

ე. მოისწრაფიშვილი,
მ. მოისწრაფიშვილი, ნ. რურუა

რკინიგზის ლიანდაგი
(სარელსო ლიანდის მოწყობა)

II ნაწილი



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარელაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

სახელმძღვანელოში აღწერილია სარელსო ლიანდის დაპროექტებისა და მოწყობის საკითხები, ნორმები და დაშვებები. სახელმძღვანელოში მოცემულია რკინიგზის ლიანდაგის სარელსო ლიანდის გაანგარიშების, დაპროექტებისა და მოწყობის საკითხები, თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად. განხილულია სარელსო ლიანდის დაპროექტების, მოწყობისა და დაშვებების მნიშვნელობათა ჩამოყალიბების ისტორია და თანამედროვე ტენდენციები, მათი შესაბამისობა მსოფლიოს ქვეყნების ნორმატივებთან. სახელმძღვანელოში მოტანილია მეთოდური, საცნობარო და ნორმატიულ-ტექნიკური მასალები. სახელმძღვანელო შედგენილია მოკმედი სტანდარტების დაცვით, კურიკულუმებისა და სილაბუსების შესაბამისად.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სატრანსპორტო სპეციალობის სტუდენტების, მაგისტრანტების და დოქტორანტებისათვის. იგი ღირს დახმარებას გაუწევს აგრეთვე რკინიგზის ლიანდაგის ექსპლუატაციის მუშაკებს და რკინიგზის ინჟინერ-დამპროექტებლებს.

რეკენზენტი ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,

ასოცირებული პროფესორი გ. კვანტალიანი

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009

ISBN 978-9941-14-381-6 (ფელა ნაწილი)

ISBN 978-9941-14-382-3 (მეორე ნაწილი)

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



ამა უღება დაცულია ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირ ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური). არ შეიძლება გამოცემულ იქნას გამოცემლის წარუღებოთი ნუბართვის გარეშე.

საკუტრო უღლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

1.1. სარელსო ლიანდის მოწყობისა და მოვლა-შენახვის თავისებურებები

რკინიგზების მუშაობის ნორმალური პირობების შესაქმნელად უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მისი მოწყობის და მოვლა-შენახვის ნორმების ურთიერთშეთანხმებულობას. რკინიგზების მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ნორმების მოთხოვნები დიდადაა დამოკიდებული მატარებლების მოძრაობის საშუალო და მაქსიმალურ სიჩქარეებზე, ღერძზე მოსულ დატვირთვებზე, ტვირთდაბაბულობაზე და სხვა საექსპლუატაციო მახასიათებლებზე. მსოფლიოს ყველა ქვეყნის რკინიგზებზე მოქმედებს სარელსო ლიანდის მოწყობის, მოვლა-შენახვის ნორმები და ნორმებიდან დასაშვები გადახრების ანუ დაშვებების სისტემა. დაშვების სიდიდეების შერჩევა დამოკიდებულია ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციაზე, სარელსო ლიანდის მოვლა-შენახვის ნორმებზე, მოძრავი შემადგენლობის კონსტრუქციაზე და მისი სავალი ნაწილების მდგომარეობაზე.

რკინიგზის იმ უბნებზე, რომლებზედაც ძირითადად სატვირთო გადაზიდვები სრულდება, ლიანდაგში დარღვევები წარმოიშობა სატვირთო მატარებლების ზემოქმედებით. ამიტომ დაშვებების თანამედროვე სისტემა ძირითადად მიმართულია ლიანდაგის გამართული მუშაობის უსრუნველსაყოფად. უბნებზე, რომლებზედაც სატვირთო მატარებლებთან ერთად მოძრაობენ სამგზავრო მატარებლები, აუცილებელია პირველ რიგში მიღწეულ იქნას მოძრაობის მდოერულობა და უსაფრთხოება. ამიტომ ჩქაროსნულ უბნებზე ლიანდის მოწყობისა და მოვლა-შენახვის უშთაერესი მოთხოვნაა, ლიანდაგში დარღვევათა იმ ზომამდე განვითარების აღკვეთა, რომელიც საფრთხეს უქმნის მოძრაობის მდოერულობას და უსაფრთხოებას.

ჩვენს რკინიგზებზე დარღვევების ყველაზე გავრცელებული ფორმა, რომელიც საფრთხეს უქმნის მოძრაობის უსაფრთხოებას არის კუთხეების წარმოქმნა გეგმაში, ნალუნების ისრების მდოერულობის დარღვევა, გადაფერდებები თარაზოში, ლიანდის გაგანიერება ან შევიწროება, რომელთა თანმხლები ფაქტორებია – ლიანდაგის საერო მოვლა, ჯდენების და ნაშხეუების წარმოშობა, შიკლების დაზიანება და სხვა.

განსაკუთრებით საშიშია ჩალუნების ისრების მდოერულობის დარღვევა, გადაფერდებებთან ერთობლიობაში, ე.ი. დარღვევების დამოხევა გეგმაში და თარაზოში, რაც იწვევს წამყვანი თვლების განტვირთვას, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მოძრავი შემადგენლობის რხეების სიხშირე გამოწვეული ამ დარღვევებით 0,8 – 1,0 პერცს აღწევს.

სარელსო ლიანდს სწორ უბნებში ძირითადად ახასიათებს სარელსო ძაფების მდებარეობა თარაზოში, ლიანდის სივანე და რელსების დახრილობა ლიანდის შიგნით 1:20.

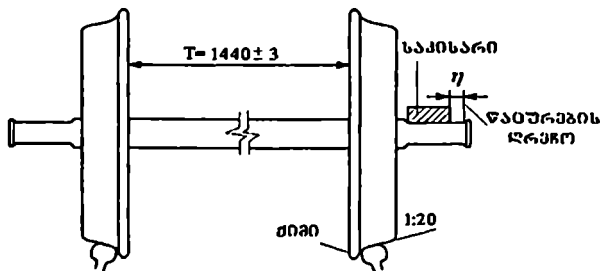
სარელსო ლიანდის დაგეგმარება და მოწყობა მრუდე უბნებში, მოითხოვს მთელი რიგი დამატებითი საკითხების გადაწყვეტას, როგორებიცაა: ლიანდის გაგანიერების სიდიდის დადგენა, გარე რელსის შემადგენლის სიდიდის განსასაზღვრა, სწორ უბნებსა და წრიულ მრუდებს შორის გადასასვლელი მრუდების მოწყობა, დამოკლებული რელსების რიცხვისა და მათი ლიანდაგში ჩალაგების თანმიმდევრობის განსასაზღვრა და სხვა.

აღნიშნული საკითხების ოპტიმალური გადაწყვეტა მთლიანადაა დამოკიდებული ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის საველი ნაწილების ურთიერთქმედების პირობებზე.

1.2. მოძრავი შემადგენლობის საველი ნაწილებისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების ძირითადი პრინციპები

ლიანდაგში ორი მუშა რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის მანძილს *ლიანდის სივანე* ეწოდება. სარელსო ლიანდის ზომები ზუსტად უნდა შეესაბამებოდეს მოძრავი შემადგენლობის საველი ნაწილების ზომებს, კერძოდ კი წვეილთვალის ზომებს.

წვეილთვალი წარმოადგენს მოძრავი შემადგენლობის ღერძზე ხისტად დაგებული ორ თვალს (ნახ.1.1).



ნახ.1.1. მოძრავი შემადგენლობის წვეილთვალი

ლიანდაგთან ნორმალური ურთიერთქმედებისათვის მოძრავი შემადგენლობის საკვალ ნაწილებს უნდა ახასიათებდეს შემდეგი თავისებურებანი:

- თელვებს უნდა გააჩნდეს ქიმები;
- მოძრავი შემადგენლობის ღერძებს უნდა შეეძლოს საკისრებში განივი გადაადგილება (წაცურება), ან ურიკები და ცალკეული ღერძები ტაბიკებით უნდა იყოს ჩამაგრებული, რაც უზრუნველყოფს ტაბიკის ღერძის მიმართ მათ გარკვეული კუთხით შემობრუნებას;
- თელვები ღერძზე ხისტად უნდა იყოს დაგებული;
- თელის არტახებს უნდა გააჩნდეს კონუსურობა;
- წყილოვალის გარკვეულ ღერძებს შორის დაცული უნდა იყოს პარალელობა.

თელის ქიმების დანიშნულებაა რელსებთან ურთიერთქმედებით მიმართულება მისცენ მოძრაობას და არ დაუშვან რელსებიდან თელვების აცდენა.

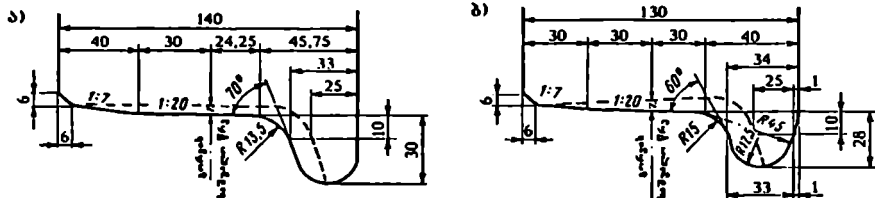
ახალი, გაუცვეთავე თელის ქიმის სისქე საანგარიშო კვეთში $h_{\text{კვ}}=33$ მმ-ის ტოლია, ხოლო მაქსიმალურად გაცვეთილი თელვების ქიმების მინიმალური სისქე, რომლის შემდეგ იგი ექსპლუატაციაში არ დაიშვება $h_{\text{კვ}}=25$ მმ-ია. თუ მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე 120 კმ/სთ-ს აღემატება, მაშინ მაქსიმალურად გაცვეთილი თელის ქიმის მინიმალური სისქე $h_{\text{კვ}}=28$ მმ-ის ტოლია.

თელის არტახის ცვეთის z სიდიდე გორეის საშუალო წრეზე მატარებლების მოძრაობის 120 კმ/სთ და მეტი სიჩქარის შემთხვევაში 5 მმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. $v < 120$ კმ/სთ სიჩქარების შემთხვევაში ლოკომოტივებისა და სამგზავრო ვაგონების თელვებისათვის არტახის ცვეთის z სიდიდე 7 მმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო სატვირთო ვაგონების თელვებისათვის – 9 მმ-ს (ნახ.12).

საანგარიშო სიბრტყე გადის ლოკომოტივის თელის ქიმის ქვედა წიბოდან 20 მმ-ის მანძილზე ვერტიკალური მიმართულებით, ხოლო ვაგონის თელის ქიმებისათვის 18 მმ მანძილზე. საანგარიშო სიბრტყის ზემოთ ვაგონის თელვების ქიმები გაგანიერებულია $\mu=1$ მმ-ით. ლოკომოტივის თელის ქიმებს ამგვარი გაგანიერება არ გააჩნიათ $\mu=0$. ლოკომოტივის თელის ქიმის მუშა წახნაგი პორიზონტიხალში დახრილია 70° -ით, ხოლო ვაგონისა - 60° -ით (ნახ.12).

ღერძების განივი გადაადგილება ხორციელდება ღერძების ყელისა და ბუქსების საკისრების სიგრძეთა სხვაობის ხარჯზე. ბუქსების საკისრის სიგრძე რამდენადმე ნაკლებია ღერძის ყელის სიგრძეს, ამიტომ მათ წიბოებს შორის რჩება ღრეჩო η , რომელიც საშუალებას აძლევს ღერძებს ბუქსების საკისრებში განივად წაცურ-

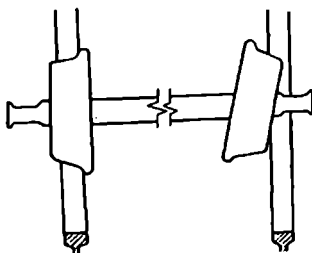
დეს. ამ ღრუხოს წაცურების ღრუხო ეწოდება (ნახ.1.1). წაცურების n ღრუხოს დანი-
შნულებაა გააადვილოს მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟის მრუდში ნაწერა. წაცუ-
რების ღრუხო საპასპორტო სიდიდეა და მოცემულია მოძრავი შემადგენლობის პას-
პორტში.



ნახ.1.2. თელების პროფილის ძირითადი ზომები:
ა - ლოკომოტივის; ბ - ვაგონის.

მრავალღერძებიან ურიკებს და ორთქმავლის მარბენალი თელების ღერძებს
ტაბიკური ჩამაგრება გააინიათ. ტაბიკური ჩამაგრება საშუალებას იძლევა ურიკა
შემობრუნდეს ტაბიკის ღერძის მიმართ გარკვეული კუთხით.

თელები ღერძზე ხისტად არის დაგებული და ღერძის ყელი ბრუნავს ბუქსის
საკისარში. ეს აუცილებელი პირობაა, წინააღმდეგ შემთხვევაში ღერძისა და თეალს
შორის მოთავსებული საკისრის დამუშავება დაარღვევდა თელის ვერტიკალურობას
ღერძის მიმართ, რაც თავისთავად გამოიწვევდა დაგების მანძილის შემცირებას ან
გადიდებას (ნახ.1.3).

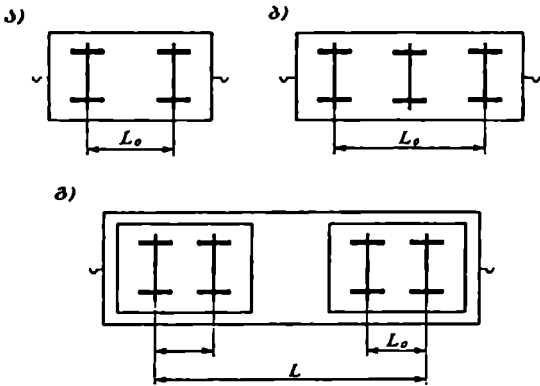


ნახ.1.3. ღერძზე თელების პარალელობის დარღვევის შემთხვევა

თელების ღერძზე დაგების მანძილი T ეწოდება მანძილს თელების შიგა ვერ-
ტიკალურ წახნაგებს შორის, როცა მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე $v \leq 120$
კმ/სთ-სე. მაშინ $T = 1440 \frac{v}{v_0}$ მმ, თუ $v > 120$ კმ/სთ-სე. მაშინ $T = 1440 \frac{v_0}{v}$ მმ.

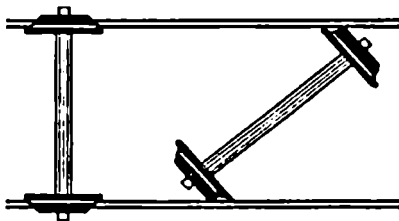
თელის გორვის ხედაპირი დახრილია ქორიზონტის მიმართ 1:20. დადგენილია, რომ ასეთ შემთხვევაში ვერტიკალური დატვირთვების გადაცემა თელეებიდან რელსებზე ხორციელდება რელსის ვერტიკალური სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ. თელეები ნაკლებად მგრძობიარენი არიან ღიანდაგში არსებული უსწორობების მიმართ; მოძრავი შემადგენლობის წვეილოვანი ნაკლებად ექვემდებარება სივრცით მოძრაობას ღიანდაგის სწორ უბნებში, რის გამოც მცირდება განივი ქორიზონტალური ძალების მნიშვნელობა და ნაკლებად ცვდება რელსები; ნაკლებ ინტენსიურია ღიანდაგის მოშლა, შესაბამისად მცირდება მიმდინარე მოვლა-შენახვის სამუშაოების მოცულობა. აქედან გორვის ხედაპირის 1:20 დახრის დროს, ღიანდაგში რელსებიც 1:20 დახრილობით მაგრდება. რელსების დახრა ხის შპალების შემთხვევაში მიიღწევა ქედის მუშა მოედნის 1:20 დახრით ღიანდის შიგა მიმართულებით, ხოლო რკინაბეტონის შპალებში რელსის საყრდენი მოედნის დახრით.

მოძრავი შემადგენლობის ხისტი ბაზის ფარგლებში განაპირა ღერძებს შორის პარალელობა არ უნდა ირღვეოდეს. აქედან გამომდინარე მოძრავი შემადგენლობის ხისტი ბაზა L_0 არის მანძილი ორ პარალელურად ჩამაგრებულ ღერძებს შორის, (ნახ.14).



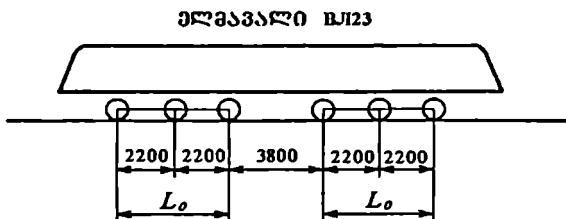
ნახ.14. ხისტი და მთლიანი ბაზების განლაგების სქემა ეკიპაჟებისათვის: ა) - ორღერძიანი; ბ) - სამღერძიანი; გ) - ოთხღერძიანი.

მოძრავი შემადგენლობის მთლიანი ბაზა L არის მანძილი მის ორ განაპირა ღერძებს შორის (ნახ.14.გ). ხისტი ბაზის ორ განაპირა ღერძებს შორის პარალელობა რომ დაირღვეს ადგილი ექნებოდა (ნახ.15) გამოსახულ მდგომარეობას და თვალი რელსს აცდებოდა.

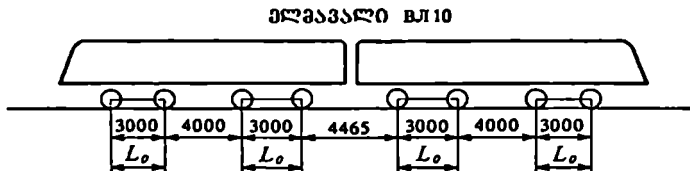


ნახ.15. ღერძებს შორის პარალელობის დარღვევის შემთხვევა

რაც ნაკლებია ხისტი ბაზის სიგრძე მით უფრო ადვილდება ეკიპაჟის მრუდებში მოძრაობა ანუ ჩაწერა. ნახ.14-ზე გამოსახულია ორღერძიანი, სამღერძიანი და ოთხღერძიანი ვაგონების ღერძების განლაგების სქემა, ნახ.16-ზე ელმავალ $BJ13$, ხოლო ნახ.17-ზე ელმავალ $BJ10$ ღერძების განლაგების სქემა.



ნახ.16. ელმავალ $BJ13$ -ის ღერძული ფორმულა



ნახ.17. ელმავალ $BJ10$ -ის ღერძული ფორმულა

1.3. სარელსო ლიანდის მოწყობა სწორ უბნებში, ნორმები და დაშვებები

საქართველოს 1520 მმ სიგანის რკინიგზების მოქმედი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების მოთხოვნათა შესაბამისად ლიანდაგის სწორ უბნებში და მრუდებში, რომელთა რადიუსი $R \geq 350$ მეტრზე, ლიანდის სიგანე $S_0 = 1520$ მმ. ექსპლუატაციის პირობებში დასაშვებია ლიანდის გაგანიერება $+6$ მმ და შევიწროება -4 მმ. თუ გატარებლების მოძრაობის სინქარეები ნაკლებია 50 კმ/სთ-ზე, მაშინ ლიანდის გაგანიერება შეიძლება დაშვებულ იქნას $+10$ მმ, ხოლო შევიწროება -4 მმ.

რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში, განცალკევებული სამაგრები უზრუნველყოფენ ლიანდის სიგანის მუდმივობას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, და რადგანაც ლიანდაგის გადაკერვა პრაქტიკულად შეუძლებელია, ამიტომ რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში ლიანდის გაგანიერება დაიშვება $+8$ მმ-ით, ხოლო შევიწროება -4 მმ-ით.

1970 წლამდე რკინიგზის სწორ უბნებში და მრუდებში რომელთა რადიუსი $R \geq 350$ მ, ლიანდის სიგანე ტოლი იყო $S_0 = 1524$ მმ.

ლიანდაგის სწორ უბნებში ორთავე რელსის თაეები ერთ დონეში უნდა მდებარეობდნენ. დასაშვებია რელსების თაეების დონეთა შორის სხვაობა 6 მმ.

მოძრაიე შემადგენლობის საკალი ნაწილების ლიანდაგში ჩაწერის გასაადვილებლად, ლიანდის სიგანე ყოველთვის მეტი უნდა იყოს წვეილთეალის სიგანეზე. ამიტომ თუ წვეილთეალის ერთ-ერთი თელის ქიმი მიბჯენილია რელსის მუშა წახნაგზე, მაშინ მეორე თელის ქიმსა და რელსის მუშა წახნაგს შორის რჩება ღრეწო, რომელიც ტოლია, (ნახ.1.8)

$$\delta_0 = S_0 - q_0 + \Delta q + \Delta y \quad (1.1)$$

ხოლო

$$q_0 = T_0 + 2\mu + 2h \quad (1.2)$$

სადაც S_0 - ლიანდის ნორმალური სიგანეა სწორ უბნებში, $S_0 = 1520$ მმ;

T_0 - წვეილთეალის დაგების ნორმალური მანძილი, $T_0 = 1440$ მმ;

h - თელის ქიმის სისქე;

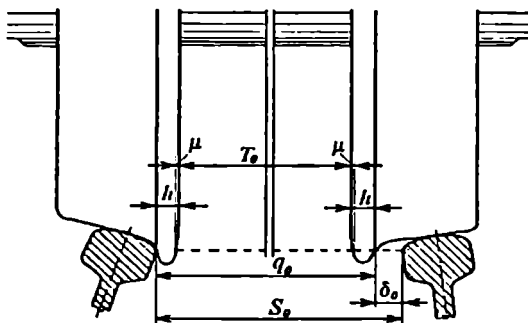
μ - თელის ქიმის გაგანიერება;

q_0 - წვეილთეალის ქიმების მუშა წახნაგებს შორის ნორმალური მანძილი, (წვეილთეალის სიგანე);

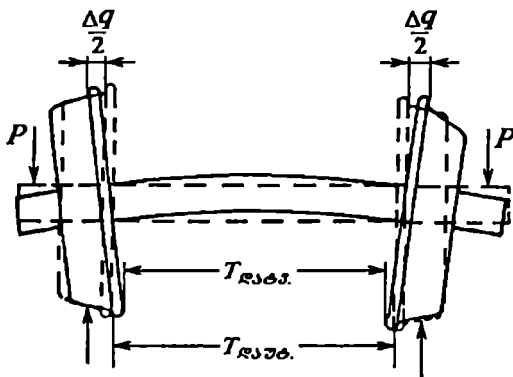
Δq - წვეილთეალის სიგანის შემცირება ღერძზე მოსული დატვირთვის გამო,

$\Delta q \approx 2$ მმ (ნახ.1.9);

Δy -ლიანდის გაგანიერება დატვირთვის გამო, რაც გამოწვეულია რელსების დრეკადი გაღუნვით, $\Delta y \approx (2+4)\mu$.



ნახ.18. ლიანდაგის სწორ უბნებში ლიანდის სიგანის საანგარიშო სქემა



ნახ.19. თელის დერძზე დაგების მანძილის შემცირება დატვირთვის შედეგად

რადგანაც (1.1) და (1.2) ფორმულებში შემაჯალ ნორმატულ სიდიდეებს გაანინათ დაშვებები (ცხრილი 1.1), ღრწოს სიდიდე თელის ქიმიისა და რელსის იუშა წახნაგებს შორის შეიძლება სხვადასხვა ზომის აღმონდეს: ნორმალური δ_0 , მაქსიმალური δ_{max} და მინიმალური δ_{min} .

$$\delta_{\max} = S_{\max} - q_{\max} + \Delta q + \Delta y \quad (1.3)$$

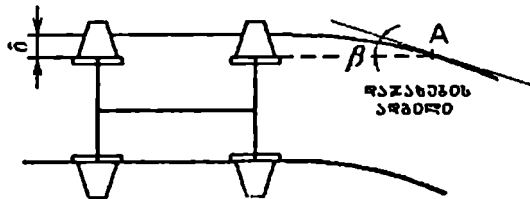
$$\delta_{\min} = S_{\min} - q_{\max} + \Delta q + \Delta y \quad (1.4)$$

როგორც ცხრილი 1.1-დან ჩანს ღრუნის სიდიდე საკმაოდ დიდ უარგლებში იცვლება (5+39)-მმ-მდე.

ცხრილი 1.1.

მოწოდების სიქარბე კმ/სთ	ღერძები	ლიანდის სიგანე S, მმ			თელის ღერძზე დაგების მანძილი T, მმ			წყვილთაღლის სიგანე q, მმ			ღრუნის სიდიდე δ, მმ		
		S ₀	S _მ	S _კ	T ₀	T _კ	T _მ	q ₀	q _მ	q _კ	δ ₀	δ _მ	δ _კ
≤ 120	ქოკ.	1520	1516	1526	1440	1437	1443	1506	1487	1509	14	7	39
	ვაბ.	1520	1516	1526	1440	1437	1443	1508	1489	1511	12	5	37
> 120	ქოკ.	1520	1516	1526	1440	1439	1441	1506	1495	1509	14	7	31
	ვაბ.	1520	1516	1526	1440	1439	1441	1508	1497	1511	12	5	29

მართალია ღრუნის არსებობა აადვილებს მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგის მრუდე უბნებში ჩაწერას, მაგრამ ამავე დროს ღრუნის სიდიდესა და მოკიდებულებს: თელის ქიმის რელსთან დაჯახების კუთხისა (ნახ.1.10) და რელსზე მოქმედი პორიზონტალური ძალების მნიშვნელობები, მრუდში შესვლისას თელის ქიმის გარე რელსთან დაჯახების კუთხე, კ.კმის მუშა წახნაგთან დაჯახების კუთხე, კონტაქტური ძაბვების სიდიდეები, რელსის სამსახურის ეადა, ლიანდაგის მოვლა-შენახვის სამუშაოების მოცულობა და სხვა. რაც დიდია ღრუნის სიდიდე, მით უფრო მეტია უემოთ წამოთელილი მახასიათებლების მანეწებლები და უარესდება ლიანდაგის მუშაობის პირობები.



ნახ.1.10. თელის ქიმის რელსთან დაჯახების სქემა

ამიტომ ყოფილი საბჭოთა კავშირის რკინიგზებზე 10-12 წლის განმავლობაში, 2000 კმ სიგრძის შემცირებული (1518÷1520) მმ სიგანის ექსპერიმენტულ უბანზე ტარდებოდა დაკვირვებები. ექსპერიმენტულმა დაკვირვებებმა და გაანგარიშებებმა

გვიჩვენებს, რომ 1518+1520 მმ სიგანის ლიანდის შემთხვევაში, დაშვებით +6 მმ და -4 მმ ღრენოს შემცირების ხარჯზე ლიანდაგის მუშაობის მთელი რიგი მახასიათებლები გაცილებით უმჯობესდება: მცირდება რელსებზე გვერდითი დაწოლა 20+50%-ის ფარგლებში; მცირდება ვაგონებსე მოქმედი პორიზონტალური და ვერტიკალური აჩქარებების სიდიდეები; უმჯობესდება მოძრაობის მდოერულობა; ღუნების ძაბვების მნიშვნელობები რელსებში არ იზრდება; იზრდება ლიანდაგის ზედა ნაწილისა და საველი ნაწილების სამსახურის ვადა; მცირდება შრომისა და მატერიალური დანახარჯები ლიანდაგის მოვლა-შენახვაზე.

ეკონომიკური გაანგარიშებით დადგენილია, რომ ლიანდის სიგანის 1524 მმ-დან 1520 მმ-მდე შემცირება საშუალო ტვირთდაძაბულობის პირობებში მნიშვნელოვან ეკონომიას იძლევა. მაღალი ტვირთდაძაბულობის პირობებში ეს მანევრებელი გაცილებით იზრდება.

1.4. სარელსო ლიანდის განსაზღვრა მრუდე უბნებში ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით

1.4.1. ზოგადი ცნობები

მცირერადიუსიან მრუდებში ლიანდის სიგანე მეტი აიღება, ვიდრე სწორ უბნებში. ლიანდის სიგანის ზრდა მცირერადიუსიან მრუდებში განპირობებულია მოძრაობის შემადგენლობის ეკიპაჟების მოძრაობის (ჩაწერის) გასაადვილებლად.

ლიანდის სიგანის დადგენისათვის მცირერადიუსიან მრუდებში ხელმძღვანელობენ შემდეგი მოსასრულებით:

- ლიანდის სიგანე უნდა იყოს ოპტიმალური ე.ი. იგი უნდა უზრუნველყოფდეს მოძრაობისადმი შესაძლო მინიმალურ წინააღმდეგობას. ამასთან დაკავშირებით რელსებისა და მოძრაობის შემადგენლობის საველი ნაწილების ცვეთის მინიმუმამდე შემცირებას. ლიანდის ოპტიმალური სიგანე უნდა უზრუნველყოფდეს

აგრეთვე ლიანდაგის მოვლა-შენახვის ნორმების დაცვას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, მაშასადამე შეკეთებებს შორის ინტერვალის გადიდებას.

- ლიანდის სიგანე არ უნდა იყოს მინიმალურ დასაშვებ სიდიდეზე ნაკლები, რათა ადგილი არ ექნეს წყვილთვალის გაჭეკვას (ჩასოლვას) გარე და შიგა სარეუსო ძაფებს შორის.

სარეუსო ლიანდის სიგანე მრუდ უბნებში მოძრავი შემადგენლობის ერთეული ეკიპაჟების მოძრაობის ანუ ჩაწერის პირობების მიხედვით დადგინდება.

მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟების მრუდებში ჩაწერა დამოკიდებულია მათ გეომეტრიულ, კინემატიკურ და დინამიკურ მახასიათებლებზე.

მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟის მრუდებში ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების გათვალისწინების შემთხვევაში, ლიანდის სიგანეს განსაზღვრავს წყვილთვალის სტატიკური მდებარეობა მრუდში, სინქარის გათვალისწინების გარეშე.

ჩაწერის კინემატიკური მახასიათებლები კი სინქარების გათვალისწინებით მრუდში წყვილთვალის მდებარეობის (განლაგების) ცვალებადობის აღრიცხვის საშუალებას იძლევა.

ჩაწერის დინამიკური მახასიათებლები ითვალისწინებს რელსისა და თვლის ძალისმიერი ურთიერთქმედების ფაქტორებს. დინამიკური მახასიათებლების მიხედვით ლიანდის სიგანის მნიშვნელობის შემოწმება შეიძლება მას შემდეგ, როცა ლიანდის სიგანე დადგინდება ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების მიხედვით.

ამგვარად ლიანდის სიგანე მრუდში უნდა განისაზღვროს ეკიპაჟის გეომეტრიულ-კინემატიკური ან დინამიკური მახასიათებლების საფუძველზე.

ლიანდის სიგანის სიდიდე მრუდებში ბევრად არის დამოკიდებული ისეთ მნიშვნელოვან ფაქტორებზე, როგორებიცაა:

დამატებითი განივი ძალების გათვალისწინება მრუდებში ეკიპაჟის ჩაწერის დროს;

ლიანდაგის კონსტრუქციული გაფორმება და ზედა ნაშენის სიმძლავრე;

- მოძრავი შემადგენლობის სავეალი ნაწილების კონსტრუქციული თავისებურებანი;

მოძრავი შემადგენლობის სავეალი ნაწილების გეომეტრიული განლაგება მრუდებში;

რელსისა და თვლის ძალისმიერი ურთიერთქმედება;

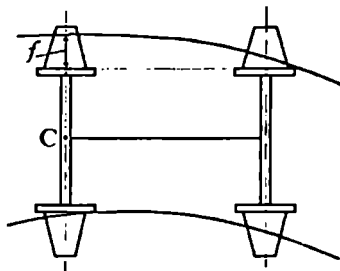
რელსებისა და მოძრავი შემადგენლობის სავეალი ნაწილების ცვეთის სიდიდის გათანაბრება და შემცირება.

1.4.2. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში ეკიპაჟის ჩაწერის

გეომეტრიული მახასიათებლების გათვალისწინებით

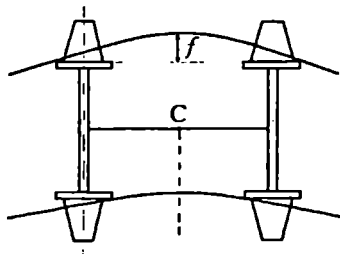
მრუდებში ეკიპაჟის გეომეტრიული მახასიათებლებით ჩაწერის შემთხვევაში ადგილი შეიძლება აქონდეს წვეილთეალის თავისუფალ, ჩასოლილ ანუ გაჭეკილ, იძულებით და ნორმალურ-იძულებით ჩაწერას.

თავისუფალი ჩაწერა ეწოდება ისეთ ჩაწერას, როცა ეკიპაჟის მოძრაობას მიმართავს გარე ხარულსო ძაფზე მიბჯენილი წინა ღერძისა და შიგა ხარულსო ძაფზე მიბჯენილი უკანა ღერძის თვლების ქიმები, ხოლო წინა ღერძის თვლის ქიმსა და შიგა რელსის მუშა წახნაგს შორის, აგრეთვე უკანა ღერძის თვლის ქიმსა და გარე რელსის მუშა წახნაგს შორის რჩება თავისუფალი δ ღრენო, (ნახ.1.11).



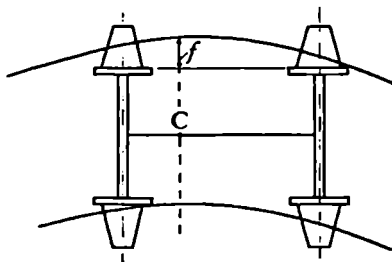
ნახ.1.11. ეკიპაჟის მრუდში თავისუფალი ჩაწერის სქემა

ჩასოლილი ანუ გაჭეკილი ჩაწერის დროს ეკიპაჟის ხისტი ბაზის პირველი და ბოლო ღერძების ოთხივე თვლის ქიმები მიბჯენილია, როგორც გარე ისე შიგა რელსების მუშა წახნაგებზე, (ნახ.1.12).



ნახ.1.12. ეკიპაჟის მრუდში ჩასოლილი ანუ გაჭეკილი ჩაწერის სქემა

იძულებითი ჩაწერა წარმოადგენს ჩასოლილი ანუ გაჭეკილი ჩაწერის ზღვრულ მნიშვნელობას, (ნახ.1.13).



ნახ.1.13. ეკიპაჟის მრუდში იძულებითი ჩაწერის სქემა

ნორმალურ-იძულებით ჩაწერის შემთხვევაში ლიანდის სიგანე მრუდში $\delta_{\text{მ}}/2$ სიდიდით მეტია, ჩასოლილი ანუ გაჭეკილი ჩაწერის პირობით განსაზღვრულ სიგანეზე, კ.ი.

$$S_{\text{ჩაწერა}} = S_{\text{გაჭკა}} + \delta_{\text{მ}}/2 \quad (15)$$

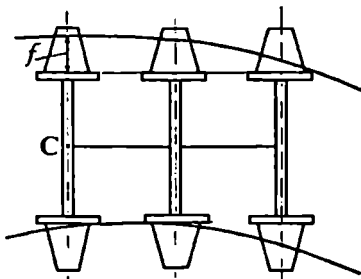
ლოკომოტივებისა და გრძელი ხისტი ბაზის მქონე ეკიპაჟებისათვის ლიანდის სიგანე მრუდებში უნდა დადგინდეს ნორმალურ-იძულებით ჩაწერის პირობით. ხოლო მასობრივი ეკიპაჟებისათვის – ეაგონებისათვის თავისუფალი ჩაწერის პირობა რადგანაც ეაგონების ღერძების რაოდენობა მატარებლის ღერძების რაოდენობის 95÷96%-ს შეადგენს.

ლიანდის სიგანეს, რომელიც განისაზღვრება ნორმალურ-იძულებით ჩაწერის პირობით, ლიანდის მინიმალური დასაშვები სიგანე ეწოდება, ხოლო ლიანდის სიგანეს, რომელიც უსრუქელოფის ვაგონების ურიკების მრუდებში თავისუფალ ჩაწერას ლიანდის ოპტიმალური სიგანე ეწოდება. ლიანდის ოპტიმალური სიგანე უსრუქელოფის მოძრაობისადმი მინიმალურ წინაღობას, რელსებისა და მოძრავი შექმადგენლობის სავალი ნაწილების მინიმალურ ცვეთას.

ლიანდის სიგანის საანგარიშო პარამეტრების განსაზღვრისათვის საჭიროა დადგინდეს ხისტი ბაზის მობრუნების ცენტრის (პოლუსის) მდებარეობა. ეკიპაჟის ხისტი ბაზის მობრუნების ცენტრი ეწოდება მისი გეომეტრიული ღერძისა და მრუდის ცენტრიდან გეომეტრიული ღერძის მართობულად გაელებული რადიუსის გადაკეუთის წერტილს.

პროფ. კ.ი.ცეგლინსკის გამოკვლევების საფუძველზე მიღებულია, რომ თავისუფალი ჩაწერის შემთხვევაში ორღერძიანი (ნახ.1.11) და სამღერძიანი (ნახ.1.14), ეკიპა-

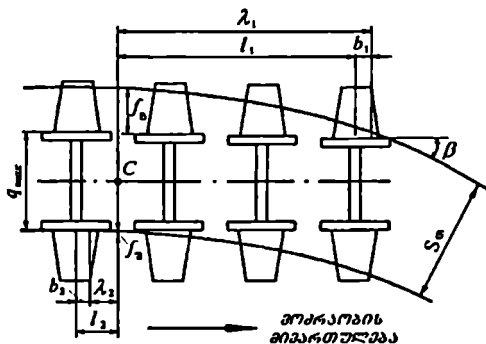
ეების ხისტი ბაზის მობრუნების პოლუსი (C წერტილი) მდებარეობს უკანა ღერძის გასწვრივ. ხოლო ოთხღერძიანი ეკიპაჟებისათვის მესამე და მეოთხე ღერძის შუაში (ნახ.1.15).



ნახ.1.14. სამღერძიანი ეკიპაჟის მრულში თავისუფალი ჩაწერის სქემა

გაჭკეილი ჩაწერის შემთხვევაში ეკიპაჟის მობრუნების პოლუსი მოთაკეხებულია ხისტი ბაზის შუა წერტილში (ნახ.1.12).

იძულებითი ჩაწერის შემთხვევაში კი ეკიპაჟის მობრუნების პოლუსი შეიძლება მდებარეობდეს ნებისმიერ წერტილში, ხისტი ბაზის შუა წერტილიდან უკანა ღერძამდე (ნახ.1.12).



ნახ.1.15. თავისუფალი ჩაწერის შემთხვევაში ოთხღერძიანი ეკიპაჟის მრულში განლაგების სქემა

ლიანდის სიგანე ნებისმიერი ეკიპაჟისათვის გეომეტრიული ჩაწერის ნებისმიერი პირობებისათვის განისაზღვრება ფორმულით

$$S = q_{\max} + f_b + f_n + 4 \quad (1.6)$$

თუ დაეუშვებთ, რომ

$$f_0 = f_5 - f_2 \quad (1.7)$$

მაშინ

$$S = q_{\text{max}} + f_0 + 4 \quad (1.8)$$

სადაც S - ლიანდის სიგანის მინიმალური მნიშვნელობაა ჩაწერის განსახილველი პირობებისათვის;

q_{max} - წვეილთეალის მაქსიმალური სიგანე;

f_n - პირველი ღერძის მიმართებული თელის გარე სარელსო ძაფის რელსის მუშა წახნაგთან შეხების წერტილზე გატარებული ქორდის შესაბამისი ჩალუნეის ისარი;

f_4 - იგივე შიგა სარელსო ძაფისათვის;

4 მმ - ლიანდის სიგანის შეეწროების დასაშვები ნორმა.

მრუდე სარელსო ძაფის ჩალუნეის ისარი განისაზღვრება ფორმულით

$$f = \frac{\lambda^2}{2R_n} \quad (1.9)$$

სადაც λ - მანძილია ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრიდან წინა ღერძის თელის ქიმის რელსის მუშა წახნაგთან შეხების წერტილამდე, (ნახ.1.15);

R_n - სარელსო ძაფის რადიუსი.

მანძილი ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრიდან თელის ქიმის რელსის მუშა წახნაგთან შეხების წერტილამდე ტოლია:

გარე სარელსო ძაფისათვის

$$\lambda_1 = l_1 + b_1 \quad (1.10)$$

შიგა სარელსო ძაფისათვის

$$\lambda_2 = l_2 - b_2 \quad (1.11)$$

სადაც l_1 და l_2 - მანძილებია ხისტი ბაზის მობრუნების ცენტრიდან იმ ღერძების ცენტრებამდე, რომლის თელეები ეხებიან რელსის მუშა წახნაგებს;

b_1 და b_2 - მანძილებია თელის ბრუნვის ცენტრიდან თელის ქიმის რელსის მუშა წახნაგებთან შეხების წერტილებამდე, (ნახ.1.15).

$$b = \frac{l r i g r}{R} \quad (1.12)$$

სადაც r - თელის რადიუსია;

r - თელის ქიმის პორიზორტისადმი დახრის კუთხე, ლოკომოტივის თელებისათვის $r = 70^\circ$, ვაგონის თელებისათვის $r = 60^\circ$;

R - წრიული მრუდის რადიუსი:

გარე სარელსო ძაფის რადიუსი ტოლია

$$R_1 = R + S_0/2 \quad (1.13)$$

შიგა სარელსო ძაფის რადიუსი კი

$$R_2 = R - S_0/2 \quad (1.14)$$

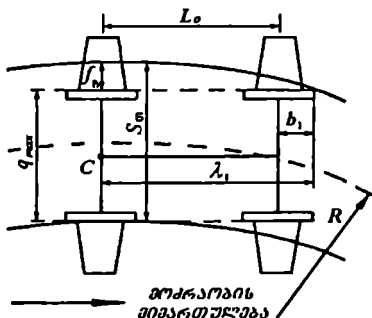
სადაც S_0 - ლიანდის სიგანეა სწორ უბნებში.

1.4.3. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში ორღერძიანი ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით

ორღერძიანი ეკიპაჟის მრუდში თავისუფალი ჩაწერის პირობა დაკმაყოფილებულად შეიძლება ჩაითვალოს მაშინ, როდესაც განგარისშებების შედეგად მიღებული ლიანდის სიგანე ნაკლები ან ტოლი აღმოჩნდება მოცემული რადიუსისათვის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესებით რეკომენდებულ სიდიდესე, ე.ი.

$$S_{\text{მ}} \leq S_0 \quad (1.15)$$

განვსაზღვროთ ლიანდის სიგანე მრუდებში ორღერძიანი ეკიპაჟის თავისუფალი ჩაწერის პირობით. ამ შემთხვევაში ეკიპაჟის ხისტი ბაზის მობრუნების ცენტრი C იღებარეობს უკანა ღერძის გასწვრივ, (ნახ.1.16).



ნახ.1.16. ორღერძიანი ეკიპაჟის მრუდში მრუდში თავისუფალი ჩაწერის სქემა

მაშინ

$$S_{\Sigma} = q_{\max} + f_0 + 4 \quad (1.16)$$

სადაც

$$f_0 = f_b - f_a \quad (1.17)$$

რადგანაც მოცემულ შემთხვევაში $f_a = 0$, ამიტომ

$$S_{\Sigma} = q_{\max} + f_b + 4 \quad (1.18)$$

ხოლო

$$f_b = \frac{\lambda_1^2}{2R_1} \quad (1.19)$$

სადაც

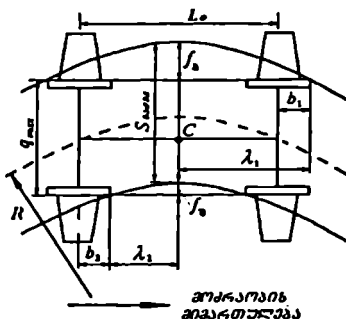
$$\lambda_1 = L_0 + b_1 \quad (1.20)$$

$$R_1 = R + S_0/2 \quad (1.21)$$

$$b_1 = \frac{L_0 r i g r}{R_1} \quad (1.22)$$

სადაც L_0 - ხისტი ბაზის სიგრძეა.

თუ აღმოჩნდა, რომ $S_{\Sigma} > S_0$, მაშინ თავისუფალი ჩაწერის პირობა არ კმაყოფილდება და საჭიროა ღიანდის სიგანე განისაზღვროს მრუდში ხისტი ბაზის გაჭედილი ჩაწერის პირობით. ამ შემთხვევაში ხისტი ბაზის მობრუნების ცენტრი მოთავსებულია ხისტი ბაზის შუაში (ნახ.1.17).



ნახ.1.17. ორღერძიანი ვეიპაუის მრუდში მრუდში ჩასოლილი ანუ გაჭედილი ჩაწერის სქემა

ღიანდაგის სიგანე განისაზღვრება ფორმულით:

$$S_{\Sigma} = q_{\max} + f_b - f_a + 4 \quad (1.23)$$

$$f_6 = \frac{\lambda_1^2}{2R_1} \quad (1.24)$$

$$f_3 = \frac{\lambda_2^2}{2R_2} \quad (1.25)$$

$$\lambda_1 = L_0/2 + b_1 \quad (1.26)$$

$$\lambda_2 = L_0/2 + b_2 \quad (1.27)$$

ხოლო

$$b_1 = \frac{L_0 \text{ rigr}}{2 R_1} \quad (1.28)$$

და

$$b_2 = \frac{L_0 \text{ rigr}}{2 R_2} \quad (1.29)$$

1.4.4. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში სამღერძიანი ეკიპაჟის ნაწერის პირობით

ლიანდის სიგანე მრუდებში სამღერძიანი ეკიპაჟებისათვის განისაზღვრება გაჭკეილი ან ნორმალურ-იძულებითი ნაწერის პირობით. ამ შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს სამღერძიანი ეკიპაჟების შუა და განაპირა ღერძების განივი წაცურების ღრეჩოების სიდიდეები. სამღერძიანი ეკიპაჟების განაპირა ღერძების წაცურების ღრეჩოები η_1 ერთი და იგივე სიდიდისაა, ხოლო შუა ღერძის ღრეჩოს η_2 -ს η_1 -საგან განსხვავებული მნიშვნელობა შეიძლება ჰქონდეს.

ა. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში სამღერძიანი ეკიპაჟის გაჭკეილი ნაწერის პირობით.

წაცურების ღრეჩოების ჯამური მნიშვნელობის $\sum \eta = \eta_1 + \eta_2$. წრიული მრუდის R რადიუსისა და ხისტი ბაზის L_0 სიგრძის მიხედვით სამღერძიანი ეკიპაჟების მრუდში ნაწერის დროს სამ შემთხვევას შეიძლება ჰქონდეს ადგილი:

1. როცა წაცურების ღრეჩო გამოყენებული არ არის (ნახ.1.18);
2. როცა $\sum \eta \geq f_6$, მაშინ გარე რელსს შეიძლება ებჯინებოდეს სამივე ღერძის თელის ქიმები (ნახ.1.19-ა);

3. როცა $\sum \eta < f_s$, მაშინ გარე რელსს ეხება მხოლოდ განაიირა ღერძების თელის კიშები (ნახ.1.19-ბ).

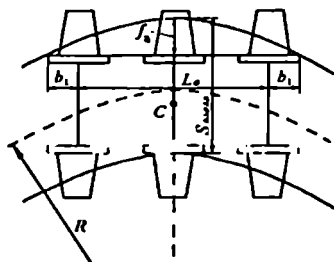
პირველ შემთხვევაში, როცა ეკიპაჟის განივი წაცურების ღრეჩო გამოყენებული არ არის (ან ღერძებს განივი წაცურების ღრეჩოები არ გააჩნიათ), ლიანდის სიგანე მრუდებში განისაზღვრება ფორმულით (ნახ.1.18):

$$S_{\text{განა}} = q_{\text{max}} + f_s + 4 \quad (130)$$

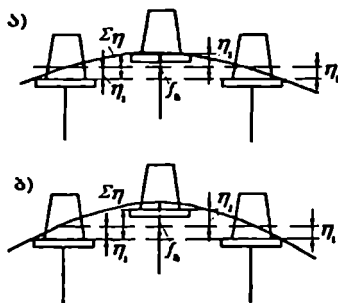
$$f_s = \frac{\lambda_1^2}{2(R_1 + S_0/2)} \quad (131)$$

$$\lambda_1 = L_0/2 + b_1 \quad (132)$$

$$b_1 = \frac{L_0 \text{ rig } \tau}{R_1} \quad (133)$$



ნახ.1.18. სამღერძიანი ეკიპაჟის მრუდში გატეკილი ჩაწერის სქემა



ნახ.1.19. სამღერძიანი ეკიპაჟის ღერძების მრუდში გარე რელსის მიმართ განლაგების სქემა

უჩუტეს შუმთხევეაში სამლურძიანი ხისტი ბაზა გაჭეკილი ჩაწერის შუმთხევეაში მრუდში განლაგდება ნახ.1.19-ა-ზე მოყვანილი სქემის მიხედვით ე.ი. ადგილი აქვს მეორე შუმთხევეას, როცა $\sum \eta \geq f_b$, რაც იმას ნიშნავს, რომ ღერძების განივი წაცურების ღრუთ მთლიანად არის გამოყენებული. მაშინ ლიანდის სიგანე საილერსიანი ე.ი.იპავის მრუდში გაჭეკილი ჩაწერის პირობით ტოლი იქნება

$$S_{\text{საქმ}} = q_{\text{მა}} + f_b - f_2 + 4 \quad (1.34)$$

$$f_b = \frac{\lambda_1^2}{2R_1} \quad (1.35)$$

$$\lambda_1 = L_0/2 + b_1 \quad (1.36)$$

$$b_1 = \frac{L_0 \cdot r \cdot i \cdot g \cdot r}{2R_1} \quad (1.37)$$

$$f_2 = \frac{\lambda_2^2}{2R_2} \quad (1.38)$$

$$\lambda_2 = L_n/2 + b_2 \quad (1.39)$$

$$b_2 = \frac{L_0 \cdot r \cdot i \cdot g \cdot r}{2R_2} \quad (1.40)$$

მესამე შუმთხევეაში, როცა $\sum \eta < f_b$, შუა ღერძის თელის ქიმი ევჯახება გარე რელსის მუშა წახნავს და მისი განივი წაცურების ღრუთ ჯერ კიდევ მთლიანად არ არის გამოყენებული (ნახ.1.9-ბ). ამ შუმთხევეაში ლიანდის სიგანე ტოლი იქნება

$$S_{\text{საქმ}} = q_{\text{მა}} + f_b + 4 - \sum \eta \quad (1.41)$$

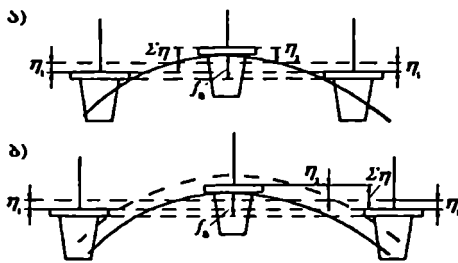
$$f_b = \frac{\lambda_1^2}{2R_1} \quad (1.42)$$

$$\lambda_1 = L_1/2 + b_1 \quad (1.43)$$

$$b_1 = \frac{L_0 \cdot r \cdot i \cdot g \cdot r}{2R_1} \quad (1.44)$$

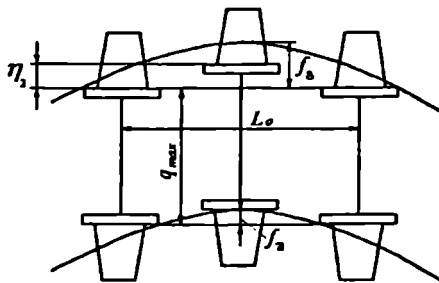
$$\sum \eta = \eta_1 + \eta_2 \quad (1.45)$$

ღერძების ანალოგიური განლაგება შესაძლებელია შიგა სარელსო ძაფის მიმართაც (ნახ.1.20)



ნახ.120. სამღერძიანი ეკიპაჟის ღერძების მრუდში შიგა რელსის მიმართ განლაგების სქემა

უმეტეს შემთხვევაში გატევილი ჩაწერისას სამღერძიანი ეკიპაჟის ხისტი ბაზა მრუდში განლაგდება შემდეგი სქემით (ნახ.121).



ნახ.121 გატევილი ჩაწერის შემთხვევაში სამღერძიანი ეკიპაჟის ღერძების მრუდში განლაგების სქემა

მრუდში ეკიპაჟის ღერძების ამგვარი განლაგების კრიტერიუმს წარმოადგენს შეიძლები გამოსახულება $\sum \eta \geq f_s$. მაშინ ლიანდის სიგანე განისაზღვრება ფორმულით (123). იმ შემთხვევაში როცა $\sum \eta < f_s$, მაშინ ლიანდის სიგანე განისაზღვრება ფორმულით (141).

ბ. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში სამღერძიანი ეკიპაჟის ნორმალურ-იძულებითი ჩაწერის პირობით.

ნორმალურ-იძულებითი ჩაწერა ეწოდება ისეთ ჩაწერას, რომლის დროსაც ლიანდის $S_{ლიანდ}$ სიგანე ტოლია ან მეტია გატევილი ჩაწერის პირობით განისაზღვრულ ლიანდის სიგანეს დამატებული ღრეჩოს მინიმალური სიგანის ნახევარი, ე.ი.

$$S_{\text{საფრთხე}} \geq S_{\text{პროექტი}} + \delta_{\text{მ}} / 2 \quad (1.46)$$

სადაც $S_{\text{პროექტი}}$ – ლიანდის სიგანე მრუდში ეკიპაჟის გატეკილი ჩაწერის პირობით;

$\delta_{\text{მ}}$ – ღრეჩოს მინიმალური სიგანე თელის ქიმსა და რედსის მუშა წახნაგებს შორის.

შვეიტანოთ (1.34)-ის მნიშვნელობა (1.46)-ში, ჩაშინ

$$S_{\text{საფრთხე}} = q_{\text{მ}} + f_{\text{ბ}} - f_{\text{ვ}} + \delta_{\text{მ}} / 2 + 4 \quad (1.47)$$

4.4.5. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა ჩაწერის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით

ლიანდის სიგანის განსაზღვრა ჩაწერის დინამიკური მახასიათებლებით ითვალისწინებს მოძრავი შემადგენლობის ლიანდაგზე ძალისმიერი ზემოქმედების დინამიკურ ფაქტორებს.

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით ლიანდის სიგანის განსაზღვრისას მრუდებში საჭიროა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- ლიანდის საჭირო სიგანის განსაზღვრა მრუდებში დადგენილი სიჩქარეების რეალიზაციისათვის;
- მოძრაობის დასაშვები სიჩქარეების დადგენა მრუდებში ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით.

ლიანდის სიგანის განსაზღვრის გაანგარიშება მრუდებში ეკიპაჟის ჩაწერის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით ინტ. კ.პ. კოროლიოვის მეთოდით სამ ეტაპად სრულდება:

- ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების განსაზღვრა; ჩაწერის გაანგარიშება ლიანდაგის აბსოლუტურად ხისტი კონსტრუქციის შემთხვევაში;
- ჩაწერის გაანგარიშება ლიანდაგის დრეკადი კონსტრუქციის შემთხვევაში.

4.4.6. ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების განსაზღვრა

ამ შემთხვევაში ეკიპაჟი წარმოდგენილია სწორხაზოვანი მონაკვეთის სახით, რომელიც მის გრძივ ღერძს წარმოადგენს, ხოლო სარელსო ძაფები წარმოდგენი-

ლია ორი კონცენტრირებული წრის სახით, მათ შორის σ ღრეწოთი. σ ღრეწოს მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

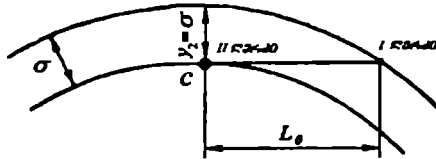
$$\sigma = S - q_{max} \quad (1.48)$$

სადაც S - ლიანდის სიგანეა მრუდებში გაგანიერების გათვალისწინებით;

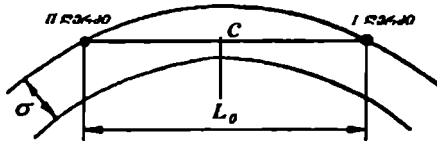
q_{max} - თელის ქიმებს შორის მაქსიმალური მანძილი.

განგარიშებებისათვის საჭიროა ეკიპაის მრუდში განლაგების ზღერული ზომების დადგენა. პრაქტიკულად მრუდებში ეკიპაის განლაგების შემდეგი ზღერული სქემები არსებობენ:

1. ხისტი ბაზის მიმმართველი წინა ღერძის თელის ქიმი ებჯინება გარე რელსის მუშა წახნაგს, ხოლო უკანა მიმმართველი ღერძის თელის ქიმი კი - შიგა რელსის მუშა წახნაგს (ნახ.1.22). ამ შემთხვევაში უკანა ღერძის თელის ქიმსა და გარე რელსის მუშა წახნაგს შორის ღრეწო $\sigma = \gamma_{კრ}$. ასეთ შემთხვევას ხისტი ბაზის *ირიბი* განლაგება ეწოდება.
2. ხისტი ბაზის პირველი და ბოლო ღერძების თელეების ქიმები ებჯინება გარე რელსის მუშა წახნაგს. ასეთ შემთხვევაში უკანა თელისა და გარე რელსის მუშა წახნაგებს შორის ღრეწოს ზღერული მნიშვნელობა $\gamma_{კრ} = 0$ (ნახ.1.23). მრუდში ეკიპაის ამგვარ განლაგებას ხისტი ბაზის *ქორდაზე* განლაგება ეწოდება.

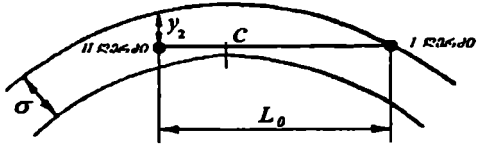


ნახ.1.22. მრუდში ეკიპაის ირიბი განლაგება

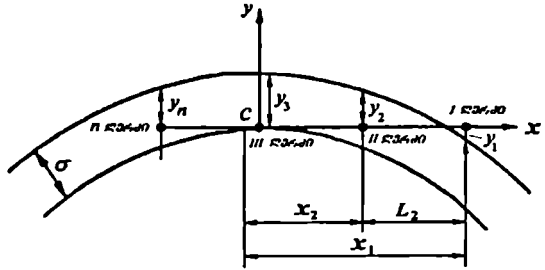


ნახ.1.23. ეკიპაის მრუდში ქორდაზე განლაგების სქემა, როცა უკანა მიმმართველ თელსა და გარე რელსის მუშა წახნაგს შორის ღრეწო $\gamma_{კრ} = 0$

თუ ხისტი ბაზის მრუდში განლაგებისას უკანა მიმართებული ღერძის თელის ქიშა და გარე რელსის მუშა წახნაგებს შორის ღრულის სიღიდე იცვლება ფარგლებში $0 < y_{\text{ღრუ}} < \sigma$. მაშინ ხისტი ბაზის ღრულოთი განლაგებას აქვს ადგილი (ნახ.1.24).



ნახ.1.24. ეკიპაჟის მრუდში „ღრულოთი“ განლაგების სქემა, როცა $0 < y_{\text{ღრუ}} < \sigma$

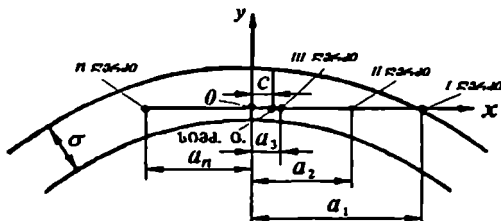


ნახ.1.25. კოორდინატთა სისტემაში მრუდში ეკიპაჟის „ღრულოთი“ განლაგების სქემა (II ვარიანტი)

ჩვეულებრივად გაანგარიშება იწყება ხისტი ბაზის მრუდში ირიბი განლაგების შემთხვევისათვის. ამგვარი განლაგებისათვის უნდა განისაზღვროს ზოგიერთი გეომეტრიული მაჩასიათებლები (ნახ.1.25):

- ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა პირველი მიმართული ღერძის მიმართ;
- მანძილი პირველი მიმართული ღერძიდან ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრამდე (პოლუსური მანძილი);
- მანძილები ხისტი ბაზის დანარჩენი ღერძებიდან მობრუნების ცენტრამდე;
- მანძილი ეკიპაჟის შუა ღერძის თელის ქიშა და გარე რელსის მუშა წახნაგამდე.

აღნიშნული მახასიათებლები განისაზღვრება კოორდინატა სისტემაში ნახ.1.26-ის მიხედვით.



ნახ.1.26. კოორდინატა სისტემაში მრუდში ეკიპაჟის „ღრეწოთი“ განლაგების სქემა (III ვარიანტი)

ა. ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა განისაზღვრება ფორმულით

$$c = \frac{\sum 2P_i a_i}{G} \quad (1.49)$$

სადაც $2P_i$ – ღერძზე მოსული დატვირთვაა;

a_i – მანძილი i -ური ღერძიდან იმ წერტილამდე, რომლისთვისაც უნდა განისაზღვროს ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა (ნახ.1.25);

G – ეკიპაჟის წონა.

ბ. მანძილი პირველი მიმმართველი ღერძიდან ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრამდე ტოლია

$$x_1 = \frac{(y_{\text{სიმძ. ც.}} - y_1)R}{L_{\sigma-1}} + \frac{L_{\sigma-1}}{2} \quad (1.50)$$

სადაც $y_{\text{სიმძ. ც.}}$ – მანძილი უკანა ღერძის თელის ქიზისა და გარე რელსის მუშა წახნაგებს შორის;

y_1 – იგივე პირველი ღერძისათვის;

$L_{\sigma-1}$ – მანძილი პირველ და ბოლო მიმმართველ ღერძებს შორის;

R – წრისული მრუდის რადიუსი.

ეკიპაჟის მრუდში ირიბი განლაგების შემთხვევაში

$$x_1 = \frac{\sigma R}{L_{\sigma-1}} + \frac{L_{\sigma-1}}{2} \quad (1.51)$$

$$\sigma = \frac{2L_{n-1} \times x_1 - L_{n-1}}{2R} \quad (1.52)$$

გ. მანძილი ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრიდან დანარჩენ ღერძებამდე ტოლი იქნება:

$$x_i = x_1 - L_i \quad (1.53)$$

ხადაც x_1 - პოლუსური მანძილია;

L_i - მანძილი პირველი მიმართველი ღერძიდან იმ ღერძამდე, რომლისთვისაც განისაზღვრება x_i .

დ. მანძილები თელის ქიმის მუშა წახნაგებიდან გარე რელსის მუშა წახნაგებამდე შესაბამისი ღერძებისათვის:

$$y_1 = y - \frac{x_1^2}{2R} \quad (1.54)$$

$$y_2 = y - \frac{(x_1 - L_1)^2}{2R} \quad (1.55)$$

$$y_n = y - \frac{(x_1 - L_{n-1})^2}{2R} \quad (1.56)$$

ჩვეულებრივად ეკიპაჟის მრუდში ირიბი განლაგების შემთხვევაში ცნობილია y_1 -ის მნიშვნელობა, ამიტომ (1.54) ფორმულიდან უნდა განისაზღვროს y_2 -ის მნიშვნელობა, შემდეგ კი მანძილები გარე რელსის მუშა წახნაგიდან ყველა ღერძის თელის ქიმების მუშა წახნაგებამდე.

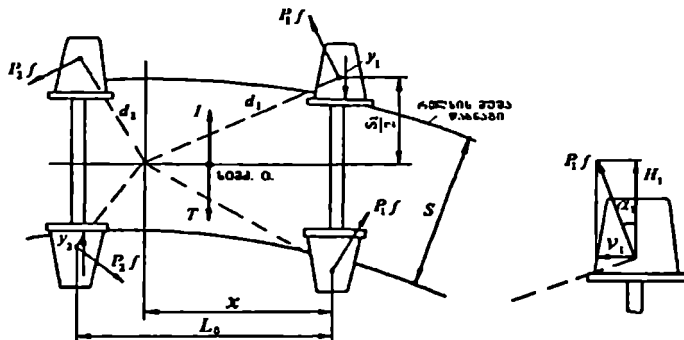
1.4.7. ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გაანგარიშება აბსოლუტურად ხისტი კონსტრუქციის ლიანდაგის შემთხვევაში

მრუდში ეკიპაჟის განლაგება დამოკიდებულია მასზე მოქმედი ძალების სიდიდეზე და მიმართულებაზე. მრუდში მოძრაობისას ეკიპაჟის ღერძების თელის ქიმები უჯახება გარე რელსის მუშა წახნაგს, რაც იწვევს მის შემობრუნებას იმ ძალების სეიმოქმედებით, რომლებიც წარმოიქმნება თელის ქიმისა და რელსის კონტაქტის წერტილში.

თვლები და ღერძები, რომლებიც განაპირობებს ეკიპაჟის შემობრუნებას მიმართველი თვლები ან ღერძები ეწოდება, ხოლო ძალებს, რომლებიც აღიძვრება

მიმართველი თელის ქიმებისა და რელსის მუშა წახნაგებს შორის მიმართველი ძალები ეწოდება (ნახ.127).

მიძრაობის პირობებში, როგორც ცნობილია თელის არტახებსა და რელსს შორის წარმოიქმნება ხახუნის ძალა P, f . ხახუნის ძალა ეწინააღმდეგება ეკიპაჟის შემობრუნებას. ეს ძალები მიმართულია ეკიპაჟის მობრუნების პოლუსიდან თელე-ბის რელსთან შეხების წერტილებში გატარებული სიხის მართობულად (ნახ.127).



ნახ.127. ეკიპაჟის თელებსა და რელსებს შორის აღძრული ძალების განლაგების სქემა

ხახუნის ძალის განივი H , მდგენელი გამოითვლება ფორმულით

$$H = \frac{P_1 f x_1}{\sqrt{x_1^2 + (S_1/2)^2}} \quad (157)$$

სადაც P_1 - თელებიდან რელსზე გადაცემული დატვირთვაა;

f - თვალსა და რელსს შორის ხახუნის კოეფიციენტი, $f=0,25$;

x_1 - მანძილი ეკიპაჟის მობრუნების ცენტრიდან შესაბამის i -ურ ღერძამდე;

S_1 - მანძილი რელსების ვერტიკალურ ღერძებს შორის, $S_1 \approx 1600$ მმ.

ხახუნის ძალის გრძივი V , მდგენელი გამოითვლება ფორმულით

$$V = \frac{P_1 f \frac{S_1}{2}}{\sqrt{x_1^2 + (S_1/2)^2}} \quad (158)$$

მრუდში მიძრაობისას ეკიპაჟზე მოქმედებს აგრეთვე ცენტრიდანული ძალა

$$I = \frac{mv^2}{R} = \frac{Gv^2}{gR} \quad (159)$$

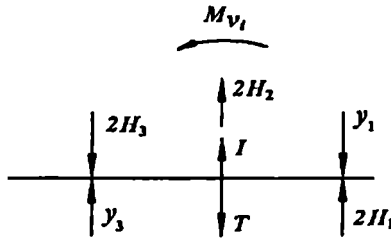
და ეკიპაჟის წონის ტანგენციალური მდგენელი წარმოქმნილი გარე რელსის შემაღლებით

$$T = \frac{Gh}{S_1} \quad (1.60)$$

სადაც G - ეკიპაჟის წონაა;

h - გარე რელსის შემაღლების სიდიდე.

უცნობი მიმართული ძალების სიდიდის განსასაზღვრა შეიძლება ეკიპაჟზე მოქმედი ყველა ძალის წონასწორობის პირობით (ნახ.1.28). ეკიპაჟზე, რომელიც წარმოდგენილია სწორი ხაზის მონაკვეთის სახით, მოქმედებენ განივი H_1 , გრძივი V_1 , ცენტრიდანული I და ტანგენციალური T ძალები.



ნახ.1.28. ეკიპაჟზე ძალებისა და მომენტების მოდების სქემა

ხაზუნის ძალის გრძივი მდგენელი V_1 , წარმოქმნის მომენტს $M = \frac{S_1}{2} \sum V_1$, რომელიც ხელს უშლის ეკიპაჟის მობრუნებას. წონასწორობის პირობისათვის ყველა ძალა დაუბაგებოდნა ვერტიკალურ ღერძზე, ხოლო მომენტების ჯამი ავიდნა ეკიპაჟის სიმიბის ცენტრის მიმართ, რელსის თავის ღონეზე, მაშინ

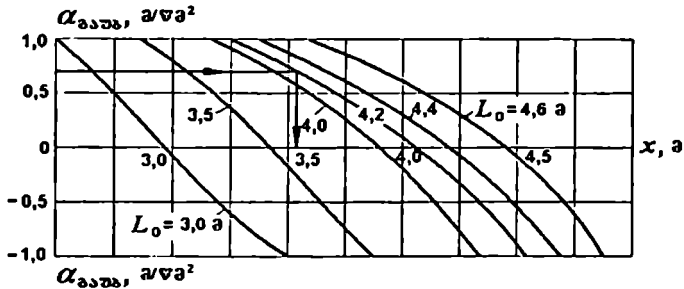
$$\left. \begin{aligned} \sum Y &= \sum 2H_1 + \sum Y_1 + I - T = 0 \\ \sum M &= \sum M_y + \sum M_w + \frac{S_1}{2} \sum 2V_1 = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1.61)$$

ამ სისტემის ამოხსნით შეიძლება განისაზღვროს მიმართული ძალების სიდიდეები.

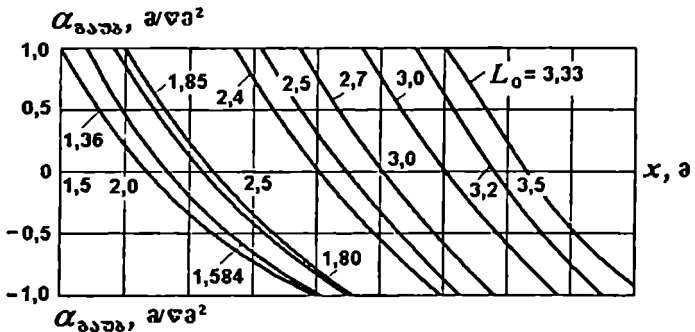
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული მრუდში ეკიპაჟის განლაგების სქემა მასზე მოქმედ ძალებზე და მოკიდებული, გამსაკუთრებით კი ცენტრიდანულ I და ტანგენციალურ T ძალებზე. ამიტომ სისტემის ამოხსნის შემდეგ ანალიზი უნდა გაუკეთდეს მიღებულ შედეგებს და შემდეგ გაგრძელდეს დანარჩენი გაანგარიშებები.

მაგალითად, თუ $y_n < 0$ ირიბი ან ქორდული ჩაწერის შემთხვევაში, ან $y_n \neq 0$ ღრუ-
ნოთი ჩაწერის პირობებში, მაშინ ადგილი აქვს ეკიპაჟის მრუდში განლაგების არა-
რეალურ სქემას მოცემული სინქარუებისათვის. ამიტომ უნდა განხილულ იქნეს ჩაწ-
ერის სხვა სქემა მოძრაობის იმავე სინქარისათვის ან იგივე სქემა მოძრაობის სინ-
ქარის სხვა სიდიდისათვის.

გაანგარიშების გადავიღების მიზნით, მრუდში ეკიპაჟის განლაგების სქემის
შესარჩევად და მისი შესაბამისი პოლუსური x მანძილის დასადგენად უნდა ვისარ-
გებლოთ ნომოგრამებით (ნახ.129 და ნახ.130).



ნახ.129. x მანძილის და $n_{\text{კაჟა}}$ დამოკიდებულების ნომოგრამა სამღერძიანი ეკიპაჟებისათვის

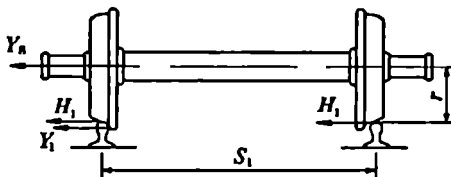


ნახ.130. x მანძილის და $n_{\text{კაჟა}}$ დამოკიდებულების ნომოგრამა ორღერძიანი ეკიპაჟებისათვის

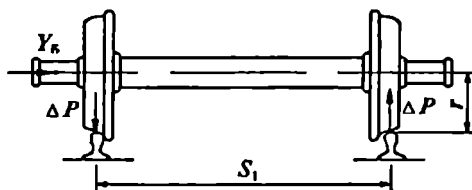
ეკიპაჟის ლიანდაგზე 'ხეობქმელების' შეფასებისათვის მნიშვნელოვანია აგრეთვე გვერდითი და ჩარჩო ძალების გაელენა.

გვერდითი ძალა $Y_{\text{თ}}$ (ნახ.131) წარმოადგენს მიმმართველი ძალებისა და ხახუნის ძალის გაჩევი მდგენელის აღგებრულ ჯამს აღებულს განსახილველი თელისათვის

$$Y_{\text{თ}} = Y_i \pm H_i \quad (1.62)$$



ნახ.131. თვალზე გვერდითი ძალების მოღებების სქემა



ნახ.132. თვალზე ვერტიკალური ძალების გადანაწილების სქემა

ჩარჩო ძალა Y_i - არის ეკიპაჟის ჩარჩოდან წვეილთვალზე გადაცემული დატვირთვა. ჩარჩო ძალის მნიშვნელობა ტოლია მიმმართველი ძალისა და ხახუნის ძალის გაჩევი მდგენელების აღგებრული ჯამისა აღებული ორთავე თვალისათვის

$$Y_{\text{ჩ}} = Y_i \pm 2H_i \quad (1.63)$$

ჩარჩო ძალა იწვევს ხარულსო ძაფებზე ვერტიკალური დატვირთვების გადანაწილებას. ვერტიკალური დატვირთვების ცვალებადობა რელსების მიმართ ტოლია (ნახ.132)

$$\Delta P = \frac{Y_{\text{ჩ}} r}{S_1} \quad (1.64)$$

სადაც r - თელის რადიუსია.

მაშინ ვერტიკალური დატვირთვა რელსებზე ტოლი იქნება

$$P = P_{\text{თ}} \pm \Delta P \quad (1.65)$$

ხახუნის ძალის განივი H , მდგენელის მნიშვნელობა, რელსებზე ვერტიკალური დატვირთვების გადანაწილების გათვალისწინებით ტოლია

$$H_{\text{კაბ}} = \frac{H(P_{\text{კა}} + \Delta P)}{P_{\text{კა}}} \quad (1.66)$$

$$H_{\text{კაბ}} = \frac{H(P_{\text{კა}} - \Delta P)}{P_{\text{კა}}} \quad (1.67)$$

ხახუნის ძალის მნიშვნელობის კორექტირების შემდეგ გვერდითი ძალების მნიშვნელობები ნებისმიერი ლერძისათვის გამოითვლება ფორმულებით (ცხრილი 12).

ცხრილი 12

თივლების მდგომარეობა მობრუნების პოლუსის მიმართ	თივებისათვის, რომლებიც მოძრაობენ	
	გარე რელსზე	შიგა რელსზე
მობრუნების პოლუსის წინ	$Y_A = Y_i - 2H_i$ $Y_{\text{კა}} = Y_i - H_i^2$	$Y_A = Y_i + 2H_i$ $Y_{\text{კა}} = Y_i + H_i^2$
მობრუნების პოლუსის უკან	$Y_A = Y_i + 2H_i$ $Y_{\text{კა}} = Y_i + H_i^2$	$Y_A = Y_i - 2H_i$ $Y_{\text{კა}} = Y_i - H_i^2$

ცხრილი 13

მოძრაივი შემადგენლობის ტიპი	α კოეფიციენტი
ელმაგალი ВЛ180 ¹	0,003 + 0,004
ელმაგალი ВЛ141	0,005
ელმაგალი ЧС2	0,004 + 0,005
ელმაგალი ЧС4	0,003 + 0,004
ელექტრომატარებლები ЭР1, ЭР11 ЭР22	0,003
თბომაგალი ТЭП60 ²	0,003 + 0,004
თბომაგალი ТЭ7 ³	0,004 + 0,005
ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონები ЦНИИ-ХЗ-О ურიკებით	0,003 + 0,0035
ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონები УВ3-9М ურიკებით	0,003 + 0,0035
სამგზავერო ვაგონები КВ3- ЦНИИ ურიკებით	0,003

შენიშვნა: 1 - როცა მოძრაობის სიჩქარე $v > 40$ კმ/სთ; 2 - პირველი მნიშვნელობა, როცა $v > 70$ კმ/სთ, მეორე მნიშვნელობა, როცა $v \leq 70$ კმ/სთ; 3 - ბუქსებში დრეკალი ჩისაბჯენების არსებობისას; პირველი მნიშვნელობა, როცა $v > 100$ კმ/სთ, მეორე მნიშვნელობა, როცა $v \leq 100$ კმ/სთ.

გვერდითი ძალების საბოლოო მნიშვნელობა მიიღება დინამიკურობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, რომელიც ტოლია:

$$k_{\text{გ}} = 1 + \alpha \quad (1.68)$$

ჩარჩო ძალების საბოლოო მნიშვნელობაც გამოითვლება დინამიკურობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით. იგი ტოლია:

$$k_{\text{ჩ}} = 1 + (0,7 + 0,8)\alpha \quad (1.69)$$

სადაც α - მოძრაობის სინქარუა;

α - კოეფიციენტი დამოკიდებული მოძრაიე შემადგენლობის ტიპზე და მოძრაობის სინქარუზე (ცხრილი 1.3).

1.4.8. ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გაანგარიშება დრეკად ლიანდაგში დინამიკური მახასიათებლებით

მრუდში ეკიპაჟის ჩაწერისას დრეკადი ლიანდაგის სარელსო ლიანდი გვერდითი ძალების შემოქმედების შედეგად განიერდება, რელსების თავების ლიანდის გარეშ დრეკადი გადაღუნვის გამო.

უნდა განისაზღვროს რელსების თავების განივი პორიზონტალური გადაადგილება

$$\Delta y = \frac{k_{\text{გ}} Y_{\text{გ}}}{\beta} \quad (1.70)$$

სადაც β - სარელსო ძაფის განივი სიხისტის დამახასიათებელი კოეფიციენტი (ცხრილი 1.4).

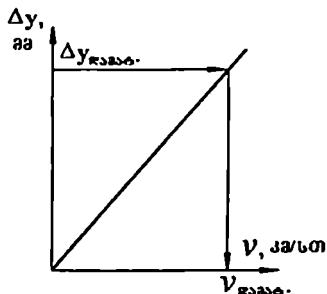
ცხრილი 1.4

რელსის ტიპი	β კოეფიციენტი, კგ/მმ	
	რკინაბეტონის შპალები	ხის შპალები
P65	2000	1800
P50	1800	1600
P43	-	1200

რელსის თავების განივი გადაადგილების სიდიდის განსაზღვრის შემდეგ უნდა დადგინდეს ეკიპაჟის მიმმართეელი ღერძების მრუდში განლაგების სქემა. ხისტი ბაზის ახალი მდებარეობისათვის უნდა განისაზღვროს ჩაწერის გეომეტრიული და ძალოვანი მახასიათებლები სემოთ ადწერილი მეთოდებით. შემდეგ ხელმეორედ უნდა განისაზღვროს რელსების თავების განივი გადაადგილების სიდიდეები მიმმა-

რთველი ღერძების ახალი მდებარეობისათვის და შედარდეს წინათ მიღებულ სიდიდეებს. თუ მათ შორის განსხვავება 5%-ს აღემატება, გაანგარიშება ხელშეორედ უნდა ჩატარდეს. შემდგომი გაანგარიშებები ჩატარდება ანალოგიურად სინქარეების სხვა მნიშვნელობებისათვის.

მიღებული შედეგები საჭიროა რელსების თავების განივი გადაწევის სინქარეებთან დამოკიდებულების გრაფიკების ასაგებად (ნახ.133).



ნახ.133. რელსის თავის გადაღუნვის სიდიდის მოძრაობის სინქარესთან დამოკიდებულების გრაფიკი

ამ გრაფიკების საშუალებით განისაზღვრება მრუდებში მოძრაობის მაქსიმალური დასაშეები სინქარეები, რელსების თავების განივი გადაწევის მაქსიმალური დასაშეები სიდიდის მიხედვით (ცხრილი 15).

ცხრილი 15

რელსის ტიპი	განივი გადაწევის დასაშეები სიდიდე, მმ	
	რკინაბეტონის შპალები	ხის შპალები
P65	5,0	5,5
P50	5,5	6,0
P43	—	7,5

1.4.9. ლიანდაგზე ეკიპაჟიდან გადაცემული განივი ძალების ზემოქმედების შეფასება გრაფიკ-პასპორტებით

მოძრაიი შემადგენლობის ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერისას ლიანდაგზე გადაცემული განივი ძალების სიდიდის განსაზღვრა შესაძლებელია პროფ. ო.ყრშოკოვის მიერ შედგენილი გრაფიკ-პასპორტების საშუალებით.

გრაფიკ-პასპორტების გამოყენება, ხშირ შემთხვევაში, მნიშვნელოვნად ამცირებს გამოთვლების მოცულობას.

გრაფიკ-პასპორტებს უწოდებენ განივი (მიმართველი, გვერდითი და ჩარჩო) ძალების და პოლუსური მანძილების დამოკიდებულებას გაუბათილებელ ანქარებასთან. გაუბათილებელი განივი ანქარება $a_{გაუ}$ წარმოადგენს ცენტრიდანული და გარე რელსის შემაღლების შედეგად წარმოქმნილ ცენტრისკენული ანქარებების სხვაობას. იგი განისაზღვრება ფორმულით

$$a_{გაუ} = \frac{v^2}{3,6^2 \times R} - g \frac{h}{S_1} \quad (1.72)$$

სადაც v - მოძრაობის სიჩქარეა, კმ/სთ;

R - წრიული მრუდის რადიუსი, მ;

g - სიმძიმის ძალის ანქარება, მ/წმ²;

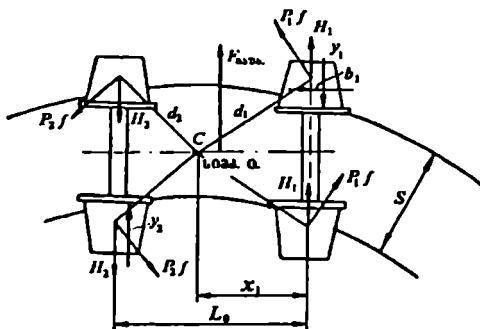
h - გარე რელსის შემაღლება, მმ;

S_1 - რელსების ღერძებს შორის მანძილი, მმ;

3,6 - განსომილების დაყვანის კოეფიციენტი $a_{გაუ}$ -ის მ/წმ²-ში მისაღებად.

მრუდში მოძრავ ეკიპაჟზე მოქმედებს ძალთა რთული სივრცობრივი სისტემა. გაანგარიშებებში დაშვებულია რიგი გამარტივებები. მიღებულია, რომ ეკიპაჟზე მოქმედი ყველა ძალა მოღებულია რელსის თავზე გამაჯად სიბრტყეზე და რომ ეკიპაჟი მოძრაობს დამყარებული სინქარით გეომეტრიულად სწორ წრიულ მრუდში, გარე რელსის თანაბარი შემაღლებით.

დაეწეროს ეკიპაჟზე მოქმედი ყველა ძალების პროექციის ჯამი ვერტიკალურ ღერძზე და ყველა ძალების მომენტების ჯამი მობრუნების ცენტრის მიმართ (ნახ.134):



ნახ.134. ორღერძიან ეკიპაჟზე ძალთა სისტემის მოდების სქემა

$$\left. \begin{aligned} 2H_1 - 2H_2 + F_{\text{საგ}} &= Y_1 - Y_2 \\ 2Pf(d_1 + d_2) + F_{\text{საგ}} \left(x - \frac{L_0}{2} \right) &= Y_1 x_1 + Y_2 (L_0 - x_1) \end{aligned} \right\} \quad (1.73)$$

სადაც $F_{\text{საგ}}$ - გაუბათილებელი განივი ძალაა, მოდებული ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრში;

P - თელიდან რელსზე გადაცემული დატვირთვა;

f - თელის რელსზე წაცურების ხახუნის კოეფიციენტი, $f = 0.25$;

L_0 - ეკიპაჟის ხისტი ბაზა;

H_1 და H_2 - ხახუნის ძალის განივი მდგენელი, მოდებული შესაბამისად პირველი და მეორე ლერძის მიმართ;

d_1 და d_2 - მანძილი მობრუნების ცენტრიდან შესაბამისად პირველი და მეორე ლერძის თვლების რელსთან კონტაქტის წერტილამდე;

$$d_1 = \sqrt{x_1^2 + (S_1/2)^2}; \quad d_2 = \sqrt{(x_1 - L_0/2)^2 + (S_1/2)^2}$$

$2Pf(d_1 + d_2)$ სიდიდე წარმოადგენს ხახუნის ძალების მომენტს, რომელიც ყოველთვის მიმართულია შემობრუნების საწინააღმდეგო მხარეს.

(1.73) სისტემის მეორე განტოლებაში უცნობია მიმართული Y_1 , Y_2 ძალებისა და პოლუსური x , მანძილის სიდიდეები.

მრუდში ეკიპაჟი, მასზე მოქმედ ძალებთან დამოკიდებულებით, შეიძლება განლაგდეს სხვადასხვა მდგომარეობაში. თუ ეკიპაჟის მოძრაობას მიმართავს გარე რელსთან კონტაქტით, მხოლოდ პირველი ლერძი (თაქისუფალი ჩაწერა), მაშინ $Y_2 = 0$ და უცნობი რჩება Y_1 და x . თუ მოძრაობას მიმართულებას აძლევს, ეკიპაჟის პირველი და მეორე ლერძი (იძულებითი ჩაწერა), მაშინ $Y_2 \neq 0$ და უცნობი რჩება Y_1 და Y_2 , ხოლო პოლუსური x , მანძილი ცნობილია. პოლუსური მანძილი $x_1 = x_{\text{max}}$, თუ მოძრაობას მიმართულებას აძლევს პირველი ლერძის თვალი გარე რელსის მეშვეობით და $x_1 = x_{\text{min}}$, თუ მოძრაობის მიმართულებას განისაზღვრავს ორივე ლერძის თვლები, ორთავე სარელსო ძაფის მეშვეობით. x_{min} და x_{max} სიდიდეები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$x_{\text{min}} = \frac{L_0}{2} + \frac{(\eta_2 - \eta_1)R}{L_0} \quad (1.74)$$

$$x_{\text{max}} = \frac{L_0}{2} + \frac{(\delta_0 + \eta_2 - \eta_1)R}{L_0} \quad (1.75)$$

სადაც L_0 - მანძილია მიმართველ ღერძებს შორის, წყნს შემთხვევაში იგუევა, რაც ეკიპაჟის ხისტი ბაზის სიგრძე;

δ_0 - ღრენო თელის ქიშა და რელსის მუშა წახნავს შორის;

η_1 და η_2 - შესაბამისად პირველი და მეორე ღერძის წაცურების ღრენოს სიდიდე;

R - წრიული მრუდის რადიუსი, მ.

ცნობილია რა პოლუსური მანძილის სიდიდეები, განტოლებათა (1.73) სისტემის საშუალებით განისაზღვრება ხახუნის ძალა და მისი მომენტი. ამის შემდეგ (1.72) ფორმულიდან განისაზღვრება გაუბათილებელი განივი აჩქარება, ხოლო ხახუნის გაუბათილებელი განივი ძალა ტოლი იქნება:

$$F_{აა} = \frac{G}{g} a_{აა} \quad (1.76)$$

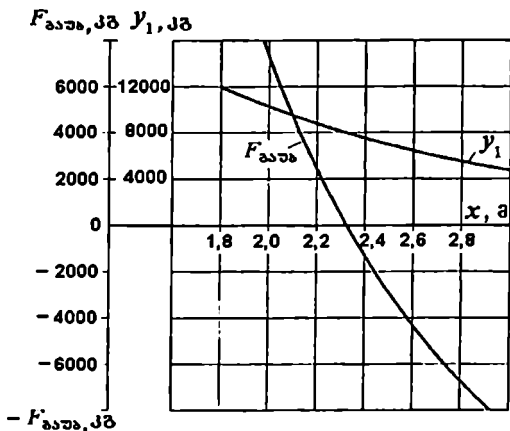
სადაც G - ეკიპაჟის წონაა.

განტოლებათა (1.73) სისტემაში ყველა ცნობილი სიდიდეების შეტანის შემდეგ, ადვილად განისაზღვრება Y_1 და Y_2 ძალების სიდიდეები.

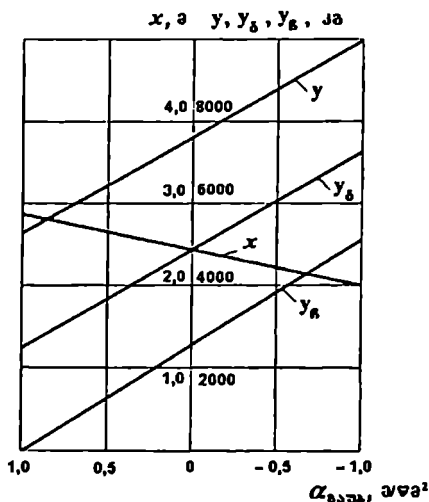
გაცილებით რთულია ამოცანის ამოხსნა, როდესაც ეკიპაჟის მოძრაობის მიმართულებას განსაზღვრავს მხოლოდ ერთი ღერძი და პოლუსური მანძილის სიდიდეც უცნობია. ასეთ შემთხვევაში განტოლებათა (1.73) სისტემა გრაფო-ანალიზური მეთოდით ამოიხსნება. უშეუბუნ პოლუსური მანძილის სხედასხვა მნიშვნელობებს $x_{min} \leq x_1 \leq x_{max}$ ფარგლებში. განტოლებათა (1.73) სისტემის საშუალებით განისაზღვრება მიმართველი Y_1 და ხახუნის გაუბათილებელი განივი $F_{აა}$ ძალები. გაანგარიშების შედეგები დაიტანება გრაფიკსე, რომლის აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია პოლუსური მანძილები x_1 , ხოლო ორდინატთა ღერძზე - ძალები Y_1 და $F_{აა}$. ასეთი გრაფიკი ოთხღერძიანი სატვირთო ეგონისათვის, ЦНИИ-ХЗ-О ურიკებით ნაჩვენებია ნახ.135-ზე.

ეკიპაჟის მოძრაობის კონკრეტული პირობებისათვის (მრუდის რადიუსი, მოძრაობის სიჩქარე, გარე რელსის შემადლებების სიდიდე), (1.72) ფორმულით განისაზღვრავენ გაუბათილებელი აჩქარების მნიშვნელობას, ხოლო (1.76) ფორმულით საშუალებით განისაზღვრავენ გაუბათილებელი განივი $F_{აა}$ ძალის სიდიდეს. შემდეგ გრაფიკის (ნახ.135) საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს $F_{აა}$ ძალის პოლუსური x_1 მანძილის მნიშვნელობა. ცნობილია, რა x_1 -ის სიდიდე ამავე გრაფიკი-

დან განისაზღვრება მიმართული Y_1 ძალის მნიშვნელობა, რის შემდეგ გამოითვლება გეგმადითი $Y_{გ}$ და ჩარჩო Y_4 ძალების სიდიდეები.



ნახ.135. ЦНИИ-ХЗ-О ურიკაზე მოქმედ ძალთა გრაფიკი



ნახ.136. ოთხღერძიანი ЦНИИ-ХЗ-О ურიკეებიანი ეავონის ლიანდაგზე განივი ზემოქმედების გრაფიკი-პასპორტი

გაუბათილებელი $a_{\text{გაუ}}$ აჩქარების სხვადასხვა მნიშვნელობის გამოსათვლელად გაანგარიშებების სერიის ჩატარების შემდეგ, განისაზღვრება პოლუსური მანძილები, მიმმართველი, განივი და ჩარჩო ძალების შესაბამისი მნიშვნელობები. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აიგება მრუდში ეკიპაჟის ლიანდაგზე განივი ზე-მოქმედების გრაფიკი-პასპორტი. ნაბ.1.36-ზე ნაჩვენებია მრუდში ЦИИИ-ХЗ-О ურიკებიანი ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონის ლიანდაგზე ზემოქმედების გრაფიკი-პასპორტი

აქამად აგებულია ყველა ძირითადი ტიპის ეკიპაჟების გრაფიკ-პასპორტები, რომელთა ანალიზი გეინვენებს, რომ განივი ძალები გაუბათილებელი აჩქარების სიდიდესთან ხაზობრივ დამოკიდებულებაშია. ამ დამოკიდებულებების მიხედვით შედგენილია ცხრილი 1.6.

გრაფიკ-პასპორტების გამოყენებით, შეიძლება დადგინდეს მრუდში ეკიპაჟის დადგენილი სიჩქარით მოძრაობის შესაძლებლობა და ლიანდის სიგანე თავისუფალი ჩაწერის პირობით.

ცნობილია რა მოძრაობის სიჩქარე, მრუდის რადიუსი და გარე რელსის შემადგენლობა, (1.72) ფორმულით განისაზღვრება $a_{\text{გაუ}}$ მნიშვნელობა და გრაფიკ-პასპორტებიდან ამოიღება $a_{\text{გაუ}}$ შესაბამისი გვერდითი $Y_{\text{გ}}$ ძალის და პოლუსური x , მანძილის სიდიდეები. $Y_{\text{გ}}$ ძალის გრაფიკული მნიშვნელობის გამრავლებით დინამიკურობის $k_{\text{გ}}$ კოეფიციენტზე (1.71) ფორმულის მიხედვით, მიიღება გვერდითი დინამიკური $Y_{\text{გ}}^{\text{დინ}}$ ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა. $Y_{\text{გ}}^{\text{დინ}}$ ძალის მნიშვნელობას ადარებენ დასაშვებ $[Y_{\text{გ}}] = 10\text{ტ}$. მნიშვნელობას. თუ გაანგარიშების შედეგად მიღებული ძალა $Y_{\text{გ}}^{\text{დინ}} \leq 10\text{ტ}$, მაშინ ეკიპაჟის მოძრაობა ლიანდაგში $P50$ და უფრო მძიმე ტიპის რელსებით, დასაშვებია.

პოლუსური x , მანძილის განსაზღვრის შემდეგ დადგინდება რელსის მუშა წახნაგსა და თელის ქიმს შორის მინიმალური თავისუფალი δ_0 ღრენოს სიდიდე. ამისათვის (1.75) განტოლებაში $x_{\text{მინ}}$ -ის ნაცვლად შეიტანება x -ის მნიშვნელობა და განისაზღვრება δ_0 .

ლიანდის სიგანე თავისუფალი ჩაწერის პირობით განისაზღვრება ფორმულით:

$$S_{\text{მ}} = q_{\text{მინ}} + \delta_0 + 4 \quad (1.77)$$

პროექტის სახელი	პროექტის კოდი	პროექტის კატეგორია	პროექტის სახელი	პროექტის კოდი	პროექტის კატეგორია	განყოფილების სახეობები		ჩაირი Y_k
						მიმდარობელი Y	ბუნებრივი? $(Y-H_1)$	
			თემატიკური მიხედვით	კატეგორიის მიხედვით	პროექტის სახელი	პროექტის კოდი	პროექტის კატეგორია	ჩაირი Y_k
ოთხსართულიანი სატვირთო ვაგონი ЦНИИ-ХЗ-0 ურიკებით	1	2	3	4	5	6	7	
		1,85	10500	390	7870-2500 $a_{გა}$	5050-2450 $a_{გა}$	2800-2600 $a_{გა}$	
		3,50	10700	1300	8200-2500 $a_{გა}$	3400+2500 $a_{გა}$	3150-2600 $a_{გა}$	
მქსედრედახიანი სატვირთო ვაგონი საპლანკონო ურიკებით		3,50	10700	390	7170+3500 $a_{გა}$	4300+3000 $a_{გა}$	1950+3500 $a_{გა}$	
		2,70	8100	1300	7430+3500 $a_{გა}$	4500+3000 $a_{გა}$	2200+3500 $a_{გა}$	
სამგზავრო ვაგონი ЛМВ ურიკებით		2,40	7100	2000	5490+1950 $a_{გა}$	3400+1750 $a_{გა}$	1600+1950 $a_{გა}$	
სამგზავრო ვაგონი КДЗ-ЦНИИ ურიკებით		3,00	11500	2780	5540+1700 $a_{გა}$	3650+1450 $a_{გა}$	2100+1700 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		3,00	11500	2780	8150-2500 $a_{გა}$	5100+2250 $a_{გა}$	2500-2500 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		3,00	11500	2780	6250+2100 $a_{გა}$	3400+2000 $a_{გა}$	750+2200 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		4,60	11500	3450	7900+2800 $a_{გა}$	4800+2600 $a_{გა}$	2200+2800 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		4,60	10500	4560	6800-3500 $a_{გა}$	4250-3500 $a_{გა}$	1700+3500 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		4,20	10500	4500	10500+3500 $a_{გა}$	7950+3500 $a_{გა}$	5200-3500 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		2,75	10813	3770	8700+2400 $a_{გა}$	5800+2200 $a_{გა}$	3500+2400 $a_{გა}$	
უქმობის მანქანა ურიკებით $R=1000$ მ.		2,42	9050	1210	6700+2100 $a_{გა}$	4300+1900 $a_{გა}$	2350+2000 $a_{გა}$	

შენიშვნები: 1 - ფორმულაში მიღებულია თემატიკისა და რელსის შორის ხახვის კოეფიციენტისათვის $\mu_{კა}$ -0,25; ფორმულაში გამოყენების სფერო იცვლება: $a_{გა} = 0,5 - 1,0$ მმ-ზე ფარგლებში;

- 2 - ბუნებრივი ძალები განსაზღვრულია ჩარჩო ძალებისაგან გადატვირთვის გათვალისწინებით;
- 3 - ბუნებრივი ძალებისათვის შენეშელებული ურიკებით ფორმულაში მოხაზვლია მრუდის საშუალო რადიუსისათვის 1000 მეტრი (750 მეტრიდან 1250 მეტრამდე); შენეშელებული ურიკების შემთხვევაში ფორმულაში არ არის დამოკიდებული მრუდის რადიუსის სიდიდეზე;

1.4.10. ეკიპაჟების ლიანდაგში ჩაწერის გაანგარიშების თავისებურებები

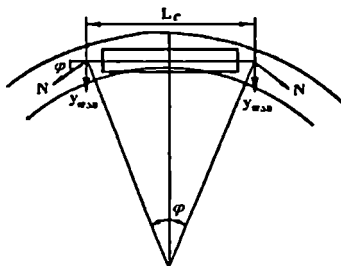
მატარებელზე გრძივი ძალების ზემოქმედების გათვალისწინებით

მიღებული მეთოდის თანახმად ლიანდის სიგანე განისაზღვრება ურთულე ეკიპაჟების ლიანდაგში ჩაწერის პირობით. მაგრამ ეს ეკიპაჟები ლიანდაგში მოძრაობენ მატარებლების შემადგენლობაში, რომელზედაც მოქმედებს გრძივი გამჭიმავი და მკუმშავი ძალები, რომლებსაც შეუძლიათ მნიშვნელოვნად შეცვალონ ეკიპაჟების განლაგების მდგომარეობა. გრძივი ძალების ზემოქმედებით იცვლება აგრეთვე ეკიპაჟების ლიანდაგზე განივი ზემოქმედების ხარისხი, განსაკუთრებით კი მცირერადიუსიან მრუდებში.

მატარებლის გრძივი დინამიკისა და ამ დროს აღძრული ძალების საფუძვლიანად შესწავლამ აჩვენა, რომ მატარებელზე მოქმედი გრძივი ძალების სიდიდეები დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორებიცაა: მატარებლების სიჩქარე და მართვის რეჟიმი, ტვირთების სახეობა და დატვირთვის ხარისხი, ლიანდაგის პროფილი და სხვა.

ჩაწერის პირობების გაანგარიშებისას მიღებულია, რომ მატარებელი მოძრაობს დამატარებელი რეჟიმით, რომლის დროსაც გრძივი ძალების მაქსიმალური მნიშვნელობა წვეის ან რეკუპერაციული დამუხრუჭების რეჟიმში აღინიშნება ლოკომოტივისა და პირველ ვაგონს შორის. წვეის რეჟიმში გამჭიმავი ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა სხვადასხვა პირობებში $3+38$ ტონამდე იცვლება. დამუხრუჭების რეჟიმში. განსაკუთრებით რეკუპერაციული დამუხრუჭებისას კი, მატარებლის თავში გრძივი მკუმშავი ძალის სიდიდე $15+90$ ტონამდე იცვლება.

წვეის რეჟიმში გრძივი N ძალის განივი $Y_{გაბ}$ მდგენელი ცდილობს ვაგონის მასა გადაადგილოს მრუდის შიგნით. განივი ძალის სიდიდე, რომელიც მოქმედებს ეკიპაჟის ავტოგადაბმულობაზე ტოლია (ნახ.137)



ნახ.137. ვაგონის ავტოგადაბმულობაზე განივი ძალების მოდების სქემა

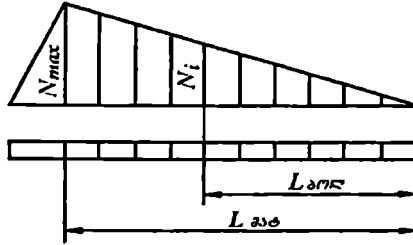
$$Y_{\text{გაბ}} = N \sin \varphi \quad (1.78)$$

$$\sin \varphi \approx \frac{L_{\text{გბ}}}{R} \quad (1.79)$$

სადაც N – წევის ძალაა;

$L_{\text{გბ}}$ – ავტოგადაბმულობის ღერძებს შორის მანძილი;

R – წრიული მრუდის რადიუსი.



ნახ.1.38. შემადგენლობაზე წევის ძალის მოდების ეკიურა

წევის ძალა, რომელიც მოქმედებს ვაგონზე ტოლია (ნახ.1.38)

$$N = N_{\text{max}} \frac{L_{\text{გბ}}}{L_{\text{გაბ}}} \quad (1.80)$$

სადაც N_{max} – ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობაა ლოკომოტივისა და პირველ ვაგონს შორის;

$L_{\text{გბ}}$ – მატარებლის ბოლო ნაწილის სიგრძე, აღებული კეფის მიმართ;

$L_{\text{გაბ}}$ – მატარებლის სიგრძე.

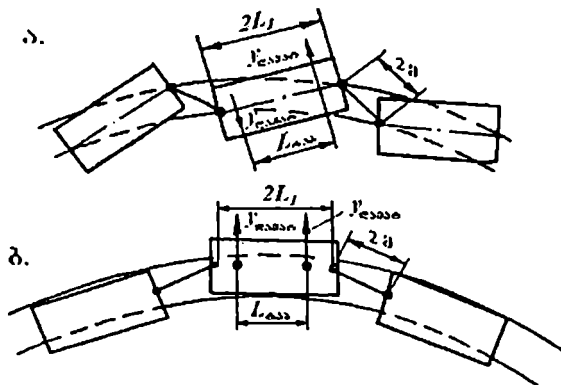
ვაგონის საყრდენი მოწყობილობების მეშვეობით $Y_{\text{გაბ}}$ ძალა ძარას გადაეცემა.

$Y_{\text{გაბ}}$ ძალის ზემოქმედებით ვაგონის ურიკის უკანა ღერძები გადაადგილდება შიგა რელსისაკენ. მათი პოლუსური მანძილი იზრდება და ღერძების ზემოქმედების ხარისხი გარე რელსის მიმართ რამდენადმე მცირდება.

დამუხრუჭების შედეგად შექმნილ მატარებელში ვაგონების ურთიერთგანლაგების სქემა შეიძლება სხვადასხვანაირი იყოს (ნახ.1.39).

პირველი ეარიანტის (ნახ.1.39-ა) თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ვაგონის ბოლოებში მოდებული გრძივი ძალის განივი მდგენელი მიმართულია სხვადასხვა მიხარეს და ცდილობენ შემოაბრუნონ ვაგონი ვერტიკალური ღერძის მიმ-

ართ. ამასთან ვაგონის ერთი ურიკის განივი ზემოქმედების ხარისხი ლიანდაგზე იზრდება, ხოლო პოლუსური მანძილი მცირდება.



ნახ.139. მოძრავი შემადგენლობის ვაგონების მრუდებში განლაგების სქემები

მეორე ურიკის ლიანდაგზე განივი ზემოქმედების ხარისხი მცირდება და იგი ლიანდაგში იჭერს ისეთ მდგომარეობას, რომელიც მაქსიმალურ პოლუსურ მანძილს შეესაბამება.

ვაგონების მრუდში განლაგების მეორე ვარიანტის დროს (ნახ.139-ბ) გრძივი ძალების განივი მდგენელები მიმართულია ერთ მხარეს და იწვევს ეკიაეის ლიანდაგზე განივი ზემოქმედების ზრდას და ორთავე ურიკაზე პოლუსური მანძილის შემცირებას.

ურიკების ლიანდაგზე განივი ზემოქმედების აბსოლუტური მნიშვნელობა მეორე ვარიანტის დროს ნაკლებია ვიდრე პირველი ვარიანტის შემთხვევაში.

გრძივი ძალების ზემოქმედებით აღძრული განივი ძალების მნიშვნელობები, გადაცემული ურიკის ტაბიკებზე განისაზღვრება ფორმულით

$$Y_{\text{გაბ}} = \frac{4N \cdot \Delta}{L_{\text{გაბ}}^2} \left(\frac{L_1^2}{m} + L_1 \right) \pm N \frac{L_{\text{აბ}} - \Delta m}{R} \quad (1.81)$$

სადაც N – ვაგონზე მოქმედი გრძივი ძალაა, უგულებელყოფილია, რა ვაგონის მოძრაობის წინაღობა, მიღებულია, რომ N ძალა თანაბარია მატარებლის კეტში, ვაგონის მარჯვენა და მარცხენა მხარეს;

$L_{\text{გაბ}}$ – ურიკების ტაბიკებს შორის მანძილი;

$2L_{\text{აბ}}$ – ავტოგადაბმულობის ღერძებს შორის მანძილი;

$2L_1$ - ავტოგადამუშავების მისაბეჭდენ ფილებს შორის მანძილი;

m - ავტოგადამუშავების სიგრძე, $m=1$ მ;

Δm - მშთანთქავი აპარატის შეკუმშვის სიდიდე, როცა მრუდის რადიუსი $R \geq 100 - 150$ მ, მაშინ $\Delta m = 0$;

Δ - ძარის საკუსლე კეუთის წაბერა ლიანდაგის ღერძის მიმართ;

R - წრიული მრუდის რადიუსი.

ვიცით, რა დამატებითი $Y_{\text{დატ}}$ ძალის მნიშვნელობა მატარებლის მოძრაობის ექველა რეჟიმისათვის, შეიძლება ჩავატაროთ მატარებლის შემადგენლობაში შემავალი ეკიპაჟების ლიანდაგში ჩაწერის პრაქტიკული გაანგარიშებები.

ამისათვის განვსაზღვროთ დამატებითი $Y_{\text{დატ}}$ ძალის შესაბამისი ფიქტიური დამატებითი აჩქარება

$$\alpha_{\text{ფიქ}} = \frac{Y_{\text{დატ}} \times g}{Q_{\text{დატ}}} \quad (1.82)$$

სადაც $Q_{\text{დატ}}$ - ეკიპაჟის ძარის წონაა;

g - სიმძიმის ძალის აჩქარება.

ესარგებლობთ რა გრაფიკ-პასპორტებით (ნახ.1.36), ვიღებთ $\alpha = \alpha_{\text{საბა}} + \alpha_{\text{ფიქ}}$ -ის შესაბამის Y_1 და x_1 მნიშვნელობებს. ასევე ვისაზღვრავთ $Y_{\text{დატ}}$ და Y_1 გვერდით ძალებს ფორმულების (1.62) და (1.63) დახმარებით.

განივი ძალების სიდიდის განსაზღვრისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ ცხრილის 1.6 მონაცემებით.

1.5. ლიანდის სიგანის ნორმები და დაშვებები მრუდე უბნებში

1.5.1. ლიანდის სიგანის ნორმების და დაშვებების ჩამოყალიბების მოკლე ისტორია და ძირითადი კრიტერიუმები

საქართველოს რკინიგზების ლიანდის სიგანის ნორმები დადგენილი იყო რუსეთის რკინიგზების ნორმების მიხედვით: 1524 მმ (5 ფუტი), რომელიც მიღებული იყო მოსკოვ-პეტერბურგის რკინიგზისათვის მეცხრამეტე საუკუნის ორმოციან წლებში. ლიანდის სიგანის ნორმა $S_0 = 1524$ მმ, შენარჩუნებულ იქნა 1970 წლამდე. მეოცე საუკუნის ორმოცდაათიანი წლებიდან 1970 წლამდე, ყოფილი საბჭოთა კავშირის რკინიგზებზე ტარდებოდა ცდები სწორ უბნებში ლიანდის სიგანის შემცირების

აუცილებლობის თვალსაზრისით. ლიანდის სიგანის შემცირების აუცილებლობა წარმოიშვა მატარებლების მოძრაობის სინქარების ზრდასთან დაკავშირებით. იმ მოსაზრებით, რომ შემცირებულიყო მოძრაი შემადგენლობის მიმოქანებითი მოძრაობის ამპლიტუდა. მიმოქანებითი მოძრაობის ამპლიტუდა დაშოკდებულია 8 ღრუნოს სიდიდესე რელსის მუშა წახნაგსა და თელის ქიმს შორის. ამ და სხვა მოსაზრებით 1970 წლიდან, რკინიგზების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების მოთხოვნით დადგენილ იქნა ლიანდის სიგანის ახალი ნორმები და დაშეუბები.

ლიანდის სიგანის ნორმებზე და დაშეუბებზე დიდად არის დამოკიდებული აგრეთვე მოძრაობის უსაფრთხოება, ლიანდაგის მოვლა-შენახვის, შეკეთებების სამუშაოების მოცულობა და ღირებულება.

ლიანდის სიგანის, წვეილთვალის ზომებისა და დაშეუბების ერთობლიობა განსაზღვრავს ღრუნოს სიდიდეს რელსის მუშა წახნაგსა და თელის ქიმს შორის. ღრუნოს არარსებობისას, ან მისი მინიმალური მნიშვნელობის დროს ისრდება მოძრაობისადმი წინაღობა, რელსებისა და თელის არტახების ცვეთა, წარმოიქმნება თელის ქიმის რელსის თავზე აცოცების საშიშროება. ამავე დროს ღრუნოს მაქსიმალური მნიშვნელობისას, თელის გორვის ზოლი რელსის თავზე მცირდება და გადაინაცვლებს რელსის მუშა წიბოსაკენ, რაც მკვეთრად ამცირებს მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ხარისხს და ზრდის წვეილთვალის ჩაყარდნის ალბათობას. ღრუნოს სიდიდის ზრდასთან ერთად მატულობს ეკიპაჟის განივი გაქანებისა და რელსთან თელის ქიმის მიჯახების კინეტიკური ენერგია, მცირდება თელისა და რელსის საკონტაქტო ფართობი და ვერტიკალური დატვირთვების ექსცენტრული მოდების შედეგად მკვეთრად ისრდება კონტაქტური ძაბეების მნიშვნელობები, რაც დაკავშირებულია რელსებისა და მოძრაი შემადგენლობის სავალი ნაწილების გაძლიერებულ ცვეთასთან, განსაკუთრებით მცირერადიუსიან მრუდებში.

ღრუნოს სიდიდე კიდევ უფრო ისრდება დინამიკური დატვირთვის მომენტში, რელსების დრეკადი გადაღუნვის (ლიანდის გარეთა მხარეს) და წვეილთვალის ღერძების გადაღუნვის გამო. რელსების დრეკადი გადაღუნვის შედეგად ლიანდის სიგანე 2-4 მმ-ით ისრდება, ხოლო დატვირთული მოძრაი შემადგენლობის ღერძების გადაღუნვის შედეგად წვეილთვალის სიგანე ვიწროვდება 2 მმ-ით.

მეტად მნიშვნელოვანია, რომ ღრუნოს სიდიდე ლიანდაგის მთელ სიგრძესე მკვეთრად არ უნდა იცვლებოდეს. საერთოდ ღრუნოს სიდიდის ცვალებადობა იწვევის დატვირთვებისა და ამ დატვირთვებისაგან აღძრული ძაბეების სიდიდეთა ცვალებადობას, რაც ლიანდაგს არათანაბარ მდგომარეობაში აყენებს. ღრუნოს სიდიდე

შობა. ამიტომ პრაქტიკული თვალსაზრისით ლიანდის სახიფათო სიგანედ ითვლება ისეთი სიგანე, როდესაც თელის არტახის 1/7-დან 1/20-თან გარდამავალი წერტილი დგება, რელსის თავის 13 მმ რადიუსით მომრგვალების საწყისში. ამ შემთხვევაში ლიანდის სიგანე ტოლია $1574 - 24 = 1550$ მმ (ნახ.1.40. წყვეტილი ხაზი). თუ მხედველობაში მივიღებთ ლიანდის გაგანიერებას რელსების დრეკადი განბჯენისა და ლერძების გაღუნვის გამო, ლიანდის უსაფრთხო მაქსიმალურ სიდიდედ დღეისათვის მიღებულია $\Delta_{max} = 1535 + 10 = 1545$ მმ. ლიანდის ასეთ სიგანეს კი შეესაბამება მაქსიმალური სიდიდის ღრწო 58 მმ.

სწორ უბნებში ღრწოს მაქსიმალური სიდიდე დაშეებების მაქსიმალური სიდიდეების, რელსების დრეკადი განბჯენისა და ლერძების გაღუნვის გათვალისწინებით, ყოველთვის ნაკლებია 58 მმ-ზე. ამგვარად ლიანდის სიგანე 1520 მმ, ლიანდაგის სწორ უბნებში და დიდრადიუსიან მრუდებში ყოველნაირად გამართლებულია, რადგან მისი კიდევ უფრო შემცირება იზღუდება ღრწოს მინიმალური დასაშვები მნიშვნელობით (5-7 მმ).

გერმანელი მეცნიერი გ.შრამი ამტკიცებს, რომ ლიანდის სიგანის, ე.ი. შესაბამისად ღრწოს სიდიდის შემცირების შედეგად მცირდება რელსებზე ეკიპაჟის პორიზონტალური ზემოქმედება, მისი მრუდში შესვლის დროს უმჯობესდება მოძრაობის და კომფორტაბელობის ხარისხი, ლიანდის სიგანის შედამივობის პირობებში. იზრდება ლიანდაგის სტაბილურობის ხარისხი გეგმაში. გ.შრამის გამოკვლევებით, ღრწოს მინიმალური სიდიდის 5-7 მმ-მდე შემცირებით ლიანდის სიგანის შემცირების ხარჯზე, მნიშვნელოვნად მცირდება რელსების ტალღისებრი ცუთა. იზრდება მატარებლების უსაფრთხოების გარანტიები.

ლიანდის სატირო გაგანიერება ΔS უნდა დადგინდეს ქველასე მასობრივი ეკიპაჟის, ორლერძიანი ურიკების (ხისტი ბაზით $L = 1,85$ მ), მრუდში თავისუფალი და ლოკომოტივების მრუდებში იძულებითი ჩაწერის პირობით

$$\Delta S = \frac{(L_0 + b)^2}{2R} - \delta_0 = f - \delta_0 \tag{1.85}$$

- სადაც L_0 - ხისტი ბაზის სიგრძეა;
- b - თელის ბრუნვის ცენტრიდან თელის ქიმის რელსის წიბოსთან შეხების მანძილი, წინსწრება;
- R - წრიული მრუდის რადიუსი;
- δ_0 - ნორმალური ღრწოს სიდიდე თელის ქიმსა და რელსის მუშა წახნაგს შორის სწორ უბანში;

f გარე რელსის ჩალუნეის ისარი.

ცხადია, რომ თუ $f - \delta_0 < 0$, ეი $f < \delta_0$, მაშინ ლიანდის გაგანიერება საერთოდ არ არის საჭირო.

ზემოთ აღნიშნული ფორმულის საფუძველზე, ჩვენს რკინიგზაზე ლიანდის გაგანიერების ნორმები ამჟამად ტოლია

როცა $R \geq 350$ მ და სწორ უბნებში, $\Delta S = 0$;

როცა $R = 349 + 300$ მ, მაშინ $\Delta S = 10$ მმ;

როცა $R < 299$ მ, მაშინ $\Delta S = 15$ მმ.

საქართველოს რკინიგზებზე მომუშავე თანამედროვე ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონებისათვის, ორღერძიანი ურიკებით და 1,85 მ ხისტი ბაზით, პროფ. კ. ცეცელინსკის ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს

$$\Delta S = \frac{(L_0 + b)^2}{2R} - \delta_0 = \frac{3600}{2R} - \delta_0 \quad (1.86)$$

მიღებული ფორმულის თანახმად, ლიანდის საჭირო გაგანიერების ΔS სიდიდე მრუდის რადიუსებთან დამოკიდებულებით მოცემულია ცხრილში 1.7.

ცხრილი 1.7

მრუდის რადიუსი, <i>R</i> , მ	<i>f</i> , მმ	δ_0 , მმ	$f - \delta_0$, მმ	ΔS , მმ
150	12	12	0	0
165	11	12	-1	0
200	9	12	-3	0
250	7	12	-5	0
300	6	12	-6	0
350	5	12	-7	0

ამრიგად, თანამედროვე ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონები, ორღერძიანი ურიკებით ლიანდის გაგანიერებას მრუდებში საერთოდ არ მოითხოვენ.

განვიხილოთ ლიანდის საჭირო გაგანიერება, საქართველოს რკინიგზებზე გამოყენებული, მაქსიმალური ხისტი ბაზის 3,5 მ მქონე ლოკომოტივების მრუდებში იძულებითი ჩაწერის პირობით

$$\Delta S = \frac{(L_0 / 2 + b)^2}{2R} - \delta_0 \quad (1.87)$$

ლიანდის გაგანიერების საჭირო სიდიდეები, მაქსიმალური ხისტი ბაზიანი (3,5 მ) ლოკომოტივებისათვის, მრუდებში იძულებითი ჩაწერის პირობით მოტანილია ცხრილში 1.8.

მრუდის რადიუსი, R , მ	f , მმ	δ_s , მმ	$f - \delta_s$, მმ	ΔS , მმ
150	11	14	-3	0
165	10	14	-4	0
200	8	14	-6	0
250	7	14	-7	0
300	6	14	-8	0
350	5	14	-9	0

1.1, 1.7 და 1.8 ცხრილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ თანამედროვე ოთხღერძიანი სატვირთო ვაგონების თავისუფალი და ლოკომოტივების იძულებითი ჩაწერის პირობით, ლიანდის გაგანიერება მრუდებში საერთოდ საჭირო არ არის. მაგრამ მსუდველობაში უნდა იქნეს მიღებული აგრეთვე ლიანდის სიგანის ნორმებიდან დასაშვები გადახრების სიდიდეების მნიშვნელობებიც.

1.5.2. ლიანდის სიგანის ნორმები და დაშვებები მრუდე უბნებში

საქართველოს ფართოლიანდაგიანი რკინიგზების ლიანდის სიგანისა და დაშვებების სიდიდეებმა, მისი არსებობის მანძილზე რამოდენიმეჯერ განიცადა ცვლილება.

1957 წლამდე მრუდებში ლიანდის სიგანე დადგენილი იყო 3,81 მ ხისტი ბაზის მქონე ორღერძიანი ვაგონის თავისუფალი ჩაწერის პირობით. ამ პირობით ლიანდის სიგანე მრუდებში განისაზღვრებოდა ფორმულით

$$S = 1511 + \frac{8000}{R} + 2 \quad (1.88)$$

(1.88) ფორმულით მიღებული შედეგების დამრგვალების შემდეგ დადგენილი იყო შემდეგი ნორმები

როცა $R > 650$ მ,	მაშინ $S = 1524$ მმ
როცა $R = 650 + 451$ მ,	მაშინ $S = 1530$ მმ
როცა $R = 450 + 351$ მ,	მაშინ $S = 1535$ მმ
როცა $R \leq 350$ მ,	მაშინ $S = 1540$ მმ

1957 წლიდან სწორ და მრუდე უბნებში ლიანდის სიგანის უნიფიკაციის მიზნით, ლიანდის სიგანე დადგენილი იყო მრუდებში ოთხღერძიანი ვაგონების, ორღერძიანი ურიკების თავისუფალი ჩაწერის პირობით და განისაზღვრებოდა ფორმულით

$$S = 1511 + \frac{3600}{R} + 2 \quad (1.89)$$

(1.89) ყოველი ტანგარიშების შედეგად დადგენილი იყო მრუდები ლიანდის სიგანის შემდეგი ნორმები

როცა $R \geq 350$ მ,	მაშინ $S = 1524$ მმ
როცა $R = 349 + 300$ მ,	მაშინ $S = 1530$ მმ
როცა $R \leq 299$ მ,	მაშინ $S = 1540$ მმ

1970 წლიდან სწორ უბნებში ლიანდის სტანდარტული სიგანით $S_0 = 1520$ მმ მიღების შემდეგ, მრუდებში ლიანდის სიგანის ნორმები შეიცვალა და დადგენილ იქნა

როცა $R \geq 350$ მ,	მაშინ $S = 1520$ მმ
როცა $R = 349 + 300$ მ,	მაშინ $S = 1530$ მმ
როცა $R \leq 299$ მ,	მაშინ $S = 1535$ მმ

ლიანდის სიგანის ეს ნორმები ძალაშია ამჟამადაც.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული თეორიული გაანგარიშების საფუძველზე, როგორც ვაგონების ისე ლოკომოტივების მრუდებში რადიუსებით $R \geq 150$ მ, ლიანდის გაგანიერება საჭირო არ არის, მაგრამ პრაქტიკული მოსაზრებებით (რელსების გაძლიერებული ცვეთა მრუდებში, მოძრაობის წინაღობისა და ლიანდაგის მოშლის ინტენსივობის ზრდა) მრუდებში $R < 350$ მ-ზე მოქმედი ნორმები და დაშვებები ითვალისწინებს ლიანდის გაგანიერებას.

ლიანდის სიგანის დაშვებები მრუდებში ისეთივეა, როგორც სწორ უბნებში: გაგანიერების მხარეს +6 მმ და შევიწროების მხარეს - 4 მმ; რკინაბეტონის შპალეების შემთხვევაში +8 მმ და - 4 მმ, როცა მოძრაობის სიჩქარე $v < 50$ კმ/სთ-ზე, მაშინ შესაბამისად +10 მმ და - 4 მმ.

ლიანდის სიგანის თანდათანობითი გაგანიერება სწორი უბნიდან მრუდე უბნებში გადასვლის ადგილებში, ხორციელდება გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში, ხოლო ასეთის არ არსებობისას სწორი უბნის ფარგლებში, ქანობით 1 მმ - 1 გრძივ მეტრზე. ლიანდის სიგანის გაგანიერება მდოერულად უნდა განხორციელდეს მოძრაობის სიჩქარეების მიხედვით:

როცა $v \leq 120$ კმ/სთ,	მაშინ 1 მმ - 1 გრძმ
როცა $v = 121 + 160$ კმ/სთ,	მაშინ 1 მმ - 1,5 გრძმ
როცა $v = 161 - 200$ კმ/სთ,	მაშინ 1 მმ - 2 გრძმ

1.6. გარე რელსის შემადგენლობა

1.6.1. ზოგადი ცნობები

მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟის მრუდში მოძრაობისას წარმოიშობა ცენტრიდანული ძალა $I = \frac{mv^2}{\rho}$, რომელიც იწვევს შიგა სარელსო ძაფის ნაწილობრივ განტვირთვას და გარე ძაფის გადატვირთვას. ამ გარემოებას თან სდევს რელსების არათანაბარი ცვეთა. რელსები გარე სარელსო ძაფზე, მათი გადაამეტტირების გამო, უფრო ინტენსიურად ცვდება, ვიდრე შიგა ძაფზე. ცენტრიდანული ძალის წარმოშობას თან სდევს ცენტრიდანული აჩქარების წარმოშობა. ცენტრიდანული აჩქარება, თუ იგი გარკვეულ სიდიდეს გადააჭარბებს, მგზავრებში უსიამოვნო შეგრძობას იწვევს.

ცენტრიდანული ძალის გასაბათილებლად და მაშასადამე, მისი მანევრირების თავიდან ასაცილებლად, მრუდებში აწყობენ გარე სარელსო ძაფის შემადგენლობას. გარე რელსის შემადგენლობით ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრი გადაიხრება მრუდის ცენტრისაკენ და წარმოიშევა ცენტრიდანული ძალის საპირისპირო ცენტრისკენული ძალა, რომელიც ამცირებს ან მთლიანად აბათილებს მას.

გარე რელსის შემადგენლობა მრუდებში განისაზღვრება ორი ძირითადი პირობით:

1. უზრუნველყოფილ იქნეს გარე და შიგა რელსების თანაბარი ცვეთა, ანუ დაცულ იქნეს ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობა;
2. უზრუნველყოფილ იქნეს მგზავრობის კომფორტულობა, ანუ ცენტრიდანული აჩქარების შემცირება.

გარე რელსის შემადგენლობის რაციონალურ მნიშვნელობად ითვლება ისეთი სიდიდე, რომელიც ორთავე პირობას თანაბრად დააკმაყოფილებს.

1.6.2. მრუდებში გარე რელსის შემადგენლობის სიდიდის განსაზღვრა ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობის მიხედვით

მოძრავი შემადგენლობის ეკიპაჟის მრუდში მოძრაობისას წარმოიშობა ცენტრიდანული ძალა

$$I = \frac{mv^2}{R} = \frac{Gv^2}{gR} \quad (1.90)$$

სადაც m - ეკიპაჟის მასაა;

v - ეკიპაჟის მოძრაობის სიჩქარე;

G - ეკიპაჟის წონა;

g - სიმძიმის ძალის ანიქარება;

R - წრიული მრუდის რადიუსი.

ეკიპაჟზე მოქმედ პორისონტალურ განივ ძალას წარმოადგენს აგრეთვე ქარის დაწოლის ძალა

$$W_j = kv_j^2 \quad (1.91)$$

სადაც W_j - ეკიპაჟის ძარაზე ქარის დაწოლით გამოწვეული ძალაა, კგ/მ²;

v_j - ქარის სიჩქარე, მ/წმ;

k - ძარის ზედაპირის გარცმის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი და იცვლება ფარგლებში: $k = 0,085 + 1,25$ სრულზედაპირიანი ეკიპაჟებისათვის; $k = 0,078$ გამჭოლძარიათიანი ეკიპაჟებისათვის.

ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობით გარე რელსის შემადგენის სიდიდე ისე უნდა შეირჩეს, რომ ორთავე, როგორც გარე, ისე შიგა რელსების რეაქციები $E_{გარე}$ და $E_{შიგა}$ ტოლი აღმოჩნდეს. ასეთ შემთხვევაში რელსების თანაბარი ცვეთის მიღწევა უსრულებელყოფილ იქნება, ე.ი. $E_{გარე} = E_{შიგა}$, ანუ $\sum E_{გარე} = \sum E_{შიგა}$, მაშასადამე

$$\sum E_{გარე} - \sum E_{შიგა} = 0 \quad (1.92)$$

ნახ. 1.41-ზე მოცემულია მრუდში მოძრავ ეკიპაჟზე მოქმედი განივი და ვერტიკალური ძალების მოდების სქემა, რომლის მიხედვით შეგვიძლია დავწეროთ ამ ძალების მომენტების ჯამი O წერტილის მიმართ

$$I \cos \alpha \times a - G \sin \alpha \times a + W \cos \alpha \times b - E_{გარე} \frac{S_1}{2} + E_{შიგა} \frac{S_1}{2} = 0 \quad (1.93)$$

აქედან

$$I \cos \alpha \times a - G \sin \alpha \times a + W \cos \alpha \times b = \frac{S_1}{2} (E_{გარე} - E_{შიგა}) \quad (1.94)$$

რადგანაც რელსების ცვეთის გათანაბრების უსრულებელყოფისათვის საჭიროა, რომ $E_{გარე} = E_{შიგა}$, მაშინ

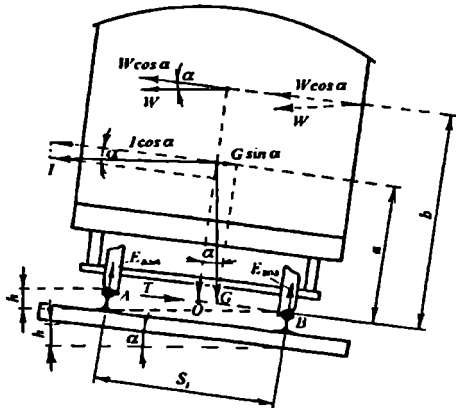
$$I \cos \alpha \times a - G \sin \alpha \times a + W \cos \alpha \times b = 0 \quad (1.95)$$

სადაც I - ცენტრიდანული ძალაა, $I = \frac{Gv^2}{gR}$;

a - ძალის მხარი O წერტილის მიმართ;

b - ქარის დაწოლის ძალის მხარი O წერტილის მიმართ;

S_1 - რელსების თავების ღერძებს შორის მანძილი, $S_1 = 1600$ მმ.



ნახ. 1.41 მრუდებში გარე რელსის შემადღებისას ეკიპაჟზე კალთა მოდების სქემა.

ნახ. 1.41-დან ჩანს, რომ $\frac{h}{S_1} = \sin \alpha$. α კუთხის სიმცირის გამო შეგვიძლია მივი-

ღოთ, რომ $\sin \alpha \approx \alpha$, ხოლო $\cos \alpha = 1$. ეიცით აგრეთვე, რომ $\alpha \approx \frac{h}{S_1}$. აღნიშნული

სიდიდეები შევიტანოთ (1.95)-ში და განტოლება დაეწეროს მრავალეკიპაჟიანი მოძრავი შემადგენლობისათვის, მაშინ

$$\sum \frac{Gv^2}{gR} a - \sum \frac{Gh}{S_1} a + \sum Wb = 0 \quad (1.96)$$

ანუ

$$h \sum \frac{Ga}{S_1} = \sum \frac{Gv^2}{gR} + \sum Wb \quad (1.97)$$

აქედან

$$h = S_1 \left(\sum \frac{Gv^2}{gRG} + \sum \frac{Wb}{Ga} \right) \quad (1.98)$$

თუ დაეუშვებთ, რომ $W = 0$, მაშინ

$$h = \frac{S_1}{gR} \sum \frac{Gv^2}{G} \quad (1.99)$$

ვიცით, რომ $G = N, P, S_1 = 1600$ მმ, $g = 9,81$ მ/წმ² და თუ შეეყვანოთ გადახვევან კოეფიციენტებს ისე, რომ გარე რელსის შემადლების განზომილება მივიღოთ მმ-ში, მაშინ

$$h = \frac{1,6}{9,81} \left(\frac{1600^2}{60 \times 60} \right) \frac{\sum N_i P_i v_i^2}{1000 R \sum N_i P_i} \quad (1.100)$$

ანუ

$$h = 12,5 \frac{\sum N_i P_i v_i^2}{R \sum N_i P_i} \quad (1.101)$$

ფორმულა (1.101) გაშლილი სახით შეიძლება შემდეგი სახით გადაიწეროს

$$h = 12,5 \frac{N_1 P_1 v_1^2 + N_2 P_2 v_2^2 + \dots + N_n P_n v_n^2}{R(N_1 P_1 + N_2 P_2 + \dots + N_n P_n)} \quad (1.102)$$

სადაც N_1, N_2, \dots, N_n - სხვადასხვა კატეგორიის მატარებლების რიცხვია დღე-ღამეში, რომლებიც მოძრაობენ განსაზღვრულ მრუდში;

P_1, P_2, \dots, P_n - ამავე მატარებლების წონა, ტ;

v_n - ამავე მატარებლების მოძრაობის სინქარე მრუდში, კმ/სთ;

R - წრიული მრუდის რადიუსი, მ.

აქვლიშნოთ

$$v_{\Sigma}^2 = \frac{\sum N_i P_i v_i^2}{\sum N_i P_i} \quad (1.103)$$

სადაც v_{Σ}^2 მრუდში მატარებლების მოძრაობის საშუალო შეწონილი კვადრატული სინქარეა.

მაშინ

$$h = 12,5 \frac{v_{\Sigma}^2}{R} \quad (1.104)$$

ფორმულა (1.104) არ ითვალისწინებს ისეთი ფაქტორების გავლენას, როგორებიცაა: წვეის ძალა, მოძრაობისადმი წინაღობა, რელსებზე ვერტკალური ძალების ექსცენტრული მოღება, ქარის ძალა და რელსების დრეკადი გადაღუნვის გამო ლიანდის გაგანიერება.

ამ ფაქტორების მხედველობაში მისაღებად პროფესორების გ.შახუნიანცისა და ო.ურშოვის გამოკვლევების თანახმად (1.104) ფორმულას უნდა დაემატოს დამატებითი Δh სიდიდე, მაშინ

$$h = 12,5 \frac{v_{\Sigma}^2}{R} + \Delta h \quad (1.105)$$

$$\Delta h = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 \quad (1.106)$$

სადაც e_1 - ეკიპაჟზე მოქმედი გრძობი ძალების გაველენაა გარე რელსის შემადგენლების სიდიდესზე;

e_2 - რელსებზე ვერტიკალური ძალების ექსცენტრული მოდების გაველენა გარე რელსის შემადგენლების სიდიდესზე;

e_3 - ქარის ზემოქმედების გაველენა გარე რელსის შემადგენლების სიდიდესზე;

e_4 - რელსების დრეკადი გადაღუნვისა და დაყვანილი ცვეთის გაველენა გარე რელსის შემადგენლების სიდიდესზე.

და e_4 სიდიდეების გამოთვლა დაწვრილებით არის განხილული [1].

საუ e_1, e_2, e_3 და e_4 სიდიდეების მნიშვნელობებს შეეიტანათ (1.105) ფორმულაში მივიღებთ

$$h = \frac{S_1 v_{\text{სა}}^2}{gR} \left(1 - \frac{g \Delta h R}{S_1 v_{\text{სა}}^2} \right) \quad (1.107)$$

აქლნიშნოთ

$$k = \left(1 - \frac{g \Delta h R}{S_1 v_{\text{სა}}^2} \right) \quad (1.108)$$

მაშინ

$$h = k \frac{S_1 v_{\text{სა}}^2}{gR} \quad (1.109)$$

ლიანდის 1520 მმ სიგანის რკინიგზებისათვის

$$h = 12,5k \frac{v_{\text{სა}}^2}{R} \quad (1.110)$$

დადგენილია, რომ

როცა $v < 120$ კმ/სთ,	მაშინ $k = 1$
როცა $v = 120 + 160$ კმ/სთ,	მაშინ $k = 1,2$
როცა $v > 160$ კმ/სთ,	მაშინ $k = 1,1$

1.6.3. გარე რელსის შემადგენლობა კომფორტული მგზავრობის უზრუნველყოფის პირობით

რკინიგზების მრავალწლიანი ექსპლუატაციის გამოცდილებით, ექსპერიმენტული და თეორიული გამოკვლევებით დადგენილია, რომ თუ გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების სიდიდე მრუდებში მოძრაობისას არ აღემატება მას, მგზავრები ნორმალურად გადაიტანენ. ამიტომ ჩვენი ქვეყნის რკინიგზებისათვის გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ნორმის მაქსიმალურ მნიშვნელობად მიღებულია $a = 0,7 \text{ მ/წმ}^2$.

ცენტრიდანული აჩქარება $\frac{v^2}{R}$ ბათილდება მრუდების გარეთა სარელსო ძაფის შემადგენლობით წარმოქმნილი ცენტრისკენული აჩქარების სიდიდით. ცენტრისკენული აჩქარება, რომელიც წარმოიქმნება გარე რელსის შემადგენლობით გამოითვლება კიპაეის სიმძიმის ძალის პორიზონტალური მდგენელის გაყოფით მასზე, ე.ი.

$$\frac{G_1 g a}{m} = \frac{G \frac{h}{S_1}}{\frac{G}{S_1}} = \frac{gh}{g} \quad (1.111)$$

ცენტრიდანული აჩქარების მთლიანად გაბათილება მრუდებში ეერ ხერხდება, რადგანაც იგი დამოკიდებულია სინქარზე, მატარებლები კი მრუდებში სხვადასხვა სინქარებით მოძრაობენ. ამიტომ გარე რელსის შემადგენლობის სიდიდე მრუდებში ისე უნდა შეირჩეს, რომ გაუბათილებელი აჩქარების სიდიდე $0,7 \text{ მ/წმ}^2$ -ს არ აღემატებოდეს.

გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარება მრუდებში წარმოიქმნება გარე რელსის არასაკმარისი შემადგენლობის დროს, მაქსიმალური სინქარის შემთხვევაში. მგზავრობის კომფორტულობის პირობა დაკმაყოფილებული იქნება, თუ

$$\frac{v_{\max}^2}{R} - \frac{gh}{S_1} \leq a \quad (1.112)$$

გაუბათილებელი ცენტრისკენული აჩქარება კი წარმოიქმნება გარე რელსის ჭარბი შემადგენლობისას, მინიმალური სინქარით მოძრაობის დროს კი მგზავრობის კომფორტულობის პირობა უზრუნველყოფილ იქნება, თუ

$$\frac{gh}{S_1} - \frac{v_{\min}^2}{R} \leq a \quad (1.113)$$

გარე რელსის შემადგენლობა ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ მგზავრობის კომფორტულობა დაკმაყოფილებულ იქნას, როგორც მინიმალური, ისე მაქსიმალური სინქარების შემთხვევაში. ამიტომ (1.112) და (1.113) თანახმად

$$\frac{S_1 v_{\min}^2}{gR} + \frac{S_1}{g} a \geq h \geq \frac{S_1 v_{\max}^2}{gR} - \frac{S_1}{g} a \quad (1.114)$$

ლიანდის 1520 მმ სივანის რკინიგზებისათვის კი

$$12,5 \frac{v_{\min}^2}{R} + 163a \geq h \geq 12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163a \quad (1.115)$$

უფრო ხშირად გარე რელსის შემადღება კომფორტული მგზაურობის პირობით განისაზღვრება მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარეებისათვის

$$h = 12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163a \quad (1.116)$$

თუ შევიტანთ $a = 0,7$ მ/წმ², მაშინ

$$h = 12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 115 \quad (1.117)$$

სადაც v_{\max} - სამგზაურო მატარებლების მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარეა, კმ/სთ.

გარე რელსის შემადღების ტექნიკურ-ეკონომიკური და კომფორტული მგზაურობის უსრუნველყოფის პირობიდან.

უნდა შემოწმდეს გაუბათილებელი აჩქარების მნიშვნელობა გარე რელსის შემადღების საანგარიშო სიდიდისათვის სიჩქარეებთან დამოკიდებულებით

$$\left. \begin{aligned} a_{\min} &= \frac{v_{\min}^2}{3,6^2 R} - g \frac{h}{S_1} \\ a_{\max} &= \frac{v_{\max}^2}{3,6^2 R} - g \frac{h}{S_1} \end{aligned} \right\} \quad (1.118)$$

ჩვენს რკინიგზებზე გარე რელსის შემადღების მაქსიმალურ სიდიდედ მიღებულია $h_{\max} = 150$ მმ. საუ განგარიშების შედეგად მივიღებთ, რომ $h_{\max} > 150$ მმ-ზე, ენიშნაეთ $h_{\max} = 150$ მმ. შევიტანთ (1.104) ფორმულაში და გამოვივლით მრუდში მატარებლების მოძრაობის მაქსიმალურ დასაშვებ სიჩქარეს

$$[v_{\max}] = 4,6\sqrt{R} \quad (1.119)$$

1.7. გადასასვლელი მრუდები

1.7.1. გადასასვლელი მრუდების თეორია და დანიშნულება

მოძრაი შემადგენლობის სწორი უბნიდან მრუდში შესვლისთანავე მყისიერად

წარმოიქმნება ცენტრიდანული ძალა $I = \frac{mv^2}{\rho}$. ამ მომენტში თელის ქიმი ეჯახება

გარე რელსის მუშა წახნაგს, რაც იწვევს რელსების და მოძრაი შემადგენლობის საეალი ნაწილების გაძლიერებულ ცვეთას. ეს ძალა აგრეთვე აჩქარებს ღიანდაგის მოშლასაც. აღნიშნული მივნი ფაქტორების თავიდან ასაცილებლად საჭირო ხდება ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომლებიც უზრუნველყოფს ცენტრიდანული

ძალის თანდათანობით სრდას ნულიდან მაქსიმალურ $I = \frac{mv^2}{\rho}$ სიდიდემდე. ამ

თეალისარისით ღიანდაგის სწორი უბნიდან მრუდში გადასვლა ხორციელდება გადასასვლელი მრუდების საშუალებით, რომელთა სიმრუდის რადიუსი იცვლება შემდეგ ფარგლებში

$$\rho = \infty + R \quad (1.120)$$

სადაც ρ - გადასასვლელი მრუდის ცველებადი რადიუსია;

R - წრიული მრუდის რადიუსი.

გადასასვლელი მრუდის სიგრძის პირველი ნახეუარი დაიკვალება სწორ უბანში, მორე ნახეუარი კი წრიული მრუდის ფარგლებში.

რადგანაც გადასასვლელი მრუდის საწყის წერტილში რადიუსი $\rho = \infty$, ამიტომ

ცენტრიდანული ძალა აქ ტოლია $I = \frac{mv^2}{\rho} = \frac{mv^2}{\infty} = 0$, ხოლო გადასასვლელი

მრუდის ბოლოში კი $\rho = R$, ამიტომ ამ წერტილში ცენტრიდანული ძალა $I = \frac{mv^2}{R}$.

მაშასადამე, გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში ცენტრიდანული ძალა მყისიერად კი არ წარმოიქმნება, არამედ თანდათანობით იზრდება გადასასვლელი მრუდის

საწყისიდან მის ბოლომდე $I = 0 + I = \frac{mv^2}{R}$ ფარგლებში.

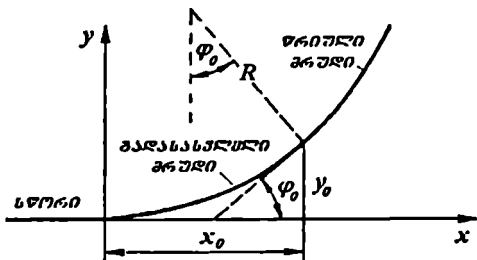
აუცილებელია, რომ გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში ნებისმიერი დამატებითი ძალოანი ფაქტორები (ძალები და მომენტები) იცვლებოდეს თანდათანობით და მის საწყისში და ბოლო წერტილში ნულის ტოლი იყოს, ხოლო აბსოლუტური მნიშვნელობები და მათი ცვალუბადობის ინტენსივობა (გრადიენტი) არ აჭარბებდეს

დასაშვებ მნიშვნელობებს, რასაც უსრუნველყოფს შემდეგი მოთხოვნების გათვალისწინება (ცხრილი 1.9).

ცხრილი 1.9

მოთხოვნის №	მახასიათებელი	მოთხოვნების შინაარსი		
		გ.მ.დ.	გ.მ.ბ.	გადასასვლელი მრუდი
1	$y = \int_0^l \sin \varphi dl$	0	არ იზღუდება	უნდა იცვლებოდეს უწყვეტად და მონოტონურად. აბსოლუტური მნიშვნელობები და მათი ცვალებადობის გრადიენტები გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში არ უნდა გამოდიოდეს დასაშვები მნიშვნელობების ფარგლებიდან.
2	$\varphi = \int_0^l k dl$	0		
3	$k = \frac{1}{\rho}$	0		
4	$\frac{dk}{dl}$	0	0	იგივე, გარდა "მონოტონურობის" მოთხოვნისა
5	$\frac{d^2k}{dl^2}$	0	0	

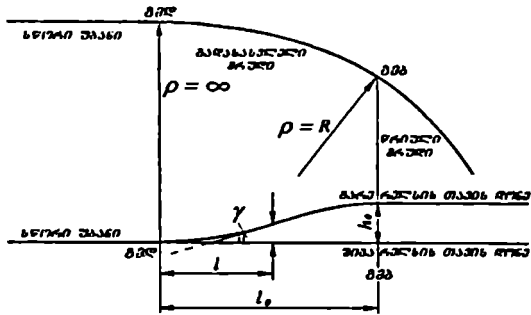
პირველი სამი მოთხოვნა – ორდინატების y , მოხვევის კუთხის φ და სიმრუდის k მყისიერი ცვალებადობის დაუშვებლობა გადასასვლელი მრუდის საწყისში, ბოლოში და საერთოდ გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში (ნახ.1.42), მათი ცვალებადობის მონოტონურობის აშკარა დასაბუთების გარეშეც.



ნახ.1.42. გადასასვლელი მრუდის პარამეტრები

მეოთხე მოთხოვნა გარე რელსის შემადგენლების თანდათანობითი სრდის მრუდსაზობრივი მოხაზულობა. ნახ.1.43–ზე ნაჩვენებია სარელსო ძაყების მდებარეობა ევრტიკალურ სიბრტყეში. კოორდინატთა სათავე განლაგებულია გადასასვლელი მრუდის დასაწყისში; ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია გარე რელსის შემადგე-

ბის h -ის მიმდინარე მნიშვნელობები, ხოლო აბსცისთა ღერძზე გადასასვლელი მრუდის სიგრძე. გარე რელსის შემადლების მრუდის მიმდინარე კუთხე აღნიშნულია γ -თი.



ნახ.1.43. მრუდებში გადასასვლელი მრუდისა და გარე რელსის შემადლების მოწყობის სქემა

ნახ.1.43- დან

$$l\gamma = \frac{dh}{dl} = A_0 \frac{dk}{dl} \tag{1.121}$$

გადასასვლელი მრუდის საწყის და ბოლო წერტილში $l\gamma = 0$, მაშინ აქ $\frac{dk}{dl} = 0$. კუთხის მაქსიმუმის და მისი სრდის ინტენსივობის შესაძლებელია ინტერვალის შიგნით განაპირობებს $\frac{dk}{dl}$ ფარდობის მიმართაც იგივე მოთხოვნებს.

მეხუთე პირობა უზრუნველყოფს ზემოთ აღნიშნული პირობების შესრულებას დამატებით ძალაოვან ფაქტორებთან კავშირში. დამატებითი ძალები და მომენტები პროპორციულია დამატებითი წინსვლითი ან კუთხური მოძრაობის აჩქარებებისა, ამიტომ მათ წაუყენებთ ერთნაირი მოთხოვნები.

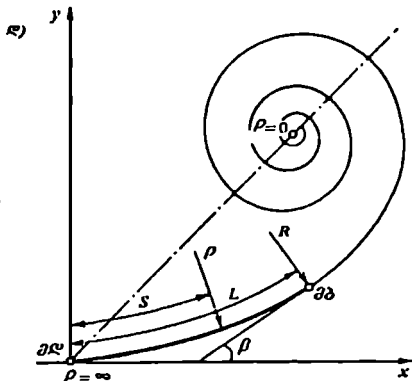
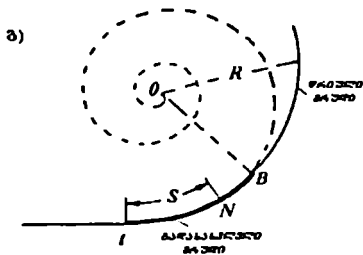
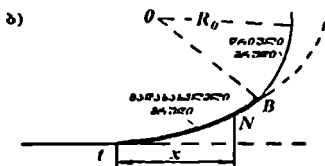
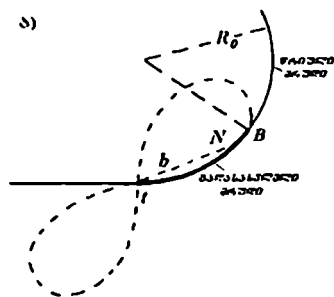
იმისათვის, რომ გარე რელსის შემადლების მოწყობის შემდეგ ღერძების და ხრის ცვალებადობის კუთხური სიჩქარე გადასასვლელი მრუდის დასაწყისში და ბოლოში ნულის ტოლი იყოს, ხოლო გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში უწყვეტად იცვლებოდეს, რათა ამ აჩქარებების აბსოლუტური მნიშვნელობები და გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში მათი ცვალებადობის გრადიენტები არ აჭარბებდეს დასაშვებ მნიშვნელობებს. იგივე მოთხოვნები წაუყენება გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში სიმრუდის მეორე წარმოებულს, რაც ცხრილში 19 ჩაწერილია მეხუთე

პირობად. მეხუთე მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად მრუდი უნდა იცვლებოდეს

$$\frac{d^2k}{dl^2} \text{ კანონით.}$$

ხუთივე პირობის შესრულება მატარებლების მრუდში მოძრაობის საუკეთესო პირობებს ქმნის, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მოძრაობის მაღალი სიჩქარეების შემთხვევაში.

ამ პირობებს აკმაყოფილებს მესამე და მეოთხე ხარისხის ცვალებადრადიუსიანი მრუდები. რკინიგზებზე გადასასვლელ მრუდებად გამოიყენება კუბური პარაბოლა (ნახ.1.44-ბ), რადიოიდალური სპირალი (ნახ.1.44-გ), ბერნულეს ლემნისკანტა (ნახ.1.44-ა) და კლოტოიდა (ნახ.1.44-დ) და სხვა.



ნახ.1.44. რკინიგზებზე გადასასვლელ მრუდებად გამოიყენებული მათემატიკური მრუდები:

- ა - ბერნულეს ლემნისკანტა; ბ - კუბური პარაბოლა;
- გ - რადიოიდალური სპირალი; დ - კლოტოიდა.

გადასასვლელი მრუდის ყირვლებს უნდა განხორციელდეს ღიანდის სიგანის გაგანიერება და გარე რელსის შემადლების მოწეობა. ისინი იწყება გადასასვლელი მრუდის საწყისში და მთაგრეხება გადასასვლელი მრუდის ბოლოში.

როგორც ცნობილია გარე რელსის შემადღება ტოლია

$$h = \frac{S_1 v_{\text{ლა}}^2}{gR} \quad (1.122)$$

აქვნიშნით $A = \frac{S_1}{R}$ და $k = \frac{1}{\rho}$, ხოლო $Av_{\text{ლა}}^2 = \text{const}$.

გარე რელსის შემადღების სწორხაზობრივი პრინციპით $i = igy$ მოწყობისას (ნახ.1.43). გადასასვლელი მრუდის ნებისმიერი წერტილისათვის შეიძლება დაეწეროს

$$h = \frac{l}{i} \quad (1.123)$$

რადგანაც

$$h = \frac{Av_{\text{ლა}}^2}{\rho} \quad (1.124)$$

აქედან

$$l = \frac{Av_{\text{ლა}}^2}{i\rho} \quad (1.125)$$

აქვნიშნით

$$C = \frac{Av_{\text{ლა}}^2}{i} \quad (1.126)$$

მაშინ

$$h = \frac{C}{\rho} \quad (1.127)$$

ამ პირობას აკმაყოფილებს რადიოიდალური სპირალი, თუ $\rho = R$, მაშინ (1.127) განტოლებიდან

$$C = RI_0 \quad (1.128)$$

$$C = \frac{S_1 v_{\text{ლა}}^2}{gi} \quad (1.129)$$

(1.128) განტოლებიდან C წარმოადგენს გადასასვლელი მრუდის პარამეტრს გეომეტრიული ინტერპრეტაციით, ხოლო (1.129) განტოლებიდან C არის გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი ფიზიკური ინტერპრეტაციით.

ქველაზე ფართოდ გავრცელებულ რადიოიდალური სპირალის განტოლებას კოორდინატთა სისტემაში შემდეგი სახე აქვს:

$$\left. \begin{aligned} x &= l - \frac{l^3}{40C^2} + \frac{l^5}{3456C^4} - \dots \\ y &= \frac{l^3}{6C} - \frac{l^5}{336C^3} + \frac{l^7}{42240C^5} - \dots \end{aligned} \right\} \quad (1.130)$$

ხშირად საკმარისია (1.130) ფორმულის გამოყენება პირველი ორი წევრის ჩათვლით, დაშვებით რომ

$$\left. \begin{aligned} x &\approx l \\ y &= \frac{l^3}{6C} \end{aligned} \right\} \quad (1.131)$$

თუ (1.131) ფორმულაში l -ს შევცვლით x -ით, მაშინ

$$y = \frac{x^3}{6C} \quad (1.132)$$

და, როგორც გამოკვლევები გვჩვენებს, როცა $R > 1,602C^{\frac{1}{2}}$, მაშინ რადიოიდალური სასრავლის მაგურად შეიძლება კუბური პარაბოლის გამოყენება.

1.7.2. გადასასვლელი მრუდების სიგრძის განსაზღვრა ძირითადი კრიტერიუმების მიხედვით

გადასასვლელი მრუდის სიგრძე განისაზღვრება სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით და მიღებული შედეგებიდან უდიდესი, 20 მ ჯერადობით დამრგვალებული მოსდება სანგარიშო სიდიდედ. ამასთან გარე რელსის გაანგარიშებით მიღებული სიდიდე უნდა შეთანხმდეს საშუალებლო ნორმებში და წესებში მოცემულ სიდიდესთან.

იმ პირობით, რომ გარე რელსის შემადგენელი უნდა დაიწეოს გადასასვლელი მრუდის საწყისში და დამთავრდეს მის ბოლო წერტილში, ამასთან თუ დაეუშვებთ, რომ გარე რელსის შემადგენელი h ხორციელდება სწორხაზობრივი კანონით ქანობით, გადასასვლელი მრუდის სიგრძე l_0 ტოლი იქნება

$$l_0 = \frac{h}{i} \quad (1.133)$$

გარე რელსის შემადგენლის l ქანობი მიიღება:

როცა $v \leq 120$ კმ/სთ - $i = 0,001$;

როცა $v=120+160$ კმ/სთ - $l=0,00067$.

სარეკონსტრუქციო და არსებულ რკინიგზებზე ყველა შემთხვევაში გარე რელსის შემადგენლობის ქანობი არ უნდა აღემატებოდეს 3,2%-ს.

გარე რელსის შემადგენლობის ქანობის მდოერულობა უნდა შემოწმდეს თელის გარე რელსის შემადგენლობაზე ასელის უსაფრთხო სიჩქარის მიხედვით.

ცდებით დადგენილია, რომ თელის ქიმის გარე რელსზე ასელის უსაფრთხო სიჩქარე $f_{დასა} \leq 32$ მმ/წმ $\approx 1/6$ კმ/სთ. ჩვენს რკინიგზებზე მიღებულია, რომ $f_{დასა} \leq 28$ მმ/წმ $\approx 0,1$ კმ/სთ. აშშ-ის რკინიგზებზე - $f_{დასა} \leq 32$ მმ/წმ, ხოლო ინგლისის რკინიგზებზე - $f_{დასა} \leq 38$ მმ/წმ.

თეალი წინსვლითი v_{max} სიჩქარით მოძრაობისას გადასასვლელი მრუდის l_0 მანძილს გაიყვლის l დროში, მაშინ

$$l = \frac{l_0}{v_{max}} \quad (1.134)$$

ე.ი. ამ დროში თეალი დაძლევეს h_0 სიმაღლეს, მაშასადამე თელის გარე რელსის შემადგენლობაზე ასელის სიჩქარე ტოლი იქნება

$$f = \frac{h_0}{l} = \frac{h_0 v_{max}}{l_0} \quad (1.135)$$

აქედან

$$\frac{h_0}{l_0} = \frac{f}{v_{max}} \quad (1.136)$$

ვიციტ, რომ $i = \frac{h_0}{l_0}$, მივიღებთ

$$i \leq \frac{f_{დასა}}{v_{max}} \quad (1.137)$$

ვიციტ, რა თელის გარე რელსის შემადგენლობაზე ასელის დასაშვები სიჩქარე $f_{დასა} = 0,1$ კმ/სთ მივიღებთ

$$i \leq \frac{f_{დასა}}{v_{max}} \leq \frac{1}{10v_{max}} \quad (1.138)$$

შეიტანოთ (1.138) მნიშვნელობა (1.133) ფორმულაში და მივიღებთ

$$l_0 = 10h_0 v_{max} \quad (1.139)$$

გადასასვლელი მრუდის სიგრძე უნდა შემოწმდეს აგრეთვე გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების დროის ერთეულში ცვალებადობის ანუ გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ცვალებადობის ინტენსივობის მიხედვით.

ცვალებადრადიუსიან გადასასვლელ მრუდზე მოძრაობისას აღმრული ცენტრიდანული ძალა ტოლია

$$l = \frac{mv^2}{\rho} \quad (1.140)$$

ამ ძალის აჩქარება განისაზღვრება დროის პირველი წარმოებულის მიხედვით:

$$d\left(\frac{mv^2}{\rho}\right) = m \left(\frac{v^2}{\rho}\right) \frac{dt}{dt} \quad (1.141)$$

მუდმივი m მასის შემთხვევაში აუცილებელია, რომ აჩქარება გარკვეულ სიდიდეს არ აღემატებოდეს ე.ი.

$$\left(\frac{v^2}{\rho}\right) \frac{dt}{dt} \leq a^2 \quad (1.142)$$

რადიოდარული სპირალის სიმრუდე განისაზღვრება ფორმულით

$$\frac{1}{\rho} = \frac{S}{C} \quad (1.143)$$

სადაც S - გადასასვლელი მრუდის მიმდინარე სიგრძეა.

მუდმივი v წინსვლითი მოძრაობის შემთხვევაში (1.142) ფორმულიდან

$$\frac{v^2}{C} \times \frac{dS}{dt} \leq \psi \quad (1.144)$$

ვიციით, რომ $\frac{dS}{dt} = v$ და $C = Rl$. შევიტანოთ v და C სიდიდეები (1.145) ფორმულაში და მივიღებთ

$\frac{v^3}{Rl} \leq a^2$ ანუ

$$l = \frac{v^3}{R\psi} \quad (1.146)$$

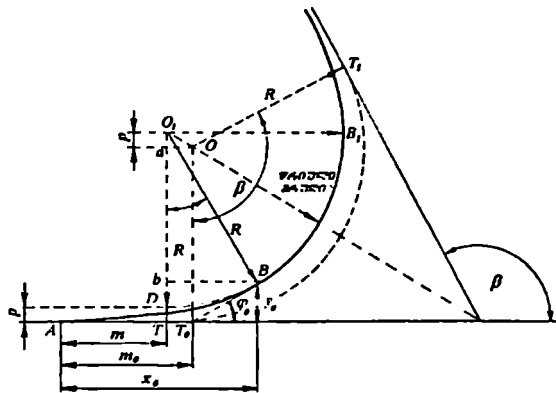
სადაც ψ - გაუბათილებელი განივი აჩქარების დროის ერთეულში ცვალებადობის ნორმა. $\psi = 0,6 \pm 0,8$ მ/წმ³.

1.73. გადასასვლელი მრუდის დაკეალება

გადასასვლელი მრუდის ადგილმდებარეობაზე დაკეალებისათვის საჭირო ელემენტები განისაზღვრება მისი დაკეალების წესის მიხედვით. არსებობს მრუდების დაკეალების შემდეგი მეთოდები:

- წრიული მრუდის ცენტრისაკენ გადაწვეით;
წრიული მრუდის ცენტრის ადგილზე დატოვებით და ძირითადი რადიუსის შემცირებით;
- წრიული მრუდის ცენტრის გადაწვეით და რადიუსის შემცირებით.

განვიხილოთ გადასასვლელი მრუდის დაკეალების ყველაზე უარსოდ გავრცელებული და მისაღები, წრიული მრუდის ცენტრისაკენ გადაწვეის მეთოდი (ნახ.1.45).



ნახ.1.45 გადასასვლელი მრუდის დაკეალება წრიული მრუდის ცენტრისაკენ გადაწვეით

გადასასვლელი მრუდის საწყისიდან, მრუდის მხარეს გადაიზომება m_0 მანძილი გადაუწვეელი წრიული მრუდის საწყისამდე.

$$m_0 = x_0 - R \sin \varphi_0 + ptg\beta \quad (1.147)$$

სადაც x_0 - გადასასვლელი მრუდის პროექცია აბსცისთა ღერძზე, $x_0 = l_0$.

უნდა განესაზღვროთ აგრეთვე m მანძილი

$$m = x_0 - R \sin \varphi_0 = \frac{l_0}{2} \quad (1.148)$$

გადასასვლელი მრუდის მიხედვით φ_0 კუთხე რადიოდარული სპირალისა და კუბური პარაბოლასათვის ტოლია

$$\varphi_0 = \int_0^l kdl = \int_0^l \frac{l}{C} = \frac{l_0^2}{2C} = \frac{l_0^2}{2RI_0} = \frac{l_0}{2R} \quad (1.149)$$

ამასთან გადასასვლელი მრუდის დაკეაღლეა შესაძლებელია თუ

$$2\varphi_0 < \beta \quad (1.150)$$

სადაც β - წრიული მრუდის მოხვევის კუთხეა.

ამ პირობის თანახმად β კუთხის შესაბამისი l_0 სიგრძის გადასასვლელი მრუდის მოწყობის შესაძლებლობა მოწმდება წრიული მრუდის მინიმალური სიგრძის მიხედვით, რომელიც ტოლია

$$L_{\min} \geq R(\beta - 2\varphi_0) \quad (1.151)$$

უნდა განისაზღვროს წრიული მრუდის ცენტრისაკენ გადაწევის p და გადასასვლელი მრუდის ბოლო წერტილის y ორდინატის სიდიდეები. ამისათვის უშუა-

ბენ, რომ $\sin \varphi_0 \approx \varphi_0 = \frac{l_0}{2R}$; $(1 - \cos \varphi_0) = 2\sin^2 \frac{\varphi_0}{2} \approx \frac{\varphi_0^2}{2} = \frac{l_0^2}{8R}$; $x_0 \approx l_0$, მაშინ

$$y_0 = \frac{l_0^2}{6C} = \frac{l_0^2}{6R} \quad (1.152)$$

$$p = y_0 - R(1 - \cos \varphi_0) = y_0 - 2R\sin^2 \frac{\varphi_0}{2} \approx \frac{l_0^2}{6R} - \frac{l_0^2}{8R} \approx \frac{l_0^2}{24R} \quad (1.153)$$

წრიული მრუდების დაკეაღლის ცხრილებით სარგებლობის შემთხვევაში, მრუდის კოორდინატები გადასასვლელი მრუდის საწყისიდან, როცა $x_0 > R \sin \varphi_0$ ტოლი იქნება

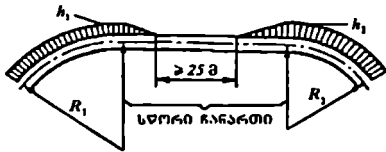
$$x_i = m + x_{\text{სა}} \quad (1.154)$$

$$y_i = p + y_{\text{სა}} \quad (1.155)$$

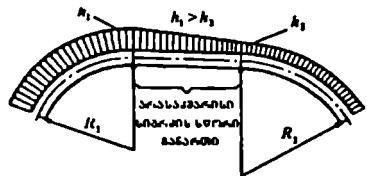
1.7.4. გადასასვლელი მრუდების მოწყობა მომიჯნავე წრიულ მრუდებს შორის მომიჯნავე წრიული მრუდების გადასასვლელ მრუდებს შორის უნდა მოეწყოს სწორი ჩანართი სიგრძით არანაკლებ 50 მ; შესუღულულ პირობებში დაიშვება სწორი ჩანართის ნაკლები სიგრძე, მაგრამ არანაკლებ 25 მ ერთ მხარეს მიმართული მრუდებისათვის და 15 მ სხედასხევა მხარეს მიმართული მრუდებისათვის.

ერთ მხარეს მიმართულ ურთიერთახლო განლაგებულ მრუდებში გადასასვლელი მრუდების გარეშე გარე რელსის შემადლების დამრეცება ეწყობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა მრუდებს შორის მოთავსებულ სწორ ჩანართში ეტევა ორივე დამრეცების სიგრძე და მათ ბოლოებს შორის რჩება სწორი ჩანართი სიგრძით არანაკლებ 25 მ (ნახ.1.46). თუ სწორი ჩანართის სიგრძე გამოდის 25 მეტრზე ნაკლები, მაშინ გარე რელსის დამრეცება ეწყობა მრუდებს შორის სწორი ჩანართის მთელ სიგრძეზე. ამასთან შემადლება დადგინდება მრუდების შესაბამისი შემადლების ტოლი, ხოლო შემადლებების შეუღლება ეწყობა სხვადასხვა რადიუსიან მრუდებს შორის სწორი ჩანართის ფარგლებში (ნახ.1.47). ასეთ შემთხვევებში შემადლების სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 115 მმ-ს (გაუბათილებელი აჩქარების 0,7 მწმ გადაუჭარბებლობის პირობით).

ორ სხვადასხვა რადიუსიან ერთ მხარეს მიმართულ მრუდებს შორის სწორი ჩანართის არარსებობისას, გარე რელსის შემადლების დამრეცება და ლიანდის გაგანიერების მდოერული ცვალებადობა ეწყობა გადასასვლელი მრუდის ან დიდრადიუსიანი წრიული მრუდის ფარგლებში (ნახ.1.48).



ნახ. 1.46 გარე რელსის შემადლების დამრეცების მოწყობის სქემა ერთ მხარეს მიმართული მომიჯნავე მრუდების შეუღლებისას მათ შორის საკმარისი სიგრძის სწორი ჩანართის შემთხვევაში

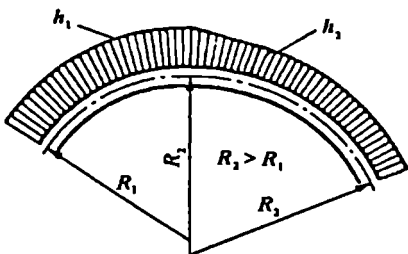


ნახ. 1.47 გარე რელსის შემადლების დამრეცების მოწყობის სქემა ერთ მხარეს მიმართული მომიჯნავე მრუდების შეუღლებისას მათ შორის არასაკმარისი სიგრძის სწორი ჩანართის შემთხვევაში

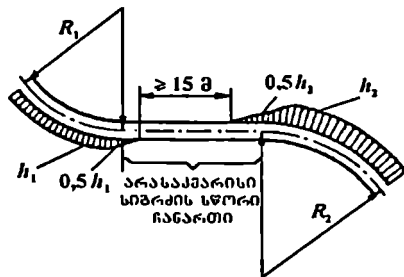
ერთ მხარეს მიმართული წრიული მრუდების ურთიერთშეუღლებისას მათ შორის გადასასვლელი მრუდები შეიძლება არ მოეწყოს თუ მრუდების სიმრუდეთა სხვაობა არ აღემატება 1/4000.

სხვადასხვა მხარეს მიმართული მრუდების შემთხვევაში გადასასვლელი მრუდების გარეშე, გარე რელსის შემადლების დამრეცება ეწყობა ამ მრუდებს შორის სწორი ჩანართის ფარგლებში. დასაშვებია სწორი ჩანართის სიგრძის შემცირება გარე რელსის შემადლების მოწყობის გარეშე 15 მეტრამდე, დამრეცების მოწყობით

0.003 ქანობით. ამასთანავე წრიული მრუდის დასაწყისში შემაღლება არ უნდა იყოს ნაკლები მთლიანი შემაღლების ნახევრისა (ნახ.149).



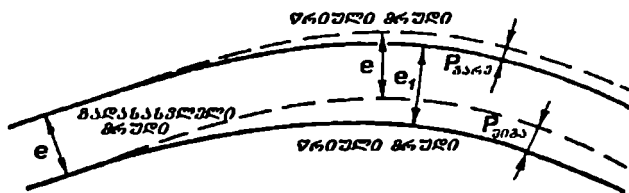
ნახ. 148. გარე რელსის შემაღლების დამრეცების (ლიანდის გაგანიერების) მოწყობის სქემა ერთ მხარეს მიმართულ სხედასხვა რადიუსიანი მომიჯნავე მრუდებში სწორი ჩანართის გარეშე



ნახ. 149. გარე რელსის შემაღლების დამრეცების (ლიანდის გაგანიერების) მოწყობის სქემა სხედასხვა მხარეს მიმართული მრუდების შეუღლებისას მათ შორის არასაკმარისი სივრცის სწორი ჩანართის შემთხვევაში

1.7.5. გადასასვლელი მრუდების მოწყობის თავისებურებები ორლიანდაგიან რკინიგზებზე

ორლიანდაგიან რკინიგზებზე გაბარიტების მოთხოვნების შესაბამისად მრუდებში ლიანდაგის ღერძებს შორის მანძილი e სიდიდიდან e_1 სიდიდემდე A მანძილით უნდა გაიზარდოს (ნახ.150).



ნახ.150. ლიანდის სივრცის გაბარიტული გაგანიერება მრუდებში

ამასთან გარეთა ლიანდაგისათვის $I_{0\alpha_2}$ და C_{α_2} სიდიდეები $I_{0\alpha_1}$ და C_{α_1} სიდიდეებზე იმდენად მეტი უნდა იყოს, რომ შიგა ლიანდაგზე წრიული მრუდის P_{α_1} გადაწევის სიდიდე ტოლი უნდა იყოს:

$$P_{\alpha_2} = P_{\alpha_1} + A \quad (1.156)$$

სადაც A - ლიანდაგის ღერძებს შორის გაბარიტული გაგანიერებაა.

P_{α_2} განისაზღვრება (1.153) ფორმულის საშუალებით. (1.156) ფორმულით ცნობილი P_{α_2} სიდიდისათვის განისაზღვრება $I_{0\alpha_2}$ მნიშვნელობა.

აუ მრუდში მიწის ეაკისის ღერძის რადიუსს ავლენშნაეო R_0 -ით, მაშინ

$$R_{\alpha_2} = R_0 - \frac{e}{2} - A \quad (1.157)$$

$$R_{\alpha_2} = R_0 + \frac{e}{2} \quad (1.158)$$

მიახლოებით $I_{0\alpha_2}$ სიდიდე განისაზღვრება (1.153) ფორმულის მიხედვით

$$I_{0\alpha_2} = \sqrt{I_{0\alpha_1}^2 \frac{R_{\alpha_2}}{R_{\alpha_1}} + 24 R_{\alpha_2} A} \quad (1.159)$$

შიგა ლიანდაგის მრუდის დაკეალვის შესაძლებლობა (1.151) ფორმულის საშუალებით მოწმდება.

1.8. დამოკლებული რელსები

1.8.1. ზოგადი ცნობები

ლიანდაგში სარელსო პირაპირები ერთაეე სარელსო ძაფზე ერთიმეორის გასწვრივ, ერთ სიბრტყეში უნდა იყოს განლაგებული. მრუდ უბნებში კი რადიალურ მიმართულებაზე, ლიანდაგის მრუდე უბნებში გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეთა სხვაობის გამო პირაპირების ერთ სიბრტყეში რადიალური მიმართულებით განლაგება ვერ ხერხდება და შიგა სარელსო ძაფის პირაპირი წინ ასწრებს გარე სარელსო ძაფის პირაპირს. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად მრუდის შიგა სარელსო ძაფზე უნდა ჩალაგდეს გარკვეული რაოდენობის სტანდარტულად დამოკლებული რელსები. დამოკლებული რელსების რაოდენობა და მათი ნორმალური სიგრძის რელსებთან მონაცვლეობა გაანგარიშების მიხედვით დადგინდება. ამ გა-

ანგარიშების საფუძველია ის, რომ მრუდებში პირაპირების აცდენის სიდიდე, რელსების სტანდარტული დამოკლების k სიდიდის ნახევარს არ უნდა აღემატებოდეს.

ჩვენს რკინიგზებზე რელსების სტანდარტული დამოკლების სიდიდეებია: 12,5 მ სიგრძის რელსებისათვის $k = 40,80$ და 120 მმ; 25 მ სიგრძის რელსებისათვის $k = 80$ და 160 მმ.

1.8.2. დამოკლებული რელსების როდენობისა და ლიანდაგში ჩალაგების თანმიმდევრობის განსაზღვრა

განსაზღვროთ ნებისმიერი მრუდისათვის შიგა სარელსო ძაფის დამოკლების სიდიდე.

AA_1 და BB_1 კვეთებს შორის კუთხე ნახ. 1.51-ის მიხედვით ტოლია $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$. გარე სარელსო ძაფის AB რკალის სიგრძე ტოლი იქნება

$$s_{AB} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_{გარე} d\varphi \quad (1.160)$$

შიგა სარელსო ძაფის A_1B_1 რკალის სიგრძე ტოლია

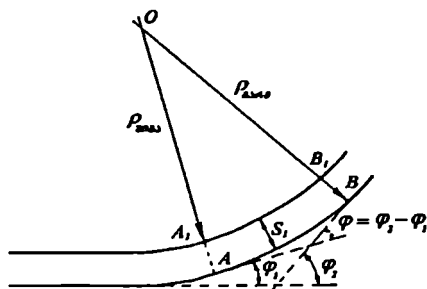
$$s_{A_1B_1} = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_{შიგა} d\varphi \quad (1.161)$$

მაშინ შიგა სარელსო ძაფის რკალის დამოკლების სიდიდე ტოლი იქნება

$$\varepsilon = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_{გარე} d\varphi - \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho_{შიგა} d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (\rho_{გარე} - \rho_{შიგა}) d\varphi \quad (1.162)$$

ვიწინიდან $\rho_{გარე} - \rho_{შიგა} = S_1$, მაშასადამე

$$\varepsilon = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} S_1 d\varphi = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} (\varphi_2 - \varphi_1) d\varphi = S_1 \varphi \quad (1.163)$$



ნახ. 1.51 მრუდებში შიგა სარელსო ძაფის დამოკლების განსაზღვრის სქემა

იზოლირებული სარკინიგზო მრუდი შედგება ორი გადასასვლელი და სუფთა წრიული მრუდისაგან. ცნობილია, რომ გადასასვლელი მრუდის მოხვევის კუთხე

$$\varphi_{\text{გაგ}} = \frac{l_0^2}{2C} \quad (1.164)$$

ხოლო წრიული მრუდის მოხვევის კუთხე

$$\varphi_{\text{წრე}} = \frac{l_{\text{წრე}}}{R} \quad (1.165)$$

მაშინ მთლიანი მრუდის ფარგლებში შიგა სარელსო ძაფის დამოკლება გამოითქვება ფორმულით

$$\varepsilon_{\text{მთლ}} = 2\varepsilon_{\text{გაგ}} + \varepsilon_{\text{წრე}} = 2S_1 \frac{l_0^2}{2C} + S_1 \frac{l_{\text{წრე}}}{R} = S_1 \left(\frac{l_0^2}{C} + \frac{l_{\text{წრე}}}{R} \right) = S_1 \left(\frac{l_0^2}{l_0 R} + \frac{l_{\text{წრე}}}{R} \right) = \frac{S_1}{R} (l_0 + l_{\text{წრე}}) \quad (1.166)$$

ეიციტ, რა მრუდის ფარგლებში შიგა სარელსო ძაფის მთლიანი დამოკლება $\varepsilon_{\text{მთლ}}$, შეიძლება გამოეთვალათ მრუდში დამოკლებული რელსების საჭირო რაოდენობა

$$N_{\text{რელს}} = \frac{\varepsilon_{\text{მთლ}}}{k} \quad (1.167)$$

პრაქტიკულად დამოკლებული რელსების ლინდაგში ჩალაგების თანმიმდევრობას სპეციალური ცხრილებისა და გრაფიკების საშუალებით განსაზღვრავენ.

ლიტერატურა:

1. Шахуняц Г.М. Железнодорожный путь М.: Транспорт, 1987. 480 с..
2. Шахуняц Г.М. Проектирование железнодорожного пути М.: Транспорт, 1972. 320 с..
3. Яковлева Т.Г., Шульга С.В., Амелин С.В. и др.; Под ред. Амелина С.В. Основы устройства и расчёв железнодорожного пути, М.: Транспорт, 1990. 367 с.
4. Чернышев М.А. Практические методы расчёта пути. М.: Транспорт, 1967. 235 с.
5. МПС – Главное управление пути Технические указание по укладке и содержанию бесстыкового пути, М.: Транспорт, 1982. 166 с.
6. Под редакцией Альбрехта В.Г., Бромберга Е.М. Бесстыковой путь, М.: Транспорт, 1982. 206 с.
7. Амелин С.В., Бассарский М.П. и др.; Под ред. Баилова В.В.и Чернышева М.А. Т. I Справочник инженера – путейца, М.: Транспорт, 1972. 768 с.
8. Фришман М.А. Как работает путь под поездами, М.: Транспорт, 1983. 168 с.
9. МПС РФ Российская Академия Транспорта Большая энциклопедия транспорта, том 4, «Железнодорожный транспорт», М.: «БРС», 2003. 1040 с.
10. Чернышев М.А., Крейнис З.Л. Железнодорожный путь, М.: Транспорт, 1985. 304 с.
11. Амелин С.В., Андреев Г.Е. Устройство и эксплуатация пути, М.: Транспорт, 1986. 238 с..

ს ა რ ჩ ე ვ ი

	გვ.
თავი 1 სარელსო ლიანდის დაგეგმარება და მოწყობა	3
1.1 სარელსო ლიანდის მოწყობისა და მოულა-შენახვის თავისებურებები	3
1.2 მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილებისა და ლიანდაგის ურთიერთქმედების ძირითადი პრინციპები	4
1.3 სარელსო ლიანდის მოწყობა სწორ უბნებში, ნორმები და დაშვებები	9
1.4 სარელსო ლიანდის განსაზღვრა მრუდე უბნებში ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით	12
1.4.1 ზოგადი ცნობები	12
1.4.2 ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში ეკიპაჟის ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების გათვალისწინებით	14
1.4.3 ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში ორღერძიანი ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით	18
1.4.4 ლიანდის სიგანის განსაზღვრა მრუდებში სამღერძიანი ეკიპაჟის ჩაწერის პირობით	20
1.4.5 ლიანდის სიგანის განსაზღვრა ჩაწერის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით	24
1.4.6 ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გეომეტრიული მახასიათებლების განსაზღვრა	24
1.4.7 ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გაანგარიშება აბსოლუტურად ხისტი კონსტრუქციის ლიანდაგის შემთხვევაში	28
1.4.8 ეკიპაჟის მრუდში ჩაწერის გაანგარიშება დრეკად ლიანდაგში დინამიკური მახასიათებლებით	34
1.4.9 ლიანდაგზე ეკიპაჟიდან გადაცემული განივი ძალების ზემოქმედების შეფასება გრაფიკ-პასპორტებით	35
1.4.10 ეკიპაჟების ლიანდაგში ჩაწერის გაანგარიშების თავისებურებები მატარებელზე გრძივი ძალების ზემოქმედების გათვალისწინებით	42
1.5 ლიანდის სიგანის ნორმების და დაშვებების ჩამოყალიბების ისტორია და ძირითადი კრიტერიუმები	45
1.5.1 ლიანდის სიგანის ნორმების და დაშვებების ჩამოყალიბების მოკლე ისტორია და ძირითადი კრიტერიუმები	45

1.5.2	ლიონდის სიგანის ნორმები და დაშვებები მრუდე უბნებში	50
1.6	გარე რელსის შემადგენლობა	52
1.6.1	'ხოვადი ცნობები	52
1.6.2	მრუდებში გარე რელსის შემადგენლობის სიდიდის განსაზღვრა ტექნიკურ-ეკონომიკური მიზანშეწონილობის მიხედვით	52
1.6.3	გარე რელსის შემადგენლობა კომფორტული მგზავრობის უზრუნველყოფის პირობით	57
1.7	გადასასვლელი მრუდები	59
1.7.1	გადასასვლელი მრუდების თეორია და დანიშნულება	59
1.7.2	გადასასვლელი მრუდების სიგრძის განსაზღვრა ძირითადი კრიტერიუმების მიხედვით	64
1.7.3	გადასასვლელი მრუდის დაკეცვა	67
1.7.4	გადასასვლელი მრუდების მოწყობა მომიჯნავე წრიულ მრუდებს შორის	68
1.7.5	გადასასვლელი მრუდების მოწყობის თავისებურებები ორლიანდაგიან რკინიგზებზე	70
1.8	დამოკლებული რელსები	71
1.8.1.	ხოვადი ცნობები	71
1.8.2.	დამოკლებული რელსების რაოდენობისა და ლიანდაგში ჩალაგების თანმიმდევრობის განსაზღვრა	72
	ლიტერატურა	74

იზმუღმზბ ავტორტა მღმრ წარმოდგენილი სსსრტ

გაღაცა წარმოდგას 26.02.2009. ზემოწერილია დასაბეკღად 01.04.2009. კაღაღის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეკღი თაბაზი 4,5. ტირაჟი 100 ვვ.

საგამომეკღლო საზღი „ტეკნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

