწერის გადანაცვლების ადგილიდან მარცხენა მხარეს, გადავზომოთ 42,5მმ, დავიტანოთ ვერტიკალური ხაზი სიჩქარისა და დროის ხაზების გადაკვეთამდე, ამ კვეთში გავიგებთ მოძრაობის სიჩქარეს და დროს აღნიშნულ მომენტში. ანალოგიურად იქვეიან სალოკომოტივო შუქნიშანზე ნათების შეც-

ვლის მომენტში მოძრაობის სიჩქარისა და დროის განსასაზღვრავად.

იმისათვის, რათა მივიღოთ მონაცემები ავტოსტოპის ამოქმედების შემდეგ მემანქანის მიერ მატარებლის დამუხრუჭების რეჟიმის შესახებ, საჭიროა ლენტზე ავტოსტოპის ამოქმედების ჩანაწერიდან მარცხნივ გადავზომოთ 22,5მმ, გავავლოთ ვერტიკალური სწორი ხაზი, სამუხრუჭე მაგისტრალში ჰაერის წნევის ხაზის გადაკვეთამდე. ამ ადგილზე ჰაერის წნევა მკვეთრად უნდა დაწეულიყო ავტოსტოპის ამოქმედების გამო.

მაგალითისათვის, გავშიფროთ №47 ნახაზზე გამოსახული სიჩქარის საზომი ლენტი. ლენტზე (მარცხნიდან მარჯვნივ) საწყისი ჩანაწერი შეესაბამება დროს - 4სთ და 36წთ. საათს განსაზღვრევენ საათური ხაზის (4) წერტილი, რომელიც დაშორებულია დროის ჩამწერის ვარდნის ხაზიდან 6მმ-ით, ხოლო წუთები განისაზღვრება ლენტის დასაწყისში წუთობრივი ხაზის (6წთ) მდებარეობით დამატებული, საათობრივ წერტებს შორის, ერთი წუთობრივი ვარდნილი (30წთ).

ლენტის დასაწყისში სიჩქარის ჩანაწერებიდან ჩანს, რომ სიჩქარე ტოლია 63კმ/სთ. მეორე კილომეტრზე (კილომეტრების ნომრები წერია ლენტის წერტების ქვედა ხაზზე) მემანქანემ შეამოწმა მუხრუჭები, წნევა სამუხრუჭე მაგისტრალში დავარდა 0,6კგმ/სმ<sup>2</sup>-ით, (I საფეხურის სამომსახურო დამუხრუჭება, იხ. პოზიცია 1). სიჩქარე შემცირდა 10კმ/სთ-ით 200მ-ის მანძილზე, რაც მიუთითებს მუხრუჭების გამართულ მუშაობაზე. მეშვიდე კილომეტრის დასაწყისში გადასავალზე სატრანსპორტო საშუალებასთან შეჯახების თავიდან აცილების მიზნით, გამოყენებულ იყო სასწრაფო დამუხრუჭება 2. სამუხრუჭე მანძილი შეადგენდა 700მ-ს. დროის ვერტიკალურ მონაკვეთზე ლოკომოტივის გაჩერების ადგილის მოპირდაპირედ

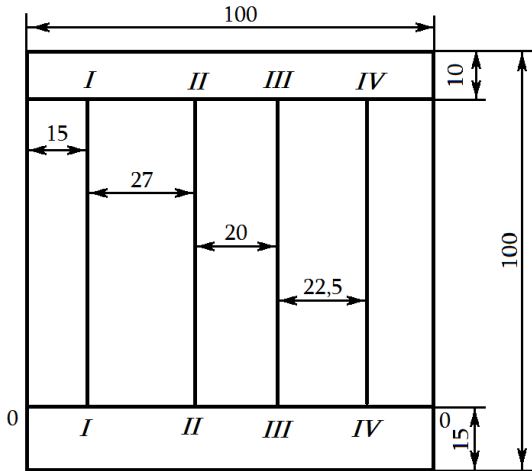
ჩანს, რომ მატარებელი გაჩერებული იყო 10წთ და შემდეგ დაიძრა. მეთორმეტე კილომეტრის დასაწყისში ბუქსაობდა სიჩქარსაზომთან შეერთებული წყვილთვალი, რაზედაც მეტყველებს სიჩქარის ნახტომი (3), ხოლო მეთოთხმეტე კილომეტრის ბოლოს წყვილთვალი მოძრაობდა იუზით, რაც დაფიქსირებულია სიჩქარის ნულამდე დაცემის ვერტიკალური ხაზით (4) და დროის ჩამწერის აწევის ვერტიკალური მონაკვეთით, ლენტის ამავე კვეთში.

ყვით.(ჰЖ)-ის ხაზზე ჩანს, რომ მეთვრამეტე კილომეტრამდე მატარებელი მოძრაობდა შუქნიშნის მწვანე ნათებაზე. შემდეგ 67კმ/სთ მოძრაობის დროს მწვანე ნათება შეიცვალა ყვითლით (იხ. ჩამწერის ქვევით გადაადგილება - 5). 800მ ლიანდაგის გავლის შემდეგ ჩამწერი ისევ დაბრუნდა საწყის მდებარეობაში და ამ მომენტში წინ გამოჩნდა მიწისზედა შუქნიშნის წითელი ნათება (ყვითელი წითლით სალოკომოტივო შუქნიშანზე; იხ. ყვით.-წით. (ЖЖ)-ის ხაზზე ჩამწერის ქვევით ჩამოწევა, რომელიც გადანაცვლებულია სიჩქარის მიმართ მარჯვნივ 20მმ-ზე - 6). მაშასადამე, მატარებელმა გაიარა მიწისზედა შუქნიშნის იზოლორებული პირაპირი ყვითელი ნათებით, მეცხრამეტე კილომეტრის მეორე პიკეტზე (იხ.კვეთი შუქნიშნის მოპირდაპირედ სიჩქარის ხაზზე); ანუ წინ მიწისზედა შუქნიშანია წითელი ნათებით. ამ მომენტში მატარებელი მოძრაობდა 72კმ/სთ სიჩქარით. მაგრამ, ვინაიდან ავტოსტოპით გასაკონტროლებელი სიჩქარე მიწისზედა შუქნიშნის წითელ ნათებაზე შეზღუდულია ნაკლები სიდიდით, ამოქმედდა ავტოსტოპი (იხ.ავტ.(ჰჰ)-ის ხაზზე ჩამწერის გადაადგილება ზევით წერტილში (7) სიჩქარის ჩანაწერიდან 42,4მმ-ს მანძილზე), მიუხედავად მემანქანის მიერ სიფხიზლის სახელურზე ხშირად დაჭერისა (იხ. ციფრი (8) ავტ.(ჰჰ)-ის ხაზზე). მემანქანემ მაშინათვე გამოიყენა სასწრაფო დამუხრუჭება (წნევის დაცემა ნულამდე).



ხუთწუთიანი დგომის შემდეგ (იხ.დროის ხაზზე ვერტიკალური მონაკვეთი დგომის ადგილის მოპირდაპირედ) მატარებელმა გააგრძელა მოძრაობა. ოცდამეხუთე კილომეტრზე მემანქანემ შეამოწმა მუხრუჭები, სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის  $0,6\text{კგ/სმ}^2$ -ით დაგდებით.

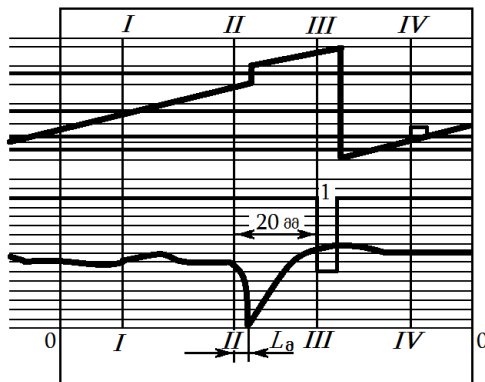
ლენტის გაშიფვრისას იყენებენ სქელი პოლიეთილენის ფირფიტისაგან დამზადებულ შაბლონს (ნახ.№51).



**ნახ.№51. სიჩქარის საზომ ლენტზე ჩანაწერების გასაშიფრი შაბლონი: I – I - ყვითელი ნათების, II - II - დროისა და სიჩქარის, III - III - სამუხრუჭე მაგისტრალში ჰერის წნევის ცვალებადობის, სალოკომოტივო შუქნიშანზე ყვითელი წითლით და წითელი ნათების ცვალებადობის, IV - IV - უსაფრთხოების სახელურზე დაჭერა და ავტოსტოპის ამოქმედება.**

შაბლონს ადებენ სიჩქარის საზომ ლენტს ისე, რომ მისი ხაზი 0–0 დაემთხვეს ლენტის სიჩქარის ნულოვან ჰორიზონტალურ ხაზს, ხოლო ხაზი III-III - სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის დაცემის დასაწყისს (ნახ.№52. წერტილი 1). ლენტზე წნევის დაცემის დასაწყისის უფრო ზუსტად განსასაზღვრავად, ლოკომოტივის

მიერ გავლილი ლიანდაგის ჩაწერის მცირე მასშტაბის გამო (1მმ - 200მ), ხშირად გამოიყენება მადიდა.



**ნახ. №52.** სამუხრუჭე მანძილის განსაზღვრა სიჩქარის საზომ ლენტზე  
შაბლონის დახმარებით:  $L_a$  - სამუხრუჭე მანძილი.

## 2. დამუხრუჭების ხასიათის და მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარის შეფასება სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით

მატარებლების სასწრაფო ან სრული სამომსახურო დამუხრუჭება სხვა ფაქტორების („მოთარეშე“ ურიკა, მცირერადიუსიანი მრუდი გარე რელსის ჭარბი შემალღებით და გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთით) არახელსაყელი შეხამების დროს, არის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზი. ეს მიზეზი იმსახურებს განსაკუთრებულ ყურადღებას, იმიტომ რომ მატარებლების მარცხისა და ავარიების ექსპერტიზის დროს 30% გამოწვეული იყო ზემოთ აღნიშნული მიზეზით, ხოლო იგივე მარცხისა და ავარიების სამსახურებრივი გამოძიების ჩატარებისას, აღნიშნული მიზეზი ერთხელაც კი არ იყო ნახსენები. ამ ნამდვილი მიზე-

ზის ნაცვლად ფიგურირებდა რელსის გატეხვა, ლიანდაგის მოშლა, ვაგონის დეტალების გატეხვა და სხვა.

ზოგიერთი სპეციალისტი მიიჩნევს, რომ მატარებლების სასწრაფო დამუხრუჭება ვერ გამოიწვევს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას. ისინი აღნიშნავენ, რომ მხოლოდ ერთი დღე-ღამის განმავლობაში ასეთი სახის დამუხრუჭება ხდება ხშირად, მაგრამ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა არ ხდება. მაგრამ ეს ასე არ არის. ზოგიერთი არახელსაყრელი გარემოების განსაზღვრულ დროს დამთხვევის გამო, რომელიც იშვიათად ხდება, სასწრაფო დამუხრუჭება იწვევს ვაგონის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას (ამოწმებას).

მაგალითად, ექსპერტიზის ჩატარების დროს გამოვლენილი სასწრაფო დამუხრუჭების დროს ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის 14 შემთხვევიდან 7 შემთხვევა მოხდა მცირერადიუსიან მრუდებში და ციცაბო დაღმართებზე. რელსებიდან ჩამოდიოდა ან ცარიელი, ან მცირედ დატვირთული ვაგონები, რომელთაც შემადგენლობაში ეკავათ მე-11-დან მე-20-მდე ადგილი. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მრუდებში ძალა, რომელიც მოქმედებს ვაგონზე ლიანდაგის მიმართულებით, იწვევს ძალების წარმოშობას, რომლებიც მატარებლის შუა ნაწილში ამცირებენ ლიანდში ვაგონების მდგრადობას (იხ. ნახ.№7).

აქედან გამომდინარე, თუ სატვირთო მატარებელში მე-11 და მე-20 ვაგონებს შორის განლაგებულია, მაგალითად, ორი ცარიელი ვაგონი და მცირერადიუსიან მრუდში მოძრაობის მომენტში გამოყენებული იქნება სასწრაფო დამუხრუჭება, მაშინ ამ ორი ვაგონის რელსებიდან ჩამოსვლის (მრუდის გარეთ გამოგდება) ალბათობა საკმაოდ მაღალია. რა შეიძლება ჩაითვალოს ასეთ შემთხვევაში ნივთიერ მტკიცებულებად, რომელიც ადასტურებს, რომ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზია სასწრაფო დამუ-

ხრუჭება? უპირატესად რელსების გადაწევა და გადაყირავება ერთი თვლის ლიანდის შიგნით ჩავარდნით (იხ.ნახ.№18,ბ), ან თვლის ქიმის შეცოცება რელსის გაცვეთილ თავზე და ორივე წყვილთვლის ჩავარდნა (იხ.ნახ.№19,ბ). თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ეს ორივე მექანიზმი, მიუხედავად მათი გარეგანი განსხვავებისა, არის რელსებზე გვერდითი ზემოქმედების შედეგი, განპირობებული დამუხრუჭებით. ამასთანავე საჭიროა იმ ნიშნების მოძიება, რომლებიც დაადასტურებენ, რომ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა მოხდა არა დამუხრუჭებამდე, არამედ დამუხრუჭებიდან გარკვეული დროის შემდეგ.

ასეთ ნიშნად (სამუხრუჭე მაგისტრალის გაწყვეტისას მატარებლის მეწინავე ნაწილის რელსებიდან ჩამოსულ პირველ და რელსებიდან ჩამოუსვლელ ბოლო ვაგონებს შორის ლიანდაგში ჩავარდნის ადგილზე) ითვლება ტოლობა:

$$L_{\text{გლ}} = L_{\text{ა}} + l_{\text{თ}} - l_{\text{აწ}}, \quad (55)$$

სადაც  $L_{\text{გლ}}$  მანძილია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილიდან ლოკომოტივის გაჩერების ადგილამდე.

$L_{\text{ა}}$  - სამუხრუჭე მანძილი სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით.

$l_{\text{თ}}$  - მატარებლის რელსებიდან ჩამოუსვლელი მეწინავე ნაწილის სიგრძე (ლოკომოტივთან ერთად).

$l_{\text{აწ}}$  - დამუხრუჭების წინა მანძილი (მუხრუჭების მომზადება. იხ ცხრილი №15).

$l_{\text{აწ}}$  მანძილის ფიზიკური არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მატარებელში სამუხრუჭე ძალა მემანქანის მიერ ონკანის სახელურის სამუხრუჭე მდგომარეობაში მოტრიალებისთანავე ან სამუხ-

რუქე მაგისტრალის გადახსნისთანავე (გაწყვეტისთანავე) არ წარმოიშვება. საჭიროა გარკვეული დრო მატარებლის სამუხრუჭე მაგისტრალში საპაერო ტალღის გასავრცელებლად, ჰაერგამანაწილებლების ასამოქმედებლად, სამუხრუჭე ცილინდრების ჰაერით ასავსებად, სამუხრუჭე ბერკეტული გადაცემის გადასადგილებლად, სამუხრუჭე ხუნდების არტახეზზე შეხებამდე და მათზე დაწოლის გასაძლიერებლად. ამასთანავე, თუ დამუხრუჭება მოხდა მემანქანის ონკანით, მაშინ მატარებლის მეწინავე ნაწილის მუხრუჭები უფრო ადრე ამოქმედდება, ვიდრე ბოლო ნაწილის.

### ცხრილი №15

#### მატარებლისათვის $l_{გვ}$ მანძილის მნიშვნელობები

| მოდრაობის<br>სიჩქარე,<br>კმ/სთ | $l_{გვ}$ , მ, მატარებლებისათვის |           | მოდრაობის<br>სიჩქარე,<br>კმ/სთ | $l_{გვ}$ , მ, მატარებლებისათვის |           |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                                | სატვირთო                        | სამგზავრო |                                | სატვირთო                        | სამგზავრო |
| 50                             | 70                              | 40        | 80                             | 110                             | 70        |
| 60                             | 85                              | 50        | 90                             | 125                             | 75        |
| 70                             | 100                             | 60        | 100                            | 140                             | 80        |

ანგარიშების გაადვილების მიზნით პირობით მიიღება, რომ მემანქანის მიერ მუხრუჭების ჩართვის შემდეგ მატარებელი რაღაც დროის განმავლობაში მოძრაობს მუდმივი სიჩქარით, ხოლო შემდეგ იწყება მთელი მატარებლის დამუხრუჭება. დროს, ონკანის სახელურის მობრუნებიდან დამუხრუჭების დაწყებამდე **ეწოდება მუხრუჭების მომზადების დრო**. ამ დროის განმავლობაში მატარებელი გაივლის, ეგრეთწოდებულ მოსამზადებელ ან დამუხრუჭების წინა  $l_{გვ}$  მანძილს. მანძილს, რომელსაც მატარებელი გაივლის მოქმედი დამუხრუჭებით, **ეწოდება ნამდვილი სამუხრუჭო მანძილი**  $l_{გვ}$ .

სამუხრუჭე მანძილი ტოლია დამუხრუჭების წინა  $l_{ფ}$  მანძილს დამატებული ნამდვილი სამუხრუჭო მანძილი  $l_{გ}$ , ანუ

$$L_{ფ} = l_{ფ} + l_{გ} . \quad (56)$$

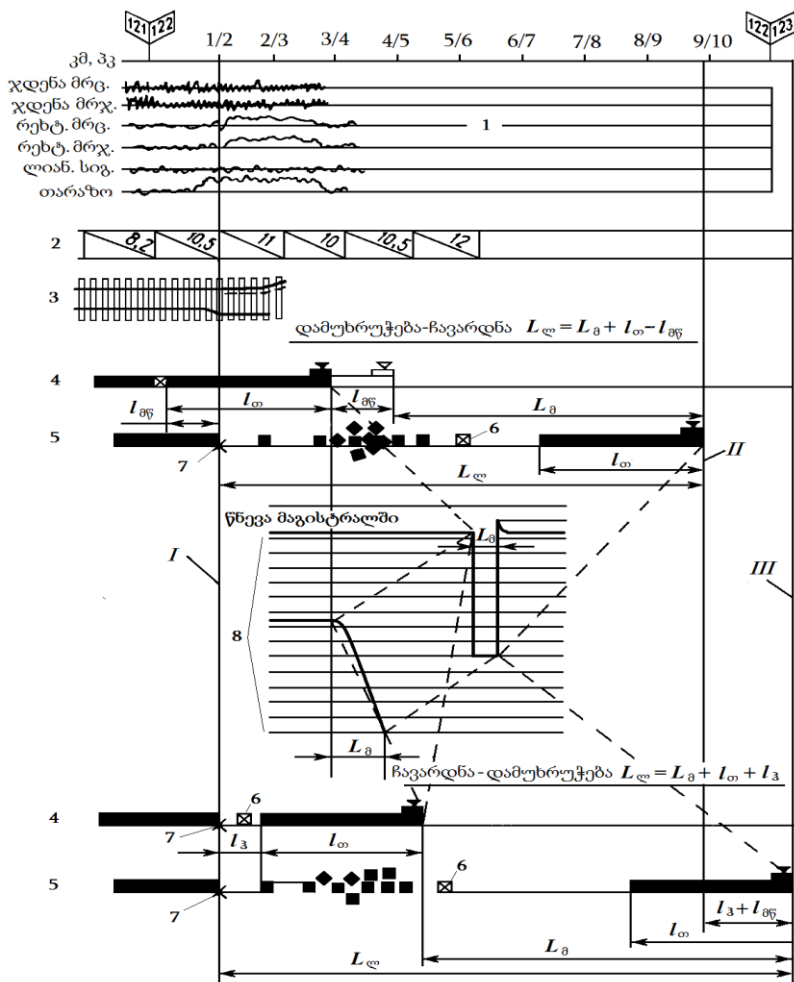
დამუხრუჭების წინა  $l_{ფ}$  მანძილი დამოკიდებულია მოძრაობის საშუალო სიჩქარეზე და მუხრუჭების მომზადების დროზე:

$$l_{ფ} = 0,278v_{საფ} \times t_{ფ} . \quad (57)$$

წევის ანგარიშებით მუხრუჭების მომზადების დრო  $t_{ფ}$  დამოკიდებულია მუხრუჭების ტიპზე და მატარებლის სიგრძეზე. სატვირთო მატარებლებისათვის ავტომატური მუხრუჭების შემთხვევაში, როცა ღერძების რაოდენობა 200 და ნაკლებია  $t_{ფ}=7$ წმ, როცა ღერძების რაოდენობა იცვლება 200-დან 300-მდე  $t_{ფ}=10$ წმ, ხოლო, როცა 300 ღერძე მეტია, მაშინ  $t_{ფ}=12$ წმ. პნევმატურ მუხრუჭებიანი სამგზავრო მატარებლებისათვის  $t_{ფ}=4$ წმ, ხოლო ელექტროპნევმატურ მუხრუჭებიანი სამგზავრო მატარებლებისათვის  $t_{ფ}=2$ წმ.

აშკარაა, რომ  $l_{ფ}$ -ს გაანგარიშების დროს  $t_{ფ}$  უნდა მივიღოთ ზემოთ აღნიშნულზე ნაკლები, რამდენადაც საქმე ეხება არა მთელი მატარებლის დამუხრუჭებას, არამედ მხოლოდ მისი მეწინავე  $Q$ , ნაწილის, ანუ პირობითად ვთვლით, რომ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა არის დამუხრუჭების პროცესში მატარებლის უკანა დაუმუხრუჭებელი ვაგონების მიწყდომის შედეგი, მეწინავე დამუხრუჭებულ ნაწილზე.

№53 ნახაზზე ნაჩვენებია ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის ორი სქემა.



ნახ. №51. სიჩქარის საზომი ლენტის ჩანაწერებთან მიბმული რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის სქემები: 1-ლიანდაგში ვაგონის ლენტი, 2-რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მექანიზმი, 3-მატარებელი დამუხრუჭების წინ (წნევის დაცემა საზღვრულე მაგისტრალში), 5-მატარებელი ლოკომოტივის გაჩერების შემდეგ, 6-რელსებიდან ჩამოსული პირველი ვაგონი, 7-ჩავარდნის ადგილი, 8-სიჩქარის საზომი ლენტი, I-ჩავარდნის ადგილი (122 კმ, პკ2, პირველი რგოლი), II-ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი ლიანდაგში ჩავარდნისას დამუხრუჭების გამო (122 კმ, პკ9, მეოთხე რგოლი), III-ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი ლიანდაგში ჩავარდნისას არა დამუხრუჭების გამო (123 კმ, პკ1, მეორე რგოლი).

ამ ნახაზზე ნაჩვენებ სიჩქარის საზომ ლენტზე დატანილია სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის დაწევის დასაწყისი და სამუხრუჭე მანძილი. პირველი სქემა შეესაბამება ლიანდაგში ჩავარდნას სასწრაფო დამუხრუჭების დროს („დამუხრუჭება - ჩავარდნა“), ხოლო მეორე - ჩავარდნას სამუხრუჭე მაგისტრალის გაწყვეტით სასწრაფო დამუხრუჭებამდე („ჩავარდნა-დამუხრუჭება“).

პირველ შემთხვევაში დამადასტურებელ ფაქტორს წარმოადგენს (55) ტოლობა, 5%-მდე შესაძლო ცდომილებით. მეორე შემთხვევაში  $L_{\text{კ}}$  გაცილებით მეტია, ვიდრე პირველ შემთხვევაში

$$L_{\text{კ}} = L_{\text{გ}} + l_{\text{მ}} + l_{\text{გ}}, \quad (58)$$

სადაც  $l_{\text{გ}}$  მატარებლის მიერ გავლილი მანძილია დროის იმ მონაკვეთში (1,5 – 2წმ), რომელიც დასჭირდებოდა ჰაერის ტალღის გავრცელებას ჩავარდნის შედეგად სამუხრუჭე მაგისტრალის გაწყვეტის ადგილიდან ლოკომოტივამდე.

მატარებლის  $l_{\text{მ}}$  მეწინავე ნაწილის იმ სიგრძეს, რომელიც არ ჩამოსულა რელსებიდან, განსაზღვრავენ მასში შემავალი მოძრავი ერთეულების სიგრძეების შეკრებით (აიღება ცნობარებიდან). ამასთანავე ვაგონის ტიპის განსაზღვრა შესაძლებელია უშუალოდ ჩავარდნის ადგილზე ან ვაგონის ზედნადებით - ვაგონების პირველი ციფრების მიხედვით, რომელიც აღნიშნავს: 2 - დახურული ვაგონი, 4 - ბაქანი, 5 - ჰოპერ-დოზატორი, 6 - ნახევარვაგონი, 7 - ცისტერნა, 8 - რეფრიჟერატორი ან საყინულე, 9 - მარცვალგადამზიდი ან სხვა სპეციალიზირებული მოძრავი შემადგენლობა, 3 - სხვა სახის მოძრავი შემადგენლობა.

$L_{\text{კ}}$  სიგრძე იზომება უშუალოდ ჩავარდნის ადგილზე, მატარებლის მეწინავე ნაწილის გადასარბენიდან გაყვანამდე. თუ ეს ვერ მოხერხდა, მაშინ თვითმხილველების გამოკითხვით ან სხვა ხერ-



ხით ზუსტად ადგენენ ლოკომოტივის გაჩერების ადგილს და ზომავენ მანძილს ლოკომოტივიდან ჩავარდნის ადგილამდე.

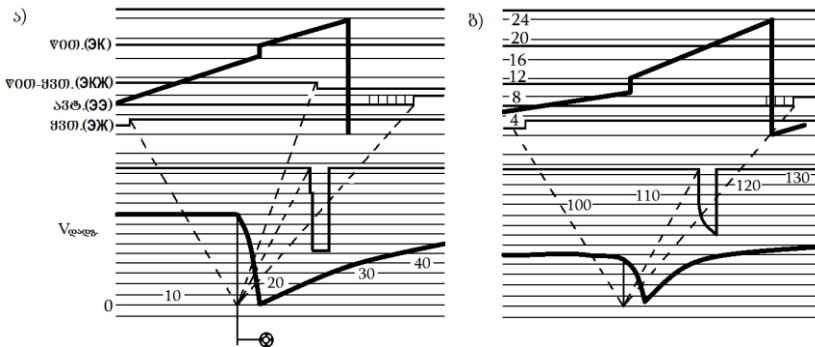
უნდა აღინიშნოს, რომ (55) პირობა ერთნაირად მისაღებია, როგორც სასწრაფო ისე სხვა სახის დამუხრუჭებისათვის, თუ ამან გამოიწვია მატარებლის ჩავარდნა; მაგალითად, შეწყვილებული მატარებლის დამუხრუჭება მეწინავე ლოკომოტივის მემანქანის მიერ, მეორე ლოკომოტივის მემანქანესთან შეუთანხმებლად (განცალკევებული სამუხრუჭე მაგისტრალის შემთხვევაში).

თუ დადგენილ იქნა, რომ ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლა გამოწვეულია სასწრაფო დამუხრუჭებით, მაშინ სიჩქარის საზომი ლენტით არკვევენ მისი გამოყენების მიზეზს. ასეთი მიზეზებია: ავტოსტოპის თვითნებური ამოქმედება, მოძრაობის კონტროლირებადი სიჩქარის გადაჭარბების შემთხვევაში; შუქნიშნის მწვანე ნათების უეცრად წითელი ნათებით შეცვლა; მემანქანის მიერ სიფხიზლის სახელურზე დაჭერის დაგვიანება; მუხრუჭების სუსტი ეფექტურობა, რომელიც გამოვლინდება გადასარბენზე მუხრუჭების შემოწმების დროს; სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის უეცარი დაცემა.

ავტოსტოპის თვითნებური ამოქმედების დადგენა ხდება შემდეგნაირად - სიჩქარის საზომ ლენტზე ადებენ გასაშიფრ შაბლონს; თუ IV-IV კვეთში - უსაფრთხოების სახელურზე დაჭერის და ავტოსტოპის ამოქმედების (33) ხაზზე დაფიქსირებული იქნება ჩამწერის გადაადგილება ზევით 2 – 2,8მმ-ით, ხოლო შემდეგ მისი ჰორიზონტალური მიმართულებით გადაადგილება გარკვეულ მანძილზე, ეს ნიშნავს, რომ ავტოსტოპი ამოქმედდა.

ამოქმედების მიზეზი შეიძლება განისაზღვროს სიჩქარის საზომი ლენტის ჩანაწერებით. თუ ეს არის მოძრაობის კონტროლირებადი სიჩქარის გადაჭარბება (ყვითელნათებიანი შუქნიშნის გავ-

ლისას), მაშინ ის ლენტზე აღინიშნება ყვითელი წითლით (ЭКЖ) ხაზზე ჩამწერის დაშვებით 2–2,8მმ-ით (ნახ.№54,ა), სიჩქარის ჩანაწერების მარჯვენა მხარეს 20მმ-ს მანძილზე (შაბლონის III-III კვეთის მოპირდაპირედ), ხოლო შაბლონის II-II კვეთში ადგილი აქვს სიჩქარის მატებას. მემანქანის მიერ სიფხიზლის სახელურზე დაჭერის დაგვიანების შემთხვევაში არ იქნება მორიგი ვერტიკალური ხაზები ავტოსტოპის ამოქმედების წინ (ნახ.№54,ბ).



**ნახ.№51. ავტოსტოპით მატარებლის გაჩერების ჩანაწერების მაგალითი:**  
**ა – მოძრაობის კონტროლირებადი სიჩქარის გადაჭარბების შემთხვევაში შუქნიშნის წითელი ნათების გავლისას, ბ – მემანქანის მიერ სიფხიზლის სახელურზე დაჭერის დაგვიანების შემთხვევაში.**

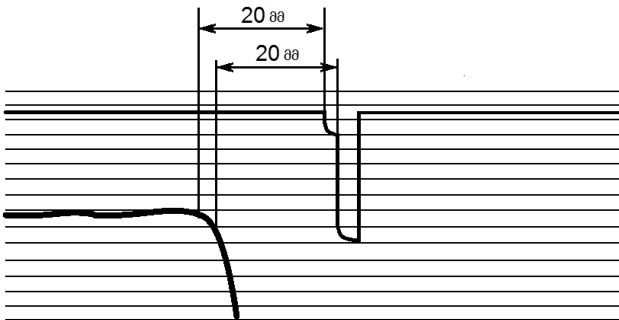
მატარებლის წინ შუქნიშნის მწვანე ნათების უეცრად წითელი ნათებით გადაფარვა ლენტზე აღინიშნება ყვითელი წითლით (ЭКЖ) ხაზზე ჩამწერის დაშვებით 2 – 2,8მმ-ით, იმავე მანძილით სიჩქარეების ჩანაწერებიდან, როგორც ზემოთ აღნიშნული (ყვითელ (ЭЖ) ხაზზე ამ დროს ჩაიწერება შუქნიშნის მწვანე ნათების ჩვენება).

სასწრაფო დამუხრუჭება ძირითადად ხდება მატარებლის ტარების პირობების უეცარი ცვალებადობის დროს. ავტოსტოპი ღამის განმავლობაში, ციცაბო დაღმართზე, ყვითელნათებიანი შუქნიშნის გავლისას რამდენჯერმე ამოქმედდა, მემანქანეს იმედი ჰქონდა,

რომ მის წინ მიმავალი მატარებელი უფრო სწრაფად წავიდოდა და სიფრთხილეს იჩენდა, რათა დაღმართში სიჩქარის კონტროლირებად სიდიდეზე ნაკლებად შემცირების შემთხვევაში იგი ვერ შეძლებდა მატარებლის აღმართში ამოყვანას.

რიგ შემთხვევაში შუქნიშნის მწვანე ნათება უეცრად იცვლებოდა წითელი ნათებით, ცხელ ამინდში უპირაპირო ლიანდაგის იზოლირებულ პირაპირში, „შეკრული“ ღრეჩოს გამო.

მემანქანე აგვიანებს სიფხიზლის სახელურზე დაჭერას ან ყურადღების მოდუნების გამო, ან უეცრად შეცვლილ სიტუაციაში დაბნეულობის გამო, მაგალითად, კოდების გაქრობის გამო და სხვა. ყოფილა შემთხვევები, როცა მემანქანეს მიუმართავს მატარებლის სასწრაფო დამუხრუჭებისათვის მას შემდეგ, როცა მუხრუჭების შემოწმებისას მოძრაობის სიჩქარემ არასაკმარისად დაიწია (ნახ.№55) ან სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევა უეცრად დაეცა.



**ნახ.№55. სასწრაფო დამუხრუჭების გამოყენება მუხრუჭების სუსტი ეფექტურობის გამო, რომელიც გამოვლინდება გადასარბენზე მუხრუჭების შემოწმებისას.**

იმის განსაზღვრა, თუ რა შემთხვევებშია გამართლებული სასწრაფო დამუხრუჭების გამოყენება და როდის არა, შესაძლებელია მხოლოდ გულდასმითი განხილვის შემდეგ. ექსპერტებს უჭირთ

ერთიანი აზრის ჩამოყალიბება, ძირითადად, იმიტომ, რომ მუხრუჭების ინსტრუქციაში (ЦВ-ЦТ-ВНИИЖТ/4440) ზემოთ აღნიშნული საკითხები გადმოცემულია ბუნდოვნად.

ზემოთ აღნიშნული ინსტრუქციის პუნქტში 8.1.6 ჩაწერილია: „მატარებლის დამუხრუჭების ყველაზე კარგი მდოვრულობა უზრუნველყოფილია დამუხრუჭების დასაწყისში, სამუხრუჭე მაგისტრალის ერთ ჯერზე განმუხტვისას, პირველი საფეხურის სიდიდით . . .“, რომელიც 8.1.2 პუნქტის მიხედვით სატვირთო დატვირთული მატარებლებისათვის ტოლია 0,6–0,7კგმ/სმ<sup>2</sup>, ხოლო გაჭიანურებულ ციცაბო დაღმართებზე 0,7–0,8კგმ/სმ<sup>2</sup>.

თითქოს სასვებით ცხადია, რომ მემანქანემ უნდა უზრუნველყოს მატარებლის დამუხრუჭება. მაგრამ 8.1.7 პუნქტი „აბუნდოვანებს“ ამ სიცხადეს შემდეგი ფორმულირებით: „მატარებლის ტარების პირობების მიხედვით მემანქანეს უფლება აქვს მატარებლის დამუხრუჭებისას შეირჩიოს სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის დაწევის სიდიდე, მაგრამ არა ნაკლებ 8.1.2 პუნქტით გათვალისწინებულ სიდიდეზე . . .“.

მატარებლის დამუხრუჭების აუცილებლობაზე, ასეთი მიდგომის დროს, აზრს კარგავს ზემოთ აღნიშნული ციტირებული პუნქტები 8.1.6 და 8.1.2. შემთხვევითი არ არის, როცა მემანქანეს უსვამენ კითხვას, თუ რა მოტივით გამოიყენა სასწრაფო ან სრული სასამსახურო დამუხრუჭება; გამოძიების მასალებში დამაკმაყოფილებელი პასუხი არ ჩანს; როგორც წესი მიეთითება სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევის უეცარ დაწევაზე და 8.1.7 პუნქტის შესაბამისად სასწრაფო დამუხრუჭების გამოყენებაზე.

ინსტრუქციაში არ არის რეგლამენტირებული მატარებლის დამუხრუჭების წესი, სამუხრუჭე მაგისტრალის გაწყვეტის შემთხვევაში. დადგენილია მხოლოდ დამუხრუჭების წესი ამ მაგისტრალის გაწყვეტისას №418 გადამწოდთან. მაგრამ, როგორ უნდა მო-

ვიქცეთ იმ შემთხვევაში, თუ ლოკომოტივზე არ არის ამ სახის გადამწოდი, ინსტრუქციაში არაფერია ნათქვამი.

8.1.8 პუნქტში ჩაწერილია: „დამხმარე მუხრუჭის ონკანის გამოყენების დროს და მატარებელში დიდი სიდიდის გრძივი-დინამიკური რეაქციის ძალების წარმოშობის დროს, ლოკომოტივის მოძრაობის მკვეთრად შენელების თავიდან აცილების მიზნით, 50კმ/სთ და უფრო ნაკლები სიჩქარეების შემთხვევებში დამუხრუჭება ამ ონკანით უნდა მოხდეს საფეხურებად, გამონაკლისია მხოლოდ სასწრაფო დამუხრუჭების შემთხვევა“. ამავე დროს უნდა ვიცოდეთ, რომ სიჩქარის საზომი ლენტი საშუალებას არ გვაძლევს გავაკონტროლოთ თვით დამხმარე მუხრუჭის გამოყენების ფაქტი, რომ არაფერი ვთქვათ წნევის დაწევის სიდიდეზე, რადგან დამხმარე დამუხრუჭება ლენტზე არ იწერება.

ინსტრუქციაში მუხრუჭების საკითხებზე ჩამოთვლილი ჩანაწერები ძნელად გასამართლებელია.

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გართულდა ექსპლუატაციის პირობები. გაიზარდა მოძრაობის სიჩქარეები, ღერძული დატვირთვები, მატარებლების მასა და სიგრძე. ვაგონები აღიჭურვა კომპოზიციური ხუნდებით. მაგრამ, მოთხოვნები მატარებლების არაგეგმიური დამუხრუჭების მიმართ არ გამკაცრებულა. ზემოთ აღნიშნული კი თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის გახშირების ერთ-ერთი მიზეზია, რაც დასტურდება ჩატარებული ანალიზის, მატარებლების მარცხისა და ავარიების ექსპერტიზის შედეგებით.

ქვემოთ მოტანილია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მაგალითები, განპირობებული მატარებლის არაგეგმიური დამუხრუჭებით, რომელიც ვერ იქნა გარკვეული მატარებლის მარცხის ან ავარიის სამომსახურო გამოძიებისას.

სატვირთო მატარებელი მოძრაობდა 17%-იან დაღმართზე 47კმ/სთ სიჩქარით (დადგენილი სიჩქარე 55კმ/სთ). მემანქანემ გადაწყვიტა სიჩქარის შემცირება, რომელიც დაღმართში მატულობდა. ამ მიზნით მან გამოიყენა დამუხრუჭების პირველი საფეხური. 300 მეტრის შემდეგ სიჩქარე დაეცა მხოლოდ 3კმ/სთ-ით (მუხრუჭების ინსტრუქციით გათვალისწინებული 10კმ/სთ-ს ნაცვლად). მუხრუჭების ინსტრუქციის შესაბამისად მემანქანე ვალდებული იყო მატარებელი გაეჩერებინა. მაგრამ, მან აუშვა მუხრუჭები სამუხრუჭე მაგისტრალში გადამეტებული წნევით და მაშინვე (რაიმე დაყოვნების გარეშე) გამოიყენა სრული სამომსახურო დამუხრუჭება წნევის 1,9კგმ/სმ<sup>2</sup> დაცემით.

ამ მომენტში მატარებლის შუა ნაწილი განლაგებული იყო მრუდში (რადიუსით 240მ) ხიდის წინ. მოხდა მე-19 ვაგონის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა თვლის ქიმის გადაგორებით რელსის თავზე, რომელიც გადავარდა ხიდის ქვეშ და თან გაიყოლა სხვა ვაგონებიც.

მემანქანემ დისპეტერს აცნობა, რომ მუხრუჭების აშვების დროს სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევა დაეცა, რის გამოც მან გამოიყენა სრული სამომსახურო დამუხრუჭება. მაგრამ ეს სიმართლეს არ შეესაბამებოდა. სამსახურებრივი გამოძიების დროს არ იქნა გაანალიზებული სიჩქარის საზომი ლენტის ჩანაწერები, რომელშიც წნევის უეცარი დაცემა არ იყო დაფიქსირებული. მატარებლის მარცხის მიზეზად მიჩნეულ იქნა ლიანდაგის არადამაკმაყოფილებელი მდგომარეობა, მაგრამ, არ იყო მოტანილი შესაბამისი ფაქტები. სინამდვილეში ლიანდაგის მდგომარეობა იყო დამაკმაყოფილებელი და მოძრაობის უსაფრთხოებას, მით უმეტეს 45კმ/სთ სიჩქარის დროს, არაფერი ემუქრებოდა.

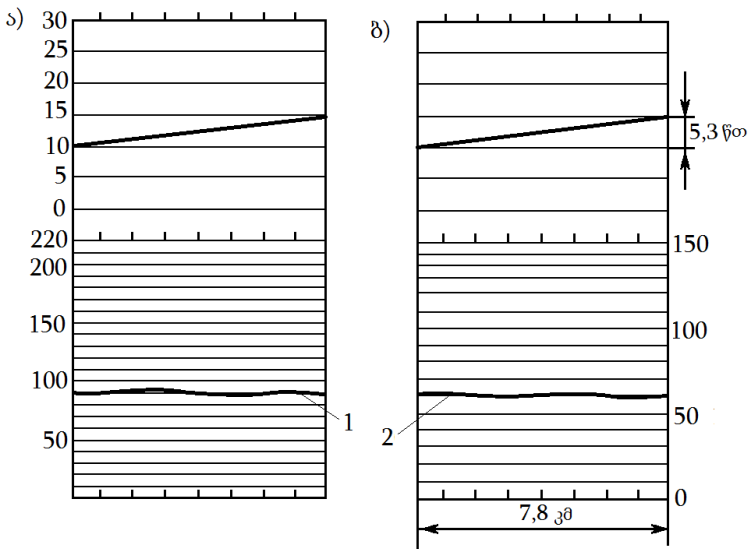
ექსპერტიზის ჩატარების შედეგად დადგენილ იყო: ჯერ ერთი, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა მოხდა თვლის ქიმის გადაგორებით, რელსის თავზე მრუდის გარე მხარეს, რაც ცხადყოფს რელსზე გვერდით ზემოქმედებას. მეორეც - რელსებიდან არა ვაგონის თვლების ჩამოსვლამ გამოიწვია სამუხრუჭო მაგისტრალის გაწყვეტა და მასში წნევის დავარდნა, არამედ პირიქით, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა გახდა მატარებლის მკვეთრი დამუხრუჭების შედეგი, რაც დასტურდება 55-ე და 58-ე ფორმულების გაანგარიშებით. მესამეც, სასწრაფო დამუხრუჭების დროს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას ხელი შეუწყო იმ ფაქტორმაც, რომ მატარებელი მოძრაობდა 17%-იან ციცაბო დაღმართზე და მცირერადიუსიან მრუდში.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლისას სასწრაფო დამუხრუჭების როლის გამოვლენას, უმთავრესად ხელს უშლის მარცხის დროს მატარებლის მემანქანეების ან დეპოს მუშაკების მიერ რეალური მდგომარეობის დამახინჯება. ექსპერტიზის მონაცემებით, მემანქანეები მატარებლის ჩავარდნის შემდეგ ხშირად აცნობებენ, რომ მატარებლის სასწრაფო დამუხრუჭება გამოყენებულ იყო მხოლოდ მას შემდეგ, როცა სამუხრუჭე მაგისტრალში შეამჩნიეს წნევის დაცემა. ამით სამსახურებრივი გამოძიება თავიდანვე მცდარი გზით წარიმართებოდა.

თითქმის ყველა ასეთ შემთხვევაში სახელდებოდა სიჩქარის საზომი ლენტის გაშიფვრის არასწორი პარამეტრები და იჩქმალებოდა ნამდვილი მონაცემები. ექსპერტებს აწვდიდნენ ხელოვნურად გადაკეთებულ ლენტებს ან ლენტები „იკარგებოდა“.

მატარებლების მარცხისა და ავარიის გამოძიების დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მომენტში მატარებლის მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარის

განსაზღვრას. საჭიროა ვიცოდეთ, რომ ზოგჯერ სიჩქარსაზომში, რომელიც განკუთვნილია 220კმ/სთ-მდე სიჩქარის რეგისტრირებისათვის, დებენ ლენტს 150კმ/სთ-მდე სიჩქარისათვის გაანგარიშებული სიჩქარსაზომიდან (ნახ.№56), ანუ მასშტაბი იზრდება 1,47-ჯერ (220:150), ხოლო ჩასაწერი სიჩქარე ამდენჯერვე მცირდება. გაშიფვრის დროს კი სიჩქარის გაზრდას 1,47-ჯერ არ ითვალისწინებენ.



**ნახ.№56. მატარებლის სიჩქარის (88კმ/სთ) ჩანაწერი, 220კმ/სთ სიჩქარისათვის გათვალისწინებულ სიჩქარჩაწერზე: ა - ასეთივე სიჩქარის ლენტზე: ბ-150კმ/სთ სიჩქარისათვის გათვალისწინებულ ლენტზე, 1- $v_{220} = 88$  კმ/სთ, 2- $v_{150} = 60 \times 1,47 = 88$  კმ/სთ, შემოწმება დროისა და გავლილი მანძილის მიხედვით  $v_{150} = s/t = 7,8 \times 60 / 5,3 = 88$  კმ/სთ.**

ასეთი ფანდი მემანქანეს საშუალებას აძლევს, მაგალითად უბანზე 50კმ/სთ-მდე დადგენილი სიჩქარით (ლიანდაგის ზედა ნაშენის დაბალი ტექნიკური მდგომარეობის შემთხვევაში) 5000–5500 ტონიანი მატარებელი ატაროს ერთი ლოკომოტივით, დაღმართებში და



აღმართებში ინერციის ძალის გამოყენებით, რომელიც წარმოიქმნება სიჩქარის გადაჭარბების შედეგად. ამ შემთხვევებში სინამდვილეს ადგენენ შემდეგნაირად: სიჩქარის საზომ ლენტზე იღებენ დაახლოებით ერთნაირი სიჩქარის 5–8კმ მონაკვეთს. მის განაპირა წერტილებში გაავლებენ ვერტიკალურ ხაზებს დროის ჩანაწერების ხაზის გადაკვეთამდე და, ამის მიხედვით, ადგენენ მატარებლის სვლის დროს აღნიშნულ უბანზე. ცნობილი ფორმულით  $v = s/t$  კი ადგენენ მატარებლის მოძრაობის ფაქტიურ სიჩქარეს.

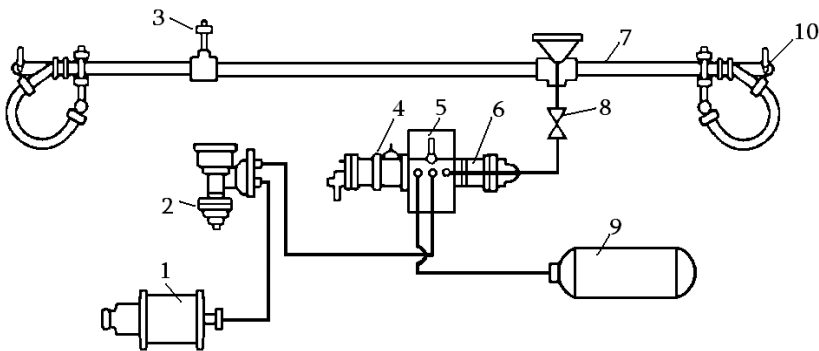
მოვიყვანოთ მაგალითი პრაქტიკიდან. ერთ-ერთ უბანზე მარცხი განიცადა 5500ტ მასის სატვირთო მატარებელმა. სამსახურებრივი გამოძიებით ჩათვალეს, რომ მარცხის მიზეზი გახდა რელსის გატეხვა დეფექტით 79. ექსპერტიზაზე გაგზავნილი რელსის ნაჭრის შემოწმებით დადგინდა, რომ რელსის გატეხვა გამოიწვია უეცრად წარმოქმნილმა გარე ძალამ, რომელიც მიმართული იყო ლიანდის შიგნიდან გარეთ.

საბოლოოდ გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მარცხის მიზეზი არ არის დაკავშირებული ლიანდაგთან, იგი დაკავშირებულია მატარებლის მოძრაობის რეჟიმებზე, ამ შემთხვევაში, დაგენილი სიჩქარის გადაჭარბებასთან, სხვა მასშტაბის სიჩქარის საზომი ლენტის გამოყენების ხარჯზე.

### 3. ძირითადი მოთხოვნები სამატარებლო მუხრუჭები- სადმი მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსა- ყოფად

რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების დადგენისას აუცილებელია სიჩქარის საზომ ლენტზე შემოწმდეს მატარებლის დამუხრუჭების სისწორე და დროულობა.

სატვირთო ვაგონები აღჭურვილია პნევმატიკური მუხრუჭებით (ნახ.№57), რომელიც მოიცავს სამუხრუჭე მაგისტრალს (7), შემაერთებელ სახელურს და დამაბოლოებელ ონკანებს (10), გამთიშ ონკანს (8), რომლის დანიშნულებაცაა ჰაერგამანაწილებლის (5) გათიშვა სამუხრუჭე მაგისტრალიდან ან სათადარიგო რეზერვუარის (9) და სამუხრუჭე ცილინდრის (1) მასთან შეერთება, ჰაერგამანაწილებლის მთავარ ნაწილს (4), მის მაგისტრალურ ნაწილს (6) და სტოპ-ონკანს (3).



**ნახ.№56. ვაგონის სამუხრუჭე მოწყობილობის სქემა.**

სამუხრუჭე ცილინდრსა და ჰაერგამანაწილებელს შორის მოთავსებულია სპეციალური ხელსაწყო - ავტორეჟიმი (2), რომელიც სამუხრუჭე მაგისტრალში ავტომატურად ცვლის წნევას, ვაგონის დატვირთულობასთან დამოკიდებულებით.

მუხრუჭების მოქმედებაში მოყვანის დროს სამუხრუჭე მაგისტრალში წნევას დაბლა წევენ (ჩვეულებრივ მემანქანის ონკანით), რის შედეგად ჰაერით ავსებული სათადარიგო რეზერვუარი უკავშირდება ცარიელ სამუხრუჭე ცილინდრს. სამუხრუჭე ცილინდრის დგუში ჰაერის დაწნევით გადაადგილდება ერთი მდგომარეობიდან მეორეში და დაკავშირებული ბერკეტების სისტემების საშუალებით სამუხრუჭე ხუნდებთან, ახდენს მათ მიჭერას თვლების

არტახზე. არტახებთან ხუნდების მიჭერის ძალით განისაზღვრება დამუხრუჭების ხასიათი (სამუხრუჭე მანძილი) და, მაშასადამე, სამუხრუჭე ძალებიც.

სამუხრუჭე მაგისტრალის შესავსები წნევა (კგმ/სმ<sup>2</sup>) ლოკომოტივისათვის ან ძრავავაგონიანი მატარებლისათვის დადგინდება მატარებლის სახეობის მიხედვით:

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ელექტრომატარებელი . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4,5-4,8 |
| სატვირთო მატარებელი ცარიელი ვაგონებით, საერთაშორისო მიმოსვლის სამგზავრო მატარებელი, რომლის შემადგენლობაშია ვაგონები ევროპული ტიპის პაერგამანაწილებლებით . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4,8-5,0 |
| სამგზავრო, სატვირთო-სამგზავრო, სატვირთო მატარებლები, როცა მის შემადგენლობაში ჩართულია სამგზავრო ვაგონები ჩართული ავტომუხრუჭით; ძრავავაგონიანი . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5,0-5,2 |
| სატვირთო, როცა მის შემადგენლობაშია სატვირთო ვაგონები, ძრავავაგონები სატვირთო ავტორეჟიმით . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5,3-5,5 |
| სატვირთო გაჭიანურებულ დაღმართებში ქანობით 0,018 და მეტი, სატვირთო, რომლის შემადგენლობაშია ვაგონები ხისტი ტიპის №388 ტიპის პაერგამანაწილებლებით, ასევე სატვირთო მატარებლები მატარებლის თავში წევით და როცა ღერძების რაოდენობა აღემატება 350-ს, ხოლო წონა აღემატება 6000ტ-ს, თუ შემესები წნევით (5,3-5,5კგმ/სმ <sup>2</sup> ) ვერ ხდება ბოლო ვაგონების სამუხრუჭე მაგისტრალის უზრუნველყოფა, შემესები წნევით არანაკლებ 4,5კგმ/სმ <sup>2</sup> . . . . . | 6,0-6,2 |

სადგურიდან გასაგზავნი ყველა მატარებელი უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ავტომატური და ხელის მუხრუჭებით იმ ანგარიშით, რომ უმცირესი სამუხრუჭე დაჭერა თითოეულ წყვილთვალზე უნდა შეესაბამებოდეს მუხრუჭების ინსტრუქციის მოთხოვნებს. მატარებლის ყველა მუხრუჭით აღჭურვილ წყვილთვალის სამუხრუჭე ძალების ჯამს ეწოდება მატარებლის სამუხრუჭე ძალა და განისაზღვრება ფორმულით

$$B_{\phi} = \phi \sum K_{\phi} , \quad (59)$$

სადაც  $K_b$  სამუხრუჭე ხუნდების დაჭერის საანგარიშო ძალაა ერთ წყვილთვალზე, ტძ.

$\varphi$  - თვალზე ხუნდების ხახუნის კოეფიციენტი.

თუჯის ხუნდებისათვის

$$\varphi = 0,26 \frac{v+100}{5v+100}, \quad (60)$$

კომპოზიციური ხუნდებისათვის

$$\varphi = 0,36 \frac{v+150}{2v+150}, \quad (61)$$

სადაც  $v$  მატარებლის მოძრაობის სიჩქარეა, კმ/სთ.

ჯამური სამუხრუჭე ძალების ფარდობას მატარებლის წონასთან ( $mg$ ) ეწოდება საანგარიშო სამუხრუჭე კოეფიციენტი  $\nu$

$$\nu = \frac{\sum K_p}{mg}. \quad (62)$$

საანგარიშო სამუხრუჭე კოეფიციენტით  $\nu$  ხასიათდება მატარებლის სამუხრუჭე საშუალებებით უზრუნველყოფის ხარისხი. 90კმ/სთ-მდე სიჩქარით მოძრავი სატვირთო მატარებლებისათვის  $\nu = 0,33$ , ანუ 33ტძ მატარებლის მასის 100 ტონაზე;  $\leq 100$ კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ცარიელი ვაგონებისაგან შედგენილი სატვირთო მატარებლებისათვის (400 ღერძის ჩათვლით)  $\nu = 0,55$ , ანუ 55ტძ მატარებლის მასის 100 ტონაზე;  $\leq 120$ კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი სამგზავრო მატარებლებისათვის (ელექტრომწვედმატიკური მუხრუჭები და თუჯის ან კომპოზიციური სამუხრუჭე ხუნდებით)  $\nu = 0,6$ ; 121კმ/სთ-დან 130კმ/სთ-ს ჩათვლით სიჩქარით მოძრავი სამგზავრო მატარებლებისათვის  $\nu = 0,68$ ; 131კმ/სთ-დან 140კმ/სთ-ს ჩათვლით სიჩქარით მოძრავი სამგზავრო მატარებლებისათვის

$\nu = 0,78$  ; 141კმ/სთ-დან 160კმ/სთ-ს ჩათვლით სიჩქარით მოძრაობის სამგზავრო მატარებლებისათვის  $\nu = 0,8$ .

მუხრუჭების ექსპლუატაციის ინსტრუქციაში (ЦТ-ЦБ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 – 16.05.94) ზემოთ აღნიშნული ზოგიერთი ერთმანეთის საწინააღმდეგო პუნქტები გასწორებულია, მაგრამ, არის გაურკვეველი ფორმულირებები, რომლებიც საშუალებას იძლევა ფაქტს მიეცეს სხვადასხვა ინტერპრეტაცია, არის ასევე ერთმანეთის საწინააღმდეგო პუნქტებიც, რაც საკმაოდ ართულებს მატარებლების ავარიისა და მარცხის გამოძწვევი მიზეზის დადგენას, სამსახურებრივი გამოძიების დროს. მაგალითად, პუნქტებში 10.1.20, 10.1.21 და 10.1.22 ძველ ინსტრუქციასთან შედარებით უფრო კატეგორიულადაა ჩაწერილი, რომ სრული სამომსახურო (ერთ ჯერად) და სასწრაფო დამუხრუჭება, ასევე დამხმარე სალოკომოტივო მუხრუჭით (ერთ ჯერზე წნევის მთლიანად დაგდებით) მატარებლის დამუხრუჭება შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევებში. თუ ინსტრუქციაში მკაფიოდ იქნება ფორმულირებული ეს განსაკუთრებული შემთხვევები ან შემთხვევები, როცა საჭიროა მატარებლის დამუხრუჭება სასწრაფო დამუხრუჭებით, მაშინ ნაკლები პრობლემები იქნება თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების დასადგენად, სამსახურებრივი გამოძიების დროს. მატარებლების მარცხისა და ავარიების მიზეზების დასადგენად ექსპერტიზის ჩატარების პრაქტიკიდან ცნობილია, რომ მემანქანემ, რომელმაც ზემოთ აღნიშნული დამუხრუჭების სახეების გამოყენებით შექმნა ავარიული სიტუაცია, ყოველთვის შეუძლია დაასაბუთოს თავისი სიმართლე ინსტრუქციებში აღნიშნულ პუნქტებზე დაყრდნობით, რადგან ამ ინსტრუქციაში არ არის მკაფიოდ განსაზღვრული, თუ რა არის განსაკუთრებული შემთხვევა და

როდის არის აუცილებელი მატარებლის დაუყოვნებლივი გაჩერება.

10.1.2 პუნქტში ჩაწერილია მკაცრი მოთხოვნა მემანქანის მიმართ, რომ მან დაუყოვნებლივ უნდა განახორციელოს სასწრაფო დამუხრუჭება, თუ მოძრაობის დროს მუხრუჭების შემოწმებისას პირველი საფეხურით დამუხრუჭების შემდეგ ვერ მიიღებს სასურველ ეფექტს, მაგალითად, სატვირთო (ცარიელი ვაგონებით) მატარებელში სიგრძით 400 დერამდე 20წმ-ის განმავლობაში, ხოლო დანარჩენ სატვირთო მატარებლებში 30წმ-ის განმავლობაში. მაგრამ, თუ სასურველი ეფექტი მიღწეულ იქნა 1წმ-ით გვიან? ამ მკაცრი მოთხოვნის დაუსაბუთებლობა და მავნებლობა აშკარაა. შესაძლოა იყოს შემთხვევა, როცა წინ აღმართია და მატარებელი თავის-თავადაც გაჩერდება ან მატარებლის გაჩერება შესაძლებელია სხვა სახის დამუხრუჭებით. რატომ უნდა ვითხოვდეთ მემანქანისაგან ყველა ამდაგვარ შემთხვევაში ავარიული სიტუაციის შექმნას.

10.1.13 პუნქტშიც დაუსაბუთებლად ჩაწერილია მკაცრი მოთხოვნა მემანქანის მიმართ, რომ მან დაუყოვნებლივ უნდა გამოიყენოს სასწრაფო დამუხრუჭება სამუხრუჭე მაგისტრალის გათიშვით. მემანქანეები ხშირად თავგზას უბნევენ სამსახურებრივ გამოძიებას, სასწრაფო დამუხრუჭების გამოყენებას ხსნიან სამუხრუჭე მაგისტრალის გათიშვით (გაწყვეტით). სიჩქარის საზომ ლენტზე ამის შემოწმება ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. რაც მთავარია არც არის ასეთი ჩანაწერის აუცილებლობა. ზიანის გარდა მას სხვა არაფერი მოაქვს. მატარებლის გაჩერება სამუხრუჭე მაგისტრალის გათიშვის შემდეგ შესაძლებელია სასამსახურო საფეხურებრივი დამუხრუჭებით. მაგრამ, ასეთი ჩანაწერი ალბათ სპეციალურადაა დატოვებული 10.1.13 პუნქტში, რათა მატარებლის დამუხრუჭე-

ბისას მემანქანეს ჰქონდეს თავის დამკვერნის შესაძლებლობა არას-  
წორი ქმედებების გასამართლებლად. სხვა ახსნა არ არსებობს.

გაუგებარია მითითება 10.1.31 პუნქტში, რომ სამუხრუჭე ძალა  
არ უნდა აღემატებოდეს მაქსიმალურად დასაშვებ მნიშვნელობას,  
მოძრავი შემადგენლობის ლიანდში მდგრადობის, მისი სიმტკიცის  
და ლიანდაგზე ზემოქმედების პირობით, რომელიც ეხება მხო-  
ლოდ იმ მატარებლებს, რომელთა ლოკომოტივები აღჭურვილია  
ელექტრული მუხრუჭებით. იმ ლოკომოტივებში, რომლებიც არ  
არის აღჭურვილი ელექტრული მუხრუჭებით, რა მითითებაში  
აღნიშნული მოთხოვნები არ ეხებათ? ასეთი არასწორი რეკომენ-  
დაციის შესრულების გამო, უკანასკნელ წლებში, გახშირდა თვლე-  
ბის რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევები. რადგან აკრძალულია  
მატარებლის ისეთი სახის დამუხრუჭება, რომელსაც აფიქსირებს  
სიჩქარის საზომი ლენტი, მემანქანეები აღნიშნულ ადგილებში  
იყენებენ დამხმარე სალოკომოტივო მუხრუჭს, რომელიც ლენტზე  
არ ფიქსირდება.

## **X თავი**

# **თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ღონისძიებები**

## **1. სალიანდაგო მიზეზებით თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ტექნიკური და ტექნოლოგიური ღონისძიებები**

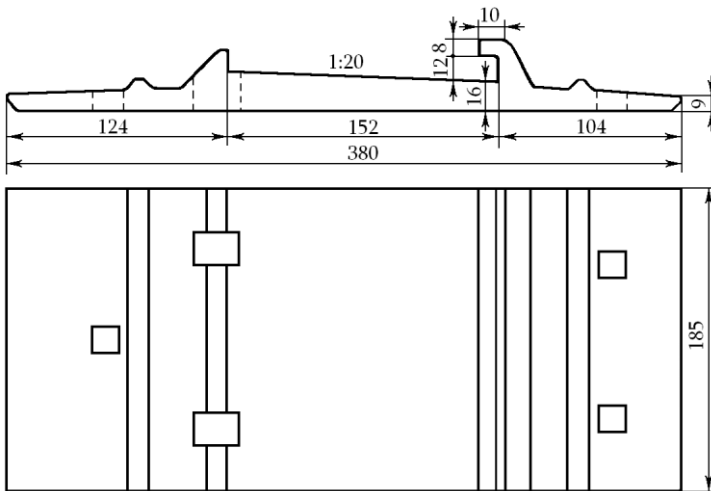
თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ღონისძიებაა ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის, სალიანდაგო სამუშაოების წარმოების დროს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების ინსტრუქციებში და სხვა ნორმატულ აქტებში მოცემული მოთხოვნების შესრულება. ქვემოთ მოტანილია თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ბოლო წლებში გავრცელებული ლიანდის გაბჯენით, პირაპირებში რელსების გატეხვის (დეფექტი 52.1 და 53.1), მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადღების გამო, ცარიელი ვაგონების ამოწნების და ა.შ. შემთხვევების თავიდან აცილების ღონისძიებები.

1. რელსის მიმართ ასიმეტრიული გაბჯენსაწინაღო საომბოხე ქვესადებების გამოყენება *P65* ტიპის რელსებისათვის (ნახ.№58), შპალებზე დაყრდნობის გაზრდილი ფართით. იგი საშუალებას იძლევა თავიდან აცილებულ იყოს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა, ლიანდის გაბჯენის და თოვლის მიწნების გამო, ასევე, მცირდება ვაგონების ამოწნების შესაძლებლობა.

2. საქართველოს რკინიგზების მცირერადიუსიან მრუდებში (განსაკუთრებით სამუხრუჭო უბნებზე) ხდება შპალის მერქნის განსაკუთრებით ინტენსიური თელვა, ქვესადების ქვეშ. ამის გამო რელსების დახრილობა ლიანდაგში თანდათანობით იცვლება არა



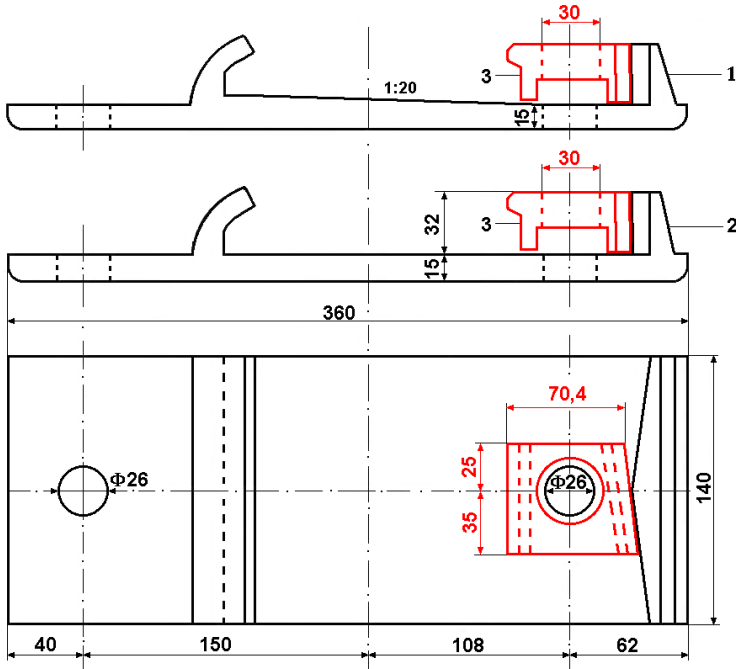
მხოლოდ 1:20-დან 1:∞-მდე, არამედ შეიძლება მიიღოს უკუდახრილობაც. ეს განპირობებულია თვლების გარე რელსის თავზე გვერდითი ზემოქმედების ზრდით და იმითაც, რომ ომზოხური მიმაგრების ქვედებს აქვთ ნაკლები საყრდენი ფართი, საზღვარგარეთულ ანალოგებთან შედარებით.



**ნახ.№57. გაბეგენსაწინალო საომზოხე ქვესადებები P65 ტიპის რელსებისათვის.**

ლიანდის სიგანის და ლიანდაგში რელსების დახრილობის სტაბილურობის შენარჩუნების მიზნით, ავტორთა ჯგუფის მიერ [9] შემუშავებულ იქნა ორიგინალური კონსტრუქციის კლემა-მგრაწინალიანი შუალედური სარელსო სამაგრები, ხისა და რკინაბეტონის შპალებისათვის (ნახ.№59). ქვესადების გარეთა ბოლო, შიგასთან შედარებით 20მმ-ით გრძელია და ქვესადების საყრდენი ფართიც მეტია არსებულ ქვესადებებთან შედარებით. აღნიშნული კონსტრუქციის გამოყენებისას გამოირიცხება რელსების დახრილობის შეცვლა. კონსტრუქციის ერთ-ერთ საუკეთესო თვისებას წარმოადგენს მისი მაღალი წინაღობა, ლიანდაგში აღძრული გრძივი (მოძ-

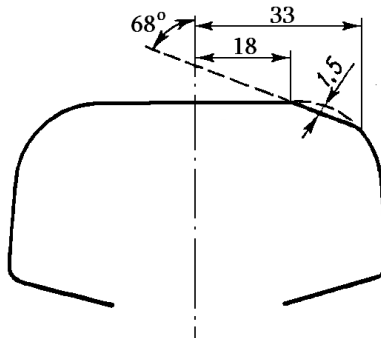
რავი შემადგენლობიდან გადმოცემული, ტემპერატურული და სხვა) ძალებისადმი, რაც პრაქტიკულად გამორიცხავს ლიანდაგის გრძივ გადაადგილებას სოლური კლემის მეშვეობით, დამატებითი სპეციალური ელემენტების – ძვრაწინალების გამოყენების გარეშე.



**ნახ. №59. კლემა-ძვრაწინაღიანი შუალედური სარელსო სამაგრები ხისა და რკინაბეტონის შპალებისათვის: 1-ხის შპალებისათვის, 2- რკინაბეტონის შპალებისათვის, 3- კლემა-ძვრაწინაღი.**

3. P65 ტიპის რელსებისათვის, რელსის ყელის ზედა ნაწილზე სახსრული დაყრდნობის მქონე საპირაპირო ექვსნახევრეტიანი ზესადებების გამოყენება, თავიდან გვაცილებს რელსის ყელის გატეხვას (დეფექტი 52.1 და 53.1), ასევე, ამაღლებს საპირაპირო ჭანჭიკების ქანჩების დაჭერის სტაბილურობას (იხ. მეხუთე თავის მეხუთე პარაგრაფი).

4. ნაზოლის (სიღრმით 1-1,5მმ) გაკეთება ახალი რელსების თავის მუშა მომრგვალების ზონაში მრუდების (რადიუსით  $R \geq 400$  მ) გარე ძაფზე (ნაზ.№60), რომელიც საშუალებას იძლევა 2-3-ჯერ შემცირებულ იქნეს რელსების მტყუნება 21 და 11 დეფექტით, საკონტაქტო ფართის რელსის თავის ზედაპირის წიბოდან შუა ნაწილში გადაწევის ხარჯზე. ახალ რელსებზე (სარელსო გადაბმებზე) რელსის თავის პროფილის მოხეხვა ხდება ლიანდაგში, დაგების შემდეგ, ხოლო ნაზოლის განახლება ხდება ჩანაგლინის ან ცვეთის შემდგომი საჭიროების მიხედვით.



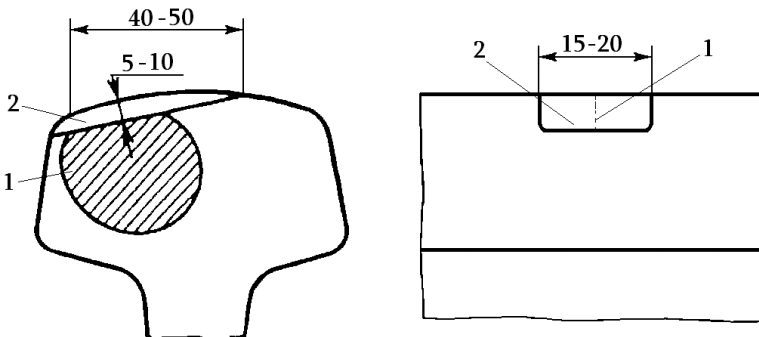
**ნაზ.№60. ახალი რელსების თავის მუშა მომრგვალების ზონაში ნაზოლის მოხეხვის სქემა.**

5. რელსქვეშა სოლისებრი შპალზედა შუასადებების გამოყენება, რაც იძლევა ლიანდის სიგანის  $\pm 12$ მმ რეგულირების (მათ შორის რკინაბეტონის შპალებზედაც) საშუალებას, შპალების მიმართ ქვესადებების გადაუწევად რელსების დახრილობის დასაშვებ ფარგლებში შეცვლის ხარჯზე.

6. რელსის ფუძის კონტაქტის განცალკევება რეზინის შუასადებიდან, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან იქნეს აცილებული მატარებლის ქვეშ უპირაპირო სარელსო გადაბმების გატეხვა დეფექტით 69.

7. ახალი პროფილის P65 HHK და P75 HHK ტიპის რელსების გამოყენება მრუდის გარე ძაფზე, რითაც თავიდან იქნება აცილებული ქიმების მახვილწვერიანი დაბოლოება. მცირდება ურიკების მიმოქანებითი მოძრაობა მცირერადიუსიან მრუდებში და დაახლოებით 2-3-ჯერ მცირდება რელსების მტყუნება 11 და 21 დეფექტებით (იხ. ნახ.№35).

8. რელსის თავში შიდა განივი დადლილობითი ბზარების ზრდის შემცირების ხერხების ფართოდ გამოყენება, რომელიც გამოიხატება გრძივი მკუმშავი ნარჩენი დეფორმაციების განმუხტვაში, რელსების თავის მუშა მომრგვალების ზონაში ბზარის თავზე არსებული ცივნაჭედის მოხეხვით (ნახ.№61) და ექვსნახვრეტიანი ზედსადებების დაყენება (დაზღვევის მიზნით) განაპირა ოთხი ჭანჭიკის დაყენებით. ზესადებების განლაგება ხდება ისე, რომ რელსის ბზარიანი ზონა განლაგებული იყოს ზესადების შუაში. აღნიშნული მეთოდი იძლევა 21.2 დეფექტის მქონე უპირაპირო სარელსო გადაბმების ექსპლუატაციის საშუალებას, მათ გეგმიურ შეცვლამდე.



**ნახ.№61. ბზარის ზრდის შესაჩერებელი მოხეხვის შესრულების სქემა:**  
1 - ბზარი, 2 - გახეხვის სქემა.

9. მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადლების ლიკვიდაცია (იხ. მეშვიდე თავი). უნდა ჩატარდეს ახსნა-განმარტებითი მუშაობა მელიანდაგებთან, რომ მრუდებში გარე რელსის შემადლების

დეფიციტი ხელს უშლის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას, თვლის რელსის თავზე შეცოცების და ლიანდის გაბჯენის გამო. გარე რელსის შემადლების სიჭარბე კი იწვევს გარე თვლების განტვირთვას და აადვილებს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლას, რელსის გაცვეთილ თავზე ქიმის შეცოცებით, რელსის გადაყირავების გამო. ამას გარდა, გარე რელსის შემადლების დეფიციტის დროს გარდაუვალი გრძივი სრიალი, განპირობებული ერთმხრივ გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეთა სხვაობით და მეორე მხრივ გარე და შიგა სარელსო ძაფებზე მოძრავი თვლების გორვის, წრეების გაშლილი სიგრძეების სხვაობით ხდება რელსის შიდა ძაფზე, ხოლო ჭარბი შემადლებისას - გარე ძაფზე. ამიტომ, გარე რელსის შემადლების სიჭარბის ლიკვიდაციას აქვს დიდი მნიშვნელობა არამართო თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების მიზნით, არამედ მრუდებში გარე რელსის გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის შესამცირებლად.

## **2. აგარიული სიტუაციების თავიდან აცილების ღონისძიებები ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების ფარდობის ზრდის გამო**

საფრანგეთის, აშშ-ს და კანადის რკინიგზებზე თვლების, რელსებზე უსაფრთხო მოძრაობის ძირითად ნორმირებულ მაჩვენებლად ითვლება  $H/P$  ფარდობა, სადაც  $H$  თვლიდან რელსის თავზე გადაცემული ჰორიზონტალური დატვირთვაა (ნახ. №17),  $P$  თვლიდან რელსზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვაა.  $P65$  ტიპის და მასთან წონით ახლოს მდებარე რელსებისათვის, ხის შპა-

ლებისა და ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში, მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის შესაფასებლად იყენებენ უტოლობას

$$H/P \leq 0,4 \quad (63)$$

უკანასკნელ წლებში ორგანიზებულ მატარებლებში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის უმრავლესობა ხდება ცარიელი ან მცირედდატვირთული ვაგონების ქვეშ, მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში (60%-ზე მეტი). მატარებლის მეწინავე ნაწილი (ლოკომოტივი და რამდენიმე ვაგონი) რჩება რელსებზე. ცნობილია, რომ ცარიელი ვაგონების თვლებიდან გადაცემული დატვირთვა 4-5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ლოკომოტივის ან სრულად დატვირთული ვაგონის თვლებიდან გადაცემული დატვირთვა. ამიტომ, თუ წარმოიშვება ავარიული ადგილი ლიანდაგის სიმტკიცის გამო, მაშინ ასეთი ადგილი უნდა გამოავლინოს და ავარიული სიტუაცია შექმნას ლოკომოტივმა, და არა მატარებლის შუაში ან მის ბოლოში განლაგებულმა ცარიელმა ვაგონმა. იგივე შეიძლება ითქვას ვაგონის შესახებაც. თუ მის სავალ ნაწილში იყო სუსტი ადგილი, ის უნდა გამოვლინდეს, როცა ეს ვაგონი მოძრაობდა სრულადდატვირთულ და არა ცარიელ მდომარეობაში. ასეთი მოსაზრებები უფლებას გვაძლევს ვამტკიცოთ, რომ ცარიელი ვაგონების ქვეშ, მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევაში აღნიშნული შემთხვევები არ არის დაკავშირებული ლიანდაგის ან ვაგონების არასაკმარის სიმტკიცესთან; იგი განპირობებულია ჰორიზონტალური განივი  $H$  ძალების ვერტიკალურ  $P$  ძალებთან ფარდობის მატებით.

თვლების ჩამოსვლა რელსებიდან მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში, განსაკუთრებით ცარიელი ვაგონების (ცისტერნების) ქვეშ, ხდება „მოთარეშე“ ურიკის თვლის ქიმების, რელსების თავის გვერდით წახნაგზე, ნორმატიულზე მეტი სიდიდის, გვერდითი ზემოქმედების დროს, განპირობებული მატარებლის მკვეთრი

(არამდოვრული) დამუხრუჭებით (იხ. მეოთხე თავი). ამ დროს მატარებლის გაზრდილი გრძივი მკუმშავი ძალები „მოთარეშე“ ურიკას ხელს უწყობს გამოავლინოს სუსტი ადგილი ლიანდაგში და ამ ადგილზე შექმნას ავარიული სიტუაცია.

მატარებლის დამუხრუჭების დროს, მის შუა ნაწილში ან ბოლოში, ვაგონის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზებია: ცარიელი ვაგონის განტვირთული ურიკის ქიმის შეცოცება რელსის თავის გვერდით წახნაგზე; ლიანდის გაბჯენა ხის შპალებიან და ომბოხური მიმაგრების უბნებზე და რელსსაშპალო გისოსის გაწევა განტვირთული „მოთარეშე“ ურიკის თვლებით რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ შემთხვევაში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავდაპირველ მიზეზად ითვლება სამი ფაქტორის ერთდროულად არახელსაყრელი შეხამება: 1. მატარებელში ნორმატულზე მეტი სიდიდის კუმშვის გრძივი ძალები, განპირობებული მკვეთრი დამუხრუჭებით და ხაზის პროფილისა და გეგმის არახელსაყრელი შეხამება. 2. მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალების გადაცემის ექსცენტრისიტეტების - ჰორიზონტალურის  $e$  და  $\delta$  და ვერტიკალურის  $\Delta_1$  და  $\Delta_2$  არსებობა (ნახ.№10). 3. მატარებელში „მოთარეშე“ ურიკის არსებობა, რომლის ღერძები არაპარალელურია, სხვაობაა თვლის გორვის წრის დიამეტრებს შორის და ა.შ.

მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში განლაგებული ცარიელი, განსაკუთრებით კი მაღალი სიმძიმის ცენტრის მქონე ვაგონების (ცისტერნები, ჰოპერები და ა.შ.) ქვეშ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ხელისშემწობ თანამდევ ფაქტორად ითვლება მრუდებში გარე რელსის შემადლების სიჭარბე, რომელიც აადვილებს განტვირთული თვლის ქიმების ასვლას გარე რელსის თავზე, ძარის შიდა სრიალაზე დაყრდნობის გამო (იხ. ნახ.№42) იწვევს გარე რელ-

სის გადაყირავებას (დახრა ლიანდის გარე მიმართულებით). ამავე დროს მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადღება, რელსის თავის გვერდითი ცვეთა ხელს უწყობს ვაგონების ამოწნებას (იხ. ნახ. №17). მატარებლის შუა ნაწილში ან ბოლოში განლაგებული არამარტო ცარიელი, არამედ დატვირთული ვაგონების თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის გავრცელებულ მიზეზად ითვლება „მოთარეშე“ ურიკის წამახვილებულ ბოლოიანი ქიმის შეჯახება ჩარჩო რელსთან, მიუბჯენელ კალმის ტორსთან, როცა კალმის წვეროსთან ჩარჩო რელსის გვერდითი ცვეთის სიდიდე აღემატება ნმმ-ს. ამასთანავე ქიმის კალმის ტორსთან, ზემოთ აღნიშნული შეჯახების მიზეზი განპირობებულია ქიმის ჩარჩო რელსის წინა ნაწილის გვერდით წახნაგთან გაძლიერებული (ნორმატულზე მეტი) მიჭერით, გვერდით ლიანდაგზე მატარებლის ისრიდანული მოძრაობის დროს. თვლის ქიმების ასეთი გაძლიერებული მიჭერა განპირობებულია, როგორც წესი, მატარებლის მიზნობრივი დამუხრუჭებით, დამხმარე მუხრუჭით VI პოზიციაზე. მიზეზი - მატარებელი გაჩერებულ იქნეს ისე, რომ ბოლო ვაგონი არ დარჩეს ზღვრული ზომის მიღმა, ხოლო ლოკომოტივმა არ გაიაროს ამკრძალავი გასასვლელი სიგნალი. ამ შემთხვევაში თვლების რელსებიდან ჩამოსვლა, როგორც წესი ხდება მატარებლის სიგრძის მეორე ნახევარში (იხ. მეხუთე თავის მეოთხე პარაგრაფი).

თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ძირითადი მიმართულებებია: 1. აუცილებელი ტექნიკური და ტექნოლოგიური ღონისძიებების პრაქტიკაში განხორციელება, რომელიც გამოირიცხავს მატარებელში მისი დამუხრუჭების დროს ნორმატულზე მეტი სიდიდის კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალების წარმოშობის შესაძლებლობას (იხ. ცხრილი №10). 2. „მოთარეშე“ ურიკების დროული გამოვლენა და მისი ამოღება მიმოსვლიდან, გამოკვლევისა და შეკეთების მიზნით.



### 3. საბაზრო (ეკონომიკურ) მეთოდებზე მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის მართვის გადასვლის აუცილებლობის შესახებ

საქართველოს რკინიგზაზე ჯერ კიდევ არ მომხდარა მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის მართვის გადასვლა საბაზრო (ეკონომიკურ) მეთოდებზე. თუ მთლიანად რკინიგზაზე, განსაკუთრებით კლიენტურასთან, ხდება საბაზრო (ეკონომიკური) მეთოდების თანდათანობითი ათვისება, თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების სამსახურებრივი გამოძიების დროს რჩება ძალის არგუმენტი, და არა არგუმენტების ძალა. ამაზე უდაოდ მეტყველებს არასწორი დასკვნების გამოტანის ზემოთ აღნიშნული ფაქტები. უდიდეს ანაქრონიზმად ითვლება აქამდე მოქმედი მითითებები, რომელიც მოითხოვს, რომ 48სთ-ს განმავლობაში გამოტანილ იქნეს ვერდიქტი თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზებზე. გამოძიების პროცესში და სასამართლო განხილვაზე ხდება თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის დაახლოებით 50%-ის უარყოფა. ბევრი გამოცდილი რკინიგზის მუშაკი გამოძიების პროცესში და სასამართლო განხილვაზე განიცდის მრავალთვიან, ზოგჯერ კი მრავალწლიან დამცირებას. გამართლების შემთხვევაში მორალური ზიანის მიყენებაზე კი არავითარ ფულადი კომპენსაცია არ გაიცემა.

ტრანსპორტის არც ერთი მუშაკი არ შეიძლება ჩაითვალოს დამნაშავედ მატარებლის მარცხის, მით უმეტეს მსხვერპლის შემთხვევაში, სანამ სასამართლო არ დაადგენს მის დანაშაულს (უდანაშაულობის პრეზუმპცია).

## **XI თავი**

### **თანამედროვე გამოცდილება ფრიქციული ცვეთის (ტრიბოლოგია) შესახებ, რელსებისა და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთის მიმართ**

მოდრავი შემადგენლობის მოძრაობის პროცესში ადგილი აქვს თვლის ქიმებისა და რელსების, როგორც ადჰეზიურ, ისე აბრაზიულ გვერდით ცვეთას.

ადჰეზიურ ცვეთას იწვევს რღვევები, რომლებიც წარმოიშობა თვლის ქიმის და რელსის მოკონტაქტზე ზედაპირების შეჭიდების გამო, ურთიერთსრიალის დროს. ეს რღვევები დაკავშირებულია ზედაპირული შრეების ცვალებადობასთან, მნიშვნელოვანი პლასტიკური დეფორმაციების, დაჟანგვის, რელსისა და თვლის ქიმის მასალის ნაწილაკების მოცილებისა და გადანაცვლების გამო. თვლის ქიმების და რელსების ადჰეზიური ცვეთა პროგრესირდება მათი ზედაპირებზე არსებული მიკროუსწორობების, მოსრიალე ზედაპირების საკონტაქტო კუთრი დაწნევის, ზედაპირულ შრეში ტემპერატურის და ა.შ. ზემოქმედების გზით.

თვლის ქიმებისა და რელსების აბრაზიული გვერდითი ცვეთა მათი კონტაქტის ზონაში ხასიათდება მასალის ნაწილაკების მოქლიბვით აბრაზიული ნაწილაკების ზემოქმედების (ურთიერთსრიალის დროს) გამო, რელსის თავის გვერდით წახნაგზე და პირიქით. აბრაზიული ცვეთის დროს თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირების ტიპურ დაზიანებას წარმოადგენს მათი ზედაპირული შრეების დაღარულობა და ძლიერი დეფორმაცია.

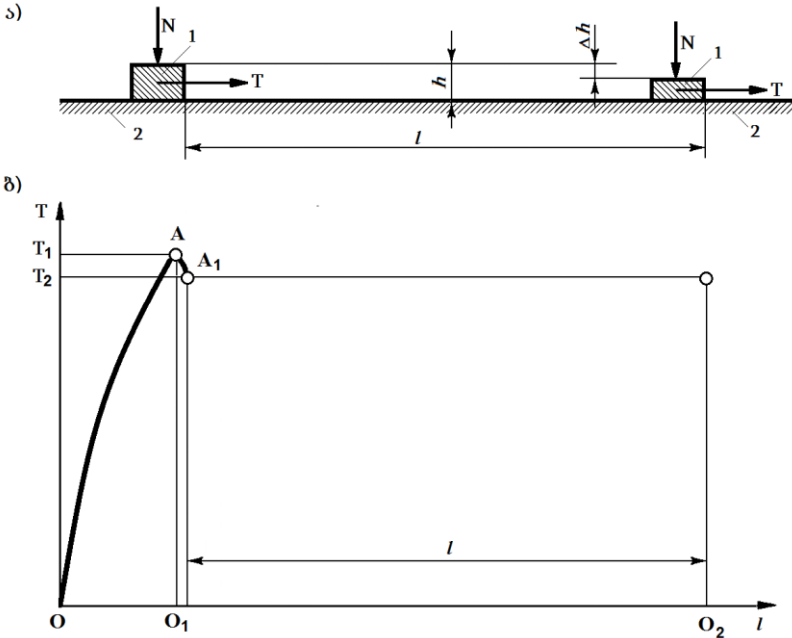
თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი წახნაგის ფრიქციული გვერდითი ცვეთის მრავალი ფაქტორიდან ძირითადია ორი ფაქტორი:

1. თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე სრიალი (არ არის სრიალი - არ არის ფრიქციული ცვეთა).

2. თვლის ქიმის კუთრი დაწნევა რელსის თავის გვერდით წახნაგზე (არ არის თვლის ქიმის დაწნევა რელსის თავის გვერდით წახნაგზე – მათ ცვეთასაც არა აქვს ადგილი).

როგორც ზემოთ აღინიშნა, თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის პროცესზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, მათ შორის: მიმმართველი ძალები, რომლებიც რელსებს გადაეცემათ თვლის ქიმებთან კონტაქტის საშუალებით; განივი ძალები, რომლებიც თვლების საშუალებით გადაეცემა ორივე რელსს; ჩარჩო ძალები, რომლებიც წყვილთვლების საშუალებით გადაეცემა სარელსო რგოლებს; კონტაქტური ძაბვები; ლიანდის სიგანე; ლიანდაგის გეგმის პარამეტრები; გარე რელსის შემადგენლობა; გადასასვლელი მრუდის ფორმები; ლიანდაგის უსწორობები გეგმაში და პროფილში; მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების უსწორობები; წვეისა და სამუხრუჭე ძალები; თვლის და რელსის მასალის თვისებები, მათი ქიმიური შედგენილობა, მიკროსტრუქტურა, მოკონტაქტე შრის ზედაპირის ხორკლიანობა და სიმაგრე; თვლის ქიმის არტახის დახრის  $\psi$  კუთხე, რომელიც დამოკიდებულია თვლის ქიმის ცვეთის ხარისხზე და პროფილის ტიპზე; წყვილთვლის განლაგება სარელსო ლიანდში, რომელიც ხასიათდება  $\alpha$  მიჯახების კუთხით; მრუდის რადიუსი; ხახუნის კოეფიციენტი თვლის ქიმის არტახსა და რელსის თავის გვერდით შიგა წახნაგს შორის; თვლის ქიმებისა და რელსების შეხეთვა; თვლის ქიმებისა და რელსის თავის გვერდითი შიგა წახნაგების ზედაპირების გაჭუჭყიანება და დაზიანება; ატმოსფერული პირობები (ტემპერატურა, ტენიანობა) და სხვა.

რატომ ითვლება თვლის ქიმის სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე მათი ცვეთის ძირითად (განმსაზღვრელ) ფაქტორად? პასუხი ამ კითხვაზე გამომდინარეობს №62 ნახაზიდან.



**ნახ. №62.** ცვეთის  $\Delta h$  წარმოქმნის სქემა ერთი დეტალის მეორეზე სრიალის დროს (ა) და ცვეთის ძალების  $T$  დამოკიდებულების გრაფიკი სრიალის  $l$  მანძილზე (ბ).

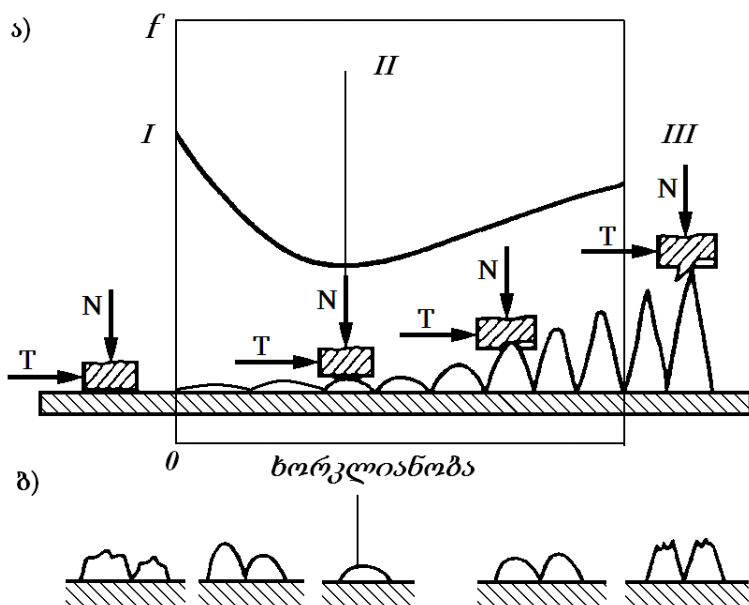
სხვა თანაბარ პირობებში, რაც მეტია სრიალის  $l$  მანძილი, მით მეტია დეტალის 1 ცვეთა  $\Delta h$ , რომელიც გადაადგილდება მეორე დეტალზე 2. სრიალის მანძილის სიდიდე  $l$  დეტალის ცვეთაზე აშკარაა. არ არის სრიალი - არ არის ცვეთა. მაშასადამე, თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე სრიალის და მასზე მოქმედი ფაქტორების შესწავლა, ითვლება რელსებისა და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთის პრობლემის გადაწყვეტის მეცნიერული კვლევების ძირითად მიმართულებად. სამწუხაროდ, უკანასკნელ

დრომდე ასეთი გამოკვლევები არ ჩატარებულა, არც საქართველოში და არც საზღვარგარეთ.

განვიხილოთ პროცესების ფიზიკური არსის ძირითადი დებულებები, რომელიც ხდება თვლის ქიმის კონტაქტირებისას რელსის თავის გვერდით წახნაგთან ურთიერთსრიალის დროს. თუ გავზრდით სხეულზე 1 მოდებულ  $T$  ძალას (იხ. ნახ. №62, ა), მაშინ ამ სხეულის ( $T$  ძალის მოდების წერტილში) გადაადგილება სხეულის 2 მიმართ ხდება №62, ბ ნახაზზე ნაჩვენები სქემით. თავიდან  $OO_1$  მონაკვეთზე ხდება სხეულის 1 კვაზიდრეკადი გადაადგილება ( $T$  ძალის მოდების წერტილში) სხეულის 2 მიმართ. ტერმინი „კვაზიდრეკადი გადაადგილება“ ნიშნავს, რომ დატვირთვის მოხსნის შემდეგ  $OO_1$  გადაადგილების ფარგლებში სხეული 1 პრაქტიკულად ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში (ნარჩენი გადაადგილება პრაქტიკულად ძალიან მცირეა).  $A$  წერტილში ხდება სხეულის 1 მოწყვეტა (სრიალი). ამასთანავე ხახუნის  $T$  ძალა  $A$  წერტილში აღწევს მაქსიმუმს  $T_1$ . მოწყვეტის შემდეგ, ხახუნის  $T_1$  ძალა მცირდება  $A_1$  წერტილამდე. შემდეგ ხდება სრიალი ხახუნის მუდმივი ძალის  $T_2$  პირობებში. სხეულის 1 ცვეთა  $\Delta h$  პროპორციულია სრილის  $l$  მანძილისა.

თუ თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდითი წახნაგის მიმართ ურთიერთგადაადგილების საერთო მანძილს ავლნიშნავთ  $OO_2$  წერტილის გავლით, მაშინ კვაზიდრეკადი გადაადგილების  $OO_1$  წილი დამოკიდებული იქნება მრავალ ფაქტორზე, მაგრამ ყველა შემთხვევაში ძალიან მცირეა  $OO_2$ -თან შედარებით. ეს წილი გაცილებით ნაკლებია, რაც ნაკლებია ხახუნის კოეფიციენტი (შეზეთვა) და რაც მყარია მოკონტაქტე სხეულების მასალა.

მყარი დეფორმირებადი სხეულების ურთიერთსრიალის დროს, ხახუნისა და ფრიქციული ცვეთის თანამედროვე თეორიების მიხედვით, რაც მეტია სრიალის მანძილი, მით მეტია დეტალების ცვეთა. ამიტომ, თვლის ქიმებისა და რელსის თავის გვერდითი წახნაგის ცვეთა პირდაპირ არის დამოკიდებული სრიალზე. რაც მეტია თვლის ქიმების სრიალის მანძილი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე, მით მეტია ცვეთის სიდიდე ე.ი. მით უფრო ინტენსიურად ცვდება მოკონტაქტე ელემენტები. თვლის ქიმების რელსის თავის გვერდით წახნაგზე სრიალისას, ექსპლუატაციის პერიოდში, ჩამოყალიბდება მოკონტაქტე ზედაპირების წონასწორული ხორკლიანობა (ნახ.№63).



ნახ.№63. წონასწორული ხორკლიანობის ფორმირების სქემა (ა) და შვერილების ფორმა ზედაპირის მისახმარისების შემდეგ (ბ): I – შეჯი-  
დების ზონა, II – აბრაზიული ცვეთის ზონა, III – მიკროჭრის ზონა,  
f – ხახუნის კოეფიციენტი.

მიკროუსწორობების არ არსებობის შემთხვევაში (ზონა I), ისინი თანდათან წარმოიქმნება და იზრდება ადჰეზიური ცვეთის ხარჯზე იმ ზომამდე, რომელიც შეესაბამება წონასწორულ ხორკლიანობას. მოკონტაქტე ელემენტების ზედაპირზე მიკროშვერილების არსებობისას ხდება მათი მოგლუვება (ზონა II). მნიშვნელოვანი სიდიდის მიკროშვერილების (უსწორობების) შემთხვევაში, რელსის თავის გვერდით წახნაგზე და თვლის ქიმის მუშა ზედაპირზე ხდება ლითონის (შვერილის წვეროების) მიკროჭრა (ზონა III).

ყველა ზემოთ განხილულ შემთხვევებში ხანგრძლივი ექსპლუატაციის მანძილზე მოკონტაქტე ელემენტების ხორკლიანობა თანდათანობით იცვლება თავდაპირველი მდგომარეობიდან წონასწორულამდე. იმ ადგილებში, სადაც თავდაპირველი ხორკლიანობა ახლოსაა წონასწორულთან, მიკროშვერილების ზომები ექსპლუატაციის პროცესში პრაქტიკულად არ იცვლება.

თვლის ქიმების რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ხახუნის კოეფიციენტი  $f$  დამოკიდებულია მოკონტაქტე ელემენტების ხორკლიანობაზე. ხახუნის კოეფიციენტის  $f$  მნიშვნელობა მინიმალურია წონასწორული ხორკლიანობის დროს, ხოლო მაქსიმალური თვლის ქიმისა და რელსის შეჭიდების ადგილებში (მიკროშვერილების არ არსებობისას) და ლითონის მიკროჭრის ადგილებში. ექსპლუატაციის პროცესში გამოვლინდება თვლის ქიმებისა და რელსის თავის მოკონტაქტე ზედაპირების ხორკლიანობის ცვალებადობის კანონზომიერება: იმ ადგილებში, სადაც მიკროშვერილები არ იყო, ისინი ჩნდება, ხოლო იქ სადაც მიკროშვერილების სიდიდე მეტი იყო ვიდრე წონასწორული ხორკლიანობის შემთხვე-

ვაში, მცირდება წონასწორული ხორკლიანობის შესაბამის ზომამდე.

ამ მოვლენის ფიზიკური არსი მდგომარეობს ხახუნის კოეფიციენტის შემცირებაში, რომელსაც მინიმალური მნიშვნელობა აქვს წონასწორული ხორკლიანობის დროს. მიკროშვერილების ზომები, რომელიც შეესაბამება წონასწორულ ხორკლიანობას, დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე: კონტაქტის ზონაში კუთრ დაწნევაზე, ლითონის სიმაგრეზე, შეზეთვაზე, ტემპერატურაზე, სრიალის სიჩქარეზე და ა.შ. მაგრამ, მთავარ ფაქტორად ითვლება თვლის ქიმების სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე.

მრავალწლიანი გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ სრიალის ისეთი სახეები, როგორებიცაა ფსევდოსრიალი ე.წ. “ცოცვადობა”, სრიალი განპირობებული მოკონტაქტე ელემენტების ურთიერთბრუნვით ე.წ. “სპინი” და განივი სრიალი ნაკლებმნიშვნელოვანია თვლის ქიმებისა და რელსის გვერდითი ცვეთის ფორმირებაში. ამ მიმართებით ძირითადად ითვლება სრიალის შემდეგი ორი სახეობა:

1. რელსის თავის გვერდით წახნაგზე მიბჯენილი თვლის ქიმების გარდაუვალი წრიული სრიალი, ორწერტილოვანი კონტაქტების შემთხვევაში.

2. თვლის გრძივი სრიალი რელსზე, განპირობებული მრუდში შიგა და გარე სარელსო ძაფების სიგრძეთა სხვაობით, მრუდის შიგა და გარე სარელსო ძაფზე მოძრაობის შემთხვევაში.



## XII თავი

### თვლის ქიმების წრიული სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე

#### 1. ლიანდაგის გაანგარიშების მეთოდика და შედეგები თვლის ქიმების წრიული სრიალის დროს რელსის თავის გვერდით წახნაგზე

ვინაიდან რკინიგზის ტრანსპორტი უსაჭო ტრანსპორტია, მოძრაობა შემადგენლობის თვლებს გააჩნიათ ქიმები, რათა მოძრაობას რელსების საშუალებით მიეცეს მიმართულება. ქიმები რელსის თავის გვერდით წახნაგს, როგორც წესი, ეხებიან წერტილში, რომელიც უფრო მეტადაა დაშორებული წყვილთვალის ბრუნვის ღერძიდან, ვიდრე თვლის არტახის რელსის თავის ზედაპირთან შეხების წერტილი. ზემოთ აღნიშნული წერტილები ერთმანეთს ემთხვევა მხოლოდ კერძო შემთხვევაში, თვლის რელსის თავთან ერთწერტილოვანი კონტაქტირების დროს. ასეთი კონტაქტირების წილი არ აღემატება 30%-ს. თვლის ქიმისა და არტახის რელსის თავთან კონტაქტირების რადიუსების სხვაობის გამო ადგილი აქვს თვლის ქიმის გარდაუვალ წრიულ სრიალს, რელსის თავის გვერდით წახნაგზე.

ლიანდაგის სწორ უზნებზე წესიერული ურიკის წყვილთვალეები, მატარებლის წევის ან თავისუფალი გორვის რეჟიმში მოძრაობის დროს, როგორც წესი ცენტრირებულ მდგომარეობაში იმყოფება, როდესაც ღრეჩოს სიდიდე თვლის ქიმსა და მარჯვენა და მარცხენა რელსების თავების გვერდით წახნაგებს შორის თანაბარია. მატარებლის დამუხრუჭების რეჟიმში მოძრაობისას ავტოგადაბმულობაში, გრძივი მკუმშავი ძალების მოქმედების გამო, ვა-

გონები ლიანდაგში განლაგდება ზიგზაგისებურად. ამასთანავე ურიკები მოძრაობენ რელსის თავის გვერდით წახნაგზე მიბჯენილი ქიმებით, მათ შორის სწორ უბნებზეც.

“მოთარეშე” ურიკებში, რომელთა წილი სატვირთო მატარებლებში არ აღემატება 0,1–0,2%-ს, ქიმები მუდმივად მიბჯენილია ერთ-ერთი რელსის თავის გვერდით წახნაგთან, მათ შორის წვევის ან თავისუფალი გორგის რეჟიმში მოძრავ მატარებელშიც.

მრუდებში, რომელთა რადიუსი ნაკლებია 1000მ-ზე, სვლის მიმართულებით ურიკის პირველი წვევითვალის ქიმები, პრაქტიკულად, მუდმივად მიბჯენილია ერთ-ერთი რელსის თავის გვერდით წახნაგთან, მათ შორის წესიერულ ურიკებშიც. ხანდახან, განსაკუთრებით დამუხრუჭების დროს, სვლის მიმართულებით ურიკის მეორე წვევითვალის ქიმებიც მიბჯენილია რელსის თავის გვერდით წახნაგთან, მათ შორის სწორ უბნებზეც.

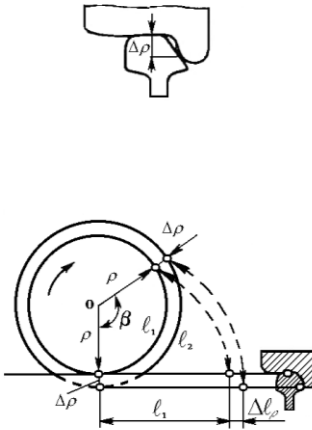
№62.ა ნახაზდან ჩანს, რომ თუ თვალი იგორებდა ქიმის რელსის თავის გვერდით, წახნაგთან შეხების წრეზე, რომლის რადიუსია  $\rho + \Delta\rho$ , მაშინ თვლის ღერძის  $\beta$  კუთხით მობრუნებისას თვალი გადაადგილდებოდა  $l_2 = l_1 + \Delta l_\rho$  სიდიდით. მაგრამ, რადგანაც თვალი გორავს ფერსოს რელსის თავის ზედაპირთან შეხების წრეზე, რომლის რადიუსია  $\rho$ , ანუ  $\Delta\rho$ -ით ნაკლებით, მაშინ თვლის ღერძი იმავე  $\beta$  კუთხით მობრუნებისას გადაინაცვლებდა  $l_1 < l_2$  სიდიდით.

თვლის ქიმის გარდაუვალი წრიული სრიალის მანძილი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე თვლის  $\beta$  კუთხით მობრუნებისას ტოლია

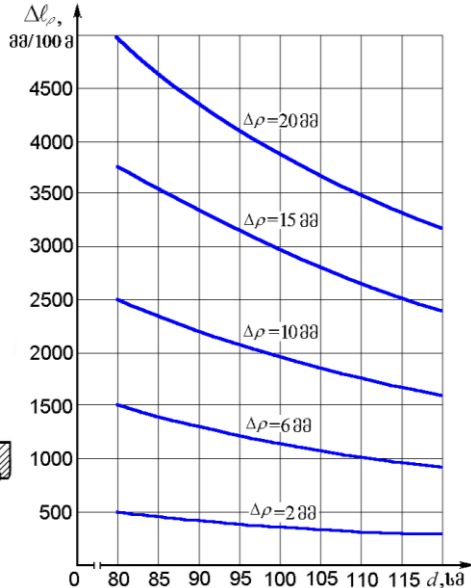
$$\Delta l_\rho = \frac{\pi(\rho + \Delta\rho)}{180} \beta - \frac{\pi\rho\beta}{180} = \frac{\pi\Delta\rho\beta}{180}, \quad (64)$$

სადაც  $\beta$  თვლის მობრუნების კუთხეა გრადუსებში.

ა)



ბ)



ნახ. №64. თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე წრიული სრიალის წარმოქმნის სქემა (ა) და ამ სრიალის  $\Delta l_\rho$  მანძილის  $\Delta \rho$ -ზე და თვლის  $d$  დიამეტრზე დამოკიდებულების გრაფიკი (ბ).

თვლის ერთი ბრუნისათვის  $\Delta l_\rho = 2\pi\Delta\rho$ . ბრუნთა რიცხვი  $L$  მანძილზე ტოლია  $n = \frac{L}{2\pi\rho}$ . წრიული სრიალის სიგრძე  $L$  მანძილზე ტოლია

$$\Delta l_\rho = \frac{\Delta\rho L}{\rho}. \quad (65)$$

65-ე ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ თვლის ქიმის წრიული სრიალი, რელსის თავის გვერდით წახნაგზე, უწინარეს ყოვლისა დამოკიდებულია თვლის ქიმის და ფერსოს რელსის თავთან კონტაქტირების რადიუსების სხვაობაზე  $\Delta\rho$  და თვლის დიამეტრ-

ზე  $d$  . რაც მეტია  $\Delta\rho$  და ნაკლებია  $d$  , მით მეტია თვლის ქიმის გარდაუვალი წრიული სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე (ნახ.№64.ბ). მაგალითად, ვაგონის თვლებისათვის ( $d = 950$  მმ), როცა  $\Delta\rho = 15$  მმ, წრიული სრილის მანძილი თვლის მოძრაობისას რელსზე მიბჯენილი ქიმებით 10 მეტრის მანძილზე შეადგენს  $\Delta l_p = 3,2$  მეტრს.

## **2. თვლის ფერსოს რელსის თავის ზედაპირთან და თვლის ქიმების რელსის გვერდით წახნაგთან კონტაქტირების რადიუსების განსხვავების ანალიზი**

თვლის არტახისა და ქიმის რელსთან კონტაქტირების წრეების რადიუსების სხვაობა ( $\Delta\rho$ ) დამოკიდებულია რელსების ფაქტიურ დახრილობაზე  $1:n$  და თვლისა და რელსის მოკონტაქტე ზედაპირების ფორმაზე. ექსპლუატაციის პროცესში, რელსების სტატიკური დახრილობა თანდათანობით იცვლება (განსაკუთრებით ხის შპალებიან უბნებზე) შპალის მერქნის არათანაბარი თელვის გამო, ქვედების გარე და შიგა ბოლოებთან. საქართველოს რკინიგზების მცირერადიუსიან მრუდებში (განსაკუთრებით სამუხრუჭო უბნებზე) ხდება შპალის მერქნის განსაკუთრებით ინტენსიური თელვა ქვედის ქვეშ. ამის გამო რელსების დახრილობა ლიანდაგში თანდათანობით იცვლება, არა მხოლოდ  $1:20$ -დან  $1:\infty$ -მდე, არამედ შეიძლება მიიღოს უკუდახრილობაც. ეს განპირობებულია თვლების გარე რელსის თავზე გვერდითი ზემოქმედების ზრდით და იმითაც, რომ ომბოხური მიმაგრების ქვედებს აქვთ ნაკლები საყრდენი ფართი, საზღვარგარეთულ ანალოგებთან შედარებით. აშშ-ს, კანადის, იაპონიის და სხვა ქვეყნების რკინიგზებზე ქვედის გარეთა

ბოლო შიგასთან შედარებით 19-20მმ-ით გრძელია და ქვედის საყრდენი ფართიც მეტია.

ექსპლუატაციის პროცესში რელსების ფაქტიური (დინამიკური) დახრილობა, თვლებიდან რელსებზე გადაცემული გვერდითი  $H$  და ვერტიკალური  $P$  დატვირთვის ფარდობაზე დამოკიდებულებით შესაძლებელია არსებითად განსხვავდებოდეს სტატიკური დახრილობისაგან, განსაკუთრებით ხის შპალებიან და ომბოხურ სამაგრებიან უბნებზე. რაც მეტია გვერდითი  $H$  და რაც ნაკლებია ვერტიკალური  $P$  დატვირთვა, მით მეტია თვლის ქვეშ რელსის გადახრა რელსის ძირის შიგა წიბოს ნაპირის ქვედიდან წამოწევის გამო.  $\Delta\rho$ -ს მნიშვნელობა არსებითად დამოკიდებულია დატვირთვის ქვეშ რელსების ფაქტიურ (დინამიკურ) დახრილობაზე, რომელიც განუწყვეტლივ იცვლება სტატიკური დახრილობის და  $H/P$  ძალების ფარდობის მნიშვნელობაზე დამოკიდებულებით.

$\Delta\rho$  სიდიდის განმსაზღვრელ მეორე მნიშვნელოვან ფაქტორად ითვლება რელსისა და თვლის მოკონტაქტე გორვის ზედაპირების ფაქტიური ფორმა (პროფილი). გაანალიზებულ იყო თვლისა (ნახ.№13) და რელსის (ნახ.№23) მოკონტაქტე გორვის ზედაპირების მრავალი ფაქტიური პროფილი და აღმოჩნდა რომ:

- გაცვეთილი თვლების მრავალი ფაქტიური პროფილებიდან ზუსტად ერთნაირი არ არსებობს.
- გაცვეთილი რელსების მრავალი ფაქტიური პროფილებიდან, გაზომილი სხვადასხვა მრუდებში და ასევე ერთსა და იმავე მრუდში ერთმანეთისაგან 10 მეტრში დაშორებულ კვეთებშიც კი, ზუსტად ერთნაირად გაცვეთილი არ არსებობს.
- თუ 1980-იანი წლებში თვლები ძირითადად ცვდებოდა ფერსოს გორვის ზედაპირის შუა ნაწილში (იხ. ნახ.№14,ა), ბოლო წლებში ცვეთის მაქსიმუმმა გადაინაცვლა ქიმის ძირისაკენ (იხ.

ნახ.№14,ბ), მისი ინტენსიური ჩათლით. ბოლო ათწლეულში თვლის ქიმების ცვეთის დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ წყვილთვალის ერთი თვლის ინტენსიური ცვეთის შემთხვევაში, მეორე თვლის ქიმის ცვეთა უმნიშვნელოა.

ახალი და გაცვეთილი თვლების კონტაქტირების ფორმები, ახალ და გაცვეთილ რელსებთან მათი სხვადასხვა დინამიკური დახრილობისას შესაძლებელია პირობითად დავყოთ სამ ჯგუფად.

**პირველი ჯგუფი** - ახალი თვლების კონტაქტირება ახალ რელსებთან, ნორმალური (1:20) დახრილობისას. ასეთი კონტაქტების წილი თანამედროვე პირობებში შეადგენს დაახლოებით 5-10%-ს. ამ დროს  $\Delta\rho = 5-8\text{მმ}$  (ნახ.№65,ა).

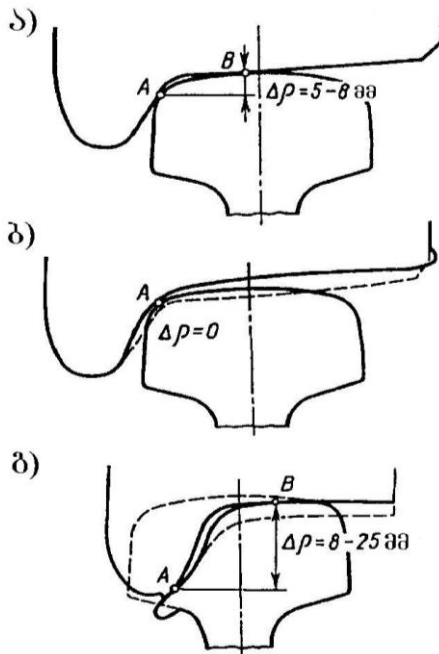
**მეორე ჯგუფი** - გაცვეთილი თვლების კონტაქტირება ახალ რელსებთან, ნორმალური (1:20) დახრილობისას. ასეთი კონტაქტირების წილი შეადგენს 20-30%-ს. ამ დროს  $\Delta\rho = 0\text{მმ}$  (ნახ.№65,ბ).

**მესამე ჯგუფი** - გაცვეთილი ჩათლილ ქიმებიანი თვლების კონტაქტირება გაცვეთილ რელსებთან. ასეთი კონტაქტების წილი შეადგენს 60-75%-ს. ამ დროს  $\Delta\rho = 8-25\text{მმ}$  (ნახ.№65,გ).

ეს არის უხეში დაყოფა, ვინაიდან პირველ ჯგუფში თვლის ქიმის რელსის თავზე მიჭერისას რელსის დახრილობის გამო (დინამიკური უკუდახრილობა), შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ერთწერტილოვან კონტაქტირებას, როგორც ეს ნაჩვენებია №65,ბ ნახაზზე, ხოლო №65,გ ნახაზზე მოცემული სქემის დროს, შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს ქიმის გორვას რელსის თავზე, არტახის რელსის თავის ზედაპირიდან მოწყვეტით.

რკინაბეტონის შპალებიან უბნებზე ქიმით გორვა გაცვეთილი რელსის თაროზე, არტახის რელსთან კონტაქტის გარეშე შესაძლებელია, მაგრამ, გაცილებით დიდი სიდიდის გვერდითი ძალის შემთხვევაში, ვინაიდან KB და Pandrol-ის ტიპის სამაგრების გამოყენე-

ბის შემთხვევაში, რელსის დახრილობის შეცვლა შეუძლებელია, რელსის ძირის შიგა წიბოს ქვედიდან მოუწყვეტლობის გამო.



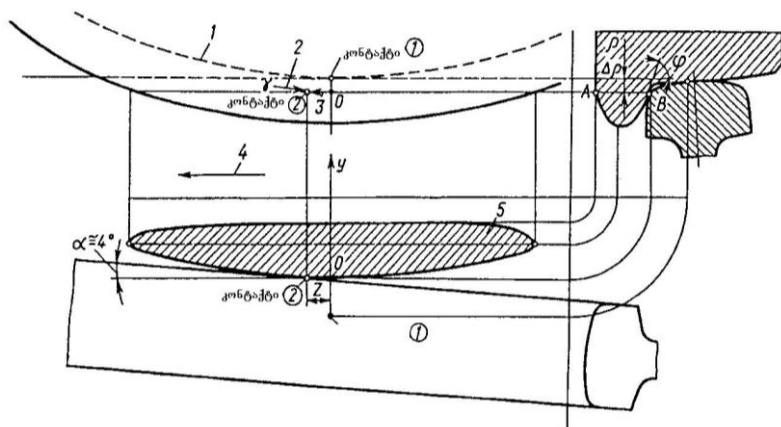
ნახ. №65. გარე რელსის თავთან თვლის კონტაქტის ფორმები: ახალი თვალი ახალ რელსთან (ა), გაცვეთილი თვალი ახალ რელსთან (ბ), გაცვეთილი ჩათლილ ქიმიანი თვალი გაცვეთილ რელსთან (გ).

### 3. თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან წრიული სრიალის მანძილზე მიჯახების $\alpha$ კუთხის გავლენის შეფასება

მიჯახების  $\alpha$  კუთხის გავლენა წრიული სრიალის მანძილზე  $\Delta l_\rho$  გამოვლინდება  $\Delta \rho$ -ის საშუალებით. ფორმულა  $\Delta l_\rho = \frac{\Delta \rho L}{\rho}$

სამართლიანია თვლის ქიმის წრიული სრიალის მანძილის გა-  
231

საანგარიშებლად, თვლის ქიმის რელსთან მიჯახების ნებისმიერი  $\alpha$  კუთხის შემთხვევაში. როცა  $\alpha = 0$  ე.ი. ლიანდში წყვილთვალის რადიალური მდებარეობისას  $\Delta\rho$  განისაზღვრება თვლის ქიმისა და ფერსოს რელსის თავთან კონტაქტირების წრეების რადიუსების სხვაობით, გაზომილი სიბრტყეში, რომელიც გადის წყვილთვალის ღერძზე და თვლის ფერსოს რელსის თავთან შეხების წერტილში. როცა  $\alpha > 0$  თვლის ქიმი  $z$  სიდიდით უფრო ადრე ეხება რელსის თავის გვერდით წახნაგს, ვიდრე თვლის ფერსო რელსის თავის ზედა ნაწილს (ნახ. №66). ამიტომ, თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან შეხების წრის რადიუსი  $\rho + \Delta\rho$  იზომება სიბრტყეში, რომელიც გადის წყვილთვალის ღერძზე და თვლის ქიმის რელსთან შეხების წერტილში. ეს სიბრტყე გადანაცვლებულია  $z$  სიდიდით, თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან კონტაქტის დონეზე.



ნახ. №66.  $z$  წინსწრების წარმოქმნის სქემა ახალი თვლის ახალ რელსთან კონტაქტირებისას: 1 – ფერსოს გორვის წრე, 2, 3 – შესაბამისად წრიული და გრძივი სრიალის მიმართულება, 4 – თვლის მოძრაობის მიმართულება, 5 – ქიმის ჰორიზონტალური კვეთი  $AB$  სიბრტყის მიმართ.



ახალი და გაცვეთილი თვლების ახალ და გაცვეთილ რელსებთან კონტაქტირების ყველა შესაძლო ვარიანტისათვის მიჯახების  $\alpha$  კუთხის გავლენის შეფასება  $z$  წინსწრების სიდიდეზე და მაშასადამე, ქიმის წრიული სრიალის  $\Delta l_p$  მანძილზე თეორიულად გადაწყვეტილი არ არის.

ერთი კერძო კონტაქტირების შემთხვევისათვის, ახალი რელსებისა და თვლის ქიმების მხოლოდ სწორხაზობრივი ზონის უბნის ფარგლებში (ნახ.№67) წინსწრების  $z$  მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$z = \frac{(\rho + \Delta\rho)tg\psi tg\alpha}{\sqrt{1 - tg^2\psi tg^2\alpha}}, \quad (66)$$

სადაც  $\psi$  ქიმის დახრის კუთხეა,

$\alpha$  - მიჯახების კუთხე.

$z$  -ის გაანგარიშების შედეგები მოცემულია №16 ცხრილში.

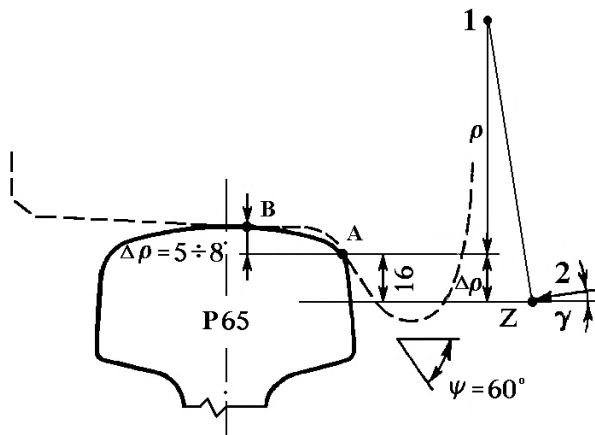
#### ცხრილი №16

$z$  წინსწრების მნიშვნელობები,  $\psi$  ქიმის დახრის და  $\alpha$  მიჯახების კუთხეებთან დამოკიდებულებით

| ქიმის დახრის კუთხე $\psi$ | $z$ -ის მნიშვნელობები ( $\rho = 0,475$ მ), მმ, როცა მიჯახების $\alpha$ კუთხე ტოლია |       |       |       |       |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                           | 0°30'                                                                              | 1°00' | 1°30' | 2°00' | 2°10' |
| 51°                       | 5,2                                                                                | 10,3  | 15,5  | 20,7  | 22,4  |
|                           | 5,4                                                                                | 10,8  | 16,2  | 21,6  | 23,4  |
| 60°                       | 7,3                                                                                | 14,5  | 21,8  | 29,1  | 31,5  |
|                           | 7,6                                                                                | 15,1  | 22,7  | 30,3  | 32,8  |

**შენიშვნა:** მრიცხველში, როცა  $\Delta\rho = 5$ მმ; მნიშვნელში, როცა  $\Delta\rho = 25$ მმ.

მიჯახების  $\alpha$  კუთხის გავლენა წრიული სრიალის  $\Delta l_p$  მანძილზე მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევს მითითებულ ზონაში, ე.ი. 66-ე ფორმულის მოქმედების არეში.



**ნახ. №67.**  $\Delta \rho$  მნიშვნელობები ახალი თვლებით კონტაქტებისას ახალ P65 ტიპის რელსებთან: 1 – წველითვალის ღერძი, 2 – წრიული სრიალის მიმართულება.

ეს იმითაა განპირობებული, რომ თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან კონტაქტის 2 წერტილი (ნახ. №66)  $z$  სიდიდის მატებით გადაადგილდება მოძრაობის მიმართულებით სწორ ხაზზე,  $\rho$  რადიუსის მართობულად, როცა  $z = 0$ . ამიტომ, გადანაცვლებული კონტაქტის წრის რადიუსი, როცა  $z > 0$  ითვლება მართკუთხა სამკუთხედის ჰიპოტენუზად, რომლის კათეტების სიგრძე შესაბამისად ტოლია  $\rho + \Delta \rho$  და  $z$ -ის (ნახ. 12.4). ამიტომ  $\Delta \rho_z$ , როცა  $z > 0$  მეტია ვიდრე  $\Delta \rho$ , როცა  $z = 0$ :

$$\Delta \rho_z = \sqrt{(\rho + \Delta \rho)^2 + z^2} - \rho. \quad (67)$$

წრიული სრიალის  $\Delta l_\rho$  მანძილი მიჯახების  $\alpha$  კუთხის და ქიმის დახრილობის  $\psi$  კუთხის გათვალისწინებით, ახალი რელსების შემთხვევაში, განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta l_\rho = \frac{L(\rho + \Delta\rho)^2 \left( 1 + \frac{\operatorname{tg}^2 \psi \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \psi \operatorname{tg}^2 \alpha} \right)}{\rho}. \quad (68)$$

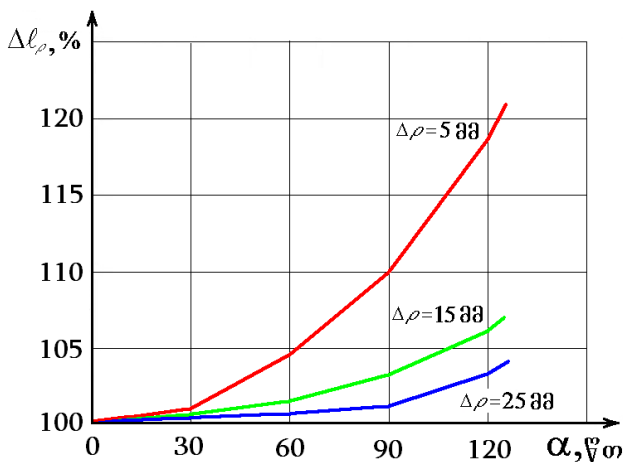
№17 ცხრილში მოტანილია ვაგონის თვლის ( $\rho = 0,475$ მ) ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე წრიული სრიალის  $\Delta l_\rho$  მანძილის გაანგარიშების შედეგები 100 მეტრზე, მიჯახების  $\alpha$  კუთხეზე დამოკიდებულებით (ნახ.№68).

58-ე ფორმულიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მიჯახების  $\alpha$  კუთხე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს წრიული სრიალის მანძილის ფორმირებაში, განსაკუთრებით ახალი რელსების შემთხვევაში (წრიული სრიალის მანძილი საშუალოდ იზრდება 10 - 15%-ით).

#### ცხრილი №17

**წრიული სრიალის  $\Delta l_\rho$  მნიშვნელობები, 100 მეტრ მანძილზე მიჯახების  $\alpha$  კუთხეზე დამოკიდებულებით**

| $\Delta\rho$ ,<br>მმ | $\Delta l_\rho$ -ის მნიშვნელობები, $L = 100$ მ მანძილზე, როცა $\alpha$<br>ტოლია, წთ |        |        |        |        |        |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                      | 0                                                                                   | 30     | 60     | 90     | 120    | 130    |
| 5                    | 1053                                                                                | 1064   | 1100   | 1158   | 1239   | 1271   |
|                      | 100,0%                                                                              | 101,0% | 104,5% | 110,0% | 117,7% | 120,7% |
| 10                   | 2105                                                                                | 2118   | 2152   | 2210   | 2290   | 2322   |
|                      | 100,0%                                                                              | 100,9% | 102,2% | 105,0% | 108,8% | 110,3% |
| 15                   | 3159                                                                                | 3173   | 3204   | 3261   | 3350   | 3373   |
|                      | 100,0%                                                                              | 100,5% | 101,4% | 103,2% | 106,0% | 106,8% |
| 20                   | 4212                                                                                | 4223   | 4255   | 4313   | 4292   | 4424   |
|                      | 100,0%                                                                              | 100,4% | 101,0% | 102,4% | 104,3% | 105,0% |
| 25                   | 5263                                                                                | 5275   | 5309   | 5364   | 5451   | 5474   |
|                      | 100,0%                                                                              | 100,4% | 100,9% | 101,9% | 103,6% | 104,0% |



*ნახ. №68. რელსის თავის გვერდით წახნაგზე თვლის ქიმის წრიული სრიალის  $\Delta l_\rho$  მანძილის მიჯახების  $\alpha$  კუთხეზე დამოკიდებულების გრაფიკი.*

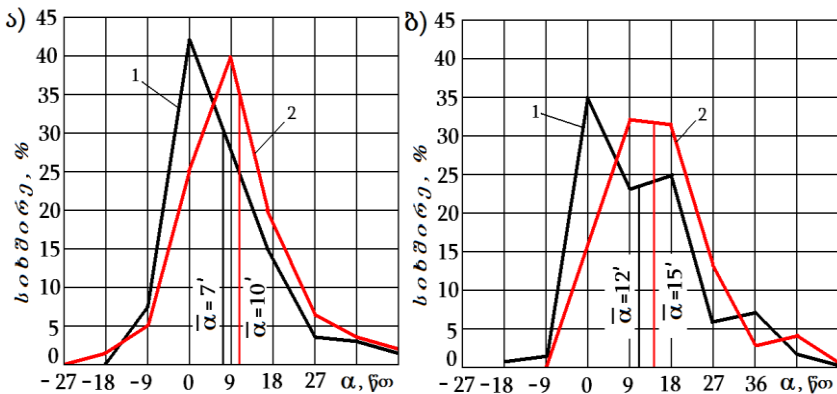
#### 4. მიჯახების კუთხის გავლენა რელსების გვერდითი ცვეთაზე და მისი ფაქტიური მნიშვნელობების ანალიზი

თუ მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგში, მოძრაობის პროცესში, ურიკის მხოლოდ ერთი თვლით ხდება რელსის თავის გვერდით წახნაგთან შეხება, მაშინ აღნიშნული შეხება გეგმაში ხდება გარკვეული  $\alpha$  კუთხით, რომელსაც **მიჯახების კუთხე** ეწოდება. მიჯახების  $\alpha$  კუთხის უშუალო გაზომვა ლიანდაგში, მოძრავი ეკიპაჟის ქვეშ, რთულია და დაკავშირებულია ექსპერიმენტულ სიძნელებებთან.

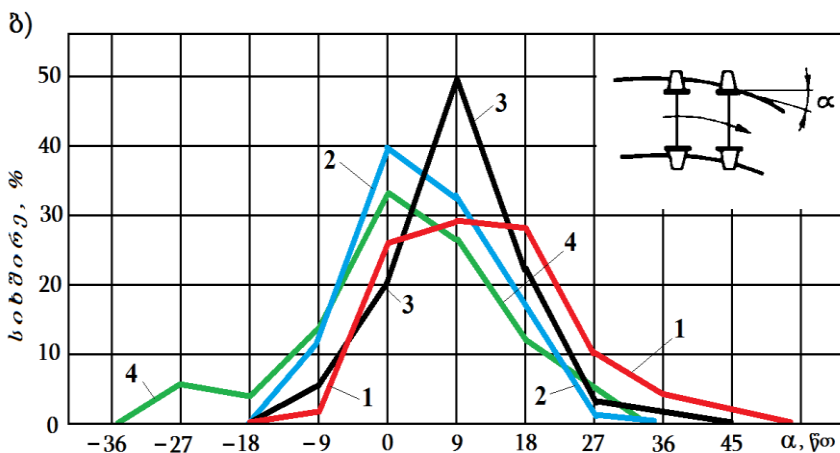
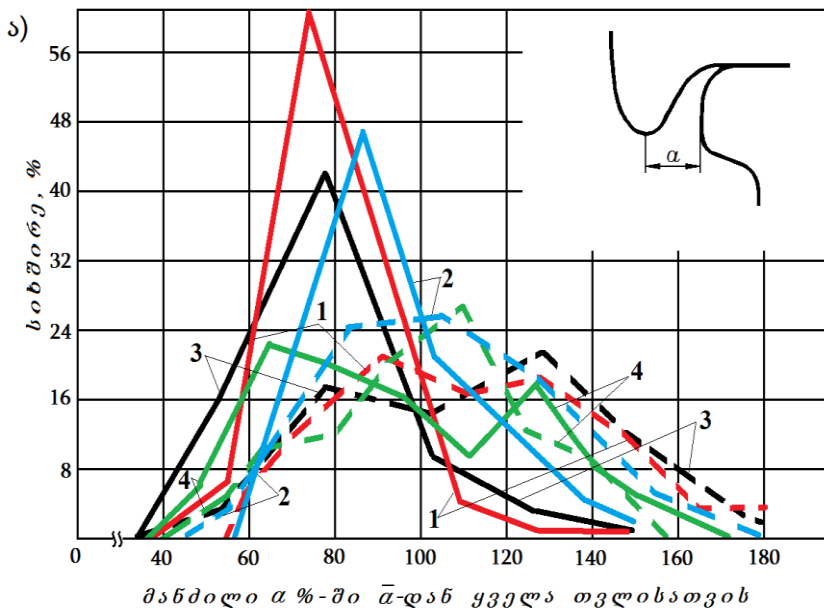
თეორიულად თვლის ქიმის გარე რელსის გვერდით წახნაგთან მიჯახების  $\alpha$  კუთხე მრუდებში, ეკიპაჟის ერთი და იმავე კონსტრუქციისათვის, მოძრაობის ერთნაირი სიჩქარეების, წვევის მა-

ლის შემთხვევაში და ა.შ., უნდა იყოს მრუდის რადიუსის ადეკვატური. სინამდვილეში კი, ჩატარებული ცდების შედეგად დადგინდა, რომ მიჯახების კუთხის სიდიდის გადახრა მისი საშუალო მნიშვნელობიდან ერთი და იმავე მრუდებში იზრდება არა რაიმე მცირე სიდიდით, არამედ შეიძლება გაიზარდოს 3-5-ჯერ. საილუსტრაციოდ №69 და №70 ნახაზზე ნაჩვენებია მიჯახების კუთხეების განაწილების სიხშირის ზოგიერთი პოლიგონი, რომელიც მიღებულ იქნა ექსპერიმენტულ უზნებზე. ყოველი პოლიგონი მოიცავდა დაკვირვების დაახლოებით 400 წერტილს.

მიჯახების კუთხის ასეთი დიდი გაბნევის მიზეზი ჯერჯერობით შეუსწავლელია. შესაძლებელია ეს არის შედეგი ღერძების არაპარალელობის, ერთი და იგივე წყვილთვალის არათანაბარი ცვეთის, სრიალების ჩაჭედვის, რის გამოც ტვირთი არათანაბრად ნაწილდება ვაგონის ძარის სიგანეზე და ხელს უშლის ურიკის თავისუფალ მობრუნებას და ა.შ.



**ნახ. №69.** მიჯახების  $\alpha$  კუთხეების განაწილების სიხშირე მრუდში  $R=400$ მ, ლიანდაგის მეზობელ ორ რგოლზე: ა - რგოლი 119, ბ - რგოლი 120, 1 - პირველი ურიკის სვლის მიმართულებით, 2 - მეორე ურიკის სვლის მიმართულებით.

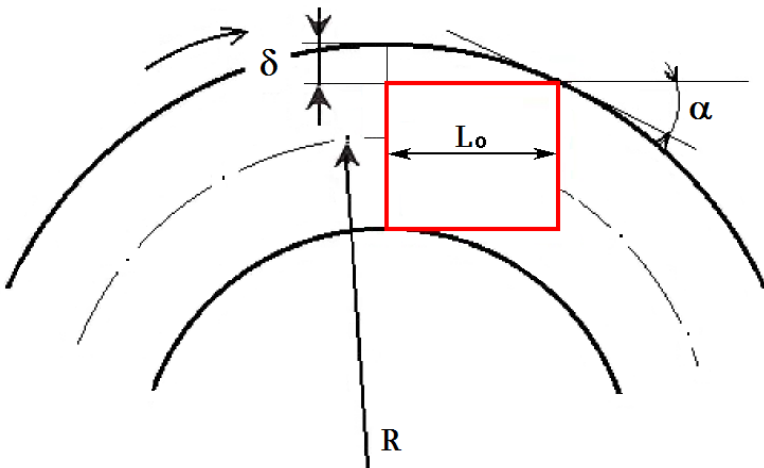


ნახ. №70. ა მნიშვნელობების ექსპერიმენტული განაწილება ურიკის პირველი (მთლიანი ხაზი) და მეორე (წყვეტილი ხაზი) ღერძებისათვის (ა) და მიჯახების  $\alpha$  კუთხეების (ბ): 1 -  $R = 392\theta$ ,  $v = 60\text{კმ/სთ}$ ; 2 -  $R = 580\theta$ ,  $v = 25\text{კმ/სთ}$ ; 3 -  $R = 535\theta$ ,  $v = 60\text{კმ/სთ}$ ; 4 -  $R = \infty$ ,  $v = 70\text{კმ/სთ}$ .

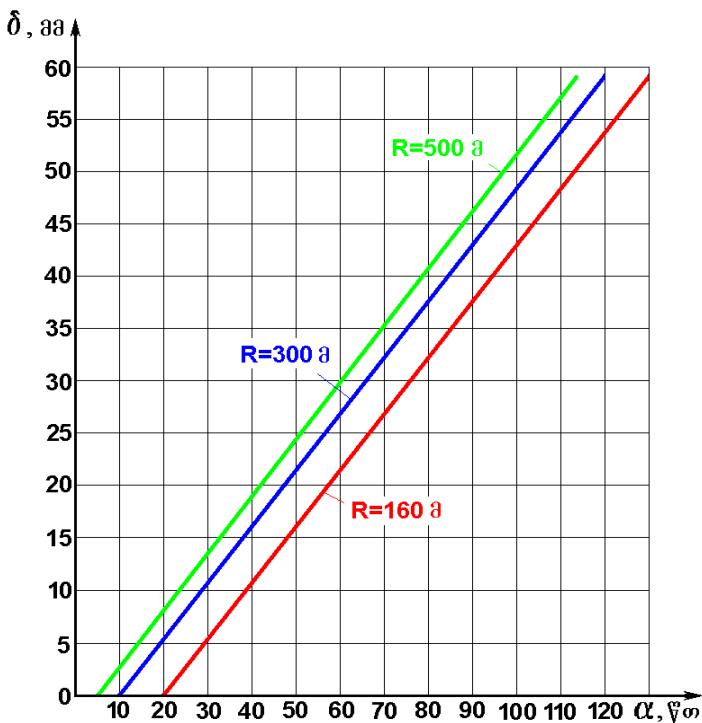
ყოველ შემთხვევაში გამოკვლევებით ნათლად ჩანს, რომ ლიანდში გარკვეული კუთხით მოძრავი ურიკები, რომელიც არ “შესაბამება” მოცემული უბნის სიმრუდეს, შესაძლებელია გაცილებით ინტენსიურ გავლენას ახდენენ თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის პროცესზე.

თუ განვიხილავთ ურიკას მოძრავს მრუდში, როგორც ხისტ მართკუთხედს (ნახ.№71), მაშინ მიჯახების  $\alpha$  კუთხის მნიშვნელობა დამოკიდებული იქნება მრუდის  $R$  რადიუსზე და მოძრაობის მიმართულებით ურიკის მეორე ღერძის თვლის ქიმსა და გარე რელსის გვერდით წახნაგს შორის არსებულ  $\delta$  ღრეჩოს მნიშვნელობაზე (ცხრილი№18, ნახ.№72).

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{L_0}{R + \frac{S_0}{2} - \delta} . \quad (69)$$



**ნახ.№71.** მიჯახების  $\alpha$  კუთხის განსაზღვრის საანგარიშო სქემა ღრეჩოს სიდიდეზე და მრუდის  $R$  რადიუსზე დამოკიდებულებით.



**ნახ. №72.** მიჯახების  $\alpha$  კუთხის თვლის ქიმსა და გარე რელსის გვერდით წახნაგს შორის არსებულ  $\delta$  ღრეჩოს სიდიდეზე დამოკიდებულების გრაფიკი, მრუდის რადიუსების მიხედვით.

№18 ცხრილში მოტანილი მონაცემები არ ითვალისწინებს იმ გარემოებას, რომ ურიკა მრუდში შეიძლება განლაგებულ იყოს არა როგორც ხისტი მართკუთხედი, არამედ როგორც პარალელოგრამი.

ლიანდის სიგანის შემცირებით მცირდება ღრეჩოს სიდიდე, თვლის ქიმსა და რელსის თავის გვერდით წახნაგს შორის. როგორც გაანგარიშება გვიჩვენებს ღრეჩოს შემცირება (10-15მმ-ით) მნიშვნელოვნად ამცირებს მიჯახების კუთხის სიდიდეს და მისი საშუალო მნიშვნელობა მერყეობს  $1^\circ$ -ის ფარგლებში.



*მიჯახების  $\alpha$  კუთხის მნიშვნელობები, ღრეზოს სიდიდეზე და მრუდის რადიუსებისაგან დამოკიდებულებით*

| ღრეზოს<br>სიდიდე<br>$\delta$ , მ | მიჯახების $\alpha$ კუთხის მნიშვნელობა $R$ მ, რადიუსების მიხედვით |          |          |          |          |          |          |          |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                  | 160                                                              | 200      | 250      | 300      | 350      | 400      | 500      | 600      |
| 0,000                            | 0°19'47"                                                         | 0°15'50" | 0°12'40" | 0°10'34" | 0°09'04" | 0°07'56" | 0°06'21" | 0°05'17" |
| 0,005                            | 0°29'04"                                                         | 0°25'07" | 0°21'57" | 0°19'51" | 0°18'21" | 0°17'13" | 0°15'38" | 0°14'34" |
| 0,010                            | 0°38'22"                                                         | 0°34'24" | 0°31'15" | 0°29'09" | 0°27'39" | 0°26'31" | 0°24'56" | 0°23'52" |
| 0,015                            | 0°47'39"                                                         | 0°43'42" | 0°40'32" | 0°38'26" | 0°36'56" | 0°35'48" | 0°34'13" | 0°33'09" |
| 0,020                            | 0°56'57"                                                         | 0°53'00" | 0°49'50" | 0°47'44" | 0°46'14" | 0°45'06" | 0°43'31" | 0°42'27" |
| 0,025                            | 1°06'14"                                                         | 1°02'17" | 0°59'07" | 0°57'01" | 0°55'31" | 0°54'23" | 0°52'48" | 0°51'44" |
| 0,030                            | 1°15'32"                                                         | 1°11'35" | 1°08'25" | 1°06'19" | 1°04'49" | 1°03'41" | 1°02'06" | 1°01'02" |
| 0,035                            | 1°24'49"                                                         | 1°20'52" | 1°17'42" | 1°15'36" | 1°14'06" | 1°12'58" | 1°11'23" | 1°10'19" |
| 0,040                            | 1°34'07"                                                         | 1°30'10" | 1°27'00" | 1°24'54" | 1°23'24" | 1°22'16" | 1°20'41" | 1°19'37" |
| 0,045                            | 1°43'25"                                                         | 1°39'27" | 1°36'17" | 1°34'11" | 1°32'41" | 1°31'33" | 1°29'58" | 1°28'54" |
| 0,050                            | 1°52'42"                                                         | 1°48'42" | 1°45'35" | 1°43'29" | 1°41'59" | 1°40'51" | 1°39'16" | 1°38'12" |
| 0,055                            | 2°06'00"                                                         | 1°58'02" | 1°54'52" | 1°52'46" | 1°51'16" | 1°50'08" | 1°48'43" | 1°47'39" |
| 0,057                            | 2°05'43"                                                         | 2°01'47" | 1°58'37" | 1°56'31" | 1°55'00" | 1°53'52" | 1°52'17" | 1°51'14" |
| 0,059                            | 2°09'26"                                                         | 2°05'30" | 2°02'20" | 2°00'14" | 1°58'43" | 1°57'35" | 1°56'00" | 1°54'57" |

**5. წრიული სრიალის მიმართულების შეფასება  
თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით  
წახნაგთან კონტაქტის წერტილში**

როცა  $z=0$ , ე.ი. როცა  $\alpha=0$  თვლის ქიმის ასრიალების წრის მხე-  
ბის მიმართულება (ვერტიკალურ სიბრტყეში) რელსის თავის გვერ-  
დით წახნაგთან კონტაქტის წერტილში ემთხვევა რელსის მიმარ-  
თულებას. ხოლო, როცა  $\alpha>0$ , მაშინ რელსის თავის ზედაპირის  
სიბრტყესა და ქიმის ასრიალების წრის მხებს შორის არსებული  $\gamma$

კუთხე, მათი კონტაქტის წერტილში (ნახ.№66) განისაზღვრება ფორმულით

$$\gamma = \arctg \frac{z}{\rho + \Delta\rho} . \quad (70)$$

თუ ამ გამოსახულებაში შევიტანთ  $z$  -ის მნიშვნელობას (66) მაშინ მივიღებთ თვლის ქიმის წრიული სრიალის მიმართულების განმსაზღვრელ ფორმულას, მიჯახების  $\alpha$  კუთხეზე და თვლის ქიმის დახრის  $\psi$  კუთხეზე დამოკიდებულებით:

$$\gamma = \arctg \frac{tg \psi tg \alpha}{\sqrt{1 - tg^2 \psi tg^2 \alpha}} . \quad (71)$$

თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდითი წახნაგის მიმართ წრიული ასრიალების მიმართულების კუთხის  $\gamma$  -ს გაანგარიშების შედეგები,  $\psi$  ქიმის დახრის და  $\alpha$  მიჯახების კუთხეებთან დამოკიდებულებით მოტანილია №19 ცხრილში და №73 ნახაზზე.

№74 ნახაზზე ნაჩვენებია თვლის ქიმის წრიული სრიალის მიმართულება, რელსის თავის გვერდითი წახნაგის მიმართ.

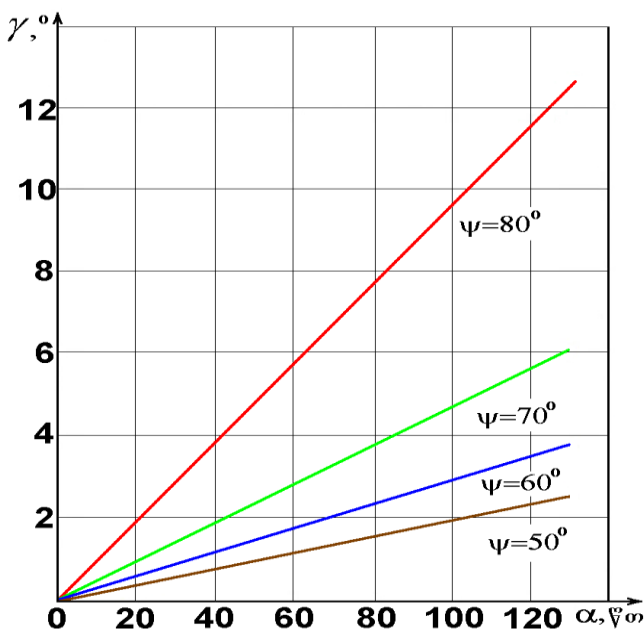
#### ცხრილი №19

*$\gamma$  -ს მნიშვნელობები,  $\psi$  ქიმის დახრის და  $\alpha$  მიჯახების კუთხე-ებთან დამოკიდებულებით*

| ქიმის დახრის<br>კუთხე, $\psi^\circ$ | $\gamma$ -ს მნიშვნელობები, როცა $\alpha$ ტოლია |          |          |           |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|-----------|
|                                     | 0°30'                                          | 1°00'    | 1°35'    | 2°10'     |
| 50                                  | 0°35'45"                                       | 1°11'31" | 1°53'16" | 2°35'03"  |
| 60                                  | 0°51'58"                                       | 1°43'57" | 2°44'39" | 3°45'26"  |
| 70                                  | 1°22'26"                                       | 2°44'56" | 4°21'20" | 5°57'59"  |
| 80                                  | 2°50'13"                                       | 5°40'52" | 9°01'08" | 12°23'24" |

წარმოდგენილი მასალებიდან ჩანს  $\gamma$  კუთხის გადახრა ვერტიკალურ სიბრტყეში, წრიული ასრიალების მხებიდან, ქიმის კონტაქ-

ტის წერტილში რელსის მიმართულებასთან მით მეტია, რაც მეტია  $\psi$  ქიმის დახრის და  $\alpha$  მიჯახების კუთხეები.



**ნახ. №74.** თვლის ქიმის წრიული სრიალის მიმართულების  $\gamma$  კუთხის მიჯახების  $\alpha$  კუთხესთან დამოკიდებულების გრაფიკი.

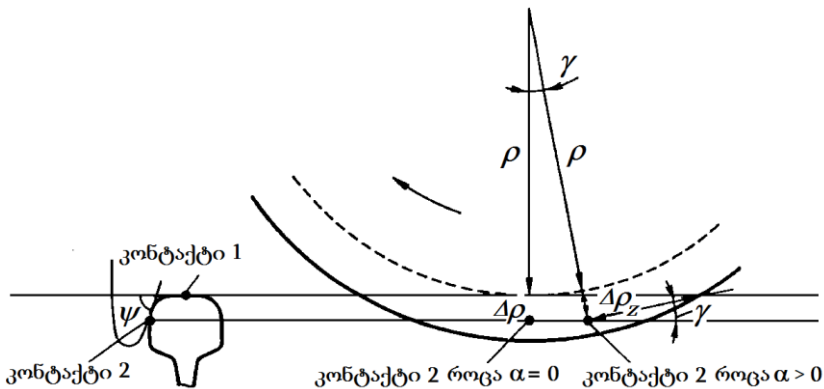
როგორც №19 ცხრილიდან ჩანს თვლის ქიმის წრიული სრიალის მიმართულების  $\gamma$  კუთხის მაქსიმალური მნიშვნელობა მიჯახების  $\alpha$  კუთხესთან დამოკიდებულებით აღემატება  $12^\circ$ -ს, ხოლო ლიანდის სიგანის ოპტიმიზირებული მნიშვნელობის შემთხვევაში, მისი მნიშვნელობა იცვლება  $3 - 6^\circ$  - ის ფარგლებში.

მეთოდზე თავში წარმოდგენილია თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდით ცვეთაზე ქიმების წრიული და გრძივი ასრიალების ერთობლივი გავლენის ანალიზი. ნაჩვენებია წრიული სრიალის მიმართულების მთავარი როლი, ანუ  $\gamma$  კუთხის, და ასევე  $\psi$

ქიმის დახრის და  $\alpha$  მიჯახების კუთხეების როლი. ყველა ზემოთ აღწერილი ეხება მხოლოდ თვლის ქიმის წრიულ სრიალს, ახალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე. მაგრამ. საინტერესოა, რა გავლენას ახდენს  $\alpha$  მიჯახების კუთხე თვლის ქიმის გაცვეთილ რელსის თავის გვერდით წახნაგზე?

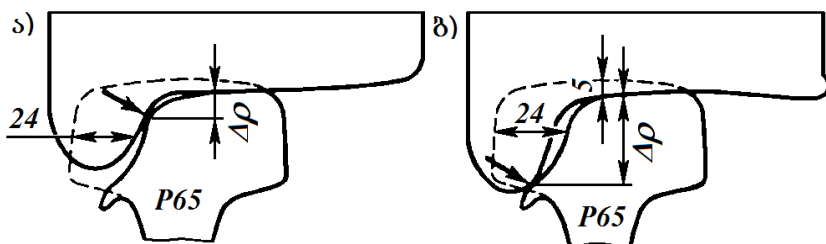
## 6. მიჯახების კუთხის გავლენა თვლის ქიმის წრიულ სრიალზე გაცვეთილი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე (კალამზე)

როგორც უკვე აღნიშნული იყო ფორმულები: 66–68, 70–71 სამართლიანია მხოლოდ თვლის ქიმების ახალი რელსების თავის გვერდით წახნაგთან კონტაქტების შემთხვევაში (რელსების დახრილობა უნდა იყოს მუდმივი, არ უნდა ჰქონდეს დინამიკური გადახრა თვლების ქვეშ), როდესაც კონტაქტი 2 (ნახ.№74) წინსწრების გაზრდის შემთხვევაში არ იცვლის თავის მდებარეობას ვერტიკალში.



ნახ.№74. კონტაქტის 2 გადანაცვლება წინსწრების  $z$  სიდიდით თვლის ახალ რელსთან ორწერტილოვანი კონტაქტების შემთხვევაში.

რელსის თავში გვერდითი ცვეთის არსებობის და რელსის დინამიკური გადახრის შემთხვევაში, წინსწრების  $z$  მანძილის გაზრდისას, თვლის ქიმის კონტაქტი რელსის თავის გვერდით წახნაგთან გადაინაცვლებს არამარტო წინ მოძრაობის მიმართულებით, არამედ მაღლაც (ნახ.№75). თეორიულად ეს ამოცანა  $\Delta l_p = f(\alpha)$  ამ პირობებისთვის არ არის ამოხსნილი.



ნახ.№75. ახალი (ა) და გაცვეთილი (ბ) თვლის კონტაქტირება გაცვეთილ რელსთან.

თვლის ქიმის გაცვეთილ რელსთან კონტაქტირების დროს, კონუსის მსახველის ფარგლებს გარეთ (ქიმის წვეროსთან), ანუ სფერულ ნაწილთან, მრუდე კონტურის დახრილობა კონტაქტის წერტილში გამავალ ქიმის ჰორიზონტალურ კვეთში, გაცილებით მეტია. ამ კვეთში ქიმის წვერთან მიახლოების შესაბამისად აღნიშნული კონტური ნაკლებადაა გაწეილი რელსის გასწვრივ და უახლოვდება გარშემოწერილობას თვით ქიმის წვერთან. ამ შემთხვევაში მიჯახების  $\alpha$  კუთხის გავლენა წინსწრებზე  $z$  მკვეთრად მცირდება. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ ქიმის ძირში ცვეთის მატების გამო, რაც იწვევს გაცვეთილი რელსის (გვერდითი ცვეთით ზმმ-ზე მეტი) კონტაქტირებას ქიმის წვერთან, წინსწრება  $z$  გაცილებით ნაკლებია თვლის რელსთან მიჯახებისას, ვიდრე ახალი და მცირედგაცვეთილი თვლის ქიმების კონტაქტირების შემთხვევაში ახალ და მცირედგაცვეთილ რელსებთან.

z წინსწრების ექსპერიმენტული შეფასებისათვის ВНИИЖТ-ის ლაბორატორიაში დამზადდა სპეციალური სტენდი, რომელიც საშუალებას იძლევა ექსპერიმენტულად შეფასდეს წინსწრების ზომები თვლისა და რელსის სხვადასხვა ცვეთის შემთხვევაში, ასევე რელსების სხვადასხვა დახრილობის და თვლის რელსზე სხვადასხვა მიჯახების კუთხის შემთხვევაში. სტენდის დამონტაჟება ხდება ორ მასშტაბში: 1. ლიანდის რეალური სიგანისა და რეალური რელსების ნაჭრებისა და თვლების შემთხვევაში; 2. სამაკეტო ნიმუში, რომელიც განლაგებულია სამუშაო მაგიდაზე, გაცვეთილი და გაუცვეთავი ნატურალური ზომის რელსებისა და თვლების გამოყენებით.

აღნიშნულ სტენდზე წინსწრების მანძილის გამოკვლევის წინასწარი შედეგები საშუალებას იძლევა გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. მრუდებში თვლის გარე რელსთან ერთწერტილოვანი კონტაქტირებისას (იხ. ნახ. №65,ბ), როცა მიჯახების კუთხის მნიშვნელობა  $\alpha < 60'$  წინსწრების მანძილი პრაქტიკულად ნულის ტოლია. საექსპერტო მონაცემებით თვლების გარე რელსთან ერთწერტილოვანი კონტაქტირების წილი შეადგენს დაახლოებით 30%-ს.

2. თუ მრუდებში გარე ძაფს გააჩნია ნორმალური დახრილობა 1:20, მაშინ ახალი თვლის ახალ რელსთან კონტაქტირების დროს ვაგონის თვლების წინსწრების სიდიდე არ აღემატება 14,7მმ-ს, და არ არის დამოკიდებული მრუდის რადიუსზე, გარე რელსის შემადგენლობაზე და თვლის გორვის სიჩქარეზე.

3. თვლის ქიმის კონტაქტის დონე (ვერტიკალში) რელსის თავის გვერდით წახნაგთან, ახალი თვლისა და ახალი რელსის შემთხვევაში პრაქტიკულად არ იცვლება, მიჯახების კუთხისაგან დამოუკიდებლად.

4. წინსწრება გაცვეთილი რელსების შემთხვევაში, როცა მეორე კონტაქტი ხდება ქიმის წვერთან, გაცილებით ნაკლებია მიჯახების ნებისმიერი კუთხის შემთხვევაში.

5. ქიმის ჩათლის მომატების შემთხვევაში (მისი მუშა ზედაპირის დახრის კუთხის გაზრდა), ახალ რელსთან კონტაქტირების დროს წინსწრება იზრდება.

დადგენილია, რომ რელსის თავის გვერდითი ცვეთის შემთხვევაში მიჯახების  $\alpha$  კუთხის გაზრდისას, ანუ წინსწრების  $z$  გაზრდით, თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე წრიული სრიალის  $\Delta I_p$  მანძილი ნაკლებად იზრდება, ვიდრე ახალი რელსების შემთხვევაში. ეს განპირობებულია იმით, რომ ქიმის კონტაქტი გაცვეთილი რელსის გვერდით წახნაგზე წინსწრების  $z$  მანძილის გაზრდით ის გადაინაცვლებს, არა მარტო წინ მოძრაობის მიმართულებით, არამედ მაღლაც იმ კონტაქტან შედარებით, როცა  $\alpha=0$ , ე.ი. როცა  $z=0$ . ეს უკანასკნელი ხდება იმიტომ, რომ გაცვეთილი რელსის თავის გვერდით წახნაგს გააჩნია მრუდხაზოვანი დახრილი ზედაპირი (ნახ.№75). აღნიშნული დახრა იზრდება რელსების დინამიკური გადაყირავების დროს, განსაკუთრებით ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში (იხ. ნახ.№17,ა).

მაშასადამე, მიჯახების  $\alpha$  კუთხის როლი თვლის ქიმების წრიული სრიალისას რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ძალიან მცირეა. ახალი რელსების შემთხვევაში არ აღემატება 5%-ს, ხოლო გაცვეთილი გვერდითი წახნაგის შემთხვევაში კიდევ უფრო ნაკლებია.

## თავი XIII

### თვლების ბრძოვი სრიალი რელსებზე

#### 1. ლიანდაგის თეორიული გაანგარიშების მეთოდისა და შედეგები თვლების გრძივი სრიალის დროს რელსებზე მრუდებში

ლიანდაგის მრუდ უბნებში გარე სარელსო ძაფის  $L_{\delta}$  სიგრძე მეტია შიგა სარელსო ძაფის  $L_{\eta}$  სიგრძეზე და მათი მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_{\delta} = \frac{L(R + 0,5S)}{R}, \quad (72)$$

$$L_{\eta} = \frac{L(R - 0,5S)}{R}, \quad (73)$$

სადაც  $R$  წრიული მრუდის რადიუსია.

$S$  - მანძილი წყვილთვალის არტახების გარე და შიგა რელსებთან შეხების წერტილებს შორის მრუდებში.

$L$  - წრიული მრუდის სიგრძე.

გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეებს შორის სხვაობა წრიული მრუდის  $L$  სიგრძის ფარგლებში ტოლია

$$\varepsilon_{\phi} = L_{\delta} - L_{\eta} = \frac{LS}{R}. \quad (74)$$

$\varepsilon_{\phi}$  -ის მნიშვნელობები  $L=100\text{მ}$  სიგრძეზე, რადიუსების მიხედვით მოცემულია №20 ცხრილში.

იმ შემთხვევაში თუ თვლები ცილინდრული იქნებოდა, თვლების ღერძზე ხისტად ჩამოცმის გამო, მათი გარდაუვალი გრძივი სრიალი  $\Delta L$  ტოლი იქნებოდა გარე და შიგა სარელსო ძაფებს შორის სიგრძეთა სხვაობის  $\varepsilon_{\phi}$ . ვინაიდან თვლები კონუსურია



დახრილობით  $1:n$ , მაშინ სვლის მიმართულებით ურიკის პირველი ღერძის გარე რელსზე მიბჯენილი ქიმით მოძრაობისას, ერთ-ერთი თვლის გარდაუვალი გრძივი სრიალი რელსზე, გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეებს შორის სხვაობაზე ნაკლებია.

### ცხრილი №20

$\varepsilon_{\rho}$  -ის მნიშვნელობები  $L=100$  მ სიგრძეზე, რადიუსების მიხედვით

| მრუდის რადიუსი, $R$ მ     | 950 | 900 | 800 | 700 | 600 | 500 | 400 | 300 | 250 | 200 | 150  |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| $\varepsilon_{\rho}$ , მმ | 168 | 178 | 200 | 229 | 267 | 320 | 400 | 533 | 640 | 800 | 1067 |

რელსის თავის გვერდით წახნაგსა და ქიმს შორის არსებული ღრეზო ლიანდაგში წყვილთვალის ცენტრირებული მდებარეობის დროს მივიღოთ  $\delta$ -ს ტოლი, მაშინ ჯამური ღრეზო იქნება  $2\delta$ . წყვილთვალის ერთი ბრუნისას შიგა და გარე თვლებისათვის გორვის წრის გაშლილ სიგრძეთა შორის სხვაობა ტოლია:

$$\varepsilon_{\sigma} = l_{\delta} - l_{\vartheta} = 2\pi \left( \rho_{\delta} - \rho_{\vartheta} + \frac{2\delta}{n} \right), \quad (75)$$

სადაც  $\rho_{\delta}$  თვლის გორვის წრის საშუალო რადიუსია გარე ძაფზე (მიბჯენილი ქიმით) მოძრავი თვლისათვის.

$\rho_{\vartheta}$  - თვლის გორვის წრის საშუალო რადიუსი შიგა ძაფზე მოძრავი თვლისათვის.

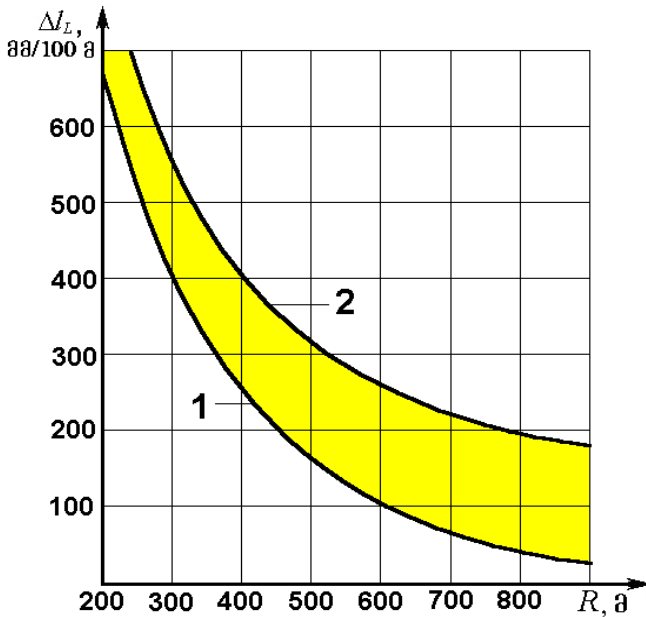
ლიანდაგში წყვილთვალის ცენტრირებული მდგომარეობისას  $\rho_{\delta} = \rho_{\vartheta} = \rho$ . წრიული მრუდის  $L$  სიგრძეზე:

$$\varepsilon_{\sigma} = \frac{2\delta L}{n\rho}. \quad (76)$$

წყვილთვალის ერთ-ერთი თვლის გარდაუვალი გრძივი სრილის სიდიდე  $\Delta L$  მრუდის მანძილზე ტოლია:

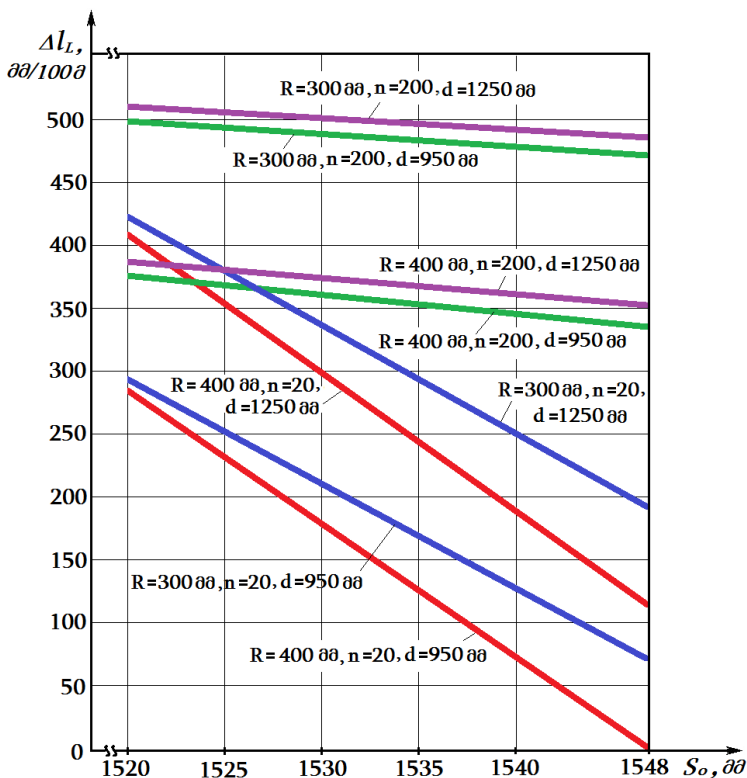
$$\Delta L = \varepsilon_{\sigma} - \varepsilon_{\sigma_0} = \frac{LS}{R} - \frac{2\delta L}{n\rho}. \quad (77)$$

ამ განტოლების მარჯვენა გამოსახულება განსაზღვრავს გარე და შიგა სარელსო ძაფებს შორის სხვაობას მრუდის  $L$  მანძილზე, ხოლო მარცხენა გამოსახულება - გარე და შიგა თვლების გორვის წრის გაშლილ სიგრძეებს შორის სხვაობას. 77-ე ფორმულის გაანგარიშების შედეგები ნაჩვენებია №76 ნახაზზე.



**ნახ.№76.** თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  არე რელსის თავზე: 1.ახალი (კონუსური) თვლებისათვის (1:  $n = 1:20$ ), 2. გაცვეთილი (ცილინდრული) თვლებისათვის (1:  $n = 1:\infty$ ).

$\Delta L$ -ის გაანგარიშების შედეგები  $L=100\text{მ}$  სიგრძეზე, რადიუსების და მოძრავი შემადგენლობის მიხედვით მოტანილია დანართში: ცხრ.№1, ცხრ.№2, ცხრ.№3, ცხრ.№4 და ნახ.№77.



ნახ. №77. თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L_L$  მანძილის ლიანდის სიგანეზე დამოკიდებულების გრაფიკი მრუდებში გარე საელსო ძაფზე მოძრავი ვაგონების ( $d = 950$  მმ) და ლოკომოტივის ( $d = 1250$  მმ) თვლებისათვის.

სვლის მიმართულებით ურიკის მეორე წყვილთვალ, როგორც წესი, მოძრაობის დროს ქიმიტ არ ებჯინება გარე რელსის თავს. ამიტომ, ურიკის მეორე ღერძის ერთ-ერთი თვლის ფერსოს გრძივი სრიალი შეიძლება კიდევაც აღემატებოდეს გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეთა შორის სხვაობას, თუ წყვილთვალ ცენტრირებული მდგომარეობიდან გადანაცვლებულია შიგა რელსისაკენ, ე.ი. თუ გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგსა და ქიმს შორის არსებული  $\delta$  ღრეჩო ორივე თვლისათვის საჭირო ჯამური ღრეჩოს ნა-

ხევარზე მეტია. სვლის მიმართულებით ურიკის მეორე წყვილთვალის ქიმი გარე რელსის თავს ებჯინება მხოლოდ მაშინ, როდესაც მატარებელში წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი სიდიდის კუმშვის გრძივი კვაზისტატიკური ძალები ე.ი. ხისტი (სასწრაფო, რეკუპერაციული, სრული სასამსახურო ან სალოკომოტივო მუხრუჭით დამუხრუჭება VI პოზიციით) დამუხრუჭებისას. 77-ე ფორმულიდან ჩანს, რომ თვლების გრძივი სრიალის მანძილი, მათი ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, არ არის დამოკიდებული მიჯახების  $\alpha$  კუთხეზე.

მაგალითად, თუ მრუდის რადიუსი  $R=300\text{მ}$ ,  $\rho=0,475\text{მ}$  (ვაგონის ახალი წყვილთვალი),  $L=400\text{გრძ.მ}$ ,  $\delta=8\text{მმ}$  ( $2\delta=16\text{მმ}$ ), მაშინ  $\Delta L = \varepsilon_{\theta} - \varepsilon_{\sigma} = 2093 - 873 = 1420\text{მმ}$ . ე.ი. თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მანძილი  $L=400\text{გრძ.მ}$ -ზე შეადგენს  $1420\text{მმ}$ -ს და ყველა წყვილთვალის ერთ-ერთი თვალი სრიალებს რელსზე. თუ მრუდში გარე რელსის შემადგენა არასაკმარისია, მაშინ ყველა თვალი გრძივად ასრიალდება შიგა სარელსო ძაფზე. რამდენადაც ამ შემთხვევაში თვლის ქიმები შიგა რელსს არ ებჯინება, გრძივი სრიალის შედეგად ცვდება მხოლოდ შიგა რელსის თავის ზედაპირი. თუ მრუდში გარე რელსის შემადგენა ჭარბია, მაშინ 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.

გაცვეთილ თვლებზე  $n$ -ის სიდიდე 20-დან იზრდება 200-მდე და შეიძლება მიაღწიოს უსასრულობასაც. ამიტომ, გაცვეთილი თვლების შემთხვევაში გარდაუვალი გრძივი სრიალის მანძილი

$\Delta L$  მრუდებში უახლოვდება მრუდის გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეებს შორის სხვაობას. გრძივი სრიალის თავიდან აცილების მიზნით 74-ე და 76-ე ფორმულების წევრები გავუტოლოთ ერთმანეთს

$$\frac{S}{R} = \frac{2\delta}{n\rho}, \quad (78)$$

78-ე განტოლებიდან გამომდინარე, მრუდებში ერთეული წყვილთვალის გორვისათვის გრძივი სრიალის გარეშე საჭიროა დაცულ იქნეს შემდეგი პირობები:

$$n = \frac{2\delta R}{\rho S}, \quad (79)$$

$$S = \frac{2\delta R}{n\rho}, \quad (80)$$

$$R = \frac{n\rho S}{2\delta}. \quad (81)$$

დანართის ცხრილებში ცხრ.№1, ცხრ.№2, ცხრ.№3, ცხრ.№4 და 79-81 ფორმულებიდან ჩანს, რომ გარდაუვალ გრძივ სრიალს არ ექნება ადგილი, როდესაც მრუდის რადიუსი  $R \geq 950$  მ. დანარჩენ შემთხვევაში კი გარდაუვალია თვლების გრძივი სრიალი რელსების თავზე, მათი ღერძზე ხისტად ჩამოცმის გამო.

ვინაიდან

$$S = S_o + 2c, \quad (82)$$

ხოლო

$$\delta = \frac{S_o - a - 2b}{2}, \quad (83)$$

სადაც  $S_o$  ლიანდის სიგანეა.

$c$  - მანძილი რელსის ღერძიდან რელსის თავის გვერდით წახნაგამდე, ლიანდის სიგანის გაზომვის დონეზე.

$a$  - მანძილი წყვილთვალის თვლის ქიმების შიგა წახ-  
ნაგებს შორის, ლიანდის სიგანის გაზომვის დონეზე.

$b$  - ქიმის სისქე, ლიანდის სიგანის გაზომვის დონეზე.

მაშინ 78-ე ფორმულას ექნება შემდეგი სახე:

$$\frac{S_o + 2c}{R} = \frac{S_o - a - 2b}{n\rho} . \quad (84)$$

თუ ამოვხსნით ამ განტოლებას  $n, R, \rho$  და  $S_o$  -ის მიმართ მივი-  
ღებთ მათ ისეთ მნიშვნელობებს, როდესაც ადგილი არ ექნება  
თვლების გრძივ სრიალს

$$n = \frac{R(S_o - a - 2b)}{\rho(S_o + 2c)} , \quad (85)$$

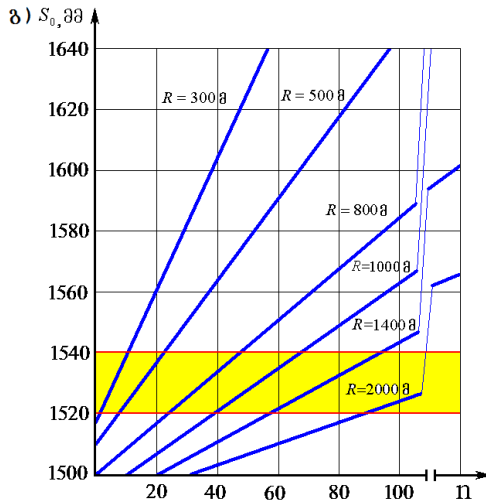
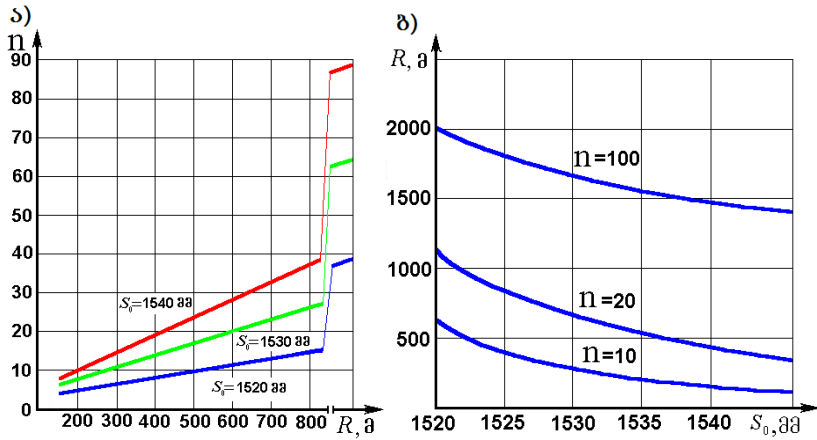
$$R = \frac{n\rho(S_o + 2c)}{S_o - a - 2b} , \quad (86)$$

$$\rho = \frac{R(S_o - a - 2b)}{n(S_o + 2c)} , \quad (87)$$

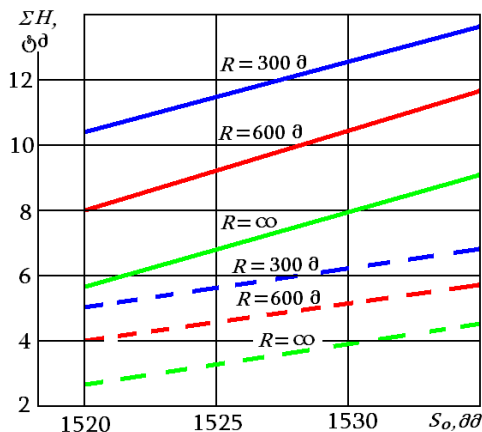
$$S_o = \frac{2n\rho c + R(a + 2b)}{R - n\rho} , \quad (88)$$

85, 86 და 88 ფორმულების გაანგარიშების შედეგები ნაჩვენებია №78 ნახაზზე, საიდანაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ თვლე-  
ბის ღერძზე ხისტად ჩამოცმის გამო, თვლების გრძივი სრიალი  
რელსის თავზე გარდაუვალია. №77 ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ  
ლიანდის სიგანის გაგანიერებისას, ახალი თვლების შემთხვევაში  
( $n=20$ ) თვლების გრძივი სრიალი რელსზე რამდენადმე კლებუ-  
ლობს, გაცვეთილი თვლების შემთხვევაში კი, როცა  $n \cong 200$  და,  
მით უმეტეს, როცა  $n \cong \infty$ , გრძივი სრილის შემცირება არ ხდება.  
ამას გარდა ცნობილია, რომ მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძა-  
ლების წარმოშობის დროს (სამუხრუჭო უბნები), ლიანდის სიგანის  
გაგანიერებამ შეიძლება გამოიწვიოს ჰორიზონტალური გვერდითი

დატვირთვების გაზრდა, თვლის ქიმების მიბჯენით რელსის თავის გვერდით წახნაგთან (ნახ.№79).



ნახ.№78.  $n$  (ა),  $R$  (ბ) და  $S_0$  (გ) მნიშვნელობების განსაზღვრის გრაფიკი, რომლის დროსაც ადგილი არ ექნება თვლების გრძივ სრიალს რელსებზე.



ნახ. №79. ლიანდაგზე ნახევარვაგონის ურიკის დამატებითი გვერდითი ზემოქმედების  $\Sigma H = f(F)$  გრაფიკი, ლიანდის სიგანეზე დამოკიდებულებით, როდესაც კუმშვის გრძივი ძალა  $F = 1000$  კნ (უწყვეტი ხაზი) და  $F = 500$  კნ (წყვეტილი ხაზი).

## 2. მრუდებში გარე რელსზე თვლების გრძივი სრიალის ექსპერიმენტული შეფასების მეთოდика

რელსებზე თვლების გრძივის ასრიალებისადმი თვალყურის დევნება უშუალოდ და არა ირიბი გზით, ანუ მოძრავი შემადგენლობის თვლების სრიალის ხვედრითი წილის ინსტრუმენტალური საშუალებებით გაზომვა ან დარეგისტრირება, რეალურ საექსპლუატაციო პირობებში ძალიან რთულია. პრინციპში, ძირითადი ექსპერიმენტული მეთოდებით ასეთი გაზომვების განხორციელება შესაძლებელია:

1. მოძრავ შემადგენლობაზე, ურიკებზე, თვლებზე დამონტაჟებული აპარატურის მეშვეობით.



2. ლიანდაგში, რელსებზე განთავსებული აპარატურის საშუალებით.

3. ერთდროულად (ურთიერთმაკონტროლებელი) ორივე მეთოდის გამოყენებით.

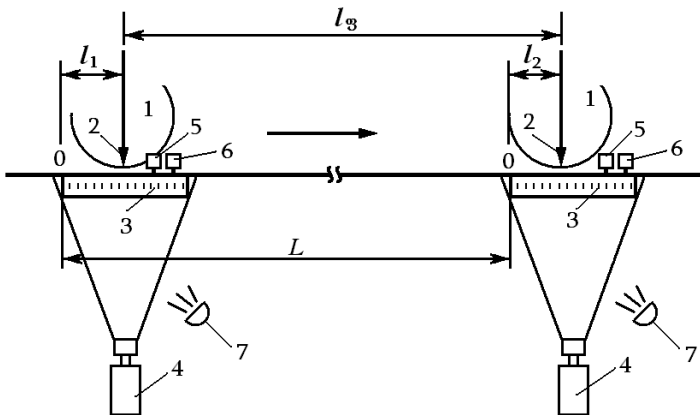
პირველ ორ მეთოდს გააჩნია ბევრი სპეციფიკური დადებითი და უარყოფითი თავისებურება. შეგვიძლია გავიხსენოთ რამდენიმე. პირველი მეთოდით შესაძლებელია რელსებზე თვლის მოძრაობის ტრაექტორიის, თვლის განივი პროფილის და ა.შ. საკმაოდ ზუსტად კონტროლირება. მაგრამ, რამდენადაც თითოეული თვლის გაწყობა დაკავშირებულია არაერთ ტექნიკურ და ორგანიზაციულ სიძნელეებთან (მხედველობაშია ექსპლუატაციაში არსებული სავაგონო პარკი), დასაკვირებელი თვლების რაოდენობა ყოველთვის შეზღუდულია, ხოლო მათი „ქცევა“ რელსებზე მრუდებში დაკავშირებულია ურიკების, ვაგონების და ა.შ. სპეციფიკურ თავისებურებებთან.

მეორე მეთოდს გააჩნია მთელი რიგი განსხვავებული ღირსებები პირველ მეთოდთან შედარებით. ამ მეთოდის განხორციელება გაცილებით იაფი ჯდება და ორგანიზაციულად ადვილი მოსაწყობია. კონკრეტული ამოცანების შესასრულებლად შედარებით ნაკლები სიზუსტის (საექსპლუატაციო უბნებზე გამავალი თვლების რაოდენობრივი გეომეტრიული მახასიათებლების მიღება ძალიან გაძნელებულია და ზოგიერთ შემთხვევაში შეუძლებელიცაა) კომპენსირება შესაძლებელია უფრო მასიური გაზომვების ჩატარებით.

მესამე მეთოდი ახდენს ზემოთ აღნიშნული მეთოდების დადებითი და უარყოფითი მხარეების კომპენსირებას, მაგრამ მისი გაცილებით მაღალი ღირებულება და შრომატევადობა მოითხოვს მისი გამოყენების სპეციალურ დასაბუთებას.

ВНИИЖТ-ის ლაბორატორიაში დამზადდა ხელსაწყოების კომპლექსი, რომლიც განლაგდება ლიანდაგში და არ არის დაკავშირებული მოძრავი შემადგენლობის თვლებთან.

შერჩეულ მრუდში გარე სარელსო ძაფზე (ნახ.№80) საზომი მონაკვეთის  $L$  (ბაზა) ბოლოებში მაგრდება (რელსის თავის გარე გვერდით წახნაგზე) ნიველირის ლარტყის მსგავსი გრძივი სკალა-სახაზავები 3.



ნახ.№80. მრუდებში რელსზე თვლის გრძივი სრიალის გასაზომი აპარატურის კომპლექსის პრინციპიალური სქემა: 1 - თვალი, 2 - ნიშანი თვალზე, 3 - სკალა - სახაზავი სიგრძით  $L$ , 4 - კინოკამერა, 5 - ლენტური კონტაქტ-საზომები, 6 - ოპტიკური ხელსაწყოები, 7 - სანათი,  $l_1, l_2$  - მიმდინარე ანათვლები.

გამოსაკვლევი თვლის ფერსოზე ცარცით დააქვთ ნიშანი. ამ თვლების გორვისას ნიშანი ქვედა მდგომარეობაში (თვლის ბრუნვის მყისიერი ცენტრის წერტილში) აუცილებლად დაემთხვევა თავიდან სვლის მიმართულებით პირველ, ხოლო შემდეგ მეორე სკალაზე რაიმე დანაყოფს. სკალებზე ამ დანაყოფებს შორის მანძილის  $l_g$  შედარება თვლის გორვის გაშლილ სიგრძესთან  $l_g$ ,

რომელმაც ბაზის  $L$  ფარგლებში გააკეთა  $n$  ბრუნა, თვლის ასრიალების აბსოლუტური სიდიდის მიღების საშუალებას იძლევა.

ზემოთ აღნიშნული მეთოდის პრაქტიკული რეალიზება დაკავშირებულია ბევრ სიძნელეებთან, როგორც აპარატურის აღჭურვილობის, ისე ინფორმაციის შემდგომი დამუშავების მნიშვნელობით.

თვლებზე აღნიშნული ნიშნების სკალის დანაყოფებთან დამთხვევის რეგისტრაციისათვის გამოყენებულია კინოკამერები, რომელთა გადაღების სიჩქარეა 64 კადრი წამში. კინოკამერები განთავსებულია რელსებიდან დაახლოებით 6მ-ის მანძილზე იმ მიზნით, რომ 3მ-იანი სიგრძის (ასეთ მანძილზე თვალზე მონიშნული ნიშანი აუცილებლად დაემთხვევა რომელიმე დანაყოფს. შემდგომი დამუშავების დროს ეს დანაყოფი წაიკითხება მიკროსკოპის ქვეშ 5მმ-ის სიზუსტით) სკალა მთლიანად მოხვდეს კადრში.

წინასწარ ცდებში ბაზის  $L$  სიგრძედ მიღებულია 30მ.

განივი მიმართულებით რელსის მიმართ თითოეული თვლის მდებარეობის რეგისტრაციისათვის, ბაზის ბოლოებში გამოყენებულია ოპტიკური ხელსაწყოები, რომელთა საშუალებით, ქაღალდის ლენტზე, ლიანდაგში მოძრავი ყოველი თვლის ქიმი თავისი წვერით აკეთებს აღნიშვნას.

თითოეული თვლის ფაქტიური გორვის წრის განსასაზღვრავად გამოიყენება ლენტური კონტაქტსაზომები. მათი საშუალებით თვლების ქვეშ, რელსის თავზე, უწყვეტად იჭიმება თითბერის ლენტი, რომელზედაც თვალი ტოვებს მკაფიო კონტაქტურ ანაბეჭდს. თვლის გორვის გაშლილი სიგრძე  $l_g$  გამოითვლება რელსის თავზე კონტაქტური ანაბეჭდის განლაგების, თვლის ქიმის რელსის თავის მიმართ მდებარეობის, თვლის ფერსოს განივი პროფილის

და თვლის საშუალო გორვის წრის (სტანდარტულ მანძილზე 70მმ ქიმის გარე წახნაგიდან) მონაცემების საფუძველზე. თვლის განივი პროფილი და დიამეტრი ფიქსირდება წინასწარ, თვლებზე ნიშნის დადებამდე.

### **3. მრუდებში შიდა ძაფიდან გარე ძაფზე რელსების ცვეთის გადანაწილების ანალიზი და ამის შედეგად რელსებში კონტაქტურ-დაღლილობითი დაზიანებების შემცირება**

ბოლო 15-20 წლის მანძილზე ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემა გახდა მოძრავი შემადგენლობის თვლის ქიმებისა და რელსების ინტენსიური გვერდითი ცვეთა მცირერადიუსიან მრუდებში ( $R < 500\text{მ}$ ). თუ ყოფილ საბჭოთა კავშირში 1983 წელს გვერდითი ცვეთის გამო შეიცვალა 3417 რელსი, 1995 წელს მხოლოდ რუსეთის რკინიგზაზე გვერდითი ცვეთის გამო შეცვლილ იქნა 47631 რელსი. საქართველოს რკინიგზაზე 1991 წელს - 75 რელსი, ხოლო 2010 წელს - 337 რელსი (ცხრილი №21).

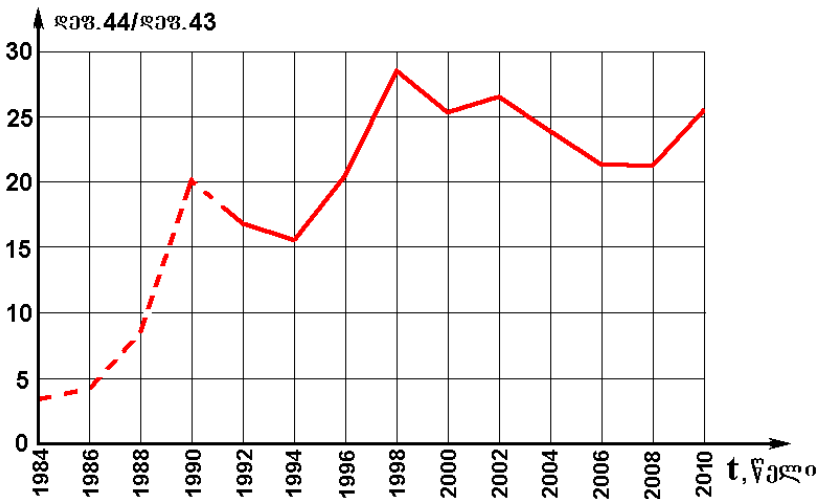
ეს ყველაფერი კი ხდება იმ დროს, როდესაც რუსეთის რკინიგზებზე უბნის საშუალო ტვირთდაცაბულობა 1988 წელთან (42,6 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წწ.) შედარებით 1995 წელს (19,6 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წწ) ორჯერ და მეტად შემცირდა. მნიშვნელოვნად იკლო საშუალო ტვირთდაცაბულობამ საქართველოს რკინიგზაზეც (1988 წელს - 34 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წწ; 1995 წელს - 6,2 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წწ; 2004 წელს - 16,2 მლნ.ბრ.ტ. კმ/კმ.წწ; 2010 წელს - 21 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წწ). მთლიანად საქართველოს რკინიგზაზე და მათ შორის სურამის საუღელტეხილო უბანზე შემცირდა მატარებელთა საშუალო სიჩქარეებიც 45კმ/სთ-დან (1988 წელი) 29კმ/სთ-მდე (2010 წელი).

## P65 ტიპის რელსის მტყუნება დეფექტების მიხედვით

| წელი | P65 ტიპის რელსის<br>მტყუნება დეფექტების<br>მიხედვით |        |                   | წელი | P65 ტიპის რელსის<br>მტყუნება დეფექტების<br>მიხედვით |        |                   |
|------|-----------------------------------------------------|--------|-------------------|------|-----------------------------------------------------|--------|-------------------|
|      | ნახ.44                                              | ნახ.43 | ნახ.44/<br>ნახ.43 |      | ნახ.44                                              | ნახ.43 | ნახ.44/<br>ნახ.43 |
| 1983 | 3417                                                | 1039   | 3,2               | 1997 | 225                                                 | 14     | 16,1              |
| 1984 | 4790                                                | 1379   | 3,5               | 1998 | 345                                                 | 12     | 28,8              |
| 1985 | 5985                                                | 1730   | 3,5               | 1999 | 241                                                 | 11     | 21,9              |
| 1986 | 6620                                                | 1565   | 4,2               | 2000 | 478                                                 | 19     | 25,1              |
| 1987 | 8361                                                | 1358   | 6,2               | 2001 | 429                                                 | 18     | 23,8              |
| 1988 | 13358                                               | 1613   | 8,3               | 2002 | 132                                                 | 5      | 26,4              |
| 1989 | 21110                                               | 1371   | 15,4              | 2003 | 162                                                 | 8      | 20,2              |
| 1990 | 27216                                               | 1336   | 20,3              | 2004 | 338                                                 | 14     | 24,1              |
| 1991 | 28828/75                                            | 1377/5 | 20,9/<br>15,0     | 2005 | 310                                                 | 13     | 23,8              |
| 1992 | 102                                                 | 6      | 17,0              | 2006 | 283                                                 | 13     | 21,8              |
| 1993 | 263                                                 | 14     | 18,8              | 2007 | 224                                                 | 10     | 22,4              |
| 1994 | 188                                                 | 12     | 15,7              | 2008 | 232                                                 | 11     | 21,1              |
| 1995 | 130                                                 | 8      | 16,3              | 2009 | 292                                                 | 13     | 22,5              |
| 1996 | 165                                                 | 8      | 20,6              | 2010 | 337                                                 | 13     | 25,9              |

**შენიშვნა:** 1991 წლის ჩათვლით – სსრკ-ს რკინიგზების ქსელში, 1991 წლიდან საქართველოს რკინიგზის ქსელში.

ყოფილი საბჭოთა კავშირის და, მათ შორის, საქართველოს რკინიგზაზეც ბოლო წლებში ადგილი აქვს რელსების ცვეთის მრუდის შიგა მაფიდან (დეფექტი ნახ.43) გარე მაფზე (დეფექტი ნახ.44) გადანაწილებას. 1983 წელს რელსების მტყუნება დეფექტ ნახ.44-ის გამო 3,2-ჯერ მეტი იყო ვიდრე დეფექტ ნახ.43-ის გამო, ხოლო შემდგომ წლებში ზემოთ აღნიშნული თანაფარდობა მკვეთრად გაიზარდა და 2010 წელს შეადგინა 25,9 (ნახ.№81).



*ნახ.№81. რელსების ცვეთის შიგა მაფიდან (დეფექტი ნახ.43) გარე მაფზე (დეფექტი ნახ.44) გადანაწილების ცვალებადობის გრაფიკი წლების მიხედვით (1991 წლის ჩათვლით – ყოფილი სსრკ-ს, ხოლო 1991 წლიდან საქართველოს რკინიგზის ქსელში).*

აუცილებლად აღსანიშნავია კიდევ ერთ ფაქტი - გასული საუკუნის 90-იანი წლებიდან მცირდება რელსების კონტაქტურ-დადლილობითი დაზიანებები (დეფექტი ნახ.21), მიუხედავად რელსებზე ღერძული დატვირთვის გაზრდისა.

თუ ყოფილ საბჭოთა კავშირში 1982 წელს რელსების დეფექტ ნახ.21-ით მტყუნება 7,17-ჯერ (716%) აღემატებოდა რელსების

დეფექტ ნახ.44-ით მტყუნებას, 1996 წელს შეადგინა მხოლოდ 29%. დაახლოებით იგივე პროცენტული მაჩვენებელია ამჟამადაც.

ზემოთ აღნიშნული პარადოქსის ახსნა ადვილია - რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის (დეფექტი ნახ.44) ზრდამ შეამცირა რელსების მტყუნება კონტაქტურ-დაღლილობითი დაზიანებებით (დეფექტი ნახ.21). ამ მოვლენის ფიზიკური არსი შემდეგშია. ექსპლუატაციის პროცესში სწორში და მრუდში, გარე რელსის მუშა მომრგვალების ზედა ნაწილში, წარმოიქმნება ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია. ამიტომ, ამ ზონაში (3-დან 10მმ-ს სიღრმემდე) წარმოიქმნება და გატარებული ტონაჟის მატებასთან ერთად იზრდება კუმშვის ნარჩენი ძაბვები. ზემოთ აღნიშნული სიღრმის ქვემოთ წარმოიქმნება და ტონაჟის მატებასთან ერთად თანდათანობით იზრდება გამაწონასწორებელი გამჭიმვი ძაბვები. აღნიშნული გამჭიმვი ძაბვები თავისი ბუნებით არ ითვლება ნარჩენ ძაბვებად, არამედ მიეკუთვნება გამაწონასწორებელთა კატეგორიას. ამიტომ, რელსის თავის მუშა მომრგვალების გამკვრივებულ (ცივანაჭედ) შრეში, კუმშვის ნარჩენი ძაბვების მოხსნის (განმუხტვის) შემდეგ, გამაწონასწორებელი გამჭიმვი ძაბვები ქრება. რელსის თავის მუშა მომრგვალების ზედა ნაწილში აღნიშნული კუმშვის ნარჩენი ძაბვები, რელსის თავის გვერდითი ცვეთის დროს იხსნება. მაშასადამე მასთან ერთად ქრება 3-10მმ-ზე მეტ სიღრმეზე არსებული მათი გამაწონასწორებელი გამჭიმვი ძაბვებიც. კუმშვის ნარჩენი დაძაბულობიდან მისი გამაწონასწორებელი გამჭიმვი დაძაბულობის გადასვლის ზონაში წარმოიქმნება მაქსიმალური მხები ძაბვები, რომლებიც ციკლურად იცვლება თვლების გავლის დროს. ამ ზონის ქვეშ არსებული გამაწონასწორებელი გამჭიმვი (რელსის გასწვრივ) ძაბვები ითვლება პასუხისმგებელად, იმისათვის რათა დაღლილობითი გრძივი დახრილი ბზარები არ განვითარდეს ქვე-

და მიმართულებით (გამაწონასწორებელი გამჭიმვი ძაბვების მოქმედების ზონაში), ანუ არ მოხდეს დეფექტ ნახ.11-ის გადაზრდა დეფექტ ნახ.21-ში.

რელსის თავის გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის შემცირების და წინამდებარე სახელმძღვანელოში გადმოცემული რეკომენდაციების რეალიზების შემდეგ, უნდა ველოდოთ რელსების მტყუნების ზრდას კონტაქტურ-დაღლილობითი დეფექტებით ნახ.11 და ნახ.21. ეს მოხდება თუ არ იქნება გათვალისწინებული კონტაქტურ-დაღლილობითი დაზიანებების შემცირების ტექნიკური და საბუთებელი გადაწყვეტა, ადგილობრივი კონტაქტური ძაბვების მუშა მომრგვალების ზონიდან რელსის თავის გორვის ზედაპირის შუა ნაწილში გადანაწილების ხარჯზე (იხ. მეათე თავის პირველი პარაგრაფი).

ცვეთის მნიშვნელოვანი გადანაწილება მრუდის შიდა ძაფიდან გარეზე, რომელიც მოხდა ბოლო 15-20 წლის განმავლობაში, მიუხედავად ვერტიკალური დატვირთვების საწინააღმდეგო მიმართულებით გადანაწილებისა, მოწმობს იმას, რომ კარდინალურად უნდა შეიცვალოს ხედვა თვლებისა და რელსების ცვეთის შესახებ, რომ გარე რელსის შემადგენლის მატებით მცირდება მისი ცვეთა, გარე ძაფის განტვირთვის გამო, ხოლო შიდა რელსის ცვეთა იზრდება მისი გადამეტვითულობის გამო. ასეთი მტკიცება არასწორია, ვინაიდან არ ითვალისწინებს თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალის გადანაწილებას შიდა და გარე ძაფებს შორის, გარე რელსის შემადგენლის შეცვლის შემთხვევაში და ეფუძნება მხოლოდ ვერტიკალური ძალების გადანაწილებას (არ არის სრიალი, ადგილი არ ექნება ფრიქციულ ცვეთას, გადამცემული ძალების სიდიდის მიუხედავად).



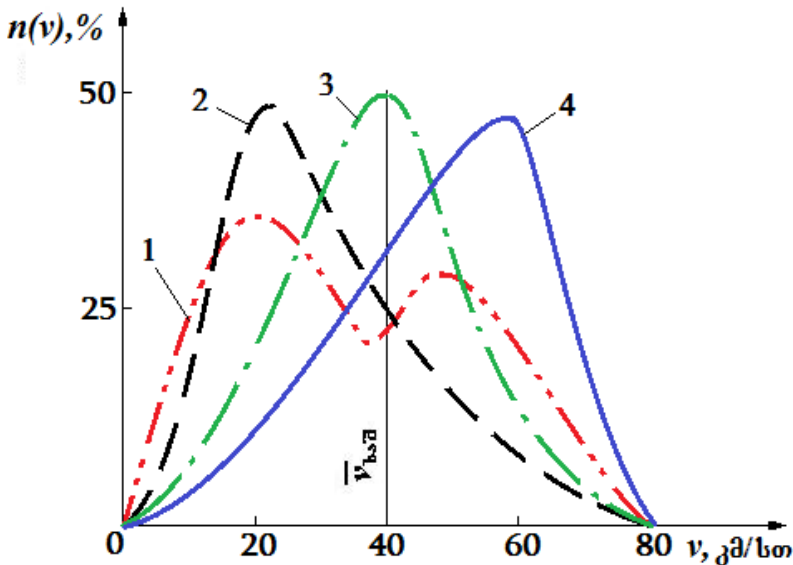
ბუნებრივია, რომ მრუდის შიდა ძაფზე რელსების ფრიქციული ცვეთის ინტენსივობის შემცირებასა და გარე ძაფზე რელსების გვერდითი ცვეთის მატებასთან ერთად მოხდა ცვეთის ასეთივე გადანაწილება მოძრავი შემადგენლობის თვლებზეც: მრუდის შიდა ძაფზე მოძრავი თვლების ცვეთა შემცირდა, ხოლო გარე ძაფზე მოძრავი თვლების ცვეთა გაიზარდა. რამდენადაც თვლების უმრავლესობა გარე რელსზე მოძრაობს რელსის თავის გვერდით წახნაგთან მიახლოებული ქიმიტ, ამიტომ გაიზარდა ქიმისა და ფერსოს ცვეთა ქიმის ძირთან, მრუდის შიდა ძაფზე მოძრავი თვლის ცვეთის შემცირების ხარჯზე. გასული საუკუნის 90-იანი წლების შემდეგ შეიცვალა თვლის ცვეთის ფორმა. თუ 90-იან წლებამდე თვლის ცვეთის მაქსიმუმი, როგორც წესი, მდებარეობდა გორვის საშუალო წრესთან ახლოს, 90-იანი წლების შემდეგ ცვეთის მაქსიმუმმა, უმეტეს შემთხვევაში, გადაინაცვლა ქიმის ძირთან და მნიშვნელოვნად გაიზარდა ქიმების ცვეთის ინტენსივობა.

#### 4. მრუდებში მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარეების მნიშვნელობების განაწილების ტიპური პოლიგონები

ერთი და იმავე მრუდში მრავალი სიჩქარის საზომი ლენტის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ რელსების სამსახურის ვადის ( $T = 350 \div 500$  მლნ.ტ. ბრუტო) განმავლობაში, ნებისმიერ მრუდში, სატვირთო მატარებლების ფაქტიური სიჩქარეების გაფანტვა ვრცელდება  $v=0$ -დან (მატარებლის გაჩერება)  $v=80$ კმ/სთ-მდე.

№82 ნახაზზე ნაჩვენებია მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარეების განაწილების  $n(v)$  ყველაზე უფრო ტიპური პოლიგონ-

ნები, მრუდებში ყველაზე უფრო დამახასიათებელ ადგილებში, რელსების სამსახურის ვადის განმავლობაში.



ნახ. №82. რელსების სამსახურის ვადის განმავლობაში სატვირთო მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარეების განაწილების პოლიგონი: 1 – შუალედური სადგურის შესასვლელ სიგნალთან, 2 – გაჭიანურებული აღმართის ბოლოში, 3 – საშუალო სიჩქარისას, როცა  $v_{ბმ} = 40$  კმ/სთ, 4 – გაჭიანურებული დაღმართის ბოლოში.

ერთლიანდაგიანი უბნების მრუდებში შუალედური სადგურის შესასვლელი სიგნალის წინ აღნიშნული განაწილების  $n(v)$  პოლიგონს გააჩნია ორკუზიანი ფორმა (იხ. ხაზი 1). ეს განპირობებულია იმით, რომ მატარებლების ნაწილი მიიღება გვერდით ლიანდაგში დაბალი სიჩქარით; ზოგჯერ მატარებლები ჩერდება შესასვლელი სიგნალის წინ. ამ მატარებლების სიჩქარე განაპირობებს პირველ კუზს. მატარებლები, რომლებიც მთავარ ლიანდაგზე გაიშვება

გაუჩერებლად, მოძრაობენ სიჩქარეებით, რომელიც ქმნის 1 ხაზის მეორე კუზს.

სხვა მრუდებში მოდალური მნიშვნელობების  $v_{\text{mod}}$  განაწილების  $n(v)$   $v$  ღერძის მიმართ გადანაცვლების მიზეზი ნათელია ნახაზის ქვეშ მიწერილი მნიშვნელობების მიხედვით.

მთავარი დასკვნა, რომელიც შეიძლება გაკეთდეს ზემოთ მოყვანილი გრაფიკების მიხედვით, მრუდებში გარე რელსის შემადლების თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე სრიალის მიმართ გავლენის შესაფასებლად, მდგომარეობს იმაში, რომ ნებისმიერ მრუდში, ხანგრძლივი ექსპლუატაციის განმავლობაში, რელსების მთლიანად შეცვლის სამუშაოებს შორის აუცილებლად ექნება ადგილი მრუდებში მატარებლის მოძრაობას მინიმალური (25კმ/სთ, 15კმ/სთ) სიჩქარეებით [მათ შორის ნულთან მიახლოებული (მატარებლის გაჩერება)] გარე რელსის მაქსიმალური შემადლების პირობებში (შესაძლოა 150მმ).

## **5. რა არის გარე რელსის ჭარბი შემადლება, რატომ წარმოიშვა და როგორ განისაზღვრება მისი მნიშვნელობა?**

იმისათვის რათა პასუხი გავცეთ კითხვას, თუ რა არის მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადლება, ჯერ უნდა გავარკვიოთ რა არის გარე რელსის ნორმალური შემადლება.

რკინიგზების არსებობის მანძილზე, პრაქტიკულად მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში, გარე რელსის ნორმალური შემადლება მრუდებში,

განისაზღვრება გარე და შიგა ძაფზე მოძრავი შემადგენლობის ყველა თვლის ჯამური ვერტიკალური ზემოქმედების ტოლობის პირობით

$$\sum nP_b = \sum nP_a, \quad (89)$$

სადაც  $n$  მოძრავი შემადგენლობის თვლების რაოდენობაა.

$P_b$ ,  $P_a$  - მოძრავი შემადგენლობის თვლებიდან გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვა, შესამამისად მრუდის გარე და შიგა რელსზე, კნ.

ზემოთ აღნიშნული პირობა შეიძლება უზრუნველყოფილ იყოს მხოლოდ მოძრაობის სტაბილური სიჩქარეების შემთხვევაში. ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში სტაბილური სიჩქარეების შენარჩუნება შეუძლებელია. ამიტომაც, ადგილი აქვს დისბალანსს, გარე რელსის ფაქტიურ შემადგენლობასა და მოძრავი შემადგენლობის ფაქტიურ სიჩქარეებს შორის. ეს არის გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობის ერთ-ერთი მიზეზი.

გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობის მეორე მიზეზია ლიანდაგის მორიგი შეკეთების დროს გარე რელსის შემადგენლობის გაზრდა, მისი მნიშვნელობის შემცირების ნაცვლად, იმ მცდარი მოსაზრების გამო, რომ რელსების გვერდითი ცვეთის შემცირების მიზნით მოხდეს გარე სარელსო ძაფის განტვირთვა.

მესამე და ყველაზე მთავარი მიზეზია მცდარი შეხედულება გარე რელსის შემადგენლობის საყოველთაოდ მიღებული საწყისი პირობის გამოყენებისას (89). როგორც ცნობილია, გარე რელსის შემადგენლობა გამოითვლება ფორმულით:

$$h = \frac{12,5kV_{\text{საშ}}^2}{R}, \quad (90)$$

სადაც  $V_{\text{საშ}}$  მატარებელთა მოძრაობის საშუალო შეწონილი სიჩქარეა, კმ/სთ,

$R$  - წრიული მრუდის რადიუსი, მ,

$k$  - უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გარე და შიგა სარელსო ძაფებზე რელსების მტყუნების ალბათობას; როცა  $R \leq 400\text{მ}$   $k=0,8$ , როცა  $R = 401\text{მ} \div 799\text{მ}$   $k = 1$  და როცა  $R \geq 800\text{მ}$   $k = 1,2$ .

გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობა მრუდებში წარმოიქმნება 90-ე ფორმულაში არა ფაქტიური საშუალო, არამედ გაზრდილი სიჩქარის გათვალისწინების გამო.

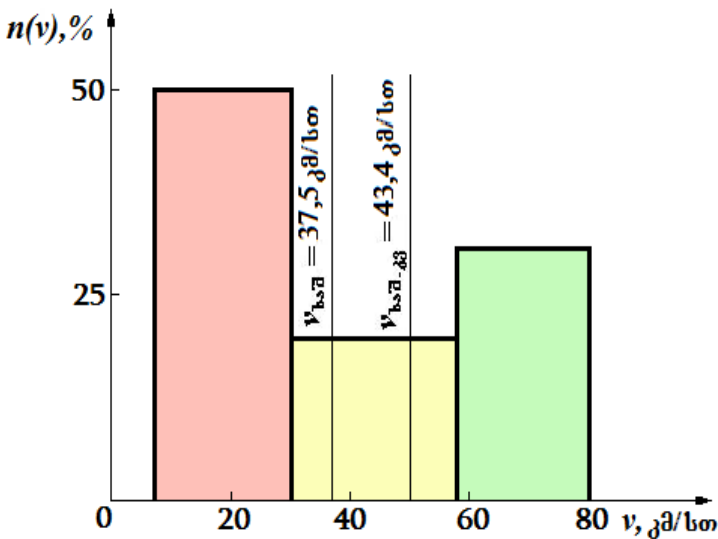
თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ მრუდი (ნახ.№82), რომელზეც ნაჩვენებია მატარებლების მოძრაობის სიჩქარეების განაწილება (ორკუბიანი ხაზი 1). ამოცანის გასამარტივებლად დავყოთ მატარებლები სიჩქარეების მიხედვით სამ ბლოკად (ნახ.№83): პირველი – 5კმ/სთ-დან – 30კმ/სთ-მდე ( $v_1 = 17,5$  კმ/სთ); ასეთი მატარებლების წილი დაახლოებით  $n = 50\%$ -ია. მეორე – 30კმ/სთ-დან – 55კმ/სთ-მდე ( $v_2 = 42,5$  კმ/სთ), შესაბამისად  $n = 20\%$  და მესამე ბლოკი – 55კმ/სთ-დან – 80კმ/სთ-მდე ( $v_3 = 67,5$  კმ/სთ),  $n = 30\%$ . შევადაროთ საშუალო და საშუალოკვადრატული სიჩქარეების მნიშვნელობები, მიღებული შემდეგი ფორმულების საშუალებით:

$$v_{\text{საშ}} = \frac{n_1 v_1 + n_2 v_2 + n_3 v_3}{n_1 + n_2 + n_3} = 37,5 \text{ კმ/სთ}, \quad (91)$$

$$v_{\text{საშ.კვ}} = \sqrt{\frac{n_1 v_1^2 + n_2 v_2^2 + n_3 v_3^2}{n_1 + n_2 + n_3}} = 43,4 \text{ კმ/სთ}. \quad (92)$$

შედეგად მივიღეთ, რომ საშუალო კვადრატული სიჩქარე 15,7%-ით მეტია საშუალო სიჩქარეზე. ამიტომ 90-ე ფორმულით გამოთვლილი გარე რელსის შემადგენლობა კვადრატული სიჩქარის დროს

34%-ით მეტი გამოდის, ვიდრე საშუალო სიჩქარით გამოთვლილი გარე რელსის შემადღეზაზე.



**ნახ. №83. მატარებლების სიჩქარეების მიხედვით განაწილების ბლოკი.**

ამიტომ, საშუალო სიჩქარით გამოთვლილი გარე რელსის შემადღეზის შემთხვევაში, მატარებლების 50%, რომელთა სიჩქარე საშუალოზე ნაკლებია, განსახილველ მრუდში იმომრავებენ შიგა სრიალებზე დაყრდნობით (უარყოფითი გაუბათილებელი აჩქარებით), ხოლო მეორე ნახევარი – გარე სრიალებზე დაყრდნობით (დადებითი გაუბათილებელი აჩქარებით). პირველ შემთხვევაში თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალი მოხდება გარე რელსზე (თვლების 50%), ხოლო მეორე შემთხვევაში – შიგა რელსზე (თვლების 50%). თუ გარე რელსის შემადღეზა გამოთვლილი იქნება, არა საშუალო, არამედ საშუალო კვადრატული სიჩქარით, მაშინ შიგა სრიალებზე დაყრდნობით, ანუ გარე ძაფზე ასრიალებით გაივლის მატარებლების თვლების 66%, ხოლო შიგა ძაფზე თვლების მხო-

ლოდ 34%. თანამედროვე ინსტრუქციებში და სახელმძღვანელოებში გარე რელსის შემადგენლობის განსაზღვრისას გამოიყენება საშუალო კვადრატული სიჩქარე, რაც ხელს არ უწყობს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებას და შესაბამისად იზრდება გარე სარელსო ძაფზე თვლის ქიმების გრძივი სრიალი, ანუ იზრდება თვლის ქიმების და რელსების ცვეთის ინტენსიურობა.

ლიანდაგის კაპიტალური შეკეთების პროექტის შედგენისას არ გაითვალისწინება მატარებელთა მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარეები, რადგან ეს საკმაოდ შრომატევადი სამუშაოა. აუცილებელია გაანალიზებული იყოს მრავალი სიჩქარის საზომი ლენტი მრავალი წლის განმავლობაში. ამიტომ, პროექტის შედგენისას ლიანდაგში ტოვებენ გარე რელსის შემადგენლობის არსებულ მნიშვნელობებს. ამავე დროს, არ გაითვალისწინება წვეის ანგარიშებით მიღებული სიჩქარეებიც კი, რომელიც ფაქტიურთან შედარებით ყოველთვის მაღალია, დაახლოებით 15-20%-ით. არ გაითვალისწინება, აგრეთვე, მუდმივი სალიანდაგო გაფრთხილებები, მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარის შემცირების შესახებ, რომელიც ლიანდაგის მრუდე უბნებისათვის უფრო ხშირად გაიცემა ვიდრე სწორი უბნებისათვის. ამავე დროს გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ წვეის ანგარიშებისაგან განსხვავებით, მატარებლების გარკვეული რაოდენობა, ექსპლუატაციის პერიოდში, მოძრაობს დაბალი სიჩქარეებით ან სულაც ჩერდება, რასაც წვეის ანგარიშები არ ითვალისწინებს.

საქართველოს რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, ძირითადად, განისაზღვრება სადგურებს შორის მატარებლების სვლის დროის მიხედვით, რომელიც ზუსტად ფიქსირდება სადგურის მორიგის ჟურნალში. გადასარბენზე კი შესაძლებელია იყოს მცირერადიუსიანი მრუდები, ციცაბო დაღმართები და აღ-

მართები, რომლებიც ზღუდავენ მოძრაობის სიჩქარეს. ამას გარდა, მატარებლების სადგურიდან გამოსვლისას ან სადგურში შესვლისას მოძრაობის სიჩქარე, არსებითად, განსხვავდება საშუალო სიჩქარისაგან. ამიტომ, ასეთი მეთოდით განსაზღვრული მატარებელთა მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, მით უმეტეს მატარებლების მასისა და რაოდენობის გაუთვალისწინებლად, იძლევა მნიშვნელოვან ცდომილებას.

მატარებელთა მოძრაობის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრის ყველაზე უფრო უხეში ხერხია, რომლითაც ზოგჯერ სარგებლობენ რკინიგზის უფროსის ბრძანებით, გადასარბენზე დაშვებული დასაშვები სიჩქარეები. ამ შემთხვევაში გარე რელსის უფრო ჭარბი შემადგენლობა მიიღება.

საქართველოს რკინიგზაზე, განსაკუთრებით სურამის საუღელტეხილო უბანზე, შეიმჩნევა გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობა, რაც გამოწვეულია თავიდანვე არასწორად შერჩეული გარე რელსის შემადგენლობით; ხოლო საუღელტეხილო უბანზე სიჩქარეების შემცირებამ კიდევ უფრო ნათელი გახადა გარე რელსის შემადგენლობის სიჭარბე. ამ მიზნით განისაზღვრა გარე რელსის შემადგენლობის მნიშვნელობები, მატარებელთა მოძრაობის რეალური საშუალო შეწონილი სიჩქარეების მიხედვით, საუღელტეხილო უბნის შემდეგი გადასარბენებისათვის: “პირულა-ხარაგაული” II ხაზი – ლუწი მიმართულება, “ხარაგაული-მარელისი” I ხაზი – კენტი მიმართულება. ჩატარებულმა გაანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ ზემოთ დასახელებული გადასარბენების ყველა მრუდში გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობა და 50-60%-ით აღემატება “ზღურბლურ” მნიშვნელობას (იხ. დანართი, ცხრ.№5 და ცხრ.№6).

საქართველოს რკინიგზის სურამის საუღელტეხილო უბანზე მატარებლების მოძრაობის რეალური სიჩქარეების დასადგენად



გაიშიფრა ლოკომოტივის სიჩქარის საზომის 3000-მდე ლენტი. მონაცემთა სტატისტიკური დამუშავების გზით გამოთვლილ იქნა ფაქტიური საშუალო სიჩქარეები საუდელტეხილო უბნის ლუწი და კენტი მიმართულების ყოველი კილომეტრისათვის - ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლებისათვის ცალ-ცალკე [5].

მიღებული შედეგების საფუძველზე გაანგარიშებული იყო მატარებლების საშუალო კვადრატული შეწონილი სიჩქარეები, საუდელტეხილო უბნის ლუწი და კენტი მიმართულებისათვის ფორმულით:

$$V_{\text{საშ}}^2 = \frac{n_{\text{ჩქ}} Q_{\text{ჩქ}} V_{\text{ჩქ}}^2 + n_{\text{სამ}} Q_{\text{სამ}} V_{\text{სამ}}^2 + n_{\text{სატ}} Q_{\text{სატ}} V_{\text{სატ}}^2}{n_{\text{ჩქ}} Q_{\text{ჩქ}} + n_{\text{სამ}} Q_{\text{სამ}} + n_{\text{სატ}} Q_{\text{სატ}}}, \quad (93)$$

სადაც  $n_{\text{ჩქ}}$ ,  $n_{\text{სამ}}$ ,  $n_{\text{სატ}}$  შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო წყვილმატარებლების რიცხვია, წყ.მატ /დღე-ღამეში.

$Q_{\text{ჩქ}}$ ,  $Q_{\text{სამ}}$ ,  $Q_{\text{სატ}}$  – შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების წონა, ტ.

$V_{\text{ჩქ}}$ ,  $V_{\text{სამ}}$ ,  $V_{\text{სატ}}$  – შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების საშუალო სიჩქარე, კმ/სთ.

სურამის საუდელტეხილო უბანზე მატარებლების საშუალო კვადრატული შეწონილი სიჩქარე და სვლის დრო გამოთვლილ იქნა გზის უფროსის #4/5 – 12.01.2004 წ. ბრძანებით, დაშვებული სიჩქარეების, მატარებლების მოძრაობის გრაფიკით გათვალისწინებული სვლის დროების და ფაქტიური სიჩქარეების მიხედვით. გაანგარიშების შედეგები მოცემულია დანართში, ცხრ.№7 და ცხრ.№8.

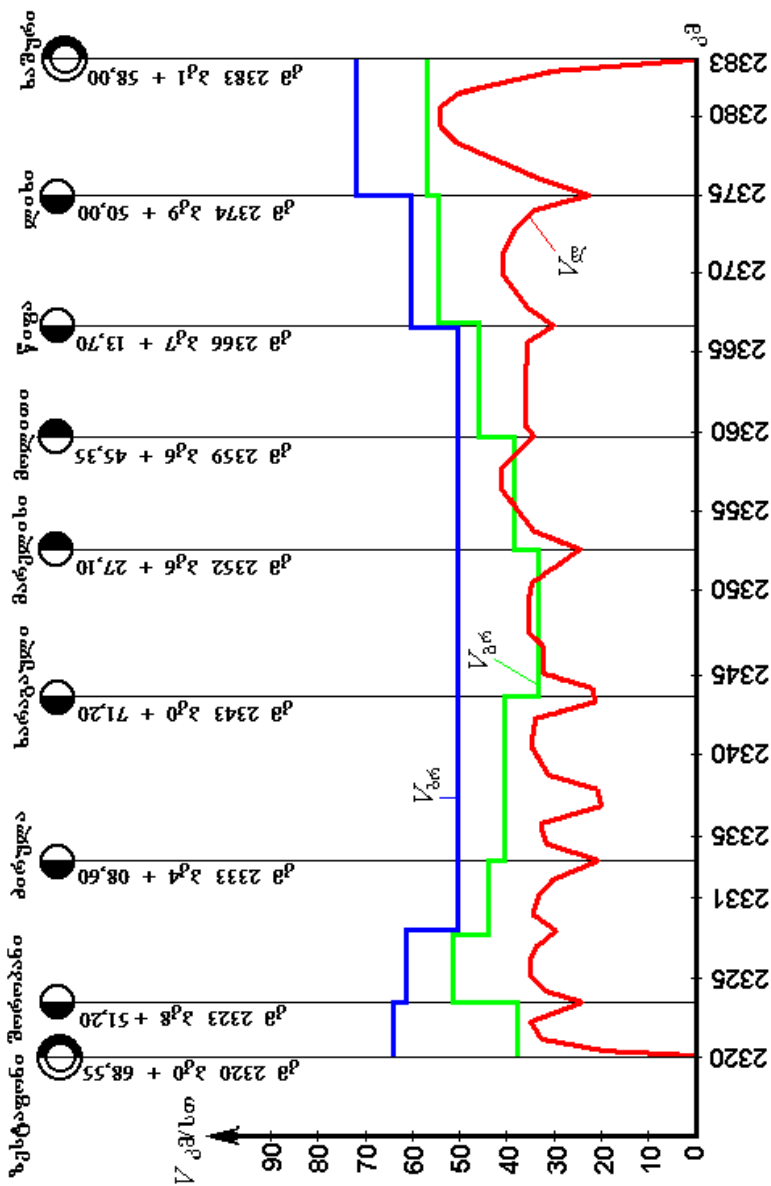
როგორც გაანგარიშების შედეგები გვიჩვენებს მოძრაობის საშუალო რეალური სიჩქარეები, სურამის საუდელტეხილო უბნისათვის, შეადგენს რკინიგზის უფროსის ბრძანებით დაშვებული სიჩქარის 62,3%-ს (I ხაზი-კენტი მიმართულება) და 67,5%-ს (II ხაზი-ლუწი მიმართულება), ხოლო სადგურებს შორის მატარებლების სვლის დროის მიხედვით დადგენილი სიჩქარის 81,9%-ს (I ხაზი -კენტი მიმართულება) და 86,9%-ს (II ხაზი-ლუწი მიმართულება).

გაანგარიშების მონაცემების საფუძველზე აიგო მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარის გრაფიკები სურამის საუდელტეხილო უბნისათვის, როგორც ლუწი (II ხაზი), ისე კენტი (I ხაზი) მიმართულებისათვის (ნახ.№84 და ნახ.№85).

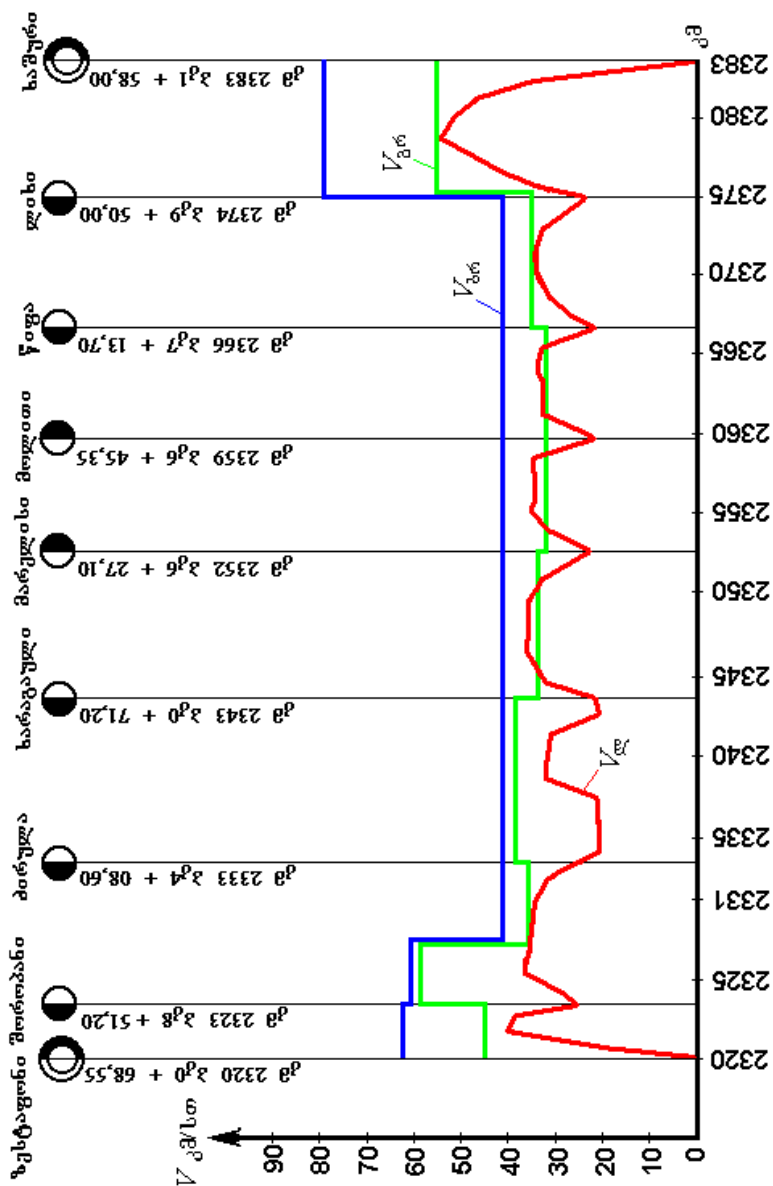
მრუდებში გარე რელსის შემადღება, კონკრეტულ შემთხვევებში, შესაძლებელია განისაზღვროს მატარებელთა მოძრაობის მხოლოდ რეალური საშუალო შეწონილი სიჩქარეების დადგენის შემდეგ.

მცირერადიუსიან მრუდებში რელსის შიგა ძაფიდან გარე ძაფზე დატვირთვების არაადეკვატური გადანაწილების ძირითადი მიზეზია შესაბამისობის დარღვევა გარე რელსის შემადღებასა და მატარებელთა მოძრაობის ფაქტიურ სიჩქარეებს შორის. მცირერადიუსიანი მრუდები კი ( $R \leq 300\text{მ}$ ) სურამის საუდელტეხილო უბნის დაახლოებით 70%-ს შეადგენს.

გარე რელსის შემადღების ნორმალური ე.წ. “ზღურბლური” მნიშვნელობა განისაზღვრება 90-ე ფორმულით. გარე რელსის შემადღების “ზღურბლურ” მნიშვნელობად ითვლება გარე რელსის ისეთი შემადღება, რომლის დროსაც თვლების გრძივი ასრიალები-სადმი წინაღობა გარე და შიგა რელსზე ერთი და იგივეა. ეს პირობა სრულდება იმ შემთხვევაში, როცა მოძრავი შემადგენლობიდან ორივე რელსზე გადაცემული დატვირთვები თანაბარია.



ფიგ. №84. გეოგრაფიკული მოძრაობის საშუალო სიჩქარეების ( $V_{გრ}$ ,  $V_{წი}$ ,  $V_{გწ}$ ) გრაფიკი. უმაღლესი ზედაპირი – ზღვის დონე,  $I$  ხაზი (კენტი მოძრაობების).



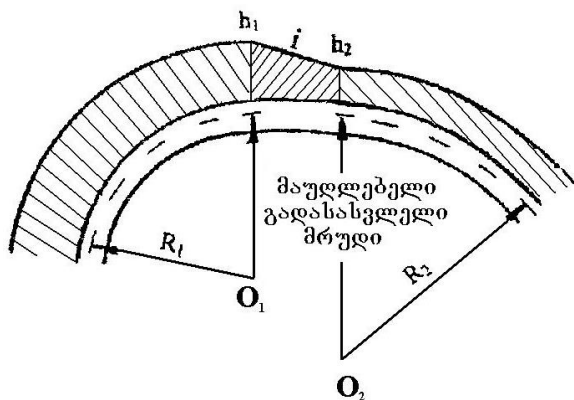
ნახ. №85. მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეების ( $V_{\text{შპ}}$ ,  $V_{\text{გ}}$ ,  $V_{\text{გრ}}$ ) გრაფიკი. უმაღლესი უტყვევანი – ბაშკირი II ხაზი (არქივიზებული).

გარე რელსის შემადგენლის სიჭარბე ტოლია არსებული და „ზღურბლური“ მნიშვნელობების სხვაობისა. ვინაიდან, ექსპლუატაციის პირობებში თითოეულ მრუდში ადგილი აქვს ფაქტიური სიჭარბეების მნიშვნელობების „გაფანტვას“, ამიტომ მცირერადიუსიან მრუდებში ( $R \leq 300\text{მ}$ ), როგორც საექსპლუატაციო პრაქტიკამ გვიჩვენა 90-ე ფორმულაში უნდა შევიტანოთ შემასწორებელი კოეფიციენტი  $k=0,8$ , რათა შემცირდეს იმ თვლების რაოდენობა, რომლებიც ასრიალდება გარე რელსზე ლიანდაგის გასწვრივ 50%-დან 40%-მდე, რათა გაიზარდოს შიგა ძაფზე ასრიალებული თვლების რაოდენობა 50%-დან 60%-მდე.

ზემოთ აღნიშნული კოეფიციენტის შემოტანით მნიშვნელოვნად მცირდება მცირერადიუსიან მრუდებში რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა. ასევე, მცირდება თვლის ქიმის გარე რელსის გაცვეთილ გვერდით ზედაპირზე აცოცების შესაძლებლობა.

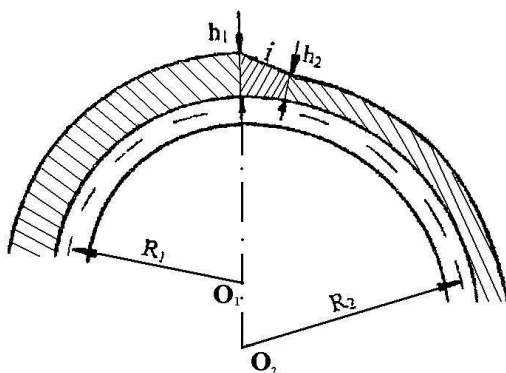
## 6. გარე რელსის შემადგენლის ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენა მცირერადიუსიან და შედგენილ მრუდებში

ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის მოთხოვნების თანახმად, ერთმხრივ მიმართული შედგენილი მრუდები არასაკმარისი სწორი ჩანართის შემთხვევაში, ერთმანეთთან უნდა შეერთდეს მაუღლებელი გადასასვლელი მრუდებით. გარე რელსის  $h$  შემადგენლისა და ლიანდის სიგანის მდოვრული ცვალებადობა კი უნდა მოხდეს მაუღლებელი გადასასვლელი  $l$  მრუდის ფარგლებში (ნახ.№86).



*ნახ.№85. გარე რელსის შემადღებისა და ლიანდის სიგანის მდოვრული ცვალებადობის მოწყობა ერთმხრივ მიმართული სხვადასხვა რადიუსის მრუდების შეუღლებისას, მაუღლებელი მრუდით.*

შედგენილ მრუდებში მაუღლებელი მრუდის არარსებობისას, გარე რელსის  $h$  შემადღებისა და ლიანდის სიგანის მდოვრული ცვალებადობა უნდა მოხდეს უდიდესი რადიუსის მქონე მრუდის ფარგლებში (ნახ.№87).



*ნახ.№87. გარე რელსის შემადღებისა და ლიანდის სიგანის მდოვრული ცვალებადობის მოწყობა ერთმხრივ მიმართული სხვადასხვა რადიუსიანი წრიული მრუდების შეუღლებისას, მაუღლებელი მრუდის ან სწორი ჩანართის არარსებობისას.*

საქართველოს რკინიგზის საუღელტეხილო უბანზე მრუდების უმრავლესობა მრავალრადიუსიან შედგენილ მრუდებს წარმოადგენს, რომელთა რადიუსების მნიშვნელობები იცვლება დიდ დიაპაზონში (840 მეტრიდან 168 მეტრამდე). გარე რელსის შემადგენლობა შედგენილ მრუდებში გაანგარიშებულია მრუდის უმცირესი რადიუსის მიხედვით. ამავე დროს, შედგენილი მრუდის საერთო სიგრძესთან შედარებით მცირერადიუსიანი მრუდის სიგრძე უმნიშვნელოა და არ აღემატება 10-15%-ს, რაც შედგენილი მრუდის გარე რელსის შემადგენლობის სიჭარბის მიზეზია.

შედგენილ მრუდებში გარე რელსის შემადგენლობა დანიშნულ უნდა იყოს მასში შემავალი თითოეული მრუდის  $R$  რადიუსის მნიშვნელობის გათვალისწინებით. მაგრამ, ვინაიდან საქართველოს რკინიგზის საუღელტეხილო უბანზე შედგენილი მრუდში შემავალი ცალკეული მრუდის სიგრძეები მოკლეა, გარე რელსის შემადგენლობის მდოვრული ცვალებადობის  $i$  საზღვრები თითქმის მთლიანად იკავებს ან სცილდება უდიდესი რადიუსის მქონე მრუდის სიგრძის ფარგლებს (ნახ.№88), რაც მნიშვნელოვნად ართულებს ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვას და იწვევს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების პირობების გაუარესებას.

ამიტომ, მიზანშეწონილია გარე რელსის შემადგენლობა შედგენილ მრუდებში შეირჩეს რელსის თავის ცვეთის  $\beta$  პარამეტრის, თითოეული მრუდის  $R$  რადიუსის და  $k$  სიგრძის გათვალისწინებით.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რკინიგზების მშენებლობის და სალიანდაგო მეურნეობის კათედრაზე ჩატარებულ დაკვირვებებისა და გაანგარიშებების შედეგებიდან, ზემოთ ჩამოთვლილი მოსაზრებებიდან გამომდინარე [2] გარე რელსის შემადგენლობა

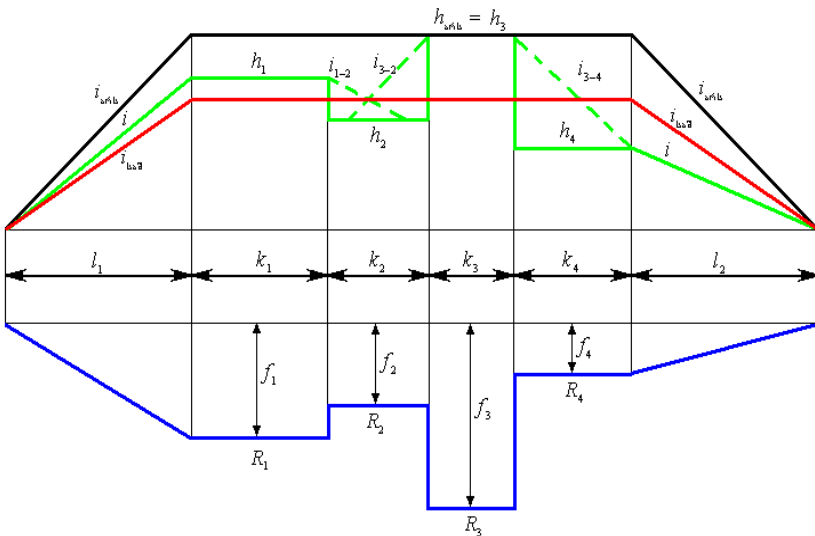
ლების ოპტიმალური მნიშვნელობა  $h_{\text{ოპტ}}$  შედგენილ მრუდებში უნდა განისაზღვროს ფორმულით:

$$h_{\text{ოპტ}} = \frac{k_1 h_1 \beta_1 + k_2 h_2 \beta_2 + \dots + k_i h_i \beta_i}{k_1 \beta_1 + k_2 \beta_2 + \dots + k_i \beta_i} = \frac{\sum_{i=1}^n k_i h_i \beta_i}{\sum_{i=1}^n k_i \beta_i}, \quad (94)$$

სადაც  $k_1, k_2, \dots, k_i$  შედგენილ მრუდში ცალკეული მრუდის სიგრძეა, მ.

$h_1, h_2, \dots, h_i$  - შედგენილ მრუდში ცალკეული მრუდის გარე რელსის შემადღება, მმ.

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i$  - რელსის თავის ცვეთის პარამეტრი, მმ<sup>2</sup>/მლნ. ტ.ბრ.



**ნახ. №88.** გარე რელსის შემადღების ოპტიმალური მნიშვნელობების საანგარიშო სქემა შედგენილ მრუდებში.



შედგენილ მრუდში შემავალი ცალკეული მრუდის გარე რელსის შემადგენლის სიდიდე უნდა განისაზღვროს ცნობილი 90-ე ფორმულის საშუალებით.

რელსის თავის ცვეთის ინტენსივობა მრავალფაქტორიანი ალბათობითი ხასიათის პროცესია და მასზე, ძირითადად, გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები:

- თვლებიდან რელსებზე გადაცემული დატვირთვები.
- თვლების სრიალი რელსის თავზე.
- გატარებული ტონაჟი.
- ლიანდაგის გეგმა და პროფილი.
- მატარებლის წონა, სიჩქარე და მართვის რეჟიმი.
- რელსების და თვლების პროფილი.
- რელსების და თვლების ლითონის ხარისხი.

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, რელსის თავის ცვეთის  $\beta$  პარამეტრის მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\beta = 1,3\lambda ck \frac{P}{r} (1 + 9s^2), \quad (95)$$

სადაც  $\lambda$  პარამეტრის საშუალო სიდიდეა, რომელიც ითვალისწინებს მრუდის რადიუსის მნიშვნელობას

$$\lambda = \frac{900}{R} + \frac{100000}{R^2}. \quad (96)$$

გარე და შიგა ძაფებისათვის  $\lambda$ -ს მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_{\delta} = \frac{900}{R} + \frac{200000}{R^2}; \quad \lambda_{\eta} = \frac{900}{R}, \quad (97)$$

$c$  - ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციის გამათვალისწინებელი პარამეტრი.

$k$  - სარელსო ფოლადის ხარისხის გამათვალისწინებელი პარამეტრი.

$P$  - თვლიდან რელსზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვა, კნ.

$r$  - თვლის რადიუსი, მ.

$s$  - თვლის რელსზე სრიალის ფარდობითი სიდიდე, %.

ლიანდაგის კონკრეტული უბნებისათვის  $\beta$ -ს მნიშვნელობა შეიძლება გამოითვალოს 95-ე ფორმულის საშუალებით ან შესაძლებელია გამოყენებული იყოს ВНИИЖТ-ის მიერ, ცდებით დადგენილი  $\beta$  პარამეტრის მნიშვნელობები (ცხრილი №22).

## ცხრილი №22

### რელსის თავის ცვეთის $\beta$ პარამეტრის მნიშვნელობები მრუდის რადიუსზე დამოკიდებულებით

| მრუდის რადიუსი<br><br>$R, \text{ მ}$ | ცვეთის $\beta$ პარამეტრი, მმ <sup>2</sup> /მლნ.ტ.ბრ. |                |                  |                |                                                              |                                                 |                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------|------------------|----------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------|
|                                      | გარე რელსისათვის                                     |                | შიგა რელსისათვის |                | საშუალო                                                      |                                                 |                  |
|                                      | $\beta_{\min}$                                       | $\beta_{\max}$ | $\beta_{\min}$   | $\beta_{\max}$ | გარე რელსისათვის<br>$\beta_{\text{საშ}} \text{ უწრთ. რელსი}$ | $\beta_{\text{საშ}} / 1,5 \text{ ნაწრთ. რელსი}$ | შიგა რელსისათვის |
| 1200 და სწორში                       | 1,33                                                 | 1,95           | 0,38             | 1,81           | 1,64                                                         | 1,09                                            | 1,09             |
| 1100                                 | 1,34                                                 | 1,97           | 0,39             | 1,82           | 1,65                                                         | 1,10                                            | 1,11             |
| 1000                                 | 1,42                                                 | 2,08           | 0,42             | 1,86           | 1,75                                                         | 1,17                                            | 1,14             |
| 900                                  | 1,53                                                 | 2,25           | 0,52             | 1,90           | 1,89                                                         | 1,26                                            | 1,21             |
| 800                                  | 1,67                                                 | 2,45           | 0,65             | 1,95           | 2,09                                                         | 1,39                                            | 1,30             |
| 700                                  | 2,12                                                 | 3,10           | 0,89             | 1,99           | 2,61                                                         | 1,74                                            | 1,44             |
| 600                                  | 2,92                                                 | 4,27           | 0,97             | 2,05           | 3,59                                                         | 2,39                                            | 1,51             |
| 500                                  | 3,75                                                 | 5,50           | 1,08             | 2,10           | 4,62                                                         | 3,08                                            | 1,59             |
| 400                                  | 5,07                                                 | 7,45           | 1,29             | 2,15           | 6,26                                                         | 4,17                                            | 1,72             |
| 300                                  | 6,80                                                 | 10,00          | 1,45             | 2,19           | 8,45                                                         | 5,63                                            | 1,82             |
| 200                                  | 9,98                                                 | 14,62          | 1,62             | 2,28           | 12,15                                                        | 8,10                                            | 1,95             |
| 150                                  | 11,21                                                | 17,06          | 2,09             | 2,38           | 14,16                                                        | 9,44                                            | 2,23             |

შედგენილ მრუდებში ჩვენ მიერ შემოთავაზებული გარე რელსის შემადლების შერჩევის მეთოდი მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების პირობებს, ამცირებს რელსების და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების ცვეთის ინტენსივობას. გაანგარიშების შედეგებმა გვიჩვენა:

- შედგენილ მრუდებში გარე რელსის შემადლებების არსებული მნიშვნელობები ოპტიმალურთან შედარებით 10-25%-ით ჭარბია.

- მცირდება გაუბათილებელი აჩქარების ცვალებადობის ფარგლები და ყველა შემთხვევაში  $a_{\text{გ.ა.}} = \frac{V^2}{R} - \frac{gh}{S_1} \leq 0,7 \text{ მ/წმ}^2$ .

- მცირდება გარე რელსის შემადლების გასაშუალებელი ქანობები ე.ი.  $i_{\text{ს.შ}} < i_{\text{ს.რ.}}$  ეს ფაქტორი კი საუღელტეხილო უბანზე მეტად მნიშვნელოვანია, რადგანაც პრაქტიკულად გარე რელსის შემადლების არსებული ქანობები, უმეტეს შემთხვევაში, კრიტიკულ ზღვარს უახლოვდება ( $i_{\text{კ}} = 3,2\%$ ) და რიგ შემთხვევაში აჭარბებს კიდევ, რაც თვლის ქიმის რელსის თავზე შეცოცების ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს (იხ. დანართი, ცხრ.№9, ცხრ.№10 და ცხრ.№11).

## XIV თავი

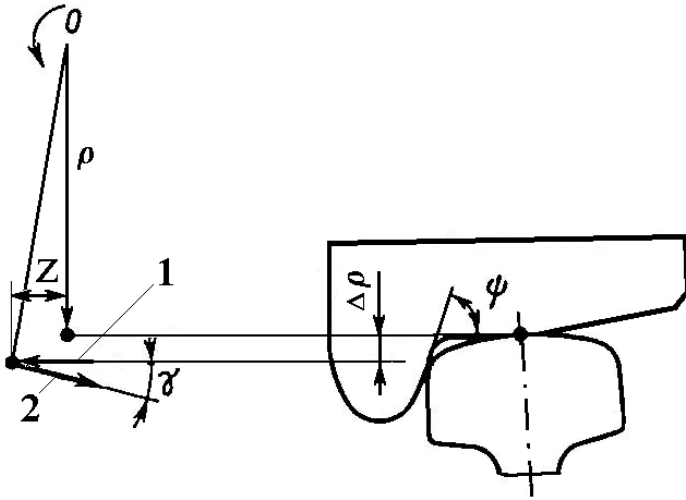
# ბარე რელსის ჭარბი შემადგენლისას თვლის ქიმის ბარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე წრიული და ბრძივი სრიალის დროს „ჩამოთლის“ ეფექტის წარმოქმნა

## 1. მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადგენლისას გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთის მექანიზმი

თვლების გარდაუვალ გრძივ სრიალს, მრუდის გარე ძაფზე, ადგილი აქვს გარე რელსის ჭარბი შემადგენლის შემთხვევაში, ხოლო შემადგენლის ნაკლებობის შემთხვევაში - შიგა ძაფზე ბუქსაობის სახით.

ვინაიდან უკანასკნელი 15-20 წლის მანძილზე საქართველოს რკინიგზაზე შეიმჩნევა მრუდებში ჭარბი შემადგენლობა, ამიტომ, პრაქტიკულად სვლის მიმართულებით ურიკის პირველი ღერძის ყველა თვლის ქიმი მრუდებში, გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ასრიალდება, როგორც წრიულად, ისე რელსის გასწვრივ (ნახ.№89). ამავე დროს გამოვლინდება „ჩამოთლის“ ეფექტი: ქიმის წრიული სრიალის წინააღობის რეაქცია მიმართულია ზევიდა ქვევით  $\gamma = 1^\circ - 5^\circ$  კუთხით რელსის მიმართულების მიმართ და იმავედროულად სრიალებს რელსის გასწვრივ თვლის ღერძზე ხისტი ჩამოცმულობის გამო. ამასთანავე თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან შეხების ადგილზე ხდება რელსის თავის გვერდითი წახნაგის ჩამოთლა თვლის ქიმის მიერ, ანალოგიურად იმისა, როგორც ეს ხდება გრძივი დეტალების ჩათლით დამუშავებისას, აბრაზიული წრის სრიალით  $\gamma = 1^\circ - 5^\circ$ -იანი კუთხით და

იმავედროულად დეტალის გასწვრივ გადაადგილებით აბრაზიული წრის გრძივი მიმართულებით.



ნახ. №89. მრუდებში ჭარბი შემადღლებისას გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ქიმის წრიული და გრძივი სრიალით გამოწვეული „ჩამოთლის“ ეფექტი: 1, 2 – შესაბამისად გრძივი და წრიული სრიალის მიმართულება.

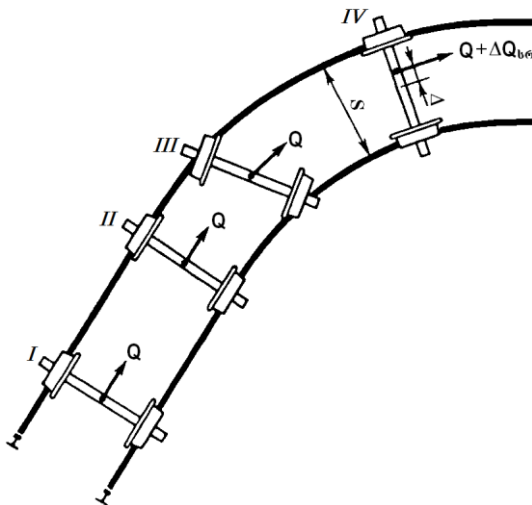
თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი წახნაგის ცვეთის მექანიზმი განისაზღვრება არამართო ქიმის წრიული და გრძივი სრიალით, არამედ, მნიშვნელოვან წილად, კონტაქტური დაწნევით. ეს უკანასკნელი განისაზღვრება ქიმის მიჭერის ძალის ფარდობით ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან შეხების ფართობთან. ვინაიდან, აღნიშნული შეხების ფართი თვლის ქიმის ახალ რელსებთან შეხებისას მინიმალურია, ამიტომ, ახალი რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა, სხვა თანაბარი პირობებისათვის, მაქსიმალურია. ამას გარდა წინსწრების  $z$ -ის არსებობის გამო გაადვილებულია ქიმის შეცოცება რელსის თავზე, განსაკუთრებით გვერდითი ცვეთის და ჭარბი შემადღების პირობებში.

უკანასკნელი განპირობებულია იმით, რომ ქიმების გრძივი სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ხდება სვლის მიმართულებით, ხოლო წრიული წაცურების რეაქციის ვექტორი მიმართულია ზევით  $\gamma = 1^\circ - 5^\circ$ -იანი კუთხით გრძივი სრიალის მიმართულებასთან შედარებით. გარე რელსის შემადგენლის ნაკლებობის შემთხვევაში თვლების გარდაუვალი გრძივი სრიალი ხდება შიგა ძაფზე - ბუქსაობის სახით. ამასთანავე მრუდებში რამდენადმე იზრდება შიგა რელსის თავის ზედაპირის ცვეთა და მნიშვნელოვნად (რამდენჯერმე) მცირდება ქიმისა და გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა. ამას გარდა მნიშვნელოვნად მცირდება თვლის ქიმის გარე რელსის თავზე შეცოცების ალბათობა (ვაგონების ამოწნება).

## 2. მრუდებში გარე რელსის თავზე თვლის ქიმის წრიული და გრძივი სრიალი - მოძრაობისადმი დამატებითი წინააღობის ძირითადი მიზეზია

ნულოვან ქანობზე ლიანდაგის სწორ უბნებში (განლაგება I) წყვილთვალის ცენტრირებული გორვისას (ნახ. №90) მარცხენა და მარჯვენა თვლების გორვის წრეების დიამეტრის ტოლობის შემთხვევაში, წყვილთვალის მოძრაობისადმი წინააღობა განისაზღვრება მხოლოდ გორვის ხახუნით - წრიულ და გრძივ სრიალს ადგილი არა აქვს. მრუდში შესვლისას გარე თვლის ქიმი მიეხრება გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგს (განლაგება II). ფერსოს კონუსურობის გამო გარე, თვლის გორვის წრის რადიუსი იზრდება, ხოლო შიგა წრის რადიუსი მცირდება სიდიდით  $\delta/n$ , სადაც  $n$  - ფერსოს დახრის  $1:n$  მნიშვნელია (ახალი თვლების შემ-

თხვევაში  $n=20$ ),  $\delta$  - ერთმხრივი ღრეჩოა თვლის ქიძსა და რელსის თავის გვერდით წახნაგს შორის ლიანდში წყვილთვალის ცენტრი-რებული განლაგების დროს (სრული ღრეჩო  $2\delta$ ).



**ნახ. №90.** ერთეული წყვილთვალის გორვის სქემა ცენტრირებულ (I - III) და გადანაცვლებულ (IV) მდგომარეობაში.

ამ დროს არსებობს  $R$ ,  $\delta$  და  $n$ -ის მხოლოდ ერთადერთი თანაფარდობა, როცა წყვილთვალს შეეძლება ცენტრირებული  $Q$  ძალით მთელ მრუდში იგოროს ლიანდაგში ჩავარდნის გარეშე, ანუ გრძივი სრიალის გარეშე. აღნიშნული თანაფარდობა ასახულია ფორმულებში (79–81, 84–88). ყველა სხვა შემთხვევაში (პრაქტიკულად ყველა მრუდებისათვის, რადიუსით  $R < 1000\text{მ}$ ) წყვილთვალის ცენტრირებული  $Q$  ძალის ზემოქმედებით მრუდში შეგორებისას გადაიბრიცება და ჩავარდება ლიანდის შიგნით (განლაგება III). იმისათვის რათა არ მოხდეს წყვილთვალის ასეთი გადაბრეცა და ლიანდაგში ჩავარდნა, საჭიროა მამოძრავებელი  $Q$  ძალა გადანაცვლებულ იქნეს  $\Delta$  სიდიდით გარე რელსის მხარეს (განლაგება IV).

ამასთანავე წყვილთვალის მოძრაობისადმი წინაღობა იზრდება სი-  
დიდით, განპირობებული გრძივი სრიალის წინააღმდეგობით  $\Delta Q_{\text{სრ}}$ ,  
რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$\Delta Q_{\text{სრ}} = f_p P + f_H H, \quad (98)$$

სადაც  $f_p$  და  $f_H$  ხახუნის კოეფიციენტი შესაბამისად თვლის ფე-  
რსოსი რელსის თავის ზედაპირზე და თვლის  
ქიმისა რელსის გვერდით წახნაგზე.

$P$  და  $H$  - შესაბამისად თვლიდან რელსზე გადაცემული  
დატვირთვა და რელსის თავის გვერდით წახ-  
ნაგზე თვლის ქიმის მიჭერის ჰორიზონტალური  
(გვერდითი) ძალა.

სიდიდეები  $\Delta Q_{\text{სრ}}$  და  $\Delta$  განისაზღვრება გარე რელსის ჭარბი  
შემადლების დროს, მრუდებში თვლის გარე რელსზე გრძივი  
სრიალის ზღვრული წონასწორობის პირობით:

$$\Delta Q_{\text{სრ}} \left( \frac{s}{2} + \Delta \right) = (f_p P + f_H H) s, \quad (99)$$

$$\Delta Q_{\text{სრ}} = \frac{s(f_p P + f_H H)}{0,5s + \Delta}, \quad (100)$$

$$\Delta = \frac{s(f_p P + f_H H) - 0,5s \Delta Q_{\text{სრ}}}{\Delta Q_{\text{სრ}}}. \quad (101)$$

გარე რელსის ჭარბი შემადლების დროს, ანუ როცა გარე ძაფზე  
სრიალისადმი წინააღობა ნაკლებია, ვიდრე შიდა ძაფზე, მაშინ  
თვლის გრძივი სრიალი ხდება გარე ძაფზე მოძრაობის მიმართუ-  
ლებით. თუ შიდა ძაფზე სრიალისადმი წინააღობა ნაკლებია (შემად-  
ლების ნაკლებობა), მაშინ შიდა თვლის შიდა რელსზე სრიალი  
ხდება ბუქსაობის სახით.

ურიკაში წყვილთვალეები ერთმანეთთან დაკავშირებულია  
გვერდულებით, რესორსზედა კოჭით და რესორებით. ამ შემთხ-  
288



ვევაში გრძივი მამოძრავებელი ძალა მოდებულია საქუსლეზე და წევის და თავისუფალი გორვის რეჟიმში ყოველთვის მიმართულია მოძრაობის მიმართულებით. მხოლოდ ლოკომოტივით დამუხრუქების რეჟიმში (რეკუპერაციული ან რეოსტატული ელექტრული დამუხრუქება, დამუხრუქება პირდაპირმოქმედი სალოკომოტივო მუხრუქით) ვაგონის ურიკებში მოდებულია საქუსლეებზე და მიმართულია მოძრაობის საწინააღმდეგოდ. ასევეა მიმართულია მამოძრავებელი ძალა დაუმუხრუქებელი ბოლო ვაგონების ურიკებში, მატარებლის დამუხრუქებულ მეწინავე ნაწილთან მიწყდომის დროს.

მრუდებში ვაგონის ურიკების მიმართ მოძრაობისადმი დამატებითი წინაღობა, განპირობებული ყოველი წყვილთვალის ერთ-ერთი თვლის გარდაუვალი გრძივი სრიალით, მათი ღერძზე ხისტი ჩამოცმულობის გამო, გამოითვლება ფორმულებით:

გარე რელსის ჭარბი შემადლების დროს:

$$\Delta Q_{\text{სრ.დამ}} = f_{P_{\text{გარ}}} (P_{\text{გ1}} + P_{\text{გ2}}) + f_{H_{\text{გარ}}} (H_1 + H_2), \quad (102)$$

გარე რელსის შემადლების ნაკლებობის დროს:

$$\Delta Q_{\text{სრ.დამ}} = f_{P_{\text{შოგ}}} (P_{\text{შ1}} + P_{\text{შ2}}). \quad (103)$$

პირველ შემთხვევაში (მრუდის გარე რელსი) თვლები სრიალებენ მოძრაობის მიმართულებით, ხოლო მეორე შემთხვევაში (შიდა რელსი) - თვლები სრიალებენ ტრიალით (ბუქსაობა) მოძრაობის საწინააღმდეგოდ.

## XV თავი

### თვლის ქიმებისა და რელსების ცვეთის ინტენსივობის შემცირების პრაქტიკული რეკომენდაციები

1. მეცნიერთა დიდი ნაწილი რელსების ფრიკციული ცვეთის შესაფასებლად იყენებს ე.წ. “ცვეთის ფაქტორს”. მისი მნიშვნელობა ძირითადად დამოკიდებულია თვლის ქიმიდან რელსზე გადაცემულ ჰორიზონტალურ განივ დატვირთვაზე, მიჯახების კუთხეზე, ხახუნის კოეფიციენტზე და არ ითვალისწინებს მოკონტაქტე ელემენტების სრიალის მანძილს.

$$\Phi_{\text{სრ}} = N\alpha f \dots, \quad (104)$$

სადაც  $N$  - თვლის ქიმიდან რელსზე გადაცემული ჰორიზონტალური განივი დატვირთვაა (მიმმართველი ძალა).

$\alpha$  - თვლის მიჯახების კუთხე.

$f$  - ხახუნის კოეფიციენტი.

ზოგჯერ 104-ე ფორმულაში გამოიყენება კიდევ რამდენიმე თანამართავი. “ცვეთის ფაქტორის” ასეთნაირად განსაზღვრული მნიშვნელობა არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის გასაანალიზებლად, მხოლოდ იმიტომ, რომ თუ მიჯახების კუთხე ნულის ტოლი იქნებოდა, მაშინ ცვეთას ადგილი არ უნდა ჰქონდეს. პრაქტიკულად კი მრუდში მოძრავი შემადგენლობის ღერძების რადიალურ მდგომარეობაში ავტომატურად განლაგების (ზოგიერთ ქვეყანაში ასეთი ეკიპაჟები არსებობს) შემთხვევაშიც კი ცვეთა მხოლოდ ნაწილობრივ მცირდება, რადგან რელსის თავის გვერდით წახნაგზე თვლის ქიმის გრძივი სრიალი სრულებით არ არის დამოკიდებული.

ლი მიჯახების კუთხეზე, ხოლო წრიულ სრიალზე - მხოლოდ ნაწილობრივ (1–5%).

2. ამიტომ, რელსებისა და თვლის ქიმების ფრიქციული ცვეთის შესაფასებლად გამოყენებულ უნდა იქნეს მოკონტაქტე სხეულების ხახუნისა და ცვეთის თანამედროვე თეორიებში გამოყენებული ცნობილი ფორმულა

$$\Phi_{\text{სრ}} = \sigma_{\text{ქმ}} l_{\text{ქმ}} k_1 k_2 \dots k_n, \quad (105)$$

სადაც  $\sigma_{\text{ქმ}}$  თვლის ქიმის კონტაქტური დაწნევაა რელსის თავის გვერდით წახნაგზე, რომელიც ტოლია მიმმართველი ძალის  $N$  და საკონტაქტო ფართზე  $\omega$  ფარდობის  $N/\omega$ .

$l_{\text{ქმ}}$  - რელსის თავის გვერდით წახნაგზე თვლის ქიმის სრიალის მანძილი.

$k_1, k_2 \dots k_n$  - უგანზომილებო კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ რელსისა და თვლის მასალის ცვეთამდეგობას, შეზეთვას და სხვა (განისაზღვრება ექსპერიმენტის გზით).

აღნიშნული 105-ე ფორმულიდან გამომდინარე, თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის შესამცირებლად დასახულ უნდა იქნეს ღონისძიებები კონტაქტური  $\sigma_{\text{ქმ}}$  დაწნევის, თვლის ქიმის რელსის გვერდით წახნაგზე სრიალის მანძილის  $l_{\text{ქმ}}$  შესამცირებლად, რომელიც განისაზღვრება გრძივი  $\Delta l_p$  და წრიული  $\Delta l_L$  სრიალით.

3. ამიტომ, ბოლო წლებში რელსის შიგა ძაფიდან გარე ძაფზე ცვეთის გადანაწილების ახსნა ტრადიციული მეთოდებით, 104-ე ფორმულის ანალიზით შეუძლებელია. 105-ე ფორმულის ანალიზი

ლი ზემოთ აღნიშნული შემთხვევის ახსნის საშუალებას იძლევა. გარე რელსის ჭარბი შემადგენლის გამო, მრუდის გარე ძაფზე თვლის გარდაუვალი გრძივი სრიალის ხარჯზე ხდება ცვეთების გადანაწილება და ამასთანავე გამოვლინდება „ჩამოთლის“ ეფექტიც.

4. ცვეთების უკუგადანაწილების, ანუ რელსის გარე ძაფიდან შიგა ძაფზე ცვეთების გადანაწილების მიზნით, საჭიროა გაიზარდოს თვლების გრძივი სრიალისადმი წინაღობა მრუდის გარე ძაფზე და შემცირდეს შიგა ძაფზე. ეს შეიძლება მოხდეს ორი ხერხით: თვლებიდან გადაცემული დატვირთვების მრუდის შიგა ძაფიდან გარეზე გადანაწილებით, ჭარბი შემადგენლის ლიკვიდაციის გზით; მრუდის შიგა ძაფზე მოძრავი თვლების ხახუნის კოეფიციენტის შემცირება შეზეთვით, შიგა რელსის თავის და გარე რელსის მხოლოდ გვერდითი წახნაგის. შესაძლებელია და სასურველია ორთავე ხერხის ერთდროულად გამოყენება.

ლიანდაგის კაპიტალური, საშუალო და აწვევითი შეკეთების, ასევე ღორღის გაწმენდის სამუშაოების გეგმის შესასრულებლად მომზადების პროცესში, რეკომენდებულია წინასწარ გადაანგარიშდეს გარე რელსის შემადგენლის სიდიდეები ყველა იმ მრუდისათვის სადაც უნდა ჩატარდეს ლიანდაგის რემონტი. იმ მრუდებისათვის, სადაც სამგზავრო მატარებლების წილი არ აღემატება 10%-ს, მიზანშეწონილია გარე რელსის შემადგენლის 90-ე ფორმულაში გათვალისწინებული იყოს მხოლოდ სატვირთო მატარებლების ფაქტიური სიჩქარეები. ამასთან 90-ე ფორმულით გაანგარიშებული გარე რელსის შემადგენლის სიდიდე შემოწმებულ უნდა იყოს მგზავრობის კომფორტაბელობის პირობის ფორმულით

$$a_{\text{გ.ო.}} = \frac{v_{\text{საგ}}^2}{12,96R} - 0,00625h \leq 0,7 \text{ მ/წმ}^2, \quad (106)$$

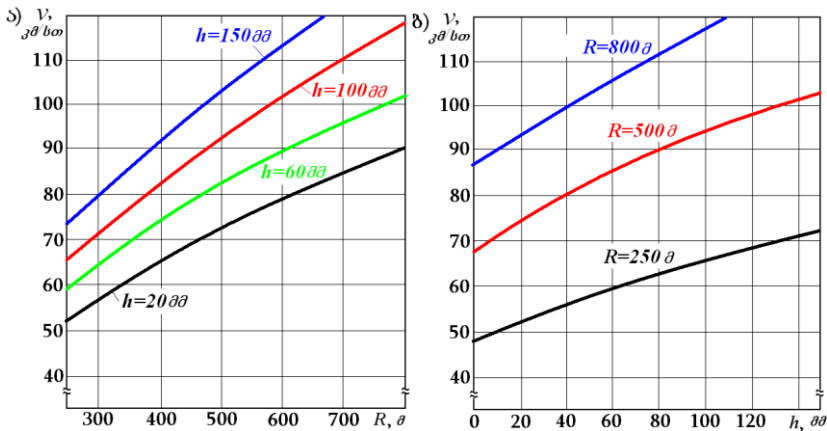
სადაც  $v_{საშ}$  განსახილველ მრუდში სამგზავრო მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური მაქსიმალური სიჩქარეა, კმ/სთ.

თუ 106-ე პირობა არ კმაყოფილდება, მაშინ უნდა შესრულდეს შემდეგი სამი გადაწყვეტილებიდან ერთ-ერთი:

1). მოცემულ მრუდში უნდა შემცირდეს სამგზავრო მატარებლების დასაშვები სიჩქარე 106-ე ფორმულიდან (განზომილება:  $v$ , კმ/სთ;  $R$ , მ;  $h$ , მმ)

$$v = \sqrt{12,96R(0,7 + 0,00625h)} . \quad (107)$$

თვალსაჩინოებისათვის №91 ნახაზზე მოტანილია 107-ე ფორმულით მიღებული სიჩქარის დამოკიდებულების გრაფიკი მრუდის რადიუსზე და გარე რელსის შემადღებაზე.



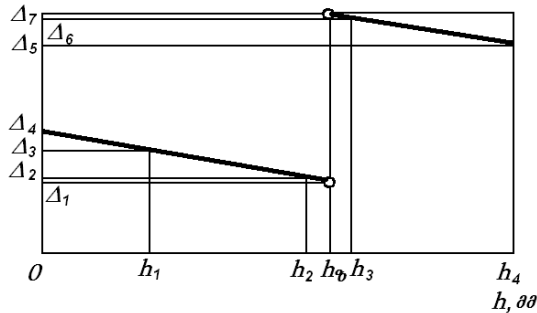
**ნახ. №91.**  $v = f(R)$  (ა) და  $v = f(h)$  (ბ) დამოკიდებულების გრაფიკი.

2). იზრდება გაუბათილებელი აჩქარების დასაშვები მნიშვნელობა  $0,7\text{მ/წმ}^2$ -დან  $1\text{მ/წმ}^2$ -მდე, მგზავრობის კომფორტუბელობის გაუარესების ხარჯზე.

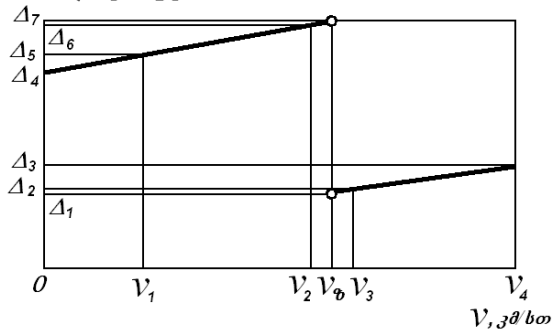
3). გადაიანგარიშება გარე რელსის შემადლება 90-ე ფორმულის საშუალებით, არა მარტო სატვირთო, არამედ სამგზავრო მატარებლების ფაქტიური სიჩქარეების გათვალისწინებით.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის მნიშვნელოვნად შესამცირებლად (რამდენჯერმე) აუცილებლად დაცული უნდა იყოს პირობა - ფაქტიური შემადლება ნაკლები უნდა იყოს „ზღრუბლურზე“ ( $h < h_{\text{ზღ}}$ ), ხოლო ფაქტიური სიჩქარეები - მეტი „ზღრუბლურზე“ ( $v > v_{\text{ზღ}}$ ). ეს ნათლად ჩანს №92 ნახაზდან.

ა)  $\Delta$ , მმ/10 მლნ. ტ.ბრუტო



ბ)  $\Delta$ , მმ/10 მლნ. ტ.ბრუტო



ნახ. №92. თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის  $\Delta$  ცვალებადობის გრაფიკი გარე რელსის შემადლებაზე  $h$  (ა) და მატარებლების მოძრაობის სიჩქარეზე  $v$  (ბ) დამოკიდებულებით.

თუ შევამცირებთ გარე რელსის ჭარბ შემადლებას  $h_4$ -დან  $h_3 > h_{\text{ბლ}}$ -მდე, მაშინ თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა არ მცირდება, არამედ შეიძლება ცოტათი გაიზარდოს  $\Delta_5$ -დან  $\Delta_6$ -მდე. ეს განპირობებულია გარე რელსის შემადლების შემცირებით  $h_4$ -დან  $h_3 > h_{\text{ბლ}}$ -მდე, თვლები ჯერ კიდევ ასრიალდება გარე ძაფზე და არა შიგაზე, მაგრამ დიდი სიდიდის ვერტიკალური დატვირთვის შემთხვევაში. თუ შევამცირებთ გარე რელსის შემადლებას  $h_2 < h_{\text{ბლ}}$ -მდე, მაშინ თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა  $\Delta_5$ -დან  $\Delta_2$ -მდე მცირდება, ანუ რამდენჯერმე; ე.ი. ადგილი აღარ ექნება თვლების სრიალს გარე ძაფზე, რადგანაც სრიალი გადაინაცვლებს შიგა ძაფზე. ანალოგიურად ხდება სიჩქარეების გაზრდის შემთხვევაშიც. თუ სიჩქარეს გავზრდით  $v_1$ -დან  $v_2 < v_{\text{ბლ}}$ -მდე, მაშინ თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა ცოტათი გაიზრდება  $\Delta_5$ -დან  $\Delta_6$ -მდე, რამდენადაც თვლები ასრიალდება გარე სარელსო ძაფზე, მაგრამ მხოლოდ თვლიდან გარე რელსზე გადაცემული დიდი ვერტიკალური დატვირთვების შემთხვევაში, უფრო მეტია ვიდრე  $v_1$ -ს დროს. თუ სიჩქარეს ავწევთ  $v_3 > v_{\text{ბლ}}$ -მდე, მაშინ ცვეთის ინტენსივობა შემცირდება  $\Delta_5$ -დან  $\Delta_2$ -მდე, ანუ რამდენჯერმე; ადგილი აღარ ექნება თვლების სრიალს გარე ძაფზე, რადგანაც სრიალი გადაინაცვლებს შიგა ძაფზე. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მცირერადიუსიან მრუდებში ( $R \leq 650$  მ) საჭიროა გარე რელსის შემადლების დაწევა  $h < h_{\text{ბლ}}$ -მდე, ან მოძრაობის სიჩქარის მომატება  $v > v_{\text{ბლ}}$ -მდე.

რეკომენდებულია სალიანდაგო ლუბრიკატორების გამოყენების აკრძალვა მრუდის გარე ძაფზე; როგორც გამოცდილება გვიჩვენებს, მისი დაყენების ადგილებში არამართო და არაიმდენად რელსის თავის გვერდით წახნაგი იზეთება, რამდენადაც რელსის თავის ზედა ნაწილი. ამის გამო მკვეთრად მცირდება თვლების სრიალისადმი წინაღობა გარე სარელსო ძაფზე და გარდაუვალი გრძივი სრიალი ხდება მხოლოდ გარე სარელსო ძაფზე; იმ შემთხვევებშიც კი, როცა მოძრაობის სიჩქარე აღემატება თანაბარშეწონილს. მიზანშეწონილია შემცირდეს წინაღობა გრძივი სრიალისადმი შიგა ძაფზე, შიგა სარელსო ძაფის თავის ზედაპირის შეზეთვით. ამის გამო გარე სარელსო ძაფზე გაქრება „ჩამოთლის“ ეფექტიც და მნიშვნელოვნად შემცირდება რელსებისა და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთა. მრუდის გარე ძაფზე უნდა შეიზეთოს მხოლოდ რელსის თავის გვერდითი წახნაგი, დრეზინის ან ლოკომოტივის შემზეთებით. ამავე დროს დაცული უნდა იყოს საზეთი მასალის მიწოდების დოზირება, რათა ის არ მოხვდეს გარე რელსის თავის ზედაპირზე.

5. კალმებისა და ჩარჩო რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის მნიშვნელოვნად შესამცირებლად, ასევე თვლის ქიმის კალმის ან ჩარჩო რელსის გაცვეთილ გვერდით წახნაგზე აცოცების თავიდან აცილების მიზნით, რეკომენდებულია რეგულარულად (კვირაში 2-3-ჯერ) შეიზეთოს კალმისა და ჩარჩო რელსის გვერდითი წახნაგები 2-3 მეტრის მანძილზე, კალმის წვეროდან ორივე მხარეს. ეს ღონისძიება ადვილი განსახორციელებელია და ძალიან ეფექტურია. დაახლოებით 2-3-ჯერ იზრდება კალმებისა და ჩარჩო რელსის სამსახურის ვადა, მცირდება ხახუნის კოეფიციენტი თვლის ქიმსა და კალმისა და ჩარჩო რელსის გვერდით წახნაგს შორის; ასევე მცირდება თვლის ქიმის კალმის ან ჩარჩო რელსის თავ-



ზე შეცოცების და ცარიელი ვაგონების განტვირთული ურიკების ამოწნების ალბათობა.

6. რელსების (კალმების) გვერდითი ცვეთის, მათი კონტაქტურ-დადლილობითი დაზიანების და ლიანდაგის მტყუნებების მკვეთრად შესამცირებლად, ანუ მისი საიმედოობის ასამაღლებლად რეკომენდებულია მეათე თავის პირველ პარაგრაფში აღწერილი ეფექტური ტექნიკური გადაწყვეტების შესრულება. მათი რეალიზაცია შესაძლებლობას მოგვცემს თავიდან ავიცილოთ რელსების მტყუნება კონტაქტურ-დადლილობითი დაზიანებებით იმის შემდეგ, როცა შემცირებულ იქნება რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობა.

## XVI თავი

### რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიება

#### 1. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების არსებული პრაქტიკა

მელიანდაგეების მიზეზით მატარებლების მარცხზე და ავარიებზე მოკვლეული მასალების მიხედვით ტექნიკური ექსპერტიზის ჩატარების დროს გამოვლინდა, რომ რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის მიზეზების სამსახურებრივი გამოძიების მონაწილეები ხშირად არ აფიქსირებდნენ მნიშვნელოვან გამომწვევ მიზეზებს, ხოლო არეგისტრირებდნენ მრავალ უმნიშვნელო ფაქტორს. ეს კი შემდგომში ართულებს რელსებიდან თვლის ჩამოსვლის ჭეშმარიტი მიზეზების დადგენას. ზემოთ თქმული მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია მელიანდაგეებისათვის დაწვრილებითი რეკომენდაციების არარსებობით, რელსიდან თვლის ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების ჩატარების დროს, ადგილობრივი თავისებურებების გათვალისწინებით. „რკინიგზის ინფრასტრუქტურაში რკინიგზის ტრანსპორტის ექსპლუატაციის და მოძრაობის უსაფრთხოების წესების დარღვევებთან დაკავშირებული სატრანსპორტო და სხვა შემთხვევების სამსახურებრივი გამოძიების შესახებ“ (დსს „რუსეთის რკინიგზის“ განკარულება 01.07.2010წ. №1410p) დებულების 41 და 46 პუნქტი იძლევა შემთხვევის ადგილზე მელიანდაგეების მოქმედების მხოლოდ ზოგად რეკომენდაციებს, დეტალიზაციის გარეშე. ამას გარდა, ზემოთ აღნიშნული ინსტრუქცია არ შეიცავს იმ ძირითადი ნიშნების ანალიზს, რომელთა მეშვეობით შესაძლებელი იქნება რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების

ბის განსაზღვრა. ამასთანავე, საჭიროა კარგად ვიცოდეთ კონკრეტულ პირობებში რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მექანიზმი და შემთხვევის ადგილზე მისვლის შემდეგ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ფაქტორებისა და ნიშნების (შედეგების) რიგითობის დაფიქსირება (აქტების შედგენა). ცოდნის დონის ამაღლება ხელს შეუწყობს სამსახურებრივი გამოძიების ხარისხის გაუმჯობესებას და მელიანდაგების მიზეზით მატარებლების მარცხისა და ავარიების რიცხვის მნიშვნელოვნად შემცირებას.

„რკინიგზის ინფრასტრუქტურაში რკინიგზის ტრანსპორტის ექსპლუატაციის და მოძრაობის უსაფრთხოების წესების დარღვევებთან დაკავშირებული სატრანსპორტო და სხვა შემთხვევების სამსახურებრივი გამოძიების შესახებ“ (ღსს „რუსეთის რკინიგზის“ განკარგულება 01.07.2010წ. №1410p) დებულებაში მითითებულია შემდეგი:

პუნქტი 41. სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის გამოსაძიებლად პირთა მოსვლამდე, აღმდგენი და სახანძრო მატარებლების, სამედიცინო ქვედანაყოფების სახაზო ქვედანაყოფების ხელმძღვანელები ვალდებულნი არიან მიიღონ ღონისძიებები დაშავებულების დასახმარებლად და სატრანსპორტო შემთხვევის შედეგების სალიკვიდაციოდ, ამასთან ერთად უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის, გადასატანი ტვირთების დაცულობა და მუშაკების უსაფრთხოება სამუშაოების შესრულებისას.

პუნქტი 46. სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის ადგილზე სრულდება შემდეგი მოქმედებები:

1) ამოღებულ უნდა იქნეს მატარებლის მოძრაობის პარამეტრების რეგისტრაციის სისტემის ლოკომოტივის სიჩქარის საზომი ლენტი ან ინფორმაციის დამაგროვებელი, მატარებლის ნატურული ფურცელი, ცნობა მატარებლის მუხრუჭებით უზრუნველყო-

ფისა და მათი წესიერული მოქმედების შესახებ, ბლანკი მოძრაობის სიჩქარის შეზღუდვის შესახებ, მემანქანის მარშრუტის ფურცელი და ლოკომოტივის ტექნიკური მდგომარეობის ჟურნალი.

2) უნდა გაკეთდეს ლიანდაგის რღვევის (დაშლის) და რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის განლაგების სქემა, ნაჩვენები უნდა იყოს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის კვალი კილომეტრაჟისა და პიკეტაჟის ჩვენებით. სქემაზე დატანილი უნდა იქნეს მოძრავი შემადგენლობის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის დაწყების და რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის გაჩერების ადგილი.

3) წარმოებს შემთხვევის შედეგების საერთო ხედის, რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის კვალის, მისი კოორდინატების ჩვენებით, რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის და ინფრასტრუქტურის ნაგებობების დაზიანებების, ნაპოვნი გარეშე საგნების, გატეხილი დეტალების, რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის დეტალების და კვანძების განლაგების, ტვირთების განლაგების და დამაგრების დარღვევების და ა.შ. ვიდეო და ფოტოგადაღება.

4) წარმოებს დათვალიერებული დეტალებისა და მექანიზმების გაზომვა, იღებენ ანაბეჭდს მისი დადაღვის ადგილიდან, ხოლო გატეხილის შემთხვევაში ადგენენ მოტეხილი ნაწილების ესკიზს (რელსები, წყვილთვალის ღერძული ყელი, რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის ღერძი, სხვა დეტალები, ტვირთი და მისი ნაწილები), ახდენენ გატეხილი ზედაპირების ფოტოგრაფირებას და მეტალოგრაფიულ ანალიზს.

5) შედგენილ უნდა იქნეს სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის ადგილის დათვალიერების, რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მდგომარეობის, მათ შორის რელსებიდან არ ჩამოსული მოძრავი შემადგენლობის (სამუხრუჭო მაგისტრალის

300

ტექნიკური მდგომარეობა, წყვილთვალეების გორვის ზედაპირზე დამახასიათებელი დაზიანებების არსებობა და ა.შ), ინფრასტრუქტურის ნაგებობების (ლიანდაგის პარამეტრები, ავტომატიკის და ტელემექანიკის, კავშირგაბმულობის, ელექტროფიკაციისა და ენერგომომარაგების მოწყობილობები), ტვირთების განლაგების, დამაგრების და მდგომარეობის აქტები, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ შემთხვევის მიზეზების დასადგენად (აღნიშნული აქტები ხელმოწერილი უნდა იქნეს შემთხვევის ადგილზე ყველაზე ადრე მოსული რკინიგზის სახაზო ქვედანაყოფების ხელმძღვანელების მიერ).

6) წერილობითი ახსნა-განმარტება უნდა ჩამოერთვათ შემთხვევაში მონაწილე პირებს (აუცილებლობის შემთხვევაში ხმოვანი ან ვიდეოჩანაწერი), ასევე გამოიკითხება სხვა მუშაკებიც სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის მიზეზების დადგენის მიზნით.

7) ფიქსირდება ამინდის პირობები სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის მოხდენის მომენტში.

8) ტარდება (აუცილებლობის შემთხვევაში) მატარებლების მუხრუჭების მუშაობის საკონტროლო შემოწმება და მისი გამოყენების ხერხები, სიგნალების მნიშვნელობის და ხილვადობის ნატურული შემოწმება, ავტომატიკის და ტელემექანიკის, კავშირგაბმულობის, ელექტროფიკაციისა და ენერგომომარაგების მოწყობილობების მდგომარეობა და მუშაობა, ტვირთების განლაგების და დამაგრების გამოყენებული სქემების ან დატვირთვის ესკიზის, ასევე ტვირთის დამაგრების საშუალებების გაანგარიშება.

პუნქტი 54. სამსახურებრივი გამოძიების შედეგების მიხედვით, მაგრამ სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის შემდეგ არაუგვიანეს 3 დღეღამისა, ადგენენ მატარებლის მარცხის ან ავარიის მიზეზების ტექნიკურ დასკვნას. სამსახურებრივი გამოძიების აქტე-

ბი დგება მატარებლის მარცხის ან ავარიის ადგილზე ჩატარებული დათვალიერებისა და სხვა მოქმედებების შედეგად, სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის მომენტიდან არაუგვიანეს 48 საათის განმავლობაში და მას ამტკიცებს რკინიგზის გენერალური დირექტორი.

მატარებლის მარცხის ან ავარიის ადგილზე პირველი, როგორც წესი, მიდის ლიანდაგის ბრიგადირი, ლიანდაგის ოსტატი, რეგიონის უფროსი, სალიანდაგო სამმართველოს უფროსი ან მისი მოადგილე და უახლოესი სადგურის ხელმძღვანელები. ადგილზე მისული მელიანდაგეების მთავარი ამოცანაა მატარებლების მოძრაობის აღდგენის სასწრაფო ორგანიზაცია; პრაქტიკულად მათ არა აქვთ დრო ლიანდაგის რღვევის (დაშლის) და რკინიგზის მოძრავი შემადგენლობის განლაგების, რელსებიდან ჩამოსვლის კვალის და ა.შ. სქემის შესადგენად. ამის გამო და ასევე გარკვეული რეკომენდაციების არ არსებობის გამო, თუ სახელდობრ პირველ რიგში რა უნდა დააფიქსირონ მელიანდაგეებმა, ისინი ძალიან ხშირად გავლენას ვერ ახდენენ მატარებლის მარცხის ან ავარიის მიზეზების შესახებ გადაცემულ ინფორმაციაზე.

ხშირ შემთხვევებში სამსახურებრივი გამოძიების აქტში, რომელსაც სატრანსპორტო შემთხვევის ან მოვლენის მომენტიდან არაუგვიანეს 48 საათის განმავლობაში ხელს აწერს რკინიგზის გენერალური დირექტორი, აისახება წინასწარ გადაცემული ინფორმაცია მატარებლის მარცხის ან ავარიის მიზეზების შესახებ. ამიტომ მნიშვნელოვანია, შემთხვევის მომენტიდან 8 – 10 საათის განმავლობაში, მელიანდაგეების მიერ სარევიზიო აპარატისათვის გადაცემული იქნეს დაფიქსირებული (აქტები, ფოტო და ვიდეო მასალები) მნიშვნელოვანი (მელიანდაგეების თვალსაზრისით) ნიშნები და მარცხის (ავარიის) შედეგები. ამიტომ, ამ პერიოდში მელიანდა-

გეები უნდა ეცადონ დაადგინონ რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის პირველადი მიზეზი. აღნიშნულ პერიოდში სალოკომოტივო და სავაგონო სამსახურის სპეციალისტები აქტიურად ეძებენ არა იმდენად ლოკომოტივისა და ვაგონების, რამდენადაც ლიანდაგის მოვლა-შენახვაში არსებულ დარღვევებს.

## **2. მელიანდაგეების ჯგუფების მომზადება და მათი თავდაპირველი მოქმედება**

სალიანდაგო სამმართველოს მუშაკები ყოველთვის მზად უნდა იყვნენ სწორი მოქმედებებისათვის, განსაკუთრებულ შემთხვევებში, ამინდისა და დროის მიუხედავად. უპირველეს ყოვლისა წინასწარ უნდა იყოს მომზადებული სალიანდაგო სამმართველოს 2 – 3 მუშაკი, რომელთაც საჭირო ინვენტარით დაუყოვნებლივ შეეძლებათ ხაზზე გასვლა და დაკავდებიან მხოლოდ მარცხის ადგილის გამოკვლევით.

შემთხვევის ადგილზე საჭირო იქნება:

- უბნის გრძივი პროფილი,
- საზომი რულეტი, სიგრძით არანაკლებ 5მ,
- ფოტოაპარატი ან ვიდეოკამერა,
- დიქტაფონი (გამოსაკვლევი ადგილის სიტყვიერი აღწერის ჩასაწერად),
- ქაღალდი, ფანქარი,
- ლეპტოპი (აუცილებლობის შემთხვევაში),
- ელექტროფარანი (ლამით გამოსაკვლევი ადგილის გასანათებლად),

- პორტარტული გადასატანი ასლგადამღები აპარატი (ელემენტებზე მომუშავე) სიჩქარის საზომი ლენტის და ნატურული ფურცლის გადასაღებად.

აღნიშნულმა ჯგუფმა უნდა დააფიქსიროს მხოლოდ შემთხვევის ადგილის ფაქტიური მდგომარეობა (სურათი), ყოველგვარი ცვალებადობის გარეშე. ეს განსაკუთრებით საჭიროა სხვა სამსახურის სპეციალისტებისათვის, რომლებიც შემთხვევის ადგილზე მელიანდაგეების შემდეგ მოდიან.

მელიანდაგეებისათვის მნიშვნელოვანი დოკუმენტია სიჩქარის საზომი ლენტი, რომელიც ავარიისწინა სიტუაციის შეფასების შესაძლებლობას იძლევა. სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ უმეტეს შემთხვევაში სიჩქარის საზომი ლენტის ქსერო ან ფოტოასლი არ კეთდება მისი ამოღების დროს, პუნქტი 46-ის შესაბამისად. ეს კი საშუალებას აძლევს სალოკომოტივო დეპოს მუშაკებს, რომელთაც გადაეცემათ ლენტი გასაშიფრად, ამოფხიკონ, გააყალბონ ან შეცვალონ ლენტი. ამიტომ, მელიანდაგეებმა უნდა გააკეთონ ლენტის კოპირება, ლოკომოტივიდან მისი ამოღებისთანავე. მიზანშეწონილია, აგრეთვე, ნატურული ფურცლის ქსერო ან ფოტოასლის გაკეთება, თუმცა მისი გაყალბება არ ხდება მარცხის ან ავარიის შემდეგ.

ასევე, სწრაფად უნდა მოხდეს პიკეტაჟის მიზმა მატარებლის ყველა ეკიპაჟზე, მარცხის (ავარიის) შემდეგ. დაფიქსირდეს ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი, რამდენადაც ხშირ შემთხვევაში მატარებლის მარცხის ან ავარიის მიზეზია ცარიელი ვაგონების ამოწნება, სარელსო ლიანდის გაბჯენა ან გადაწევა მატარებლის ხისტი დამუხრუჭების, მათ შორის სასწრაფო დამუხრუჭების გამო. ასეთ შემთხვევებში მემანქანეები ხშირად აცნობებენ, რომ მათ სასწრაფო დამუხრუჭება გამოიყენეს, მხოლოდ თვლების რელსები-



დან ჩამოსვლის შემდეგ. მემანქანის ასეთი განცხადების სისწორე ადვილი შესამოწმებელია, თუ ცნობილია ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი, ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის შემდეგ. ამისათვის შესადარებელია სიჩქარის საზომ ლენტზე დაფიქსირებული სამუხრუჭო მანძილი, იმ ფაქტიურ მანძილთან, რომელიც ტოლია მანძილისა ლოკომოტივის გაჩერებიდან თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილამდე, ლიანდაგიდან ჩამოუსვლელი ლოკომოტივის შემდგომი მატარებლის ნაწილის სიგრძის გათვალისწინებით. თუ სიჩქარის საზომ ლენტზე დაფიქსირებული სამუხრუჭე მანძილი მეტია აღნიშნული მანძილისა, მაშინ დამუხრუჭება მომხდარა თვლების რელსებიდან ჩამოსვლამდე, და ამ დამუხრუჭებამ ხელი შეუწყო ცარიელი ვაგონების ამოწნეხას, ცარიელი ვაგონების ქვეშ სარელსო ლიანდის გაბჯენას ან გადაწევას.

რელსებიდან ჩამოსული და ჩამოუსვლელი ეკიპაჟების განლაგების პიკეტაჟთან მიზმის სქემა უნდა იყოს დეტალური. ამასთანავე რელსებიდან ჩამოსულ ვაგონებს შორის და რელსებიდან ჩამოსულ და ჩამოუსვლელ ვაგონებს შორის მანძილის სიზუსტე საკმარისია 1 მეტრამდე სიზუსტით, ანუ 1 მეტრამდე შეცდომა დასაშვებია. აუცილებლად დაფიქსირებული უნდა იყოს რელსებიდან ჩამოსული ვაგონების განლაგება, მათი ნომრების ჩვენებით (წარწერა ძარაზე). თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზის საბოლოოდ დასადგენად აუცილებელია სქემაზე პიკეტაჟის ჩვენებით დატანილი იყოს მატარებლის სვლის მიმართულებით თუ რომელ მხარეს ჩამოვიდა რელსებიდან ურიკის თვლები ან რომელი თვლები დარჩა რელსზე ლიანდაგის გეგმაზე და პროფილზე მიზმით. მატარებელში გრძივი ძალების შესაძლო უარყოფითი ზემოქმედების გამოსავლენად მოსაპოვებელია ინფორმაცია მატარებლის მოძრაობის რეჟიმის შესახებ, შემთხვევამდე და შემთხვევის მომენტში (მაგალითად, მემანქანის

ნის ონკანის სახელურის და რეოსტატული მუხრუჭის მდებარეობა, ხელის მუხრუჭის მდებარეობა, სრული სამომსახურო, სასწრაფო, რეკუპერაციული დამუხრუჭების გამოყენება, სიჩქარის საზომი ლენტი და სხვა). მელიანდაგებმა მონაწილეობა უნდა მიიღოს რელსებიდან ჩამოსული მოძრავი შემადგენლობის ერთეულების სავალი ნაწილების მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციის შეგროვებაში.

### **3. მექანიკის კანონების პოზიციიდან თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის „სალიანდაგო“ მიზეზის არარსებობის დასაბუთება**

რიგ შემთხვევაში ლიანდაგის მუშაკები, მიუხედავად საღი აზროვნებისა, ხელს აწერენ ან ვიზირებას უკეთებენ დოკუმენტებს „სალიანდაგო“ მიზეზით თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ჩვენებით, იმ შემთხვევაშიც როცა ამის ნიშნები არ არსებობს. შემდგომში ეს ძალიან ართულებს ჭეშმარიტი მიზეზის დადგენას დამოუკიდებელი ექსპერტიზის ჩატარებისას და სასამართლო გარჩევებზე. ქვემოთ ჩამოთვლილია ყველაზე უფრო საყურადღებო ნიშნები, როდესაც აშკარად არ არსებობს სალიანდაგო მიზეზი.

1. თუ მარცხის ან ავარიის დროს ლოკომოტივი ან ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი არ ჩამოვიდა რელსებიდან, ხოლო რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილი, მაშინ შეგვიძლია ვამტკიცოთ, რომ თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი არ შეიძლება იყოს ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება.

2. თუ მარცხის ან ავარიის დროს უპირაპირო ლიანდაგი დაზიანდა (დაიშალა) უპირაპირო სარელსო გადაბმების ნაწილი და, თუ დაზიანების ზონის ბოლოში (ბოლოებში) არ შეიმჩნევა დარჩენილი უპირაპირო სარელსო გადაბმების გრძივი გადაადგილება დაზიანების ადგილისკენ (ეს ადვილად შეიძლება იქნეს დანახული რელსის ძირზე კლემების ან “Pandrol”-ის სამაგრების ნაკვალევით ან შპალების გადაადგილებით ბალასტში), მაშინ შეგვიძლია ვამტკიცოთ, რომ მარცხის (ავარიის) მიზეზი არ შეიძლება იყოს ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება, იმ შემთხვევაშიც კი, თუ რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის მეწინავე ნაწილი.

ზემოთ თქმულის საილუსტრაციოდ გამოდგება უკრაინის რკინიგზაზე მომხდარი შემთხვევა. სწორი უბნის გაჭიანურებული დაღმართის რკინაბეტონის შპალებიანი P65 ტიპის 1262,5მ სიგრძის უპირაპირო ლიანდაგის რელსებიდან ჩამოვიდა 52კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი დატვირთული მატარებლის შუა ნაწილის 12 ვაგონი. B/780 ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილის 31 ვაგონი, ასევე ბოლო ნაწილის 18 ვაგონი დარჩა რელსებზე. მატარებლის მასა იყო 3838 ტონა, ღრმების რაოდენობა 240.

რკინიგზის უფროსის ბრძანებით მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგის ჩავარდნის მიზეზად დასახელებული იყო ლიანდაგის გაგდება მატარებლის ქვეშ.

დამოუკიდებელი ექსპერტიზის ჩატარების შედეგად გამოვლინდა, რომ მარცხის მიზეზების განსაზღვრისას დაშვებულ იქნა უხეში შეცდომა.

უპირაპირო ლიანდაგზე მატარებლების მარცხის ან ავარიების მიზეზების გამოძიებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ მექანიკის კანონებით, რომლიც გამოიხატება გახურების შედეგად სარელსო გადაბმებში დაგროვილი პოტენციური ენერგიის გამოვლენით. სად

და როდის უფრო ადვილია მისი გამოვლინება სარელსო გისოსის ტემპერატურული გაგდების სახით? უპირაპირო სარელსო გადაბმებში, კრიტიკულზე მაღალი ტემპერატურული ძალების მიღწევისას, ლიანდაგის გაგდება ხდება იმ ადგილებში, სადაც ბალასტი გაფხვიერებულია, შპალის ტორსები მოშიშვლებულია, საშპალო ყუთებში არ არის ბალასტი ან სადაც არის კუთხეები (უსწორობები გეგმაში). ეს არის პასუხი კითხვაზე, თუ პირველ რიგში რა ადგილზე მოხდება ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება. მაგრამ მთავარია მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი: როდის ხდება ლიანდაგის გაგდება? დასაბუთებულია, რომ მატარებლის ქვეშ სატვირთო ვაგონების თვლებიდან რელსსაშპალო გისოსზე დაწოლის შედეგად წინაღობა ტემპერატურული გაგდების მიმართ, როგორც მინიმუმი, 20-ჯერ მეტია, ვიდრე მოძრავი ლოკომოტივის წინ 5 – 10მ-ის დაშორებით, სადაც ასეთი დაწოლა არ არის და ამას გარდა სალიანდაგო გისოსის გადაწევა გაადვილებულია, რელსების ვიბრაციის გამო. ლიანდაგის გაგდება ხდება გვერდზე 30-40სმ მანძილზე და გრძელდება სულ 0,2 წამს, ამიტომ, რელსებიდან უსათუოდ ჩამოდის ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი.

ზემოთ აღნიშნულ შემთხვევაში რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის შუა ნაწილში განლაგებული მხოლოდ 12 ვაგონი. მაშასადამე, მხოლოდ ამის საფუძველზე შეგვიძლია ვამტკიცოთ, რომ სამსახურებრივი გამოძიების დროს მარცხის მიზეზი არასწორად იყო დასახელებული. ლიანდაგის გეგმაში კუთხეების არსებობა ან გაფხვიერებული ბალასტი ვერ ცვლის ამ დასკვნას, რადგან თუ უპირაპირო სარელსო გადაბმებში წარმოიშვა კრიტიკულზე მაღალი ტემპერატურული ძალები, მაშინ ლიანდაგის გაგდება უნდა

მომხდარიყო ლოკომოტივის წინ. ეს არის ურყევი ობიექტური კანონი, რომელიც მოქმედებს ჩვენი ნება-სურვილის მიუხედავად.

მატარებლის მარცხის მიზეზის მცდარი დასკვნის მეორე ნიშანია უპირაპირო სარელსო გადაბმების ბოლოების გრძივი გადაადგილების კვალის არარსებობა, კლემების (შპალების) მიმართ ჩავარდნილი ვაგონებით დაზიანებული ადგილისაკენ.

ამრიგად, სატვირთო მატარებლის მარცხის მიზეზის დამდგენი სამსახურებრივი გამოძიება ჩატარებულ იყო შეცდომებით.

თუ მატარებლის მარცხის (ავარიის) ადგილზე აღმოჩნილი იქნებოდა უდეფექტო გატეხილი P65 ტიპის რელსი (დეფექტი ნახ.79), მაშინ შეგვიძლია ვამტკიცოთ, რომ ეს გატეხვა არის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის შედეგი და არა მიზეზი. იმისათვის რათა ლიანდაგში გატყდეს უდეფექტო რელსი, საჭიროა ძალა, რომელიც ათჯერ აღემატება წესიერული მოძრავი შემადგენლობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარით მოძრაობის დროს მოქმედ ძალებს. ულაპარაკოდ არ უნდა დავთანხმდეთ, რომ მატარებლის მარცხის (ავარიის) მიზეზი არის რელსის გატეხვა გამოწვეული დაღლილობითი ბზარებით (დეფექტი ნახ.21). აუცილებლად გამოვკვეთულ უნდა იყოს, თუ რატომ წარმოიშვა კრიტიკულზე მაღალი ძალა, რომელმაც გამოიწვია რელსის გატეხვა.

#### **4. პრაქტიკული რეკომენდაციები თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილის გამოკვლევისას**

მატარებლის მარცხისა და ავარიის ფაქტების გამო აღძრული სისხლის სამართლის საქმეების მასალების მრავალრიცხოვანი ექსპერტიზის გამოცდილება მოწმობს, რომ მატარებლების განლაგე-

ბის სწორ და დროულ (შემთხვევის პირველი დღის განმავლობაში) გრაფიკულ გაფორმებას აქვს ძალიან დიდი მნიშვნელობა შემთხვევის მიზეზების ობიექტურად შესაფასებლად.

სამწუხაროდ, ზემოთ აღნიშნული გრაფიკული ასახვა ან საერთოდ არ კეთდება, ან კეთდება ისე, რომ მასზე არ არის დატანილი შუქნიშნების განლაგების ადგილი, არ ხდება სალოკომოტივო სიგნალიზაციის ჩვენებასა და გრძელ პროფილზე ლოკომოტივის განლაგების ადგილთან კავშირის ანალიზი, რელსებიდან ჩამოსული ეკიპაჟების განლაგება გეგმაში დაიტანება დაუდევრად, იმ მნიშვნელოვანი ნიშნების აღნიშვნის გარეშე, რათა განისაზღვროს რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზი.

სისხლის სამართლის საქმეების მასალების ტექნიკური ექსპერტიზა გვიჩვენებს, რომ რელსებიდან ჩამოდიოდა მატარებლის შუაში ან ბოლო ნაწილში განლაგებული ვაგონები იმ მომენტში, როცა მატარებლის მეწინავე ნაწილი გაჭიანურებული დადმართის შემდეგ იმყოფებოდა აღმართში ან მრუდში, სადაც იზრდება წინალობა მოძრაობისადმი. ყველა შემთხვევაში, თვლების მატარებლის ნაწილის ლიანდაგში ჩავარდნის შემდეგ ლოკომოტივი და რამდენიმე მეწინავე ვაგონი რჩება რელსებზე.

დამახასიათებელი მაგალითი: რუსეთის რკინიგზაზე (09.06.1993წ) გაჭიანურებული დადმართის ბოლოში მოხდა №2830 სატვირთო მატარებლის (მოძრაობის სიჩქარე 66კმ/სთ) მარცხი, რომელიც შედგებოდა 2ТЭ10В ლოკომოტივისაგან და 57 ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონისაგან, მათ შორის 55 ცარიელი და ორი დატვირთული (ლოკომოტივიდან 40-ე და 56-ე ვაგონები) ვაგონისაგან. როცა ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი მოძრაობდა 9,7‰-იან აღმართზე და შევიდა 500 მეტრიანი რადიუსის მრუდში, მოხდა მოძრავი შემადგენლობის მერვე ცარიელი ვაგონის პირველი

ურიკის სვლის მიმართულებით მარჯვენა (მეორე ურიკა დარჩა რელსებზე) თვლების ჩამოსვლა რელსებიდან. მის უკან მომავალი მეცხრე ცარიელი ვაგონის მხოლოდ პირველი ურიკა ჩამოვიდა რელსებიდან, მხოლოდ სვლის მიმართულებით მარცხენა მხარე. რელსებიდან ჩამოსული აღნიშნული ორი ცარიელი ვაგონი არ მოწყდა მატარებლის მეწინავე ნაწილს და ჩავარდნილ მდგომარეობაში მეწინავე ნაწილთან ერთად იარა მანამდე, სანამ ლოკომოტივი არ გაჩერდა. შემდეგი ორი ცარიელი ვაგონი (მეათე და მეთერთმეტე) მოწყდა მატარებლის მეწინავე ნაწილს, მათგან პირველი (ლოკომოტივიდან მეათე) რელსიდან ჩამოვიდა სვლის მიმართულებით პირველი ურიკა მარცხენა მხარეს, მომდევნო (ლოკომოტივიდან მეთერთმეტე) ყველა თვლებით დარჩა რელსებზე. მეთორმეტე ცარიელი ვაგონი რელსებიდან ჩამოვიდა უკანა ურიკით სვლის მიმართულებით მარჯვენა მხარეს, ხოლო მეცამეტე უკანა ურიკით სვლის მიმართულებით მარცხენა მხარეს. შემდეგი 21 ცარიელი ვაგონი ჩამოვიდა რელსებიდან და შექმნა ხერგი. მატარებლის დანარჩენი (ბოლო) ნაწილი (23 ვაგონი) დარჩა რელსებზე.

თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ასეთი განლაგება მარცხნივ და მარჯვნივ, მით უმეტეს, როცა მეთერთმეტე ვაგონის წინ რელსებიდან ჩამოსული პირველ სამი ვაგონის შემდეგ მეთერთმეტე ვაგონი დარჩა რელსებზე, ხოლო შემდეგი 21 ვაგონი ჩამოვიდა რელსებიდან, ხოლო მატარებლის ბოლო ნაწილი (მათ შორის ორი დატვირთული) დარჩა რელსებზე, დამახასიათებელია და ტიპურია მატარებლის შუა ნაწილში რამდენიმე ადგილზე ცარიელი ვაგონების ერთდროულად ამოწნების შემთხვევებისათვის, სადაც მატარებელში მოქმედებს მაქსიმალური გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა. ასეთი დასკვნები დადასტურებულია ტექნიკური ექსპერტების ინჟინრული გაანგარიშებებით. ამით დასაბუთებულად უარყოფილ იქნა სამსახურეობრივი გამოძიების დროს მიღებული მიზეზი - რგოლური ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მაქსიმალურ კვაზისტატიკურ მკუმშავ ძალას ემატება ძალა მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭებით დამუხრუჭებისას, რომელიც განპირობებულია ლოკომოტივისა და მატარებლის მეწინავე ნაწილის მოძრაობისადმი წინაღობით, გამოწვეული აღმართით და ლიანდაგის სიმრუდით. უდიდესი დანამატია - ლოკომოტივიდან გარკვეულ მანძილზე. მაგალითად, ნორმალური სიგრძის მატარებელში (თითოეული ვაგონის მასით 900კნ) მეათე ვაგონის შემდეგ, გაჭიანურებული დაღმართის გავლის შემდეგ 10%-იან აღმართზე და 400 მეტრიანი რადიუსის მრუდში შესვლისას (როცა მატარებლის ბოლო ნაწილი ჯერ კიდევ გაჭიანურებული დაღმართის ბოლოშია) ავტოგადასაბმელში გრძივი კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა (როცა შეჭიდულობის კოეფიციენტი 0,2) ტოლია 690კნ. დანამატი გამოწვეული აღმართისა და მრუდის სიმრუდის წინააღობით შეადგენს 138კნ-ს. ასეთივე შემთხვევაში ამ ძალის მნიშვნელობა ავტოგადასაბმელში, რომელიც ლოკომოტივს აერთებს მატარებელთან, შეადგენს 585კნ-ს, ანუ 105კნ-ით ნაკლებს, ვიდრე მეათე ვაგონის შემდეგ და 35კნ-ით მეტს, ვიდრე ლიანდაგის სწორ უბანზე. 4T $\nabla$ 10M ლოკომოტივის შემთხვევაში აღნიშნული ძალა შეადგენს არა 690კნ-ს, არამედ 966კნ-ს. კვაზისტატიკური ძალების გაანგარიშების მეთოდიკა დაწვრილებითაა გადმოცემულია მესამე თავში.

იმისათვის რათა ზუსტად ვიცოდეთ, თუ რომელი ვაგონის შემდეგ წარმოიშვება მაქსიმალური კვაზისტატიკური მკუმშავი ძალა ავტოგადასაბმელში მხოლოდ სალოკომოტივო მუხრუჭების გამოყენებისას, მათ შორის რეკუპერაციის დროსაც, აუცილებელია ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის იქნეს გაანალიზებული, ზემოთ აღნიშნული მეთოდიკით, ლიანდაგის გეგმა და პროფილი, მატარებლის მოძრაობის რეჟიმი. მაგრამ მაინც, შესაძლებელია გაკეთდეს რამდენიმე ზოგადი დასკვნა.



ჯერ ერთი, გაჭიანურებული დაღმართის ბოლოში მოძრაობის სიჩქარე, როგორც წესი, მაღალია, ხოლო სამუხრუჭე მაგისტრალი თითქმის დაცლილია, სამსახურებრივი მუხრუჭის მრავალჯერადი გამოყენების გამო. სწორედ ეს აიძულებს მემანქანეს დამხმარე სალოკომოტივო მუხრუჭის გამოყენებას, რომლის მოქმედება არ ფიქსირდება სიჩქარის საზომ ლენტზე. თუ სალოკომოტივო მუხრუჭის გამოყენება ხდება დაღმართში ან ნულოვან ქანობზე, მაშინ უდიდესი გრძივი მკუმშავი ძალა წარმოიშვება ლოკომოტივის მატარებელთან შემაერთებელ ავტოგადასაბმელში. თუ დამუხრუჭება ხდება აღმართში ან მრუდში, ან აღმართში და მრუდში ერთდროულად, მაშინ მაქსიმალური მკუმშავი ძალა წარმოიშვება ლოკომოტივიდან გარკვეულ მანძილზე. ეს მანძილი, ძირითადად, განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორებით: აღმართში ან მრუდში ვაგონების რიცხვით (ლოკომოტივის შემდგომ), ცარიელი და დატვირთული ვაგონების განლაგების ადგილით, ჯერ კიდევ დაღმართში მოძრავი მატარებლის დაუმუხრუჭებელი ბოლო ნაწილის კინეტიკური ენერგიით, აღმართის ან მრუდის წინ, რომლის ფარგლებში უკვე შესულია მატარებლის მეწინავე ნაწილი.

მეორეც, დამუხრუჭების დროს გრძივი მკუმშავი კვაზისტატიკური ძალა, და მაშასადამე, თვლებიდან რელსებზე გადაცემული ჰორიზონტალური განივი ძალა დამოკიდებულია მრავალ კონსტრუქციულ და საექსპლუატაციო ფაქტორზე. შესაძლებელია მათი ერთი ნაწილის კონტროლირება, გაზომვა, მართვაც კი (მოძრაობის რეჟიმები, ვაგონების განაწილება მატარებლის სიგრძეზე, მატარებლის საერთო მასა და სიგრძე და ა.შ.). შესაძლებელია ნაწილი ფაქტორების კონტროლირება, მაგრამ, შეუძლებელია მათი მართვა (ლიანდაგის გეგმა და პროფილი, ვაგონთაშორის კავშირებში ღრეჩოების განაწილება და ა.შ.). გვხვდება ისეთი ფაქტორებიც, რომელთა გაკონტროლება შეუძლებელია და შეიძლება გათვალისწინებული იყოს მხოლოდ ირიბად (დამუხრუჭებისას ვა-

გონიდან ვაგონზე გრძივი მკუმშავი ძალების გადაცემის ფაქტიური ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ექსცენტრისიტეტები, მატარებლის სამუხრუჭო სისტემის და შთანთქმელი აპარატების რეალური მდგომარეობა, მემანქანების კვალიფიკაცია და ა.შ.).

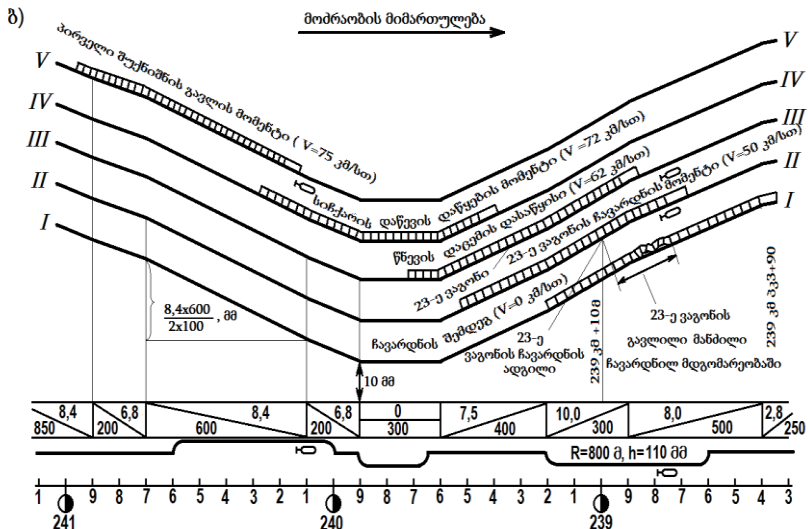
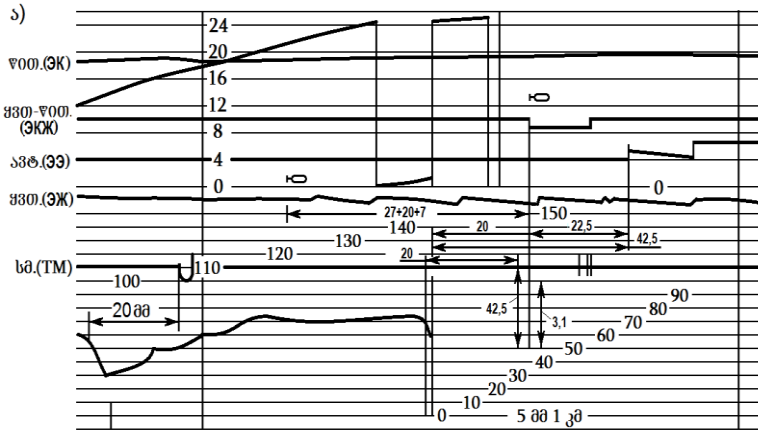
შემთხვევის ადგილზე მელიანდაგე-გამომკვლევების (როგორც წესი ტექნიკური განყოფილების მუშაკები) გასვლის წინ რეკომენდებულია თან იქონიონ გრძივი პროფილის შემოკლებული ვარიანტი მასშტაბის შეცვლით. ამ შემთხვევაში უნდა მოვიქცეთ შემდეგნაირად:

1. მოძრაობის მიმართულება ნაჩვენები უნდა იყოს მარცხნიდან მარჯვნივ (ნახ.№93) შემდგომში სიჩქარის საზომ ლენტთან შეპირისპირების გასაადვილებლად, რომელზეც მოძრაობის მიმართულება ყოველთვის იწერება მარცხნიდან მარჯვნივ.

2. ქვედა სწორ ხაზზე დატანილ უნდა იყოს კილომეტრაჟი და პიკეტაჟი მასშტაბში 1კმ = 10სმ, ან ერთი პიკეტი ტოლია 1სმ. ამასთან კილომეტრების ათვლა არ არის აუცილებელი დაემთხვეს მოძრაობის მიმართულებას (იხ. ნახ.№93,ბ). ზევით (10 მმ-ზე) უნდა გამოიხაზოს ლიანდაგის გეგმა, მრუდის რადიუსის, გარე რელსის შემადლების და შემთხვევის ადგილთან ახლოს მდებარე შუქნიშნების განლაგების ჩვენებით.

3. შემდეგ, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ.№93,ბ-ზე, დატანილ უნდა იყოს პროფილის ელემენტები, მანძილისა და ქანობის ჩვენებით. მის ზემოთ უნდა დავიტანოთ რელსის თავის გრძივი პროფილის შესაბამისი ოთხი-ხუთი პარალელური ხაზი, მათ შორის 12-13მმ-ის ინტერვალით, შემდგომი სქემის შესადგენად (შემთხვევის ადგილზე მისვლის შემდეგ) - მატარებლის განლაგება ლიანდაგში ჩავარდნის შემდეგ (ხაზი I-I), ლიანდაგში ჩავარდნის დაწყების მომენტში (ხაზი II-II) და დამახასიათებელი მომენტები ლიანდაგში ჩავარდნის წინ. ამასთანავე სასურველია ქანობის ვერტიკალური მასშტაბის გადიდება (იხ. ნახ.№93,ბ), მატარებელში

გრძივი ძალების ფორმირებაში გრავიტაციული ძალის როლის უფრო თვალსაჩინოდ დასანახად. მომზადებული გრძივი პროფილის სიგრძე უნდა იყოს მატარებლის ჩავარდნამდე 2 – 3კმ, ხოლო ჩავარდნის შემდეგ 1 – 2კმ.



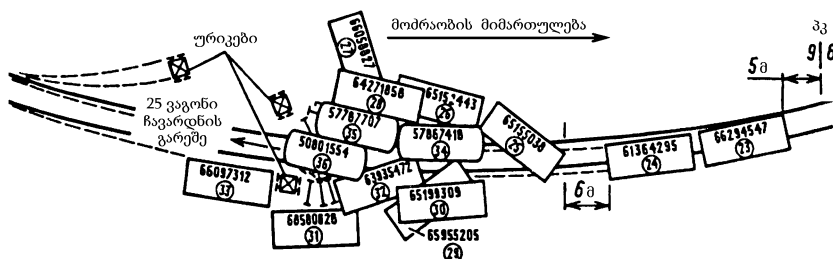
ნახ.№93. სიჩქარის საზომი ლენტი (ა) და მატარებლის (№2114) განლაგება გრძივ პროფილში (ბ).

4. სალიანდაგო სამმართველოში სასურველია გადაიღონ მომზადებული ნახაზის რამდენიმე ასლი, რათა შემთხვევის ადგილზე მისვლის შემდეგ ლიანდაგის რამდენიმე მუშაკს, ერთდროულად შეეძლოთ აღნიშნული სქემაზე მატარებლის განლაგების და დამახასიათებელი მომენტების დატანა.

შემთხვევის (მარცხი ან ავარია) ადგილზე მისვლის შემდეგ რეკომენდებულია თავიდან დატანილ იქნეს (ხაზი I-I, ნახ. №93,ბ) მატარებლის განლაგება ლიანდაგში ჩავარდნის შემდეგ ( $V = 0$ ). შემდგომი გამოძიებისათვის საჭიროა განისაზღვროს ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი. ამიტომ, I-I ხაზზე აუცილებელია, ლოკომოტივის სვლის მიმართულებით, პირველი ღერძის გაჩერების ადგილის დატანა. თუ მისვლის მომენტში ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი გადაადგილებული ან გაყვანილია, მაშინ ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი შემდეგნაირად უნდა განისაზღვროს: I-I ხაზზე უნდა დავიტანოთ პირველი დატოვებული ვაგონის (სვლის მიმართულებით) გაჩერების ადგილი. როგორც წესი, სვლის მიმართულებით ეს არის პირველი ვაგონი, რომლის ერთი ან ორივე ურიკა ჩამოვიდა რელსებიდან. ტრაფარეტზე ვაგონის ნომრის და ნატურული ფურცლის მიხედვით ადგენენ ლოკომოტივიდან აღნიშნული ვაგონის რიგითობას. ვიცით რა ჩახსნილი ვაგონების რაოდენობა, ავტოგადაბულობის ღერძებს შორის მანძილი და ლოკომოტივის სიგრძე, შეგვიძლია დავადგინოთ ლოკომოტივის გაჩერების ადგილი, მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნის შემდეგ. ოთხღერძიანი ვაგონების (ბაქანი, ნახევარვაგონი) ავტოგადაბულობის ღერძებს შორის მანძილი, საშუალოდ, შეგვიძლია მივიღოთ 14მ, ხოლო ლოკომოტივის (თბომავალი, ელმავალი) ერთი სექციის სიგრძე - საშუალოდ 17მ. გრძივ პროფილზე

მატარებლის წყვეტა მეწინავე გადაუხსნელ და ბოლო გადაუხსნელ ნაწილებს შორის შეიძლება აღინიშნოს პუნქტირით.

რელსებიდან ჩამოსული ეკიპაჟების უფრო დაწვრილებით განლაგება დატანილი უნდა იყოს გეგმაზე, როგორც ეს ნაჩვენებია №94 ნახაზზე. მართკუთხედის ზომები (ვაგონის) გეგმის სქემაზე რეკომენდებულია მიღებულ იყოს: სიგანე 10მმ, სიგრძე 20მმ. სასურველია ამის გამოსახაზად გამოყენებული იქნეს ე.წ. „ოფიცრის“ სახაზავი. თითოეულ მართკუთხედში იწერება ვაგონის ტრაფარეტული ნომერი. შემდეგ ნატურული ფურცლის მიხედვით ადგენენ ლოკომოტივიდან აღნიშნული ვაგონის რიგითობას. ეს ნომერი იწერება რგოლში. სქემაზე არ არის აუცილებელი ვაგონის ტიპის ჩაწერა, ვინაიდან მისი გარკვევა სავსებით შესაძლებელია ტრაფარეტული ნომრის პირველი ციფრით (იხ. მეცხრე თავის მეორე პარაგრაფი).



**ნახ. №94. მატარებლის (№2114) ლიანდაგში ჩავარდნილი ვაგონების განლაგება გეგმაში.**

შემთხვევის ადგილზე მისვლისთანავე გადაღებულ უნდა იყოს სიჩქარის საზომი ლენტის საჭირო ნაწილის ასლი. ამ ოპერაციაში ჩართულნი უნდა იყვნენ რეგიონის უფროსი და მასზე უფრო მაღალი თანამდებობის პირები, რადგან სიჩქარის საზომი ლენტის მაშინათვე გაკეთებული ასლი დაგვიცავს, შემდგომში, ლენტის შეც-

ვლის ან გაყალბებისაგან. ექსპერტიზის მონაცემებით ასეთი შემთხვევები ხშირად ხდება და ეს არევ-დარევს გამოძიების პროცესს.

სიჩქარის საზომ ლენტებზე ჩანაწერი ძნელად გასარჩევია, განსაკუთრებით სალოკომოტივო სიგნალების ჩამწერების. ამიტომ, არ უნდა გაკეთდეს ნათელი გამოსახულების ასლები, რადგან ვერ გავარჩევთ სხვა მნიშვნელოვან ჩანაწერს. უნდა ავიღოთ ნატურული ფურცლის ასლიც.

განვიხილოთ მატარებლების განლაგების გრაფიკული გაფორმება გრძივ პროფილზე, დამახასიათებელი მომენტები მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნის წინ და ჩავარდნისას. I-I ხაზზე (ნახ.№93,ბ) ლიანდაგში ჩავარდნის დამთავრების მომენტში, მატარებლის განლაგების დატანის შემდეგ, მისი განლაგება დააქვთ III-III ხაზზე დამუხრუჭების დაწყების მომენტში (წნევის დაცემა სამუხრუჭე მაგისტრალში). ამ მდგომარეობაში ლოკომოტივის განლაგებას განსაზღვრავენ მოძრაობის საპირისპირო მიმართულებით, სამუხრუჭე მანძილის გადაზომვით I-I ხაზზე ლოკომოტივის გაჩერების ადგილიდან. სამუხრუჭე მანძილს ადგენენ სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით (სიჩქარის საზომ ლენტზე 1მმ შეესაბამება 200 მეტრს).

II-II ხაზზე აღნიშნავენ მატარებლის განლაგებას ეკიპაჟის თვლების ლიანდაგში პირველ ჩავარდნას. როგორც წესი, მარცხისა და ავარიის დროს თვლიან, რომ რელსებიდან პირველი ის ვაგონი ჩამოდის, რომელიც ნატურული ფურცლის მიხედვით მიჰყვებოდა მატარებლის მეწინავე ნაწილის რელსებიდან არ ჩამოსულ ბოლო ვაგონს. არსებობს გამონაკლისიც, როცა რელსებიდან ერთდროულად ჩამოდის მომიჯნავე ვაგონების ორი ურიკა. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილი ჩვეულებრივ განისაზღვრება თვლების ნაკვალევის მიხედვით შპალებზე, სამაგრებზე და ბალასტზე,

318

ამასთანავე მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ მატარებლის მე-წინავე ნაწილის პირველი ვაგონის ლიანდაგში ჩავარდნის შემდეგ, მატარებლის უკანა დაუმუხუჭებელი ნაწილი იწვევს დიდი სიდიდის გრძივი მკუმშავი ძალების წარმოშობას შემდგომი (რელსებიდან ჩამოსული ვაგონის შემდეგ) ვაგონების ავტოგადასაბმელში და შეიძლება გამოიწვიოს ახალი ჩავარდნები მატარებლის შუა ნაწილში, ვაგონების ამოწნეხის ან ლიანდის გაბჯენის გამო (ომბოხური მიმაგრების შემთხვევაში). ამიტომ, პირველადი ჩავარდნის ადგილის განსაზღვრა რთული ამოცანაა. მაგრამ, თუ სამუხრუჭე მანძილი მეტია, ვიდრე მანძილი ჩავარდნის დამთავრების შემდეგ ლოკომოტივის გაჩერების ადგილიდან იმ ადგილამდე, სადაც ის მდებარეობდა ჩავარდნის დროს (ხაზი II-II), მაშინ ეს ითვლება იმის უდავო მტკიცებულებად, რომ დამუხრუჭება გამოყენებულ იყო იმაზე უფრო ადრე, ვიდრე მოხდებოდა მატარებლის ლიანდაგში ჩავარდნა.

ხაზებზე IV-IV და V-V მიზანშეწონილია დატანილ იქნეს მატარებლის განლაგება შუქნიშნების გავლის ან სიჩქარის მკვეთრი დაწევის დაწყების მომენტებში. თუ ასეთი დაწევა ხდებოდა იმ მომენტში, როცა მატარებელი მოძრაობდა დაღმართში, ხოლო წნევა სამუხრუჭო მაგისტრალში არ ეცემოდა, მაშინ მემანქანე იყენებდა სალოკომოტივო მუხრუჭს (რეკუპერაციას, პირდაპირმოქმედი ან რელსტატული), რომელიც არ ფიქსირდება სიჩქარის საზომ ლენტაზე. საჭიროა, თითოეული სალიანდაგო სამმართველოს ტექნიკური განყოფილების ერთ მუშაკს მაინც შეეძლოს სიჩქარის საზომი ლენტის გაშიფვრა და გაანალიზება.

რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების (შესწავლის) დროს საჭიროა გვახსოვდეს მსოფლიო პრაქტიკაში მიღებული სამი ძირითადი წესი:

1. თუ რელსებიდან ჩამოვიდა ლოკომოტივი და ლოკომოტივი და მატარებლის მეწინავე ნაწილი, მაშინ მიზეზი, პირველ რიგში უნდა ვეძებოთ ლიანდაგის მდგომარეობაში.

2. თუ რელსებიდან ჩამოვიდა მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილში განლაგებული ვაგონები, მით უმეტეს ცარიელები, მაშინ მიზეზი უნდა ვეძებოთ მატარებლის მართვის რეჟიმში (ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების კრიტიკულსზედა შეფარდება  $H/P$ ) ან ვაგონების სავალი ნაწილების უწყესივრობაში.

3. თუ მატარებლის მარცხის ან ავარიის დროს ლიანდაგში ჩავარდნილი ეკიპაჟებით წარმოქმნილ დახორავებაში გატეხილი რელსების, გვერდულების და სხვა დეტალების გამოვლენისას, მათში ფუჭვილების, დაღლილობითი ბზარების, უკმარშენადულის და ა.შ. არსებობის შემთხვევაშიც კი, ასეთი ტეხვების უსიტყვოდ მიღება, როგორც მარცხის ან ავარიის მიზეზი არ შეიძლება იყოს. უნდა განისაზღვროს, თუ რამ გამოიწვია კრიტიკულზე მაღალი ძალების წარმოშობა. უმეტეს შემთხვევაში ასეთი ტეხვები არის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის შედეგი და არა მიზეზი.



## XVII თავი

### რელსებიდან ცარიელი ვაზონების ჩამოსვლის პირითაღი მიზეზების ბანსაზღვრა

#### 1. რა უნდა იცოდნენ მელიანდაგეებმა რელსებიდან ჩამოსული ურიკის გამოკვლევისას

ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ მელიანდაგეებმა შეაფასონ რელსებიდან ჩამოსული პირველი ორი ურიკის ტექნიკური მდგომარეობა. რატომ პირველი ორის? იმიტომ, რომ შემდეგი ურიკების ლიანდაგში ჩავარდნა არის სვლის მიმართულებით პირველი ორი ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლის შედეგი.

სამწუხაროდ, უმეტეს შემთხვევებში გამოძიებაში მონაწილე სპეციალისტები-მელიანდაგეები არასაკმარისად არიან გაცნობიერებულები ვაგონის სავალი ნაწილების მოწყობილობაში, ექსპლუატაციის თავისებურებებში და უწყისვრობების (დეფექტების) წარმოშობის მიზეზებში. ხოლო ასეთი ცოდნა, მიახლოებითაც კი, ძალიან საჭიროა მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების დასადგენად. მელიანდაგეებმა უნდა იცოდნენ მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების ის საშიში დეფექტები, რომლის დროსაც არ შეიძლება მათი ჩართვა მატარებლის შემადგენლობაში. აკრძალულია ისეთი სატვირთო ვაგონების ჩაბმა, როდესაც: ყველა ტიპის ვაგონების შემთხვევაში, გარდა ჰოპერდოზატორებისა (ЦНН-2 და ЦНН-3), ურიკების ორთავე მხარეს სრიალებს შორის ჯამური ღრეჩოს სიდიდე მეტია 20მმ-ზე ან ნაკლებია 2მმ-ზე, ხოლო ჰოპერდოზატორებისათვის მეტია 12მმ-ზე ან ნაკლებია 6მმ-ზე; რხევების ფრიქციული ჩამქრობის სოლი გატეხი-

ლია ან აქვს ბზარი; არ არის სრიალას ხუფი ან გატეხილია; უწესივროა რესორული ჩამოკიდება; გატეხილია ცალული, რესორის ფურცელი ან თუნდაც ერთი ზამბარა მაინც; ბზარები რესორის ძირეულ ფურცელში, ცალულში, ზამბარაში, რგოლში, ჩამოკიდებაში, საყურეში; რესორების გადაწევა ან გადაფერდება; ერთი გარე ან შიდა სოლქვეშა ზამბარის გატეხვა.

განსაკუთრებით კარგად უნდა ვიცოდეთ წყვილთვალის უწესივრობები. აკრძალულია (120კმ/სთ-მდე სიჩქარეების შემთხვევაში) ისეთი ვაგონების ექსპლუატაცია, რომელთაც გააჩნიათ ბზარების წყვილთვალის ღერძის, ფერსოს, დისკოს, მორგვის ნებისმიერ ნაწილში; ცვეთა და დაზიანება შორი სამგზავრო მიმოსვლის ლოკომოტივებისა და ვაგონების შემთხვევაში 7მმ-ზე მეტი, ადგილობრივი და საგარეუბნო ვაგონების შემთხვევაში 8მმ-ზე მეტი, სატვირთო ვაგონებისათვის 9მმ-ზე მეტი; ქიმის სისქე მეტი 33მმ-ზე და ნაკლები 25მმ-ზე ლოკომოტივების შემთხვევაში, გაზომილი ქიმის წვეროდან 20მმ-ზე, როდესაც ქიმის სიმაღლეა 30მმ, ხოლო იმ მოძრავი შემადგენლობისათვის რომელთა ქიმის სიმაღლე 28მმ-ია, 18მმ-ის მანძილზე; ქიმის ვერტიკალური შეჭრა 18მმ-ზე მეტი (იზომება სპეციალური შაბლონით): ცოცია (ნაჯაო) ლოკომოტივის, ძრავავაგონიანი მოძრავის შემადგენლობის, გორგოლაჭოვან საკისარიანი ვაგონის თვლის გორვის ზედაპირზე 1მმ-ზე მეტი, ხოლო სრიალა საკისარიანი ვაგონის თვლის გორვის ზედაპირზე 2მმ-ზე მეტი.

უნდა ვიცოდეთ სიჩქარის დანიშვნის წესი მატარებლების შემდგომი მოძრაობისათვის, როცა მასში აღმოჩნდება ვაგონები ცოციანი წყვილთვალეებით. თუ ელექტრო ან დიზელმატარებლის ვაგონს (გარდა ძრავიანისა) აქვს ცოცია (ნაჯაო) სიღრმით 1მმ-ზე მეტი, მაგრამ არაუმეტეს 2მმ-ისა, მაშინ დასაშვებია მატარებლიდან

ჩახსნის გარეშე (სამგზავრო 100კმ/სთ სიჩქარემდე, ხოლო სატვირთო - არაუმეტეს 70კმ/სთ) ასეთი ვაგონის მიყვანა უახლოეს ტექნიკური მომსახურეობის პუნქტამდე, სადაც შესაძლებელია წყვილთვალის გამოცვლა. როდესაც ვაგონის თვალს გააჩნია ცოცია 2მმ-დან 6მმ-მდე, ხოლო ლოკომოტივის 1მმ-დან 2მმ-მდე, მაშინ დასაშვებია მატარებლიდან ჩახსნის გარეშე ასეთი ვაგონის მიყვანა უახლოეს სადგურამდე 15კმ/სთ სიჩქარით, ხოლო როცა ცოცის სიდიდეა შესაბამისად 6მმ-ზე მეტიდან 12მმ-მდე 10კმ/სთ სიჩქარით, იმ პუნქტამდე სადაც შესაძლებელია წყვილთვალის გამოცვლა. როცა ცოცის სიდიდე ვაგონის თვალზე აღემატება 12მმ-ს, ხოლო ლოკომოტივისაზე 4მმ-ს, დასაშვებია მოძრაობა 10კმ/სთ-მდე სიჩქარით, იმ პირობით, რომ შესაძლებელია წყვილთვალის გამოკიდება ან მისი მოძრაობა ბრუნვის გარეშე. სამგზავრო მატარებელში სატვირთო ვაგონების ჩართვის შემთხვევაში, მათი წყვილთვალების შენახვის ნორმები უნდა აკმაყოფილებდეს სამგზავრო ვაგონების წყვილთვალებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

მოძრაობის უფრო მაღალი სიჩქარეების 120კმ/სთ-ზე მეტის შემთხვევაში (140კმ/სთ-მდე) თვლის ცვეთის და ქიმის სისქის სიდიდეები უფრო გამკაცრებულია.

ასევე უნდა ვიცოდეთ ბუქსების უწყესივრობები: შიდა რგოლის ან სეპარატორის უკანა საკისარის ქიმის გატეხვა, საკისარის დაშლა, გორგოლაჭების ჩასოღვა.

ავტოგადაბმულობის ღერძებს შორის სხვაობა სიმაღლეში არ უნდა აღემატებოდეს: სატვირთო მატარებელში 100მმ-ს, ლოკომოტივსა და პირველ დატვირთულ ვაგონს შორის - 110მმ-ს, სამგზავრო ვაგონებს შორის 120 კმ/სთ-მდე სიჩქარის დროს - 70მმ-ს, 121კმ/სთ-დან 140კმ/სთ-მდე - 50მმ-ს, ლოკომოტივსა და პირველ ვაგონს შორის 100მმ-ს.

ზემოთ ჩამოთვლილი ნორმატივები ძალიან მნიშვნელოვანია, მაგრამ რელსებიდან ჩამოსული პირველი ორი ურიკის გამოკვლევა უნდა დავიწყოთ ავარიულობის მთავარი მაჩვენებლის (ურიკის თვლის ქიმების გვერდითი ზემოქმედება რელსის თავზე) გამოვლენით და რაოდენობრივი შეფასებით, ანუ ურიკის რელსებზე გვერდითი ზემოქმედების ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის რაოდენობრივი შეფასება.

ურიკის გამოკვლევის დროს განსაკუთრებით დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილს. დამახასიათებელი „სუსტი“ ადგილები, სადაც „მოთარეშე“ ურიკა მატარებლის დამუხრუჭების დროს ქმნის ავარიულ სიტუაციას აღწერილია მეოთხე თავის მესამე პარაგრაფში.

## **2. ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) მთავარი მაჩვენებლის შემოწმება**

ცნობილია, რაც დიდია თვლის ქიმის მიჭერის ძალა (მატარებლის მოძრაობის პროცესი) რელსის თავის გვერდით წახნაგთან, მით უფრო ინტენსიურად ცვდება ქიმები. მაგრამ თვლის ქიმის ცვეთის სიდიდე გარბენის გათვალისწინების გარეშე არასაკმარისად ახასიათებს თვლის გვერდითი ზემოქმედების ავარიულობას რელსზე. თუ გარბენი მნიშვნელოვანი სიდიდისაა, მაგალითად 300 000კმ-ზე მეტი, მაშინ თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან მიჭერის, თუნდაც მცირე სიდიდის გვერდითი ძალების შემთხვევაში, ქიმის ცვეთა შეიძლება იყოს არსებითი. მაგრამ, ამ შემთხვევაში თვლის ფერსოს საშუალო გორვის წრეზე ვერტიკალური ცვეთაც იქნება მნიშვნელოვანი სიდიდის. რამდენადაც გარ-

ბენის ობიექტური შეფასების მახასიათებლად ითვლება ვერტიკალური ცვეთა, თვლის ფერსოს საშუალო გორვის წრეზე, მაშინ თვლის ქიმის რელსის თავთან მიჭერის გვერდითი ძალის ობიექტური შეფასების მახასიათებლად უნდა ჩაითვალოს ქიმის ცვეთის ფარდობა თვლის ფერსოს საშუალო გორვის წრეზე ცვეთასთან. ამიტომ, ურიკის გამოკვლევისას, მისი ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის ძირითად მაჩვენებლად უნდა მივიღოთ ქიმის  $\Delta$  ცვეთის ფარდობა, საშუალო გორვის წრეზე თვლის ფერსოს  $h$  ცვეთასთან. რაც უფრო მეტია ეს ფარდობა, მით მეტია ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხი. მაშასადამე, ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის პირველი ძირითადი მაჩვენებელია  $\varepsilon_1$  ფარდობა:

$$\varepsilon_1 = \Delta / h , \quad (108)$$

სადაც  $\Delta$  ქიმის ცვეთაა, მმ.

$h$  - თვლის ფერსოს ცვეთა საშუალო გორვის წრეზე, მმ.

ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის მეორე ძირითადი (მთავარი) მაჩვენებელია  $\varepsilon_2$ -წყვილთვალის მარცხენა  $\Delta_{მრც}$  (სვლის მიმართულებით) და მარჯვენა  $\Delta_{მრჯ}$  ქიმების ცვეთებს შორის სხვაობის ფარდობა მარჯვენა  $h_{მრჯ}$  და მარცხენა  $h_{მრც}$  თვლის ფერსოს (საშუალო გორვის წრეზე) საშუალო ცვეთაზე:

$$\varepsilon_2 = \frac{\Delta_{მრც} - \Delta_{მრჯ}}{0,5(h_{მრჯ} + h_{მრც})} , \quad (109)$$

რამდენადაც  $\Delta_{მრც} = [b] - b_{მრც}$ , ხოლო  $\Delta_{მრჯ} = [b] - b_{მრჯ}$ , მაშინ

$$\varepsilon_2 = \frac{b_{მრც} - b_{მრჯ}}{0,5(h_{მრჯ} + h_{მრც})} , \quad (110)$$

სადაც  $[b]$  ახალი (გაუცვეთავი) ქიმის სისქეა, მმ.

$b_{\text{მრც}}$  და  $b_{\text{მრჯ}}$  - სვლის მიმართულებით წყვილთვალის შესა-

ბამისად მარცხენა და მარჯვენა თვლის გაცვეთილი ქიმების გაზომილი ფაქტიური ცვეთა, მმ.

სწორედ წყვილთვალის თვლების ქიმების ცვეთის სხვაობათა ფარდობა, მათი ფერსოს (საშუალო გორვის წრეზე) საშუალო ცვეთაზე ყველაზე უფრო ზუსტად ახასიათებს ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხს. საქმე იმაშია, რომ ზემოთ აღნიშნული მეორე მაჩვენებელი საშუალებას გვაძლევს შევავასოთ მეზობელი ვაგონების მეზობელი ურიკების ღერძების ერთობლივი როლი ავარიული სიტუაციის შექმნაში. განვიხილოთ ზემოთ დასახელებული №2434 მატარებლის ავარიის მიზეზების მაგალითი.

ცხრილში №23 მოცემულია ამონაწერი რელსებიდან ჩამოსული პირველი ორი მეზობელი ცარიელი ვაგონის (41-ე და 42-ე ვაგონი ლოკომოტივიდან) ტექნიკური მდგომარეობის კომისიური დათვალიერების აქტიდან.

### ცხრილი №23

#### ცარიელი ვაგონის (41-ე და 42-ე ვაგონი ლოკომოტივიდან)

#### ტექნიკური მდგომარეობა

| ვაგონის რიგითი<br>ნომერი ლოკომო-<br>ტივიდან | წყვილთვალის<br>რიგითი ნომერი<br>ვაგონის ქვეშ | სვლის მიმართუ-<br>ლების მხარეობა | ფერსოს ცვეთა, მმ | ქიმის სისქე, მმ | ფერსოს სისქე, მმ | თვლის დიამეტ-<br>რი, მმ | მანძილი შიგა-<br>ხნაგებს შორის, მმ |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 41                                          | 3                                            | მარცხ.                           | 1,4              | 29,0            | 38,2             | 886,0                   | 1439,0                             |
|                                             |                                              | მარჯ.                            | 3,0              | 29,0            | 39,5             | 886,0                   |                                    |
|                                             | 4                                            | მარცხ.                           | 0,4              | 31,6            | 45,9             | 895,0                   | 1439,0                             |
|                                             |                                              | მარჯ.                            | 1,1              | 29,0            | 43,5             | 894,5                   |                                    |
| 42                                          | 1                                            | მარცხ.                           | 0,8              | 29,3            | 59,0             | 928,0                   | 1438,5                             |
|                                             |                                              | მარჯ.                            | 0,0              | 32,8            | 60,1             | 929,0                   |                                    |
|                                             | 2                                            | მარცხ.                           | 1,7              | 32,2            | 59,7             | 928,5                   | 1438,0                             |
|                                             |                                              | მარჯ.                            | 1,0              | 32,5            | 60,6             | 028,6                   |                                    |

კომისიური დათვალიერების შედეგად, რომელსაც ძირითადად ატარებდნენ სავაგონო მეურნეობის სპეციალისტები, გააკეთეს ფორმალურად შესაძლო, მაგრამ არსებითად მცდარი დასკვნა, რომ ცხრილში ნაჩვენები გაზომვები შეესაბამება ტეწ-ის და სავაგონო მეურნეობის ინსტრუქციების მოთხოვნებს. ფორმალურად შესაძლო იმიტომ არის, რომ ტეწ-ის და სავაგონო მეურნეობის ინსტრუქციებში არ არის მოცემული წყვილთვალის თვლის ქიმების ცვეთების სხვაობის ფარდობის დასაშვები ნორმატივი, ამ თვლების ფერსოს საშუალო ცვეთასთან. მაგრამ თვლებისა და რელსების ცვეთის პრობლემაზე მომუშავე ნებისმიერი სპეციალისტისათვის აშკარაა, რომ ლოკომოტივიდან 42-ე ვაგონის პირველი ურიკის პირველი ღერძის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის მაჩვენებელი 110-ე ფორმულის შესაბამისად ძალიან მაღალია:

$$\varepsilon_2 = \frac{32,8 - 29,3}{0,5(0,0 + 0,8)} = \frac{3,5}{0,4} = +8,75. \quad (111)$$

ბოლო ლოკომოტივიდან 41-ე ვაგონის სვლის მიმართულებით ბოლო ღერძზეც ავარიულობის („მოთარეშეობის“) ხარისხის მაჩვენებელი ძალიან მაღალია და აქვს საპირისპირო ნიშანი:

$$\varepsilon_2 = \frac{29 - 31,6}{0,5(1,1 + 0,4)} = \frac{-2,6}{0,75} = -3,47. \quad (112)$$

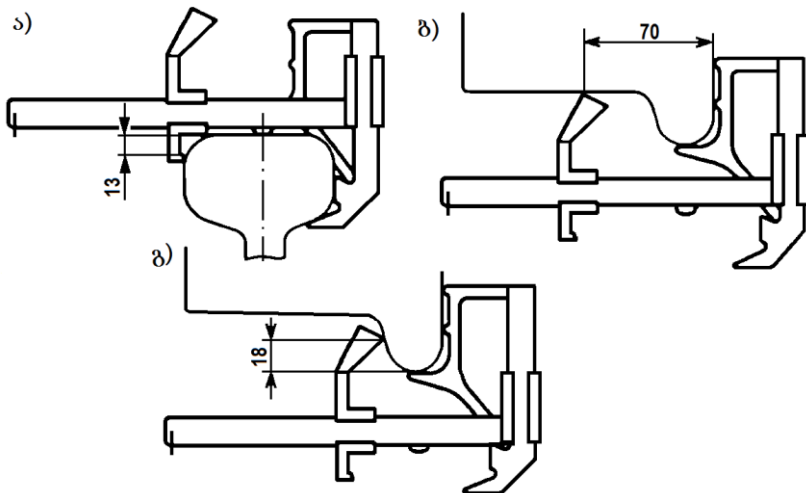
სხვანაირად რომ ვთქვათ, ლოკომოტივიდან 42-ე ვაგონის პირველი ურიკის პირველი ღერძი მოძრაობის პროცესში ქიმით მიბჯენილი იყო ერთი სარელსო ძაფის თავზე ძალით  $8,75:3,47=2,5$ -ჯერ მეტად, ვიდრე ლოკომოტივიდან 41-ე ვაგონის ბოლო ღერძი სვლის მიმართულებით მეორე სარელსო ძაფის თავზე. ზემოთ აღნიშნული კომისიის მიერ გამოტანილი დასკვნის მცდარობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ვალდებული იყო გაეცა პასუხი იმაზე, რომ 42-ე ვაგონის სვლის მიმართულებით, ბოლო წყვილთვალის ფერ-

სოს მცირე საშუალო ვერტიკალური ცვეთისას (სულ 0,4მმ), რატომ იყო დიდი სხვაობა მარცხენა და მარჯვენა თვლის ქიმებს შორის (3,5მმ) და  $\varepsilon_2 = 3,5:0,4 = 8,75$ . ეს არის ურიკის ავარიულობის („მოთარეშობის“) ხარისხის მაღალი მაჩვენებელი, თვლის ქიმის გვერდითი ზემოქმედებისა რელსზე. ამ შემთხვევაში რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა დაბრალდა მელიანდაგებს. ლიანდაგის მუშაკების დაუმსახურებლად დასჯა კიდევ არაფერია იმასთან შედარებით, რომ ეს „მოთარეშე“ ურიკა სამომსახურო დამუხრუჭების დროს (თუ ვაგონი იქნება ცარიელი) კიდევ არაერთხელ გამოიწვევს თვლების რელსებიდან ანალოგიურ განმეორებით ჩამოსვლას. ამიტომ, ნორმატივებში გათვალისწინებული უნდა იყოს ავარიულობის სამი ხარისხი: **პირველი ხარისხი**  $[\varepsilon_2] = 3...5$ , **მეორე ხარისხი**  $[\varepsilon_2] = 5...8$  და **მესამე ხარისხი**  $[\varepsilon_2] > 8$ . ვაგონები, რომელთაც  $[\varepsilon_2] > 8$  დაუყოვნებლივ უნდა იყოს ჩახსნილი მატარებლიდან. მატარებელში ისეთი ვაგონების არსებობისას, რომელთაც  $[\varepsilon_2] = 5...8$  მოძრაობის პროცესში არ უნდა იყოს გამოყენებული ხისტი დამუხრუჭება, მათ შორის სრული სამომსახურო, სასწრაფო და დამუხრუჭება მხოლოდ ლოკომოტივით. მატარებელში ისეთი ვაგონების არსებობისას, რომელთა  $[\varepsilon_2] = 3...5$  მათზე დაიტანება ნიშანი, რომ მათ აქვთ ავარიულობის პირველი ხარისხი.

მელიანდაგებს უნდა ჰქონდეთ შესაბამისი საზომი ინსტრუმენტები, თვლის ქიმის და ფერსოს ცვეთის სიდიდეების გასაზომად.

ამჟამად შექმნილია ორ ოპერაციული ხელსაწყო - კავი CK-6, რომელიც განკუთვნილია არტახების და თვლის ქიმების ცვეთის გასაზომად, ამ კავით, ასევე, შესაძლებელია რელსის თავის გვერდითი და ვერტიკალური ცვეთის გაზომვაც (ნახ.№95).





*ნახ. №95. CK-6 კავის მდებარეობა გაზომვის დროს: ა - რელსის თავის გვერდითი და ვერტიკალური ცვეთა, ბ - არტახის (ფერსოს) ცვეთა, გ - თვლის ქიმის ცვეთა.*

### 3. ლიანდაგის მრუდ უბნებში ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზების გამოვლენა

უკანასკნელ წლებში გახშირდა ლიანდაგის მრუდ უბნებში ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევები. როგორც წესი, რელსებიდან ჩამოდის ურიკა ცარიელი ვაგონის ქვეშ მატარებლის შუა ნაწილში და აგრძელებს მოძრაობას ჩავარდნილ მდგომარეობაში, ორი და მეტი კილომეტრის მანძილზე. ამასთანავე მოძრაობის სიჩქარე, როგორც წესი, არ მცირდება და მომდევნო ვაგონები მოძრაობას აგრძელებენ რელსებიდან ჩამოუსვლელად. თვით ის ფაქტი, რომ მომდევნო ვაგონები მოძრაობას აგრძელებენ რელსებიდან ჩამოუსვლელად, სიჩქარის შეუმცირებლად წინა ვა-

გონის ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილზე, არის სალიან-  
დაგო მიზეზის არარსებობის უდაო მტკიცებულება. აკი მომდევნო  
(წესივრული) ვაგონებმა გაიარეს რელსებიდან ჩამოსვლის გარეშე.

განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი [1].

რუსეთის რკინიგზის ევდაკოვო - საჩუნის გადასარბენზე 2001  
წლის 29 აპრილს, 8‰-იან დაღმართზე, 636მ რადიუსიან მრუდში  
(გარე რელსის შემადღება 100მმ) 58კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი ცარი-  
ელი სატვირთო მატარებლის ცარიელი მარცვალმზიდი ვაგონის  
(ლოკომოტივიდან 14-ე) მესამე წყვილთვალი ჩამოვიდა რელსები-  
დან. სულ შემადგენლობაში იყო 67 ვაგონი. სიჩქარის შეუმცირებ-  
ლად მატარებელმა ლიანდაგში ჩავარდნილი წყვილთვალით გაი-  
არა 2,2კმ. ამასთანავე ყველა მომდევნო 53 ვაგონმა (ჩავარდნილის  
შემდგომი) მოძრაობა გააგრძელა რელსებიდან ჩამოუსვლეღად.

ამავე გადასარბენზე მეორე დღეს (30.04.2001წ), ოღონდ სხვა  
600მ რადიუსიან მრუდში (გარე რელსის შემადღება 80მმ)  
11,34‰-იან გაჭიანურებულ დაღმართზე 61კმ/სთ სიჩქარით მოძრა-  
ვი ცარიელი სატვირთო მატარებლის ცარიელი მარცვალმზიდი  
ვაგონის (ლოკომოტივიდან 23-ე) პირველი წყვილთვალი ჩამოვიდა  
რელსებიდან. სულ შემადგენლობაში იყო 67 ვაგონი. სიჩქარის  
შეუმცირებლად მატარებელმა ლიანდაგში ჩავარდნილი წყვილ-  
თვალით გაიარა 0,9კმ. ამასთანავე ყველა მომდევნო 44 ვაგონმა  
მოძრაობა გააგრძელა რელსებიდან ჩამოუსვლეღად.

გორკის რკინიგზაზე 1999 წლიდან 2001 წლამდე მოხდა ცა-  
რიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის 11 ანალოგიური შემთ-  
ხვევა მრუდებში რადიუსით 550 – 670მ (გარე რელსის შემადღება  
80 – 100მმ). მოძრაობის სიჩქარე იცვლებოდა 57 – 79კმ/სთ, ხოლო  
მატარებელში ვაგონების რაოდენობა შეადგენდა 51-72. უმეტეს

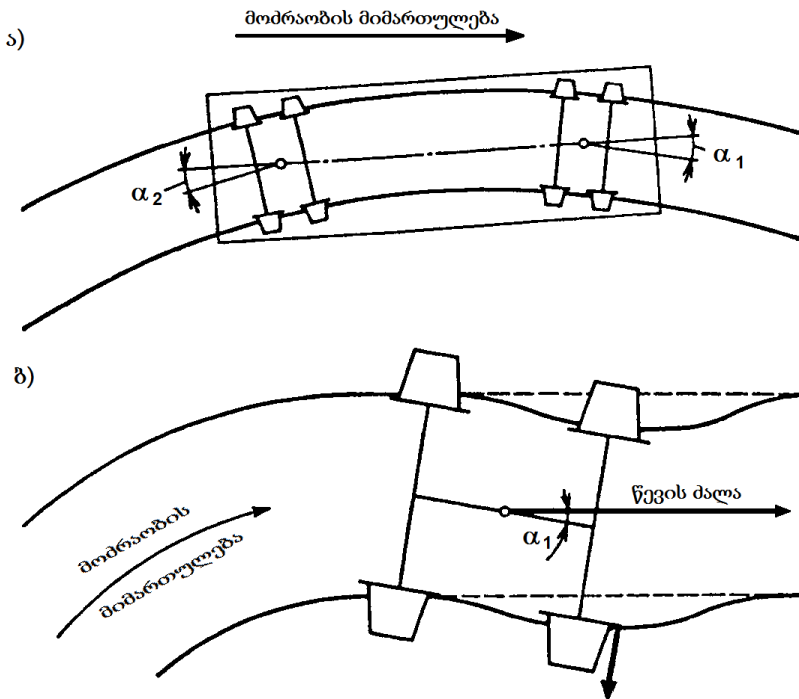
შემთხვევაში მომდევნო ვაგონები (წყვილთვალით ჩავარდნილი ვაგონების შემდეგ) უსაფრთხოდ გადიოდნენ ჩავარდნის ადგილს.

ამავე რკინიგზაზე 2000 წლის 14 ივლისს, 9,4‰-იან აღმართზე 637მ რადიუსიან მრუდში (გარე რელსის შემადღება 100მმ), 36კმ/სთ სიჩქარით მოძრავი სატვირთო მატარებლის დატვირთული მარცვალმზიდი, ბოლო ვაგონის (ლოკომოტივიდან 79-ე) ბოლო წყვილთვალის ჩამოვიდა რელსებიდან.

პირველი სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის ჩატარებაში, ძირითადად, მონაწილეობდნენ „ვაგონი და სავაგონო მეურნეობის“ სპეციალისტები და პროფესორები, მათ შორის არ იყვნენ უპირაპირო ლიანდაგის მდგრადობისა და სამედოობის სპეციალისტები; მაგრამ თავიანთ დასკვნაში, დატვირთული მარცვალმზიდის ლიანდაგში ჩავარდნის მიზეზად დასახელებული იყო უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდება დატვირთული მარცვალმზიდის ქვეშ (ტვირთის მასა 47ტ), რაც ეწინააღმდეგება პოტენციური ენერგიის რეალიზაციის კანონის ობიექტურობას და ურყეობას, სადაც მას უფრო ადვილად შეეძლება რეალიზება. როგორც ადრე იყო აღნიშნული, სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების რეალიზაცია რამდენიმე ათეულჯერ უფრო ადვილია ლოკომოტივის მოძრაობის წინ, ვიდრე ვაგონის ქვეშ, მით უმეტეს დატვირთული მარცვალმზიდის ქვეშ. ამიტომ, მეორე სასამართლო-ტექნიკურმა ექსპერტიზამ კატეგორიულად და დასაბუთებულად უარყო პირველი ექსპერტიზის მიერ წამოყენებული დატვირთული მარცვალმზიდის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი.

მეორე სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის წევრების (ძირითადად შედგებოდა ლიანდაგის სპეციალისტებისაგან) მიერ დასაბუთდა დატვირთული მარცვალმზიდის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი: მარცვალმზიდის სვლის მიმართულებით პირველი ური-

კის მიერ რელსსაშპალო გისოსის გადაწევა ლიანდის შიგნით და მრუდის შიგნით გამრუდებულ გარე რელსის თავზე ქიმის აცოცების შედეგად ბოლო ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლა. გადაწევა მოხდა იმის გამო, რომ პირველ ურიკას მრუდიდან სწორში (გადასასვლელ მრუდში) გამოსვლისას გაუჭირდა მობრუნება. ეს მტკიცებულება დაფუძნებულია სვლის მიმართულებით პირველი და მეორე ურიკის წრიულ მრუდში მოძრაობისას გეგმაში განლაგების ანალიზზე (ნახ. №96,ა); ამ განლაგების გარდაუვალ ცვალებადობაზე გადასასვლელ მრუდში მოძრაობისას და სწორში შესვლისას, ასევე, ურიკის მობრუნების წინააღმდეგ ანალიზზე (ნახ. №96,ბ). №96,ა ნახაზზე ნაჩვენებია ურიკის დამყარებული განლაგება წრიულ მრუდში მოძრაობისას. გადასასვლელ მრუდში სვლის მიმართულებით პირველი ურიკის მოძრაობისას, მისი მობრუნების გამძლეობის გამო  $\alpha_1$  კუთხით წარმოიშვა გვერდითი ძალა, რომლის ზემოქმედებით დაიწყო ლიანდის გადაწევა მრუდის შიგნით. სვლის მიმართულებით მეორე ურიკის (ბოლო მატარებელში) მოძრაობისას პირველი ურიკის მიერ 30-50სმ-ზე გადაწეულ ლიანდაგზე, მეორე ურიკის პირველი ღერძის მარცხენა თვალი, გადაგორება გარე ძაფზე. ბოლო ურიკის პირველი ღერძის თვლის გარე ძაფზე გადაგორების შედეგად, მიჯახების კუთხის მკვეთრად გაზრდის გამო, რელსიდან მრუდის გარეთ ჩამოსვლის შემდეგ, ლიანდის მრუდში შემოწევისას მიჯახების კუთხე და პირველი ურიკის შიდა სრიალაზე დატვირთვა ნაწილობრივ მცირდება, მაშასადამე ნაწილობრივ მცირდება წინააღმდეგ ურიკის მოტორიალებისადმი. ამიტომ, გადაწევა შეწყდება. ამით აიხსნება მცირე მანძილზე მრუდის შიგნით არ გადაწეული ლიანდაგის შენარჩუნება.



*ნახ. №96. ურიკის განლაგება: ა - წრიულ მრუდში გადასასვლელ მრუდში შესვლისას, ბ - გადასასვლელი მრუდის გავლისას სწორი უბნის მხარეს.*

შემდგომი მოძრაობისას უკვე გადასასვლელი მრუდის ბოლოში და სწორი უბნის დასაწყისში, პირველი ურიკის საბოლოო მობრუნების დროს  $\alpha_1$  კუთხით გვერდითი ძალის ზემოქმედებით ისევ იწყება ლიანდაგის გადაწევა პირველი ურიკის ქვეშ მრუდის შიგნით და ამ გადაწევისას მოხდა ბოლო ურიკის მეორე ღერძის ჩავარდნა ლიანდის გარეთ, მნიშვნელოვანი სიდიდის მიჯახების კუთხის გამო, რომელიც პროვოცირებული იყო ბოლო ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლით და ლიანდაგის გადაწევით დაახლოებით 50სმ-ის მანძილზე. ამ ადგილიდან ორივე წყვილთვალის გორვის შედეგად მათი კვალი თანდათანობით გადაინაცლებს: გარე თვლე-

ბის - შპალის ბოლოების ფარგლებს გარეთ, ხოლო შიდა თვლების - დაახლოებით ლიანდის შიგნით რელსებიდან თანაბარ მანძილზე. ამასთანავე მეორე ურიკის სვლის მიმართულებით მარცხნივ დაახლოებით 50სმ-ზე, გადაწევის და მისი რელსებიდან ჩამოსვლის გამო მცირდება ჩასოლილი პირველი ურიკის მიჯახების კუთხის მნიშვნელობა შიდა ძაფის მიმართ და ასევე მცირდება ვერტიკალური დატვირთვა მის შიდა სრიალაზე, ამიტომ, სწორ უბანს ის გაივლის მიჯახების კუთხის ნულთან ახლო მდებარე მნიშვნელობით. ასეთ მდგომარეობაში მატარებელი მოძრაობდა სადგურამდე და ორთავე თვლებით ამტვრევდა რკინაბეტონის შპალებს ლიანდაგის ღერძზე.

აუცილებელია იმის დასაბუთება, თუ რატომ გადაწია პირველმა ურიკამ ლიანდი, და რატომ არ ჩამოვიდა რელსებიდან ქიმის გადაგორებით შიდა რელსზე. დასაბუთება გამომდინარეობს №97 ნახაზიდან. გარე რელსის შემადგენის დროს  $h = 100\text{მმ}$  (ასეთი შემადგენი იყო მრუდში რადიუსით 637მ) და როცა ძარის წონაა 60ტმ (47ტმ - მარცვლეულის წონა + 13ტმ- ძარის ტარის წონა) თითოეულ ურიკას ეყრდნობა საქუსლის საშუალებით  $O$  წერტილში და შიდა სრიალაზე. ძალა  $P_{\text{ა}}$  - დაწნევა ურიკის შიდა სრიალაზე განისაზღვრება მასზე მოქმედი ძალების მომენტების ტოლობის პირობით  $O$  წერტილის მიმართ:

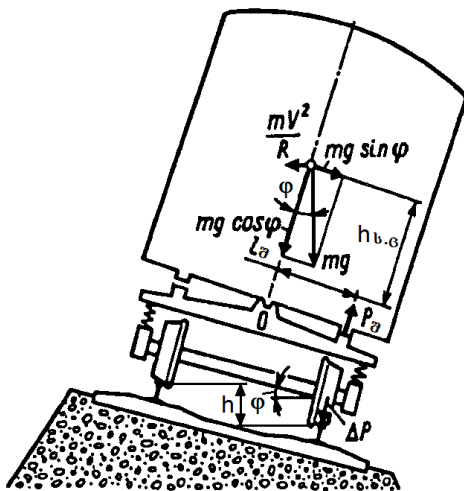
$$(mg \sin \varphi - \frac{mV^2}{R} \cos \varphi) h_{b, \text{გ}} = P_{\text{ა}} \times l_{\text{ა}} . \quad (113)$$

აქედან დატვირთვა შიდა სრიალაზე, როცა მატარებლის მოძრაობის სიჩქარე  $V = 36\text{კმ/სთ} = 10\text{მ/წმ}$  შეადგენს

$$P_{\text{ა}} = \frac{(mg \sin \varphi - \frac{mV^2}{R} \cos \varphi) h_{b, \text{გ}}}{l_{\text{ა}}} = 2,74 \text{ ტმ}, \quad (114)$$

სადაც  $m = \frac{30 \text{ ტმ}}{g} = 3,06 \text{ ტმ} \times \text{წმ}^2/\text{მ}; V = 10 \text{ მ/წმ}; R = 637 \text{ მ}; h_{\text{ბ.გ.}} = 1,6 \text{ მ};$

$l_{\text{გ}} = 0,8 \text{ მ}.$



*ნახ. №97. ურიკის შიდა სრიალაზე ძარის დატვირთვის განსაზღვრის სქემა მრუდებში, გარე რელსის ჭარბი შემადღლებისას.*

36 კმ/სთ სიჩქარისათვის გარე რელსის ჭარბი შემადღების გამო მრუდში მატარებლის სვლის დროს ძარა ეყრდნობოდა ურიკის საქუსლეს  $O$  წერტილში და შიდა სრიალებს, თითოეულ სრიალაზე 2,74ტმ-ით. ამასთანავე თითოეულ საქუსლეზე დატვირთვა შემცირდა 2,74ტმ-ით, მაშასადამე იმავე ძალით გაიზარდა შიდა თვლებისაგან გადაცემული დატვირთვა მრუდის შიდა რელსზე, ხოლო გარე ძაფზე პირიქით, იმავე ძალით შემცირდა. სვლის მიმართულებით პირველი ურიკის გადასასვლელ მრუდში შესვლისას ურიკამ ვერ შეძლო მობრუნება და დარჩა №96,ა ნახაზზე ნაჩვენებ მდგომარეობაში. სწორედ ამიტომ მოხდა რელსსაშუალო გისოსის გადაწევა მრუდის შიგნით. არსებობს რამდენიმე მიზეზი, რის გამოც პირველმა ურიკამ ვერ შეძლო №96,ა ნახაზზე ნაჩვენები

მდგომარეობიდან შემობრუნება წრიული მრუდიდან გადასასვლელ მრუდში და სწორში შესასვლელად საჭირო მდგომარეობაში ყოფნა. მათ შორის **მთავარი მიზეზი** - ურიკის მობრუნებისადმი წინაღობის გაძლიერებული მომენტი შიდა სრიალაზე და საქუსლეში მეტისმეტი ხახუნის (შეჭიდულობის) გამო. **მეორე მიზეზი** - 36მ/სთ სიჩქარისათვის გარე რელსის ჭარბი შემადღება (გაუბათილებელი აჩქარების მნიშვნელობა ტოლია  $a_{გ.ა.} = -0,46\text{მ/წმ}^2$ , ნაცვლად დასაშვები მნიშვნელობისა -  $0,3\text{ მ/წმ}^2$ ; გარდა ამისა გარე რელსის ასეთი ჭარბი შემადღებისათვის და დაბალი სიჩქარეების შემთხვევაში მოძრაობის მიმართულება ხორციელდება შიდა ძაფზე).

**მესამე მიზეზი** - მარცვალმზიდი ვაგონების მაღალი სიმძიმის ცენტრი ( $h_{b,ც.}$ ). **მეოთხე მიზეზი** - წვეის ძალის არსებობა (მატარებელი მოძრაობდა აღმართში), რომელიც გეგმაში კუთხეების არსებობის გამო გარდაისახა დამატებით გვერდით ძალად. მაგრამ მეორე და მესამე მიზეზს არ შეეძლო ხელი შეეშალა ურიკის მობრუნებისათვის, თუ არ იქნებოდა სრიალისადმი მეტისმეტად დიდი წინაღობა, პირველი ურიკის სრიალებზე და საქუსლეში. სისხლის სამართლის საქმის მასალებში არ არის მონაცემები აღნიშნული საქუსლისა და სრიალების გამოკვლევის შესახებ. ეს არის იმ პირების დაუდევრობის შედეგი, რომლებიც ატარებდნენ სამსახურებრივ გამოძიებას ან შესაძლებელია ეს დაუდევრობა დაშვებულ იქნა წინასწარი განზრახვით. გაცემას იწვევს ის ფაქტი, რომ პირებმა, რომლებიც აწარმოებდნენ სამსახურებრივ გამოძიებას და ასევე პირველ სასამართლო-ტექნიკურ ექსპერტიზას, არ გაითვალისწინეს ელემენტარული ჭეშმარიტება, რომ ქორდა ყოველთვის ნაკლებია მის რკალზე, ამიტომ რელსსამშალო გისოსის გადაწევა მრუდის შიგნით ვერ შეფასდებოდა, როგორც ლიანდაგის ტემპერა-



ტურული გაგდება. ტემპერატურული გაგდება - ეს არის საჭირო წაგრძელება (რელსების გახურების გამო) და არა რკალის დამოკლება.

ზემოთ გადმოცემული და ასევე ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის მრავალი შემთხვევის ანალიზი იძლევა განზოგადებული დასკვნების გაკეთების საშუალებას, რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზებზე და მათი თავიდან აცილების ღონისძიებების დასახვაზე.

ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლა ხდება მატარებლის შუა ნაწილში, ძირითადად გადასასვლელ მრუდში ერთი ურიკით ან ურიკის ერთი წყვილთვალთ. გადასასვლელ მრუდში, სწორი უბნიდან წრიულ მრუდში, როგორც წესი რელსებიდან ჩამოდის, სვლის მიმართულებით, მეორე ურიკა ან მეორე ურიკის პირველი წყვილთვალთ. გადასასვლელ მრუდში, წრიული მრუდიდან სწორ უბანში პირველი ურიკის მობრუნების გამწელებისას ხდება რელსსაშპალო გისოსის გადაწევა ამ ურიკის ქვეშ, მრუდის შიგნით ან პირველი ურიკის მობრუნების შემთხვევაში, ის ჩამოდის ლიანდის გარეთ. ამასთანავე, როგორც წესი (პირველ შემთხვევაში ყოველთვის, ხოლო მეორე შემთხვევაში თუ არ იყო ლიანდის გადაწევა), რელსებიდან ჩამოსული ურიკა ჩავარდნილ მდგომარეობაში სვლას აგრძელებს ბალასტზე და შპალებზე მატარებლის სიჩქარის შეუმცირებლად. მომდევნო ვაგონები (30 – 50 და მეტი ვაგონი) სიჩქარის შეუმცირებლად დაუბრკოლებლად გადიან აღნიშნული ურიკების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილს.

ჯერ ერთი, მომდევნო ვაგონები (30 – 50 და მეტი ვაგონი) დაუბრკოლებლად გადის აღნიშნულ ადგილს ლიანდაგში ჩავარდნის გარეშე მოწმობს იმას, რომ ძირითადი მიზეზია ლიანდაგში ჩავარდნილი ვაგონის სავალი ნაწილების უწყესივრობა.

ლიანდაგის უწესივრობები ამ დროს განიხილება, როგორც უწესივრო ვაგონის რელსებიდან ჩამოსვლის თანამდევი მიზეზი, რადგანაც აღნიშნული ადგილი წესივრულმა ვაგონებმა გაიარეს დაუბრკოლებლად.

მეორეც, უწესივრობის გამო რელსებიდან ჩამოსული ვაგონების ძირითადი მიზეზი და ლიანდაგის უწესივრობების თანამდევი მიზეზები საჭიროა ვეძებოთ ჩავარდნილი ვაგონის ურიკის მოძრაობის პროცესის კომპლექსურ განხილვაში, როგორიცაა: გადასასვლელ მრუდში მოძრაობა მოძრაობის სიჩქარის გათვალისწინებით, დიაგონალზე განლაგებულ სრიალებში ჯამური ღრეჩოების მნიშვნელობები, გარე რელსის შემადგენი და მისი დამრეცობის ქანობის სიდიდე გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში; ასევე, რელსების გვერდითი ცვეთის და ავტოგადასაბმელში გრძივი ძალების სიდიდე მატარებლის დამუხრუჭებისას. უნდა გვახსოვდეს (მეთოთხმეტე თავი), რომ ურიკის წრიულ მრუდში მოძრაობისას გარე რელსის ჭარბი შემადგენის შემთხვევაში ( $a_{გ.ო.} < +0,2მ/წმ^2$ ), თვლის ყოველი ბრუნვისას თვლების ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, გარდაუვალი გრძივი (ლიანდაგის გასწვრივ) ასრიალება მოძრაობის მიმართულებით ხდება მრუდის გარე ძაფზე. აღნიშნული ასრიალების  $\Delta$  მნიშვნელობა თვლის ერთი ბრუნვისათვის დამოკიდებულია მრუდის  $R$  რადიუსზე და თვლის  $d$  დიამეტრზე:

$$\Delta = \frac{\Delta l_L}{100} \pi d, \quad (115)$$

სადაც  $\Delta l_L$  თვლის გარდაუვალი გრძივი ასრიალებაა რელსზე თვლების ღერძზე ხისტად ჩამოცმულობის გამო, მმ, 100მ-ის მანძილზე (იხ.77-ე ფორმულა და №76 ნახაზი).  
 $d$  - თვლის დიამეტრი.

როცა  $d = 0,95\text{მ}$  (ვაგონის ტიპური თვალი) ახალი თვლის ერთი ბრუნვისას გარდაუვალი გრძივი ასრიალება  $R = 400\text{მ}$  მრუდში გარე სარელსო ძაფზე შეადგენს  $6,5\text{მმ}$ -ს, ხოლო გაცვეთილი თვლის შემთხვევაში -  $12\text{მმ}$ -ს.

თვლის რელსის თავის გვერდით წახნაგზე ზემოთ აღნიშნული გრძივი სრიალი ხდება წრიულ სრიალთან ერთად, რომლის მნიშვნელობა, ძირითადად, დამოკიდებულია თვლის ქიმის და ფერსოს რელსის თავთან კონტაქტირების რადიუსების სხვაობაზე  $\Delta\rho$  (იხ.ნახ.№64). ამასთანავე, გარე რელსის გვერდით წახნაგთან თვლის ქიმის წრიული და გრძივი ასრიალებისადმი ერთობლივი წინაღობის ვექტორი მიმართულია რელსის მიმართულების მიმართ  $4 - 8^\circ$  ზევით (იხ. ნახ.№73). ეს კი ხელს უწყობს გარე რელსზე მობჯენილი თვლის ქიმის აცოცებას, ანუ ცარიელი ვაგონების ამოწეხას. გარე რელსის შემადლების არასაკმარისობის შემთხვევაში, მრუდში შიდა და გარე ძაფებს შორის სიგრძეთა სხვაობა, ერთმხრივ, შიდა და გარე სარელსო ძაფებზე მოძრავი თვლების გორვის წრეების გაშლილ სიგრძეებს შორის სხვაობა, მეორე მხრივ რეალიზდება შიდა სარელსო ძაფზე თვლების ასრიალების ხარჯზე, მოძრაობის საწინააღმდეგოდ (ბუქსაობა).

ამიტომ, მრუდებში ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების მიზნით, აუცილებელ პრაქტიკულ ღონისძიებად მიიჩნევა გარე რელსის ჭარბი შემადლების ლიკვიდაცია. ეს ღონისძიება იმითაცაა მნიშვნელოვანი, რომ დაწეული გარე რელსის შემადლების შემთხვევაში, გადასასვლელ მრუდებში ადვილად შეიძლება თავიდან აცილებული იქნეს ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლა. ამჟამად ყველა მრუდებში (რადიუსით  $500 - 900\text{მ}$ ) გარე რელსის შემადლება დაახლოებით შეადგენს  $100\text{მმ}$ -ს.

ვინაიდან სატვირთო მატარებლების საშუალო ტექნიკური სიჩქარე სხვადასხვა წლებში მერყეობს 40კმ/სთ-დან 45კმ/სთ-მდე. მაშინ აღნიშნული გარე რელსის შემადგენლის სიდიდე 100მმ იმ შემთხვევაში, როცა მრუდის რადიუსი იცვლება  $R=500-900$ მ-ის ფარგლებში, მეტისმეტად ჭარბია სატვირთო მატარებლებისათვის (გაუბათილებელი აჩქარება  $a_{გ.ა.} < 0$ ). ამასთანავე სატვირთო მატარებლების 50%-ზე მეტი მრუდებში მოძრაობს ძარის გადახრით შიდა სრიალებზე. ძარის ასეთი მდგომარეობის დროს გამწვანებულია ურკის მობრუნება სწორი უბნიდან, გადასასვლელი მრუდის საშუალებით, წრიულ მრუდში ვაგონის შესვლისას, ასევე ვაგონის გამოსვლისას წრიული მრუდიდან გადასასვლელი მრუდის საშუალებით სწორ უბანში. საქმე იმაშია, რომ გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში ობიექტურად არსებობს ორთავე რელსის თავის ზედაპირის პროპელირება. ამჟამად მოქმედი ნორმატივებით გარე რელსის შემადგენლის დამრეცების დასაშვები ქანობი, როცა მატარებლების სიჩქარე ტოლია 50კმ/სთ, შეადგენს 3%, ანუ 3მმ ლიანდაგის 1მ-ზე, [10]. ვაგონის (ტაბიკებს შორის მანძილია 10მ) მოძრაობის დროს, სარელსო ლიანდის პროპელირება დიაგონალში შეადგენს 30მმ-ს. ვაგონებისათვის არ არის დადგენილი დასაბუთებული ნორმატივი, დიაგონალზე განლაგებულ სრიალებში მინიმალური ჯამური ღრეჩოების შესახებ, ასევე არ არსებობს ნორმატივი სრიალების განლაგების დონის პროპელირების შესახებ. ამიტომ, ვაგონების მოძრაობისას გადასასვლელი მრუდის ბოლოში, წრიული მრუდის წინ გარე რელსის ჭარბი შემადგენლისას, ძარიდან გადაცემული დატვირთვა მოდის სვლის მიმართულებით სრიალაზე, რომელიც განლაგებულია მრუდის შიდა სარელსო ძაფის თავზე. გარე სარელსო ძაფის თავზე განლაგებული სვლის მიმართულებით

მეორე სრიალა კი განიცავს, რაც აადვილებს მეორე ურიკის პირველი ღერძის თვლის ქიმის აცოცებას გარე სარელსო ძაფზე, განსაკუთრებით გვერდითი ცვეთის არსებობისას. ამასთანავე, გარე სარელსო ძაფზე ქიმის აცოცებას ხელს უწყობს სვლის მიმართულებით მეორე ურიკის გაძნელებული მობრუნება, თვლის ქიმის გარე რელსის გვერდით წახნაგზე გრძივი და წრიული ასრიალების გამო, გამოწვეული შიდა სრიალას მეტისმეტად გადატვირთვით.

ვაგონების მოძრაობისას გადასასვლელ მრუდში წრიული მრუდის შემდეგ გარე რელსის ჭარბი შემაღლებისას, მაქსიმალურადაა დატვირთული, სვლის მიმართულებით, მრუდის შიდა რელსის თავზე განლაგებული, პირველი ურიკის სრიალა. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია რელსებიდან ჩამოსვლის სამი ვარიანტი:

1.თუ არსებობს დიდი წინაღობა სვლის მიმართულებით პირველი ურიკის მობრუნებისადმი იმ მდგომარეობიდან, რომელიც მას ეკავა წრიულ მრუდში მოძრაობისას, მაშინ რელსსამპალო გისოსის გადაწევა ხდება მრუდის შიგნით (იხ.ნახ.№96).

2. თუ სვლის მიმართულებით პირველი ურიკის მობრუნებისადმი წინაღობა ნაკლებია, მაშინ შესაძლებელია პირველი ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლა, მისი პირველი ღერძის თვლის ქიმის გადასასვლელი მრუდის გარე სარელსო ძაფზე აცოცების გამო, გარე სარელსო ძაფის თავზე განლაგებული სრიალას განტვირთვის და და თვლის ქიმის გარე რელსის გვერდით წახნაგზე გარდაუვალი გრძივი ასრიალების შედეგად, ჭარბი გარე რელსის შემაღლების შემთხვევაში.

3. შესაძლებელია სვლის მიმართულებით მეორე ურიკის რელსებიდან ჩამოსვლის ვარიანტი, თვლის ქიმის გარე რელსზე აცოცების გამო, აღნიშნული ურიკის გაძნელებული მობრუნების შე-

დეგად გადასასვლელი მრუდში მოძრაობისას იმ მდგომარეობიდან, რომელიც მას ეკავა წრიული მრუდის ფარგლებში.

მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადლების მავნეობის მნიშვნელოვანი მტკიცებულებაა ის, რომ ისრული გადამყვანების გადამყვან მრუდში (მრუდის რადიუსი 300მ-მდეა და გარე რელსის შემადლება საერთოდ არ ეწყობა) 40-50კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობის დროს ადგილი არ ჰქონია ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევას, მათი ამოწნების გამო.

სად. კამენკაში, რომელიც განლაგებულია გაჭიანურებული დადმართის ბოლოში, მოხდა მატარებლის მარცხი. სატვირთო მატარებელს გამზადებული ჰქონდა მარშრუტი 1/11 მარკის ისრული გადამყვანის (გადამყვანი მრუდის რადიუსით 300მ) გვერდით ლიანდაგში, მაგრამ სამგზავრო მატარებელი ამ ლიანდაგიდან ჯერაც არ იყო გაგზავნილი. შესასვლელი სიგნალი იყო წითელი (მიღება არ შეიძლება). მაგრამ სატვირთო მატარებლის მეწინავე ნაწილში გადაკეტილი იყო სამუხრუჭო მაგისტრალის ონკანი, ამიტომ მემანქანემ ვერ შეძლო მატარებლის გაჩერება, ამკრძალავი შესასვლელი სიგნალის წინ. შედეგად, სატვირთო მატარებელმა გაიარა ისრული გადამყვანის გვერდით ლიანდაგზე 100–120კმ/სთ სიჩქარით, რელსებიდან ჩამოსვლის გარეშე და შეეჯახა სამგზავრო მატარებლის ბოლო ნაწილს. სამწუხაროდ იყო მსხვერპლი.

დაისმის კითხვა, თუ როგორ გაიარა ასეთი დიდი სიჩქარით ლოკომოტივმა და ვაგონებმა ისრული გადამყვანის გადამყვანი მრუდის ფარგლებში ( $h=0$  და  $R=300$  მ) ჩავარდნის გარეშე? პასუხი ცალსახაა. იმიტომ, რომ ძალიან იყო გადატვირთული მრუდის გარე რელსის თავზე განლაგებული სრიალები, რამაც არ მისცა საშუალება თვლის ქიმს აცოცებულიყო გარე რელსის თავზე.

მთავარი დასკვნა. მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლების და თვლის ქიმებისა და რელსების გვერდითი ცვეთის ინტენსივობის შემცირების მნიშვნელოვანი რეზერვია მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადლების ლიკვიდაცია. ამასთანავე, შემცირდება გადასასვლელი მრუდების სიგრძე, გაცილებით მდოვრე იქნება შემადლების დამრეცების ქანობი, რაც გაადვილებს გადასასვლელი მრუდების შენახვას.

## XVII თავი

### რკინიგზის ტრანსპორტზე მატარებლის მარცხისა და ავარიის აღბილის დათვალიერება

#### 1. დათვალიერების მიზანი

დათვალიერების მიზანია [6]:

- შემთხვევის მიზეზების და მექანიზმის დადგენა.
- გამოიკვეს რა ცვლილებები მოხდა შემთხვევის ადგილზე.
- ნაკვალების და სხვა ნივთიერი მტკიცებულებების გამოვლენა,

დაფიქსირება და ამოღება.

დათვალიერების დროული ჩატარება საშუალებას იძლევა მივიღოთ საჭირო ცნობები მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაციის შესახებ, შემთხვევის ტექნიკურ მიზეზებზე და მექანიზმზე, გამოვლენილი იქნეს ნაკვალევი და სხვა ნივთიერი მტკიცებულებები; გამოირიცხოს დაინტერესებული პირების მიერ განზრახული ცვლილებების შეტანის შესაძლებლობა.

დათვალიერებას დაქვემდებარებული ნაკვალევი და სხვა ნივთიერი მტკიცებულებები, როგორც წესი, განლაგდება ერთ ხაზზე - რკინიგზის ლიანდაგებზე ან უშუალოდ მათ ახლოს. ამის გამო დათვალიერება იღებს ხაზობრივ ხასიათს, რაც საშუალებას იძლევა შემთხვევის ხასიათის მიხედვით განისაზღვროს, რომელი უბნები და ობიექტები როგორი თანმიმდევრობით უნდა დათვალიერდეს. დათვალიერების ხაზობრივი ხასიათის თავისებურებად ითვლება დასათვალიერებელი ტერიტორიის მნიშვნელოვნობა, რადგანაც ზოგიერთი ობიექტი (სიგნალიზაციის, ავტობლოკირების მოწყობილობები, ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტები), რომელთა



გამოც მოხდა მარცხი, შეიძლება მდებარეობდეს შემთხვევის ადგილიდან შორს.

შემთხვევის ადგილის დათვალიერება იწყება სამსახურებრივი გამოძიების პროცესში. ამ პირობებში საჭიროა გათვალისწინებული იყოს ამ გამოძიების ჩამტარებელი პირების აზრი, მარცხის შესაძლო მიზეზების შესახებ.

## 2. რეკომენდაციები დათვალიერებისათვის

დათვალიერების ჩატარების მოსამზადებლად აუცილებელია:

- ზუსტად განისაზღვროს, თუ რომელი ობიექტები ექვემდებარება დათვალიერებას და როგორი თანმიმდევრობით. საჭიროა დათვალიერებას დაექვემდებაროს არა მხოლოდ შემთხვევის ადგილზე არსებული ობიექტები, არამედ ის ობიექტებიც, რომლებიც შემთხვევის ადგილიდან მნიშვნელოვნადაა დაშორებული.

- დათვალიერება ისეთნაირად უნდა ჩატარდეს, რომ გარანტირებული იყოს ლიანდაგის და მოძრავი შემადგენლობის ყველა დეფექტის გამოვლენა, რომელიც თვით ან ერთმანეთთან შეთავსებით შესაძლოა იყოს მარცხის ან ავარიის გამომწვევი მიზეზი. ამ მიზნით შემთხვევის ადგილის დათვალიერებისათვის მოსამზადებლად არანაკლები მნიშვნელობა აქვს კავშირის დამყარებას სატრანსპორტო და ტერიტორიულ პოლიციასთან, ასევე უწყებრივ კომისიასთან, სარემონტო ბრიგადის ან აღმდგენი მატარებლის ხელმძღვანელობასთან. მათი დახმარებით ხდება ვითარების გარკვევა მარცხის (ავარიის) რაიონში, მოცემულ უბანზე მატარებლების მოძრაობის ინტენსიურობის დადგენა, მოითხოვება სალიანდაგო მეურნეობის ობიექტების დახასიათება და ლიანდაგის პრო-

ფილი, რა ცვლილებები მოხდა შემთხვევის ადგილზე, როგორი დაზიანებები იქნა გამოვლენილი და აღმოფხვრილი აღსადგენი სამუშაოების ჩატარებისას. შემთხვევის კონკრეტულ გარემოებებთან დამოკიდებულებით მიიღება ღონისძიებები შემთხვევის ადგილის დათვალიერებისათვის აუცილებელი სამეცნიერო-ტექნიკური საშუალებების მოსამზადებლად.

- თუ წინასწარი მონაცემებით შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ მარცხი (ავარია) მოხდა ლიანდაგის ან მოძრავი შემადგენლობის დეფექტით, მაშინ აუცილებელია მომზადებული იქნეს შესაბამისი ხელსაწყოები, შაბლონები.

- დათვალიერებაში შესაძლებელია ჩართული იყოს ქვემოთ ჩამოთვლილი სპეციალისტები:

- ✓ რკინიგზის ტრანსპორტის სამეცნიერო, კვლევითი, საპროექტო, სასწავლო ინსტიტუტების და საკონსტრუქტორო ბიუროს მუშაკები.

- ✓ მოძრაობის უსაფრთხოების ზედამხედველობის ორგანოების ის თანამშრომლები, რომლებიც სამსახურებრივად არ ახდენდნენ ლიანდაგის იმ უბნის კონტროლს, სადაც მოხდა შემთხვევა.

- შეძლებისდაგვარად ისეთი მოწმეების შერჩევა, რომლებიც იცნობენ რკინიგზის ტრანსპორტის მუშაობას.

### 3. დათვალიერებას დაქვემდებარებული ობიექტები

ყველა შემთხვევაში თავდაპირველ დათვალიერებას ექვემდებარება:

- მარცხგანცდილი მატარებლის ლოკომოტივის მართვის, სიგნალიზაციის და სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები, იმისათვის რათა

დადგინდეს - მემანქანემ მიიღო თუ არა ღონისძიებები მატარებლის გასაჩერებლად.

- სამუხრუჭე ხუნდები (შერჩევით) ვაგონებზე და ლოკომოტივზე ტემპერატურის დადგენის მიზნით და ამასთან დაკავშირებით დამუხრუჭების გამოყენების ნებართვის შესახებ და მუხრუჭების წესიერულობა.

- ლოკომოტივების და ვაგონების დამაბოლოებელი და სტოპ-ონკანები იმის დასადგენად, რომ გამოყენებული იყო თუ არა ავტომუხრუჭები და სტოპ-ონკანი.

- ლიანდაგის ის უბნები, რომლებზეც დათვალიერების მომენტში მიმდინარეობს აღდგენითი სამუშაოები და ამ სამუშაოების ჩატარების შედეგად შეიძლება ისე შეიცვალოს მდგომარეობა, რომელიც ხელს შეუშლის მარცხის ან ავარიის მიზეზების დადგენას.

შემთხვევის ადგილის დათვალიერების წარმართვა და თანმიმდევრობა დამოკიდებულია მარცხის ხასიათზე და პირველ რიგში იმაზე, რომ მარცხი მოხდა მატარებლის რელსებიდან ჩამოსვლის თუ მატარებლების შეჯახების შედეგად.

თუ მარცხი მოხდა მატარებლების შეჯახების გამო, დათვალიერებას, უმთავრესად, ექვემდებარება მუდმივი სიგნალები (შუქნიშნები, სემაფორები) და სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების სხვა მოწყობილობები, მართვის ხელსაწყოები ლოკომოტივზე, მატარებლის ავტოსამუხრუჭე მაგისტრალი. თუ მარცხი მოხდა მატარებლის რელსებიდან ჩამოსვლის გამო, მაშინ გულდასმით დათვალიერებას ექვემდებარება სალიანდაგო მოწყობილობები და მოძრავი შემადგენლობა, განსაკუთრებით ისრული გადამყვანები, ჯვარედენი, რელსებიდან პირველ რიგში ჩამოსული ლოკომოტივის თვლების არტახები, ვაგონის თვლების ფერსოები, ასევე მათი კონსტრუქციული ზომები დადგენილი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების შესაბამისად.

## 4. დათვალიერების თავისებურებები მატარებლების შეჯახების შემთხვევაში

### *მოძრაობის შემადგენლობის დათვალიერება*

რეკომენდებულია:

- ყურადღება მიექცეს ლოკომოტივების კაბინებში განლაგებული მართვის ორგანოების და ხელსაწყოების მდგომარეობას. დათვალიერდეს, აღიწეროს და შეძლებისდაგვარად ფოტოგრაფირებული იქნეს:

- ✓ მემანქანის კონტროლერის სახელურის პოზიცია, რომლის მეშვეობით ხდება მოძრაობის მართვა.

- ✓ მთავარი სახელურის პოზიცია, ამუშავება და მოძრაობის სიჩქარე, ძრავების ჩართვა, რევერსის სახელური - წინ, უკან და ელექტრომუხრუჭის სახელური (ელმავლები და ელექტრომატარებლები).

- ✓ სანათი ხელსაწყოების მდგომარეობა (აღჭურვილია თუ არა ნათურებით, ჩართულია თუ არა).

- სპეციალისტის დახმარებით დადგინდეს ავტომატური სალოკომოტივო აპარატურის, სტოპ-ონკანის მდგომარეობა, ანუ სალოკომოტივო შუქნიშნის, სიჩქარის საზომის მთლიანობა, სტოპ-ონკანში გასაღების არსებობა.

- შეჯახებული მატარებლების ლოკომოტივებისა და ვაგონების გარეგანი დათვალიერებისას ყურადღება უნდა მიექცეს სამუხრუჭე მოწყობილობის მდგომარეობას: ბოლო ონკანები გაღებულია თუ დაკეტილი, რეზინის სახელურების და ბერკეტული გადაცემის მთლიანობას, სამუხრუჭე ხუნდების განლაგებას და მათ ტემპერატურას (თუ დათვალიერება ხდება მარცხიდან მცირე დროის შემდეგ).

## *სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების მოწყობილობების დათვალიერება*

სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების მოწყობილობების დათვალიერება ტარდება სპეციალისტის მონაწილეობით.

დათვალიერებისას დადგინდება:

- სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების მოწყობილობების წესიერულობა და პლომბის მდგომარეობა.
- სალიანდაგო სიგნალების მდებარეობა, მდგომარეობა და ხილვადობა.
- რელსებზე გარეშე საგნების, ჟანგის, წიდის, სილის არსებობა, რომელიც იწვევს სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების მოწყობილობების მუშაობის დარღვევას.

## *ტექნიკური მოწყობილობების დათვალიერება სადგურში*

ტექნიკური მოწყობილობების დათვალიერება სადგურში ტარდება სპეციალისტის მონაწილეობით.

თუ მატარებლების შეჯახება მოხდა სასადგურო ლიანდაგებში, მაშინ დათვალიერებისას უნდა გაირკვეს:

- მატარებლების (ან მოძრავი შემადგენლობის) მოძრაობის მარშრუტი, იმ ისრების წესიერულობა და პოზიცია, რომლებიც ჩართულია აღნიშნულ მარშრუტში, საისრო მაჩვენებლები ან საკონტროლო ისრული საკეტები.
- სადგურის სიგნალების ჩვენება (შუქნიშნები ან სემაფორები), მათი მდგომარეობა მოძრაობის მარშრუტის მიხედვით.
- ისრების და სიგნალების დამოკიდებულების სისტემა, (ელექტრული ცენტრალიზაცია, მექანიკური ცენტრალიზაცია, გასაღე-

ბით ზემოქმედება, ხომ არ არის დარღვეული აღნიშნული ურთიერთკავშირი).

- ჩანაწერების არსებობა სცბ-ს ჟურნალში სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის, ბლოკირების ხელსაწყოების უწესიერობის და ამ უწესიერობების აღმოფხვრის შესახებ.

- გასასვლელი შუქნიშნების და სემაფორების მდგომარეობა, სწორია თუ არა მათი ჩვენება.

- ნახევრადავტომატური ბლოკირების და ჩართული ბლოკ-მექანიზმების საბლოკირებელი აპარატების მდგომარეობა, რომელიც ემსახურება სემაფორის ბერკეტების ჩაკეტვას.

- ავტომატური ბლოკირების ცენტრალიზატორების მდგომარეობა, რომლებიც მართავს გასასვლელ შუქნიშნებს.

- საბლოკირებელი სისტემების მოწყობილობების მოქმედების წესიერულობა და სისწორე.

- საკონტროლო პლომბების არსებობა და წესიერულობა (მხედველობაში უნდა გვქონდეს, რომ მათი რაოდენობა და ადგილმდებარეობა აღწერილია ნუსხაში, რომელიც გამოკრულია იმ შენობაში, სადაც განლაგებულია მართვის აპარატურა).

## **5. დათვალიერების თავისებურებები მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევაში**

### ***მოძრავი შემადგენლობის დათვალიერება***

რამდენადაც რელსებიდან ჩამოსვლის ყველაზე უფრო გავრცელებულ მიზეზს წარმოადგენს – სავალი ნაწილების უწესიერობა, განსაკუთრებით წყვილთვალების; დათვალიერების დროს მოწმ-

დება წყვილთვალის დეტალების მდგომარეობა, როგორებიცაა: ღერძი, მორგვი, არტახი ან ფერსო (მთლიანგლინული თვალი), ქიმი, თვლის ცენტრი, იმ მიზნით, რათა დადგინდეს მარცხი გამოწვეულია მათი უწესივრობის მიზეზით, თუ მათი დაზიანება მოხდა მარცხის შედეგად.

იმ წყვილთვალეზზე, რომლებიც პირველნი ჩამოვიდნენ რელსებიდან უნდა გაიზომოს:

- მანძილი არტახების ან მთლიანგლინულ თვლების ფერსოს შიდა წახნაგებს შორის, იმ მიზნით, რათა განისაზღვროს არის თუ არა დასაშვებზე მეტი სიდიდის გადახრები (სპეციალური შაბლონით).

- ქიმების, არტახების ან ფერსოს ცვეთა (აბსოლუტური შაბლონით).

ზემოთ აღნიშნულის გარდა მოძრავ შემადგენლობაში მოწმდება:

- ავტოგადაბმულობის ხელსაწყოების მდგომარეობა და წესირულობა (უნივერსალური შაბლონით და სპეციალური ძალაყინით).

- სამუხრუჭე მოწყობილობის მდგომარეობა და დამაგრება, ასევე იმ დეტალებისაც, რომლებიც დაკიდებულია ურიკაზე, ჩარჩოზე, ვაგონის ძარაზე და რომელთა ჩამოვარდნამ ლიანდაგში შეიძლება გამოიწვიოს მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლა.

- უწესივრო და გატეხილ დეტალებზე, დაღის მიხედვით, დადგინდება მათი დამზადების, რემონტის ან შემოწმების დრო.

მარცხის ტექნიკური მიზეზების და მექანიზმის დასადგენად აუცილებელია გამოყენებული იყოს სიჩქარის საზომი ლენტის გაშიფვრის მონაცემები (ჰაერის წნევა სამუხრუჭო მაგისტრალში,

სიჩქარე, სვლის დრო, მანძილი სხვადასხვა წერტილებიდან გაჩერებამდე, მატარებლის მოძრაობისადმი მკვეთრი წინაღობის წერტილები, ხოლო ზოგჯერ თუ სახელდობრ რომელი ვაგონი (ან ლოკომოტივი) ჩამოვიდა პირველი რელსებიდან. აუცილებლობის შემთხვევაში სიჩქარის საზომი ლენტის გასაშიფრად შეიძლება მოწვეულ იყოს სალოკომოტივო დეპოს ის სპეციალისტები, რომელთაც არ აქვთ პირადი დაინტერესება ამ საქმით.

### ***ლიანდაგის დათვალიერება***

ლიანდაგის დათვალიერების დროს უნდა დადგინდეს:

- გატეხილი და მეტად დეფექტური რელსების, სარელსო ლიანდის გაგანიერების ან შევიწროვების, გადაფერდების, გეგმაში მკვეთრი კუთხეების, ლიანდაგის წაძვრის ან გაგდების და ისეთი სხვა დეფექტების არსებობა, რომელთაც შეუძლიათ გამოიწვიონ მარცხი.

- სარელსო პირაპირებში ღრეჩოების არსებობა.

- მრუდების მდგომარეობა, მათი მიმართულება გეგმაში და ქორდების მიხედვით.

- ნაბურცები, გადაფერდებები და ჯდენები.

### ***რელსების დათვალიერება***

რელსების დათვალიერების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს:

- ხომ არ არის რელსები გაღუნული ჰორიზონტალურ ან ვერტიკალურ სიბრტყეში.

- არის თუ არა ცვეთის კვალი რელსის თავში გამოწვეული რელსებიდან ჩამოსული თვლების არტახების გამო.



- არის თუ არა რელსის თავზე, ყელზე და ფუძეზე რელსებიდან ჩამოსული თვლების დარტყმის კვალი.

გატეხილი რელსის დათვალიერების დროს უნდა გაირკვეს არის თუ არა მონაცემები, რომ აღნიშნული რელსი მატარებლის მარცხამდე იყო მეტად დეფექტური (ანუ ჰქონდა თუ არა სხვადასხვა ბზარები რელსის თავში, ყელში, ფუძეში, საჭანჭიკე ნახვრეტებში, ამოტეხილია თუ არა რელსის თავის ან ფუძის ნაწილი). რელსების დათვალიერების დროს უნდა დადგინდეს და დაფიქსირდეს რელსის ტიპი, ქარხანა-დამზადებელი, მისი დამზადების და ლიანდაგში ჩაგების დრო (რელსის ტორსზე და ყელზე არსებული ნიშანდების მიხედვით). ზემოთ აღნიშნულთან ერთად დათვალიერებას ექვემდებარება ლიანდაგის მომიჯნავე უბნები, სარელსო მეურნეობის საერთო მდგომარეობის და მისი მოვლა-შენახვის ხარისხის განსაზღვრის მიზნით.

### ***შპალების და სამაგრების დათვალიერება***

დათვალიერებას ექვემდებარება:

- გატეხილი შპალები მატარებლის მარცხამდე მათი მდგომარეობის დადგენის მიზნით და მათში ისეთი დეფექტების ძებნა, რომელთაც შეიძლება გამოეწვიათ მატარებლის მარცხი.

- სხვა შპალებიც მარცხის ადგილიდან ორივე მიმართულებით (უნდა გაირკვეს მათი არსებობა, ხარისხი).

- სადებები, რომელთა დეფექტურობა იწვევს სარელსო ლიანდის გაგანიერებას, ლიანდაგის საერთო მოშლას.

- სამაგრების დათვალიერების დროს მოწმდება: სამაგრებით უზრუნველყოფა და მათი მდგომარეობა, ზესადებების და ქვესადებების მთლიანობა, ხომ არ არის წყვილად გატეხილი ზესადებები,

ქანჭიკების, შურუპების და ომბოხების რაოდენობა და მდგომარეობა.

• ხომ არ ჰქონდა ადგილი ლიანდაგის წამვრას მარცხამდე (მჭიდროდ არის თუ არა დამაგრებული რელსები ძვრის საწინააღმდეგო სამარჯვებით, რამდენია მათი რაოდენობა რგოლში და მათი განლაგება, არის თუ არა გადაწეული ან გადაყირავებული შპალები).

### *ისრული გადამყვანების დათვალიერება*

აუცილებელია დადგინდეს, ადგილი ჰქონდა თუ არა:

• კალმის, ჩარჩო რელსის, ჯვარედის (გულარი, ულვაშა რელსი) გატეხვას.

• კონტრრელსების ქანჭიკების გაწყვეტას.

• საისრო კალმების განცალკევებას.

• კალმის არა მჭიდრო მიბჯენას ჩარჩო რელსთან.

• კალმის წვეროს ჩამოტეხვას, კალმის ამოფხვნას.

• კალმის დადაბლებას ჩარჩო რელსის მიმართ.

• დადგენილი მანძილის დარღვევას ჯვარედის მუშა წახნაგსა და კონტრრელსის ან ულვაშა რელსის მუშა წახნაგებს შორის.

• ჩარჩო რელსების და გულარების ნორმაზე მეტ ვერტიკალურ ცვეთას.

• ისრულ გადამყვანებზე გაგანიერებას და უხეშ გადაფერდებებს, კუთხეებს გადამყვან მრუდებში.

• ისრული გადამყვანების მოძრავი ნაწილების გადახრა სწორი მდებარეობიდან, რომელთაც შეიძლება გამოეწვიათ ისრის გაჭრა.

ისრული გადამყვანების ნაწილების გასაზომად გამოიყენება შტანგენფარგალი, თარაზო, შაბლონი, სახაზავი, სიღრმემზომი.

## *ავტოგადასაბმელის ხელსაწყოების დათვალიერება*

ავტოგადასაბმელის ხელსაწყოების დათვალიერების დროს

- აღინიშნება:

- ✓ საკეტის სისქე.

- ✓ ავტოგადასაბმელის ხაზის სიგანე.

- ✓ დიდი კბილის, ხაზის დასარტყმელი ზედაპირის და მცირე კბილის ცვეთის ხარისხი.

- ხდება (სპეციალისტის მონაწილეობით) თვითგადახსნისაგან მცველის მოქმედების შემოწმება, მექანიზმის მოქმედება საკეტის შესაკავებლად გადახსნილ მდგომარეობაში და თვითგადახსნისაგან მცველის წინასწარ ჩართვაზე.

- შაბლონით იზომება თითოეული გადახსნილი ავტოგადასაბმელის სიმაღლე (მანძილი რელსის თავიდან ავტოგადასაბმელის გრძივ ღერძამდე) და განისაზღვრება თითოეული მათგანის ჩამოშვებულობის სიდიდე.

## **6. დათვალიერების შედეგების ფიქსაცია**

**დათვალიერების შედეგების ფიქსაციის ძირითადი საშუალებებია:**

- შემთხვევის ადგილის ფოტოგრაფირება და ვიდეოგადაღება.

- გეგმებისა და სქემების შედგენა.

- დათვალიერების დაწვრილებითი ოქმის შედგენა.

ორიენტირებული ფოტოგადაღების დროს საჭიროა აღბეჭდილი იქნეს არა მარტო მარცხის ადგილი, სადაც განლაგებულია ავარია ან მარცხგანცდილი მოძრავი შემადგენლობა, არამედ მისი მომიჯნავე უბნებიც.

სამიმოხილვო ფოტოგრაფირების დროს გადაღებულ ფოტოებზე დაფიქსირებული უნდა იყოს მოძრავი შემადგენლობის, რელსებიდან ჩამოსული, რელსებზე მდგარი, ჩამოვარდნილი და დამტვრეული ვაგონების განლაგება. შემთხვევის ადგილის მნიშვნელოვანი სიგრძის შემთხვევაში ფოტოგრაფირება შესაძლებელია პანორამული ხერხით.

საკვანძო ფოტოგადაღების დროს, შემთხვევის ადგილზე ან მისი ტერიტორიის ცალკეულ უბნებზე, აუცილებელია აღბეჭდილი იქნეს ისეთი ცალკეული საგნები, რომლებიც კრიმინალისტური თვალსაზრისით წარმოადგენს გარკვეულ ინტერესს (ლოკომოტივის კაბინა მართვის და სიგნალიზაციის ყველა ხელსაწყოებით, დაზიანებული რელსებისა და შპალების რგოლები, რკინიგზის ვაკისის უბნები, მომიჯნავე ტერიტორიის ისრები, წყვილთვალები და მოძრავი შემადგენლობის სხვა დეტალები და მექანიზმები, ცალკეული ლოკომოტივები და ვაგონები, მიმოფანტული ტვირთები, დაზიანებული და დაშლილი ხელოვნური ნაგებობები და ა.შ).

დეტალური გადაღების დროს მსხვილ მასშტაბში ფიქსირდება კვალი, რკინიგზის მოწყობილობების მცირე საგნები და დეტალები, რომელთაც შესაძლოა გარკვეული მნიშვნელობა ჰქონდეთ მარცხის მიზეზების დასადგენად და ითვლება ნივთიერ მტკიცებად. ფოტოგრაფირება ხდება მასშტაბური გადაღების წესით.

ვიდეოზე აღბეჭდილ უნდა იყოს შემთხვევის ადგილის ვითარება მომიჯნავე უბნებთან, ნაგებობებთან, შენობებთან, შუქნიშნებთან, ისრულ გადამყვანებთან ერთად. შემდეგ, საჭიროა მსხვილი ხედით იყოს ნაჩვენები ისეთი საკვანძო პუნქტები, როგორებიცაა: ლიანდაგის დაზიანებული უბნები, ვაგონები და ლოკომოტივები მათი დაზიანებით. შემდეგ, დაფიქსირებული უნდა იყოს დამუხრუჭების კვალი რელსებზე, თვლის არტახებზე და ფესოებზე,

ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ცალკეული კვანძები და დეტალები, ხელსაწყოები ლოკომოტივის კაბინაში და მათი ჩვენება, რომელთაც შესაძლოა გარკვეული მნიშვნელობა ჰქონდეთ საქმის გამოძიების დროს.

შემთხვევის ადგილის დათვალიერების ოქმში აღნიშნული უნდა იყოს გადაღების ობიექტები, თუ სად და როდის იქნა გადაღებული, როგორი იყო განათება და ხილვადობა, რომელი ფოტოაპარატით, აღნიშნული უნდა იყოს შუქფილტრების და ლამპა-ანთების გამოყენება. ფოტოცხრილის დამზადებისას, რომელიც თან უნდა ახლდეს შემთხვევის ადგილის დათვალიერების ოქმს, თითოეულ ფოტოსურათს თან უნდა ახლდეს მცირე ზომის განმარტება და დამოწმებული უნდა იყოს ხელმოწერითა და ბეჭდით.

## **7. დათვალიერებას დაქვემდებარებული დოკუმენტები**

დათვალიერებას ექვემდებარება შემდეგი დოკუმენტები:

- სადგურის ტექნიკურ-განმკარგულებელი აქტი.
- მატარებლების მოძრაობის განრიგი და ჟურნალი.
- მატარებლების შესრულებული მოძრაობის გრაფიკი.
- სამატარებლო ტელეფონოგრამების ჟურნალი.

• ლიანდაგის, ვაგონების, ლოკომოტივების, სცბ-ს და კავშირგაბმულობის მოწყობილობების მდგომარეობის და რემონტების შესახებ მოძრაობის უსაფრთხოების რევიზორის მითითებების წიგნი, რევიზორების აქტები და მოხსენებითი ბარათები ინსპექტირების დროს გამოვლენილი დეფექტების შესახებ, რომლებიც საფრთხეს უქმნიან მატარებლების მოძრაობას.

- მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური დათვალიერების აქტი.

- ლოკომოტივის რემონტის ჩანაწერების წიგნი.
- მემანქანის შენიშვნების წიგნი (წარმოებს სალოკომოტივო დეპოში).
- ლიანდაგების, ისრული გადამყვანების, სცბ-ს და კავშირგაბმულობის საშუალებების დათვალიერების ჟურნალი.
- ლიანაგის, სცბ-ს და კავშირგაბმულობის საშუალებების, საკონტაქტო ქსელის უწყისივრობების წერილობითი გაფრთხილების წიგნი.
- თანამდებობის პირების შემოწმების აქტები და მოხსენებითი ბარათები - მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაციის, სალოკომოტივო და სავაგონო დეპოს და სხვა პირების მუშაობაში გამოვლენილი ნაკლოვანებების მიმართ.
- იმ თანამდებობის პირების წერილობითი ახსნა-განმარტებითი ბარათები, რომელთაც შეეხება აქვთ რკინიგზის იმ უბანთან, სადაც მოხდა მარცხი ან ავარია.
- ცნობა მატარებელში ჩართული ავტომუხრუჭების შესახებ.
- ლიანდაგსაზომი და დეფექტოსკოპური ვაგონების სიჩქარის საზომი ლენტები.
- მატარებლის ფორმირებასთან დაკავშირებული დოკუმენტები.
- რკინიგზის შესაბამისი სამსახურის მუშაკების მორიგეობის გრაფიკი.
- ლიანდაგის უბნის ლიანდაგის შემომვლელების მიერ დათვალიერების განრიგი.
- სადგურის ან ლიანდაგის უბნის გრძივი პროფილის და გეგმის ასლი, მასზე იმ მოწყობილობების დატანით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობას.
- სამსახურებრივი გამოძიების მასალები.

ექსპერტიზის დანიშვნის მომენტისათვის სისხლის სამართლის საქმეში უნდა იდოს:

- სამსახურებრივი გამოძიების დასკვნა, მარცხის ან ავარიის მიზეზებზე.

- შემთხვევის ადგილის დათვალიერების ოქმი.

- სალოკომოტივო ბრიგადის წევრების, მოძრაობის, სალიანდაგო, სალოკომოტივო და სავაგონო მეურნეობის, სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების სამსახურის თანამდებობის პირების ჩვენებები.

აღნიშნული მასალები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ექსპერტიზის დანიშვნის საჭიროება, ასევე რიგი საკითხებისა, რომელიც დასმული უნდა იყოს ექსპერტის წინაშე.

## **8.სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა**

### ***სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მატარებლების შეჯახების გამოძიების დროს***

სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მატარებლების შეჯახების გამოძიების დროს ინიშნება ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორებიცაა:

- ჰქონდა თუ არა ლოკომოტივს ისეთი უწყესივრობები, რომელთაც შეეძლოთ მარცხის გამოწვევა.

- ჰქონდა თუ არა ადგილი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების და თანამდებობრივი ინსტრუქციების დარღვევას სალოკომოტივო ბრიგადის წევრების მხრიდან, რომელთა გამოც მოხდა შემთხვევა.

- როგორია სცბ-ს მოწყობილობების ტექნიკური მდგომარეობა, გააჩნიათ თუ არა ისეთი უწყესივრობები, რომლმაც განაპრობა მა-ტარებლების შეჯახება.

- სწორად არის თუ არა ორგანიზებული სამანევრო სამუშაოები.

- ხომ არ ჰქონდა ადგილი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების და სადგურის ტექნიკურ-განმკარგულებელი აქტის დარღვევას სადგურის მორიგის (ან სხვა პირების) მიერ, და თუ ჰქონდა, გახდა თუ არა ის მარცხის მიზეზი?

### ***სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა სამანევრო სამუშაოების ჩატარებისას მარცხის გამოძიების დროს***

სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა სამანევრო სამუშაოების ჩატარებისას მარცხის გამოძიების დროს ინიშნება ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორებიცაა:

- სწორად იქნა თუ არა გაცემული დავალება (მოძრაობის უსაფრთხოების დაცვის თვალსაზრისით) სამანევრო სამუშაოების შესასრულებლად.

- უზრუნველყოფილი იყო თუ არა სამანევრო სამუშაოების შესრულების პროცესში მონაწილე ყველა მუშაკის სწორი განლაგება და შეთანხმებულობა.

- ხომ არ იყო სალოკომოტივო ბრიგადის მოქმედებაში მატარებლების მოძრაობის და სამანევრო სამუშაოს წარმოების ინსტრუქციის დარღვევა, და თუ იყო კონკრეტულად რაში გამოიხატებოდა.

- დროულად იქნა თუ არა შეწყვეტილი სამანევრო სამუშაოები სადგურში მატარებლის მიღების წინ?



## ***სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების დროს***

სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების დროს ინიშნება ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორებიცაა:

- როგორია ლიანდაგის მდგომარეობა, აქვს თუ არა რელსებს ისეთი დეფექტები, რომელთაც შეეძლოთ გამოეწვიათ მატარებლის მარცხი.

- ხომ არ იყო დარღვეული ლიანდაგის მუშაკების მიერ ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის და რემონტის წესები.

- როგორია ვაგონების ტექნიკური მდგომარეობა, აქვთ თუ არა მათ ისეთი დეფექტები, რომელთაც შეეძლოთ გამოეწვიათ მატარებლის მარცხი.

- ხომ არ იყო დარღვეული სავაგონო სამსახურის მუშაკების მიერ ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები და თანამდებობრივი ინსტრუქციები.

- ხომ არ იქნა დაშვებულ ვაგონების გადამეტტვირთულობა, და თუ არის, ხომ არ გახდა ეს მარცხის მიზეზი.

- სწორად არის თუ არა დალაგებული და დამაგრებული ტვირთები.

- სწორად იყო თუ არა ფორმირებული შემადგენლობა, რომელმაც განიცადა მარცხი.

- რა იყო ღერძის გატეხვის (ან ღერძის ყელის) მიზეზი, თვლების გატეხვა და ა.შ.

- რა არის ლიანდაგის უწყისივრობების წარმოქმნის მიზეზი (გაგანიერება, შევიწროვება, გადაფერდება, გაგდება და ა.შ.).

### ***სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის სხვა სახეები***

სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის სხვა სახეები ინიშნება ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორებიცაა:

- საკითხები სხვადასხვა დეტალების ლითონის სტრუქტურისა და ხარისხის მიმართ (რელსი, ვაგონის გატეხილი ღერძი და სხვა), ასევე სხვადასხვა საგნების ლითონის ერთგვაროვნობის ან არაერთგვაროვნობის განსასაზღვრავად (მაგალითად, ვაგონის ბუქსებში გამოვლენილი ნაქლიბი, შემთხვევის ადგილზე გამოვლენილი და საეჭვო საგნები) ინიშნება მეტალოგრაფიული ექსპერტიზა.

- ფეხების კვალის, ასევე სხვადასხვა საგნებზე ხელის კვალის (დამნაშავის მიერ სტოპ-ონკანის სახელურზე, საგზაო ინსტრუმენტებზე, სხვა საგნებზე დატოვებული კვალი) გამოსაკვლევად ინიშნება ტრასოლოგიური ექსპერტიზა.

### ***სასამართლო-სამედიცინო ექსპერტიზა რკინიგზის ტრანსპორტზე მარცხისა და ავარიის დროს***

რკინიგზის ტრანსპორტზე მარცხისა და ავარიის დროს სასამართლო-სამედიცინო ექსპერტიზა ინიშნება ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორებიცაა:

- როგორია სიკვდილის დადგომის დრო და მიზეზი (ადამიანების მსხვერპლის არსებობისას).

- გვამს აღენიშნება თუ არა სხეულის დაზიანება, რომელიც არ არის დაკავშირებული მატარებლის მარცხთან.

- აქვს თუ არა ალკოჰოლური თრობის ნიშნები ექვმიტანილს (პირველ რიგში სალოკომოტივო ბრიგადის წევრებს).

განათი

ოთხღერძიანი ვაგონის ( $d = 950$  მმ) თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მნიშვნელობები  $L = 100$  გრძ.მ მანძი-  
 ლზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით,  $\rho = 0,475$  მ,  $n = 20$ ,  $a = 1440$  მმ,  $b = 34$  მმ

| მრუდის<br>რადიუსი<br>$R$ , მ | $\varepsilon_0$ ,<br>მმ | ლიანდის სიგანე $S_0$ , მმ       |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|                              |                         | 1520                            |                    | 1525                            |                    | 1530                            |                    | 1535                            |                    | 1540                            |                    | 1548                            |                    |
|                              |                         | $2\delta = 12$ მმ               |                    | $2\delta = 17$ მმ               |                    | $2\delta = 22$ მმ               |                    | $2\delta = 27$ მმ               |                    | $2\delta = 32$ მმ               |                    | $2\delta = 40$ მმ               |                    |
|                              |                         | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ |
| 160                          | 1000                    | 126                             | 874                | 179                             | 821                | 232                             | 768                | 284                             | 716                | 337                             | 663                | 421                             | 579                |
| 200                          | 800                     |                                 | 674                |                                 | 621                |                                 | 568                |                                 | 516                |                                 | 463                |                                 | 379                |
| 250                          | 640                     |                                 | 514                |                                 | 461                |                                 | 408                |                                 | 356                |                                 | 303                |                                 | 219                |
| 300                          | 533                     |                                 | 407                |                                 | 354                |                                 | 301                |                                 | 249                |                                 | 196                |                                 | 112                |
| 400                          | 400                     |                                 | 274                |                                 | 221                |                                 | 168                |                                 | 116                |                                 | 63                 |                                 | -                  |
| 500                          | 320                     |                                 | 194                |                                 | 141                |                                 | 88                 |                                 | 36                 |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 600                          | 267                     |                                 | 141                |                                 | 88                 |                                 | 35                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 700                          | 229                     |                                 | 103                |                                 | 50                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 800                          | 200                     |                                 | 74                 |                                 | 21                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 900                          | 178                     |                                 | 52                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 950                          | 168                     |                                 | 42                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |

ოთხღერძიანი ვაგონის ( $d = 950$  მმ) თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მნიშვნელობები  $L = 100$  გრძ.მ მანძი-  
ლზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით,  $\rho = 0,475$  მ,  $n = 200$ ,  $a = 1437$  მმ,  $b = 26$  მმ.

| მრუდის<br>რადიუსი<br>$R$ , მ | $\varepsilon_0$ ,<br>მმ | ლიანდის სიგანე $S_0$ , მმ       |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|                              |                         | 1520                            |                    | 1525                            |                    | 1530                            |                    | 1535                            |                    | 1540                            |                    | 1548                            |                    |
|                              |                         | $2\delta = 31$ მმ               |                    | $2\delta = 36$ მმ               |                    | $2\delta = 41$ მმ               |                    | $2\delta = 46$ მმ               |                    | $2\delta = 51$ მმ               |                    | $2\delta = 59$ მმ               |                    |
|                              |                         | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ |
| 160                          | 1000                    | 33                              | 967                | 38                              | 962                | 43                              | 957                | 48                              | 952                | 54                              | 946                | 62                              | 938                |
| 200                          | 800                     |                                 | 767                |                                 | 762                |                                 | 757                |                                 | 752                |                                 | 746                |                                 | 738                |
| 250                          | 640                     |                                 | 607                |                                 | 602                |                                 | 597                |                                 | 592                |                                 | 586                |                                 | 578                |
| 300                          | 533                     |                                 | 500                |                                 | 495                |                                 | 490                |                                 | 485                |                                 | 479                |                                 | 471                |
| 400                          | 400                     |                                 | 367                |                                 | 362                |                                 | 357                |                                 | 352                |                                 | 346                |                                 | 338                |
| 500                          | 320                     |                                 | 287                |                                 | 282                |                                 | 277                |                                 | 272                |                                 | 266                |                                 | 258                |
| 600                          | 267                     |                                 | 234                |                                 | 229                |                                 | 224                |                                 | 219                |                                 | 213                |                                 | 205                |
| 700                          | 229                     |                                 | 196                |                                 | 191                |                                 | 186                |                                 | 181                |                                 | 175                |                                 | 167                |
| 800                          | 200                     |                                 | 167                |                                 | 162                |                                 | 157                |                                 | 152                |                                 | 146                |                                 | 138                |
| 900                          | 178                     |                                 | 145                |                                 | 140                |                                 | 135                |                                 | 130                |                                 | 124                |                                 | 116                |
| 950                          | 168                     |                                 | 135                |                                 | 130                |                                 | 125                |                                 | 120                |                                 | 114                |                                 | 106                |

**БЛ-10** ლოკომოტივის ( $d = 1250$  მმ) თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მნიშვნელობები  $L = 100$  გრძ.მ მანძი-  
 ლზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით,  $\rho = 0,625$  მ,  $n = 20$ ,  $a = 1440$  მმ,  $b = 33$  მმ

| მრუდის<br>რადიუსი<br>$R$ , მ | $\varepsilon_0$ ,<br>მმ | ლიანდის სიგანე $S_0$ , მმ       |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|                              |                         | 1520                            |                    | 1525                            |                    | 1530                            |                    | 1535                            |                    | 1540                            |                    | 1548                            |                    |
|                              |                         | $2\delta = 14$ მმ               |                    | $2\delta = 19$ მმ               |                    | $2\delta = 24$ მმ               |                    | $2\delta = 29$ მმ               |                    | $2\delta = 34$ მმ               |                    | $2\delta = 42$ მმ               |                    |
|                              |                         | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ |
| 160                          | 1000                    | 112                             | 888                | 152                             | 848                | 192                             | 808                | 232                             | 768                | 272                             | 728                | 336                             | 664                |
| 200                          | 800                     |                                 | 688                |                                 | 648                |                                 | 608                |                                 | 568                |                                 | 528                |                                 | 464                |
| 250                          | 640                     |                                 | 528                |                                 | 488                |                                 | 448                |                                 | 408                |                                 | 368                |                                 | 304                |
| 300                          | 533                     |                                 | 421                |                                 | 381                |                                 | 341                |                                 | 301                |                                 | 261                |                                 | 197                |
| 400                          | 400                     |                                 | 288                |                                 | 248                |                                 | 208                |                                 | 168                |                                 | 128                |                                 | 64                 |
| 500                          | 320                     |                                 | 208                |                                 | 168                |                                 | 128                |                                 | 88                 |                                 | 48                 |                                 | -                  |
| 600                          | 267                     |                                 | 155                |                                 | 115                |                                 | 75                 |                                 | 35                 |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 700                          | 229                     |                                 | 117                |                                 | 77                 |                                 | 37                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 800                          | 200                     |                                 | 88                 |                                 | 48                 |                                 | 8                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 900                          | 178                     |                                 | 66                 |                                 | 26                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |
| 950                          | 168                     |                                 | 56                 |                                 | 16                 |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |                                 | -                  |

*БЛ-10* ლოკომოტივის ( $d = 1250$  მმ) თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მნიშვნელობები  $L = 100$  გრძ.მ მანძი-  
 ლზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით,  $\rho = 0,625$  მ,  $n = 200$ ,  $a = 1437$  მმ,  $b = 25$  მმ

| მრუდის<br>რადიუსი<br>$R$ , მ | $\varepsilon_0$ ,<br>მმ | ლიანდის სიგანე $S_0$ , მმ       |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |                                 |                    |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
|                              |                         | 1520                            |                    | 1525                            |                    | 1530                            |                    | 1535                            |                    | 1540                            |                    | 1548                            |                    |
|                              |                         | $2\delta = 33$ მმ               |                    | $2\delta = 38$ მმ               |                    | $2\delta = 43$ მმ               |                    | $2\delta = 48$ მმ               |                    | $2\delta = 53$ მმ               |                    | $2\delta = 61$ მმ               |                    |
|                              |                         | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ | $\frac{2\delta}{n\rho}$ ,<br>მმ | $\Delta L$ ,<br>მმ |
| 160                          | 1000                    | 26                              | 974                | 30                              | 970                | 34                              | 966                | 38                              | 962                | 42                              | 958                | 46                              | 951                |
| 200                          | 800                     |                                 | 774                |                                 | 770                |                                 | 766                |                                 | 762                |                                 | 758                |                                 | 751                |
| 250                          | 640                     |                                 | 614                |                                 | 610                |                                 | 606                |                                 | 602                |                                 | 598                |                                 | 591                |
| 300                          | 533                     |                                 | 507                |                                 | 503                |                                 | 499                |                                 | 495                |                                 | 491                |                                 | 484                |
| 400                          | 400                     |                                 | 374                |                                 | 370                |                                 | 366                |                                 | 362                |                                 | 358                |                                 | 351                |
| 500                          | 320                     |                                 | 294                |                                 | 290                |                                 | 286                |                                 | 282                |                                 | 278                |                                 | 271                |
| 600                          | 267                     |                                 | 241                |                                 | 237                |                                 | 233                |                                 | 229                |                                 | 225                |                                 | 218                |
| 700                          | 229                     |                                 | 203                |                                 | 199                |                                 | 195                |                                 | 191                |                                 | 187                |                                 | 180                |
| 800                          | 200                     |                                 | 174                |                                 | 170                |                                 | 166                |                                 | 162                |                                 | 158                |                                 | 151                |
| 900                          | 178                     |                                 | 152                |                                 | 148                |                                 | 144                |                                 | 140                |                                 | 136                |                                 | 129                |
| 950                          | 168                     |                                 | 142                |                                 | 138                |                                 | 134                |                                 | 130                |                                 | 126                |                                 | 119                |

გარე რელსის შემადგენლობის მნიშვნელობების განსაზღვრა რეალური სიჩქარეების მიხედვით გადასარბენი -  
ძირულა - ხარაგაული II ხაზი (ლუწი მიმართულება)

| კოლომეტრი | წრიული მრუ-<br>დის რადიუსი<br>$R$ , მ |          | მრუდის სიგრძე, კ მ | გადასასვლელი მრუდის<br>სიგრძე, ს მ | სწორი ჩანარჩის<br>სიგრძე, მ მ | მომართვის რეალური<br>სიჩქარე, V კმ/სთ | გარე რელსის შემადლეზა, ხ მმ |                              |                        |          | გარე რელსის<br>შემადლეზის<br>ქანობი ‰ ‰ |                             |
|-----------|---------------------------------------|----------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------|----------|-----------------------------------------|-----------------------------|
|           | მარჯვენა                              | მარცხენა |                    |                                    |                               |                                       | არსებული<br>$h$ აშს         | გაგარიშებით<br>მიღებული, ხ % | შემადლეზათა<br>სხვაობა |          | არსებული<br>‰ აშს                       | განგარიშებით<br>მიღებული, ‰ |
|           |                                       |          |                    |                                    |                               |                                       |                             |                              | $\pm h$                | $\pm \%$ |                                         |                             |
| 1         | 2                                     | 3        | 4                  | 5                                  | 6                             | 7                                     | 8                           | 9                            | 10                     | 11       | 12                                      | 13                          |
| 2334      | 193                                   | -        | 359,75             | 40                                 | -                             | 24,4                                  | 100                         | 39                           | +61                    | +61,0    | 2,50                                    | 0,98                        |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 28,04                         |                                       | -                           | -                            | -                      | -        | -                                       | -                           |
| 2335      | -                                     | 525      | 68,11              | 20                                 | -                             | 32,8                                  | 60                          | 26                           | +34                    | +56,7    | 3,00                                    | 1,30                        |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 152,8                         |                                       | -                           | -                            | -                      | -        | -                                       | -                           |
|           | -                                     | 204      | 190,25             | 60                                 | -                             |                                       | 90                          | 66                           | +24                    | +26,7    | 1,50                                    | 1,10                        |
|           | -                                     | 223      | 74,36              | 50                                 | -                             |                                       | 90                          | 60                           | +30                    | +33,3    | 1,80                                    | 1,20                        |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 29,58                         |                                       | -                           | -                            | -                      | -        | -                                       | -                           |
|           | 420                                   | -        | 232,25             | 100                                | -                             |                                       | 120                         | 32                           | +88                    | +73,3    | 1,20                                    | 0,32                        |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 12,01                         |                                       | -                           | -                            | -                      | -        | -                                       | -                           |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | -                             |                                       | -                           | -                            | -                      | -        | -                                       | -                           |



(გაგრძელება)

| 1    | 2   | 3   | 4      | 5  | 6     | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|-----|-----|--------|----|-------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2336 | -   | 310 | 131,48 | 40 | -     | 32,5 | 110 | 43 | +67 | +60,9 | 2,75 | 1,08 |
|      | -   | -   | -      | -  | 32,09 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 269 | -   | 135,06 | 50 | -     |      | 140 | 49 | +91 | +65,0 | 2,80 | 0,98 |
|      | 233 | -   | 80,11  | -  | -     |      | 140 | 57 | +83 | +59,5 | -    | -    |
|      | 270 | -   | 95,03  | 90 | -     |      | 140 | 49 | +91 | +65,0 | 1,56 | 0,54 |
|      | -   | -   | -      | -  | 25,94 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 261 | 134,84 | 80 | -     |      | 120 | 51 | +69 | +57,5 | 1,50 | 0,64 |
|      | -   | 251 | 131,80 | 80 | -     |      | 120 | 53 | +67 | +55,8 | 1,50 | 0,66 |
|      | -   | -   | -      | -  | 19,41 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2337 | 250 | -   | 233,24 | 40 | -     | 33,0 | 120 | 55 | +65 | +54,2 | 3,00 | 1,38 |
|      | -   | -   | -      | -  | 13,00 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 330 | 126,02 | 40 | -     |      | 110 | 42 | +68 | +61,8 | 2,75 | 1,05 |
|      | -   | -   | -      | -  | 3,67  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 236 | -   | 61,32  | 50 | -     |      | 110 | 58 | +52 | +42,3 | 2,20 | 1,16 |
|      | 418 | -   | 47,06  | -  | -     |      | 110 | 33 | +77 | +70,0 | -    | -    |
|      | 246 | -   | 80,83  | -  | -     |      | 110 | 55 | +55 | +50,0 | -    | -    |
|      | 504 | -   | 75,06  | 30 | -     |      | 110 | 27 | +83 | +75,5 | 3,67 | 0,90 |
|      | -   | -   | -      | -  | 30,77 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 330 | 353,35 | 50 | -     |      | 120 | 42 | +78 | +65,0 | 2,40 | 0,84 |

(გაგრძელება)

| 1    | 2    | 3    | 4      | 5  | 6      | 7    | 8   | 9  | 10   | 11    | 12   | 13   |
|------|------|------|--------|----|--------|------|-----|----|------|-------|------|------|
| 2338 | -    | -    | -      | -  | 8,15   | 32,5 | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | 250  | -    | 153,84 | 40 | -      |      | 90  | 53 | +37  | +41,1 | 2,25 | 1,33 |
|      | -    | -    | -      | -  | 62,54  |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | -    | 595  | 229,33 | 40 | -      |      | 125 | 22 | +103 | +82,4 | 3,13 | 0,55 |
|      | -    | -    | -      | -  | 17,11  |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | 575  | -    | 124,94 | 40 | -      |      | 105 | 23 | +82  | +78,1 | 2,63 | 0,58 |
| 2339 | -    | -    | -      | -  | 118,34 | 33,1 | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | 1700 | -    | 69,23  | 20 | -      |      | 5   | 8  | -3   | -60,0 | 0,25 | 0,40 |
|      | -    | -    | -      | -  | 101,00 |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | -    | 4045 | 120,02 | -  | -      |      | 0   | 0  | -    | -     | -    | -    |
|      | -    | -    | -      | -  | 147,88 |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | 520  | -    | 95,60  | 20 | -      |      | 85  | 26 | +59  | +69,4 | 4,25 | 1,30 |
|      | -    | -    | -      | -  | 4,01   |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | -    | 215  | 109,43 | 40 | -      |      | 100 | 64 | +36  | +36,0 | 2,50 | 1,60 |
|      | -    | -    | -      | -  | 6,51   |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | 670  | -    | 125,07 | 40 | -      |      | 130 | 21 | +109 | +83,8 | 3,25 | 0,53 |
| 2340 | -    | -    | -      | -  | 26,55  | 32,0 | -   | -  | -    | -     | -    | -    |
|      | -    | 225  | 136,40 | 40 | -      |      | 130 | 57 | +73  | +56,2 | 3,25 | 1,43 |
|      | -    | -    | -      | -  | 663,59 |      | -   | -  | -    | -     | -    | -    |

(გაგრძელება)

| 1    | 2   | 3   | 4      | 5  | 6      | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|-----|-----|--------|----|--------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2341 | -   | 230 | 108,25 | 40 | -      | 32,8 | 120 | 59 | +61 | +50,8 | 3,00 | 1,48 |
|      | -   | -   | -      | -  | 11,86  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 210 | -   | 137,32 | 70 | -      |      | 120 | 64 | +56 | +46,7 | 1,71 | 0,91 |
|      | 165 | -   | 86,68  | 70 | -      |      | 120 | 82 | +38 | +31,7 | 1,71 | 1,17 |
|      | -   | -   | -      | -  | 9,46   |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 400 | 78,19  | 40 | -      |      | 100 | 34 | +66 | +66,0 | 2,50 | 0,85 |
|      | -   | -   | -      | -  | 110,17 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 210 | 172,31 | 40 | -      |      | 120 | 64 | +56 | +46,7 | 3,00 | 1,60 |
|      | -   | -   | -      | -  | 40,70  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2342 | 200 | -   | 229,22 | 70 | -      | 31,8 | 110 | 64 | +46 | +41,8 | 1,57 | 0,91 |
|      | -   | -   | -      | -  | 12,89  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 210 | 124,19 | 70 | -      |      | 120 | 60 | +60 | +50,0 | 1,71 | 0,86 |
|      | -   | 202 | 40,02  | -  | -      |      | 120 | 63 | +57 | +47,5 | -    | -    |
|      | -   | 186 | 33,93  | -  | -      |      | 125 | 68 | +57 | +45,6 | -    | -    |
|      | -   | 198 | 127,06 | 70 | -      |      | 125 | 64 | +61 | +48,8 | 1,79 | 0,91 |
|      | -   | -   | -      | -  | 80,25  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 190 | -   | 113,41 | 40 | -      |      | 125 | 67 | +58 | +46,4 | 3,13 | 1,68 |

(გაგრძელება)

| 1    | 2   | 3   | 4      | 5  | 6      | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|-----|-----|--------|----|--------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2343 | -   | -   | -      | -  | 79,78  | 28,0 | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 187 | -   | 110,59 | 40 | -      |      | 130 | 53 | +77 | +59,2 | 3,25 | 1,33 |
|      | -   | -   | -      | -  | 14,39  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 244 | 69,06  | 60 | -      |      | 130 | 40 | +90 | +69,2 | 2,17 | 0,67 |
|      | -   | 205 | 39,93  | -  | -      |      | 130 | 48 | +82 | +63,1 | -    | -    |
|      | -   | 190 | 92,74  | 60 | -      |      | 130 | 52 | +78 | +60,0 | 2,17 | 0,87 |
|      | -   | -   | -      | -  | 19,20  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 210 | -   | 80,21  | 40 | -      |      | 110 | 47 | +63 | +57,3 | 2,75 | 1,18 |
|      | -   | -   | -      | -  | 119,45 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 248 | -   | 108,47 | 40 | -      |      | 90  | 40 | +50 | +55,6 | 2,25 | 1,00 |

გარე რელსის შემადგენლობის მნიშვნელობების განსაზღვრა რეალური სიჩქარეების მიხედვით გადასარბენი -  
 ხარაგაული - მარელისი I ხაზი (კენტი მიმართულება)

| კილომეტრი | წრიული მრუ-<br>დის რადიუსი<br>$R$ , მ |          | მრუდის სიგრძე, კ მ | გადასასვლელი მრუდის<br>სიგრძე, კ მ | სწორი ჩანარჩის<br>სიგრძე, მ მ | მოძრაობის რეალური<br>სიჩქარე, V კმ/სთ | გარე რელსის შემადლება, ხ მმ |                                  |                        |          | გარე რელსის<br>შემადლების<br>ქანობი , % |                                      |
|-----------|---------------------------------------|----------|--------------------|------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
|           | მარჯვენა                              | მარცხენა |                    |                                    |                               |                                       | არსებული<br>$h_{არს}$       | გაგარიშებით<br>მიღებული, $h_{გ}$ | შემადლებათა<br>სხვაობა |          | არსებული<br>$\pm_{არს}$                 | გაანგარიშებით<br>მიღებული, $\pm_{გ}$ |
|           |                                       |          |                    |                                    |                               |                                       |                             |                                  | $\pm h$                | $\pm \%$ |                                         |                                      |
| 1         | 2                                     | 3        | 4                  | 5                                  | 6                             | 7                                     | 8                           | 9                                | 10                     | 11       | 12                                      | 13                                   |
| 2344      | -                                     | 650      | 65,61              | 40                                 | -                             | 22,5                                  | 35                          | 10                               | +25                    | +71,4    | 0,88                                    | 0,25                                 |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 232,86                        |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |
|           | -                                     | 300      | 65,45              | 40                                 | -                             |                                       | 50                          | 21                               | +29                    | +58,0    | 1,25                                    | 0,53                                 |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 93,34                         |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |
| 2345      | -                                     | 300      | 97,13              | 40                                 | -                             | 32,9                                  | 100                         | 45                               | +55                    | +55,0    | 2,50                                    | 1,13                                 |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 13,43                         |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |
|           | 313                                   | -        | 176,82             | -                                  | -                             |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |
|           | 279                                   | -        | 80,10              | 70                                 | -                             |                                       | 104                         | 46                               | +58                    | +55,8    | 1,49                                    | 0,66                                 |
|           | 304                                   | -        | 84,89              | -                                  | -                             |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |
|           | -                                     | -        | -                  | -                                  | 28,53                         |                                       | -                           | -                                | -                      | -        | -                                       | -                                    |

(გაგრძელება)

| 1    | 2    | 3    | 4      | 5  | 6          | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|------|------|--------|----|------------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2345 | -    | 320  | 88,71  | 40 | -          | 32,9 | 100 | 42 | +58 | +58,0 | 2,5  | 1,05 |
|      | -    | -    | -      | -  | 41,13      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -    | 290  | 104,43 | 40 | -          |      | 110 | 47 | +63 | +57,0 | 2,75 | 1,18 |
|      | -    | -    | -      | -  | 94,07      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2346 | -    | 242  | 178,10 | 65 | -          | 33,5 | 110 | 58 | +52 | +47,3 | 1,69 | 0,89 |
|      | -    | -    | -      | -  | 13,58      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 290  | -    | 80,65  | 40 | -          |      | 75  | 48 | +27 | +36,0 | 1,88 | 1,20 |
|      | -    | -    | -      | -  | 115,0<br>4 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -    | 320  | 91,78  | 40 | -          |      | 110 | 44 | +66 | +60,0 | 2,75 | 1,10 |
|      | -    | -    | -      | -  | 35,40      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 310  | -    | 105,23 | 40 | -          |      | 110 | 45 | +85 | +65,4 | 2,75 | 1,13 |
|      | -    | -    | -      | -  | 120,9<br>2 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2347 | 2700 | -    | 137,57 | -  | -          | 32,9 | 10  | 5  | +5  | +50,0 | -    | -    |
|      | -    | -    | -      | -  | 54,38      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 1200 | -    | 301,59 | 40 | -          |      | 55  | 12 | +43 | +78,2 | 1,38 | 0,30 |
|      | -    | -    | -      | -  | 116,5      |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -    | 2200 | 40,96  | 20 | -          |      | 10  | 6  | +4  | +40,0 | 0,50 | 0,30 |

(გაგრძელება)

| 1    | 2   | 3   | 4      | 5  | 6      | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|-----|-----|--------|----|--------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2348 | -   | -   | -      | -  | 238,13 | 35,0 | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 396 | -   | 279,46 | 40 | -      |      | 80  | 39 | +41 | +51,3 | 2,00 | 0,98 |
|      | -   | -   | -      | -  | 181,08 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 304 | 196,49 | 40 | -      |      | 100 | 50 | +50 | +50,0 | 2,50 | 1,25 |
|      | -   | -   | -      | -  | 30,59  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2349 | 296 | -   | 95,66  | 40 | -      | 36,0 | 100 | 55 | +45 | +45,0 | 2,50 | 1,38 |
|      | -   | -   | -      | -  | 63,25  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 304 | 240,09 | 40 | -      |      | 100 | 54 | +46 | +46,0 | 2,50 | 1,35 |
|      | -   | -   | -      | -  | 53,86  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 396 | -   | 282,91 | 40 | -      |      | 80  | 41 | +39 | +48,8 | 2,00 | 1,03 |
| 2350 | -   | -   | -      | -  | 152,83 | 35,5 | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 304 | 194,72 | 60 | -      |      | 100 | 52 | +48 | +48,0 | 1,67 | 0,87 |
|      | -   | -   | -      | -  | 62,65  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 296 | -   | 242,81 | 60 | -      |      | 100 | 54 | +46 | +46   | 1,67 | 0,90 |
|      | -   | -   | -      | -  | 48,50  |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
| 2351 | -   | 304 | 491,76 | 60 | -      | 33,6 | 100 | 47 | +53 | +53,0 | 1,67 | 0,78 |
|      | -   | -   | -      | -  | 210,49 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | -   | 304 | 74,81  | 40 | -      |      | 100 | 47 | +53 | +53,0 | 2,50 | 1,18 |
|      | 496 | -   | 206,18 | 45 | -      |      | 80  | 29 | +51 | +63,8 | 1,78 | 0,64 |

(გაგრძელება)

| 1    | 2   | 3   | 4      | 5  | 6     | 7    | 8   | 9  | 10  | 11    | 12   | 13   |
|------|-----|-----|--------|----|-------|------|-----|----|-----|-------|------|------|
| 2352 | 450 | -   | 192,82 | 45 | -     | 29,8 | 80  | 25 | +55 | +68,8 | 1,78 | 0,56 |
|      | -   | -   | -      | -  | 62,76 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 175 | -   | 284,92 | 40 | -     |      | 130 | 64 | +66 | +50,8 | 3,25 | 1,60 |
|      | -   | 185 | 164,56 | 40 | -     |      | 125 | 60 | +65 | +52,0 | 3,13 | 1,50 |
|      | -   | 195 | 181,06 | 40 | -     |      | 125 | 57 | +68 | +54,4 | 3,13 | 1,43 |
| 2353 | -   | -   | -      | -  | 55,08 | 24,3 | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 195 | -   | 204,83 | 40 | -     |      | 125 | 38 | +87 | +69,6 | 3,13 | 0,95 |
|      | -   | 255 | 157,33 | 40 | -     |      | 110 | 30 | +80 | +72,7 | 2,75 | 0,75 |
|      | -   | -   | -      | -  | 53,59 |      | -   | -  | -   | -     | -    | -    |
|      | 350 | -   | 33,19  | 40 | -     |      | 50  | 21 | +29 | +58,0 | 1,25 | 0,53 |



მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეები და სვლის დროები სურამის საუღელტეხილო უბანზე  
I ხაზი (ცენტრი მიმართულება)

| # | გადასარბენი               | მანძილი, კმ | სატვირთო             |          |         |                     |          |         | სამგზავრო            |          |         |                     |          |         | ჩქარი                |          |         |                     |          |         |
|---|---------------------------|-------------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|
|   |                           |             | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         |
|   |                           |             | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ |
| 1 | 2                         | 3           | 4                    | 5        | 6       | 7                   | 8        | 9       | 10                   | 11       | 12      | 13                  | 14       | 15      | 16                   | 17       | 18      | 19                  | 20       | 21      |
| 1 | ზესტაფონი -<br>შორაპანი   | 3,8         | 60                   | 38,0     | 26,8    | 3,8                 | 6,0      | 8,5     | 80                   | 32,6     | 30,7    | 2,9                 | 7,0      | 7,4     | 100                  | 57,0     | 42,0    | 2,3                 | 4,0      | 5,4     |
| 2 | შორაპანი -<br>პოსტიკმ2328 | 5,9         | 60                   | 50,6     | 32,6    | 5,9                 | 7,0      | 10,9    | 70                   | 50,6     | 36,4    | 5,1                 | 7,0      | 9,7     | 70                   | 66,8     | 49,1    | 5,1                 | 5,3      | 7,2     |
| 3 | პოსტიკმ2328-<br>ძირულა    | 3,7         | 50                   | 44,4     | 30,0    | 4,5                 | 5,0      | 7,4     | 50                   | 44,4     | 32,3    | 4,5                 | 5,0      | 6,9     | 50                   | 47,2     | 41,5    | 4,5                 | 4,7      | 5,3     |
| 4 | ძირულა -<br>ხარაგაული     | 9,7         | 50                   | 38,8     | 31,7    | 11,6                | 15,0     | 18,4    | 50                   | 44,8     | 34,2    | 11,6                | 13,0     | 17,0    | 50                   | 44,8     | 38,9    | 11,6                | 13,0     | 15,0    |
| 5 | ხარაგაული -<br>მარელისი   | 9,5         | 50                   | 32,7     | 31,3    | 11,4                | 18,0     | 18,2    | 50                   | 35,6     | 33,3    | 11,4                | 16,0     | 17,1    | 50                   | 43,8     | 40,1    | 11,4                | 13,0     | 14,2    |
| 6 | მარელისი -<br>მოლითი      | 7,0         | 50                   | 38,2     | 36,6    | 8,4                 | 11,0     | 11,5    | 50                   | 38,2     | 35,8    | 8,4                 | 11,0     | 11,7    | 50                   | 49,4     | 39,6    | 8,4                 | 8,5      | 10,6    |
| 7 | მოლითი -<br>წიფა          | 7,0         | 50                   | 46,7     | 35,0    | 8,4                 | 9,0      | 12,0    | 50                   | 42,0     | 35,3    | 8,4                 | 10,0     | 11,9    | 50                   | 44,2     | 39,4    | 8,4                 | 9,5      | 10,6    |
| 8 | წიფა - ლიხი               | 8,2         | 60                   | 54,7     | 35,0    | 8,2                 | 9,0      | 14,0    | 60                   | 49,2     | 36,5    | 8,2                 | 10,0     | 13,5    | 60                   | 54,7     | 41,5    | 8,2                 | 9,0      | 11,8    |
| 9 | ლიხი - ხაშური             | 8,2         | 70                   | 54,7     | 43,5    | 7,0                 | 9,0      | 11,3    | 80                   | 61,5     | 47,2    | 6,2                 | 8,0      | 10,4    | 80                   | 70,3     | 57,7    | 6,2                 | 7,0      | 8,5     |
|   | სულ                       | 63,0        |                      |          |         | 69,2                | 89,0     | 112,2   |                      |          |         | 66,7                | 87,0     | 105,6   |                      |          |         | 66,1                | 74,0     | 88,6    |

მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეები და სვლის დროები სურამის საუღელტეხილო უბანზე  
 II ხაზი (ლოუწი მიმართულება)

| # | გადასარბენი               | მანძილი, კმ | სატვირთო             |          |         |                     |          |         | სამგზავრო            |          |         |                     |          |         | ჩქარი                |          |         |                     |          |         |
|---|---------------------------|-------------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|----------------------|----------|---------|---------------------|----------|---------|
|   |                           |             | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         | სიჩქარე<br>$V$ კმ/სთ |          |         | სვლის დრო<br>$t$ წთ |          |         |
|   |                           |             | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ | $V_{ბრ}$             | $V_{გრ}$ | $V_{ლ}$ | $t_{ბრ}$            | $t_{გრ}$ | $t_{ლ}$ |
| 1 | 2                         | 3           | 4                    | 5        | 6       | 7                   | 8        | 9       | 10                   | 11       | 12      | 13                  | 14       | 15      | 16                   | 17       | 18      | 19                  | 20       | 21      |
| 1 | ზესტაფონი -<br>შორაპანი   | 3,8         | 60                   | 45,6     | 31,8    | 3,8                 | 5,0      | 7,2     | 80                   | 38,0     | 32,8    | 2,9                 | 6,0      | 7,0     | 100                  | 57,0     | 42,5    | 2,3                 | 4,0      | 5,4     |
| 2 | შორაპანი -<br>პოსტიკმ2328 | 5,9         | 60                   | 59,0     | 34,4    | 5,9                 | 6,0      | 10,3    | 70                   | 59,0     | 39,0    | 5,1                 | 6,0      | 9,1     | 70                   | 70,8     | 49,2    | 5,1                 | 5,0      | 7,2     |
| 3 | პოსტიკმ2328-<br>ძირულა    | 3,7         | 40                   | 37,0     | 31,7    | 5,6                 | 6,0      | 7,0     | 50                   | 31,7     | 34,2    | 4,5                 | 7,0      | 6,5     | 50                   | 37,0     | 42,2    | 4,5                 | 6,0      | 5,3     |
| 4 | ძირულა -<br>ხარაგაული     | 9,7         | 40                   | 38,8     | 32,2    | 14,5                | 15,0     | 18,0    | 50                   | 36,4     | 33,5    | 11,6                | 16,0     | 17,4    | 50                   | 44,8     | 38,5    | 11,6                | 13,0     | 15,1    |
| 5 | ხარაგაული -<br>მარელისი   | 9,5         | 40                   | 33,5     | 32,3    | 14,3                | 17,0     | 17,6    | 50                   | 35,6     | 33,3    | 11,4                | 16,0     | 17,1    | 50                   | 43,8     | 38,0    | 11,4                | 13,0     | 15,0    |
| 6 | მარელისი -<br>მოლითი      | 7,0         | 40                   | 31,1     | 31,3    | 10,5                | 13,5     | 13,4    | 50                   | 35,0     | 32,0    | 8,4                 | 12,0     | 13,1    | 50                   | 46,7     | 37,2    | 8,4                 | 9,0      | 11,3    |
| 7 | მოლითი -<br>წიფა          | 7,0         | 40                   | 31,1     | 28,7    | 10,5                | 13,5     | 14,6    | 50                   | 32,3     | 30,9    | 8,4                 | 13,0     | 13,6    | 50                   | 38,2     | 35,8    | 8,4                 | 11,0     | 11,7    |
| 8 | წიფა - ლიხი               | 8,2         | 40                   | 35,1     | 31,8    | 12,3                | 14,0     | 15,5    | 50                   | 37,8     | 34,7    | 9,9                 | 13,0     | 14,2    | 50                   | 44,7     | 40,3    | 9,9                 | 11,0     | 12,0    |
| 9 | ლიხი - ხაშური             | 8,2         | 80                   | 54,7     | 39,5    | 6,1                 | 9,0      | 12,5    | 80                   | 61,5     | 46,6    | 6,1                 | 8,0      | 10,6    | 80                   | 82,0     | 55,1    | 6,1                 | 6,0      | 8,9     |
|   | სულ                       | 63,0        |                      |          |         | 82,7                | 99,0     | 116,1   |                      |          |         | 68,3                | 96,0     | 108,6   |                      |          |         | 68,3                | 78,0     | 91,9    |

გარე რელსის შემადგენლის ოპტიმალური მნიშვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2355 კპ9 + 14,27 - კმ 2356 კპ2 + 90,87 I ხაზი (კენტი მიმართულება)

| მრუდის # | მოხვევის კუთხე<br>$\alpha$ | მრუდის რადიუსი R, მ | წრიული მრუდის<br>სიგრძე k, მ | გადასასვლელი მრუ-<br>დის სიგრძე l, მ | რელსის თავის ცვეთის<br>პარამეტრი $\beta$<br>მმ/მლნ.ტ.ბრ | გარე რელსის არსებ-<br>ული შემადგენელი ხაზის | საანგარიშო<br>სიჩქარე<br>$V = 43$ კმ/სთ |             |         | ფაქტიური სიჩქარე<br>$V = 38,1$ კმ/სთ |             |         | გარე რელსის<br>შემადგენლის<br>ქანობი $i$ ‰ |       |       |
|----------|----------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|---------|--------------------------------------|-------------|---------|--------------------------------------------|-------|-------|
|          |                            |                     |                              |                                      |                                                         |                                             | $h_1$                                   | $h_1$ ს.ა.შ | $\pm\%$ | $h_2$                                | $h_2$ ს.ა.შ | $\pm\%$ | $i_{არ}$                                   | $i_1$ | $i_2$ |
| 1        | 2                          | 3                   | 4                            | 5                                    | 6                                                       | 7                                           | 8                                       | 9           | 10      | 11                                   | 12          | 13      | 14                                         | 15    | 16    |
|          |                            |                     |                              | 5,0                                  |                                                         |                                             |                                         |             |         |                                      |             |         | 33                                         | 2,8   | 2,1   |
| 1        | 5°09'                      | 604                 | 54,29                        |                                      | 2,36                                                    | 115                                         | 38                                      | 97          | + 15,7  | 30                                   | 75          | + 34,8  |                                            |       |       |
| 2        | 15°49'                     | 224                 | 61,84                        |                                      | 7,50                                                    |                                             | 103                                     |             |         | 81                                   |             |         |                                            |       |       |
| 3        | 16°48'                     | 201                 | 58,94                        |                                      | 8,08                                                    |                                             | 115                                     |             |         | 90                                   |             |         |                                            |       |       |
| 4        | 38°24'                     | 244                 | 163,53                       |                                      | 7,01                                                    |                                             | 95                                      |             |         | 75                                   |             |         |                                            |       |       |
|          |                            |                     |                              | 35,0                                 |                                                         |                                             |                                         |             |         |                                      |             |         | 3,3                                        | 2,8   | 2,1   |

ცხრილი №10

გარე რელსის შემადგენლობის ოპტიმალური მნიშვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2336 კკ4 + 35,00 - კმ 2336

კკ7 + 40,04 I ხაზი (კენტი მიმართულება)

| მრუდის # | მოხვევის კუთხე<br>$\alpha$ | მრუდის რადიუსი R, მ | წრიული მრუდის<br>სიგრძე k, მ | გადასასვლელი მრუ-<br>დის სიგრძე l, მ | რელსის თავის ცვეთის<br>პარამეტრი $\beta$<br>მმ/მლნ.ტ.პრ | გარე რელსის არსებ-<br>ული შემადგენლობა $H_{არს}$ | საანგარიშო<br>სიჩქარე<br>$V = 47$ კმ/სთ |           |         | ფაქტიური სიჩქარე<br>$V = 32,6$ კმ/სთ |           |         | გარე რელსის<br>შემადგენლობის<br>ქანობი $i$ ‰ |       |       |
|----------|----------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------------|-----------|---------|----------------------------------------------|-------|-------|
|          |                            |                     |                              |                                      |                                                         |                                                  | $h_1$                                   | $h_1$ სკკ | $\pm\%$ | $h_2$                                | $h_2$ სკკ | $\pm\%$ | $i_{არ}$                                     | $i_1$ | $i_2$ |
| 1        | 2                          | 3                   | 4                            | 5                                    | 6                                                       | 7                                                | 8                                       | 9         | 10      | 11                                   | 12        | 13      | 14                                           | 15    | 16    |
|          |                            |                     |                              | 50,0                                 |                                                         |                                                  |                                         |           |         |                                      |           |         | 2,3                                          | 1,8   | 0,9   |
| 1        | 12°00'                     | 296                 | 61,99                        |                                      | 5,73                                                    | 115                                              | 93                                      | 92        | + 20,0  | 45                                   | 44        | + 62,0  |                                              |       |       |
| 2        | 6°27'                      | 418                 | 47,06                        |                                      | 3,97                                                    |                                                  | 66                                      |           |         | 32                                   |           |         |                                              |       |       |
| 3        | 19°13'                     | 241                 | 80,93                        |                                      | 7,09                                                    |                                                  | 115                                     |           |         | 55                                   |           |         |                                              |       |       |
| 4        | 8°32'                      | 504                 | 75,06                        |                                      | 3,05                                                    |                                                  | 55                                      |           |         | 26                                   |           |         |                                              |       |       |
|          |                            |                     |                              | 30,0                                 |                                                         |                                                  |                                         |           |         |                                      |           |         | 3,8                                          | 3,1   | 1,5   |

ცხრილი №11

გარე რელსის შემადგენელი ოპტიმალური მნიშვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2367 კვ7 + 43,22 - კმ 2367  
კვ9 + 83,34 II ხაზი (ლოწი მიმართულება)

| მრუდის # | მოხვევის კუთხე<br>$\alpha$ | მრუდის რადიუსი R, მ | წრიული მრუდის<br>სიგრძე k, მ | გადასასვლელი მრუ-<br>დის სიგრძე l, მ | რელსის თავის ცვეთის<br>პარამეტრი $\beta$<br>მმ/მლნ.ტ.პრ | გარე რელსის არსებ-<br>ული შემადგენელი ხაზი | საანგარიშო<br>სიჩქარე<br>$V = 47$ კმ/სთ |           |         | ფაქტიური სიჩქარე<br>$V = 31,7$ კმ/სთ |           |         | გარე რელსის<br>შემადგენლის<br>ქანობი $i$ ‰ |       |       |
|----------|----------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------------------|-------|-------|
|          |                            |                     |                              |                                      |                                                         |                                            | $h_1$                                   | $h_1$ საშ | $\pm\%$ | $h_2$                                | $h_2$ საშ | $\pm\%$ | $i_{\text{არ}}$                            | $i_1$ | $i_2$ |
| 1        | 2                          | 3                   | 4                            | 5                                    | 6                                                       | 7                                          | 8                                       | 9         | 10      | 11                                   | 12        | 13      | 14                                         | 15    | 16    |
|          |                            |                     |                              | 40,0                                 |                                                         |                                            |                                         |           |         |                                      |           |         | 3,0                                        | 2,6   | 1,2   |
| 1        | 18°49'                     | 265                 | 87,03                        |                                      | 6,49                                                    | 120                                        | 104                                     | 104       | + 13,3  | 47                                   | 48        | + 60,0  |                                            |       |       |
| 2        | 10°53'                     | 315                 | 59,83                        |                                      | 5,41                                                    |                                            | 87                                      |           |         | 40                                   |           |         |                                            |       |       |
| 3        | 13°16'                     | 230                 | 53,26                        |                                      | 7,36                                                    |                                            | 120                                     |           |         | 55                                   |           |         |                                            |       |       |
|          |                            |                     |                              | 40,0                                 |                                                         |                                            |                                         |           |         |                                      |           |         | 3,0                                        | 2,6   | 1,2   |

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. В.С. Лысюк. Причины и механизм схода колеса с рельса. Проблема износа колес и рельсов. М. Транспорт. 2002. - 215 с.
2. ნ.რურუა, ე.მოისწრაფიშვილი, ა.წოწოლაშვილი. გარე რელსის შემადლების ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენის მეთოდის შედგენილ მრუდეში. სტუ შრომები”, №4(443),-თბილისი, ”ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2002.-გვ.102-106.
3. ნ.რურუა. რელსების გვერდით ცვეთაზე გარე რელსის შემადლების გავლენის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. “ინტელექტი”, თბილისი. 2004, №3(20).-გვ.29-30.
4. ნ.რურუა, მ.შველიძე. გარე რელსის ჭარბი შემადლების გავლენა მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებაზე. “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა”, თბილისი. 2007, №3.-გვ.83-88.
5. ნ.რურუა, ე.მოისწრაფიშვილი, მ.მოისწრაფიშვილი, ბ.ბრეგაძე. საქართველოს რკინიგზის განვითარების ძირითადი მიმართულებები და აქტუალური პრობლემები (მონოგრაფია). თბილისი, ”ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2013. გვ.381.
6. Под ред. А.И. Дворкина. Осмотр места происшествия: Практическое пособие. М.: Юристъ, 2001. — 336 с.
7. МПС РСФСР ВНИИЖТ. Нормативно-техническая документация. Классификация дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. дополнение НДТ/ЦП-1-93. Каталог дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. дополнение НДТ/ЦП-2-93. Признаки дефектных и острodefектных элементов стрелочных переводов. дополнение НДТ/ ЦП-3-93. М.: Транспорт, 1996. 64 с.
8. МПС РСФСР ВНИИЖТ. Нормативно-техническая документация. Классификация дефектов рельсов НДТ/ ЦП-1-93. Каталог дефектов

рельсов НДТ/ ЦП-2-93. Признаки дефектных и остродефектных рельсов НДТ/ЦП-3-93. М.: Транспорт, 1993. 63 с.

9. ნ.რურუა, ე.მოისწრაფიშვილი, გ.ლეჟავა. ახალი კონსტრუქციის რელსის სამაგრი. საპატენტო სიგელი გამოგონებაზე. თბილისი, #1231, 11.04.1996.

10. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29 декабря 2012 г. №2791р Инструкция по текущему содержанию пути (ЦП-774). М.: Транспорт, 2012. 234 с.

11. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29 декабря 2012 г. №2788р. Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути. М. 2012. 138 с.

12. ნ.რურუა. რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია და ტექნიკური მომსახურება. თბილისი. პოლიგრაფისტი. 2012. 507 გვ.

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I თავი. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი .                                                                                                            | 3  |
| 1. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი, ეკიპაჟების ამოწმების, ლიანდის გაბჯენისა და გადაწვეის გამო . . . . .                                              | 3  |
| 2. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის ექსპერიმენტი, დამუხრუჭების დროს გრძივი ძალის მიერ მატარებლის შეკუმშვის გამო . . . . .                                          | 9  |
| 3. ლიანდაგზე ურიკის თვლებით გვერდითი ზემოქმედების დასაშვები ნორმატივები . . . . .                                                                              | 12 |
| 4. მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალების დასაშვები ნორმატივები . . . . .                                                                           | 14 |
| II თავი. მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალების ზრდის მიზეზები . . . . .                                                                                          | 17 |
| 1. ლოკომოტივის მასისა და მატარებლის მართვის რეჟიმის გავლენა მატარებელში წარმოქმნილ გრძივ მკუმშავ ძალაზე . . . . .                                              | 17 |
| 2. მატარებლის მასისა და სიგრძის გავლენა გრძივ კვაზისტატიკურ მკუმშავ ძალაზე . . . . .                                                                           | 23 |
| 3. გეგმისა და პროფილის გავლენა მატარებელში გრძივი კვაზისტატიკური კუმშვის ძალაზე . . . .                                                                        | 26 |
| III თავი. ურიკის თვლების გვერდითი ზემოქმედება რელსებზე განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით დამუხრუჭების დროს . . . .                             | 32 |
| 1. ურიკის თვლების რელსებზე დამატებითი გვერდითი ზემოქმედების გაანგარიშების მეთოდოლოგია, განპირობებული მატარებლის კვაზისტატიკური შეკუმშვით და გაჭიმვით . . . . . | 32 |



|          |                                                                                                                                                                   |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.       | მოძრავი შემადგენლობის ურიკის თვლების რელსებზე ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების რაოდენობრივი შეფასება მატარებლის დამუხრუჭების დროს . . . . .                          | 39 |
| 3.       | ვაგონის სავალი ნაწილების კონსტრუქციის თავისებურებები, განპირობებული $\epsilon$ და $\delta$ ექსცენტრისიტიტების წარმოშობით . . . . .                                | 45 |
| 4.       | ლიანდაგის თანამედროვე კონსტრუქციების წინააღობა ურიკის თვლების ჯგუფური გვერდითი ზემოქმედების მიმართ . . . . .                                                      | 49 |
| IV თავი. | „მოთარეშე“ ურიკა ლიანდაგში ეძებს სუსტ ადგილს . . . . .                                                                                                            | 51 |
| 1.       | რას წარმოადგენს „მოთარეშე“ ურიკა? მისი ქცევის თავისებურებები და გამოვლენის ხერხები . .                                                                            | 51 |
| 2.       | ძირითადი მიზეზები, თუ რატომ ხდება ურიკა „მოთარეშე“ . . . . .                                                                                                      | 55 |
| 3.       | მატარებელში გრძივი მკუმშავი ძალები მისი დამუხრუჭების დროს ეხმარება „მოთარეშე“ ურიკას ლიანდაგში სუსტი ადგილის გამოძებნაში და ავარიული სიტუაციის შექმნაში . . . . . | 58 |
| V თავი.  | თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის სახეები და მექანიზმი . . . . .                                                                                                       | 65 |
| 1.       | თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი სახეები . . . . .                                                                                                           | 65 |
| 2.       | თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი ლიანდის გაბჯენის დროს და მისი შესაძლო შედეგები . . . . .                                                                   | 68 |
| 3.       | თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი ცარიელი ვაგონების ამოწნეხის შედეგად (ქიმის აცოცება რელსის თავზე) . . . . .                                                 | 74 |

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. „მოთარეშე“ ურიკის თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი შესასვლელი ისრების ზონაში . . . . .                                                                                                | 79  |
| 5. თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის მექანიზმი რელსების გატეხვის შემთხვევაში . . . . .                                                                                                              | 91  |
| 6. რელსების გვერდითი ცვეთის დროს რელსის თავის ქვედა ნაწილში წარმოქმნილი „თარო“ არის ურიკების მიმოქანებითი მოძრაობის და ლიანდის დაზიანების მიზეზი . . . . .                                     | 104 |
| 7. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მექანიზმი „მოთარეშე“ ურიკებით ლიანდის გაწვევისას და უპირაპირო ლიანდაგის ტემპერატურული გაგდების ადგილზე ლოკომიტივის გავლისას . . . . .                          | 108 |
| VI თავი. მატარებლის ქვეშ სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების შეუძლებლობის მეცნიერული დასაბუთება . . . . .                                                                                   | 112 |
| 1. სარელსო ლიანდის ტემპერატურული გაგდების არსი. გაგდების ძირითადი ნიშნები და მასზე გავლენის მომხდენი ფაქტორები . . . . .                                                                       | 112 |
| 2. უპირაპირო სარელსო გადაბმებიდან შპალებზე გადაცემული გვერდითი ტემპერატურული ძალების შედარებითი შეფასება მატარებლის გარეშე და მატარებლის ქვეშ ლიანდაგის გაგდების წინააღობის ძალებთან . . . . . | 124 |
| 3. უპირაპირო ლიანდაგის გაგდებასთან დაკავშირებული მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის დარღვევის შემთხვევების გამოძიება . . . . .                                                                    | 131 |
| 4. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების ლიანდის ტემპერატურულ გაგდებასთან შეცდომით მიკუთვნების მაგალითები . . . . .                                                                           | 139 |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| VII თავი. მრუდებში რელსებიდან თვლების ჩამოსვლა გარე რელსის ჭარბი შემადგენლების გამო . . . . .                                                                                                                                                                | 152 |
| 1. კვაზისტატიკური დატვირთვა სატვირთო მატარებლის სრიალებზე მრუდში მოძრაობის დროს.                                                                                                                                                                             | 152 |
| 2. კვაზისტატიკური დატვირთვა ლოკომოტივის და სამგზავრო ვაგონების ურიკის სრიალებზე მრუდში მოძრაობის დროს . . . . .                                                                                                                                              | 160 |
| 3. მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემადგენლების გაგლეჩა ცარიელი ვაგონების თვლების რელსებიდან ჩამოსვლაზე . . . . .                                                                                                                                                | 167 |
| VIII თავი. მატარებლების ღიანდაგში ჩავარდნის მიზეზების გამოძიების სამი ძირითადი წესი . . . . .                                                                                                                                                                | 170 |
| 1. პირველი წესი - ლოკომოტივის (მატარებლის მეწინავე ნაწილის) რელსებიდან ჩამოსვლის დროს, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ვეძებოთ საღიანდაგო მიზეზი . . . . .                                                                                                        | 170 |
| 2. მეორე წესი - მატარებლის შუა ან ბოლო ნაწილში განლაგებული ეკიპაჟების რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზი საჭიროა ვეძებოთ ეკიპაჟების სავალი ნაწილების მდგომარეობაში და მატარებლების ტარების რეჟიმში . . . . .                                                        | 172 |
| 3. მესამე წესი - მატარებლის ჩავარდნის ადგილზე გატეხილი რელსების და ეკიპაჟების დამსხვრეული სავალი ნაწილების დეტალების მიგნებისას, უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ვეძებოთ აღნიშნული ტეხვების გამომწვევი ნორმატულზე უფრო მაღალი ძალების წარმოშობის მიზეზი . . . . . | 173 |
| IX თავი. სიჩქარის საზომი ლენტის ანალიზი . . . . .                                                                                                                                                                                                            | 176 |
| 1. ძირითადი ჩანაწერები სიჩქარის საზომ ლენტზე და მათი გაშიფვრა . . . . .                                                                                                                                                                                      | 176 |

|           |                                                                                                                                           |     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|           | 2. დამუხრუჭების ხასიათის და მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარის შეფასება სიჩქარის საზომი ლენტის მიხედვით . . . . .                   | 186 |
|           | 3. ძირითადი მოთხოვნები სამატარებლო მუხრუჭებისადმი მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად . . . . .                                        | 201 |
| X თავი.   | თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ღონისძიებები . . . . .                                                                      | 208 |
|           | 1. სალიანდაგო მიზეზებით თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის თავიდან აცილების ტექნიკური და ტექნოლოგიური ღონისძიებები . . . . .                    | 208 |
|           | 2. ავარიული სიტუაციების თავიდან აცილების ღონისძიებები ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების ფარდობის ზრდის გამო . . . .                    | 213 |
|           | 3. საბაზრო (ეკონომიკურ) მეთოდებზე მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის მართვის გადასვლის აუცილებლობის შესახებ . . . . .                        | 217 |
| XI თავი.  | თანამედროვე გამოცდილება ფრიქციული ცვეთის (ტრიბოლოგია) შესახებ, რელსებისა და თვლის ქიმების გვერდითი ცვეთის მიმართ . . .                    | 218 |
| XII თავი. | თვლის ქიმების წრიული სრიალი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე . . . . .                                                                       | 225 |
|           | 1. ლიანდაგის გაანგარიშების მეთოდთა და შედეგები თვლის ქიმების წრიული სრიალის დროს რელსის თავის გვერდით წახნაგზე . . . . .                  | 225 |
|           | 2. თვლის ფერსოს რელსის თავის ზედაპირთან და თვლის ქიმების რელსის გვერდით წახნაგთან კონტაქტირების რადიუსების განსხვავების ანალიზი . . . . . | 228 |
|           | 3. თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან წრიული სრიალის მანძილზე მიჯახების $\alpha$ კუთხის გაგლეჩის შეფასება . . . . .               | 231 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. მიჯახების კუთხის გავლენა რელსების გვერდითი ცვეთაზე და მისი ფაქტიური მნიშვნელობების ანალიზი . . . . .                                                   | 236 |
| 5. წრიული სრიალის მიმართულების შეფასება თვლის ქიმის რელსის თავის გვერდით წახნაგთან კონტაქტის წერტილში . . . . .                                           | 241 |
| 6. მიჯახების კუთხის გავლენა თვლის ქიმის წრიულ სრიალზე გაცვეთილი რელსის თავის გვერდით წახნაგზე (კალამზე) . . . . .                                         | 244 |
| XIII თავი. თვლების გრძივი სრიალი რელსებზე . . . . .                                                                                                       | 248 |
| 1. ლიანდაგის თეორიული გაანგარიშების მეთოდიკა და შედეგები თვლების გრძივი სრიალის დროს რელსებზე მრუდებში . . . . .                                          | 248 |
| 2. მრუდებში გარე რელსზე თვლების გრძივი სრიალის ექსპერიმენტული შეფასების მეთოდიკა. . . . .                                                                 | 256 |
| 3. მრუდებში შიდა ძაფიდან გარე ძაფზე რელსების ცვეთის გადანაწილების ანალიზი და ამის შედეგად რელსებში კონტაქტურ-დაღლილობითი დაზიანებების შემცირება . . . . . | 260 |
| 4. მრუდებში მატარებლების მოძრაობის ფაქტიური სიჩქარეების მნიშვნელობების განაწილების ტიპური პოლიგონები . . . . .                                            | 265 |
| 5. რა არის გარე რელსის ჭარბი შემადღება, რატომ წარმოიშვა და როგორ განისაზღვრება მისი მნიშვნელობა? . . . . .                                                | 267 |
| 6. გარე რელსის შემადღების ოპტიმალური მნიშვნელობების დადგენა მცირე რადიუსიან და შედგენილ მრუდებში . . . . .                                                | 277 |

|                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| XIV თავი. გარე რელსის ჭარბი შემაღლებისას თვლის ქიმის გარე რელსის თავის გვერდით წახნაგზე წრიული და გრძივის სრიალის დროს „ჩამოთლის“ ეფექტის წარმოქმნა . . . . . | 284 |
| 1. მრუდებში გარე რელსის ჭარბი შემაღლებისას გარე რელსის თავის გვერდითი ცვეთის მექანიზმი . . . . .                                                              | 284 |
| 2. მრუდებში გარე რელსის თავზე თვლის ქიმის წრიული და გრძივი სრიალი – მოძრაობისადმი დამატებითი წინააღობის ძირითადი მიზეზია. .                                   | 286 |
| XV თავი. თვლის ქიმებისა და რელსების ცვეთის ინტენსივობის შემცირების პრაქტიკული რეკომენდაციები . . . . .                                                        | 290 |
| XVI თავი. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიება . . . . .                                                                                          | 298 |
| 1. რელსებიდან თვლების ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების არსებული პრაქტიკა . . . . .                                                                              | 298 |
| 2. მელიანდაგეების ჯგუფების მომზადება და მათი თავდაპირველი მოქმედება . . . . .                                                                                 | 303 |
| 3. მექანიკის კანონების პოზიციიდან თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის „სალიანდაგო“ მიზეზის არარსებობის დასაბუთება . . . . .                                          | 306 |
| 4. პრაქტიკული რეკომენდაციები თვლების რელსებიდან ჩამოსვლის ადგილის გამოკვლევისას .                                                                             | 309 |
| XVII თავი. რელსებიდან ცარიელი ვაგონების ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზების განსაზღვრა . . . . .                                                                     | 321 |
| 1. რა უნდა იცოდნენ მელიანდაგეებმა რელსებიდან ჩამოსული ურიკის გამოკვლევისას . . . .                                                                            | 321 |
| 2. ურიკის ავარიულობის („მოთარეშეობის“) მთავარი მაჩვენებლის შემოწმება . . . . .                                                                                | 324 |

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3. ლიანდაგის მრუდ უბნებში ცარიელი ვაგონების რელსებიდან ჩამოსვლის ძირითადი მიზეზების გამოვლენა . . . . . | 329        |
| <b>XVIII თავი. რკინიგზის ტრანსპორტზე მატარებლის მარცხისა და ავარიის ადგილის დათვალიერება . . . . .</b>  | <b>344</b> |
| 1. დათვალიერების მიზანი . . . . .                                                                       | 344        |
| 2. რეკომენდაციები დათვალიერებისათვის . . . . .                                                          | 345        |
| 3. დათვალიერებას დაქვემდებარებული ობიექტები. . . . .                                                    | 346        |
| 4. დათვალიერების თავისებურებები მატარებლების შეჯახების შემთხვევაში . . . . .                            | 348        |
| მოძრავი შემადგენლობის დათვალიერება . . . . .                                                            | 348        |
| სიგნალიზაციის, ცენტრალიზაციის და ბლოკირების მოწყობილობების დათვალიერება. . . . .                        | 349        |
| ტექნიკური მოწყობილობების დათვალიერება სადგურში . . . . .                                                | 349        |
| 5. დათვალიერების თავისებურებები მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის შემთხვევაში . . . . .        | 350        |
| მოძრავის შემადგენლობის დათვალიერება. . . . .                                                            | 350        |
| ლიანდაგის დათვალიერება . . . . .                                                                        | 352        |
| რელსების დათვალიერება . . . . .                                                                         | 353        |
| შპალები და სამაგრების დათვალიერება . . . . .                                                            | 353        |
| ისრული გადამყვანების დათვალიერება . . . . .                                                             | 354        |
| ავტოგადასაბმელის ხელსაწყოების დათვალიერება . . . . .                                                    | 355        |
| 6. დათვალიერების შედეგების ფიქსაცია . . . . .                                                           | 355        |
| 7. დათვალიერებას დაქვემდებარებული დოკუმენტები . . . . .                                                 | 357        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8. სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 359 |
| სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მატარებლების შეჯახების გამოძიების დროს. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                  | 359 |
| სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა სამანევრო სამუშაოების ჩატარებისას მარცხის გამოძიების დროს . . . . .                                                                                                                                                                                                                                              | 360 |
| სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზა მოძრავი შემადგენლობის რელსებიდან ჩამოსვლის მიზეზების გამოძიების დროს . . . . .                                                                                                                                                                                                                                   | 361 |
| სასამართლო-ტექნიკური ექსპერტიზის სხვა სახეები . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 362 |
| სასამართლო-სამედიცინო ექსპერტიზა რკინიგზის ტრანსპორტზე მარცხისა და ავარიის დროს . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                        | 362 |
| დანართი. . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 363 |
| ცხრ.№1 <i>ოთხღერძიანი ვაგონის(<math>d = 950\text{მმ}</math>) თვლების გრძივი სრიალის <math>\Delta L</math> მნიშვნელობები <math>L = 100\text{მ}</math> მანძილზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით, <math>\rho = 0,475\text{მ}</math>, <math>n = 20</math>, <math>a = 1440\text{მმ}</math>, <math>b = 34\text{მმ}</math></i>            | 364 |
| ცხრ.№2 <i>ოთხღერძიანი ვაგონის(<math>d = 950\text{მმ}</math>) თვლების გრძივი სრიალის <math>\Delta L</math> მნიშვნელობები <math>L = 100\text{მ}</math> მანძილზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით, <math>\rho = 0,475\text{მ}</math>, <math>n = 200</math>, <math>a = 1437\text{მმ}</math>, <math>b = 26\text{მმ}</math> . . . . .</i> | 365 |
| ცხრ.№3 <i>БЛ-10 ლოკომოტივის (<math>d = 1250\text{მმ}</math>) თვლების გრძივი სრიალის <math>\Delta L</math> მნიშვნელობები <math>L = 100\text{მ}</math> მანძილზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით, <math>\rho = 0,625\text{მ}</math>, <math>n = 20</math>, <math>a = 1440\text{მმ}</math>, <math>b = 33\text{მმ}</math> . . . . .</i>  | 366 |



- ცხრ.№4 *БЛ-10* ლოკომოტივის ( $d = 1250\text{მმ}$ ) თვლების გრძივი სრიალის  $\Delta L$  მნიშვნელობები  $L = 100\text{მ}$  მანძილზე, მრუდის რადიუსისა და ლიანდის სიგანის მიხედვით,  $\rho = 0,625\text{მ}$ ,  $n = 200$ ,  $a = 1437\text{მმ}$ ,  $b = 25\text{მმ}$  . . . . . 367
- ცხრ.№5 გარე რელსის შემადგენლობის მნიშვნელობების განსაზღვრა რეალური სიჩქარეების მიხედვით გადასარბენი - ძირულა - ხარაგაული II ხაზი (ლუწი მიმართულება). . . . . 368
- ცხრ.№6 გარე რელსის შემადგენლობის მნიშვნელობების განსაზღვრა რეალური სიჩქარეების მიხედვით გადასარბენი- ხარაგაული - მარელისი I ხაზი (კენტი მიმართულება). . . . . 373
- ცხრ.№7 მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეები და სვლის დროები სურამის საუღელტეხილო უბანზე I ხაზი (კენტი მიმართულება) . . . . . 377
- ცხრ.№8 მატარებლების მოძრაობის საშუალო სიჩქარეები და სვლის დროები სურამის საუღელტეხილო უბანზე II ხაზი (ლუწი მიმართულება) . . . . . 378
- ცხრ.№9 გარე რელსის შემადგენლობის ოპტიმალური მნიშვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2355 პკ9 + 14,27 - კმ 2356 პკ2 + 90,87 I ხაზი (კენტი მიმართულება). . . . . 379
- ცხრ.№10 გარე რელსის შემადგენლობის ოპტიმალური მნიშვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2336 პკ4 + 35,00 - კმ 2336 პკ7 + 40,04 I ხაზი (კენტი მიმართულება). . . . . 380

|                                                                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ცხრ.№11 გარე რელოსის შემადგენლობის ოპტიმალური მნიშ-<br>ვნელობები შედგენილ მრუდში კმ 2367 პკ7 +<br>43,22 - კმ 2367 პკ9 + 83,34 II ხაზი (ლუწი<br>მიმართულებით) . . . . . | 381 |
| გამოყენებული ლიტერატურა . . . . .                                                                                                                                      | 382 |

რედაქტორი ლ. კვინიკაძე

გადაეცა წარმოებას 25.11.2015. ხელმოწერილია დასაბეჭდად  
30.05.2016. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბაში 24,5.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,  
კოსტავას 77

