

თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირის ხახუნის მოდიფიკატორების ექსპერიმენტული კვლევა

გ.ი. თუმანიშვილი, მ.თედოშვილი, ვ.ზვიადაური, გ.გ. თუმანიშვილი

თვლებისა და რელსების გორვის ზედაპირებსა და თვლის ქიმსა და რელსის თავის გვერდით ზედაპირს განსხვავებული თვისებებით მოეთხოვებათ - გორვის ზედაპირებისათვის შედარებით მაღალი ხახუნის კოეფიციენტი და თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირებისათვის შედარებით დაბალი და მათ ესაჭიროებათ შესაბამისი ხახუნის მოდიფიკატორები. თვლებისა და რელსების ცვეთის ინტენსივობის, ხახუნზე ენერგიის დანაკარგების, ხახუნის მოდიფიკატორით, ვიბრაციებითა და ხმაურით გარემოს დაბინძურების შემცირება ხახუნის მოდიფიკატორების ძირითად ფუნქციებად განიხილება. წარმოდგენილ ნაშრომში გამოცდილია ეკოლოგიურად სუფთა ხახუნის მოდიფიკატორები გორვისა და ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირებისათვის ხახუნის გორგოლაჭოვან სტენდზე. ექსპერიმენტულად დადგენილია ხახუნის კოეფიციენტის ცვალებადობის დიაპაზონები, შესაბამისად, ანტიფრიქციული მოდიფიკატორისათვის 0.06–0.11, ხოლო ფრიქციული მოდიფიკატორისათვის 0.12–0.4; ერთხელ წასმული ხახუნის მოდიფიკატორის მუშაობის ხანგრძლივობა იყო 3000–12000 ბრუნი მოხახუნე ზედაპირებიდან მოცილებამდე.

საკვანძო სიტყვები: ხახუნის კოეფიციენტი, მესამე სხეული, ჩაჭდვეა, ცვეთა, დაღლილობა, პიტინგი.

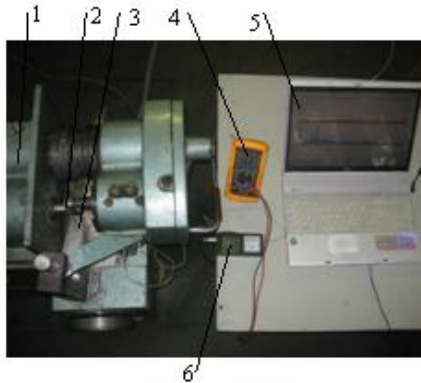
1. შესავალი

თვლები და რელსები ხასიათდებიან მოხახუნე ზედაპირების მოდიფიკაციების არახელსაყრელი პირობებითა და გარემოს უშუალო გავლენით. ეს აუარესებს თვლებისა და რელსების მუშაობის პირობებს, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს მოძრაობის უსაფრთხოებაზე და საექსპლუატაციო ხარჯებზე. გარდა ამისა, თვლებისა და რელსების შემზეთი მასალები და ხახუნის მოდიფიკატორები, ხმაური და ვიბრაციები გარემოს აბინძურებენ. ხახუნის, დაღლილობისა და პლასტიკური დეფორმაციის გამო დაზიანებების დაგროვება მნიშვნელოვნად ამცირებს თვლებისა და რელსების მუშაობის რესურსს. ამიტომ თვლებისა და რელსების მუშაობის რესურსისა და მოძრაობის უსაფრთხოებისადმი მრავალი ნაშრომია მიძღვნილი [1-5] და აღიარებულია, რომ ამ პრობლემების გადაჭრაში ხახუნის მოდიფიკატორებისა და თვლებისა და რელსების მოხახუნე პროფილების გაუმჯობესებას დიდ მნიშვნელობა აქვს.

თვლებისა და რელსების კონტაქტის ზონაში მესამე სხეულის მდგრადობა ფარდობითი სრიალისა და ძალური და თბური დატვირთვის მიმართ მათი განსაკუთრებული თვისებებით უზრუნველყოფას საჭიროებს. ხახუნის მოდიფიკატორები განკუთვნილია ხახუნზე ენერგიის დანაკარგების, ხმაურით, ვიბრაციებითა და არაეკოლოგიური მასალებით გარემოს დაბინძურების, თვლებისა და რელსების დაზიანების ინტენსივობისა და თვლის რელსზე აგორებისა და იქიდან გადმოსვლის ალბათობის შემცირებისათვის.

2. ხახუნის მოდიფიკატორების ექსპერიმენტული კვლევა

ჩვენ მიერ დამუშავებული ახალი ხახუნის მოდიფიკატორები შეიცავს ეკოლოგიურად უვნებელ და შედარებით იაფ მასალებს. დამუშავებული ხახუნის მოდიფიკატორების საექსპლუატაციო თვისებების პირველადი შეფასებისათვის მათი გამოცდა შესრულდა ლაბორატორიულ პირობებში და მათი შემდგომი სრულყოფა გრძელდება. ექსპერიმენტული კვლევები შესრულდა გორგოლაჭოვან ხახუნის მანქანაზე (მოდ. MT1, ნახ. 1) გორგოლაჭების ერთმანეთზე გორვის პირობებში 20% სრიალის თანხლებით. ექსპერიმენტული ნიმუშები წარმოადგენს 40 მმ დიამეტრისა და 10 და 12 მმ სიგანის ფოლადის გორგოლაჭებს. სხვადასხვა შემადგენლობის ხახუნის მოდიფიკატორების თვისებების შედარებისათვის გამოიცადა აგრეთვე თვლებისა და რელსებისათვის განკუთვნილი უკრაინული წარმოების შემზეთი მასალა AZMOL და კონსისტენტური შემზეთი მასალა CIATIM-1. კვლევებმა გვიჩვენა თვლებისა და რელსებისათვის CIATIM-1-ის არადამაკმაყოფილებელი თვისებები.

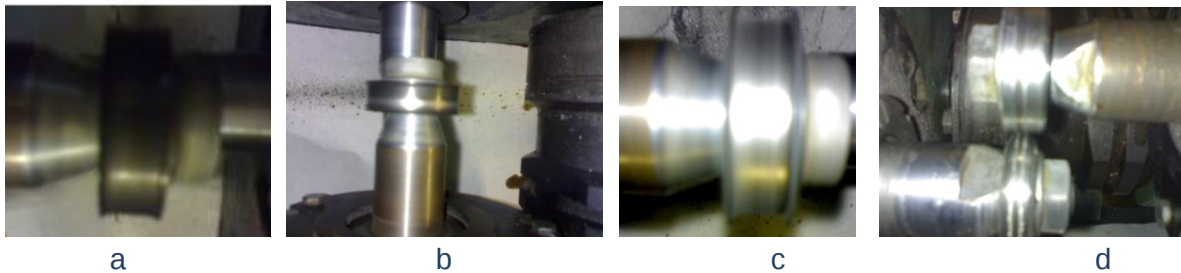


ნახ. 1. გორგოლაჭოვანი ხახუნის მანქანა და საზომი ხელსაწყოები:

- 1 - გორგოლაჭოვანი ხახუნის მანქანა; 2 - ტრიბოელემენტები; 3 - ცვეთის პროდუქტი; 4 - გამზომი ხელსაწყო; 5 - პერსონალური კომპიუტერი; 6 - ვიბრომეტრი

ხახუნის მოდიფიკატორი ზედაპირებს თანაბრად ესმებოდა და ცდები მიმდინარეობდა ზედაპირებიდან მათ ნაწილობრივ მოცილებამდე და ჩაჭდვის დაწყებამდე. ეს დგინდებოდა ხახუნის მომენტის, ვიბრაციების, ხმაურისა და ჩაჭდვის პროცესის სხვა ნიშნების დაწყებით. ცდები ტარდებოდა მოხახუნე ზედაპირების 22-24°C საწყისი ტემპერატურებისათვის. მესამე სხეული რღვევისას და ჩაჭდვის დაწყებისას გორგოლაჭების ურთიერთქმედების პირობები მკვეთრად იცვლებოდა: იწყებოდა ვიბრაციები და ხმაური 80-90 დბ-დან 92-105 დბ-ს აღწევდა, ხოლო ტემპერატურა კონტაქტის ზონის უშუალო სიახლოვეს იზრდებოდა 70-105°C-მდე. თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირების ხახუნის მოდიფიკატორისათვის ცდებმა გვიჩვენა რღვევის სამი სტადია: პირველ სტადიაში მოხახუნის მოდიფიკატორი (მოხახუნე ზედაპირები) მუქდებოდა (ნახ. 2,ა) და ხახუნის კოეფიციენტის მცირე მატება შეინიშნებოდა. მეორე სტადიაში ზედაპირები ნელ-ნელა ფერმკრთალდებოდა (ნახ. 2,ა) ხოლო ხახუნის მომენტი მცირე მატების შემდეგ ხელახლა მცირდებოდა და სტაბილიზირდებოდა. მესამე სტადიასთან მიახლოებისას ხახუნის მომენტის მცირე იმპულსები შეინიშნებოდა, რაც ჩაჭდვის პროცესის დაწყებას უჩვენებდა (ნახ. 2,ბ) და შემდეგ ხახუნის მომენტი და მისი

ცვლადი მდგენელი მკვეთრად იზრდებოდა. ხახუნის მომენტის არასტაბილურობა შემდგომი გაფერმკრთალებს, ზედაპირებიდან შეუქცევადი მოცილება (ნახ. 2 b, c,) და ჩაჭდვის დაწყება.



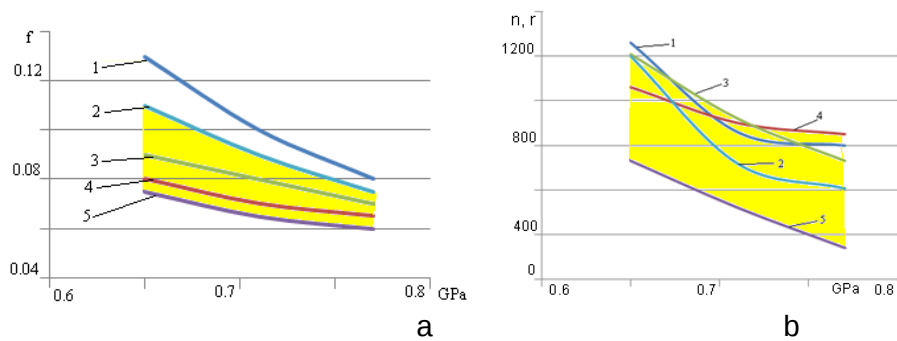
ნახ. 2. მოხახუნე ზედაპირები საწყისი ხაზოვანი და წერტილოვანი კონტაქტით (a) (გამუქებული ზედაპირები), ზედაპირები ნაწილობრივად მოცილებული ხახუნის მოდიფიკატორით (b) და ჩაჭდვის ნიშნებით (c) და გორგოლაჭები ზედაპირების წერტილოვანი კონტაქტით

ხახუნის მოდიფიკატორის მესამე სტადიასთან მიახლოებისას ხახუნის მომენტის ცალკეული იმპულსები შეინიშნებოდა, რომლებიც ჩაჭდვის დაწყების პირველ ნიშნებს გვიჩვენებდა, ხოლო შემდეგ ხახუნის მომენტი მკვეთრად იზრდებოდა. მესამე სტადიაში ხახუნის მომენტი არასტაბილური ხდებოდა და პროცესი ვიბრაციებისა და ხმაურის თანხლებით მიმდინარეობდა, ხახუნის მოდიფიკატორის ინტენსიური მოცილება და ჩაჭდვის პროცესის სწრაფი პროგრესირება შეინიშნებოდა.

3. ხახუნის კოეფიციენტისა და ჩაჭდვის დაწყებამდე ბრუნთა რიცხვების დამოკიდებულება კონტაქტურ ძაბვაზე

აღსანიშნავია, რომ მყარი სხეულების ზედაპირული და ზედაპირის ქვეშა ფენები მათ ყველაზე სუსტ ადგილებს წარმოადგენენ, საიდანაც მათი რღვევა იწყება [6]. როდესაც მოხახუნე სხეულები განცალკევებულია მასამე სხეულით, მაქსიმალურმა ციკლურმა დატვირთვამ შესაძლებელია გამოიწვიოს აგრეთვე პროფილების პლასტიკური დეფორმაცია. გორვა/სრიალით მომუშავე ზედაპირების მძიმე დატვირთვებისათვის ჩაჭდვის პირობაა მესამე სხეულის რღვევა და მოხახუნე ზედაპირების უშუალო კონტაქტი.

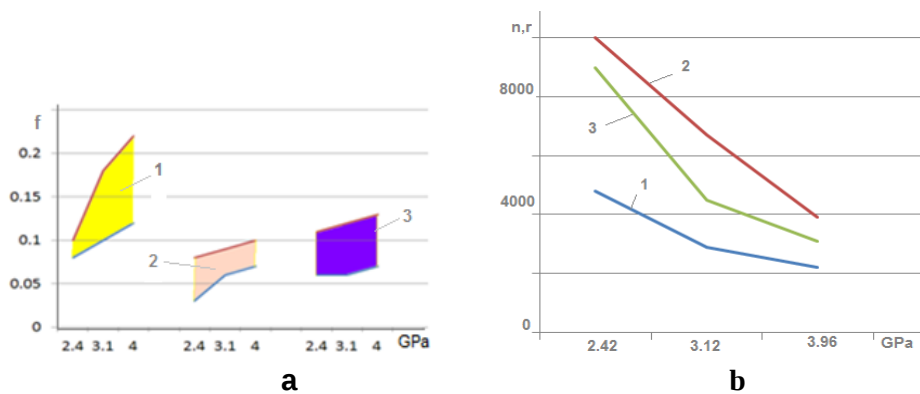
როგორც ნახ. 3-დან ჩანს, საწყისი ხაზოვანი კონტაქტისათვის, როდესაც კონტაქტური ძაბვა იცვლება 0,65-0,77 გპა ზღვრებში, კონტაქტური ძაბვის გაზრდა იწვევს ხახუნის კოეფიციენტისა (რაც დამახასიათებელია მყარი შემზეთი მასალებისათვის) და ჩაჭდევამდე ბრუნთა რიცხვის შემცირებას. ხახუნის კოეფიციენტისა და ჩაჭდევამდე ბრუნთა რიცხვების დამოკიდებულება კონტაქტურ ძაბვაზე საწყისი ხაზოვანი კონტაქტისათვის ნახ. 3-ზე.



ნახ. 3. ხახუნის კოეფიციენტისა და ჩაჭდევამდე ბრუნთა რიცხვების დამოკიდებულება კონტაქტურ ძაბვაზე საწყისი ხაზოვანი კონტაქტისათვის:

1 – AZMOL; 2 – 5 – სხვადასხვა შემადგენლობის დამუშავებული ხახუნის მოდიფიკატორები

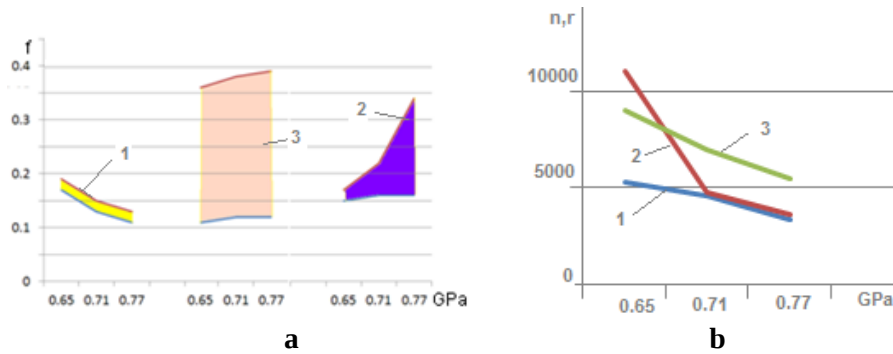
ხახუნის კოეფიციენტისა (a) და ხახუნის მოდიფიკატორის რღვევამდე და ჩაჭდვის პირველი ნიშნების გაჩენის დაწყებამდე (b) დამოკიდებულების გრაფიკები კონტაქტური ძაბვებისაგან საწყისი წერტილოვანი კონტაქტისათვის ნაჩვენებია ნახ. 4 - ზე.



ნახ. 4. ხახუნის კოეფიციენტისა (a) და ხახუნის მოდიფიკატორის რღვევამდე და ჩაჭდვის პირველი ნიშნების გაჩენის დაწყებამდე (b) დამოკიდებულების გრაფიკები კონტაქტური ძაბვებისაგან საწყისი წერტილოვანი კონტაქტისათვის:

1, 2, 3 - სხვადასხვა შემადგენლობის ხახუნის მოდიფიკატორები

ცდებმა გვიჩვენა "პოზიტიური ხახუნის" მქონე ხახუნის მოდიფიკატორების მაღალი ადჰეზიური თვისებები. დატვირთვის გაზრდისას მყარი ნაწილაკები ეკრობა მოხახუნე ზედაპირებზე, რჩება, განსაკუთრებით მიკროუსწორმასწორობებს შორის ღრმულებში, რაც უზრუნველყოფს ძაბვების უფრო თანაბარ განაწილებას. ხახუნის კოეფიციენტის განზნევის ველის დამოკიდებულება კონტაქტურ ძაბვაზე თვლისა და რელსის გორვის ზედაპირებისათვის დამუშავებულ ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის ნაჩვენებია ნახ. 5-ზე.



ნახ. 5. ხახუნის კოეფიციენტის (a) და ხახუნის მოდიფიკატორის ზედაპირებიდან შეუქცევადი მოცილების განბნევის ველის (b) დამოკიდებულება კონტაქტურ ძაბვაზე თვლისა და რელსის გორვის ზედაპირებისათვის დამუშავებულ ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის

გორგოლაჭებიან ხახუნის მანქანაზე შესრულებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ მიმმართველი ზედაპირებისათვის განკუთვნილი ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის ხახუნის კოეფიციენტი იცვლებოდა ზღვრებში 0,06 – 0,11, ხოლო გორვის ზედაპირებისათვის განკუთვნილი ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის - 0,12 – 0,4. აღსანიშნავია, რომ გორვის ზედაპირებისათვის განკუთვნილ ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის ხახუნის კოეფიციენტი ცდის დაწყებიდან სწრაფად იწყებოდა და შემდეგ სტაბილიზირდებოდა.

დასკვნები

- გორვის ზედაპირებისათვის და თვლის ქიმისა და რელსის თავის გვერდითი ზედაპირებისათვის დამუშავდა და გამოიცადა ეკოლოგიურად უვნებელი ხახუნის მოდიფიკატორები;
- გამოვლინდა ხახუნის კოეფიციენტისა და ხახუნის მოდიფიკატორების მდგრადობის დამოკიდებულება კონტაქტური ძაბვისაგან;
- მესამე სხეულის რღვევისა და ჩაჭდვისას კონტაქტის ზონა წარმოადგენს ვიბრაციებისა და ხმაურის წყაროს;
- ექსპერიმენტულად დადგინდა ხახუნის კოეფიციენტების ცვალებადობის დიაპაზონები ფრიქციული და ანტიფრიქციული ხახუნის მოდიფიკატორებისათვის შესაბამისად 0,06-0,11 და 0,12-0,4;
- ერთხელ წასმული ხახუნის მოდიფიკატორის მუშაობის რესურსი შეადგენდა 3000-12000 ბრუნს მოხახუნე ზედაპირებიდან მათ მოცილებამდე.

ლიტერატურა

1. Iwnicki S.D. (ed). A Handbook of railway vehicle dynamics. CRC Press, London, (ISBN:0849333210). 2006.
2. Lewis R. and Dwyer-Joyce R.S. Wear mechanisms and transitions in railway wheel steels. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology. 218(6). 467-478. 2004.
3. J. Kalousek Lubrication: Its various Types and Effects on Rail/Wheel Forces and wear, Rail and wheel Lub Symp. Sept 1981.
4. Enblom R. Simulation of Wheel and Rail Profile Evolution Wear Modeling and Validation. Licentiate Thesis, TRITA AVE, ISSN 1651-7660, ISBN 91-7283-806-X. 2004.
5. Dwyer-Joyce R.S., Lewis R., Gao N. and Grieve D.G. Wear and fatigue of railway track caused by contamination, sanding and surface damage. 6th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems (CM2003) in Gothenburg. Sweden June 10–13. 2003.
6. Regel V.R., Slucker A. B., Tomashevski E. E. The kinetic theory of durability of solid bodies (in Russian). Moscow. 1974. p. 560.

**გიორგი თუმანიშვილი, ტექნ. მეცნ. კანდიდატი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
Email:ge.tumanishvili@gmail.com**