

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ე. მოისწრაფიშვილი, მ. მოისწრაფიშვილი, ნ. რურუა

რპინიგზის ლიანდაბი

ნავილი I

ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქცია



რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი

2008

სახელმძღვანელოში აღწერილია რკინიგზის ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების თანამედროვე კონსტრუქციები, მათი დანიშნულება, წაყენებული მოთხოვნები და მათი გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა. სახელმძღვანელო მოიცავს რკინიგზის ლიანდაგის გენერალური პარამეტრების, ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციული ელემენტების შერჩევის, გაანგარიშებისა და ლიანდაგის მოწყობის საკითხებს. მასში მოცემულია ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების მუშაობისა და შერჩევის პრინციპები, მათი ხანგამძლეობისა და საიმედობის განსაზღვრის საკითხები. განხილულია ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების განვითარების პერსპექტივა და მათდამი წაყენებული მოთხოვნები. მოტანილია მეთოდური, საცნობარო და ნორმატიულ-ტექნიკური მასალები. სახელმძღვანელო შედგენილია მოქმედი სტანდარტების დაცვით, ახალი სასწავლო გეგმებისა და პროგრამების და სილაბუსების შესაბამისად.

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

რეცენზენტი: ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,

ასოცირებული პროფესორი

გ.კვანტალიანი

© საგამოცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008

ISBN 978-9941-14-101-0

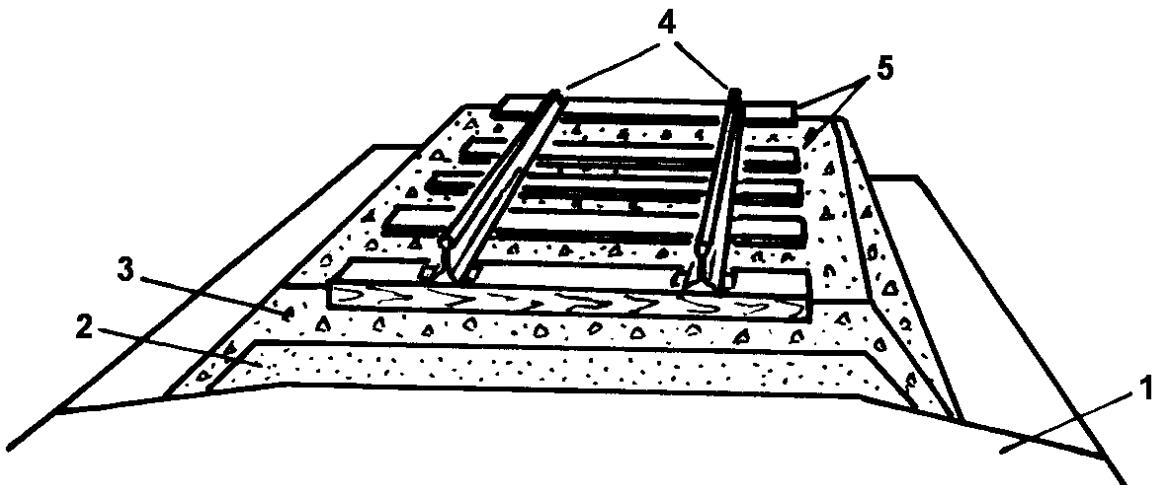
ნავილი 1. ლიანდაბის ზედა ნაშენის პონტრული

თავი 1. ოპინიგზის ლიანდაბის მუშაობის პირობები და გენერალური პარამეტრები

1.1. რკინიგზის ლიანდაგის მუშაობის პირობები

რკინიგზის ტრანსპორტი შედგება მრავალი ურთიერთთან მჭიდროდ დაკავშირებული რგოლებისაგან, რომლებიც ქმნიან ერთიან სამუშაოს სისტემას. ამ სისტემის საპასუხისმგებლო და უმთავრეს რგოლს რკინიგზის ლიანდაგი წარმოადგენს.

რკინიგზის ლიანდაგი რთული საინჟინრო ნაგებობაა, რომელსაც მუშაობა უხდება რთულ პირობებში. იგი რკინიგზის ტრანსპორტის საფუძველს წარმოადგენს და მის მდგომარეობაზეა დამოკიდებული რკინიგზის ტრანსპორტის გამართული მუშაობა მთლიანად. რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია უნდა უზრუნველყოფდეს მატარებლების უწყვეტ და უსაფრთხო მოძრაობას დადგენილი სიჩქარეებით, წლისა და დღე-დამის ყველა დროს, ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში. რკინიგზის ლიანდაგი უნდა უზრუნველყოფდეს აგრეთვე ძირითადი ფონდებისა და ტექნიკური საშუალებების ოპტიმალურად და ეფექტურად გამოყენების საშუალებას.



ნახ. 1.1. რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია

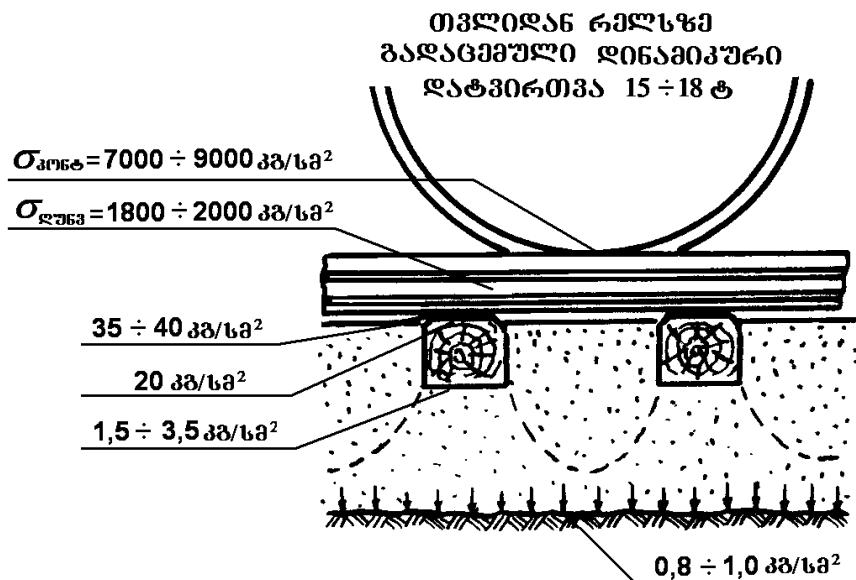
რკინიგზის ლიანდაგი შედგება ქვედა და ზედა ნაშენისაგან (ნახ.1.1). რკინიგზის ლიანდაგის ქვედა ნაშენს მიეკუთვნება: მიწის ვაკისი (1) და ხელოვნური ნაგებობები (ხიდები, გვირაბები, მილები, საყრდენი კედლები, ვიადუკები და სხვა.)

ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტებია: (რელსები 4), სარელსო სამაგრები, ლიანდაგის წაძვრის საწინააღმდეგო მოწყობილობანი, შპალები (5), ან რკინაბეტო-

ნის საფუძველი, საბალასტო შრე (2,3), ლიანდაგის ზედა ნაშენის სპეციალური მოწყობილობები, ლიანდაგების ერთ დონეზე შეერთებისა და გადაკვეთისათვის.

რკინიგზის ლიანდაგი წარმოადგენს ერთიან კონსტრუქციას, რომლის ყველა ელემენტი შეთანხმებულად მუშაობს. იმის გამო, რომ მოძრავი შემადგენლობისაგან ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტებს განსაკუთრებით დიდი სიდიდის სტატიკური და დინამიკური დატვირთვები გადაეცემა, ამ ელემენტების მასალის შერჩევას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ლიანდაგის ზედა ნაშენის რომელიმე ელემენტის შეუთანხმებული მუშაობა მთლიანად არღვევს რკინიგზის ლიანდაგის, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის მუშაობის პირობებს.

ლიანდაგის ზედა ნაშენის, როგორც ერთიანი კონსტრუქციის მუშაობის საილუსტრაციოდ საკმარისია განვიხილოთ მოძრავი შემადგენლობიდან ლიანდაგის ზედა ნაშენზე და ზედა ნაშენიდან მიწის ვაკისზე ვერტიკალური დატვირთვების გადაცემის სქემა (ნახ.1.2).



ნახ.1.2. მოძრავი შემადგენლობიდან ლიანდაგზე ვერტიკალური დატვირთვების გადაცემის სქემა

რელსისა და თვლის შეხების წერტილში კონტაქტური ძაბვების სიდიდე რელსის თავში 9000 კგ/სმ² აღწევს. ხოლო ღუნვის ძაბვის სიდიდე რელსის ფუძის წიბოში 1800-2400 კგ/სმ² ფარგლებში იცვლება. ასეთი სიდიდის დატვირთვების ატანა შეუძლია მხოლოდ ისეთ მასალას, როგორიცაა ფოლადი. ამიტომ რელსები მაღალი მარკის სარელსო ფოლადისაგან მზადდება. რელსი მიიღებს რა თავისთავზე მოძრავი შემადგენლობიდან გადმოცემულ დატვირთვებს, გაანაწილებს მათ და მოძევნო ელემენტს – ქვესადებს გადასცემს საშუალოდ 35-40 კგ/სმ² კუმულის ძაბვას.

ქვესადების საყრდენი ფართობი აღემატება რელსის ფუძის ფართობს, ამიტომ ქვესადებებიდან შპალის ზედაპირს გადაეცემა არა უმეტეს 20 კგ/სმ² კუმშვის ძაბვა. ასევე შპალის საწოლი აითვისებს მასზე გადმოცემულ დატვირთვებს და ბალასტის შრეს გადასცემს არა უმეტეს 1,5–3,5 კგ/სმ² კუმშვის ძაბვას. ბალასტის შრისაგან კი მიწის ვაკისის ძირითად მოედანს დაახლოებით 0,8-1,0 კგ/სმ² ძაბვა გადაეცემა. როგორც ვხედავთ, ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების შეთანხმებული მუშაობა იმაში მდგომარეობს, რომ წინამდგომი ელემენტი მომდევნოს ისეთი სიდიდის დატვირთვებს გადასცემს, რომელთა ატანა ამ ელემენტის მასალას თავისუფლად შეუძლია და არ აღემატება მისი სიმტკიცის ზღვარს.

12. რკინიგზის გენერალური პარამეტრები და ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევის პრინციპები

რკინიგზის ლიანდაგის ოპტიმალური კონსტრუქციისა და ტიპის შერჩევა დამოკიდებულია რკინიგზის გენერალური პარამეტრებზე. რკინიგზის გენერალური პარამეტრებია: მატარებლების (სატვირთო და სამგზავრო) სიჩქარეები, მატარებლების წონა, ღერძზე მოსული დატვირთვა და ტვირთდაბაბულობა მლნ. ბრ.ტ.კმ/კმ წ, ანუ ლიანდაგის თითოეულ კილომეტრზე შესრულებული მუშაობა, მოძრავი შემადგენლობის კონსტრუქცია და სხვა.

რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქციის და მისი ცალკეული ელემენტების შერჩევისა და მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმის დადგენისათვის მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული შემდეგი უმთავრესი დებულებები:

- ლიანდაგი წარმოდგენილია, როგორც ერთიანი კონსტრუქცია, რომლის ელემენტები მუშაობენ შეთანხმებულად და თუნდაც უმცირესი დარღვევა ან ცვლილება მათი მუშაობის პირობებში, იწვევს ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ურთიერთქმედების პირობების ცვალებადობას. ასეთი ცვალებადობა კი ზრდის ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების მოვლა-შენახვის და შეკეთებების მოცულობებს და დირებულებას;
- რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქცია და მისი ცალკეული ელემენტების შერჩევა, მათი სამსახურის ვადა, ლიანდაგის მუშაობის პირობები, ლიანდაგის მოვლა-შენახვისა და შეკეთებების მოცულობები და ხარჯები დამოკიდებულია, ადგილობრივ საექსპლუატაციო პირობებზე და რკინიგზის გენერალურ

პარამეტრებზე, ასევე ადგილობრივ კლიმატურ, გეოლოგიურ და სხვა პირობებზე;

- რკინიგზის ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევაზე და მის შემდგომ გაუმჯობესებასა და განვითარებაზე გავლენას ახდენს, ლიანდაგის მოწყობის, მოვლა-შენახვისა და შეკეთებების სამუშაოების ორგანიზაციის ფორმა და სალიანდაგო სამუშაოების მექანიზაციის დონე;
- ლიანდაგის საბოლოო კონსტრუქციის შერჩევას განსაზღვრავს მისი ეკონომიკური მიზანშეწონილობა და სახელმწიფოებრივი ინტერესები და ამოცანები. ამიტომ ლიანდაგის კონკრეტული კონსტრუქციის ვარიანტი ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე შეირჩევა;
- ლიანდაგის კონსტრუქციის და მისი ცალკეული ელემენტების შერჩევის საკითხები უნდა გადაწყდეს კომპლექსურად, ზემოთ ჩამოთვლილი პრინციპების მოთხოვნათა შეჯერებით.

მატარებლიდან გადაცემული დინამიკური დატვირთვებისა და ბუნებრივი ფაქტორების მრავალჯერადი ზემოქმედების გამო, ლიანდაგი იმყოფება მუდმივად დაძაბულ-დეფორმაციულ მდგომარეობაში და მასში გროვდება ნარჩენი დეფორმაციები. ლიანდაგის კონსტრუქციის მუშაობის პირობების ელემენტარულმა დარღვევამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების პირობების დარღვევა, რაც დაუშვებელია, რადგანაც მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა რკინიგზის ტრანსპორტის მუშაობის უმთავრესი მოთხოვნაა. ამიტომ ლიანდაგის მოვლა-შენახვისა და შეკეთებების სამუშაოების სწორი ორგანიზაცია, მათი დროულად და მაღალხარისხიანად ჩატარება, სალიანდაგო მეურნეობის მართვის ძირითადი ამოცანაა.

რადგანაც რკინიგზის ლიანდაგის მუშაობის პირობებში დაშვებულია ნარჩენი დეფორმაციების არსებობა, მისი მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ნორმებთან ერთად დადგენილია ნორმებიდან დასაშვები გადახრები, ანუ დაშვებები.

ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევის, მისი მოწყობის, მოვლა-შენახვის ნორმებისა და ნორმებიდან დასაშვები გადახრების (დაშვებების) სიდიდეების დადგენის საკითხები განხილული უნდა იქნენ კომპლექსურად, ერთიმეორესთან უწყვეტ კავშირში. ეს კავშირი კი ლიანდაგის მუშაობის, ექსპლუატაციის პირობების და კლიმატური ფაქტორების კომპლექსურ ზემოქმედებაზეა დამოკიდებული.

ლიანდაგის მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ნორმების და დაშვებების ზუსტად განსაზღვრა მისი გამართული მუშაობის მთავარ წინაპირობას წარმოადგენს. ამ ნორმებზე და დაშვებებზე კი დიდად არის დამოკიდებული ლიანდაგის შეკეთებისა

და მოვლა-შენახვის სამუშაოების მოცულობა და შესაბამისად ამ სამუშაოების შესრულების დირექტულებაც.

ლიანდაგის კონსტრუქციული გაფორმებისას და მისი ელემენტების შერჩევისას, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული აგრეთვე ადგილობრივი პირობები (კლიმატური, გეოლოგიური და სხვა).

როგორც ყველა საინჟინრო ნაგებობა, რკინიგზის ლიანდაგიც ტექნიკურ მახასიათებლებთან ერთად უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე ეკონომიკური პირობების მოთხოვნებსაც. ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევისას და გაანგარიშებისას აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მისი ეკონომიკური მიზანშეწნილობა და საერთო სახელმწიფო ინტერესები. ლიანდაგის კონსტრუქცია ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისა და ვარიანტების შედარების საფუძველზე შეირჩევა. ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევისას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება აგრეთვე მისი მოწყობის სამუშაოების ორგანიზაციისა და მექანიზაციის სისტემის სწორად გადაწყვეტას.

როგორც აღნიშნული იყო რკინიგზის ლიანდაგს დიდი სიდიდის დინამიკური დატვირთვები გადაეცემა, რაც განაპირობებს ლიანდაგის დაძაბულად მუშაობას. ლიანდაგის დაძაბულ მუშაობას თან სდევს დრეკადი და ნარჩენი დეფორმაციების სისტემატური წარმოშობა. ნარჩენი დეფორმაციების დაშვება კონსტრუქციის მუშაობის პირობებში, გარდა რკინიგზის ლიანდაგისა სხვა საინჟინრო ნაგებობებში ძალზე იშვიათია.

დრეკადი და ნარჩენი დეფორმაციების წარმოშობა, ლიანდაგის მოვლა-შენახვისა და შეკეთების სამუშაოების სისტემატურად ჩატარებას მოითხოვს.

ლიანდაგის მოვლა-შენახვის სამუშაოების ძირითად მიზანს წარმოადგენს ნარჩენი დეფორმაციების წარმოშობის საწინააღმდეგო პროფილაქტიკა, წარმოშობილი დარღვევებისა და დეფექტების აღმოჩენა და სასწრაფოდ ლიკვიდაცია, ლიანდაგის ელემენტების სამსახურის ვადის გახანგრძლივება, ლიანდაგის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში შენახვა.

მატარებლების მოძრაობის პირობებში ნარჩენი დეფორმაციების (რელსების ცვეთა, შპალების ლპობა და მექანიკური დაზიანება, ბალასტის გაჭუჭყიანება და სხვა) დაგროვება დროის ფაქტორის პირდაპირპოპორციულად უფრო და უფრო ინტენსიური ხდება. ამიტომ დგება მომენტი, როდესაც ნარჩენი დეფორმაციების ლიკვიდაცია ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის სამუშაოების ჩატარებით ან შეუძლებელია ან არა ეკონომიურია. ასეთ პირობებში ინიშნება ლიანდაგის შეკეთებები. ამჟამად მოქმედი კლასიფიკაციის მიხედვით დადგენილია ლიანდაგის

შემდეგი სახის შეკეთებები: აწევითი შეკეთება, საშუალო შეკეთება და კაპიტალური შეკეთება.

ლიანდაგის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში შენახვისათვის აუცილებელია, რომ შეკეთების სამუშაოები ჩატარებულ იქნას დაგენილ ვადებში მაღალხარისხოვნად, ტექნოლოგიის ზუსტად დაცვით.

სალიანდაგო სამუშოების შესრულების ერთ-ერთ თავისებულებას წარმოადგენს ის, რომ იგი უნდა ჩატარდეს მატარებლების მოძრაობის პირობებში. ამიტომ ტვირთდაძაბულობის, მოძრაობის სიჩქარეებისა და ინტენსივობის განუხრელ ზრდასთან ერთად სალიანდაგო სამუშაოების ჩატარება ყოველდღიურად ძნელდება. ამ თვალსაზრისითაც ლიანდაგის ზედა ნაშენის ოპტიმალური კონსტრუქციის შერჩევას თანამედროვე პირობებში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს.

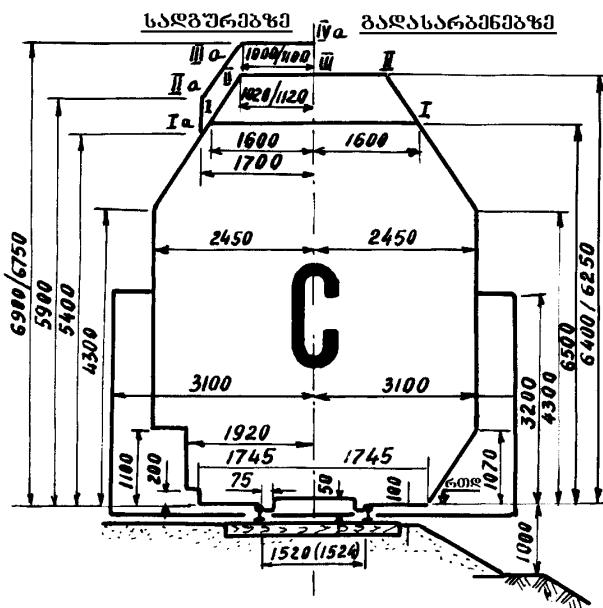
ამგვარად ლიანდაგის კონსტრუქცია უნდა შეირჩეს ამ კონსტრუქციაზე მოქმედი ყველა ფაქტორის ზუსტად გათვალისწინებით და შერჩეული კონსტრუქცია უნდა უზრუნველყოფდეს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებას და უწყვეტობას, ლიანდაგის კონსტრუქციის ყველა ელემენტის სამსახურის ვადის მაქსიმალურად გახანგრძლივების პირობებში.

თავი 2. გაბარიტები და არაგაბარიტული გაღაზილვები

2.1. გაბარიტები

მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია, რომ რკინიგზის ლიანდაგის ირგვლივ, მის მთელ სიგრძეზე წარმოდგენით შემოფარგლულ არეში არ იჭრებოდეს არცერთი ნაგებობა და მოწყობილობა, ან მათი ცალკეული ელემენტები. რკინიგზის ლიანდაგის გასწვრივ გაშენებული ნაგებობები მისგან დაშორებული უნდა იყოს არა მარტო ისეთ მანძილზე, რომ არ ეხებოდეს მოძრავ შემადგენლობას, არამედ ნაგებობასა და მოძრავ შემადგენლობას შორის უნდა რჩებოდეს გარკვეული სიდიდის თავისუფალი არე.

არეს შემოფარგლულს ლიანდაგის გასწვრივ, მისი დერძის მართობულად, რომელშიაც არ უნდა იჭრებოდეს არცერთი ნაგებობისა და მოწყობილობების რაიმე ნაწილი ან ელემენტი, გარდა იმ მოწყობილობებისა, რომელთა დანიშნულებაა მოძრავ შემადგენლობასთან ურთიერთქმედება (საკონტაქტო ქსელის ელემენტები, ვაგონის სიჩქარის შემანელებლები და სხვა), ეწოდება ნაგებობის მიახლოების გაბარიტი. იგი აღინიშნება C ინდექსით (ნახ.2.1). მის ფორმას და ზომებს განაპირობებს მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პირობები.



6аb.2.1 6а3гбмбис მიახლოების C გაბარიტი

მოძრავი შემადგენლობის გაძარიტი ეწოდება, მისი ღერძის მართობულად შემოფარგლულ არეს, რომელშიაც უნდა თავსდებოდეს, როგორც დაუტვირთავი, ისე დატვირთული მოძრავი შემადგენლობის ყველა ნაწილი და ელემენტი. იგი აღინიშნება T ინდექსით (ნახ.2.3).

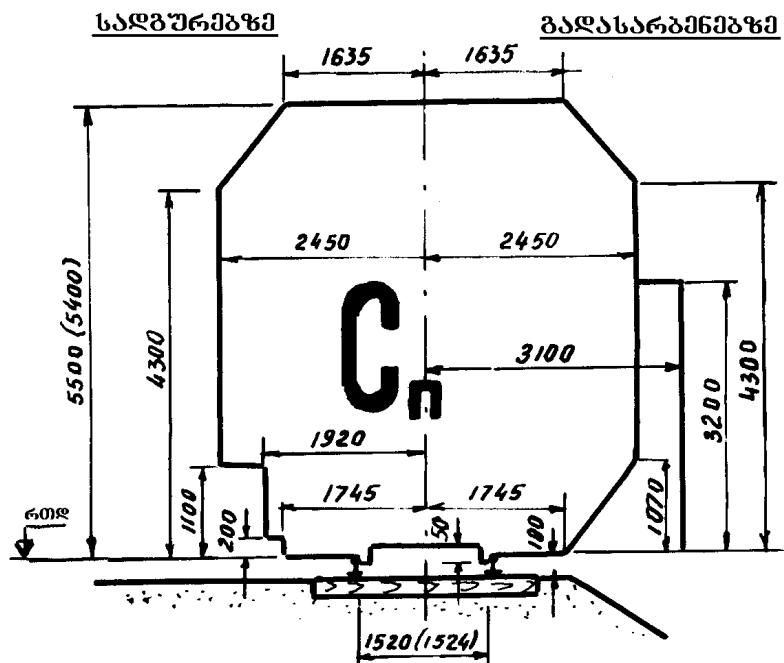
ნაგებობის მიახლოების გაბარიტი, ყველა შემთხვევაში, მოძრავი შემადგენლობის გაბარიტზე მაღალი და განიერია.

თავისუფალ არეს მოთავსებულს ნაგებობის მიახლოებისა და მოძრავი შემადგენლობის გაბარიტებს, ან მოძრავი შემადგენლობის ორ გაბარიტს შორის, გაბარიტშორისი სივრცე ეწოდება. მისი დანიშნულებაა მოძრავი შემადგენლობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, ეკიპაჟის მრუდებში მოძრაობის დროს ვერტიკალური მდგომარეობიდან გადახრის, რესორსლი რხევებით ან მოძრავი შემადგენლობის დალიანდაგის მოწყობისას დაშვებული უზუსტობის გამო გამოწვეული გადახრების შემთხვევაში.

გაბარიტების ზომები დადგენილია სტანდარტების მიხედვით. იგი ვრცელდება როგორც ნაგებობის მიახლოების, ასევე მოძრავი შემადგენლობის გაბარიტებზე.

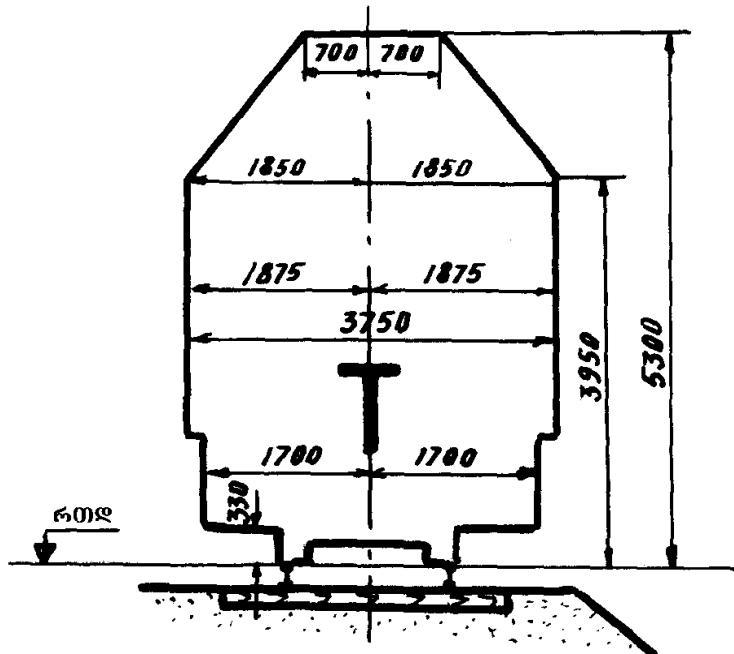
სადგურებზე, ასაქცევებზე და გაჩერების პუნქტებზე C გაბარიტს აქვს Ia - IIa - IIIa - IVa მოხაზულობა, (ნახ.2.1), ყველა ახლად აგებული ნაგებობებისათვის გადასარბენებზე C გაბარიტი უნდა შეესაბამებოდეს I - II - III კონტურს. გაბარიტის სიმაღლე დადგინდება ნაგებობის სახეობისა და საკონტაქტო ქსელის ჩამოკიდების სიმაღლის მიხედვით.

სტანდარტებით შემოღებულია ნაგებობის მიახლოების C_{II} გაბარიტი სამრეწველო საწარმოებთან მისასვლელი რკინიგზებისათვის. იგი C გაბარიტისაგან განსხვავდება სიმაღლის მიხედვით და ზოგიერთი ზომებით სიგანეში (ნახ.2.2).

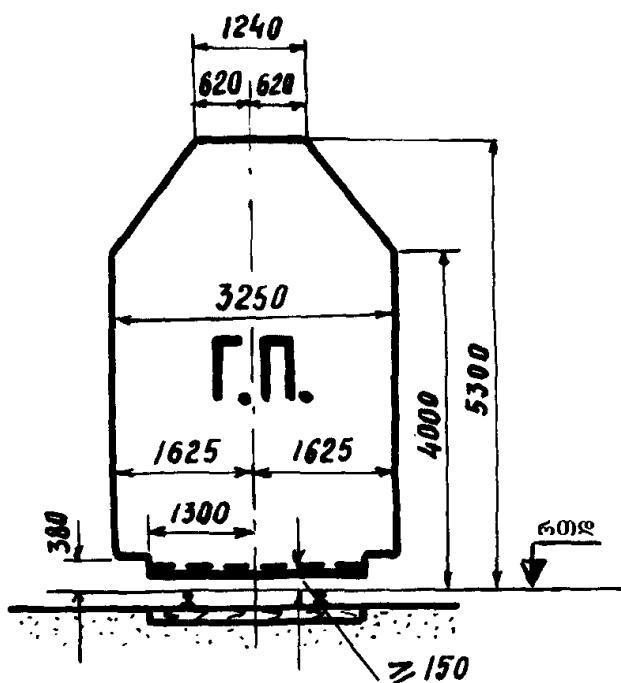


ნახ.2.2. ნაგებობის მიახლოების C_{II} გაბარიტი სამრეწველო საწარმოებთან
მისასვლელი რკინიგზებისათვის

1520 მმ სიგანის რკინიგზების საერთო ქსელისათვის დადგენილია მოძრავი შემადგენლობის $1-T$ გაბარიტი, რომლის სიგანეა 3400 მმ, ხოლო სიმაღლე 3500 მმ. რკინიგზების ცალკეულ უბნებზე დაშვებულია გადიდებული სიგანის T გაბარიტი, სიგანით 3750 მმ (ნახ.2.3). $0-T$, $01-T$, $02-T$ და $03-T$ გაბარიტები მოქმედებაშია საზღვარგარეთის რკინიგზებზე, რომლებზედაც მოძრაობს ჩვენი რკინიგზების მოძრავი შემადგენლობები.



ნახ.2.3. მოძრავი შემადგენლობის T გაბარიტი



ნახ.2.4. მოძრავი შემადგენლობის დატვირთვის GII გაბარიტი

სტანდარტებითაა აგრეთვე დადგენილი მოძრავი შემადგენლობის დატვირთვის $\Gamma\Gamma$ გაბარიტი.

მოძრავი შემადგენლობის დატვირთვის $\Gamma\Gamma$ გაბარიტი ეწოდება მისი დერძის მართობულად შემოფარგლულ არეს, რომლის გარეთ არ უნდა გამოდიოდეს დახურული თუ დია მოძრავი შემადგენლობის ტვირთის კონტური, მისი ტარა ან სამაგრი მოწყობილობები, (ნახ.2.4.)

ზემოთ ჩამოთვლილი გაბარიტები ძალაშია რკინიგზების იმ უბნებისათვის, რომლებზედაც მატარებლების მოძრაობის სიჩქარეები 160 კმ/სთ-ს არ აღემატება.

ნაგებობის მიახლოების და მოძრავი შემადგენლობის გაბარიტების მოქმედების სფეროები მითითებულია ცხრილში 2.1.

ცხრილი 2.1

გაბარიტების დანიშნულება	გაბარიტების ინდექსი	
	1520 მმ სიგანის რკინიგზებისათვის	1520 მმ და 1435 მმ სიგანის რკინიგზებისათვის
ნაგებობის მიახლოების გაბარიტები:		
ახალი და სარეკონსტრუქციო რკინიგზებისათვის	C	—
სამრეწველო საწარმოებთან მისას- ვლელი რკინიგზებისათვის	C_{II}	—
მოძრავი შემადგენლობის გაბარიტები:		
რკინიგზების საერთო ქსელისათვის	$1-T$	—
რეკონსტრუქციული რკინიგზების ცალ- კეული უბნებისათვის	T	—
რკინიგზების საერთო ქსელისათვის და საზღვარგარეთის 1435 მმ სიგანის რკინიგზებისათვის	—	$0-T, 01-T, 02-T, 03-T$

ორი ერთიმეორის გვერდით მდებარე ლიანდაგების დერძებს შორის გარკვეული მანძილი უნდა იყოს დაცული. ორლიანდაგიანი რკინიგზების სწორ უბნებში ლიანდაგების დერძებს შორის მანძილი გადასარპენზე 4100 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. სამ და ოთხ ლიანდაგიან უბნებზე, მეორე და მესამე ლიანდაგებს შორის მანძილი 5000 მმ-ის ტოლია. ლიანდაგების დერძებს შორის მანძილის გადიდება აადგილებს სალიანდაგო სამუშაოების შესრულებას და მათი უსაფრთხო წარმოების პირობებს.

სასადგურო ლიანდაგების ღერძებს შორის მანძილი იცვლება 4800-7500 მმ-ის ფარგლებში. გაბარიტული მანძილები უმთავრეს ძირითად ნაგებობებამდე და მოწყობილობებამდე მოცემულია ცხრილში 2.2.

ცხრილი 2.2.

№	ნაგებობებისა და მოწყობილობების დასახელება	გაბარიტული მანძილები, მმ.
1	2	3
1. ლიანდაგის ღერძებს შორის მანძილები სწორ უბნებში		
1	ორლიანდაგიანი რკინიგზების მთავარი ლიანდაგების ღერძებს შორის გადასარტყენზე	4100
2	სამ და ოთხლიანდაგიანი რკინიგზების მეორე და მესამე ლიანდაგების ღერძებს შორის გადასარტყენზე	5000
3	სასადგურო მთავარი ლიანდაგების ღერძებს შორის	5300
4	სასადგურო მიმდებ- გამგზავნი და მახარისხებელი ლიანდაგების ღერძებს შორის	5300/4800
5	სასადგურო მეორეხარისხოვანი ლიანდაგების ღერძებს შორის	4800/4500
6	სასადგურო ლიანდაგის ღერძებს შორის მანძილი, რომლებზედაც ტვირთები ვაგონიდან ვაგონში გადაიტვირთება	3600
7	მეზობელი საისრო ქუჩების ლიანდაგების ღერძებს შორის	5300
8	ლიანდაგების ღერძებს შორის საკონტაქტო ქსელის ბოჭების არსებობისას	6500
2. მანძილები განაპირო ლიანდაგის ღერძიდან სალიანდაგო და ჯუჯა შუქნიშნებამდე:		
1	ჭრილებში და ჭრილებიდან გამოსასვლელებში 10 მ მანძილზე, (გარდა კლდოვანისა)	7500
2	დანარჩენ ადგილებში	3100
3	სალიანდაგო და ჯუჯა შუქნიშნებამდე, რომლებიც რელსის თავის დონეზე	2180

	დაბლა მდებარეობენ	
3. მანძილები განაპირა ლიანდაგის დერძიდან საკონტაქტო ქსელის ბოძამდე		
1.	გადასარბენზე და სადგურებში	3100
2	ნამქერიან ჭრილებში	5700
3	განსაკუთრებით რთულ საპროექტო და ელექტროფიცირებულ არსებულ უბნებზე: გადასარბენებზე სადგურებზე	2750 2450
4. მანძილები რელსის თავიდან საკონტაქტო ქსელის მავთულებამდე		
1	გადასარბენებზე	(6800) 5750
2	სადგურებზე	(6800) 6250
3	სადგურებზე და გადასარბენზე ხელოვნური ნაგებობების ფარგლებში: ცვლადი დენის შემთხვევაში მუდმივი დენის შემთხვევაში	5675 5500

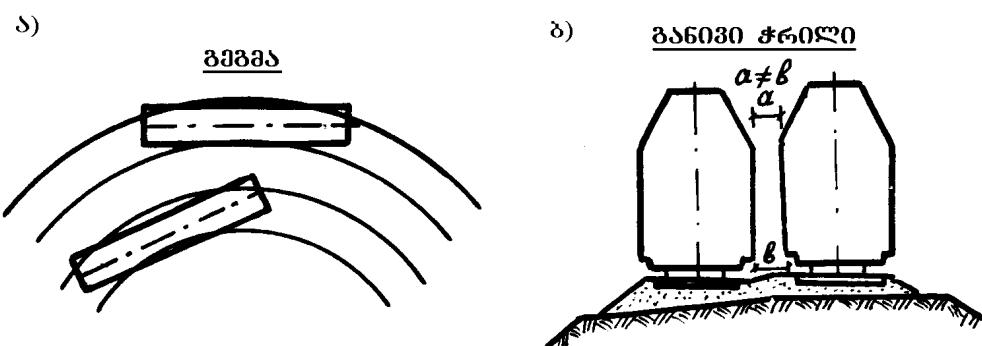
მრუდე უბნებში ლიანდაგების დერძებს შორის მანძილი იზრდება გარკვეული A მანძილით. A მანძილის სიდიდე დამოკიდებულია: წრიული მრუდის რადიუსზე, გარეთ ლიანდაგის გარე რელსის შემაღლების სიდიდეზე და მეზობელი ლიანდაგების გარე რელსის შემაღლებათა ფარდობაზე, ცხრილი 2.3.

ცხრილი 2.3.

მრუდის რადიუსი,მ	გარეთა ლიანდაგის გარე რელსის შემაღლება, მმ.					
	100	110	120	130	140	150
1	2	3	4	5	6	7
4000	20					
3000	25					
2500	30					
2000	35					
1800	40					
1700	45	45				
1600	45	45				
1500	50	50	50	50	50	
1400	50	55	60	60	60	60
1300	55	60	70	80	80	80
1200	60	65	75	85	95	105
1100	65	70	80	90	100	110
1000	70	75	85	100	110	115
900	80	85	95	105	115	125
800	90	95	105	115	125	135
700	105	110	120	130	140	150
600	120	125	135	145	155	165

500	145	150	160	170	180	190
400	180	185	195	205	215	225
300	240	245	255	265	275	285
250	290	295	305	315	325	335
200	360	365	375	385	395	405

ლიანდაგების ღერძებს შორის გაბარიტული გაგანიერების მოწყობა მრუდებში აუცილებელია იმისათვის, რომ მეზობელ ლიანდაგებზე მოძრავ შემადგენლობებს შორის მანძილი არ შემცირდეს უფრო მეტად, ვიდრე ანალოგიური მანძილი სწორ უბანში. მრუდებში მოძრაობისას ეკიპაჟის ბოლოები გადაადგილდებიან მრუდის გარეთ, ხოლო მათი შეა ნაწილი კი – მრუდის შიგნით, ნახ. 2.5-ა.



ნახ.2.5. მრუდებში გაბარიტული გაგანიერების საანგარიშო სქემა

ეკიპაჟებს შორის a და b მანძილები ასევე იცვლება: მოძრაობის სიჩქარის, გარე და შიგა ლიანდაგების გარე რელსების შემადლების უთანაბრობის, რესორსების რხევისა და ლიანდაგის ჯდენების გამო, ნახ. 2.5-ბ.

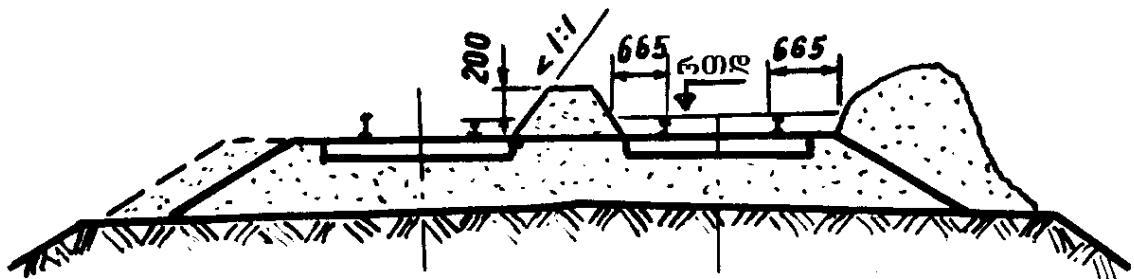
2.2. არაგაბარიტული გადაზიდვები

ცალკეულ განსაკუთრებულ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს გაბარიტული ზომების დარღვევას. გაბარიტების დარღვევა შეიძლება თუ მოძრავი შემადგენლობისა და ნაგებობის მიახლოების გაბარიტებს შორის ოჩება ისეთი სიდიდის მინიმალურად აუცილებელი გაბარიტშორისი სივრცე, რომელიც უზრუნველყოფს მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებას. ასეთ გადაზიდვებს არაგაბარიტული გადაზიდვები ეწოდება.

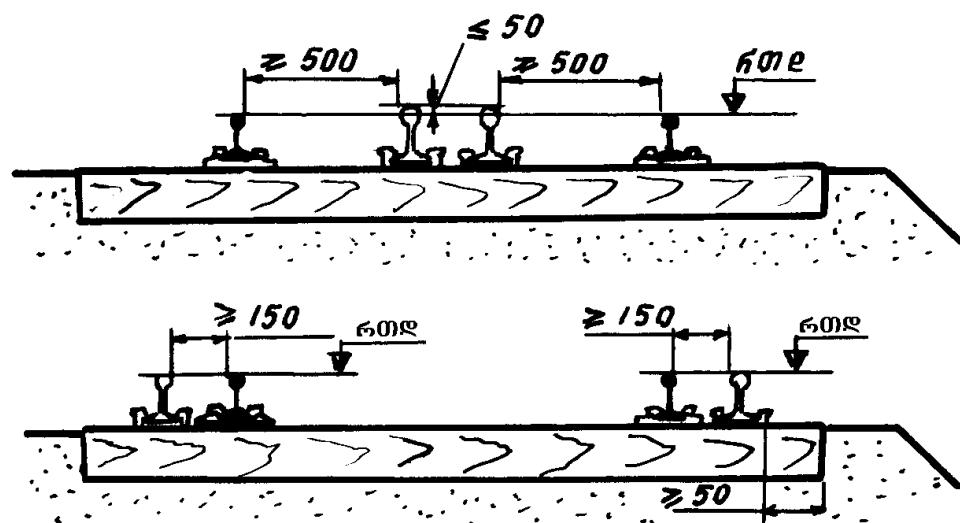
არსებობს არაგაბარიტულობის რამდენიმე კლასი, რომელთა მიხედვითაც წინასწარ უნდა განხორციელდეს შესაბამისი ღონისძიებები მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. არაგაბარიტული ტეკირთების გადაზიდვა შეიძლება განხორციელდეს რკინიგზის გენერალური დირექტორის ნებართვით და შესაბამისი ინსტრუქციების განუხრელად დაცვის პირობებში.

ლიანდაგის შეკეთებისათვის ჩამოტვირთული მასალები ან შეკეთების შედეგად ლიანდაგიდან ამოღებული ვარგისი მასალები ისე უნდა განლაგდეს ლიანდაგში, რომ გაბარიტები არ დაირღვეს. 1200 მმ-ზე ნაკლები სიმაღლის შტაბელები (სიმაღლე აიღება რელსის თავის დონიდან) გარე რელსიდან დაშორებული უნდა იყოს არანაკლებ 2 მეტრი მანძილით. დანარჩენ შემთხვევაში კი – 2,5 მეტრით.

ლიანდაგშორისზე და გვერდულზე ჩამოტვირთული ბალასტი ნახ.2.6.-ზე წარმოდგენილი სქემის მიხედვით უნდა განლაგდეს. მიმდინარე შეკეთებისათვის საჭირო ბალასტის მარაგი გვერდებზე მიეყრება საბალასტო პრიზმები, (ნახ.2.6, მარცხენა მხარე). რელსები შეიძლება განლაგდეს, როგორც ლიანდის შიგნით, ასევე შპალების ბოლოებზე, (ნახ.2.7).



ნახ.2.6. ბალასტის მარაგის ლიანდაგში განლაგების სქემა



ნახ.2.7. რელსების ლიანდაგში განლაგების სქემა

თავი 3. ლიანდაბის ზედა ნაშენის ელემენტები

3.1. რელსები

3.1.1. რელსების დანიშნულება და მათდამი წაყენებული მოთხოვნები

რელსი ლიანდაგის ზედა ნაშენის უმთავრეს ელემენტს წარმოადგენს. იგი ლიანდაგში რთულ, დაძაბულ მუშაობას განიცდის. მოძრავი შემადგენლობის თვლებისაგან რელსებს გადაეცემა დიდი სიდიდის ვერტიკალური, გრძივი პორიზონტალური, განივი პორიზონტალური და დარტყმითი - დინამიკური ძალები.

რელსების ძირითადი დანიშნულებაა:

- მიმართულება მისცენ მოძრაობას, რადგანაც სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის ერთეულები უსაჭო ტრანსპორტს წარმოადგენენ.
- მიღოს თავისთავზე მოძრავი შემადგენლობის თვლებისაგან გადმოცემული დატვირთვები, დრეკადად გადამუშავოს, თანაბრად გაანაწილოს იგი თავის სიგრძეზე და გადასცეს ზედა ნაშენის დანარჩენ ელემენტებს.
- ელექტროფიცირებულ უბნებზე შეასრულოს ძალოვანი დენის უკუგამტარის, ხოლო ავტობლოკირებულ უბნებზე – სასიგნალო დენის გამტარის მოვალეობა.
- რელსქვეშა საფუძველთან შეკავშირებით შექმნას ლიანდაგის ზედა ნაშენის ერთიანი, მდგრადი კონსტრუქცია.

რელსების დანიშნულებიდან გამომდინარე, ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით რელსებს წაეყენებათ შემდეგი მოთხოვნები:

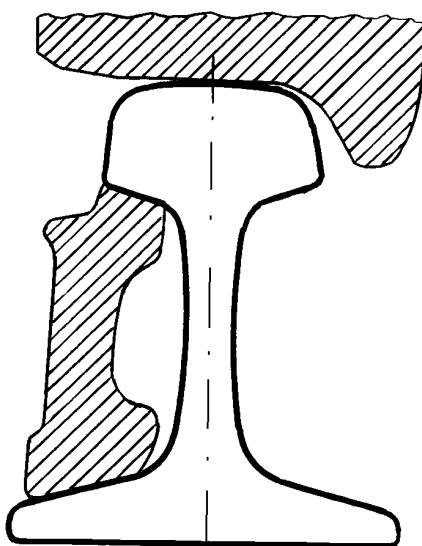
- მოძრაობის ინტენსივობის, სიჩქარეების და დერძზე მოსული დატვირთვების ზრდასთან ერთად, მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონა შესაბამისად უნდა იზრდებოდეს. ამავე დროს ლითონის ეკონომიის, ტრანსპორტირების და ჩატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციების გაადვილების თვალსაზრისით, რელსის წონა შესაძლო მინიმალური უნდა იყოს.
- რელსს უნდა ახასიათებდეს დიდი წინაღობა დუნების ძაბვებისადმი ე.ი. უნდა იყოს საკმაოდ ხისტი, ანუ გააჩნდეს დიდი წინაღობის მომენტი. ამავე დროს ზედმეტი სიხისტის შემთხვევაში, დარტყმითი დეფორმაციების ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს რელსებისა და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების ინტენსიური დაზიანება. ამიტომ რელსი საკმაოდ დრეკადიც უნდა იყოს, ე.ი. რელსში სიხისტისა და დრეკადობის ხარისხი ოპტიმალურად უნდა იყოს შერწყმული.

- სამსახურის ვადის გახანგრძლივების მიზნით რელსებზე მოქმედი კონტაქტური ძაბვებისა და დარტყმითი-დინამიკური ძალების დიდი მნიშვნელობების გამო სარელსო მასალას უნდა გააჩნდეს საკმაო წინაღობა ცვეთაზე და თელვაზე.
- რელსსა და თვალს შორის ჩაჭიდების კოეფიციენტის გადიდების თვალსაზრისით, რელსის ზედაპირი საკმაოდ ხორჯლიანი უნდა იყოს, მოძრაობის წინაღობის შემცირების თვალსაზრისით კი გლუვი.

როგორც ვხედავთ რელსებისადმი წაყენებული მოთხოვნები უმთავრესად ურთიერთსაპირისაპიროა. ამიტომ რელსების ფორმის, მათი პროფილის ზომების და ფიზიკო-მექანიკური თვისებების დადგენას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება და სატრანსპორტო მეცნიერებისათვის ერთ-ერთ რთულ პრობლემას წარმოადგენს.

3.12. რელსების პროფილი და განივი კვეთის ძირითადი ზომები

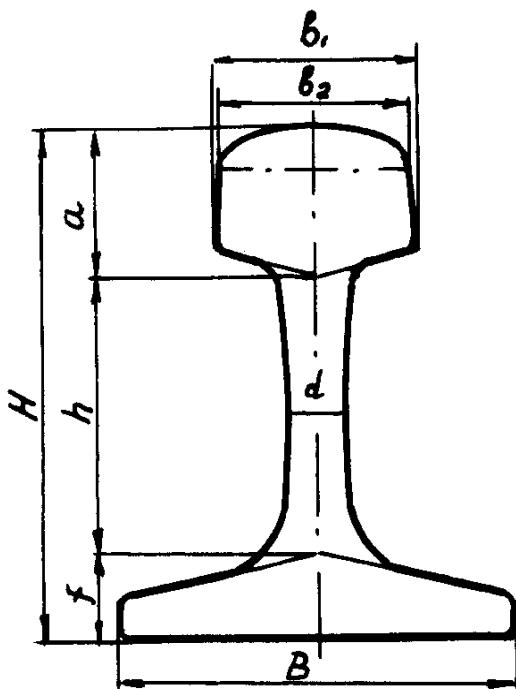
რელსების პროფილის ფორმას განაპირობებს მათზე მოქმედი ვერტიკალური ძალები, რომელთა ზემოქმედება მათში დიდი სიდიდის დუნგის ძაბვებს აღძრავს. დუნგაზე მომუშავე საუკეთესო პროფილს წარმოადგენს ორტესებრი პროფილი. ამის გამო რელსის პროფილმა მიიღო ორტისებრი კოჭის მოხაზულობა. რელსებზე მოქმედი კონტაქტური ძაბვებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით ორტესებრმა პროფილმა განიცადა გარკვეული კორექტირება. კერძოდ თელვისა და ცვეთის დეფორმაციების საწინააღმდეგოდ ლითონის ძირითადი მასა კონცენტრირებულ იქნა რელსის თავში, ხოლო რელსებებშა საფუძველთან უკეთ დაკავშირებისათვის და მდგრადობის უკეთ უზრუნველსაყოფად რელსის ფუძე გაფართოებული იქნა.



ნახ.3.1. ფუძეგანიური რელსი

მსოფლიოს რკინიგზებზე ფართო გავრცელება პპოვა და სტანდარტულად არის მიღებული ე.წ. ფუძეგანიერი რელსები, ნახ.3.1. მსოფლიოს რკინიგზების ქსელის მთელი სიგრძის 98-99% დაგებულია ფუძეგანიერი რელსებით. არსებობს აგრეთვე ორთავიანი რელსები, რომლებიც ნაწილობრივ ინგლისის რკინიგზებზე გამოიყენებოდა და გავრცელება ვერ პპოვა. ორთავიანი რელსების შექმნას საფუძლად დაედო იდეა, რომ მუშა თავის გაცვეთის შემდეგ შესაძლებელი იქნებოდა მისი მეორე თავის გამოყენება, რაც რელსის სამსახურის ვადას დაახლოებით ორჯერ გაზრდიდა. ორთავიანი რელსები რელსქვეშა საფუძლებელს უკავშირდება სპეციალური სკამებით – თუკის დეტალების საშუალებით, რომელთა წონა დაახლოებით 30 კგ-ს აღწევს. გამოირკვა, რომ ორთავიანი რელსის მუშა თავის ცვეთასთან ერთად თელვის დეფორმაციას განიცდიდა საყრდენ სკამებში მოთავსებული ქვედა თავი, რამაც განაპირობა ორთავიანი რელსების გავრცელების შეზღუდვა.

ფუძეგანიერი რელსი შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: თავისაგან, ყელისაგან და ფუძისაგან. ამჟამად ჩვენს რკინიგზებზე გამოყენებული რუსული წარმოების სტანდარტული რელსების განივი კვეთის ზომების აღმნიშვნელი სიდიდეები მოცემულია ნახაზზე 3.2, ხოლო ზომები ცხრილში 3.1. საზღვარგარეთის ზოგიერთი ქვეყნის რკინიგზებზე გამოყენებული სტანდარტული რელსების განივი კვეთის აღმნიშვნელი სიდიდეები მოცემულია ნახაზზე 3.3, ხოლო ზომები ცხრილში 3.2.



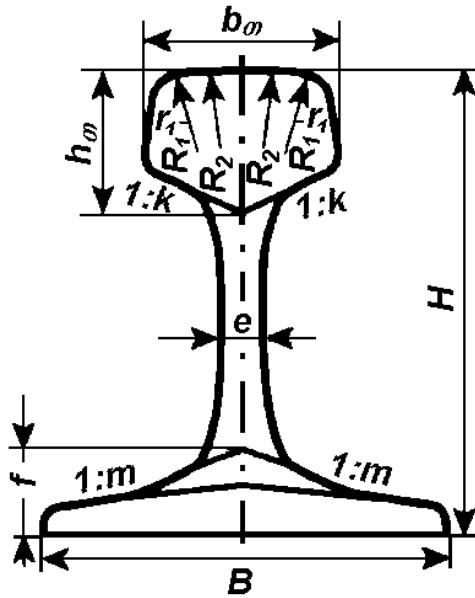
ნახ.3.2. რუსული წარმოების რელსის განივი კვეთის ზომების აღმნიშვნელი სიდიდეები

რელსის მახასიათებლები	რელსის ტიპი			
	P43 ГОСТ 7173-54	P50 ГОСТ 7174-75	P65 ГОСТ 8161-75	
1	2	3	4	
წონა, კგ/გრძ.მ.	44.65	51.67	64.72	
ლითონის განაწილება განიკვეთში % ში	თავში ქელში ფუქში	42.83 21.31 35.86	38.12 24.46 37.42	34.11 28.52 37.37
განივი კვეთის ფართობი, სმ ²		57.00	65.99	82.65
წინადობის მომენტი, სმ ²	რელსის თავის მიმართ	208	247	358
	რელსის ფუქის მიმართ	217	285	435
ინერციის მომენტი რელსის სიმძიმის ცენტრში გამავალი დერძისათვის, სმ ⁴	პორიზონტალური	1489	2011	3540
	ვერტიკალური	260	375	564
რელსის კონტურების შემაუღლებელი რადიუსები, მმ	R_1	—	500	500
	R_2	300	80	80
	r_1	13	15	15
	r_2	2	3	3
	r_3	5	5	7
	r_4	10	12	15
	r_5	15	20	25
	r_6	4	4	4
	r_7	2.5	2	2
რელსის თავის გვერდების დახრა	—	1/20	1/20	
რელსის თავის ქვედა წიბოს დახრა		1/3	1/4	1/4
რელსის ფუქის ზედა წიბოს დახრა		1/3	1/4	1/4
მანძილი რელსის ფუქის ქვედა წიბოდან ნეიტრალურ დერძამდე, მმ.		68.52	70.50	81.30
მანძილი რელსის ფუქის ქვედა წიბოდან საჭანჭიკე ნახვრეტამდე, მმ		62.50	68.50	78.50
რელსის სიმაღლე H , მმ		140	152	180
რელსის ფუქის სიგანე B , მმ		114	132	152
რელსის თავის სიმაღლე a , მმ		42	42	45
რელსის თავის სიგანე, მმ	ზედა წიბოს გასწორის b_1	70	70	72
	ქვედა წიბოს გასწორის b_2	70	72	75
ყელის მინიმალური სიგანე d , მმ		14.5	16	18

ფუძის სიმაღლე f , მმ	27	27	30
ფუძის მინიმალური სისქე, მმ	11	10.5	11.2
სარელსო ფოლადის მოცულობითი წონა, ტ/გ ³	7.83	7.83	7.83
საჭანჭიკე ნახვრეტის ზომები, მმ	33×25	35×27	38×30
	წრიული	29	34
	წრიული		36

ცხრილი 3.2

ქვეყანა	რელსის ტიპი	რელსის მასა, გრძ.მ	რელსის განივი კვეთის ფართობი, b^2	რელსის სიმაღლე H , მმ	რელსის ფუძის სიგანე B , მმ	რელსის თავის სიგანე h_o , მმ	რელსის თავის სიგანე b_o , მმ	რელსის თავის ზედაპირის მოხაზულობა			რელსის ყელის სისქე e , მმ	რელსის ფუძის სისქე f , მმ	რელსის თავის გვერდითი წახნაგის დახრა $1:k$	რელსის ფუძის ზედა წახნაგის დახრა $1:m$
								r_1 , მმ	R_1 , მმ	R_2 , მმ				
რესენიგზების საერთაშორისო კავშირი (რსკ)	UJC54	54,43	69,34	159,00	140,00	49,40	72,20	13,00	300	80,00	16,00	30,20	1:20	1:2,75: 1:18
გერმანია იტალია საფრანგეთი ინგლისი	UJC60	60,34	76,86	172,00	150,00	51,00	74,30	13,00	300	80,00	16,50	31,50	1:20	1:2,75: 1:14
რუსეთი	P50	51,67	65,99	152,00	132,00	42,00	72,00	15,00	500	80,00	16,00	27,00	1:20	1:4
	P65	64,72	82,65	180,00	150,00	45,00	75,00	15,00	500	80,00	18,00	30,00	1:20	1:4
	P75	74,414	95,037	192,00	150,00	55,30	75,00	15,00	500	80,00	20,00	32,30	1:20	1:4
აშშ	132RE	65,53	83,55	180,98	152,40	44,45	76,20	9,53	254	31,75	16,67	30,16	1:40	1:4
	136RE	67,50	86,40	185,74	152,40	49,21	74,21	14,30	254	31,75	16,67	30,16	1:40	1:4
	140RE	69,40	89,03	185,74	152,40	52,30	76,20	9,52	254	31,75	16,67	30,16	1:40	1:3; 1:4
	155RE	76,90	98,00	203,20	171,45	52,39	76,20	9,52	254	31,75	16,67	30,16	1:40	1:3; 1:4
კანადა	136CN	68,00	86,40	185,74	152,40	50,00	75,00	14,00	102	—	17,46	30,16	1:40	1:4
იაპონია	50kgN	50,40	64,20	153,00	127,00	49,00	65,00	13,00	300	80	15,00	30,00	1:40	1:4; 1:2,75
	60kgA	60,80	77,50	174,00	145,00	49,00	65,00	13,00	600	50	16,50	30,10	1:40	1:4



ნახ.3.3. საზღვარგარეთის ზოგიერთი ქვეყნის რკინიგ ზებზე გამოყენებული სტანდარტული რელეგბის განივი კვეთის აღმნიშვნელი სიდიდეები

3.1.3 სარელსო მასალა

სარელსო მასალას ფოლადი წარმოადგენს. თანამედროვე რელსები ფოლადის სხმულების გაგლინვით მიიღება. ფოლადის სხმულები რელსებისათვის მზადდება კონვენტორული ან მარტენის წესით.

კონვერტორული ფოლადი მზადდება ბესმერის მეთოდით. ბესმერის ფოლადის მისაღებად გამდნარ თუჯში, რომელიც მოთავსებულია მბრუნავ ღუმელში (კონვენტორში) 15-18 წუთის განმავლობაში შეჰვავთ ჟანგბადი, რაც სელს უწყობს თუჯის შემადგენლობაში ნახშირბადის ზედმეტი დოზისა და სხვა მინარევების გამოწვას.

მარტენის ფოლადი მიიღება თუჯისა და ლითონის ჯართის გადადნობით მარტენის ღუმელებში. მძიმე ტიპის $P65$ რელსები მარტენის ფოლადისაგან მზადდება, რადგანაც იგი უფრო სუფთა და მაღალი სარისხისაა, ვიდრე ბესმერის ფოლადი.

სარელსო ფოლადს უნდა გააჩნდეს, სუფთა, ერთგვაროვანი, წვრილმარცვლოვანი აღნაგობა ანუ მაკროსტრუქტურა. მაკროსტრუქტურა შეისწავლება ფოლადის გადანატების შეუიარაღებელი თვალით დათვალიერებით. რელსის მაკროსტრუქტუ-

რაში არ შეიძლება დაშვებულ იქნას ფოლკენები – შინაგანი მცირე ზომის ბზარები, აირის ბუშტები, განშრევება, ლითონის ფორმვნება და სხვა დაფუქტები.

მიკროსტრუქტურის მიხედვით, რომელიც შეისწავლება მიკროსკოპის ქვეშ, 100 - 200-ჯერ გადიდებით, ფოლადი შედგება ნახშირბადისაგან C , სუფთა რკინისაგან-ფერიტისაგან Fe და პერლიტისაგან, რომელიც წარმოადგენს ფერიტის ნაერთს ცემენტიტთან Fe_3C . მიკროსტრუქტურის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ სარელსო ფოლადის სიმტკიცე ცვეთაზე და მისი მოქნილობა ინტენსიურად იზრდება ფოლადის სორბიტული სტრუქტურის დროს. სორბიტული სტრუქტურის მისაღებად საჭიროა ფოლადის თერმული დამუშავება. ამჟამად რელსების სორბიტული სტრუქტურის მისაღებად იყენებენ მათ 8-10 წუთიან წრთობას.

პრაქტიკულად აბსოლუტურად სუფთა ფოლადის მიღება სხვადასხვა ქიმიური მინარევების გარეშე მეტად რთულ პრობლემას წარმოადგენს. ქიმიური მინარევების არსებობა ფოლადის მიკროსტრუქტურაში გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენს ფოლადის ხარისხზე. ზოგი მათგანი დადებითად ზემოქმედებს მასზე, ზოგიც მავნე მინარევებს წარმოადგენს. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანის ზემოქმედება ფოლადის ხარისხზე: ნახშირბადის შემცველობა ფოლადში ზრდის მის სიმტკიცეს და ცვეთამედეგობას, იგი ამავე დროს ზრდის მის სიმყიფის ხარისხსაც, რაც უარყოფით მოვლენას წარმოადგენს. მარგანეცი ზრდის რელსის სიმტკიცეს და ცვეთამედეგობას ნორმალური სიმყიფის ფარგლებში. კაჟის მინარევები აუმჯობესებს ფოლადის ხარისხს, ზრდის მის სიმტკიცეს და ცვეთამედეგობას. დარიშხანი რამდენადმე ადიდებს ფოლადის სიმტკიცეს და ცვეთამედეგობას, მაგრამ ძლიერ ამცირებს მისი მოქილობის ხარისხს.

ფოსფორი და გოგირდი მავნე მინარევებია და უარყოფითად მოქმედებენ ფოლადის ხარისხზე, ზრდიან მისი სიმყიფისა და მსხვრევადობის ხარისხს.

სხვადასხვა მინარევების დასაშვები პროცენტული შემადგენლობა სარელსო ფოლადში, რუსული წარმოების რელსებისათვის მოცემულია ცხრილში 3.3.

ცხრილი 3.3

რელ-სის ტიპი	ფოლ-ადის მარკა	მინარევების შემცველობა %-ში					
		ნახშირბადი	მარგანეცი	კაჟბადი	დარიშხანი	ფოსფორი	გოგირდი
						არა უმეტეს	
P65	M-76	0,69-0,82	0,75-1,05	0,13-0,28	0,15	0,035	0,035
P50	M-75	0,67-0,80	0,75-1,05	0,13-0,28	0,15	0,035	0,045
P43	M-71	0,64-0,77	0,60-0,90	0,13-0,28	ნორმირებული არ არის	0,040	0,050

სარელსო ფოლადის სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე დამოკიდებულია რელსების ხარისხზე და ტიპზე.

პირველი ხარისხის $P43$, $P50$ და $P65$ ტიპის რელსების სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე 80 კგ/მ²-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ხოლო იმავე ტიპის მეორე ხარისხის რელსებისათვის – 70 კგ/მ²-ზე.

3.1.4. რელსების წონა

თანამედროვე პირობებში რელსების საჭირო წონა, მისი განივი კვეთის ფორმა და ფოლადის ხარისხი მჭიდრო ურთიერთკავშირში განიხილება და პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია დერძზე მოსულ დატვირთვასთან, მოძრაობის სიჩქარესთან და უბნის ტვირთდაბაბულობასთან.

დერძზე მოსული დატვირთვებისა და მოძრაობის სიჩქარეების ზრდა იწვევს რელსებზე მოსული დინამიკური დატვირთვების ზრდას, რაც თავისთავად მოითხოვს რელსების წინადობის ზრდას სიმტკიცეზე და ცვეთამედეგობაზე. ე.ი. უნდა გაიზარდოს რელსების წინადობისა და ინერციის მომენტები, ანუ უნდა გაიზარდოს რელსის განივი კვეთის ზომები, რაც თავის მხრივ ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონის გადიდებას იწვევს. ამიტომ ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონა მისი ძირითადი მახასიათებელი სიდიდეა და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე.

1938 წელს რკინიგზელთა კაიროს საერთაშორისო კონგრესმა მიიღო ემპირული დამოკიდებულება რელსის წონასა q და ლოკომოტივის დერძზე მოსულ დატვირთვას P შორის.

$$q = 2,5P \quad (3.1)$$

პროფ. ო.პ. ერშკოვმა მიიღი რა მხედველობაში არსებული დამოკიდებულება რელსის წონასა და დერძზე მოსულ დატვირთვებს შორის, გამოიყვანა დამოკიდებულება მოძრაობის მაქსიმალურ სიჩქარესა v_{\max} და რელსის წონას შორის.

$$q = \frac{v_{\max}}{2,2} \quad (3.2)$$

ლიანდაგის ზედა ნაშენის არსებული ტიპიზაციისა და ტვირთდაძაბულობის მიხედვით რელსების გამოყენების საზღვრების გათვალისწინებით პროფ. ვ.ი. შულგამ მიიღო დამოკიდებულება რელსის წონას q და ტვირთდაძაბულობას T შორის

$$q = 31,046T^{0,203} \quad (3.3)$$

პროფ. გ.ქ. შახუნიანცის წინადადებით რელსის წონა უნდა განისაზღვროს სხვადასხვა ფაქტორების ერთდროული ზემოქმედების გათვალისწინებით. რელსის წონის განმსაზღვრავი შახუნიანცისეული ფორმულა ითვალისწინებს რელსის წონის დამოკიდებულებას მოძრავი შემადგენლობის სახეობასთან, ტვირთდაძაბულობასთან, მოძრაობის სიჩქარეებთან და ღერძზე მოსულ სტატიკურ დატვირთვასთან

$$q = a \left(1 + \sqrt[4]{T_{\max}} \right) \left(1 + 0,012v \right)^{2/3} P^{2/3} \quad (3.4)$$

სადაც a – მოძრავი შემადგენლობის სახეობის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი, ვაგონებისათვის $a=1,20$; ლოკომოტივებისათვის $a=1,13$;

T_{\max} – უბნის ტვირთდაძაბულობა მლნ. ბრუტო ტ.კმ/კმ. წელიწადში;

v – მოძრაობის სიჩქარე, კმ/სთ;

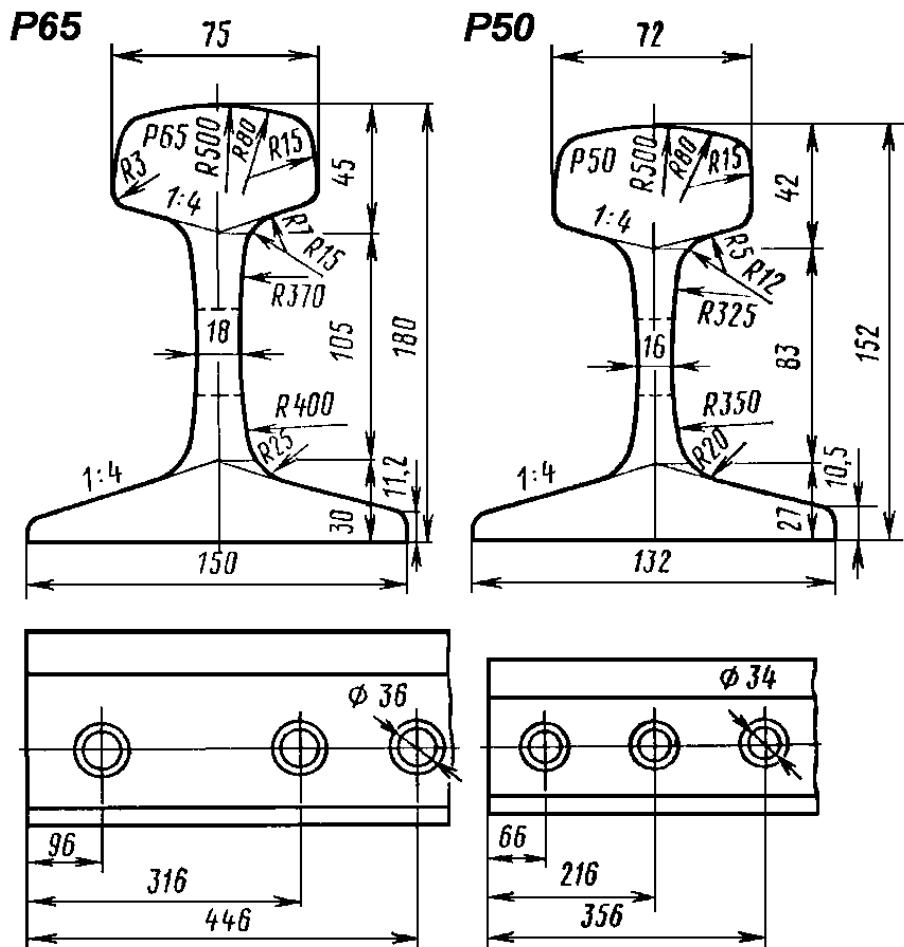
P – ღერძზე მოსული სტატიკური დატვირთვა, ტ.

(3.4) ფორმულაში შემავალი სიდიდეების მნიშვნელობები მოყვანილია ცხრილში 3.4.

ცხრილი 3.4

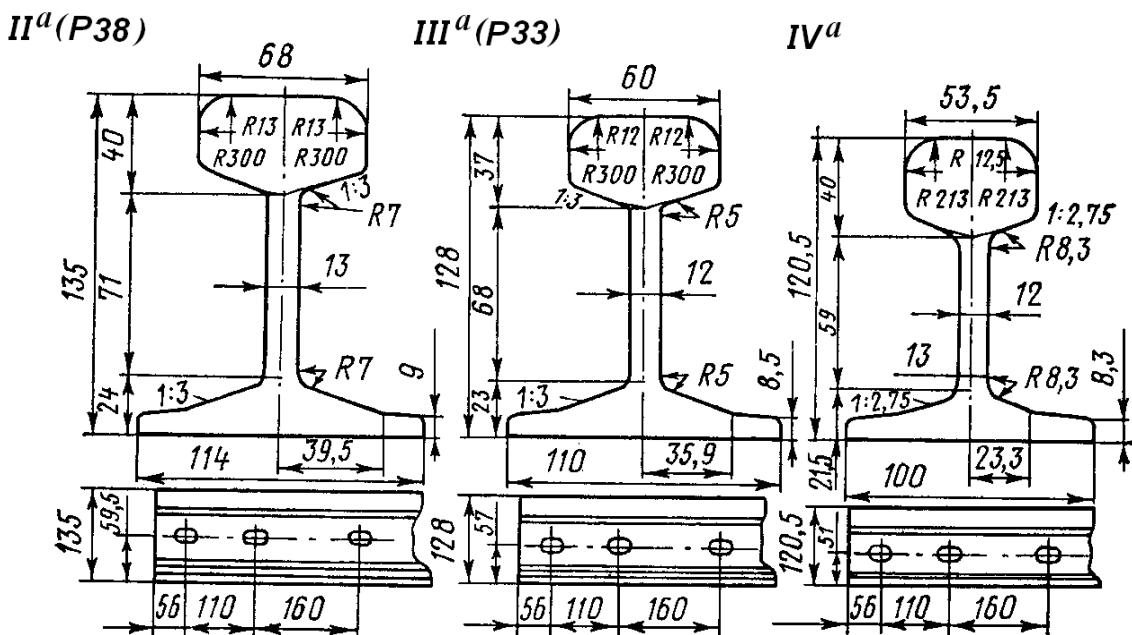
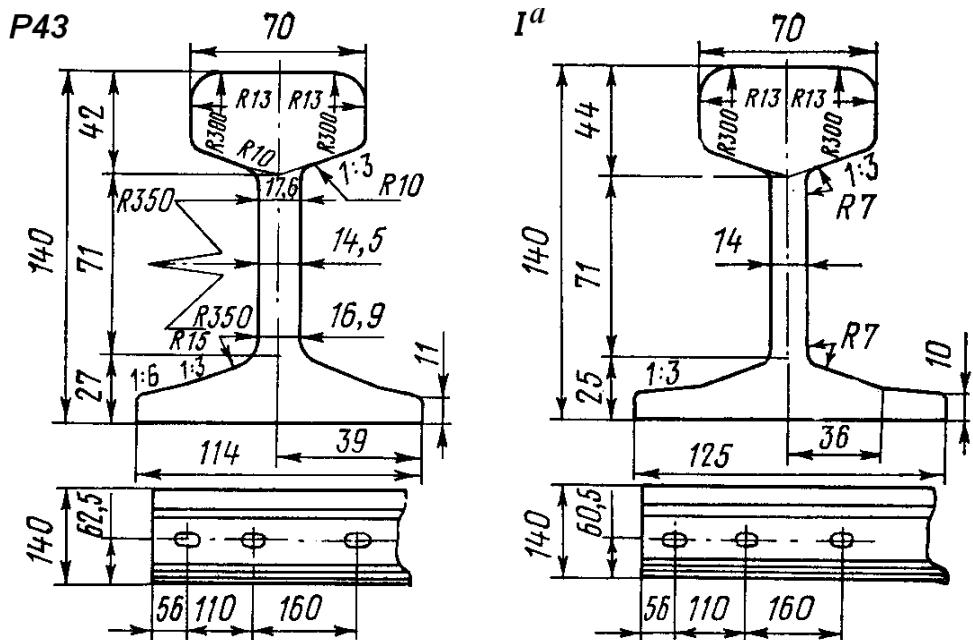
T_{\max} , მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წ.	$1 + \sqrt[4]{T_{\max}}$	v , კმ/სთ	$\left(1 + 0,012V \right)^{2/3}$	P , ტ	$P^{2/3}$
15	2.96	20	1.15	18	6.87
20	3.00	30	1.23	18	6.87
25	3.24	40	1.30	20	7.37
30	3.34	50	1.37	21	7.61
40	3.52	60	1.44	21	7.61
50	3.66	70	1.50	23	8.09
60	3.78	80	1.57	23	8.09
70	3.89	90	1.63	25	8.55
75	3.94	100	1.69	25	8.55
90	3.99	110	1.75	26	8.78
95	4.08	120	1.81	26	8.78
100	4.16	140	1.93	27	9.00
125	4.34	160	2.04	28	9.22
150	4.50	180	2.15	29	9.44
175	4.64	200	2.26	30	9.65
200	4.75	250	2.52	31	10.08

(3.1, 3.2, 3.3 და 3.4) ფორმულების საშუალებით მიღებული რელსის წონა არ შეიძლება ჩაითვალოს საბოლოო გადაწყვეტილებად, რადგანაც ყველა ფაქტორის გათვალისწინება, რომლებიც გავლენას ახდენენ რელსის წონის შერჩევაზე რთულ პრობლემას წარმოადგენს. მიღებული მნიშვნელობები წარმოადგენენ პირველ მიახლოებით სიდიდეებს, ხოლო რელსის წონა საბოლოოდ დაზუსტდება ლიანდაგის დანიშნულებისა და ტექნიკურ-ეკონომიკური გაანგარიშების საფუძველზე.



ნახ.3.4. P50 და P65 ტიპის რელსების განივი კვეთი

ჩვენს რკინიგზებზე ძირითადად გამოიყენება ორი ტიპის რელსები: P50 და P65 (ნახ.3.4.). რიცხობრივი ინდექსები აღნიშნავს ერთი გრძივი მეტრი რელსის მიახლოებით წონას. (ზუსტი მნიშვნელობები იხ. ცხრილი 3.1). სასადგურო, სხვა მეორეხარისხოვან ლიანდაგებზე და ისრულ გადამყვანებზე ჯერ კიდევ გამოიყენება P43 ტიპის რელსები (ნახ.3.5). ჩვენი ქვეყნის რკინიგზების ზოგიერთ უბანზე ჯერ კიდევ მუშაობს უფრო მსუბუქი ტიპის რელსებიც, I^a – 43,61კგ, II^a (P38) – 38,42კგ, III^a (P33) – 33,48კგ, IV^a – 30,85 კგ, (ნახ.3.5). მათი გამოშვება ამჟამად შეწყვეტილია.



ნახ.3.5. P43, I^a, II^a(P38), III^a(P33) და IV^a ფიბის რელსების განივი კეთი

აშშ-ს რკინიგზებზე რელსების წონა 30–77 კგ/გრძ.მ. იცვლება, ინგლისში ორთავიანი რელსების წონა ტოლია 29,66–49,53 კგ/გრძ.მ. ფუძეგანიერისა კი 22,37–62 კგ/გრძ.მ. გერმანიის, საფრანგეთსა და ბელგიის რკინიგზებზე 30–62 კგ/გრძ.მ. დანარჩენ ქვეყნებში 30–50 კგ/გრძ.მ.

3.1.5. რელსების სიგრძე და საპირაპირო დრენოს სიდიდე

საქართველოს რკინიგზებზე გამოყენებული რელსების სიგრძე 12,5 და 25 მეტრის ტოლია. ამჟამად რელსების სტანდარტულ სიგრძედ ითვლება 25 მეტრი, შეზღუდული რაოდენობით იყენებენ 12,5 მეტრი სიგრძის რელსებს ისრული გადამყვანებისათვის და გამაწონასწორებელი რელსებისათვის უპირაპირო ლიანდაგის მოსაწყობად.

გარდა სტანდარტული სოგრძის რელსებისა, ლიანდაგის მრუდე უბნებზე შიგა სარელსო ძაფებზე დასაგებად გამოიყენება კ.წ. სტანდარტულად დამოკლებული რელსები. რელსების დამოკლების სტანდარტული სიდიდეები მიიღება 12,5 მეტრი სიგრძის რელსებისათვის ტოლი 40 მმ, 80 მმ და 120 მმ, 25 მეტრი სიგრძის რელსებისათვის – 80 მმ და 160 მმ.

რელსების სიგრძე მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის რკინიგზებზე იცვლება 10-დან 60 მეტრამდე. მაგ. ჩეხოსლოვაკიაში 24 და 48 მ, გერმანიაში 30, 40 და 60 მ, საფრანგეთში – 18 მ, ინგლისში 18,29 მ, იაპონიაში 20 და 25 მ, აშშ-ში – 11,89 მ.

სარელსო პირაპირების მოწყობის დროს რელსების ბოლოებს შორის ტოვებენ გარკვეული სიდიდის დრენოს, წლიური ტემპერატურული ამპლიტუდის მერყეობის შედეგად რელსების სიგრძის ცვალებადობის კომპენსაციისათვის. ლიანდაგში ჩაუმაგრებელი, თავისუფლად მდებარე რელსის სიგრძის ტემპერატურული ცვალებადობა ტოლია

$$\lambda_c = \alpha \Delta t \quad (3.5)$$

თუ დაუშვებთ, რომ ლიანდაგში ჩამაგრებული რელსი, ტემპერატურის ცვალებადობის შედეგად, შეალედური სამაგრების წინადობის გამო, ვერ იცვლის თავის პირველდელ სიგრძეს, მაშინ რელსში აღიძვრება დამატებითი შინაგანი ტემპერატურული ძაბვები

$$\sigma = E \alpha \Delta t \quad (3.6)$$

სადაც α - სარელსო ფოლადის ხაზობრივი წაგრძელების კოეფიციენტია,
 $\alpha = 0,0000118;$

E – სარელსო ფოლადის დრეკადობის მოდული, $E = 2.10 \times 10^6$ კგ/სმ²;

Δt – რელსის ტემპერატურის ცვალებადობის სიდიდე, მისი ლიანდაგში ჩამაგრების ტემპერატურასთან შედარებით.

რელსებში ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული და მოძრავი შემადგენლობის ზემოქმედებით აღძრული ძაბვების ჯამური სიდიდეები არ უნდა აღემატებოდეს სარელსო ფოლადისათვის დასაშვები ძაბვების სიდიდეებს კუმშვაზე ან

გაჭიმვაზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება ლიანდაგის გაგდებას (ამობურცვას ან გვერდზე გამობურცვას) ზაფხულში და ჭანჭიკების ჭრას ან რელსის გაწყვეტას ზამთარში. საპირაპირო დრეჩოს დანიშნულებაა, სარელსო ფოლადის ტემპერატურული დაბაბულობის შედეგად, შუალედური სამაგრების წინაღობის ძალის დაძლევის შემთხვევაში, არ დაუშვას რელსის ბოლოების ერთიმეორებული მიჭერა (დრეჩოს დახურვა), ან დამოკლების შემთხვევაში ჭანჭიკების ჭრა ან რელსის გაწყვეტა.

ლიანდაგში საპირაპირო დრეჩოს სიდიდე ლიმიტირებულია. ტემპერატურისას დაწევისას საპირაპირე ჭანჭიკების გაღუნვის ან ჭრის თავიდან აცილების მიზნით საპირაპირე დრეჩოების სიდიდე, 25 მეტრის სიგრძის რელსების შემთხვევაში არ უნდა აღემატებოდეს: საპირაპირე ნახვრეტის 36 მმ დიამეტრისას – 22 მმ-ს; საპირაპირე ნახვრეტის 40 მმ დიამეტრისას – 24 მმ-ს.

პირაპირებში რელსების გადაადგილების სიდიდე დამოკიდებულია საპირაპირო ნახვრეტების ზომებზე და ჭანჭიკების დიამეტრზე.

თუ რელსის წრიული ნახვრეტის დიამეტრი ან ოვალური ნახვრეტის ჰორიზონტალური ზომა D , ჭანჭიკის გარე დიამეტრი d_{\circ} , ჭანჭიკის ნამზადის დიამეტრი $d = d_{\circ} - 2$, ხოლო პირაპირების მოწყობის ჯამური უზუსტობის დასაშვები მნიშვნელობა - Δ , მაშინ საპირაპირო დრეჩოს მაქსიმალური სიდიდე ტოლი იქნება

$$\varepsilon_{\max} = 2[D - (d_{\circ} - 2) - \Delta] \quad (3.7)$$

უარეს შემთხვევაში $\Delta \approx 8$ მმ, რასაც ძალზე იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება პქონდეს ადგილი, ამიტომ მიღებულია, რომ $\Delta \approx 3$ მმ.

ε_{\max} და მის საანგარიშოდ საჭიროა ყველა სიდიდის მნიშვნელობანი რელსების ტიპთან დამოკიდებულებანი მოცემულია ცხრილში 3.5.

ცხრილი 3.5.

მაჩვენებლები	რელსის ტიპი						შენიშვნა	
	P43		P50		P65			
	ნახვრეტის ფორმა							
	წრიული	ოვალური	წრიული	ოვალური	წრიული	ოვალური		
D , მმ	29	33	34	35	36	38	$P43$ ტიპის რელსებში წრიული ფორმის ნახვრეტები დაიშვება მხოლოდ 12,5 მ სიგრძის რელსებში	
d_{\circ} , მმ	22	22	24	24	27	27		
ε_{\max} , მმ	15	23	21	23	19	23		

ღრეჩოს საანგარიშო დასაშვები მნიშვნელობა /ε/ მიიღება რამდენადმე ნაკლები ε_{\max} სიდიდეზე.

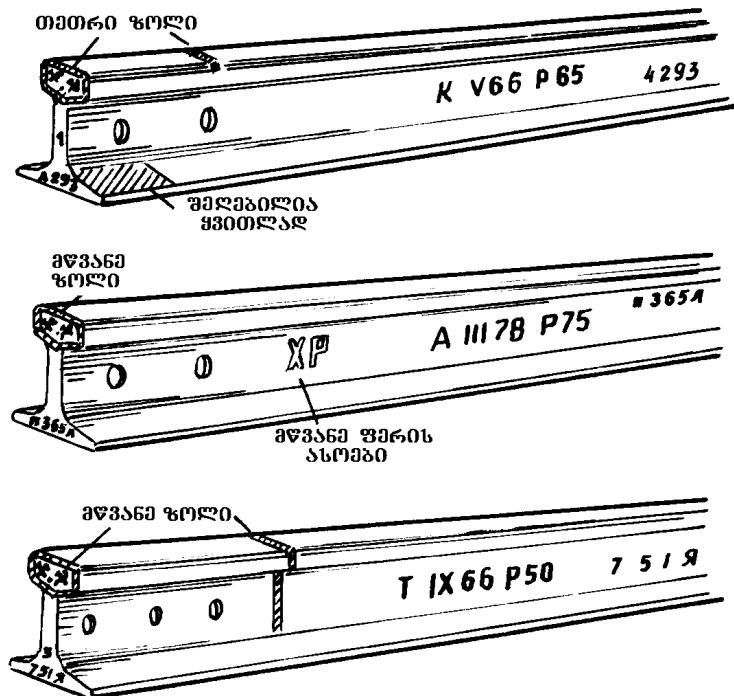
3.1.6. რელსების ხარისხი და ნიშანდება

რელსების დამზადების ტექნოლოგიური პირობები სტანდარტების მოთხოვნების მიხედვით დადგინდება. სარელსო ფოლადის ქიმიური შემადგენლობის, სიმტკიცის ზღვარის, გამრუდების ხარისხის, რელსის განივი კვეთის ზომების და ბზარების სიღრმის ნორმებიდან გადახრის სიდიდის მიხედვით, არსებობს პირველი და მეორე ხარისხის რელსები.

სიმტკიცისა და ცვეთამედეგობის გაზრდის მიზნით, ქარხნებში რელსის თავს აწრთობენ 4 მმ სიღრმეზე, რელსის ბოლოებიდან არანაკლებ 80 სმ სიგრძეზე. ამჟამად ზოგიერთ ქარხნებში რელსებს აწრთობენ ზეთში მთელ სიგრძეზე. ზეთში ნაწრთობი რელსების პრაქტიკულმა გამოცდამ გვიჩვენა, რომ მათი ცვეთამედეგობა ორჯერ მეტია. ამჟამად რელსებს აწრთობენ აგრეთვე მაღალი სიხშირის დენების გამოყენებით. დადგებით შედეგს იძლევა ფოლადის ლეგირება 1% ქრომის დამატებით, რაც ცვეთამედეგობას 1,5-ჯერ ადიდებს.

სარელსო ფოლადის ხარისხის ძირითადი მაჩვენებლები, რელსის ყელზე ნიშანდების გზით აღინიშნება. გაგლინვისას რელსის ყელზე 2,5-3 მეტრის დაშორებით ამობურცული ასოებით და ციფრებით დაიტანება ქარხანა დამამზადებლის სახელწოდების პირველი ასო, გაგლინვის თარიღი (თვე და წელი), რელსის ტიპი (ნახ.3.6.). გაგლინვის პროცესშივე რელსის ბოლოებიდან 2 მეტრის მანძილზე მის ყელზე დაიტანება ნაღნობის ნომერი. ფოლადის გვარეობა ნიშანდების დროს არ აღინიშნება, რადგანაც ამჟამად ყველა ქარხანა რელსებს მხოლოდ ერთი სახის ფოლადისაგან ამზადებს.

პირველი ხარისხის რელსებს განივი კვეთის ირგვლივ შემოევლება ზოლი თეთრი ფერის საღებავით, შუაში საწერტავით დაისმება წერტილი, ნიშნები „ქანჩის გასაღები და ჩაქუჩი“ და „ჩაქუჩ-ნამგალი“. გარდა ზემოაღნიშნულისა ზემტკიცე რელსების, რომლებიც უმთავრესად მრუდებში დასაგებად გამოიყენება, ფუძის ერთი მხარე შედებილია ყვითელი საღებავით ბოლოებიდან 200 მმ სიგრძეზე. ნაწრთობ რელსებს ბოლოებიდან 150-200 მმ სიგრძეზე უკეთდება ზოლი თეთრი ფერის საღებავით.



ნახ.3.6. ახალი რელსების ნიშანდება

მეორე სარისხის რელსების განივ კვეთზე დაიტანება ორი ერთნაირი ნიშანი „ქანჩის გასაღები“ და ორი წერტილი. რელსის ფუძე და თავის ქვედა ნაწილი შეღებილია წითელი საღებავით, ბოლოებიდან 200 მმ სიგრძეზე.

ზეთში მთელ სიგრძეზე და პერიმეტრზე ნაწილობი პირველი სარისხის რელსები დამზადებული ნიუნი ტაგილის მეტალურგიული კომბინატის მიერ აღინიშნება განივი კვეთის ირგვლივ შემოვლებული ღია მწვანე საღებავით და ზოლით ბოლოებიდან 200 მმ მანძილზე. მეორე სარისხის რელსებზე იგივე ნიშნები დატანილია ყვითელი საღებავით. თუ მხოლოდ რელსის თავია ნაწილობი მაშინ მასზე დატანილია ორი ზოლი.

40 მმ-ით დამოკლებული რელსების ფუძის ერთი მხარე შეღებილია თეთრი საღებავით 200 მმ სიგრძეზე, ხოლო 80 მმ-ით დამოკლებული რელსების ფუძე შეღებილია ორთავე მხარეს.

ქრომით ლეგირებული რელსების ყელზე მწვანე საღებავით დაიტანება წარწერა XP.

3.1.7. რელსების სამსახურის ვადა და დეფექტები

რელსი, როგორც ლიანდაგის ზედა ნაშენის ყველა დანარჩენი ელემენტი, მუშაობს დანარჩენი დეფორმაციების დაშვებით. ნარჩენი დეფორმაციები დროთა გან-

მავლობაში გროვდება და მათი სიდიდე აღწევს ისეთ მნიშვნელობას, რომლის შემდეგ რელსი ამოწურავს ლიანდაგში სამსახურს ვადას და აუცილებელი ხდება მისი შეცვლა. რელსის სამსახურის ვადა შეიძლება დამთავრდეს მასში დაფიქტების-დაზიანებების წარმოშობის და განვითარების, ან რელსის თავის მაქსიმალური ცვეთის პირობით. რელსების სამსახურის ვადის ზუსტად დადგენას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება, რადგანაც მასზეა დამოკიდებული სალიანდაგო მეურნეობის გეგმაზომიერი მართვა, კაპიტალურ შეკეთებებს შორის ხანგრძლივობა, მგზავრების გადაყვანისა და ტვირთების გადაზიდვის ხარჯები, დამოკიდებული ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპზე. რელსების სამსახურის ვადის დადგენა მჭიდრო კავშირშია აგრეთვე ლიანდაგის სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობებთან.

რელსების ცვეთა ძირითადად განპირობებულია მოძრაობის წინადობისა და სამუხრუჭო ძალების მუშაობით. მოძრაობის პირობებში მოძრავი შემადგენლობის თვლების არტახებს და რელსებს შორის წარმოიშობა ხახუნის ძალა, რომელიც იწვევს რელსის უწყვეტ ცვეთას მის მთელ სიგრძეზე, რითაც მცირდება რელსის თავის განივი კვეთის ფართობი. რელსების გაძლიერებულ ცვეთას იწვევს აგრეთვე თვლის არტახების ასრიალება (წაცურება) რელსის თავის გორვის ზედაპირზე. ამ მოვლენას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს დამუხრუჭების შემთხვევაში და როდესაც თვლის გარშემოწერილობის სიგრძე არ შეესაბამება მის მიერ გავლილ მანძილს.

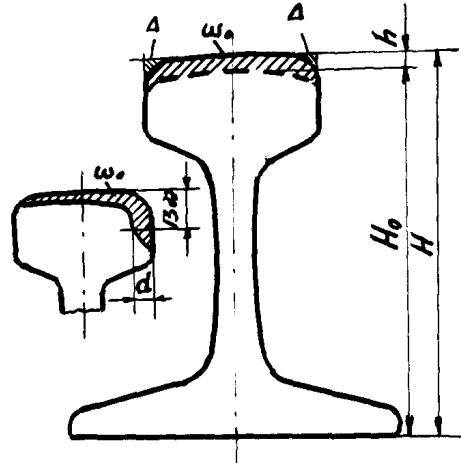
მრუდებში მოძრაობისას თვლის არტახები შეიძლება წაცურდეს არა მარტო რელსის თავის გრძივად, არამედ მის განივადაც. დაძაბულ ქანობებზე, მცირე რადიუსიან მრუდებში, სასადგურო მიმღებ-გამგზავნ ლიანდაგებში რელსები უფრო ინტენსიურად ცვდებიან. რელსების ცვეთის ინტენსივობა დამოკიდებულია აგრეთვე სარელსო მასალაზე.

ამრიგად ძირითად ფაქტორებს, რომლებიც განსაზღვრავენ რელსების სამსახურის ვადას შეიძლება მივაკუთვნოთ:

- ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის საექსპლუატაციო პირობები (მატარებლების მოძრაობის რეჟიმი დამოკიდებული გრძივ პროფილზე);
- ლიანდაგის გეგმა (მრუდების რაოდენობა და რადიუსების სიდიდეები);
- უბნის ტვირთდაბაბულობა, მატარებლების წონა, თვლებიდან რელსზე გადაცემული დატვირთვა;
- მოძრაობის სიჩქარე;
- რელსების ტიპი, სიმძლავრე, მასალის ხარისხი, დამზადების ტექნოლოგია.

მცირებადიუსიან მრუდებში რელსების ცვეთის შესამცირებლად მიმართავენ მათ შეზეთვას-ლუბრიკაციას, სპეციალური ხელსაწყოს ლუბრიკატორის საშუალებით.

რელსის თავი მუშაობის პერიოდში ცვდება, როგორც ვერტიკალურად, ასევე იგი განიცდის გვერდით ცვეთას. გვერდითი ცვეთის სიდიდე იზომება რელსის თავიდან 13 მმ-ით დაბლა (ნახ.3.7.).



ნახ.3.7. რელსების ვერტიკალური და გვერდითი ცვეთის ფორმა და ფართობი

1 მმ გვერდით ცვეთის სიდიდეს უტოლებენ 0,5 მმ ვერტიკალურ ცვეთას. მაშინ რელსის თავის დაყვანილი ცვეთის სიდიდე ტოლი იქნება:

$$h = h_3 + nh_3 \quad (3.8)$$

სადაც h_3 – რელსის თავის ვერტიკალური ცვეთაა, მმ;

h_3 – რელსის თავის ჰორიზონტალური ცვეთა, მმ;

$n = 0,5$ – დაყვანის კოეფიციენტი.

რელსის თავის დაყვანილი ცვეთის სიდიდე h არ უნდა აღემატებოდეს რელსების თავის ცვეთის მაქსიმალურ დასაშვებ სიდიდეს h_0 -ს.

რელსების სამსახურის ვადის განსაზღვრისას ხელმძღვანელობენ ცვეთის დასაშვები ფართობის ω_0 -ის მნიშვნელობით რომელიც ტოლია:

$$\omega_0 = h_0 b - \Delta \quad (3.9)$$

სადაც b – რელსის თავის სიგანეა, მმ;

Δ – რელსის თავის ფორმის მაკორექტირებელი კოეფიციენტი, $\Delta \approx 70$ მმ².

რელსის თავის დაყვანილი ცვეთის დასაშვები ω_0 სიდიდე განისაზღვრება იმ პირობით, რომ გაცვეთილი რელსის წინაღობის მომენტი უზრუნველყოფდეს რელსის საკმარის წინაღობას მღუნავი მომენტის მუშაობისადმი.

თუ დავუშვებთ, რომ რელსის თავი 1 მლნ.ბრუტო.ტ. ტვირთის გატარების შედეგად ცვდება საშუალოდ $\beta_{\text{საშ}} \approx 2^2$ -ით, მაშინ რელსის მიერ გატარებული მთლიანი ტონაჟი გამოითვლება ფორმულით:

$$T = \frac{\omega_0}{\beta_{\text{საშ}}} \quad (3.10)$$

$\beta_{\text{საშ}}$ -ს ცვეთის პარამეტერს უწოდებენ (ცხრილი 3.6.), მაშინ ცხადია რელსის საშუალო სამსახურის ვადა დამოკიდებული იქნება გატარებულ ტონაჟზე და უბნის წლიურ ტვირთდაძაბულობაზე,

$$t_{\text{საშ}} = \frac{T}{T_0} = \frac{\omega_0}{T_0 \beta_{\text{საშ}}} \quad (3.11)$$

სადაც T_0 – უბნის წლიური ტვირთდაძაბულობაა, მლნ. ბრუტო ტ.კმ/კმ. წელიწადში.

ცვეთის პარამეტრის $\beta_{\text{საშ}}$, ანუ ცვეთის ხვედრითი მნიშვნელობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. მათგან ერთ-ერთ უმთავრეს ფაქტორს ლიანდაგის გეგმა წარმოადგენს. ცვეთის პარამეტრი $\beta_{\text{საშ}}$ პროფ. გ.მ. შახუნიანცის გამოკვლევების მიხედვით განისაზღვრება შემდეგი ფორმულების საშუალებით:

სწორი უბნებისათვის

$$\beta = 1,3ck \frac{P}{r}(1+9s^2) \quad (3.12)$$

მრუდე უბნებისათვის

$$\beta = 1,3ck\lambda \frac{P}{r}(1+9s^2) \quad (3.13)$$

სადაც c – ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციის გამათვალისწინებელი კოეფ-იციენტია;

k – სარელსო ფოლადის ხარისხის გამათვალისწინებელი პარამეტრი;

P – თვლებიდან რელსზე გადაცემული სტატიკური დატვირთვა;

r – თვლის რადიუსი;

s – თვლის რელსზე წაცურების ფარდობითი სიდიდე %-ში;

λ - მრუდების გავლენის გამათვალისწინებელი პარამეტრი

λ - პარამეტრს შიგა და გარე სარელსო ძაფისათვის განსხვავებული მნიშვნელობები აქვს:

გარე სარელსო ძაფისათვის

$$\lambda_{\text{გ}} = \frac{900}{R} + \frac{200000}{R^2} \quad (3.14)$$

შიგა სარელსო ძაფისათვის

$$\lambda_{\text{q}} = \frac{900}{R} \quad (3.15)$$

λ -ს გასაშუალოებული მნიშვნელობა განსახილველ უბანზე მდებარე რელსებისათვის ტოლი იქნება

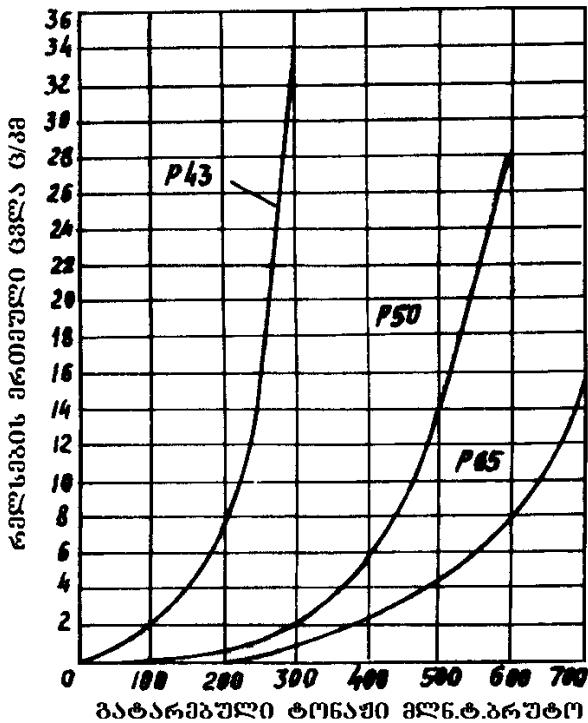
$$\lambda_{\text{bsq}} = \frac{900}{R} + \frac{100000}{R^2} \quad (3.16)$$

სადაც R – წრიული მრუდის რადიუსია, მ.

ცხრილი 3.6.

მრუდის რადიუსი R , მ.	β_{bsq} , მმ ² /მლნ.ბრუტო ტ. რელსებისათვის			
	I^a და უფრო მსუბუქი	P43	P50	P65
300	7.37	5.89	4.42	3.87
400	5.44	4.35	3.26	2.86
500	3.97	3.17	2.38	2.08
600	3.09	2.47	1.85	1.62
700	2.24	1.79	1.34	1.17
800	1.78	1.42	1.01	0.93
900	1.62	1.29	0.97	0.85
1000	1.52	1.22	0.91	0.80
1100	1.43	1.14	0.86	0.75
1200	1.39	1.11	0.83	0.73
1300 მ და სწორი უბნები	1.36	1.09	0.81	0.71

არის შემთხვევები, როდესაც ერთეული რელსები უფრო ადრე გამოდიან მწყობრიდან, ვიდრე მიიღებენ მაქსიმალურ ცვეთას. რელსების ერთეული ცვლის მიზეზი შეიძლება იყოს საქართვის დეფაქტული ან მათი არასწორი ექსპლუატაციის შედეგად მიღებული დაზიანებანი. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ რელსები ექსპლუატაციის დასაწყისში, ერთეული ცვლის პირობით მცირე რაოდენობით გამოდის მწყობრიდან, მაგრამ შემდგომში გატარებული ტონაჟის ზრდასთან ერთად რელსების ერთეული ცვლა ინტენსიურად მატულობს და ბოლოს აღწევს ზღვარს, როცა აუცილებელია ჩატარდეს რელსების მთლიანი რაოდენობის ცვლა მთელ უბანზე, (ნახ.3.8.). ერთეული ცვლის პირობით რელსების სამსახურის ვადა ამოწურულად შეიძლება ჩაითვალოს, როცა ერთ კმ ლიანდაგზე დაფუქტების გამო მწყობრიდან გამოდის: P50 ტიპის რელსი – 6 ცალი, P65 ტიპის – 5 ცალი, ან ორივე ტიპის რელსებისათვის ერთეული ცვლა აღწევს ორ ცალს ერთ კმ-ზე წელიწადში.



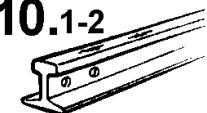
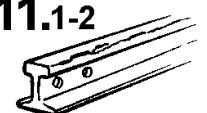
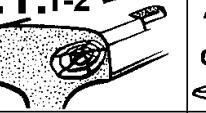
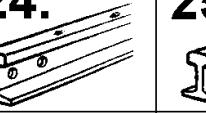
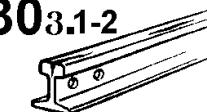
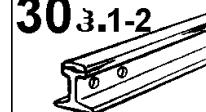
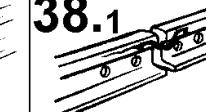
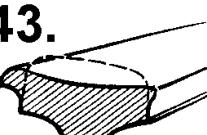
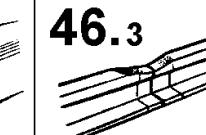
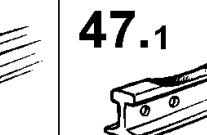
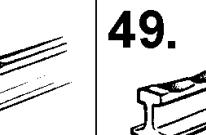
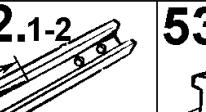
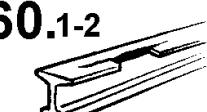
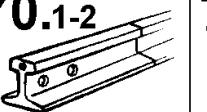
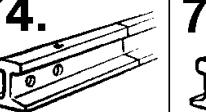
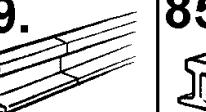
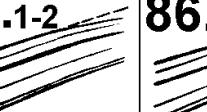
ნახ.3.8. რეზუსტის ერთეული ცვლის გატარებულ ტონაური დამოკიდებულების გრაფიკი

თითოეული ტიპის რეზუსტისათვის დადგენილია გატარებული ტონაურის ნორმა: $P50$ ტიპის რეზუსტისათვის – 350 მლნ. ბრუტო ტ, $P65$ ტიპის რეზუსტისათვის – 500 მლნ. ბრუტო ტ.

რეზუსტის სამსახურის ვადის ამოწურვა ერთეული ცვლის პირობით ნორმალურ შემთხვევად არ შეიძლება ჩაითვალოს, ამიტომ ყველა დონისძიება უნდა იქნას განხორციელებული რეზუსტის სარისხის, დამზადების ტექნოლოგიის, ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის ექსპლუატაციის პირობების გაუმჯობესებისათვის, რაც თავისთავად შეამცირებს რეზუსტის ერთეულ ცვლას, მაქსიმალური დასაშვები ცვეთის მიღწევამდე.

რეზუსტის დეფექტების ძირითად სახეებს, რომელთა გამო რეზუსტი ვადაზე ადრე წყვეტებ მუშაობას, მიეკუთვნება: რეზუსტის გადატეხა, მისი ცალკეული ნაწილების ამოტეხა, ბზარები, სარეზუსტო ფოლადის განშრევება, რეზუსტის თავის თელვა, ლითონის ამოფხვნა, კოროზია და სხვა.

სარეზუსტო დეფექტები კლასიფიცირებულია და შედგენილია სპეციალური ტაბულა (ნახ.3.9).

I ჯგუფი. რელისხს თავის გორგის ზედაპირზე ღიათონის აშრუვება და ამოფხვნა				
10.1-2 	11.1-2 	14. 	17.1-2 	18.1 
ღიათონის ამოფხვნა გავაძება და განკარგების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	ღიათონის ამოფხვნა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	რელისხს თავის გორგის ზედაპირზე გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	ღიათონის ამოფხვნა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	ღიათონის ამოფხვნა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო
II ჯგუფი. განივი ბზარები რელისხს თავში და მათგან გამოწვევები გატეხა				
20.1-2 	21.1-2 	24. 	25. 	26.3 
განარები და გათხავა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	განარები და გათხავა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გადამდებარების გამო	განარები და გათხავა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გამო	განარები და გათხავა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გამო	განარები და გათხავა გადამდებარების დროის არასაკეთი და საკარგებელი მატერიალის გამო
III ჯგუფი. გრძელი ბზარები რელისხს თავში				
30.3.1-2 	30.3.1-2 	38.1 	40. 	41.1-2 
რელისხს თავის გარეთია - ლური განვითარება	რელისხს თავის კრიო - ზონითან განვითარება	განარები სარეცენტო უნა - კოსტალების მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის თაღლი - სები მდგრადი გადამდებარების მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის გათხავა და გარეთია - ლური განვითარება
IV ჯგუფი. რელისხს თავის გატეხლება და არათანაბრო ტექს				
43. 	44. 	46.3 	47.1 	49. 
მოდელი შემდეგ განვითარების თავის გათხავა მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის გარეთია - ლური განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის უნაკილისებრი მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის უნაკილისებრი მიზანით გადამდებარების გამო	რელისხს თავის თაღლი - სები მდგრადი გადამდებარების მიზანით გადამდებარების გამო
V ჯგუფი. რელისხს ყუდის დეფექტები და დაზიანებები				
50.1-2 	52.1-2 	53.1-2 	55. 	56. 
რელისხს ყელის განვითარება	გრძელი განარები კრიო - ზონით განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	განარები გამოსახული საჭარისებრი განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	გრძელი განარები რელისხს ყელის განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	განარები რელისხს ყელის განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო
VI ჯგუფი. რელისხს ფუძის დეფექტები და დაზიანებები				
60.1-2 	62.1-2 	65. 	66.3 	69. 
გრძელი განარები და არასაკეთი განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	არამონიტის რელისხს უმატები არის განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	განარები და არამონიტის რელისხს უმატები და გადამდებარების გამო	განარები უმატები უდიდესობის გადამდებარების გამო	რელისხს უმატები არის გადამდებარების გამო
VII ჯგუფი. რელისხის განივი გატეხა	VIII ჯგუფი. რელისხის გარუნგა	IX ჯგუფი.		
70.1-2 	74. 	79. 	85.1-2 	86.3 
განარები გათხავა დიდის განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	განარები გათხავა ცირკულარის განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	განარები გათხავა გადამდებარების გამო	რელისხს გაღმენი განვითარების მიზანით გადამდებარების გამო	საკარგებელი და დაზიანებები

ნახ.3.9. სარელისხო დეფექტების კლასიფიკაცია

ტაბულაში ყველა სარელსო დეფექტები დაყოფილია 9 ჯგუფად. თითოეული დეფექტი აღნიშნულია სამნიშნა რიცხვით. რიცხვის პირველი ციფრი მიანიშნებს დეფექტის სახეობას და მის ადგილმდებარეობას რელსის განივი კვეთის მიმართ (თავის, ყელის ან ფუძის დეფექტები). მეორე ციფრი მიანიშნებს დეფექტების სახეობას მათი წარმოშობის მიზეზების მითითებით. მესამე ციფრი მიანიშნებს დეფექტების ადგილმდებარეობას რელსის სიგრძის მიხედვით (1 – პირაპირის ზონა; 2 – რელსის შუა ნაწილი; 3 – შედევების ადგილი).

პირველი და მეორე ციფრი მესამედან გამოყოფილია წერტილით.

მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოების თვალსაზრისით დეფექტური რელსები იყოფა – დეფექტურ და მეტად დეფექტურ რელსებად. მეტად დეფექტური რელსები ლიანდაგში დაუყოვნებლივ უნდა შეიცვალოს, ხოლო დეფექტური კი გეგმიურად.

3.1.8. მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა

მძიმე ტიპის რელსები გაცილებით მეტი რაოდენობის შპალებზე ანაწილებენ თვლებიდან გადაცემულ დატვირთვებს, ვიდრე მსუბუქი ტიპის რელსები. რითაც მცირდება თითოეულ შპალზე მოსული დატვირთვების სიდიდეები, მასაშადამე ნელდება შპალების მექანიკური დაზიანების პროცესი და იზრდება მათი სამსახურის ვადა. შესაბამისად მცირდება შპალებიდან ბალასტზე გადაცემული დატვირთვებიც, რის გამოც მცირდება ბალასტის გაჭუჭყიანებისა და დაჭუცმაცების პროცესიც. მაგალითად $P43$ ტიპის რელსების გამოყენებისას ბალასტის გაჭუჭყიანება 1 მლნ. ბრუტო ტ. ტვირთის გატარების შედეგად 9-20%-ით მეტია, ვიდრე $P50$ ტიპის რელსების გამოყენების შემთხვევაში. ლიანდაგის აწევით შეკეთებებს შორის ინტერვალი კი დამოკიდებულია ბალასტის გაჭუჭყიანებაზე, ამიტომ მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების შემთხვევაში იზრდება აწევით შეკეთებებს შორის ინტერვალი.

$P50$ ტიპის რელსის წონა მხოლოდ 15%-ით აღემატება $P43$ ტიპის რელსის წონას, $P50$ ტიპის რელსი კი 1,5-ჯერ მეტ ტვირთს ატარებს, ვიდრე $P43$ ტიპის რელსი. $P65$ ტიპის რელსის წონა 45%-ით აღემატება $P43$ ტიპის რელსის წონას, მაშინ როდესაც $P65$ ტიპის რელსის მიერ გატარებული ტონაჟი ორჯერ მეტია.

მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა არა მარტო რელსების, შპალების და ბალასტის სამსახურის ვადის გახანგრძლივებაში მდგომა-

რეობს, არამედ მიმიდინარე მოვლა-შენახვის, საშუალო და კაპიტალური შეკეთებების ხარჯების შემცირებაშიც. მაგალითად 1 გრძ.მ $P50$ ტიპის რელსის წონის გადიდების შედეგად 1 კგ-ით, მიმდინარე მოვლა-შენახვის ხარჯები მცირდება 1,5-1,8%-ით, ხოლო ლიანდაგის ზედა ნაშენის მოსაწყობად მასალების ხარჯი კი 1,4%-ით.

1 მლნ. ბრუტო ტ. ტვირთის გატარების შედეგად გაწეული ენერგეტიკული ხარჯები, მოსული ლიანდაგის 1 კმ სიგრძეზე, დამოკიდებული ზედა ნაშენის ტიპზე ტოლია:

$$\Theta_T = W_{II} \times 10^3 NC \quad (3.17)$$

სადაც W_{II} – მოძრაობის წინადობის მდგენელია, დამოკიდებული ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპზე, კგ/ტ;

$W_{II} \times 10^3$ – 1 მლნ. ბრუტო ტ. ტვირთის გადაზიდვისას, ლოკომოტივის მექანიკური მუშაობა, ტკმ;

N – საწვავის ან ელექტროენერგიის ხარჯი 1 ტკმ მუშაობის შესასრულებლად;

C – ერთეული განზომილების საწვავის ან ელექტროენერგიის ღირებულება.

W_{II} – შეიძლება გამოვთვალოთ პროფ. მ. ვერიგოს ფორმულით:

$$W_{II} = \frac{250rkP}{U^2} \quad (3.18)$$

სადაც P – თვლიდან რელსზე გადაცემული სტატიკური დატვირთვაა, კგ;

U – რელსქვეშა საფუძვლის დრეკადობის მოდული, ხის შპალებისათვის იცვლება ფარგლებში 130 – 490 კგ/სმ², რკინაბეტონის შპალებისათვის – 1100 – 1850 კგ/სმ²;

k – რელსისა და რელსქვეშა საფუძვლის ფარდობითი სიხისტის კოეფიციენტი, $k=0,010 - 0,025$ სმ⁻¹;

r – განოვენის პარამეტრი, $r=35$ კგ/სმ².

რელსების წონის გადიდება ამცირებს მოძრაობის W_{II} წინადობის, ენერგეტიკულ შეკეთების და სავალი ნაწილების შეკეთების Θ_{II} ხარჯებს.

მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების სფერო არა მარტო ეკონომიკური თვალსაზრისით განისაზღვრება, არამედ ტექნიკური მოსაზრებებითაც. ელექტრული და თბოწევის დანერგვა, დერძზე მოსული დატვირთვებისა და მოძრაობის სიჩქარეების

განუხერელი ზრდა განაპირობებს მძიმე ტიპის რელსების უპირატესი გამოყენების აუცილებლობას.

ეპონომიკური გაანგარიშების მიხევდით რელსის ტიპის შერჩევისას უპირატესობა ენიჭება იმ ტიპის რელსს, რომლისათვისაც წლიური დაყვანილი სამშენებლო და ექსპლუატაციური ხარჯების ჯამი უმცირესი აღმოჩნდება.

წლიური დაყვანილი ხარჯები გამოითვლება ფორმულით:

$$\sum \mathcal{E}_{\text{დღ}} = A + \sum_{i=1}^{i=t_n} B_i \quad (3.19)$$

სადაც A – რელსების დაგების ხარჯებია;

B_i – საექსპლუატაციო ხარჯები i -ური წლისათვის;

t_n – ნაზღაურობის ნორმატიული ვადა.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების შემთხვევაში, კაპიტალდაბანდებათა ნაზღაურობის ვადა შესამჩნევად მცირდება და იგი მერყეობს 1,5-4,5 წლის ფარგლებში.

3.2. რელსქეშა საფუძველი

3.2.1. რელსქეშა საფუძვლის სახეები, დანიშნულება, წაყენებული მოთხოვნები და შპალების ეპიურა

რელსქეშა საფუძველი შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ცალკეული წერტილოვანი საყრდენების – შპალების, გრძივი წოლანების, ჩარჩოების ან ფილების სახით.

რელსქეშა საფუძვლის დანიშნულებაა:

- მიიღოს თავისთავზე რელსებიდან გადმოცემული დატვირთვები, თანაბრად გაანაწილოს იგი და გადასცეს ბალასტის შრეს;
- უზრუნველყოს ლიანდის სიგანის მუდმივობა;
- ბალასტან ერთად უზრუნველყოს ლიანდაგის სწორი გეომეტრიული სივრცობრივი მოხაზულობა გეგმაში და პროფილში.

დანიშნულებიდან გამომდინარე სარელსო საფუძველს წაეყენება შემდეგი მოთხოვნები:

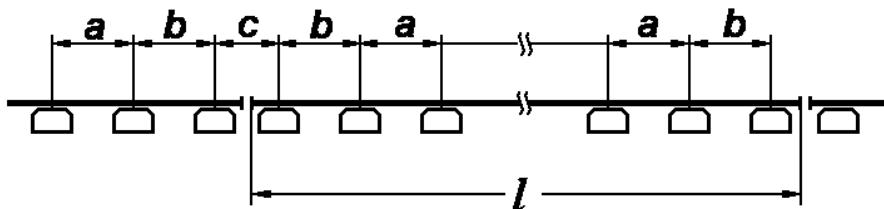
- მაღალი სიმტკიცე და ხანგამძლეობა;
- დიდი წინადობა თელვაზე და ლუნვაზე;
- კარგი დრეკადობა;
- კარგი ელექტრომაიზოლირებელი თვისებები;
- უნდა ექვემდებარებოდეს დამზადების ინდუსტრიულ მეთოდებს;
- ნაკლებხმაურიანობა;
- სიაფე.

სარელსო საფუძვლად ამჟამად უმეტეს შემთხვევაში შპალები გამოიყენება. საშპალო მასალად გამოყენებულია ხე, რკინაბეტონი და ლითონი.

მსოფლიოს ქვეყნების რკინიგზებზე ყველაზე ფართოდ არის გავრცელებული ხისა და რკინაბეტონის შპალები. ამჟამად არსებობს ლიანდაგის რკინაბეტონის შპალებზე ფართოდ გადაყვანის ტენდენცია.

ლითონის შპალები მცირე რაოდენობით ჯერ კიდევ არის გამოყენებული გერმანიის, ინდოეთის, საფრანგეთის და ზოგიერთი სხვა ქვეყნების რკინიგზებზე. ლითონის შპალები გამოიყენება ქარხნების ცხელი სამქროების ლიანდაგებზე.

ლიანდაგში, რელსების ქვეშ შპალები მკაცრად განსაზღვრული სქემით განლაგდება. რელსების ქვეშ შპალების განლაგების სქემას შპალების ეპიურა ეწოდება (ნახ.3.10).



ნახ.3.10. რელსის ქვეშ შპალების განაწილების სქემა (შპალების ეპიურა)

თუ დავუშვებთ, რომ $a = b$ შპალების დერძებს შორის მანძილი ტოლი იქნება

$$a = \frac{l - c}{n - 1} \quad (3.20)$$

სადაც l - რელსის სიგრძეა;

a - შპალების დერძებს შორის მანძილი;

c - საპირაპირო შპალების დერძებს შორის მანძილი, *P43* ტიპის რელსებისათვის – $c = 500 \text{ მმ}$; *P50* ტიპის რელსებისათვის – $c = 440 \text{ მმ}$; *P65* ტიპის რელსებისათვის – $c = 420 \text{ მმ}$;

n - შპალების რაოდენობა ერთი რელსის ქვეშ;

b - საპირაპირო შპალების მეზობელ შპალების დერძებს შორის მანძილი.

ჩვენი ქვეყნის რკინიგზებზე ეპიურის მიხედვით განსაზღვრული, შპალების რაოდენობა 1 კმ ლიანდაგში დამოკიდებულია ლიანდაგების დანიშნულებაზე და ტვირთდაძაბულობაზე და მიღებულია: 1440 ც/კმ, 1600 ც/კმ, 1840 ც/კმ, 2000 ც/კმ. აქედან 1440 ც/კმ და 1600 ც/კმ გამოიყენება სასადგურო და მეორეხარისხოვან ლიანდაგებზე, ხოლო 1840 ც/კმ და 2000 ც/კმ მაგისტრალურ რკინიგზებზე. მრუდებში, რადიუსებით $R < 1200 \text{ მ}$, ლიანდაგის გაძლიერების თვალსაზრისით, შპალების ეპიურა ერთი საფეხურით მაღალი აიღება.

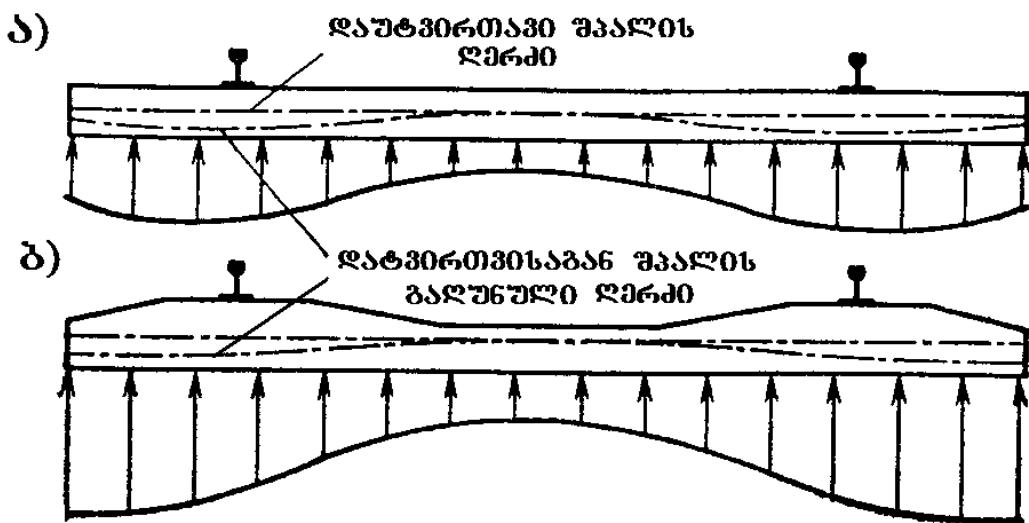
შპალების რაოდენობა ერთ კილომეტრზე და სარელსო რგოლზე, აგრეთვე მანძილი შპალების დერძებს შორის მოცემულია ცხრილში 3.7.

ცხრილი 3.7.

რელს ების სიგრძ ე, მ	რელ სების ტიპი	შპალ ების რაო დენო ბა 1 კმ-ზე	შპალე ბის რაოდე ნება 1 რგოლ ზე	შპალების დერძებს შორის მანძილი, მმ	
				საპირაპირო	შუალედურ ი
25,0	<i>P 65</i>	2000	50	420	501 – 502
		1840	46	420	546 – 547
25,0	<i>P 50</i>	2000	50	440	501 – 502
		1840	46	440	545 – 546
25,0	<i>P 43</i>	2000	50	500	500 – 501
		1840	46	500	544 – 545
		1600	40	500	628 – 629
12,5	<i>P 65</i>	2000	50	420	503 – 504
		1840	46	420	549 – 550
12,5	<i>P 50</i>	2000	50	440	502 – 503
		1840	46	440	548 – 549
12,5	<i>P 43</i>	2000	50	500	500 – 501
		1840	46	500	545 – 546

		1600	40	500	632
--	--	------	----	-----	-----

შპალების დერძებს შორის მანძილი შპალების ეპიურას უნდა შეესაბამებოდეს; ეპიურიდან დასაშვები გადახრა: ხის შპალებისათვის 8 სმ, ხოლო რკინაბეტონის შპალებისათვის 4 სმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.



ნახ.3.11. დატვირთვის ზემოქმედებით შპალების გაღუნვის ხასიათი:

ა – ხის შპალების; ბ – რკინაბეტონის შპალების; ისრებით ნაჩვენებია ჩაღუნვის შესაბამისი ბალასტის რეაქცია.

შპალების მასალაზეა დამოკიდებული შპალების დრეკადი გაღუნვის ხასიათი და სიდიდე. მოძრავი შემადგენლობის თვლებიდან შპალებზე გადაცემული გერტიკალური დატვირთვების ზემოქმედებით ხისა და რკინაბეტონის შპალების დერძები გაიღუნება ნახ.3.11 გამოსახული სქემის მიხედვით. შპალის ქვეშ დრეკადი ჩაღუნვა სხვადასხვა წერტილებში განსხვავებული სიდიდისაა, ამიტომ შპალებიდან ბალასტზე გადაცემული დატვირთვა და შესაბამისად ბალასტის რეაქციაც განსხვავებული სიდიდისაა. აღნიშნული ფაქტორი განაპირობებს შპალების ამოტენვის წესს.

ხის შპალები ძლიერად უნდა ამოიტენოს რელსქეშა ზონაში, ხოლო შპალის ბოლოებში და მის შუა ნაწილში უფრო სუსტად. რკინაბეტონის შპალები კი ძლიერად უნდა ამოიტენოს რელსქეშა ზონაში და ბოლოებში, ხოლო შუა ნაწილში შპალების გაღუნვის თავიდან ასაცილებლად საერთოდ არ უნდა ამოიტენოს.

3.2.2. ხის შპალები

ხის შპალების დანიშნულება და მასალის ფიზიკო-მექანიკური თვისებები

ხის შპალები მსოფლიოს ქვეყნების რკინიგზებზე ყველაზე ფართოდ არის გავრცელებული იმ მიზეზით, რომ ხის შპალები ყველაზე კარგად პასუხობენ სარელსო საფუძვლისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

ხის შპალების დადებითი თვისებებია:

- კარგი დრეპადობა;
- დამზადების და ექსპლუატაციის (ტრანსპორტორება, ჩატვირთვა-გადმოტვირთვა, ამოტენვა, შეცვლა და სხვა) სიადგილე;
- მაღალი ელექტრული წინაღობა;
- ნაკლებხმაურიანობა;
- მასზე ლიანდაგის მოწყობის სიადგილე.

ხის შპალების უარყოფითი თვისებებია:

- სამსახურის მცირე ვადა, განსაკუთრებით მაღალი ტვირთდაძაბულობის პირობებში;
- დეფიციტური ხის მასალის დიდი ხარჯი;
- ლპობადობა და შედარებით მცირე წინაღობა თელვაზე.

ხის შპალების დასამზადებლად საჭიროა 80-100 წლის ასაკის, 26-28 სმ დიამეტრის ხე. ამასთან გამოყენება ასეთი ხის მხლოდ ძირის ნაწილი. 1 კგ ლიანდაგის მოსაწყობად კი საჭიროა დაახლოებით 2 ჰა ტყის გაჩეხვა. ხის შპალების დასამზადებლად ასეთი ფართობის ტყის გაჩეხვა ისეთი ქვეყნისათვის, როგორიც საქართველოა, ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევის ტოლფასია. ამიტომ საქართველოს მაგისტრალური რკინიგზების ლიანდაგებზე, გარდა სურამის საუღელტეხილო უბნისა, თითქმის მთლიანად რკინაბეტონის შპალებია გამოყენებული მიზანშეწონილია საუღელტეხილო უბნის მთლიანად ან ნაწილობრივ რკინაბეტონის შპალებზე გადაყვანა.

ხის შპალების დასამზადებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას შემდეგი ჯიშის მერქანი – მუხა, წიფელი, ლარიქსი, ფიჭვი, კედარი, ნაძვი, სოჭი და სხვა.

ჩვენი ქვეყნის რკინიგზებზე შპალების უდიდესი უმრავლესობა დამზადებულია ნაძვისა და ფიჭვისაგან. ცხრილში 3.8. მოცემულია სხვადასხვა ჯიშის მერქნის მექანიკური თვისებების პროცენტული შედარება ნაძვის მერქანთან.

ცხრილი 3.8.

მერქნის ჯიში	მოცულობითი წონა	სიმტკიცის ზღვარი		წინაღობა დარტყმით დუნგაზე	სისალე	
		ბოჭკოების გრძიგად	სტატიკური დუნგისას		გვერდითი	ტორსული
ნაძვი	100	100	100	100	100	100
კედარი	98	87	86	84	89	100
სოჭი	89	87	84	84	-	124
ფიჭვი	113	106	107	100	135	114
ლარიქსი	149	141	140	155	242	188
წიფელი	153	124	135	206	346	270

ხის შპალების მასალის ფიზიკო-მექანიკური თრვისებები დიდად არის დამოკიდებული მერქნის ტენიანობაზე. 23%-ზე ნაკლები და 80%-ზე მეტი ტენიანობის მერქანი თითქმის არ ლპება. ამიტომ ხის შპალების ლპობადობის ხარისხი დიდად არის დამოკიდებული იმ რეგიონის კლიმატურ პირობებზე, სადაც ისინი მუშაობენ. უხვნალექიან რაიონებში, სადაც შპალების ტენიანობა $60 \div 80\%$ -ის ფარგლებშია, ძირითადად ლპება შპალების ზედა ნაწილი.

კონტინენტალური კლიმატის გვალვიან რაიონებში, სადაც შპალების ზედა ნაწილის ტენიანობა 20%-ზე ნაკლებია, ძირითადად ლპება შპალების ქვედა ნაწილი.

გერმანელი მეცნიერების მონაცემებით მერქნის ტენიანობის მატება 1%-ით იწვევს მისი სიმტკიცის შემცირებას 3%-ით. მაგალითად ნაძვის ხის მერქნის ტენიანობის 10%-დან 30%-მდე გაზრდის შემთხვევაში, მისი წინაღობა კუმშვაზე, ბოჭკოების გრძიგად, მცირდება 900 კგ/სმ²-დან 250 კგ/სმ²-მდე.

ხის შპალების ტიპები და ძირითადი ზომები.

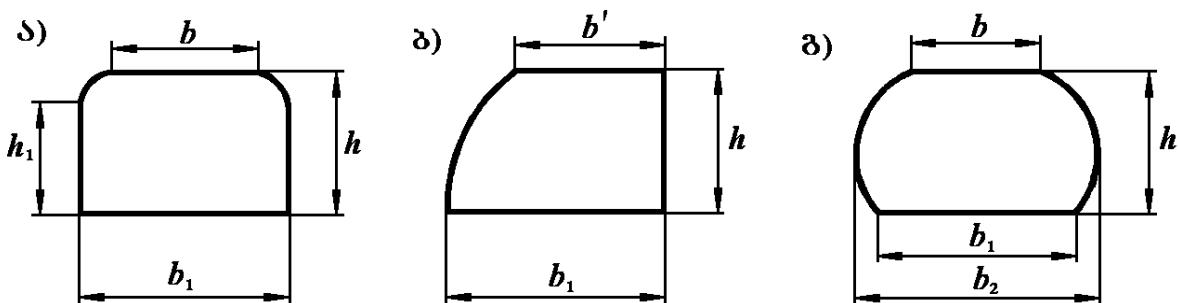
ხის შპალების განივი კვეთის ზომები შემდეგი მოსაზრებების საფუძველზე დადგინდება:

- ხის შპალის ზედა საწოლს უნდა გააჩნდეს საკმარისი სიგანე მასზე ქვესადების მოსათავსებლად;
- ხის შპალის ქვედა საწოლის სიგანე უნდა უზრუნველყოფდეს ბალასტზე თანაბრადგანაწილებული ძაბვების ისეთი სიდიდის გადაცემას, რომელიც არ გადააჭარბებს ბალასტისათვის დასაშვებ მნიშვნელობას;

- შპალების სისქე უნდა უზრუნველყოფდეს ინერციისა და წინაღობის მომენტების სიდიდის ოპტიმალურ მნიშვნელობებს, შპალების ცვეთისა და ლპობის გათვალისწინებით.

ხის შპალები განივი კვეთის ფორმის მიხედვით სამი სახის არსებობს: ჩამოგანილი – ჩამოხერხილია ოთხივე მხარე (ნახ.3.12.ა); ნახევრად ძელური – ჩამოხერხილია სამი მხარე (ნახ.3.12.ბ); ჩამოუგანავი – ჩამოხერხილია ორი მოპირდაპირე მხარე (ფუძე და საყრდენი ზედაპირი), ხოლო დანარჩენი ორი გვერდი შეიძლება ნაწილობრივ იქნას ჩამოხერხილი (ნახ.3.12.გ).

ტიპების მიხედვით შპალების ზომები (მმ) მოცემულია ცხრილში 3.9.



ნახ. 3.12. ხის შპალების განივი კვეთის ფორმები:

ა) ჩამოგანილი; ბ) ნახევრად ძელური; გ) ჩამოუგანავი

ცხრილი 3.9.

შპალის ტიპი	სისქე, h	ჩამოხერხილი გვერდის სი- მაღლე h_1	სიგანე			სიგრძე	
			ზედაპირის		საწოლის b_1		
			b	b'			
I	180 ± 5	150	180	210	250 ± 5	2750 ± 20	
II	160 ± 5	130	150	195	230 ± 5	2750 ± 20	
III	150 ± 5	105	140	190	230 ± 5	2750 ± 20	

ხის შპალების სიგრძეა 2,75 მ. მაღალი ტვირთდაბულობისა და ჩქაროსნული მოძრაობის რეზიგნულისათვის ხის შპალები 2,8 მ სიგრძის მზადდება. იმ უბნებისათვის სადაც შეთავსებულია სხვადასხვა ლიანდის სიგანის ლიანდაგები, ხის შპალების სიგრძე 3,0 მ-ია.

ხის შპალები გამოიყენება: I ტიპი – მთავარი ლიანდაგებისათვის; II ტიპი – სასადგურო და მისასვლელი ლიანდაგებისათვის; III ტიპი – მეორე ხარისხოვანი და სამრეწველო საწარმოებთან მისასვლელი ლიანდაგებისათვის.

მერქნის ხარისხის (ნუკლეინობის რაოდენობა და ზომები, ბზარები, ჭიიანობა და სხვა) მიხედვით შპალები არსებობენ პირველი და მეორე ხარისხის. შპალის ერთ ბოლოზე დამდით ან ზეთის საღებავით კეთდება ნიშანდება (ქარხანა-დამამზადებლის დასახელება, მერქნის სახეობა, შპალის ტიპი და ხარისხი).

ხის შპალების სამსახურის გადის გახანგრძლივების ღონისძიებები

ხის შპალების მწყობრიდან გამოსვლა დამოკიდებულია მერქნის ლპობისა და მექანიკური დაზიანებების ურთიერთდამოკიდებული პროცესების ინტენსივობაზე. ლპობის პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია შპალების მუშაობის კლიმატურ რაიონზე, მერქნის ჯიშზე და გაჟღენთვის წესზე. შპალების მექანიკური დაზიანების სახეებია – ქვესაღების ქვეშ მერქნის თელვა და ბოჭკოების დაძენძვა, დაზიანებები საომბოხე და საშურუჟე ნახვრეტების ირგვლივ.

ლიანდაგში შპალები მუშაობს ცვალებადი ტენიანობის პირობებში, რაც ხელს უწყობს ლპობის გამომწვევი სოკოების განვითარებას და შპალების სწრაფ ლპობას, განსაკუთრებით საომბოხე ნახვრეტების ზონაში. სტატისტიკური მონაცემებით შეცვლილი შპალების საერთო რაოდენობის $40 \div 60\%$ მერქნის ლპობის შედეგად გამოდის მწყობრიდან. შპალების მექანიკური ცვეთა (მერქნის დაძენძვა, ბზარების გაჩენა, თელვა და სხვა) აჩქარებს შპალების ლპობის პროცესს, ხოლო მერქნის ლპობა თავის მხრივ აჩქარებს შპალების მექანიკურ ცვეთას.

შპალების ლპობის საწინააღმდეგოდ მათ სპეციალური ხსნარებით – ანტისეპტიკებით უღინთავენ. გაუჟღენთავი შპალები ლიანდაგში არ დაიშვება.

ანტისეპტიკები არსებობს: ორგანული – ანუ ზეთოვანი (კრეოზოტის და ანტრაციტის ზეთები) და მინერალური – ანუ წყალში ხსნადი (ქლორიანი თუთია, ნატრიუმფტორი). ჩვენს რკინიგზებზე, როგორც წესი ზეთოვანი ანტისეპტიკებით გაჟღენთილი შპალები გამოიყენება.

გასაჟღენთად გამზადებული, შტაბელებად დაწყობილი შპალების საერთო რაოდენობის 90%-ის ტენიანობა 25%-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო დანარჩენი 10%-ისა 30%-ს.

შპალებს უღინთავენ შპალსაჟღენო ქარხნებში, სპეციალურ ავტოკლავებში, 90-100°C-მდე გაცხელებული ანტისეპტიკებით, რაც ამცირებს ანტისეპტიკის სიბლანტეს და ადიდებს მის მერქანტში შეღწევადობის ხარისხს.

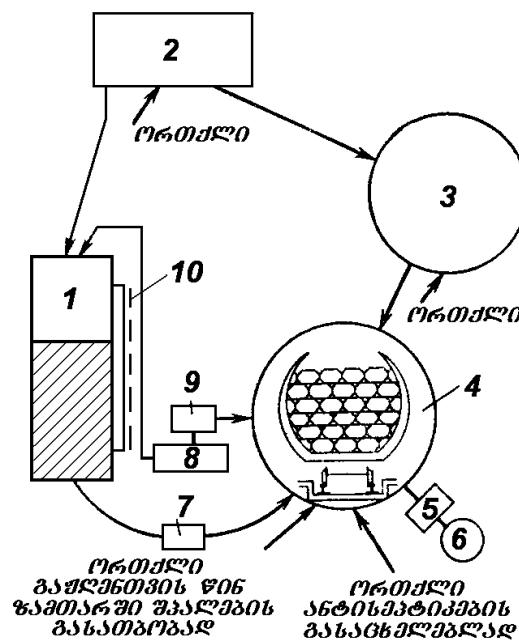
არსებობს შპალების დაწევით გაჟღენთვის რამდენიმე ხერხი:

- ანტისეპტიკის მთლიანად შთანთქმის წესი, როცა მერქნის უჯრედების ფორები მთლიანად იგსება ანტისეპტიკით;
- ნახევრადშეზღუდული შთანთქმის წესი, როცა მერქნის უჯრედების ფორები ნაწილობრივ იგსება ანტისეპტიკით;
- შეზღუდული შთანთქმის წესი, როცა ანტისეპტიკებით იქდინთება მხოლოდ მერქნის უჯრედების ფორების კედლები.

წყალში ხსნადი ანტისეპტიკებით შპალები მთლიანად შთანთქმის წესით უნდა გაიჟდინოთ, მათი მერქნიდან ადვილადგამორეცხვადობის გამო.

ზეთოვანი ანტისეპტიკებით შპალების გაჟღენთვისას უმეტეს შემთხვევაში შეზღუდული შთანთქმის წესი გამოიყენება.

შპალსაჟღენთ ქარხნებში შეზღუდული შთანთქმის ტექნოლოგიით გაჟღენთვისას, შპალებით დატვირთულ გაგონებებს შეაგორებენ ცილინდრებში – ავტოკლავებში და მასში 2 – 4 ატ. წნევით შეუშვებენ $90\text{--}100^{\circ}\text{C}$ -მდე გაცხელებული ანტისეპტიკებს. წნევის სიდიდე ავტოკლავში დამოკიდებულია მერქნის მექანიკურ თვისებებზე და ანტისეპტიკის სახეობაზე. შემდეგ ჩაირთვება გამზომი ცილინდრი. წნევა ავტოკლავში აიწევა 8 – 12 ატ-მდე. ასეთი წნევა შენარჩუნებულ უნდა იქნას გაჟღენთვის მთელი დროის განმავლობაში. გამზომი ცილინდრის საშუალებით კონტროლდება მერქნის მიერ შთანთქმული ანტისეპტიკების რაოდენობა (ნახ.3.13).



ნახ.3.13. შპალაჟღენთი ქარხნის მოწყობის სქემა:

1 – საზომი ცილინდრი; 2 – შემრევი ავტო; 3 – სამანევრო ცილინდრი; 4 – გამჭდელი ცილინდრი; 5 – კონდენსატორი; 6 – გამუშმბუქმბო; 7 – ტუბა; 8 – შეუშმული პაკეტის აუშმულატორი; 9 – კომპრესორი; 10 – შეშის საზომი მილი.

მიღებული ტექნოლოგიური პროცესის მიხედვით შპალები დაწევის ქვეშ $30 \div 60$ წუთის განმავლობაში უნდა იმყოფებოდეს. ამ პერიოდში ანტისეპტიკების შთანთქმის ნორმა ტოლია: ფიჭვის შპალებისათვის 96 კგ/მ³, ნაძვისათვის – 69 კგ/მ³, ლარიქსისათვის – 44 კგ/მ³.

რადგანაც შპალების ლპობა და მექანიკური დაზიანება ურთიერთ მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესებია, შპალების მექანიკური დაზიანების გამომწვევ მიზეზებთან ბრძოლას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

შპალების მექანიკური დაზიანებების ძირითადი სახეებია:

- მერქნის თელვა და დაძენძვა ქვესადების ქვეშ;
- საომბოხე და საშურუპე ნახვრეტების დამუშავება;
- შპალების დაბზარვა.

შპალების მექანიკური ცვეთის საწინააღმდეგო ღონისძიებებია:

- ქვესადების საყრდენი ფართობის გადიდება, კუმშვისა და თელვის ძაბვების შესამცირებლად;
- ქვესადების საყრდენი ფართობის პერიმეტრზე წიბოების მომრგვალება;
- შერეული ან განცალკევებული ტიპის შუალედური სარელსო სამაგრების გამოყენება;
- შპალებში საომბოხე და საშურუპე ნახვრეტების წინასწარი გახვრეტა და ანტისეპტირება;
- ლიანდაგში წაძვრის პროცესების აღკვეთა;
- ლიანდაგის გადაკერვების რიცხვის მინიმუმამდე დაყვანა და ყოველი გადაკერვისას ნახვრეტების შევსება ანტისეპტიკებით სიღრმის 1/3-ზე;
- შპალების ბოლოების შეკვრა ან კავების დაყენება ბზარების წარმოშობის საწინააღმდეგოდ და წარმოშობილი ბზარების ამოვსება ანტისეპტიკური პასტებით ან ზეთოვანი ანტისეპტიკებით;
- ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის სამუშაოების დროულად, სრული მოცულობით და ტექნოლოგიის განუხრელი დაცვით შესრულება.

შპალების სამსახურის ვადის გახანგრძლივების ღონისძიებები შეიძლება ჩატარდეს უშუალოდ ლიანდაგში ან ლიანდაგში ჩაგების წინ.

ხის შპალების სამხახურის გადა

ლიანდაგის კაპიტალური შეკეთების დროს მთლიანად იცვლება და მისი სამსახურის ვადა ამოწურულად ითვლება.

ლპობისა და მექანიკური დაზიანების სედეგად შპალების ნაწილი ლიანდაგის კაპიტალურ შეკეთებამდე გამოდის მწყობრიდან, ე.ი. მიმდინარეობს შპალების ერთეული ცვლა. ერთეული ცვლის პირობით შპალების სამსახურის ვადა განისაზღვრება პროფ. მ. ჩერნიშოვის ფორმულით

$$t_{\text{საშვალ}} = \frac{At_{\text{დაკვ}}}{{n + (m_2 - m_1)}} \quad (3.21)$$

სადაც A - ლიანდაგში მდებარე შპალების საერთო რაოდენობაა;

$t_{\text{დაკვ}}$ - დაკვირვების ვადა;

n -- $t_{\text{დაკვ}}$. პერიოდში ლიანდაგში ჩაგებული შპალების რაოდენობა;

m_1 და m_2 - უვარგისი შპალების რაოდენობა ლიანდაგში, შესაბამისად დაკვირვების დასაწყისში და ბოლოში.

A , m_1 , m_2 და n სიდიდეები აიღება ლიანდაგის ტექნიკური პასპორტებიდან.

კონკრეტული საექსპლუატაციო პირობების გათვალისწინებით შპალების სამსახურის ვადა კორექტირდება შემდეგი კოეფიციენტებით:

k_e - რელსების მასის კგ/გრძ.მ გავლენის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი ერთეული შპალების მწყობრიდან გამოსვლაზე;

$k_{\text{ტ.დ.}}$ - ტვირთდაძაბულობის მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ წ. გავლენის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი ერთეული შპალების მწყობრიდან გამოსვლაზე;

$k_{\text{კლ}}$ - კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობების გავლენის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი ერთეული შპალების მწყობრიდან გამოსვლაზე.

k_e კოეფიციენტის მნიშვნელობები რელსის მასის მიხედვით მოცემლია ცხრილში 3.10.

ცხრილი 3.10.

რელსების მასა, კგ/გრძ.მ	38,4	44,6	51,5	55	64,64
k_e	1,813	1,434	1,164	1,062	0,852

$k_{\text{ტ.დ.}}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობები ტვირთდაძაბულობასთან დამოკიდებულებით მოცემლია ცხრილში 3.11.

ტექნიკურ-გეოგრაფიული მდნ.ბრ.ტ.გმ/გმ წ.	20	50	70	96	100
$k_{\text{ტ.გ.}}$	0,696	1,179	1,430	1,652	1,755

კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობების გავლენის გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი ამიერკავკასიის რეგიონისთვის $k_{\text{ტ.გ.}} = 1,4$.

მაშინ შპალების სამსახურის ვადა ტოლი იქნება

$$T = 100 / p k_{\text{ტ.გ.}} k_{\text{ტ.გ.}} \quad (3.22)$$

სადაც p - შპალების მწყობრიდან გამოსვლის საშუალო თანაბარშეწონილი წლიური %, დამოკიდებული ლიანდაგში მდებარე სხვადასხვა ხის ჯიშის შპალების რაოდენობაზე და მათი გაუღენთვის წესზე.

$$P = (III_A a + III_B b + III_C c + III_D d) A \quad (3.23)$$

სადაც A - ლიანდაგში მდებარე შპალების საერთო რაოდენობაა;

III_A - ლიანდაგში მდებარე ზეთოვანი ანტისეპტიკებით გაუღენთილი ფიჭვის შპალების რაოდენობა;

III_B - იმავე წესით გაუღენთილი ლარიქსის შპალების რაოდენობა;

III_C - იმავე წესით გაუღენთილი კედარისა და სოჭის შპალების რაოდენობა;

III_D - ლიანდაგში მდებარე წყალში ხსნადი ანტისეპტიკებით გაუღენთილი შპალების რაოდენობა.

a - ზეთოვანი ანტისეპტიკებით გაუღენთილი ფიჭვის შპალების მწყობრიდან გამოსვლის საშუალო წლიური %, $a = 5,26$;

b - იგივე ლარიქსის შპალებისათვის, $b = 5,55$;

c - იგივე კედარისა და სოჭის შპალებისათვის $c = 5,88$;

d - წყალში ხსნადი ანტისეპტიკებით გაუღენთილი შპალების მწყობრიდან გამოსვლის საშუალო წლიური %, $d = 7,41$.

3.2.3. რკინაბეტონის შპალები

ზოგადი ცნობები, რკინაბეტონის შპალების მუშაობის თავისებურებები

რკინაბეტონის შპალების გამოყენების ცდები პირველად 1896 წ. ავსტრიაში განხორციელდა, შემდგომში კი იტალიასა და ევროპის სხვა ქვეყნებში. რუსეთში 1903-1927 წლებში მიმდინარეობდა სხვადასხვა კონსტრუქციის რკინაბეტონის შპალების გამოცდა ლიანდაგში. 1950-იანი წლებიდან იწყება წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის შპალების ინტენსიური გამოცდა.

რკინაბეტონის შპალების დადებითი თვისებებია:

- დეფიციტური ხის მასალის დიდი რაოდენობით დაზოგვა;
- დიდი წინაღობა თელვაზე და კუმშვაზე;
- დიდი წინაღობა შპალების გრძივ და განივ გადაადგილებაზე;
- სამსახურის ხანგრძლივი ვადა;
- ლიანდის სიგანის მუდმივობის სტაბილურობა;
- დიდი წონა, რაც ხელს უწყობს ლიანდაგის სტაბილურობის უზრუნველყოფას.

ამავე დროს რკინაბეტონის შპალებს გააჩნიათ მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები:

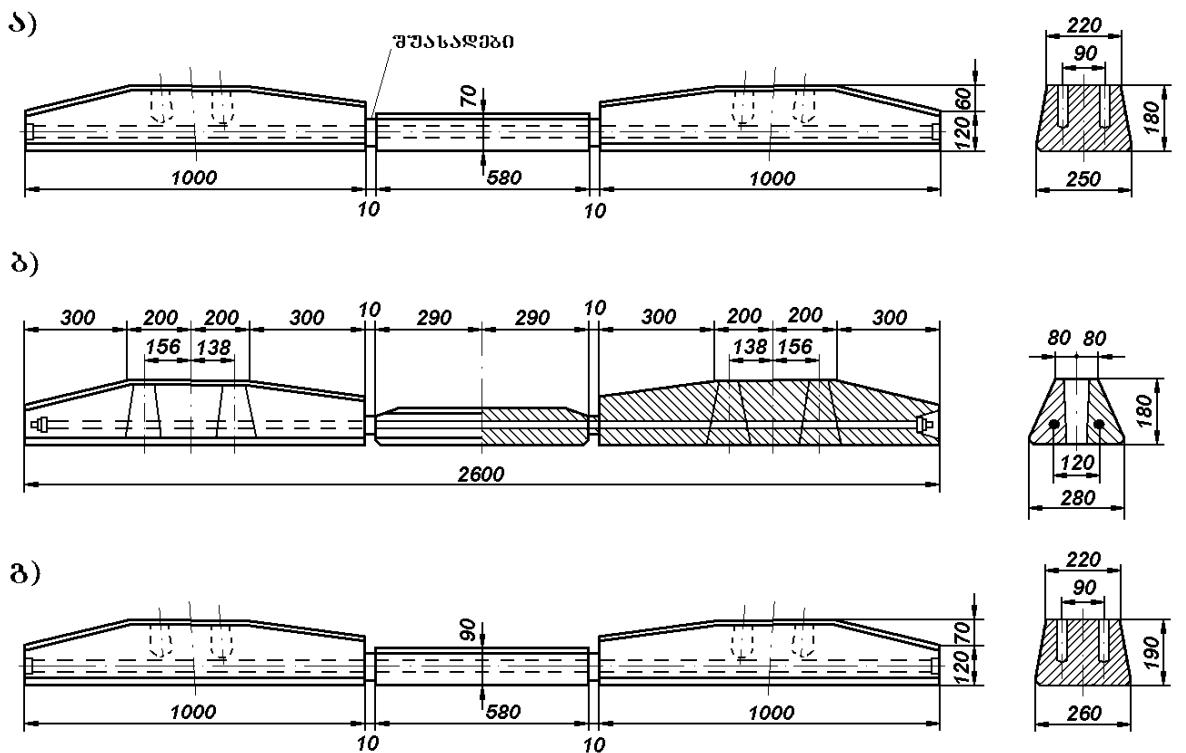
- მაღალი სიხისტე, რაც მოითხოვს დრეკადი შუასადებებისა და საერთოდ დრეკადი შუალედური სამაგრების გამოყენებას;
- მაღალი ელექტროგამტარობა;
- მაღალი სიმყიფე, რაც ართულებს ჩატვირთვა-გადმოტვირთვისა და ტრანსპორტირების სამუშაოებს;
- მოითხოვს ფრთხილ მოპყრობას შპალების ამოტენგის სამუშაოების ჩატარებისას;
- დიდი წონა, შპალების დაგების, ჩატვირთვა-გადმოტვირთვისა და ტრანსპორტირების სამუშაოების გართულების თვალსაზრისით.

არმირების წესის მიხედვით, რკინაბეტონის შპალები არსებობს:

- $\Phi=20-22$ მმ ღეროვანი არმატურით არმირებული;
- $\Phi=2,5-5$ მმ ფოლადის სიმებით არმირებული.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების რკინიგზებზე გაგრცელებულია რკინაბეტონის ორსახსრიანი და ძელმთლიანი შპალები. შემუშავებულია

ორსახსრიანი შპალების რამდენიმე კონსტრუქცია: ერთდეროიანი, ორდეროიანი და მავთულდეროიანი შპალები (ნახ.3.14).



ნახ.3.14. ორსახსრიანი შპალების კონსტრუქცია:

ა – ერთდეროიანი; ბ – ორდეროიანი; გ – მავთულდეროიანი.

ერთდეროიანი ორსახსრიანი რკინაბეტონის შპალი არმირებულია $\Phi=15-20$ მმ დიამეტრის დეროვანი წინასწარდაძაბული არმატურით.

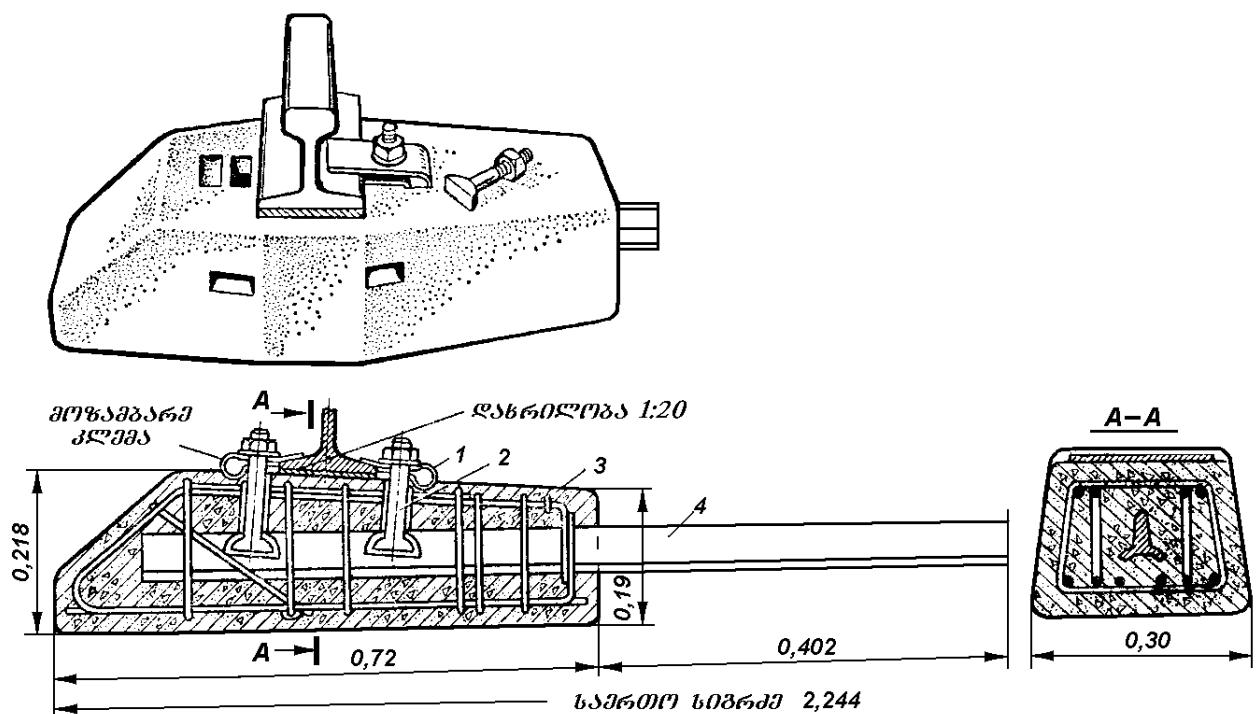
ორდეროიანი ორსახსრიანი რკინაბეტონის შპალი (ნახ.3.14-ბ) არმირებულია $\Phi=20$ მმ დიამეტრის, ორი ცალი დეროვანი წინასწარდაძაბული არმატურით.

მავთულ კონებიანი ორსახსრიანი რკინაბეტონის შპალი (ნახ.3.14-გ) არმირებულია $\Phi=5$ მმ დიამეტრის, წინასწარდაძაბული მავთულის ორი კონით, 5 ცალი მავთული თითოეულ ში.

ორსახსრიანი (სამბლოკიანი) რკინაბეტონის შპალების უარყოფითი მხარეა ლიანდის სიგანის მუდმივობის უზრუნველყოფის არასტაბილურობა.

ამჟამად ძირითადად გამოყენებულია წინასწარდაძაბული რკინაბეტონის ძელმთლიანი შპალები.

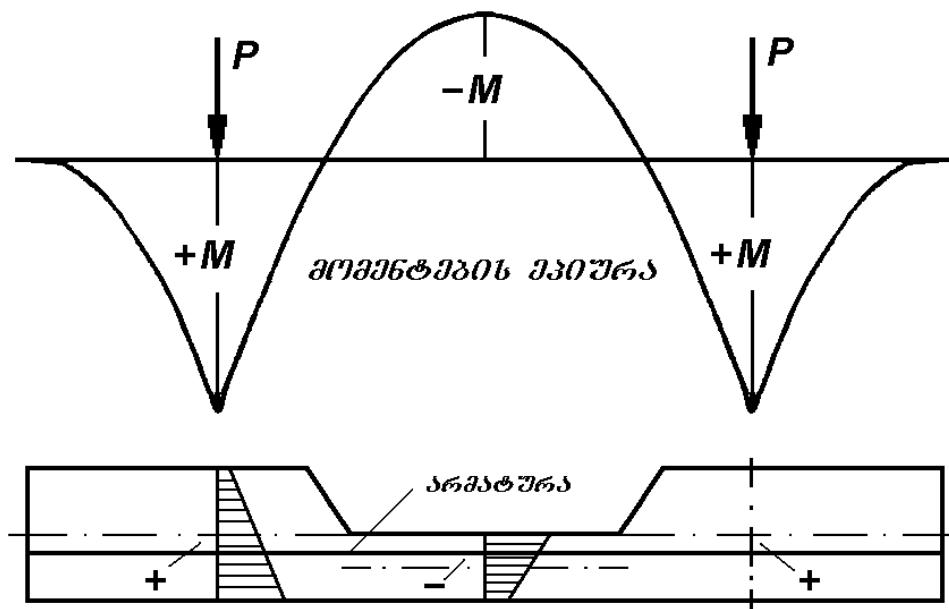
მსოფლიოს ზოგიერთი ქვეყნების რკინიგზებზე გამოყენებულია აგრეთვე რკინაბეტონის ან ბეტონის შედგენილი შპალები (ნახ. 3.15).



ნახ.3.15. RS ტიპის რკინაბეტონის შპალი (საფრანგეთი):

1 – მოზამბარე კლემა; 2 – ჩახადგმელი ჭანჭიკი; 3 – რელსქვეშა რკინაბეტონის ბლოკი; 4 – ბლოკებშორისი ლითონური კაგშირი;

რკინაბეტონის შპალების კონსტრუქციულ გაფორმებას და გაანგარიშებას საფუძვლად უნდა დაედოს, მოძრავი შემადგენლობიდან გადაცემული დატვირთვების ქვეშ შპალების მუშაობის თავისებურებები.



ნახ.3.16. შპალებზე მოქმედი მღებავი მომენტების სქემა

უშუალოდ რელსქვეშა ზონაში (ნახ.3.16.) შპალზე მოქმედებს დადგბითი მღუნავი მომენტი (გაჭიმულია შპალის ქვედა ნახევარი), შპალის სიგრძის შეა ნაწილში მღუნავი მომენტი მეტწილად უარყოფითია (გაჭიმულია შპალის ზედა ნახევარი). ამიტომ საჭიროა, რომ რელსქვეშა ზონაში დაბაძული არმატურის სიმძიმის ცენტრი, შპალის კვეთის სიმძიმის ცენტრს ქვემოთ გადიოდეს. შპალის სიგრძის შეა ნაწილში კი პირიქით. მაგრამ წინასწარდაბული არმატურის ატანა ერთი ზონიდან მეორეში მეტად ძნელია, ამიტომ აღნიშნულ პირობას აკმაყოფილებენ შპალის კვეთის შეცვლით ისე, რომ მისი ნეიტრალური დერძი შპალის შეა ნაწილში უფრო ქვევით გადიოდეს, ვიდრე რელსქვეშა ზონაში.

რკინაბეჭონის შპალების ტიპები.

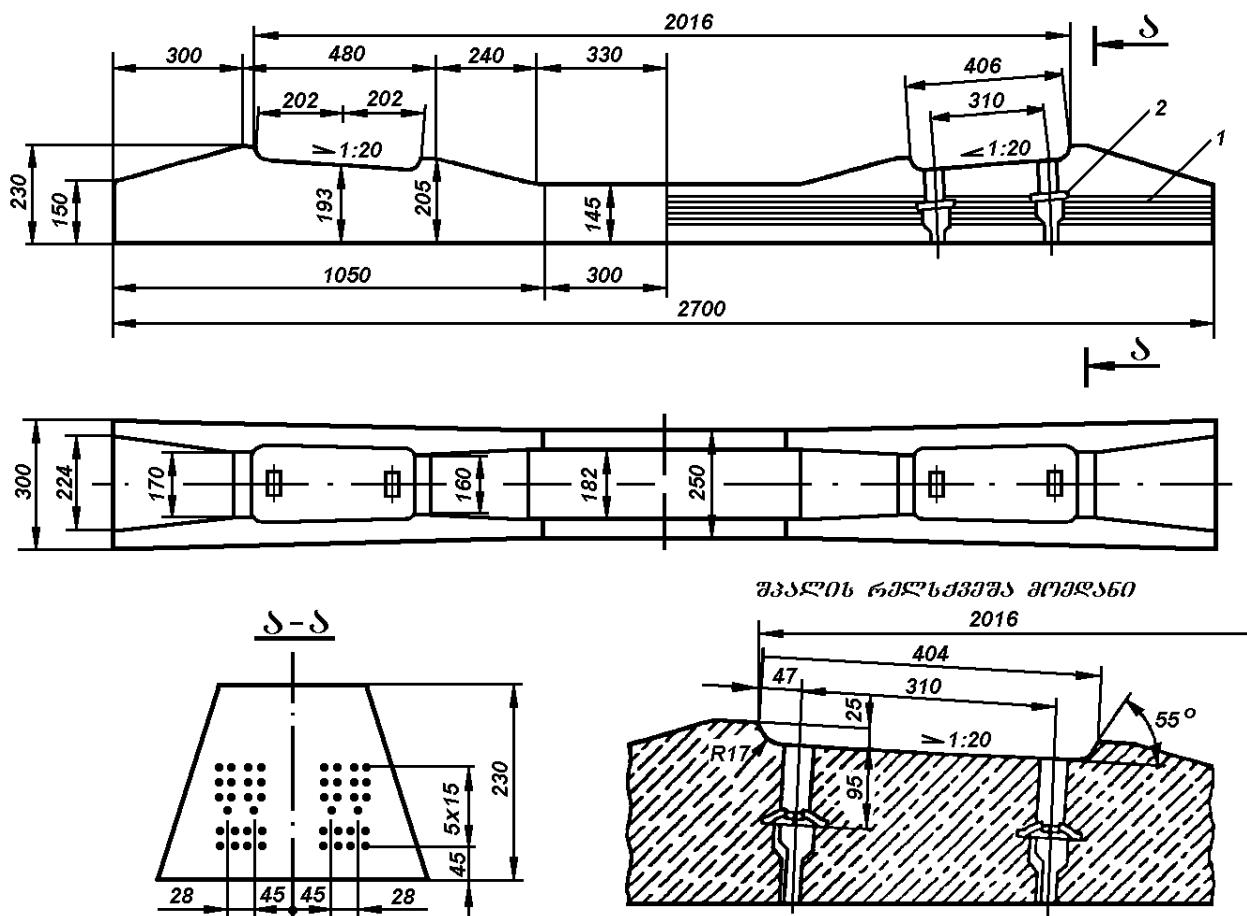
რუსეთის ფედერაციის რკინიგზებზე 1956 – 1971 წლებში გამოყენებულ იყო ძელმთლიანი წინასწარდაბული სიმებბეჭონიანი (44 სიმი, $\Phi=3-5$ მმ) სამი ტიპის შპალები: C-56-1, C-56-2, C-56-3. აღნიშნული შპალები რელსებს მიემაგრება ხისტკლემიანი კБ ტიპის შეალედური სარელსო სამაგრებით.

1972-1978 წლებში უშვებდნენ ოთხი ტიპის შპალს: C-56-2, C-56-2M, C-56-3 და C-56-3M P 50, P 65 და P 75 ტიპის რელსებისათვის. ეს შპალები განსხვავდებიან რელსქვეშა მოედნის ფორმისა და შეალედური სამაგრების კონსტრუქციის მიხედვით. C-56-2 და C-56-2M ტიპის შპალების შემთხვევაში გამოიყენებოდა ხისტკლემიანი კБ ტიპის შეალედური სარელსო სამაგრები, ხოლო C-56-3 და C-56-3M ტიპის შპალების შემთხვევაში გამოიყენებულ იყო ЖБ-50 და ЖБ-65 ტიპის შეალედური დრეკადი სამაგრები, ქვესადებების გარეშე.

1978 წლიდან სტანდარტი ითვალისწინებს ოთხი ტიპის ძელმთლიანი წინასწარდაბული სიმებბეჭონიანი ШС-1(ნახ.3.17)., ШС-1У, ШС-2 და ШС-2У ტიპის შპალების გამოშვებას. აქედან ШС-1 და ШС-1У - კБ ტიპის შეალედური განცალკევებული სარელსო სამაგრებით, ხოლო ШС-2 და ШС-2У - ბპ და ЖРБ ტიპის შეალედური, განუყოფელი სამაგრებით.

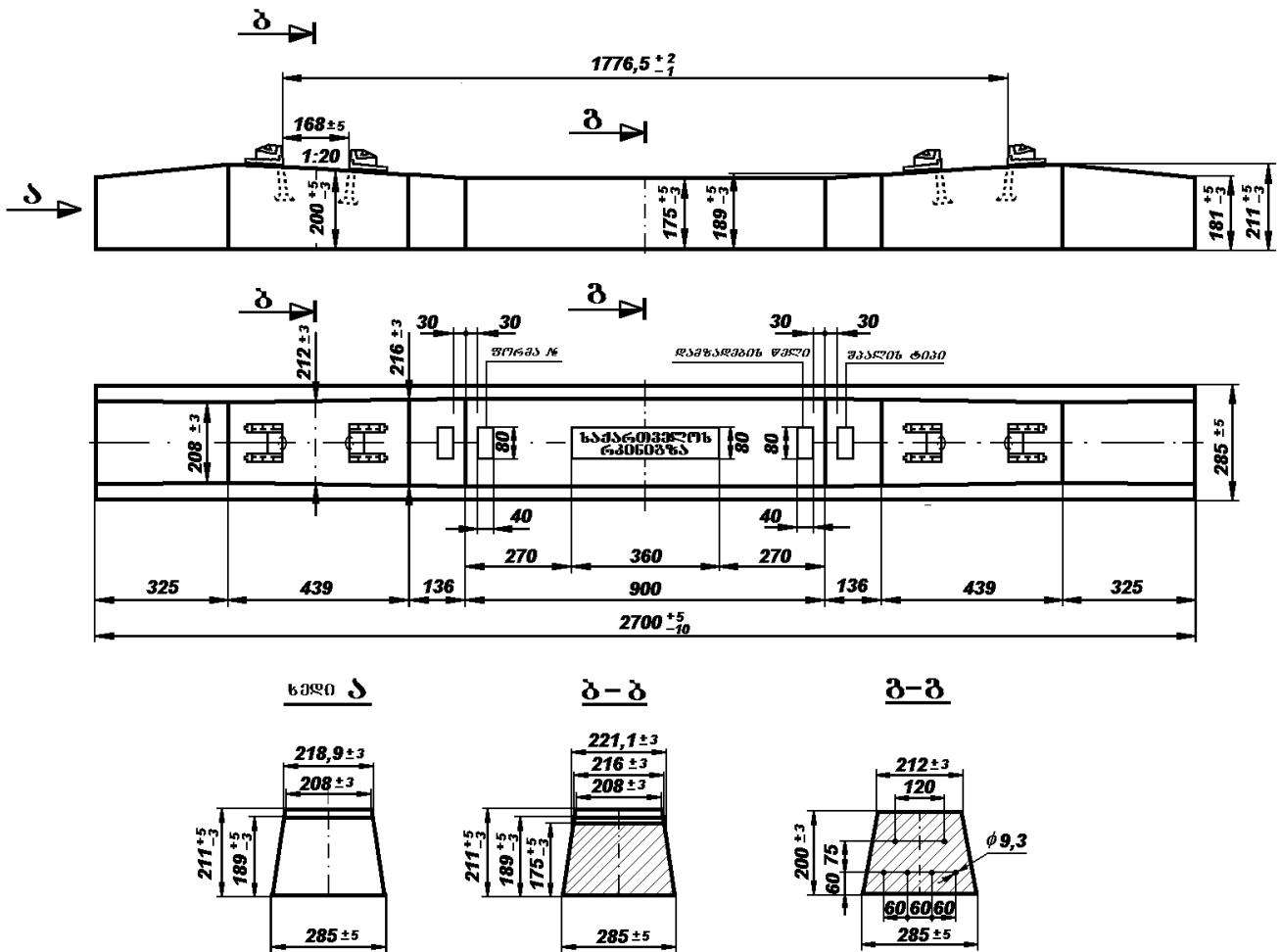
ზემოთ ჩამოთვლილი შპალების სიგრძე 2,7 მ-ის ტოლია, ხოლო წონა დაახლოებით 250 კბ.

2002 წლიდან სქართველოშიც დაიწყეს წინასწარდაბული რკინაბეტონის შპალების (ნახ. 3.18.) გამოშვება. ბეტონის მარკა უნდა იყოს არანაკლებ 500, ხოლო ყინვაგამძლეობაზე არანაკლებ 200. შპალებში არმატურად გამოყენებულია 3 მმ პერიოდული პროფილის 44 ცალი ფოლადის მავთული ნახვების სახით. ნახვები უნდა შედგებოდეს შვიდი 3 მმ დიამეტრის მქონე მავთულისაგან



ნახ. 3.17 WPC-1 ტიპის რკინაბეტონის შპალი:

1 – არმატურა; 2 – ჩასაღვებული საყელერი



ნახ. 3.18. რკინიაბეჭონის წინასწარდებული გვალი (ზღვ 20654910-003-2004)

3.2.4. ლითონის შპალები

ლითონის შპალები ძირითადად გაგრცელებულია გერმანიაში და ინდოეთში, ნაწილობრივ საფრანგეთშიც.

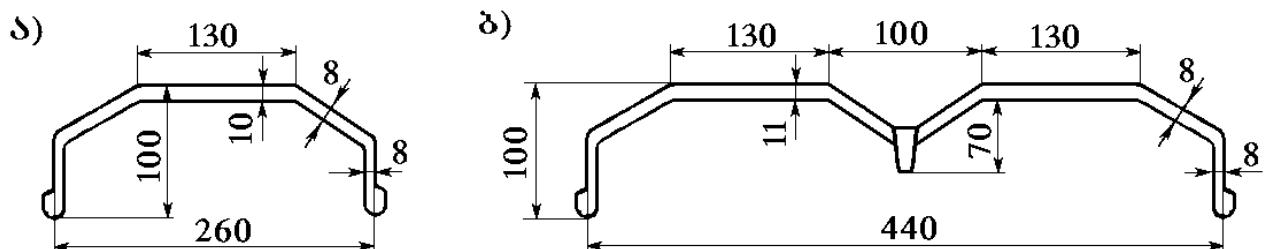
ლითონის შპალების დადებითი თვისებებია:

- სამსახურის ხანგრძლივი ვადა ხის შპალებთან შედარებით;
- მცირე წონა, რკინაბეტონის შპალებთან შედარებით;
- მათი დაგების შესაძლებლობა სამრეწველო საწარმოების ცხვლ სამქროებში.

ლითონის შპალების უარყოფითი მხარეებია:

- ლიანდაგის მაღალი სიხისტე, ხის შპალებთან შედარებით;
- მაღალი ელექტროგამტარობა;
- კოროზიულობა;
- მნიშვნელოვანი ხმაური მატარებლების მოძრაობისას;
- ლითონის დიდი ხარჯი.

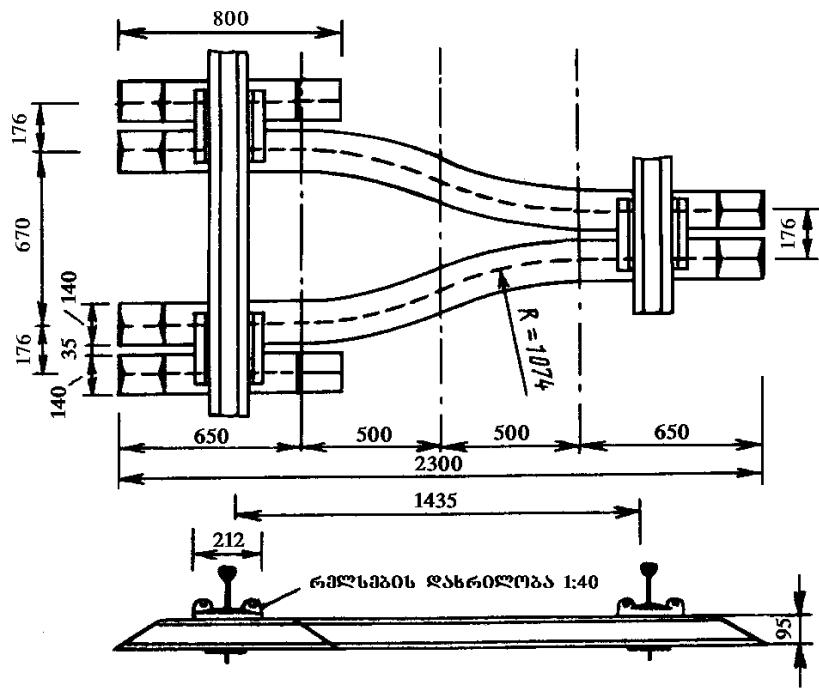
ინდოეთში ლიანდაგის 20% დაგებულია ფოლადის, ხოლო 30% თუჭის შპალებზე. ინდოეთის ტენიანი და ცხელი კლიმატი ხელს უწყობს ხის მერქნის გაძლიერებულ ლპობას, ხოლო თერმიტების გავრცელების ზოგიერთ რაიონში ისინი ხის შპალებს მომენტალურად ანადგურებენ და საფრთხეს უქმნიან მატარებლების მოძრაობის უსაფრთხოებას. ლითონის შპალები ვარცლისებრი ფორმისაა (ნახ. 3.19); შუალედური შპალების (ნახ. 3.19-ა) მასა შეადგენს 50-80 კგ-ს, ხოლო საპირაპირო შპალების (ნახ. 3.19-ბ) – 115-145 კგ-ს.



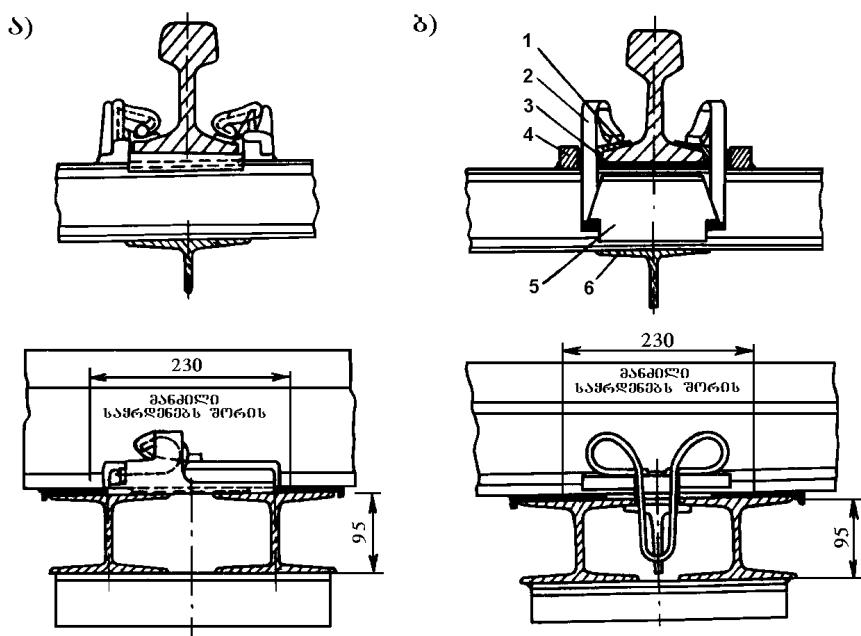
ნახ. 3.19. ლითონის შპალები:

ა. – შუალედური; ბ. – საპირაპირო.

ბოლო წლებში (1987 წ.) გერმანიაში დამზადა Y-ფორმის ლითონის შპალები (ნახ. 3.20). ამ შპალების გამოყენება კლასიკური ვარცლისებრი ფორმის მქონე ლითონის შპალების ზოგიერთი უარყოფითი მხარეების აღმოფხვრის საშუალებას იძლევა. რელსების მიმაგრება შპალებთან ხორციელდება NET-clip (ნახ. 3.21-ა) ან BK18 მოზამბარე კლემებიანი სამაგრებით (ნახ. 3.21-ბ).



ნახ. 3.20. ლიანდაგის მოწყობის სქემა Y-ფორმის ლითონის შპალებზე



ნახ. 3.21. ლითონის შპალების შუალედური სამაგრების ტიპები: а – სამაგრი
NET-clip; б – მოზამბარე კლემა BK18:

1 – მაიზოლირებელი კუთხები; 2 – კლემა BK18; 3 – სოლისებრი საფენი 1:40;

4 – ზედა განივი რიგელი; 5 – ღუზისებრი ტრავერსი; 6 – ქვედა განივი რიგელი.

ლითონის შპალებმა სიძირისა და დეფიციტური მასალის დიდი ხარჯის გამო
მსოფლიოს რკინიგზებზე ფართო გავრცელება ვერ ჰქოვა.

3.3. სარელსო სამაგრები

3.3.1. სარელსო სამაგრების დანიშნულება, სახეები და წაყენებული მოთხოვნები

საპირაპირო სარელსო სამაგრების დანიშნულებაა რელსების ერთმანეთთან შეპირაპირება, ხოლო შუალედური სარელსო სამაგრების – რელსების მიმაგრება რელსქვესა საფუძველთან.

სარელსო სამაგრები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად:

- ❖ **საპირაპირო სარელსო სამაგრები;**
- ❖ **შუალედური სარელსო სამაგრები.**

სარელსო სამაგრებს წაეყენებათ შემდეგი მოთხოვნები:

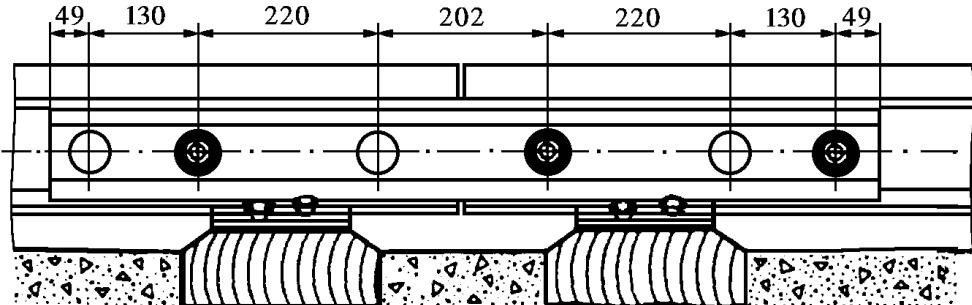
- მაღალი სიმტკიცე;
- რელსქვეშა საფუძველთან საიმედო მიმაგრების, ლიანდის სიგანის მუდმივობის და რელსების ერთმანეთთან საიმედო შეპირაპირების უზრუნველყოფა;
- მოძრავი შემადგენლობის თვლებიდან რელსებზე გადაცემული დინამიკური დატვირთვების დრეკადად გადამუშავება;
- დამზადების, მონტაჟის, ექსპლუატაციის სიმარტივე და მცირეელემენტიანობა;
- სამსახურის ხანგრძლივი ვადა.

3.3.2 საპირაპირო სარელსო სამაგრები

რელსების ერთმანეთთან შეერთების ადგილს პირაპირი ეწოდება. მოძრავი შემადგენლობის თვლების პირაპირზე გადაგორებისას, რელსებს შორის ლრეჩოს არსებობის გამო, იზრდება ლიანდაგზე დარტყმითი-დინამიკური ზემოქმედება. ამიტომ პირაპირი ლიანდაგში ითვლება ყველაზე უფრო დაძაბულ და სუსტ ადგილად.

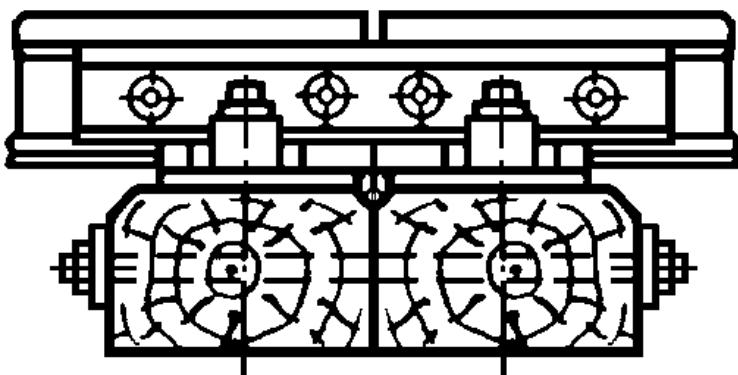
პირაპირი საფუძველზე განლაგების მიხედვით ძირითადად არსებობს: წვეულებრივი შეკიდული პირაპირი და შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირი. მსოფლიოს და მათ შორის საქართველოს რკინიგზებზე ფართო გავრცელება პპოვა შეკიდულმა პირაპირმა (ნახ. 3.22.), რომელიც უზრუნველყოფს ლიანდაგის თანაბარდრეკადობასდა შპალების ეკონომიას. საპირაპირო შპალების ლერძებს შორის მანძილი დამოკიდებულია რელსის ტიპზე და P65 ტიპის

რელსების შემთხვევაში 420 მმ-ის, ხოლო P50 ტიპის რელსების შემთხვევაში 440 მმ-ის ტოლია. შეკიდული პირაპირის უარყოფითი მხარეა ის რომ, რელსების ბოლოების ჩაღუნვის გამო ზესადებები ღუნვაზე გაცილებით რთულ პირობებში მუშაობენ, ვიდრე შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირის შემთხვევაში.



ნახ. 3.22. ჩეულებრივი შეკიდული პირაპირი

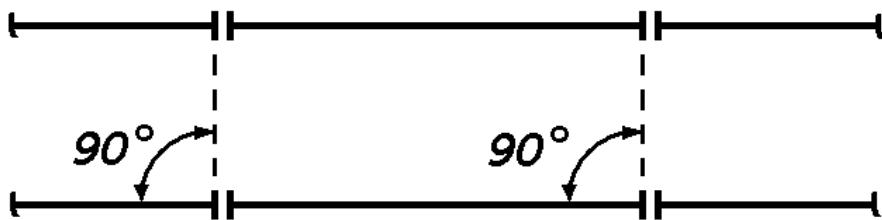
შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირები (ნახ. 3.23.) უზრუნველყოფენ დიდ წინაღობას ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილებების მიმართ. ასეთი სახის პირაპირები ძირითადად გამოიყენება გერმანიაში და საფრანგეთში. შეკიდული პირაპირებთან შედარებით შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირები უფრო ხისტია, თხოვლობს სპეციალურ საპირაპირო სამაგრებს. ამას გარდა ასეთი პირაპირები რთული ასაწყობია და გაძნელებულია გამოტენვის სამუშაოების ჩატარება.



ნახ. 3.23. შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირი

ერთი ლიანდაგის სხვადასხვა სარელსო ძაფების პირაპირების ურთიერთგანლაგების მიხედვით შეიძლება არსებობდეს: გონიოში (კუთხედში), ხტულად და უსისტემოდ განლაგებული პირაპირები.

პირაპირების გონიოში (ნახ. 3.24.) განლაგებისას ორთავე სარელსო ძაფის პირაპირები განლაგებულია ლიანდაგის ღერძის მართობზე ერთიმეორის გასწვრივ. ასეთი განლაგება მიღებულია სტანდარტულად მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის და მათ შორის ჩვენი ქვეყნის რკინიგზაზეც. ასეთი განლაგების უპირატესობაა: მოძრავი შემადგენლობის მიერ პირაპირების გავლისას ნაკლები რაოდენობის დარტყმები სხვა სქემებთან შედარებით; ლიანდაგის დაგების და აწყობის ინდუსტრიული მეთოდების გამოყენება; ლიანდაგის შედარებით ნაკლები დანახარჯებით შენახვა. გონიოში განლაგებული პირაპირების ნაკლია დამოკლებული რელსების გამოყენების აუცილებლობა მრუდის შიგა ძაფზე, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს პირაპირების განლაგება უშუალოდ გონიოში.



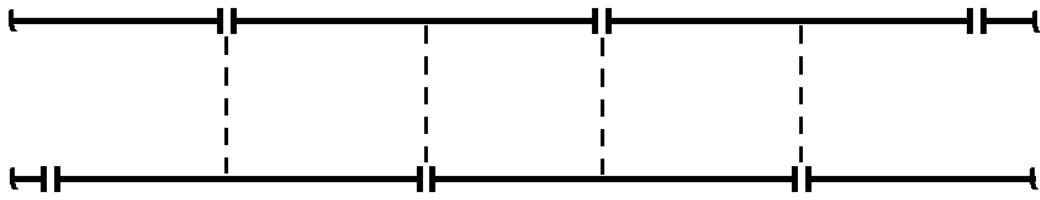
ნახ. 3.24. პირაპირების გონიოში განლაგების სქემა

ერთი სარელსო ძაფის პირაპირის აცდენა მეორე ძაფის პირაპირის მიმართ, სწორ უბნებში არ უნდა აღემატებოდეს 8 სმ-ს, ხოლო მრუდ უბნებში – 8 სმ-ს დამატებული ამ მრუდში გამოყენებული დამოკლებული რელსის სტანდარტული დამოკლების სიდიდის ნახევარი.

მაიზოლირებელი პირაპირის აცდენა მეორის მიმართ დაიშვება: სწორ უბნებში არა უმეტეს 5 სმ-ს; მრუდ უბნებში – 5 სმ-ს დამატებული რელსის სტანდარტული დამოკლების სიდიდის ნახევარი.

რელსის მთლიანი ცვლის ან რელსების გადაწყობის დროს დასაშვებია პირაპირების მოწყობა და ექსპლუატაცია უსისტემოდ.

ხტულად განლაგებული პირაპირებით (ნახ. 3.25.) მოწყობილი ლიანდაგი არ თხოვლობს დამოკლებული რელსების გამოყენებას მრუდის შიგა ძაფზე. ეს არის ასეთი განლაგების ერთადერთი უპირატესობა. უარყოფით მხარეებს მიეკუთვნება: ლიანდაგზე მოძრავი შემადგენლობის თვლების დარტყმითი ზემოქმედების ინტენსივობის ზრდა, ლიანდაგის ინდუსტრიული მეთოდებით დაშლისა და აწყობის შეუძლებლობა.

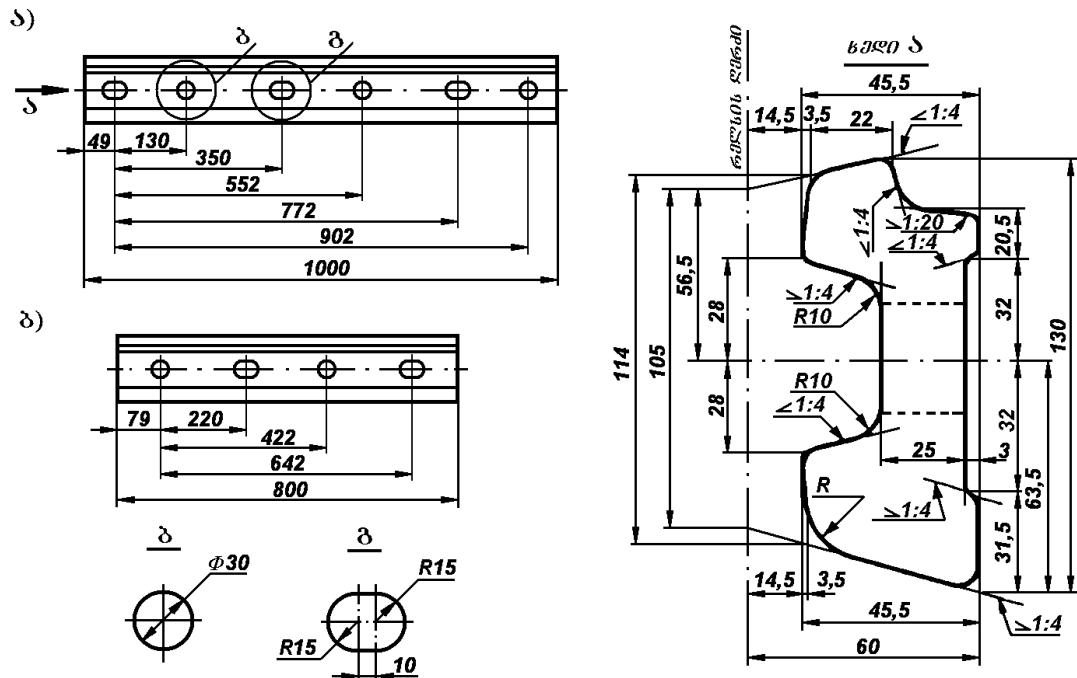


ნახ. 3.25. პირაპირების ხტულად განლაგების სქემა

უსისტემოდ განლაგებულ პირაპირების ახასიათებს ძირითადად იგივე უპირატესობები და ნაკლოვანებები, რაც ხტულად განლაგებულ პირაპირებს.

საპირაპირო სამაგრების ელემენტებია: ზესადებები, ჭანჭიკები ქანჩებით და საყელურებით, სპეციალური ქვესადებები შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირების მოსაწყობად, მაიზოლირებელი და დენგამტარი დეტალები.

ჩვენს რკინიგზებზე ძირითადად გამოყენებულია ოთხნახვრეტიანი და ექვსნახვრეტიანი ორთავიანი ზესადებები. შემორჩენილია აგრეთვე წინსაფრიანი ზესადებები. ორთავიანი ზესადებების (ნახ. 3.26) დაღებითი მხარეებია: განივი კვეთის მუდმივობა სიგრძეში; ლითონის რაციონალურად გამოყენება; საპირაპირო შპალებს შორის მანძილის ცვალებადობის და შეწყვილებულ შპალებზე მდებარე პირაპირებში გამოყენების შესაძლებლობა. უარყოფითი მხარეებია: რელსის შპალთან მიმაგრების უხერხულობა ზესადების განლაგების ზონაში.



ნახ. 3.26. P65 ჯიპის ორთავიანი ზესადები:

ა) – ექვსნახვრეტიანი; ბ) – ოთხნახვრეტიანი.

ორთავიანი ზესადებების მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 3.12.

ცხრილი 3.12.

ორთავიანი ზესადებების მახასიათებლები

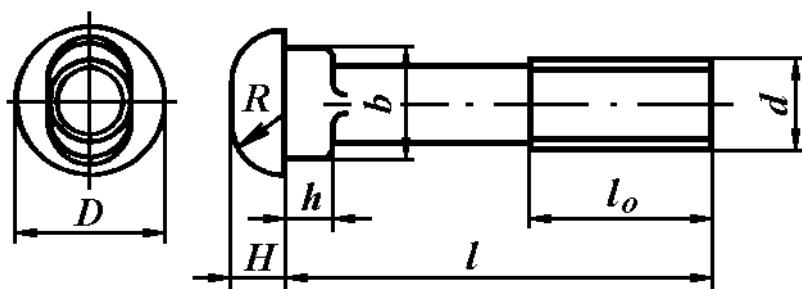
მახასიათებლები	განზომილება	ზესადების ტიპი		
		P65	P50	P43
ერთი ზესადების მასა:	კბ			
• ოთხნახვრეტიანი		23,78	12,36	9,49
• ექვსნახვრეტიანი		29,5	18,77	16,01
ზესადების სიგრძე:	მმ			
• ოთხნახვრეტიანი		800	540	470
• ექვსნახვრეტიანი		1000	820	790
ზესადების სიმაღლე	მმ	130,0	107,0	95,64
ზესადების სისქე	მმ	45,5	46,0	40,0
ზესადების ყელის სისქე	მმ	21,0	19,0	20,0
საჭანჭიკე ნახვრეტების დიამეტრი	99	30	26	24
განივი კვეთის ფართობი	სმ ²	38,75	30,05	26,65
ერთ ტონაში ზესადებების დაახლოებითი რაოდენობა:	კალი			
• ოთხნახვრეტიანი		42	81	105
• ექვსნახვრეტიანი		34	53	62

პირაპირებში ზესადებების მიმაგრება ხორციელდება საპირაპირე ჭანჭიკების საშუალებით. წინსაფრიანი ზესადებების შემთხვევაში გამოყენებული იყო წაგრძელებულ თავიანი ფორმის ჭანჭიკები, რომელიც ებჯინებოდა ზესადების პორიზონტალურ თაროს და ჭანჭიკეს ქანჩის მოჭერისას მობრუნების საშუალებას არ აძლევდა. ორთავიანი ზესადებებისათვის გამოიყენება ჭანჭიკები მოქლონური თავით და ოვალური ფორმის თავქვეშა ზონით (ნახ. 3.27, ცხრილი 3.13), რომელიც ქანჩების (ნახ. 3.28, ცხრილი 3.14) ჩახრახნისას ხელს უშლის ჭანჭიკის მობრუნებას. ამავე მიზნით ორთავიან ზესადებს გააჩნია ურთიერთმონაცვლეობით განლაგებული ოვალური და წრიული ნახვრეტები (ნახ. 3.26), ხოლო ჭანჭიკები ნახვრეტებში იდება მონაცვლეობით პირაპირის შიგა და გარე მხრიდან. საპირაპირე ჭანჭიკების და ქანჩების ზომები მოცემულია ცხრილებში 3.13 და 3.14.

Ծերտություն 3.13.

Տաքորագործ ջանքոյօն նոմեգծ (Եաբ. 3.27)

Ռելսու օճակ	Տաքություն	Տօքրման դիմումներ			Գոամյունություն, մմ		Պատճենավայրի ռազմություն, R	Պատճենավայրի նոմեգծ, b	Համապատասխան ջանքոյօնի ձև
		ջանքոյօնի, l	ջանքությունի, l ₀	ուղարկեցման հաստիք, h	ուղարկման, D	ջանքությունի, d			
P65	M 27x160	160	66	14	46	27	17	37	0,82
P50	M 24x150	150	66	12	40	24	14	32	0,59
P43, P38	M 22x135	135	56	12	37	22	13	30	0,45

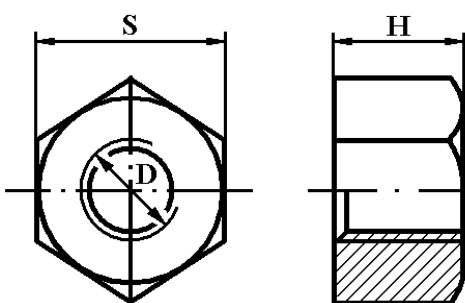


Եաբ. 3.27. Տաքորագործ ջանքոյօն

Ծերտություն 3.14.

Տաքորագործ ջանքոյօն յանհու նոմեգծ (Եաբ. 3.28)

Ռելսու օճակ	Նոմեգծ, մմ			Ցանկացած աճակագիր, մմ
	Տօքություն, H	Ջանքությունի, D	Տօքանյ յանհու առանձին չափանիշներ, S	
P65	30	27	41	0,22
P50	27	24	36	0,16
P43, P38	25	22	36	0,16



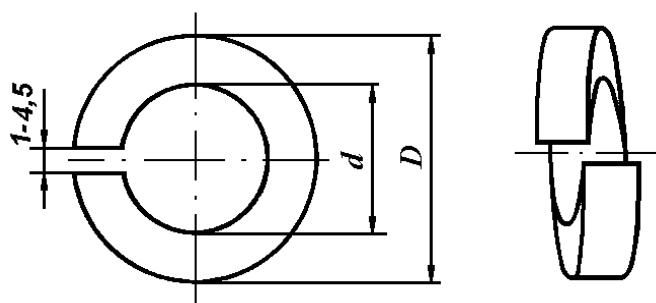
Եաբ. 3.28. յանհու տաքորագործ ջանքոյօնեառանձին չափանիշներ

პირაპირებში ჭანჭიკებზე ქანჩების მოჭერის ძალის სტაბილურობას უზრუნველყოფს სხვადასხვა სახის მოზამბარე საყელურები. საუკეთესოდ ითვლება ორხვიანი საყელური. ერთხვიანი საყელურის ძირითადი ზომები მოცემულია ცხრილში 3.15.

ცხრილი 3.15.

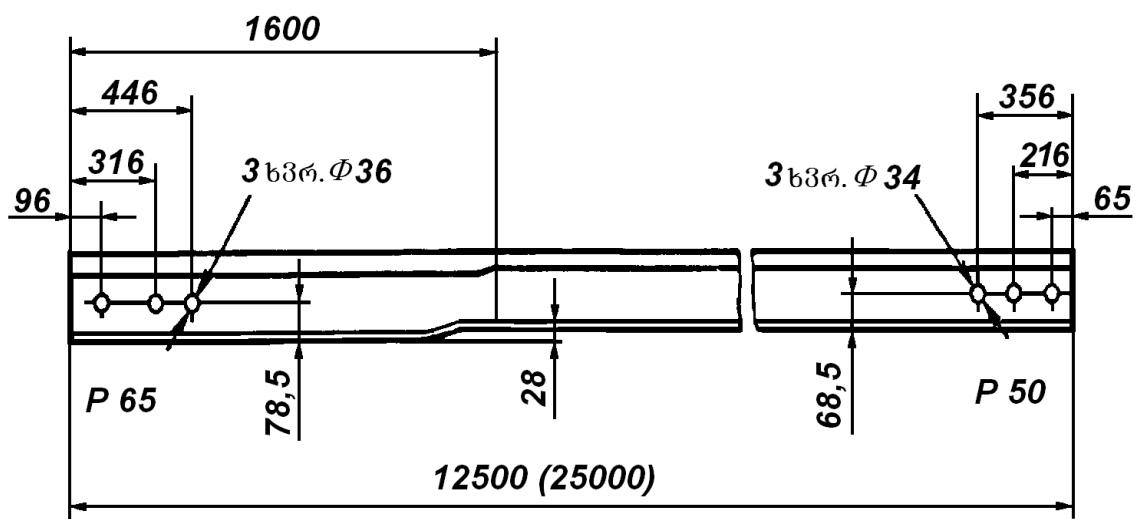
მოზამბარე საყელურის ზომები, (ნახ. 3.29)

რელსის ტიპი	ჭანჭიკის დიამეტრი, მმ	დიამეტრი, მმ		განივი კვეთი, მმ ²	ბოლოების გაყრა, მმ	1000 საყელურის მასა, კგ
		შიგა, d	გარე, D			
P65	30	32	54	11x11	17,0 – 25,5	124,6
P50	27	29	49	10x10	15,5 - 23	93,4
P43, P38	24	26	44	9x9	14 – 20,5	67,9

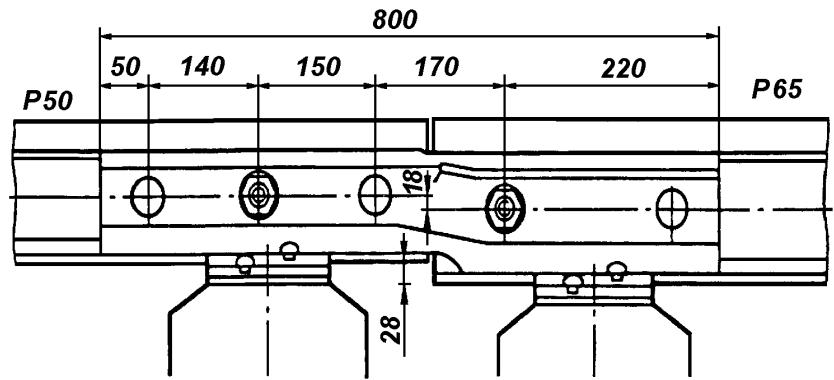


ნახ. 3.29. მოზამბარე საყელური სალიანდაგო ჭანჭიკისათვის

ერთი ტიპის რელსიდან მეორეზე გადასვლა ხორციელდება გადასასვლელი რელსის (ნახ. 3.30) ან გადასასვლელი ზესადების გამოყენებით (ნახ. 3.31).



ნახ 3.30. P 65 / P 50 ტიპის გადასასვლელი რელი



ნახ. 3.31. P 65 / P 50 გიასის გადასახვლელი პირაპირი

სცბ-ს მოწყობილობებში სარელსო ძაფები ასრულებს სასიგნალო დენის გამტარის, ხოლო ელექტრული წევის ხაზებზე – ძალოვანი დენის უპუგამტარს. სარელსო წრედის ფარგლებში პირაპირები დენს კარგად უნდა ატარებდეს. პირაპირებში საჭირო დენგამტარობა მიიღწევა გრაფიტული საცხის დატანით რელსის ზესადებოთან შეხების წინასწარ გაწმენდილ და ნავთით გარეცხილ ზედაპირზე. დისპეტჩერული ცენტრალიზაციის უბნებზე, ისრული გადამყვანების პირაპირებში, გრაფიტული საცხის გარდა აწყობენ 5 მმ დიამეტრის მქონე მოთუთიებული მავთულისაგან საპირაპირე შემაერთებლებს (ნახ. 3.34).

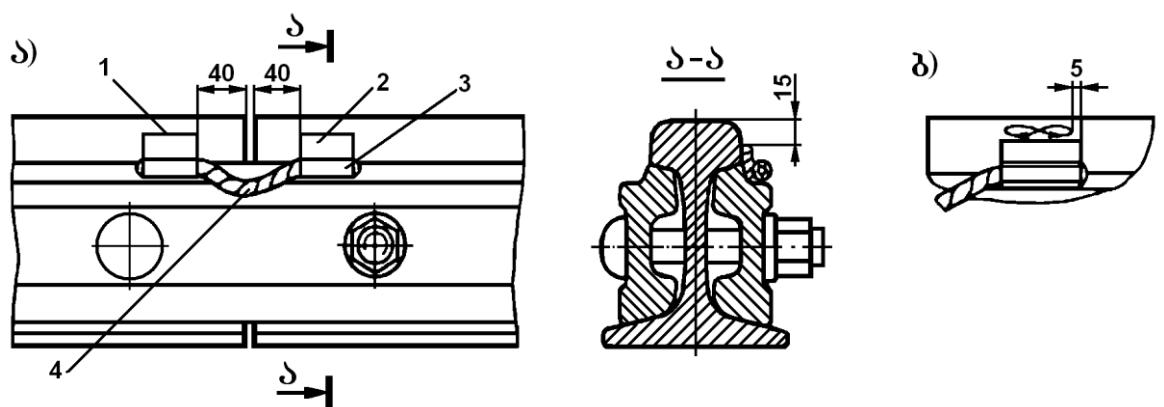
სარელსო ძაფების საჭირო დენგამტარობა მიიღწევა ძირითადი და მაღუბლირებელი საპირაპირო სარელსო შემაერთებლების საშუალებით და მუდმივი ღრეულის არსებობით რელსის ფუძესა და ბალასტის პრიზმის ზედაპირს შორის (არანაკლებ 3 სმ-ისა).

გამოიყენება შემდეგი სახის საპირაპირო სარელსო შემაერთებლები: მიღუდებული (ნახ. 3.32, 3.33), შტეფსელური (ნახ. 3.34) და ზამბარული (ნახ. 3.35).

მუდმივი დენის ელექტროფიცირებულ უბნებზე იყენებენ სპილენბის მიღუდებულ შემაერთებლებს კვეთით 70 მმ², ცვლადი დენის უბნებზე კვეთით - 50 მმ². უპირაპირო ლიანდაგის უბნებზე სარელსო გადაბმების სიგრძით 200 მ-ზე და მეტი იყენებენ ზამბარულ სარელსო შემაერთებლებს.

ავტონომიური წევის არაელექტროფიცირებულ უბნებზე აყენებენ ფოლადის (მიღუდებული ან შტეფსელური), აგრეთვე ზამბარულ შემაერთებლებს. შემაერთებლების მიღუდება ხორციელდება სარელსო საპირაპირო შემაერთებლების ელექტრორკალური მიღუდების ტექნიკური პირობების მოთხოვნების თანახმად. ძირითადი შემაერთებლები მიეღუდება რელსის თავზე (ნახ. 3.32.) გაღუნული ნაწილით ქვემოთ და მანქეტების იმგვარი განლაგებით, რომ

მიღუდების შემდეგ მათ არ შეეხოს მოძრავი შემადგენლობის თვლის ბანდაჟები და

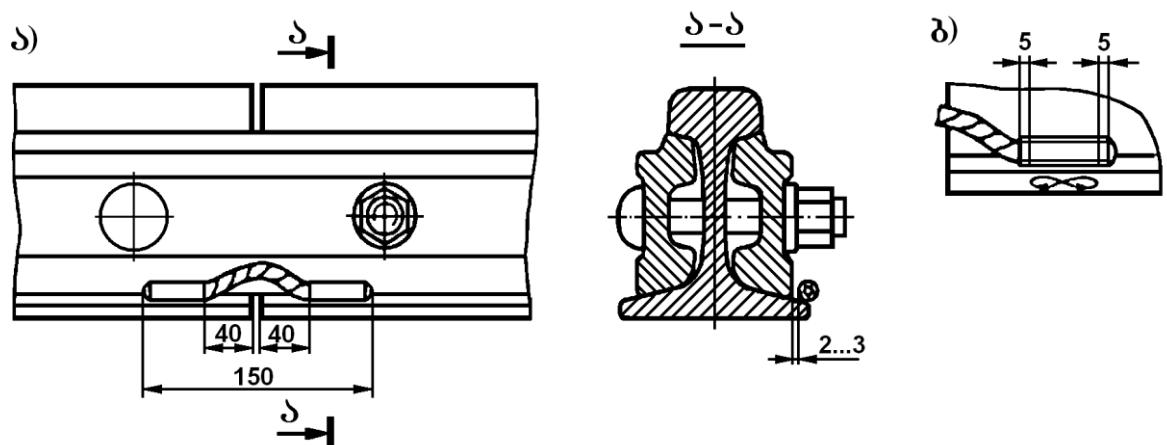


ისინი ხელს არ უშლიდნენ ზესადებების მოხსნას.

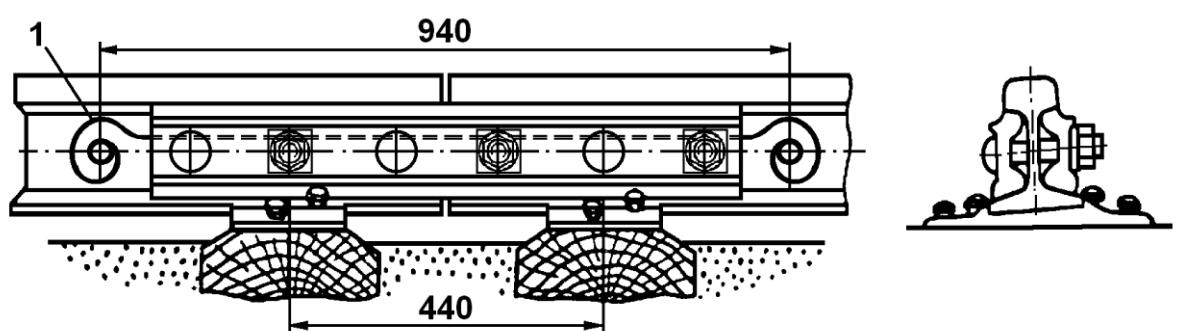
ნახ.3.32. წინსაფრიანი ტიპის სპილენბის შემაერთებლის რელსის თავზე დაყენების

(ა) და მიღუდების (ბ) სქემა.

1 – ხელით შეხრულებული ელექტროკალური შედუღების ნაკერი; 2 – წინსაფრი; 3 – გვარღის ბური (ბანჯები); 4 – მოქნილი გვარღი MG-70.



ნახ. 3.33. P65 ტიპის მოცულობით ნაწილობი რელსის ფუძეზე შემაერთებლის დაყენების (ა) და მიღუდების (ბ) სქემა.



ნახ. 3.34. სარელსო პირაპირი შტეფსელური შემაერთებლით (1)

მიღუდებული შემაერთებლის მოქნილი გვარლის ბოლოები მოკალული და მიღუდებული უნდა იყოს მანუეტებზე, მანუეტის და გვარლის მავთულების მჯიდრო კონტაქტის უზრუნველყოფის მიზნით.

გადასარბენებზე – სადგურებთან და გადასავალებთან მატარებლების მიახლოების, სადგურთან მიახლოებისა და დაშორების უბნებზე, სადგურის მთავარ ლიანდაგებზე, აგრეთვე სამგზავრო მატარებლების გაუჩერებელი გატარების და მიღების (გაშვების) მარშრუტებზე სარელსო წრედები აღიჭურვება შემაერთებლების დუბლირებით – სადგურის ტექნიკურ-განმკარგულებელი აქტის მიხედვით.

ძირითადი და დუბლირებული საპირაპირო შემაერთებლების (მიღუდებული ან შტეფსელური) დაყენება აუცილებელია განშტოებებზე, რომლებზედაც არ ხორციელდება სარელსო წრედის დენით გარსშემოდენა, აგრეთვე წევის ძაფის პირაპირებში ერთძაფიანი სარელსო წრედის შემთხვევაში.

დუბლირებულ შემაერთებლად გამოიყენება მიღუდებული სარელსო შემაერთებლები იმავე ტიპისა, როგორიც ძირითადი, რომელიც რელსის ფუძეზე მიედუდება (ნახ.3.33). გარდა ამისა, ელექტროფიცირებულ უბნებზე შეიძლება დაყენებულ იქნას ელექტროწევის შემაერთებლები სიგრძით 1200 მმ ჰანჭიკური მიმაგრებით (სპილენბის ან მისი ელექტრული წინაღობის ანალოგიური სხვა მასალის), აგრეთვე ზამბარული შემაერთებლები.

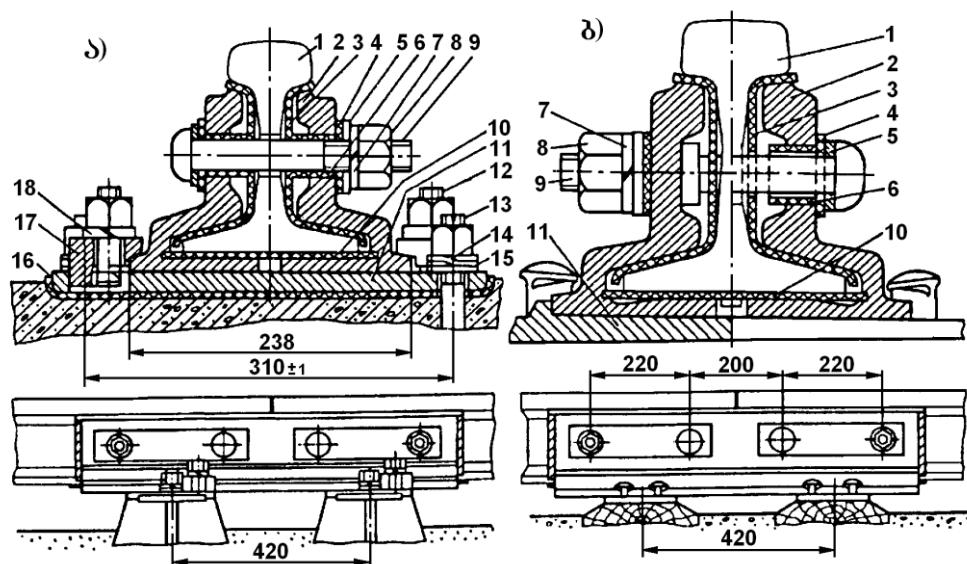
ცვლადი დენის ელექტრული წევის უბნებზე დუბლირებული შემაერთებლების სახით დასაშვებია გამოყენებულ იქნას ფოლადის მიღუდებული ან შტეფსელური შემაერთებლები.

სარელსო წრედების გასაყოფად ერთიმეორისაგან იზოლირებულ უბნებად იყენებენ შემდეგი კონსტრუქციის მაიზოლირებლ პირაპირებს:

- ანაკრეფი, ლითონის გარსმომცველი ზესადებებით (ნახ.3.35);
- ანაკრეფი, ლითონის ორთავიანი ზესადებებით (ნახ.3.36);
- წებოვანჭანჭიკოვანი, ლითონის ორთავიანი ზესადებებით (ნახ.3.37.ა);
- წებოვანჭანჭიკოვანი, ლითონის სრულპროფილიანი ზესადებებით (ნახ.3.37.ბ);
- წებოვანჭანჭიკოვანი ლითონკომპოზიტური ზესადებებით (ნახ.3.38,ა);
- ანაკრეფი, კომპოზიტური ზესადებებით (ნახ.3.38, ბ).

წებოვანჭანჭიკოვანი მაიზოლირებელი პირაპირების ნიშანდება შემდეგნაირად ხორციელდება: ზესადების ტორსიდან 0,5 მ მანძილზე რელსის ყელზე ორთავე

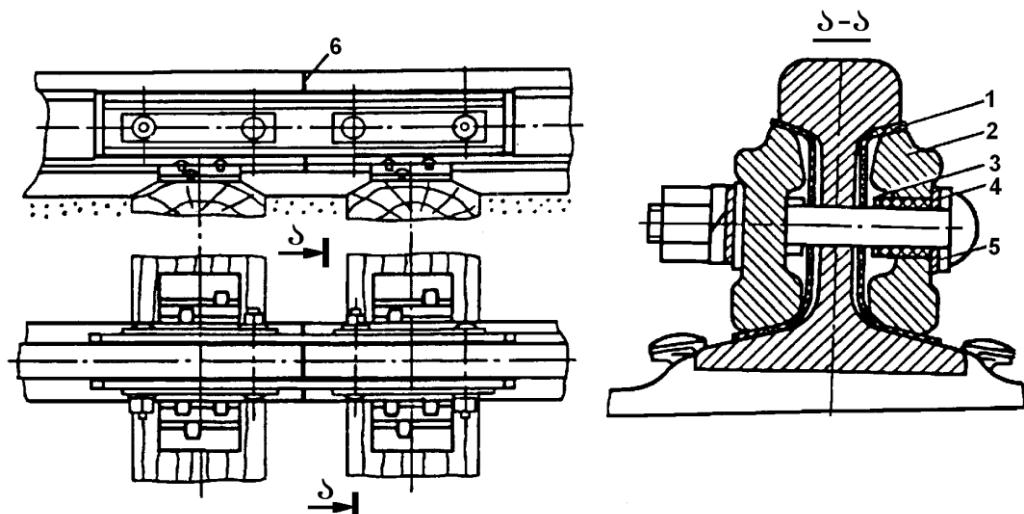
მხარეს, ზეთის თეთრი სადებავით დაიტანება პირაპირის შეწებების თარიღი და დამამზადებელი ორგანიზაციის პირობითი აღნიშნვა.



ნახ 3.35. მაიზოლირებელი პირაპირი ლითონის გარსმომცველი ზესადებებით:

- ა) რკინაბეჭონის შპალებისა და КБ ტიპის სამაგრების შემთხვევაში;
- ბ) ხის შპალებისა და ომბობური მიმაგრების შემთხვევაში.

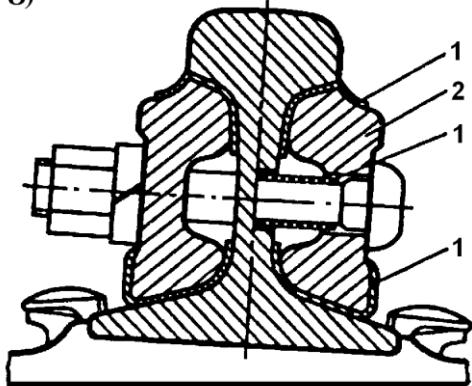
1 – რელი; 2 – ზესადები; 3 – გვერდითი შეასადები; 4 – პოლიეთოლენის თამასა ჭანჭიკის ქვეშ; 5 – ლითონის ჩამკეტი თამასა; 6 – მილისი; 7 – მოზამბარე საყელური; 8 – ქანჩი; 9 – საპირაპირე ჭანჭიკი; 10 – რელექვეშა მაიზოლირებლი საფეხი; 11 – ქვესადები; 12 – ხაკლებე ჭანჭიკი; 13 – ჩასადგმელი ჭანჭიკი; 14 – მოზამბარე საყელური; 15 – ბრტყელი საყელური; 16 – ქვესადებქვეშა საფეხი; 17 – კლემა; 18 – საყელური.



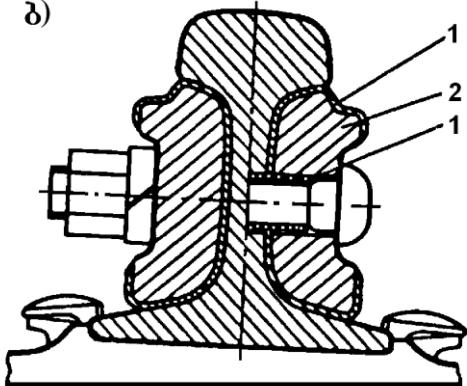
ნახ 3.36. მაიზოლირებელი პირაპირი ორთავიანი ლითონის ზესადებით ხის შპალებიანი ლიანდაგისათვის:

1 – გვერდითი შეასადები; 2 – ზესადები; 3 – მილისი; 4 – მაიზოლირებელი თამასა ჭანჭიკის ქვეშ; 5 – ჩამკეტი თამასა; 6 – ტორსული შეასადები.

δ)



δ)



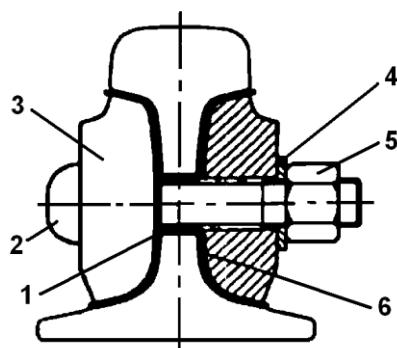
ნახ 3.37. წებოვანჭანჭიკოვანი პირაპირი თმბოხური მიმაგრების შემთხვევაში: ა – ორთავიანი ლითონის ზესადეგებით; ბ – სპეციალური (მთლიანპროფილიანი) ზესადეგებით;

1 – მაიზოლირებული ფენა; 2 – ზესადეგი.

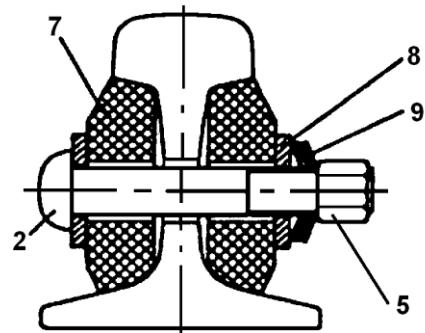
მაიზოლირებული პირაპირები განლაგებული უნდა იყოს საშპალო მალის შეჯაში. ხის შპალებზე ომბოხური მიმაგრებით ორივე სარელსო ძაფის რელსები, რომლებიც შეპირაპირებულია მაიზოლირებული პირაპირებით, ძვრის საწინააღმდეგოდ მაგრდება ძვრაწინაღებით „კლიტით“ 13 შპალზე ორთავე მხრიდან.

მაიზოლირებულ პირაპირებში რელსების ტორსებს არ უნდა გააჩნდეს ნაკეჭნი. რელსის მთელ სიმაღლეზე პირაპირში დრეჩოს სიდიდე 5-10 მმ-ის ფარგლებში უნდა იყოს. პირაპირის ყველა მაიზოლირებული დეტალი ტიპური ფორმისა და ზომის უნდა იყოს და შეესაბამებოდეს რელსის ტიპს.

ა)



ბ)



ნახ 3.38. მაიზოლირებული პირაპირი: ა – წებოვანჭანჭიკოვანი ლითონურმკოზიტური ზესადეგებით; ბ – ანაკრეფტი მინაპლასტიკის კომპოზიტური ზესადეგებით.

1 – მაიზოლირებული ფენა; 2 – საპირაპირო ჭანჭიკი; 3 – ლითონურმკოზიტური ზესადეგი; 4 – მაიზოლირებული მილისი; 5 – ქანჩი; 6 – გვერდითი იზოლაცია; 7 – მინაპლასტიკის კომპოზიტური ზესადეგი; 8 – ჩამკეტი თამახა 8 – თეფზა ზამბარა (მოზამბარე საყელური).

საიზოლაციო შუასადების ლითონის ზესადებიდან გადმორჩენილი ადგილები გაწმენდილი უნდა იყოს ტალახისაგან, მაზუთისაგან, ლითონური მტვრისაგან და სხვა სახის გამაჭუჭყიანებლებისაგან.

ყოველი 50 მლნ. ტონა ტვირთის გატარების შემდეგ, მაგრამ არანაკლებ ერთხელ ორ წელიწადში, მაიზოლირებელი პირაპირების ზესადებები უნდა მოიხსნას და დათვალიერებულ იქნას; ამასთან, დაზიანებული და გაცვეთილი საიზოლაციო დეტალები უნდა შეიცვალოს.

წებოვანჭანჭიკოვანი პირაპირებიანი 25 მ სიგრძის რელსების მექანიზირებული წესით ჩატვირთვა-გადმოტვირთვისას, პირაპირების ზონაში დიდი სიდიდის მდუნავი ძალგების წარმოშობის და მექანიკური დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, სატაცები უნდა ჩაებას ორ ადგილას: 5,0-5,5 მ მანძილზე რელსის ორთავე ბოლოდან (ხოლო რელსების გორგოლაჭებიანი ურიკებით გადაზიდვისას ეწყობა საყრდენები). დაუშვებელია ასეთი რელსების მოძრავი შემადგენლობიდან ჩამოგდება.

3.3.3. შუალედური სარელსო სამაგრები

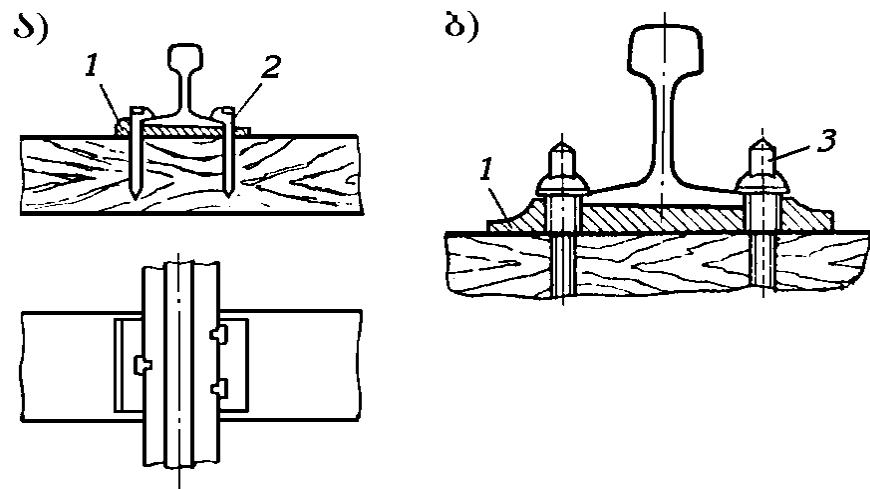
კონსტრუქციის მიხედვით შუალედური სამაგრები არსებობს: განუცალკევებული, განცალკევებული და შერეული. განუცალკევებული შუალედური სამაგრების შემთხვევაში რელსი და ქვესადები რელსქვეშა საფუძველს მიემაგრება ერთი და იმავე დეტალებით. განცალკევებული შუალედური სამაგრების შემთხვევაში დეტალების ერთი ჯგუფით ქვესადები რელსქვეშა საფუძველს მიემაგრება, ხოლო რელსი ქვესადებს მეორე ჯგუფის დეტალებით. შერეული შუალედური სამაგრების შემთხვევაში დეტალების ერთი ჯგუფით რელსი და ქვესადები ერთდროულად მიემაგრება რელსქვეშა საფუძველთან, ხოლო მეორე ჯგუფით ქვესადები რელსქვეშა საფუძველთან.

შუალედური სამაგრების სახე და კონსტრუქცია დამოკიდებულია რელსქვეშა საფუძველის ტიპზე.

ხის შპალების შემთხვევაში შუალედური სამაგრები არსებობენ: განუცალკევებული, განცალკევებული და შერეული. განუცალკევებულ სამაგრებს შორის განასხვავებენ ომბორუ და შურუპულ სამაგრებს.

ჩვენს რკინიგზებზე, აგრეთვე რუსეთის და აშშ-ს რკინიგზებზე ომბორუი მიმაგრება (ნახ. 3.39.ა.) ძირითადად გამოიყენება რგოლური ლიანდაგის

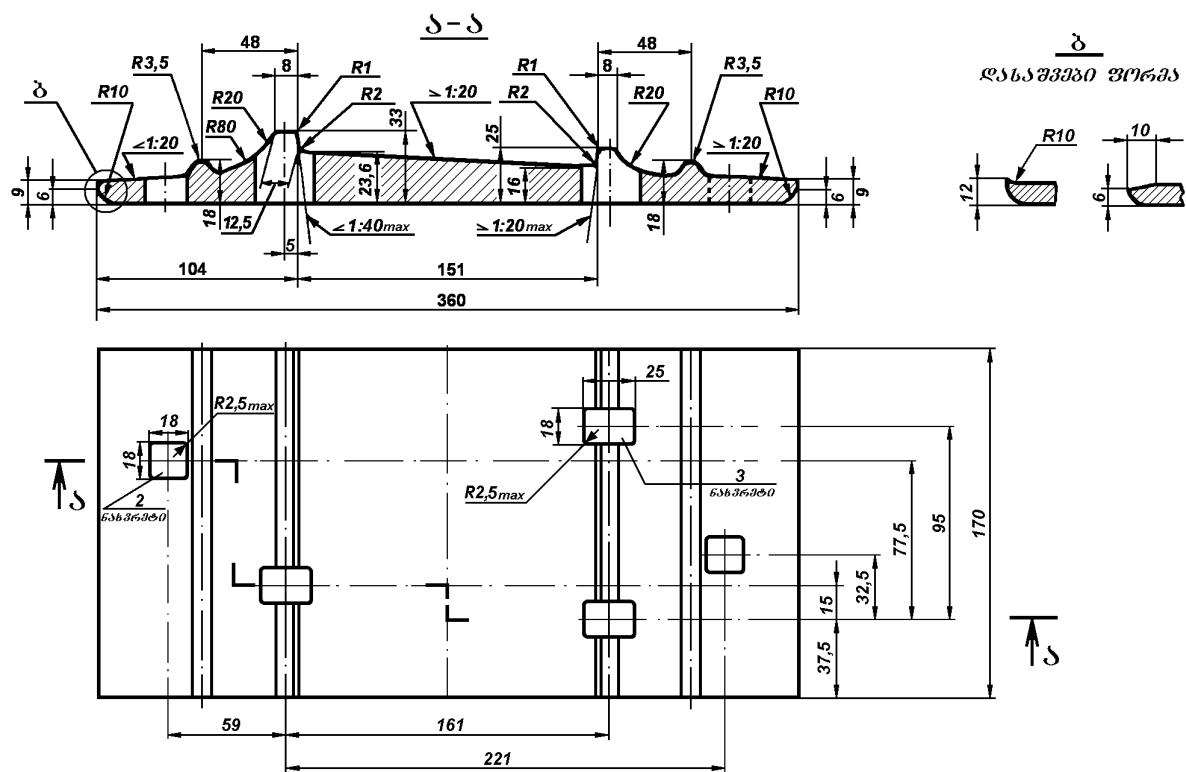
შემთხვევაში. ასეთი მიმაგრების დადებითი მხარეა – უბრალოება, შედარებით მცირე მასა, სარელსო რგოლების დაშლის და აწყობის სიადვილე. უარყოფითი მხარეა ქვესადების (ნახ. 3.40) შპალთან მჭიდრო კავშირის შეუძლებლობა. მოძრავი შემადგენლობიდან გადაცემული დატვირთვები იწვევს ომბოქების წამოწევას, რაც ხელს უწყობს ქვესადებების ვიბრაციას, რითაც მცირდება ლიანდაგის წინაღობა წაძვრის მიმართ და ჩქარდება შპალების ცვეთა.



ნახ. 3.39. უსალედური სამაგრები:

δ – ომბოხური მიმაგრება; δ' – უსალედური მიმაგრება;

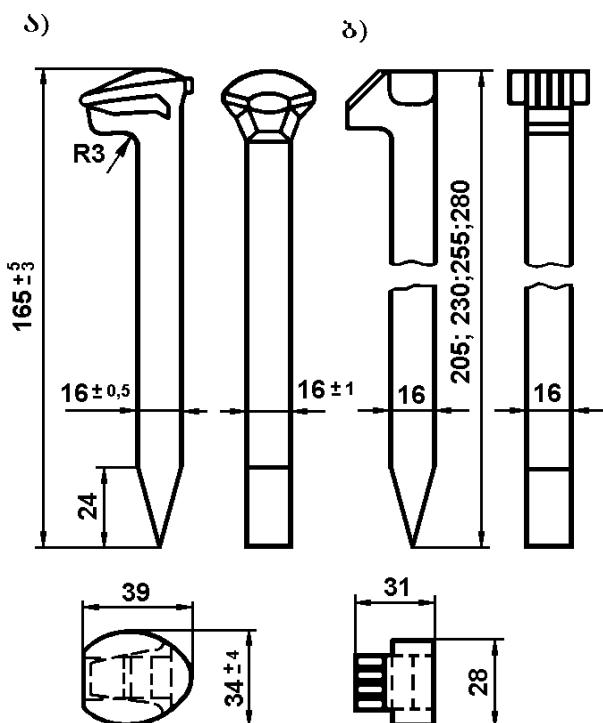
1 – ჯვესადები; 2 – ომბოხი; 3 – უსალედი.



ნახ. 3.40. D65 ტიპის ჯვესადები ომბოხური მიმაგრებით

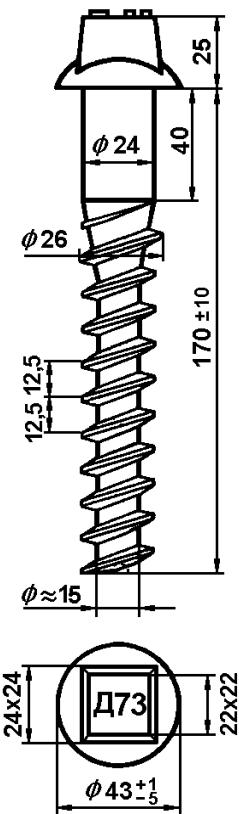
შურუპული მიმაგრება (ნახ.3.39.ბ.) ძირითადად გამოიყენება ევროპის რკინიგზებზე. ასეთი მიმაგრება უპეტ აკავშირებს რელსს შაალთან ომბოხურ მიმაგრებასთან შედარებით. უარყოფითი მხარეებს მიეკუთვნება ქვესადებების გარდაუვალი ვიბრაცია (შედარებით ნაკლები ომბოხურ მიმაგრებასთან შედარებით), მცირე წინადობა ლიანდაგის წამვრის მიმართ, ასევე დიდი შრომატევადობა ლიანდაგის გადაკერვის დროს. შურუპების წინადობა ამოძრობის მიმართ 1,5-2-ჯერ მეტია ომბოხურ მიმაგრებასთან შედარებით, ხოლო წინადობა გვერდითი გადაღუნვის მიმართ ნაკლებია დაახლოებით 40-50%-ით.

ჩვენს რკინიგზებზე გამოიყენება ომბოხები კვეთით 16×16 მმ (ნახ. 3.41), სიგრძით 165 მმ, ასევე 205, 230, 255 და 280 მმ (ნაბურცის დაგრძელებული ომბოხები). ომბოხის საშუალო წინადობა ამოძრობის მიმართ ახალი ფიჭის შპალიდან შეადგენს დაახლოებით 20 კნ-ს (2000 კგდ), ხოლო წინადობა გვერდითი გადაღუნვის მიმართ – დაახლოებით 15 კნ-ს (1500 კგდ).



ნახ. 3.41. ხალიანდაგო ომბოხი: а) ჩვეულებრივი ომბოხი; б) ნაბურცის ომბოხი.

შურუპების (ნახ. 3.42) საშუალო წინადობა ამოძრობის მიმართ შეადგენს დაახლოებით 30-70 კნ-ს (3000-7000 კგდ), ხოლო წინადობა გვერდითი გადაღუნვის მიმართ – დაახლოებით 9 კნ-ს (900 კგდ).

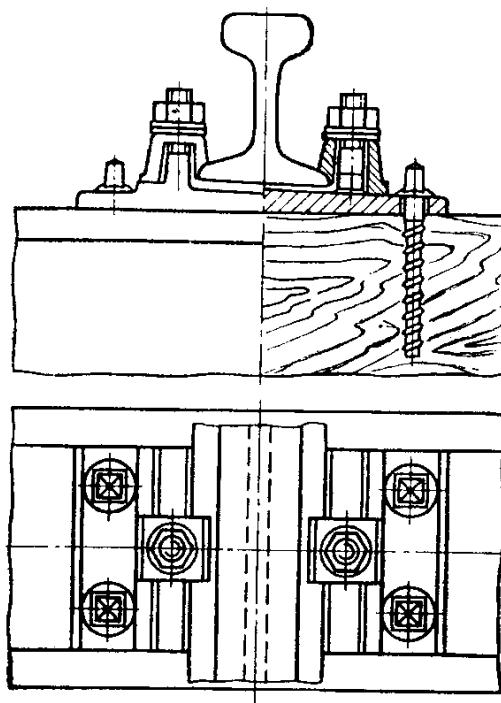


ნახ. 3.42. სალიანდაგო შურუპი

ზემოთ აღწერილი სამაგრები ითვლება ხისტად. მოძრავი შემადგენლობის ქვეშ ასეთი სამაგრების მუშაობისას ირღვევა კავშირი შემაერთებელ დეტალებს შორის, რაც იწვევს ლიანდაგის მოშლას და ზედა ნაშენის ელემენტების ცვეთის გაძლიერებას.

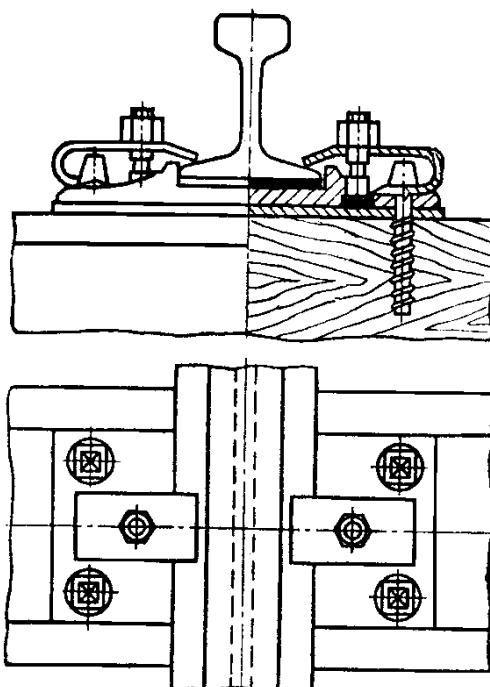
თანამედროვე პირობებში ლიანდაგის მუშაობისას მაღალი დინამიკური დატვირთების პირობებში, აუცილებლად უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს დრეკადი კავშირი რელსებს, ქვესადებებს და რელსქვეშა საფუძველს შორის და რელსის ქვესადებთან მუდმივად მჭიდრო კავშირი. ამ მიზნით მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ტარდება ცდები სხვადასხვა კონსტრუქციის მოზამბარე სამაგრების გამოყენების დანერგვის მიზნით.

ხის შპალების შემთხვევაში განცალკევებული შუალედური სამაგრები ორი ტიპის არსებობს: ხისტი და მოზამბარე კლემებით. *K* მარცის ხისტკლემიანი შურუპული სამაგრების (ნახ. 3.43) გამოყენებისას, ქვესადები (ნახ. 3.45) შპალს მიემაგრება ოთხი შურუპით, ხოლო რელსი ქვესადებს ორი ხისტი კლემით მოზამბარე საყელურიანი ჭანჭიკების საშუალებით.

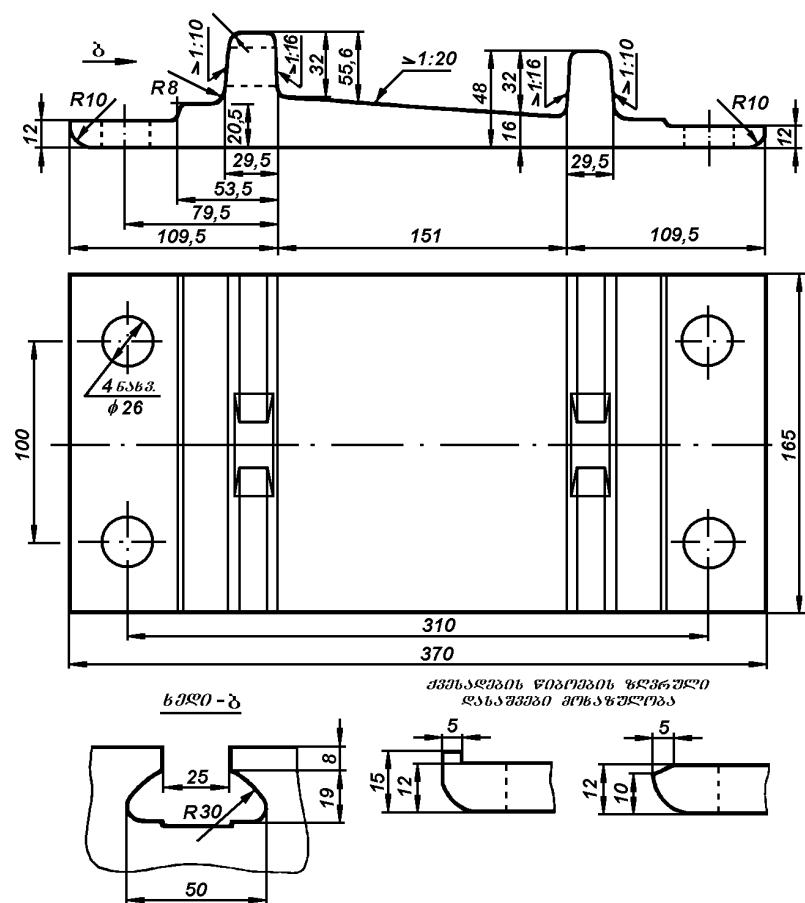


ნახ. 3.43. განცალკევებული ხისტკლემიანი K მარკის შუალედური სამაგრები ხის გაღების შემთხვევაში

მოზამბარე სამაგრების (ნახ. 3.44) გამოყენებისას ქვესადები შპალს მიემაგრება ოთხი შურუპით, ხოლო რელსი ქვესადებს ჭანჭიკების საშუალებით ორი მოზამბარე კლემით.

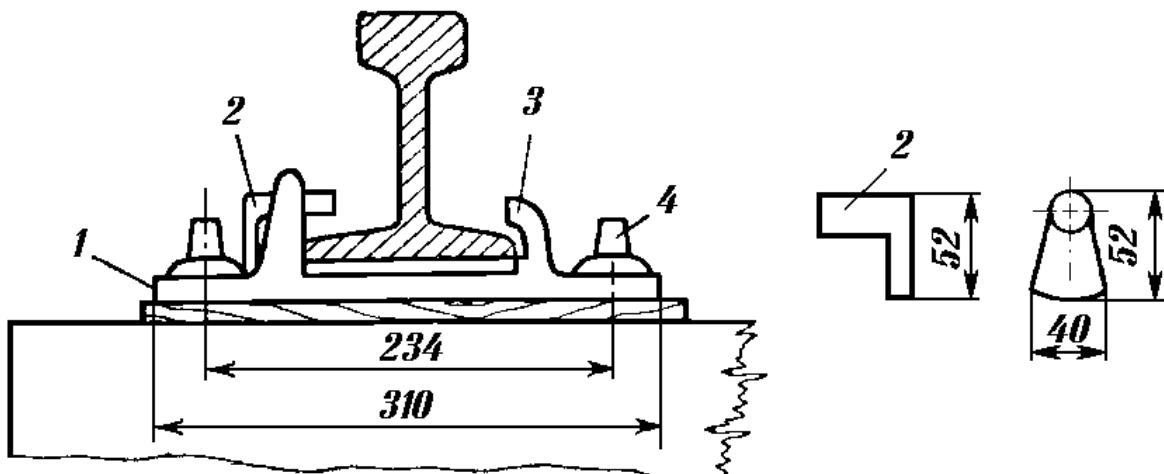


ნახ. 3.44. განცალკევებული მოზამბარე შუალედური სამაგრები ხის გაღების შემთხვევაში



ნახ. 3.45. КД65 ტიპის განცალკევებული სამაგრის ქვესაღები

მეტროპოლიტენის ლიანდაგებში გამოიყენება „მეტროს“ ტიპის განცალკევებული შუალედური ხისტი სამაგრი (ნახ. 3.46). რელსი ქვესაღებს(1) ერთი მხრიდან მიემაგრება თათით(3), ხოლო მეორე მხრიდან ქანქარა მანქვალით(2). ქვესაღები შპალს მიემაგრება ცალკე ოთხი შურუპით(4).



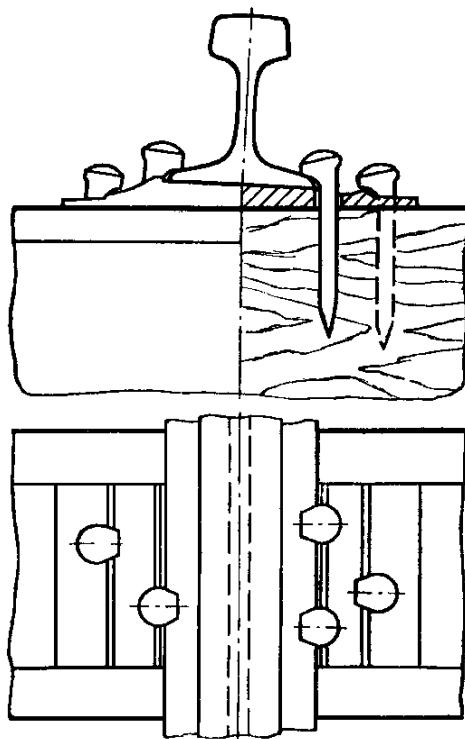
ნახ. 3.46. „მეტროს“ ტიპის განცალკევებული შუალედური სამაგრი:

1 – ქვესაღები; 2 – ქანქარა მანქვალი; 3 – თათი; 4 – შურუპი.

განცალკევებულ შუალედურ სამაგრებს გააჩნიათ მთელი რიგი დადებითი მხარეები: პლემები უზრუნველყოფენ რელსების ქვესადებებთან მჭიდრო მიჰერას, მცირდება ქვესადების ვიბრაცია, იქმნება რელსების შეცვლის შესაძლებლობა ქვესადებების მოხსნის გარეშე.

განცალკევებული შუალედური სამაგრების უარყოფითი მხარეებია: მრავალელემენტიანობა (მაგალითად, K მარკის სამაგრს გააჩნია 14 ელემენტი); ლითონის დიდი ხარჯი ($K - 4$ სამაგრის მასა შეადგენს $P50$ ტიპის რელსის 46%-ს); დიდი შრომატევადობა რელსების შეცვლისას.

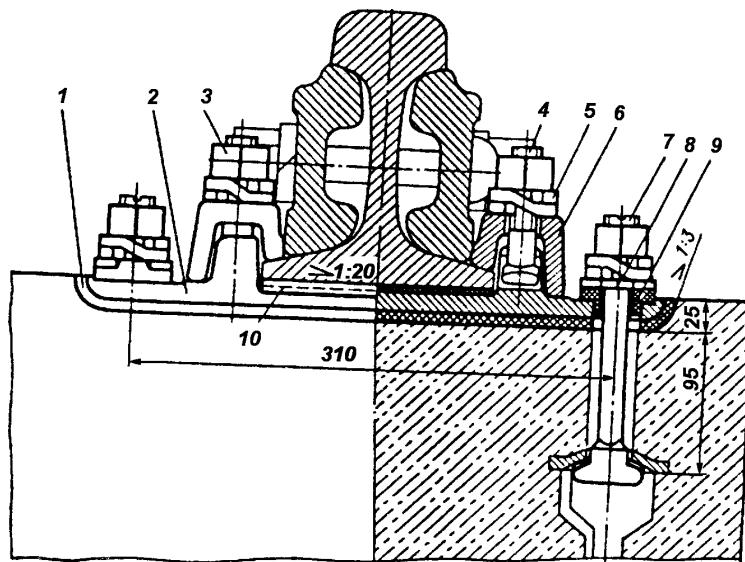
შერეული შუალედური სამაგრების (ნახ. 3.47) გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს ქვესადების ვიბრაციას, იგი მცირებულებიანი, იაფი და მსუბუქია განცალკევებულ შუალედურ სამაგრებთან შედარებით. ძირითადი ნაკლია – მცირე წინაღობა ლიანდაგის წაძვრის მიმართ.



ნახ. 3.47. ომბოხური მიმაგრების შერეული შუალედური სამაგრების ხის შპალების შემთხვევაში

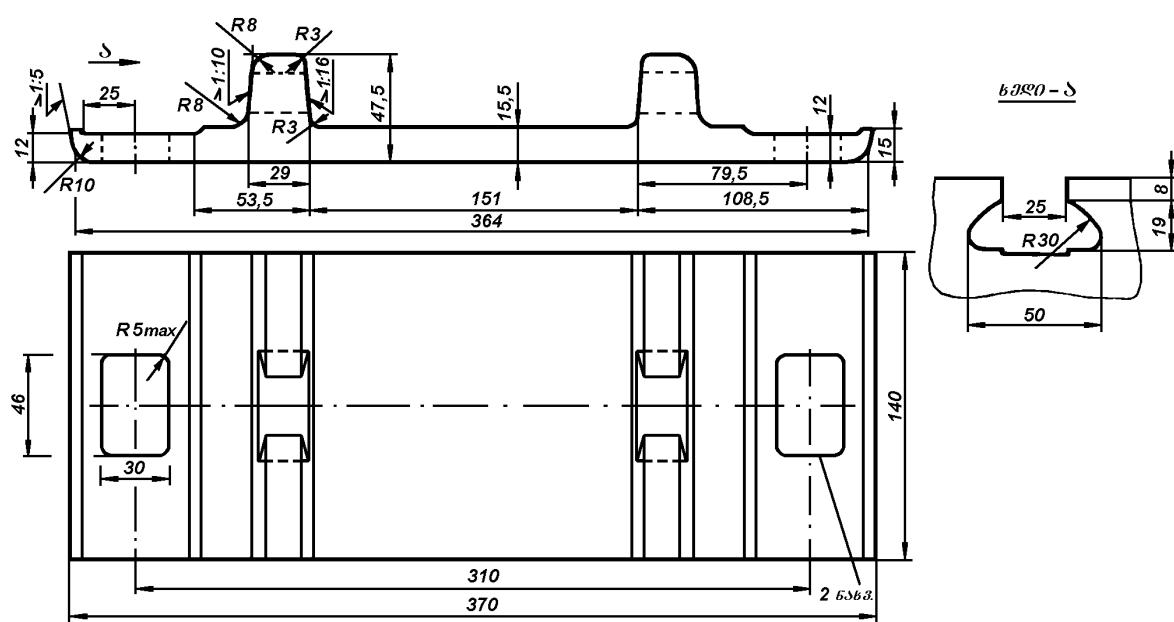
რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში ძირითადად გამოიყენება განცალკევებული შუალედური სამაგრები. KB ტიპის განცალკევებული შუალედური სამაგრების (ნახ. 3.48) შემთხვევაში ქვესადები (ნახ. 3.49) რკინაბეტონის შპალს მიემაგრება ორი ჩასადგმელი ჭანჭიკით (ნახ. 3.50), ხოლო რელსი ქვესადებს – ორი ხისტი კლემით (ნახ. 3.51) მოზამბარე საყელურიანი

საკლემე ჭანჭიძების (ნახ. 3.52) საშუალებით. რელსება და ქვესადებს შორის საფენის არსებობა რელსის სიმაღლეში რეგულირების (12 – 14 მმ) საშუალებას იძლევა.

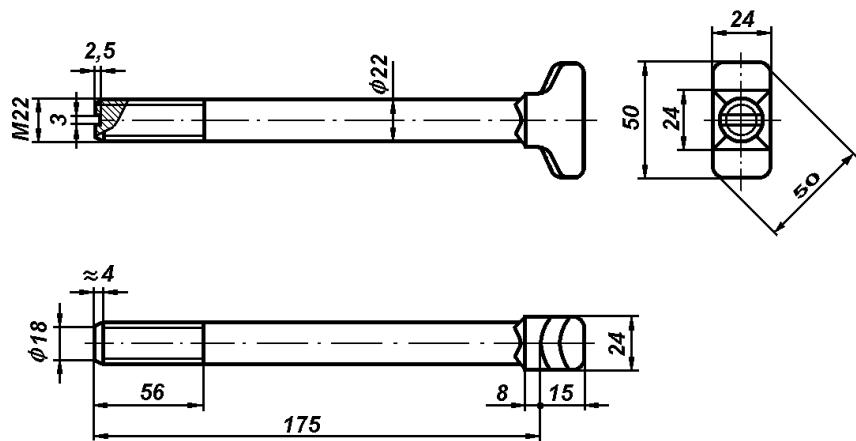


ნახ. 3.48.. P 65 ტიპის რელიეფის საპირაპირე და შეაღებული KБ65 ტიპის
სამაგრები რკინაბეჭონის შპალებზე:

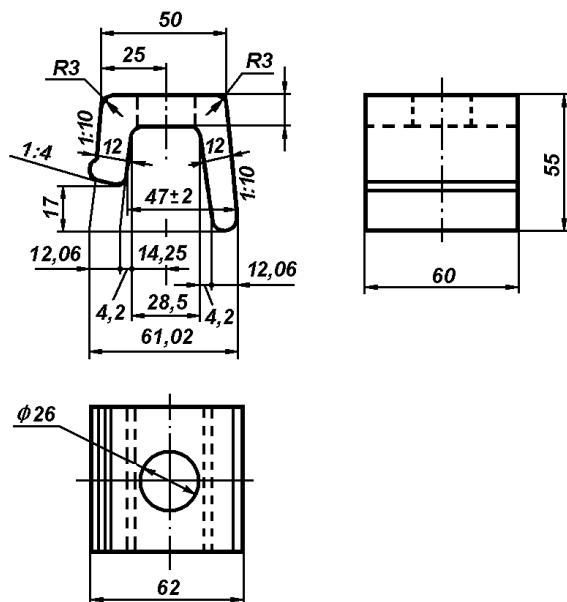
1. КБ Ծօծօե յըշեալցծյշա ևացյին 2. КБ Ծօծօե յըշեալցծօ; 3. Ժանիո *M22b22*; 4. Եայլոյմյ քանչօցօ *M22b75*; 5. Որեցուանո ևայլոյշրօ; 6. յլոյմօ; 7. Իանալցյլոյ քանչօյօ *M22b75*; 8. Ջասթռուորյծյլոյ մօլուստօն յացօցօ; 9. Ջասթռուորյծյլոյ մօլուստօ; 10. Ռյլուեյշա ևացյին.



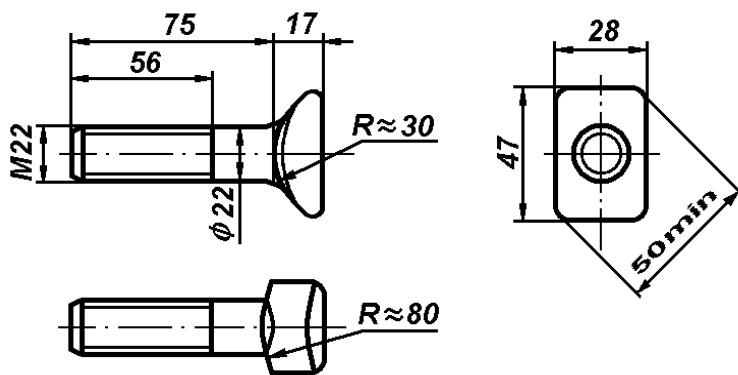
ნახ. 3.49. КБ65 გივის განკალებული სამაგრის ქვესადები



6аb. 3.50. ჩახადგმელո չափչոյն



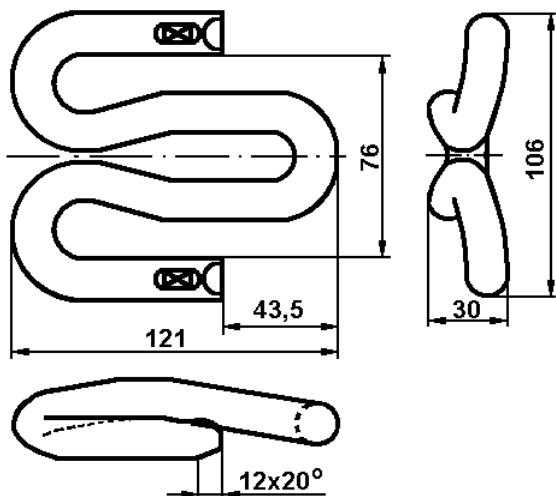
ნახ. 351. განვალეგებული სარელსო სამაგრის ხისტი კლემა



6.3.52. საკლეიპე ჭანჭივი

ხისტკლემიანი განცალკევებული სარელსო სამაგრები შრომის მნიშვნელოვან დანახარჯებს მოითხოვს ქანჩების ხშირად მოჭერის აუცილებლობის გამო. ლიანდაგის ერთ კილომეტრზე 1840 ცალი შპალის შემთხვევაში ჭანჭიკების რაოდენობაა 14720. ამიტომ ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები უჭანჭიკო სამაგრების შექმნის მიზნით.

ჩვენს რკინიგზებზე ფართო გავრცელება პპოვა “Pandrol”-ის ტიპის სამაგრმა (ნახ. 3.53) რკინაბეტონის წინასწარდაძაბული შპალისათვის (მსტ 20654910-003-2004), რომლის მოზამბარე კლემები უზრუნველყოფენ ლიანდაგის დრეკადობის ხარისხის ზრდას, რის შედეგად მცირდება მოძრავი შემადგენლობის ოვლების რელსებზე ზემოქმედება. გარდა ზემოთ აღნიშნულისა ამ კონსტრუქციის სამაგრები უზრუნველყოფენ ლიანდის სიგანის მუდმივობას.



ნახ. 3.53. “Pandrol”-ის ტიპის სამაგრი რკინაბეტონის წინასწარდაძაბული შპალისათვის (მსტ 20654910-003-2004)

სამაგრების სამსახურის ვადა დამოკიდებულია მათ კონსტრუქციაზე და საექსპლუატაციო პირობებზე. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ტიპური ომბოსური სამაგრები 10 და 50 მლნ.ბრუტო.ტ.კმ/კმ.წლ. ტვირთდაძაბულობის პირობებში შეადგენს შესაბამისად 21-24 წელს და 12-15 წელს, ხოლო განცალკევებული სამაგრების გამოყენებისას შესაბამისად 21-27 და 11-16 წელს. რელსექეშა საფენების სამსახურის ვადა მნიშვნელოვნად ნაკლებია.

3.4. ბალასტი და ბალასტის შრე

3.4.1. ბალასტის შრის დანიშნულება, მისი მუშაობის პირობები და წაყენებული მოთხოვნები

ბალასტის შრე სარელსო საყრდენების საფუძველს წარმოადგენს. მისი დანიშნულებაა:

- მიიღოს შპალებიდან გადმოცემული დაწევა, თანაბრად გაანაწილოს იგი და გადასცეს მიწის ვაკისის ძირითად მოედანს, შესაძლო მაქსიმალურ ფართობზე;
- დრეკადად გადაამუშაოს მოძრავი შემადგენლობის თვლის რელსზე დარტყმითი ზემოქმედება;
- უზრუნველყოს სარელსო რგოლების მდგრადობა გრძივი და განივი მიმართულებით, მოძრავი შემადგენლობიდან გადმოცემული და ბუნებრივი ფაქტორებით აღძრული ძალების ზემოქმედების შედეგად;
- მოაცილოს ატმოსფერული წყლები ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტებს;
- არ შეზღუდოს ლიანდაგის გასწორების სამუშაოების შესაძლების შესაძლებლობა.

ბალასტის შრის დანიშნულებიდან გამომდინარე საბალასტო მასალას წაეყენება შემდეგი მოთხოვნები:

- სიმტკიცე;
- დრეკადობა;
- მადრენირებელი თვისებები;
- მდგრადობა მრავალჯერადი დასველების, გაყინვისა და გალღობის პირობებში;
- ნაკლებადმსხვერებლი ლიანდაგის მექანიზირებული ამოტენგისას;
- არ უნდა ახასიათებდეს მტვრიანობა და ატალახების უნარი;
- დაიცვას მიწის ვაკისის ძირითადი მოედანი დატენიანებისა და გაყინვისაგან.

3.4.2. საბალასტო მასალა

საბალასტო მასალად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ღორლი, ხრეში, ქვიშა, წიფა, ნიჟარა და სხვა. სალიანდაგო ბალასტი უნდა აკმაყოფილებდეს დამტკიცებული ტექნიკური პირობებისა და სტანდარტების მოთხოვნებს.

დორდი საუკეთესო საბალასტო მასალაა. იგი ფართოდ გამოიყენება მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყანაში. დორდი მზადდება მტკიცე ჯიშის მთის ქანებისაგან, როგორებიცაა: გრანიტი, კვარციტი, პორფირი, დიორიტი, ბაზალტი, კირქვა და სხვა.

ჩვენს რკინიგზებზე ძირითადად ორი ფრაქციის დორდი მზადდება (ფრაქციის ზომით 25 დან 60 მმ-მდე და 25 დან 50 მმ-მდე). ზემოთ აღნიშნული ფრაქციების გარდა სტანდარტი ითვალისწინებს წვრილი (5 დან 25 მმ-მდე) ფრაქციის დორდის გამოშვებასაც (ცხრილი 3.16).

წვრილი ფრაქციის დორდი ძირითადად გამოიყენება სასადგურო ლიანდაგების დასაბალასტებად და სამშენებლო სამუშაოებისათვის.

ცხრილი 3.16

დორდის ფრაქციის ზომა, მმ	ფრაქციების დასაშვები ზომები					
	ზედა საზღვრის სიმსხოზე მეტი		ქვედა საზღვრის სიმსხოზე ნაკლები			
	ზომით, მმ	მასა, %-ში არაუმეტეს დორდის მოლიან მასასთან შედარებით	ზომით, მმ	მასა, %-ში არაუმეტეს დორდის მოლიან მასასთან შედარებით	სულ	მათ შორის ნაწილაკები ზომით <0,14მმ
25 – 60	70-მდე	5	< 25-ზე	5	1,5	
25 – 50	60-მდე	10	< 25-ზე	5	1,5	
5 – 25	40-მდე	10	< 5-ზე	5	2	

დორთა განმავლობაში დორდის ბალასტი ჭუჭყიანდება და საჭირო ხდება მისი პერიოდულად გაწმენდა და ბალასტის პრიზმის შევსება (სხვა სახის ბალასტი გაწმენდას არ ექვემდებარება და გაჭუჭყიანების შემთხვევაში უნდა შეიცვალოს).

მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ტარდება ცდები დორდის ბალასტის ნაწილაკებს შორის ისეთი ხელოვნური კავშირების შექმნაზე, რომელიც რამდენჯერმე შეამცირებს ნარჩენი დეფორმაციების წარმოშობას. ამასთანავე ამ კავშირებმა ხელი არ უნდა შეუშალოს სალიანდაგო სამუშაოების ჩატარებას (შპალების გამოტენვა, ლიანდაგის აწევა და სხვა). ამ მიზნით იყენებენ ბიტუმს, რეზინა-ბიტუმის მასტიკას, ლატექსს და სხვადასხვა ემულსიებს.

დორდის ბალასტის დაყრა უშუალოდ მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე არ დაიშვება. დორდის გრუნტში ჩაჭრის თავიდან ასაცილებლად და დორდის ეკონომიკისათვის მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე წინასწარ აწყობენ 20 სმ სისქის ქვიშის ბალიშს.

ხრეში წარმოადგენს ბუნებრივი კენჭის და ქვიშის ნარევს. იგი შედგება მომრგვალო ფორმის მაგარი ჯიშის დანალექი ქანებისაგან. მისი მზიდუნარიანობა ღორღის ბალასტთან შედარებით გაცილებით ნაკლებია. ხრეშის ფრაქციული შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში 3.17.

ქვიშა-ხრეშის ბალასტი წარმოადგენს მსხვილმარცვლოვანი ქვიშისა და ხრეშის ნარევს. ქვიშა-ხრეშის ბალასტის ფრაქციული შემადგენლობა მოცემულია ცხრილში 3.17. ამ სახის ბალასტს იყენებენ ნაკლებად მოქმედი სარკინიგზო ხაზების სასადგურო ლიანდაგების დასაბალასტებლად და აგრეთვე ღორღის ბალასტის ქვეშ ქვიშა-ხრეშის ბალიშის მოსაწყობად.

ცხრილი 3.17.

ფრაქციის ზომა, მმ	ფრაქციის % შემცველობა ბალასტის მასაში	
	ხრეში	ქვიშა-ხრეში
100-დან 60-მდე	10-მდე	10-მდე
60-დან 3-მდე	40-დან 80-მდე	80-მდე
3-დან 0,63-მდე	49-მდე	100-მდე
0,63-დან 0,14-მდე	27-მდე	57-მდე
< 0,14-ზე: მოლიანად მათ შორის თიხის, მტვრის და ლამის ნაწილაკები	10-მდე 2-მდე	16-მდე 3-მდე

ქვიშის ბალასტი ამჟამად ლიანდაგში აღარ გამოიყენება, შემორჩენილია მხოლოდ ზოგიერთ მოქმედ უბანზე. საბალასტო მასალად გამოიყენება მსხვილმარცვლოვანი ან საშუალომარცვლოვანი ქვიშა. ქვიშის ბალასტი ყველა სხვა სახის ბალასტზე დაბალი ხარისხისაა და ყველაზე ნაკლებად აკმაყოფილებს ბალასტის შრისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

წილის ბალასტის მასალად ძირითადად გამოიყენება მეტალურგიული წილა, რომელიც წარმოადგენს შავი ან ფერადი ლითონის დნობის ნარჩენებს. მეტალურგიული წილა კარგი საბალასტო მასალაა და ბევრად არ ჩამოუვარდება მთის ქანებისაგან დამზადებულ ბალასტს. ბალასტად გამოიყენება მჟავა წილები.

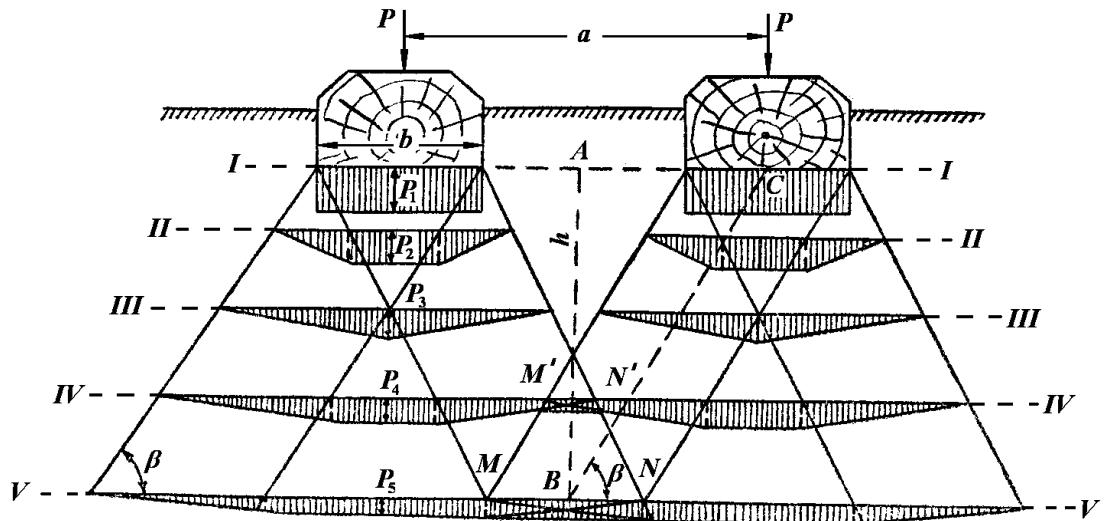
ნიუარის ბალასტი წარმოადგენს ზღვის ნიუარულ დანალექებს. ნიუარის ბალასტი თავისი თვისებებით უკეთესია ვიდრე ქვიშის ბალასტი. ახალი ნიუარის ბალასტი თავიდან კარგად მუშაობს, მაგრამ დროთა განმავლობაში ცალკეული ნიუარები იფშვნება, ქუცმაცდება და წარმოქმნის კირქვის მტვერს, რომელიც წყალთან ურთიერთქმედების შედეგად აცემუნტებს ბალასტის შრეს, უარესდება ბალასტის მაღრენირებელი თვისებები და მნიშვნელოვნად მცირდება მისი დრეკადობის ხარისხი.

3.4.3. ბალასტის შრის განვითარები

ბალასტის პრიზმის ზომები უნდა უზრუნველყოფდეს სარელსო რგოლების მდგრადობას და მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე გადაცემული დასაშვები ძაბვების გადაუჭარბებლობას.

ბალასტის შრის ძირითადი ზომები და პარამეტრებია: ბალასტის შრის სისქე, მხრის სიგანე, ბალასტის პრიზმის ზედა მოედნის სიგანე, ქვიშის ბალიშის სისქე და ბალასტის პრიზმის ფერდობის დაფერდება.

ბალასტის შრის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ზომას მისი სისქე წარმოადგენს, რომელიც მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე გადაცემული დასაშვები ძაბვების პირობით განისაზღვრება. ბალასტის შრის სისქე წარმოადგენს მანძილს მიწის ვაკისის ძირითადი მოედნიდან შპალის საწოლამდე.



ნახ. 3.54. შპალებიდან გადაცემული დატვირთვების განაწილება ბალასტის შრეში

ბალასტი შპალებიდან გადაცემული ძაბვები ჰიპერბოლური მრუდების სახით ვრცელდება, მაგრამ გაანგარიშებების გასაიოლებად, მცირე დაშვებებით მიღებულია, რომ ძაბვები ბალასტის სიღრმეში სწორხაზობრივად ვრცელდება. დადგენილია, რომ ბალასტში ძაბვების გავრცელების ხაზი ჰორიზონტისადმი $68 \div 70^\circ$ დახრით ვრცელდება. თუ მივიღებთ, რომ შპალების დერძებს შორის მანძილი $a = 50$ სმ და $\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}68^\circ \approx 2,5$, მაშინ ნახ. 3.54-ის მიხედვით, ბალასტის შრის სისქე

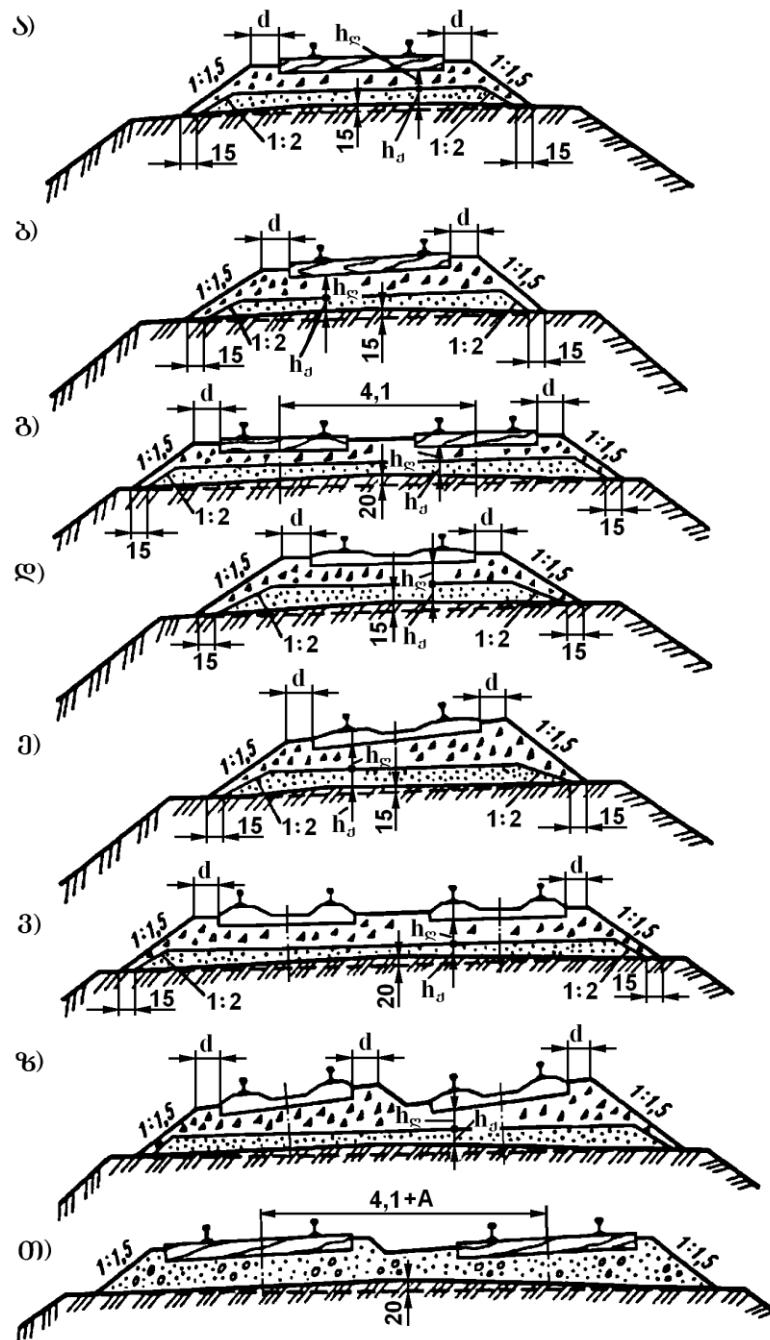
$$h = \frac{a}{2} \operatorname{tg}\beta = \frac{50}{2} \times 2,5 \approx 62 \text{ სმ} \quad (3.24)$$

რაც დაახლოებით შეესაბამება რკინაბეტონის შპალებიანი მძიმე ტიპის ზედა ნაშენის ბალასტის შრის მთლიან სისქეს (დორდი + ქვიშის ბალოში).

ბალასტის პრიზმის კონსტრუქცია შეიძლება იყოს ერთფენოვანი, ყველა ბალასტის შემთხვევაში (გარდა დორდის ბალასტისა) ან ორფენოვანი მხოლოდ დორდის ბალასტის შემთხვევაში.

ჩვენი რკინიგზებისათვის შედგენილი და დამტკიცებულია ბალასტის შრის ტიპური განივი პროფილები, ლიანდაგების გეგმის, რიცხვის, ბალასტის სახეობის, შპალების მასალისა და ზედა ნაშენის ტიპთან დამოკიდებულებით (ნახ. 3.55).

ბალასტის პრიზმის ზომები მოცემულია ცხრილში 3.18



ნახ. 3.55 ბალასტის პრიზმის განივი პროფილები:

$\alpha, \delta, \vartheta$ – ღორდის ბალახის ხის შპალებით (α – ერთლიანდაგიანი რკინიგ ზების სწორ უბნებში; δ – მრუდებში; ϑ – ორლიანდაგიანი რკინიგ ზების სწორ უბნებში);
 ρ, φ, θ – ღორდის ბალახის რკინაბეტონის შპალებით (ρ – ერთლიანდაგიანი რკინიგ ზების სწორ უბნებში; φ – მრუდებში; θ – ორლიანდაგიანი რკინიგ ზების სწორ უბნებში; ω – კარიურის ხრების, ნიჟარის, ქვიშის ბალახის ხის შპალებით ორლიანდაგიანი რკინიგ ზების მრუდ უბნებში; $h_{\text{ლ}}$ – ღორდის ბალახის ხის ქვალის ქვეშ; $h_{\text{ქ}}$ – ქვიშის ბალიშის ხის ქვალი; d – ბალახის პრიზმის მხრის ხიგანე; A – ლიანდაგ შორისის გაგანიერება მრუდებში გაბარიტის პირობების მოთხოვნით.

ცხრილი 3.18..

ლიანდაგების სახეობა და რელსების ტიპი	ბალასტის შრის სისქე შპალის ქვეშ $h_{\text{ლ}}$ (მრუდებში აიღება შიგა სარელსო ძაფის ქვეშ)	ქვიშის ბალიშის ხის ქვალი $h_{\text{ქ}}$	ბალასტის პრიზმის მხრის ხიგანე d	ბალასტის პრიზმის ფერდობის დამრეცება
მთავარი ლიანდაგები $P 65$ და $P 50$ ტიპის რელსებით	35/40	20	40/45	1:1,5
მიმღებ-გამგზავნი ლიანდაგები $P 65$ და $P 50$ ტიპის რელსებით	25/30	20	35/40	1:1,5
მეორეხარისხოვანი სასადგურო და მისასვლელი ლიანდაგები რელსების ტიპის მიუხედავად	20/25	20	25/35	1:1,5

შენიშვნა: მრიცხველში – ხის შპალების შემთხვევაში; მნიშვნელში – რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში.

ბალასტის პრიზმის ზედაპირი უნდა მდებარეობდეს: ხის შპალების შემთხვევაში – 3 სმ-ით დაბლა შპალის ზედაპირიდან; რკინაბეტონის შპალების შემთხვევაში – რკინაბეტონის შპალის შუა ნაწილის ზედაპირის დონეზე.

3.4.4. ბალასტის შრის სამსახურის გადა

ბალასტის სამსახურის გადა, ანუ ღორდის გაწმენდის და სხვა სახის ბალასტის შეცვლის გადა დამოკიდებულია ლიანდაგში მიმდინარე შემდეგ პროცესებზე:

- მატარებლიდან ჩამოცვენილი ან გარეშე გამაჭუჭყიანებლები ბალასტის გაჭუჭყიანების ინტენსივობაზე;
- ბალასტის ფრაქციების დაქუცმაცების ინტენსივობაზე მოძრავი შემადგენლობიდან გადმოცემული დატვირთვების ზემოქმედებით და შპალების მანქანა-მექანიზმებით ამოტენვის შედეგად;
- ბალასტის მოცულობის კლების ინტენსივობაზე, მისი წვრილი ფრაქციების გამოქარვისა და გამორეცხვის გამო.

ბალასტის მიერ გატარებული ტონაჟი $T_{\text{ბალ}}$, რომელსაც იგი გაატარებს გაჭუჭყიანების ზღვრული მნიშვნელობის მიღწევამდე ტოლია

$$T_{\text{ბალ}} = \frac{D - d}{k} \quad (3.25)$$

სადაც D - გაჭუჭყიანების ზღვრული მნიშვნელობაა %-ში, ღორღისათვის $D = 35 \div 40\%$; ხელშისათვის და ქვიშისათვის $D = 15\%$; ნიჟარისათვის $D = 20\%$;

d - ბალასტის დასაშვები საწყისი გაჭუჭყიანება ლიანდაგში ჩაგების წინ, ღორღისათვის $5\%-მდე$; ხელშისათვის - $6\%-მდე$; ქვიშისა და ნიჟარისათვის $10\%-მდე$;

k - ბალასტის გაჭუჭყიანების ინტენსივობა %-ში 1 მლნ.ბრ.ტ. ტვირთის გატარების შედეგად, რომელიც დამოკიდებულია მოძრავ შემადგენლობაში გამაჭუჭყიანებელი ტვირთების (ნაყარი და თხევადი) ჩატვირთვის ადგილიდან უბნის დაშორებაზე. k სიდიდე ემპირიულად განისაზღვრება და მისი მნიშვნელობა ღორღისა და ხელშისათვის მოცემულია ცხრილში 3.19.

ცხრილი 3.19.

ბალასტის სახეობა	რელსის ტიპი	მანძილი გამაჭუჭყიანებელი ტვირთების (ნაყარი და თხევადი) ჩატვირთვის ადგილიდან, კმ				
		300	300 – 200	200 – 100	100 – 50	50
ღორღი	P65	0,12	0,15	0,30	0,33	0,57
ღორღი	P50	0,18 – 0,20	0,23 – 0,25	0,28 – 0,30	0,43 – 0,45	0,63 – 0,65
ღორღი	P43	0,22 – 0,26	0,27 – 0,31	0,32 – 0,36	0,47 – 0,51	0,67 – 0,71
ხელში	P50	0,045	–	0,08	0,17	–
ხელში	P43	0,06 – 0,074	–	0,18 – 0,20	0,18 – 0,20	–

მაშინ ბალასტის სამსახურის ვადა $t_{\text{ბალ}}$ მუდმივი წლიური ტვირთნაკადის შემთხვევაში ტოლი იქნება

$$t_{\text{ბალ}} = \frac{T_{\text{ბალ}}}{T_0} \quad (3.26)$$

სადაც T_0 - წლიური ტვირთდამაბულობაა, მლნ.ბრ.ტ/წ.

ცვალებადი წლიური ტვირთნაკადებისას

$$T_{\text{ბალ}} = \sum_{i=1}^{i=t_{\text{ბალ}}} T_i = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{t_{\text{ბალ}}} \quad (3.27)$$

სადაც T_i - i -ურ წელს გატარებული ტონაჟია.

ბალასტის სამსახურის ვადის გახანგრძლივების დონისძიებებია:

- ლიანდაგში მძიმე ტიპის რელსების გამოყენება;
- მაღალხარისხოვანი, მტკიცე ჯიშის საბალასტო მასალის გამოყენება;
- ბალასტის პრიზმის ზომების ზუსტად დაცვა, ექსპლუატაციური პირობების მოთხოვნების შესაბამისად;
- მიმდინარე მოვლა-შენახვის სამუშაოების მაღალ დონეზე ჩატარება;
- იმ დონისძიებების განუხრელად გატარება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბალასტის გაჭუჭყიანების ინტენსივობის შემცირებას.

3.4.5. ღორღის ბალასტის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა

ლიანდაგში ღორღის ბალასტის გამოყენება იწვევს არა მხოლოდ ლიანდაგის გაძლიერებას, არამედ საექსპლუატაციო ხარჯების მნიშვნელოვნად შემცირებასაც.

ღორღის ბალასტის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა სილის ბალასტთან შედარებით იწვევს: ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის ხარჯების 20 – 25%-ით და სამორტიზაციო ანარიცხების 20 – 22%-ით შემცირებას; რელსების და შპალების სამსახურის ვადის გაზრდის ხარჯზე 2 – 3-ჯერ მცირდება ლიანდაგის აწევითი და საშუალო შეკეთებების ხარჯები; მცირდება მატარებლების წევის და მოძრავი შემადგენლობის შეკეთების ხარჯები,

მატარებლების მოძრაობის წინააღმდეგობის შემცირების შედეგად; ეკონომიას საბალასტო მასალების გადაზიდვის შემცირების შედეგად.

ქვიშის ბალასტის შეცვლა დორდის ბალასტით მოითხოვს დამატებით კაპიტალდაბანდებებს. ასეთი დანახარჯების ეკონომიკური მიზანშეწონილობა დგინდება ექსპლუატაციური ხარჯების ნაზღაურობის ვადის მიხედვით.

ფულადი მაჩვენებლების გარდა დორდის გამოყენების უპირატესობა გამოიხატება აგრეთვე ნატურალური მაჩვენებლებითაც. ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის სამუშაოების შრომატევადობა დორდის ბალასტის გამოყენების შემთხვევაში მცირდება 32-53%-ით, ვინაიდან ამ სამუშაოების შესრულებაზე სალიანდაგო სამსახურის მთელი კონტინგენტის 40%-ია დაკავებული, ამიტომ შრომისნაყოფიერება დაახლოებით 12-20%-ით იზრდება.

დორდის ბალასტით დაბალასტებულ ლიანდაგში ჩაგებული რელსების სამსახურის ვადის ზრდა ამცირებს ლითონის ხარჯს 20%-ით. საბალასტო მასალების გადაზიდვების შემცირება ათავისუფლებს ვაგონებს და ამცირებს კაპიტალდაბანდებებს სავაგონო პარკის შესავსებად.

დორდის ბალასტის ზემოთ აღნიშნული უპირატესობების გამო მთელი მსოფლიოს ქვეყნების რკინიგზებზე ამჟამად მიმდინარეობს ლიანდაგის დორდის ბალასტზე გადაყვანის ინტენსიური პროცესები.

3.5. ლიანდაგის ზედა ნაშენი მთლიანობაში

ლიანდაგის ზედა ნაშენი უნდა შეესაბამებოდეს ექსპლუატაციურ პირობებს. ამიტომ სხვადასხვა საექსპლუატაციო პირობებისათვის ლიანდაგის ზედა ნაშენის ერთი და იგივე ტიპის გამოყენება მიზანშეუწონელია, როგორც ტექნიკური, ისევ ეკონომიკური თვალსაზრისით.

ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე ჩვენი რკინიგზებისათვის დადგენილია ლიანდაგის ზედა ნაშენის ორი ტიპი – მძიმე და ნორმალური. მთლიანობაში ლიანდაგის ზედა ნაშენის ძირითადი მახასიათებლები მოტანილია ცხრილში 3.20.

ცხრილი 3.20.

მახასიათებლები	ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპი	
	მძიმე	ნორმალური
ტემპერატურა T_0 , მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ წ.	$80 \geq T_0 \geq 15$	$T_0 < 15$
რელსზე გადაცემული მაქსიმალური დატვირთვა, ტ:		
ლოკომოტივის თვლიდან	25	23
ვაგონის თვლიდან	24	22
მატარებლების მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ:		
სამგზავრო	200	<120
სატვირთო	90	80
რელსის ტიპი	P65	P50
შპალები	ხის, რკინაბეტონის	
ლიანდაგის კონსტრუქცია	პირაპირიანი, უპირაპირო	
შპალების რაოდენობა, ცალი/კმ:		
სწორ უბნებში და მრუდებში $R \geq 1200\vartheta$		1840
მრუდებში $R < 1200\vartheta$		2000
ბალასტი	ღორღი	ღორღი, ხრეში

3.6. ლიანდაგის წაძვრა და წაძვრის საწინააღმდეგო დონისძიებები

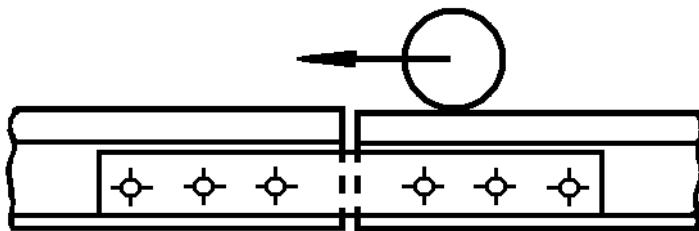
3.6.1. ლიანდაგის წაძვრის გამომწვევი მიზეზები

რელსების გრძივ გადაადგილებას შპალების მიმართ, ან მთლიანად სარელსო რგოლების ბალასტის მიმართ მატარებლებიდან გადაცემული ან ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული გრძივი ბალების ზემოქმედებით ლიანდაგის წაძვრა ეწოდება.

ლიანდაგის წაძვრას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს თარაზულ უბნებზე და დაღმართებზე, განსაკუთრებით კი სამუხრუჭო უბნებზე. ლიანდაგის წაძვრის მიმართულება ძირითადად მატარებლის მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა. ერთლიანდაგიან უბნებზე ლიანდაგის წაძვრა მნიშვნელოვან სიდიდეს უდიდესი ტვირთდაძაბულობის მიმართულებით აღწევს.

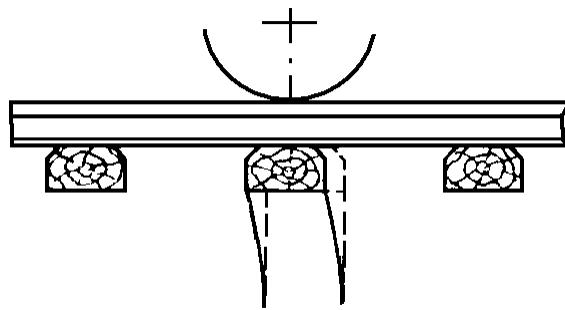
ლიანდაგის წაძვრის მექანიზმის შესწავლისას სხვადასხვა მკვლევარის რამდენიმე პიპოთეზა წარმოიშვა, რომლებიც ახასიათებს ამ მოვლენას:

- პროფ. ვასიუტინსკის აზრით ლიანდაგის წაძვრა პირაპირებში პირველ რელსზე გადაცემული დაწოლით წარმოქმნილი საფეხურის გამო, მიმღებ (მეორე) რელსთან თვლის დაჯახების შედეგია (ნახ. 3.56);



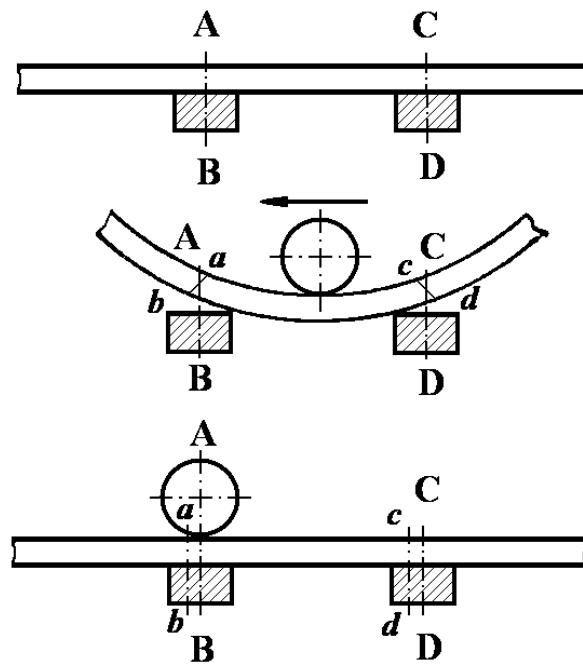
ნახ. 3.56. პირაპირებში თვლის დაღაგორების ხედი

- კიუნერის თეორიის მიხედვითაც ლიანდაგის წაძვრა თვლის დარტყმითი ზემოქმედების შედეგია, მაგრამ არა პირაპირის საფეხურზე, არამედ მიმღები რელსის თავზე.
- რუდნიცკი წაძვრის მექანიზმს სხვანაირად ხსნის. მას მიაჩნია, რომ რელსსა და თვალს შორის ხახუნის ბალა დაძრავს რელსს შპალთან და ბალსატთან ერთად მოძრაობის მიმართულებით (ნახ. 3.57). როცა თვალი გადაინაცვლებს შემდეგ შპალზე, განტვირთული შპალი და ბალასტი ბრუნდება პირვანდელ მდგომარეობაში, ხოლო რელსი მთლიანად ვერ ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში, რადგანაც დაჭერილია თვლის ქვეშ მყოფ შპალზე.



ნახ. 3.57. ლიანდაგის წაძვრის რუდნიცკისეული გერხია

- ჯონსონის თეორიის მიხედვით, რელსი იღუნება შპალებს შორის მალში. ამ დროს კვეთი ab და cd იღებს დახრილ მდგომარეობას (ნახ. 3.58), როცა თვალი წაინაცვლებს წინ და დადგება შპალის დერძის გასწვრივ, გაღუნული რელსი გასწორდება და დუნვის დროს რელსის ფუძის გაჭიმული ბოჭკოები მიიღებს ნორმალურ მდგომარეობას, რელსის შეკუმშული ბოჭკოები კი ვერ ბრუნდება საწყის მდგომარეობაში, რადგანაც რელსი თვალის მიერ დაჭერილია შპალზე.

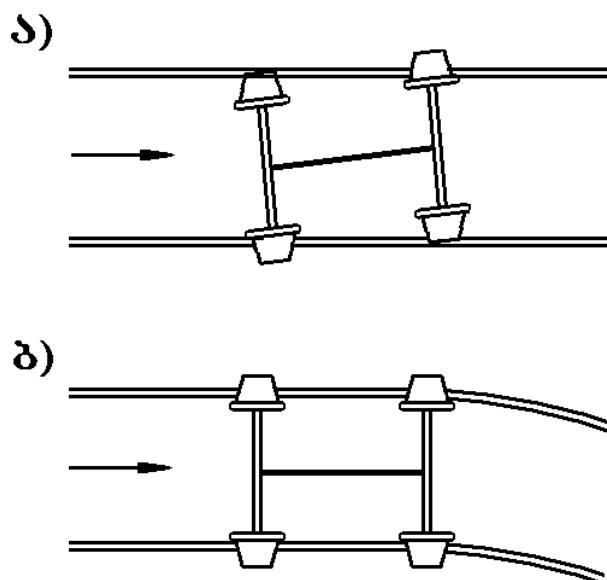


ნახ. 3.58. თვალის მდგომარეობა შპალებშორის მალში

- დუნვის თეორიის თანახმად რელსი გარკვეული სიდიდის ტემპერატურით გახურების დროს ინარჩუნებს თავის პირვანდელ სიგრძეს, რადგანაც მას პირაპირებში იჭერს ზესადებები საპირაპირო ჭანჭიკების მოჭერის ძალით. მაგრამ საკმარისია მოძრავმა თვალმა დარტყმითი ზემოქმედებით

დაარხიოს რელსი, იგი მომენტალურად იცვლის თავის სიგრძეს. რელსის ცალმხრივი დაგრძელება იმით აიხსნება, რომ როცა თვალი დაუჯახება მომდევნო რელსის ტორსეს, ამავე დროს იგივე თვალი აჭერს პირველი რელსის ბოლოს შპალზე, რაც იწვევს მიმდები რელსის წაძვრას.

- ლიანდაგის წაძვრის პროცესს ხსნიან აგრეთვე სამურუჭო ძალების ზემოქმედებით. ამ მიზეზით სამუხრუჭო უბნებზე ლიანდაგის წაძვრის პროცესი მეტად ინტენსიური შეიძლება აღმოჩნდეს.
- ლიანდაგის წაძვრა შეიძლება გამოიწვიოს თვლის ქიმის რელსთან დაჯახების ძალამ, სწორ უბნებში მიმოქანებითი მოძრაობის (ნახ. 3.59-ა) და ეკიპაჟის მრუდში შესვლის დროს (ნახ. 3.59-ბ).



ნახ. 3.59. ლიანდაგ ში ურიკების ძფგომარეობასთან დამოკიდებული წაძვრის ძალების წარმოშობის სქემა: ა – თვლის რელსთან ირიბად დაჯახებისას; ბ – თვლის მრუდში შეხვლისას.

ლიანდაგის წაძვრა მეტად ნეგატიური მოვლენაა. იგი იწვევს ლიანდაგის მოშლის პროცესის დაჩქარებას და დამატებითი სალიანდაგო სამუშაოების, კერძოდ შპალების გადაკერვის და პირაპირებში ღრებოების რეგულირების ჩატარების აუცილებლობას.

ლიანდაგის წაძვრის უბნებზე ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვისა და შეკეთების სამუშაოების ღირებულების 30-40% წაძვრის ლიკვიდაციაზე იხარჯება.

ლიანდაგის წაძვრა აჩქარებს ზედა ნაშენის ელემენტების ცვეთის პროცესს.

ლიანდაგის წაძვრის მექანიზმი და წაძვრის ძალების გაანგარიშებები, ლიანდაგის ზედა ნაშენის გაანგარიშებებში შეისწავლება.

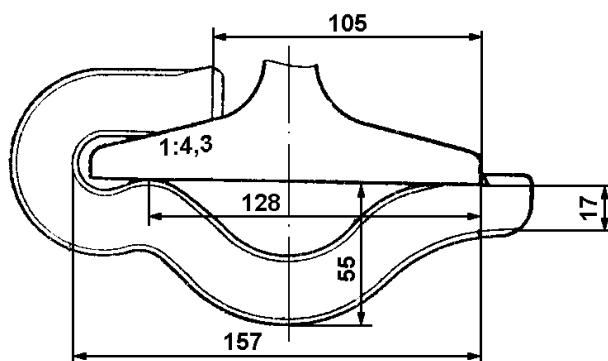
3.6.2. ლიანდაგის წამვრის საწინააღმდეგო დონისძიებები

ლიანდაგის წამვრის საწინააღმდეგო რადიკალურ დონისძიებას მიეკუთვნება ლიანდაგის ზედა ნაშენის ისეთი კონსტრუქციის შექმნა რომლის გრძივი გადაადგილებისადმი წინააღმდეგობის ძალების ჯამი აღემატება წამვრის ძალების სიდიდეს.

ერთ-ერთ ასეთ დონისძიებას წარმოადგენს განცალკევებული სარელსო სამაგრების გამოყენება, განსკუთრებით მოზამბარე ელემენტებით, რომლებიც თითქმის მთლიანად გამორიცხავს ლიანაგის წამვრას. ლიანაგის წამვრის პროცესს ამცირებს აგრეთვე, ლიანდაგის დორდის ბალასტზე გადაყვანა. ცდებით დადგენილია, რომ ერთი დაუტვირთავი შპალის წინააღმდეგობა ლიანდაგის გრძივად გადაადგილებისადმი, დორდის ბალასტის შემთხვევაში, 800 კგ-ს ტოლია, ხოლო ქვიშის ბალასტის შემთხვევაში – 600 კგ.

ლიანდაგში წამვრის პროცესის შესაჩერებლად სპეციალური სხვადასხვა სისტემის მოწყობილობები – ძვრაწინაღები გამოიყენება.

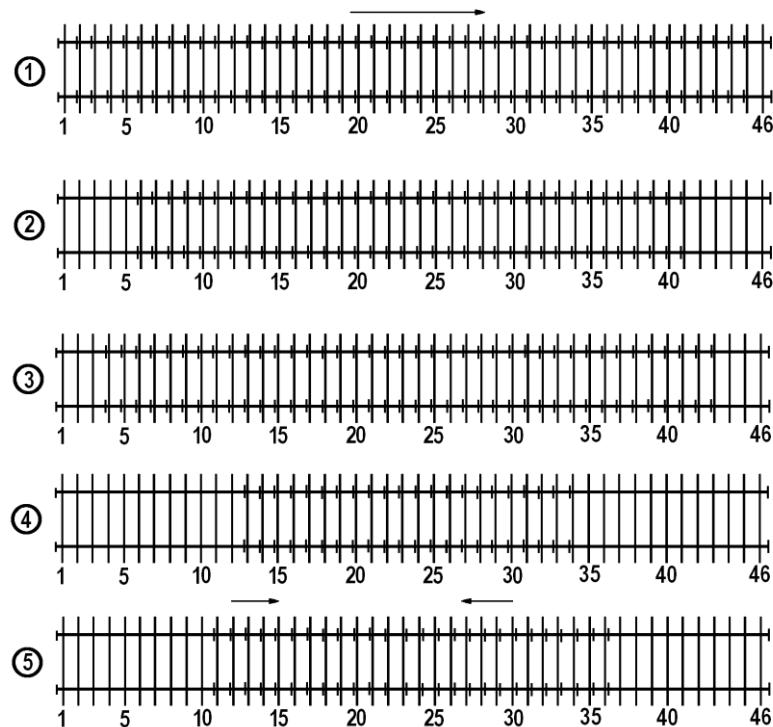
ძვრაწინაღების კონსტრუქციულად ყველაზე მარტივ და ექსპლუატაციის თვალსაზრისით ადვილად გამოსაყენებელ კონსტრუქციას მოზამბარე ძვრაწინაღები წარმოადგენს (ნახ. 3.60). ასეთი კონსტრუქციის ძვრაწინაღების დადებითი თვისებებია: ერთეულემენტიანობა, მცირე წონა. მოზამბარე ძვრაწინაღების წონა, რელსების ტიპის მიხედვით შეადგენს: $P65 - 1,28$ კგ, $P50 - 1,15$ კგ, $P43 - 1,01$ კგ. მოზამბარე ძვრაწინაღის რელსის ფუძის მიმართ წინაღობის ძალა 500 – 600 კგ-ის ტოლია.



ნახ. 3.60. მოზამბარე ძვრაწინაღი

ძვრაწინაღების რაოდენობა ერთ 25 მ სიგრძის სარელსო რგოლზე დამოკიდებულია: ლიანდაგის გეგმაზე და პროფილზე, უბნის მახასიათებლებზე, ბალასტის სახეობაზე და სხვა.

მოზამბარე ქვრაწინაღების რაოდენობა ერთ 25 მ სიგრძის სარელსო რგოლზე
მოცემულია ცხრილში 3.21, ხოლო მათი განლაგების სქემა მოცემულია ნახ. 3.61-ზე.



ნახ. 3.61. ქვრაწინაღების განლაგების სქემები:

წრეში ჩასმული ციფრები აღნიშნავს სქემის ნომერს; ციფრები წრეების გარეშე
აღნიშნავს 25 მეტრიან რგოლში შპალის ნომერს; ისრებით ნაჩვენებია
მატარებლების მოძრაობის მიმართულება

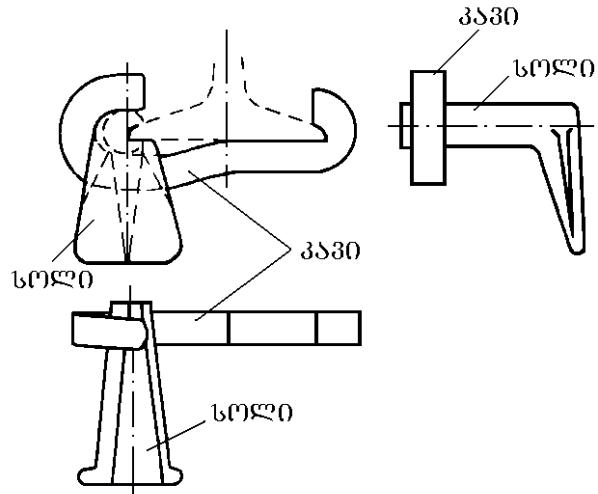
ცხრილი 3.21.

ლიანდაგის დახასიათება	სქემის ნომერი და ქვრაწინაღების წყვილთა რაოდენობა			
	ტვირთდაბაბულობა, მლნ.ტ.ბრ.კმ/კმ წელიწადში		ტვირთდაბაბულობა, მლნ.ტ.ბრ.კმ/კმ წელიწადში	
	10	> 10	არასამუხრუჭო	სამუხრუჭო
ორლიანდაგიანი უბნები და ერთლიანდაგიანი უბნები ერთი მიმართულებით მკვეთრად გამოხატული ტვირთნაკადებით	3{36/0*}	2{40/0*}	2{40/0*}	1{44/0*}
ერთლიანდაგიანი უბნები ორივე მიმართულებით დაახლოებით თანაბარი ტვირთნაკადებით	4{22/0*}	3{36/0*}	3{36/0*}	2{40/0*}
სასადგურო და სხვა ლიანდაგები	5{13/13}	5{13/13}	5{13/13}	5{13/13}

შენიშვნა: ფრჩხილებში წილადი აღნიშნავს ძვრაწინაღების წყვილთა რაოდენობას გატარებლების მოძრაობის იქით და აქეთ მიმართულებით;

* საწინააღმდეგო მიმართულებით რელეების დაძრის ნიშნების აღმოჩენისას, შპალის გეორგ მხრიდანაც უნდა დაკენდეს 13წყვილი ძვრაწინაღი.

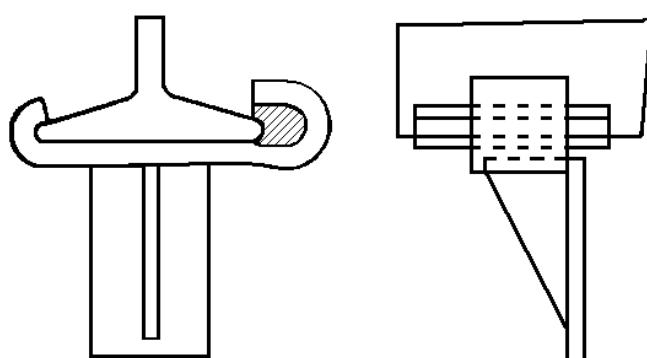
მოზამბარე ძვრაწინაღების გარდა თვითჩამჭედი ძვრაწინაღები გამოიყენება, რომელიც კავისა და თვითჩამჭედი სოლისაგან შედგება (ნახ. 3.62). არსებობს აგრეთვე შესტოპოლოვის და ისტომინის სისტემის სოლიანი ძვრაწინაღებიც (ნახ. 3.63). ასეთი ძვრაწინაღი შედგება კავისაგან, რომელიც მოიცავს რელესის ფუძეს და სოლისაგან ჩამოშვებული ღუზით – მიბჯენილი შპალზე.



ნახ. 3.62. თვითჩამჭედი ძვრაწინაღი

სოლიანი ძვრაწინაღის წონაა: 4 – 4,5 კგ, ხოლო დაძრის საწინააღმდეგო ძალა – 2500–3000 კგ.

სედი კავის ტრისიდან გვერდსედი



ნახ. 3.63. შესტოპოლოვისა და ისტომინის სოლიანი ძვრაწინაღი

3.7. ლიანდაგის ზედა ნაშენი ხიდებზე გვირაბებში და მუტროპოლიტებში.

3.7.1. ლიანდაგის ზედა ნაშენი ხიდებზე

ხიდებზე ლიანდაგი შეიძლება მოწყობილ იქნას ბალასტზე, ლითონის ან ხის განივებზე, რკინაბეტონის უბალასტო ფილებზე (ნახ. 3.64 – 3.66).

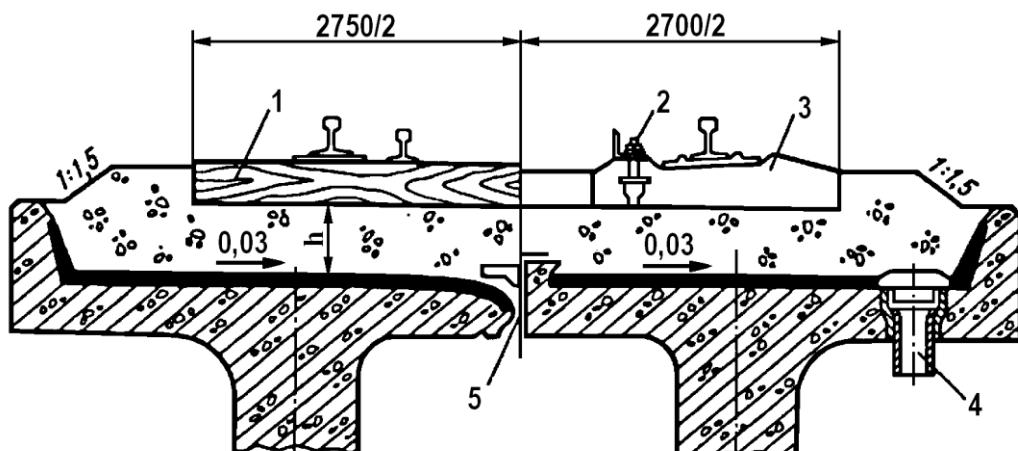
ხიდის ვაკისის კონსტრუქცია რკინიგზის ხიდების ვაკისის კონსტრუქციისა და მოწყობის მითითებებში მოცემულ ტექნიკურ ნორმებსა და მოთხოვნებს უნდა შეესაბამებოდეს.

ხიდებზე და მათთან მისასვლელებზე მაგარი ჯიშის ღორღის ბალასტი უნდა იქნას გამოყენებული. ხიდებზე და მათთან მისასვლელებზე სხვა სახეობის ბალასტის არსებობისას, ლიანდაგი გეგმიურად უნდა იქნას გადაყვანილი ღორღის ბალასტზე.

ბალასტის შრის (h) სისქე, შპალის ქვეშ, რელსქვეშა ზონაში, 25 სმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

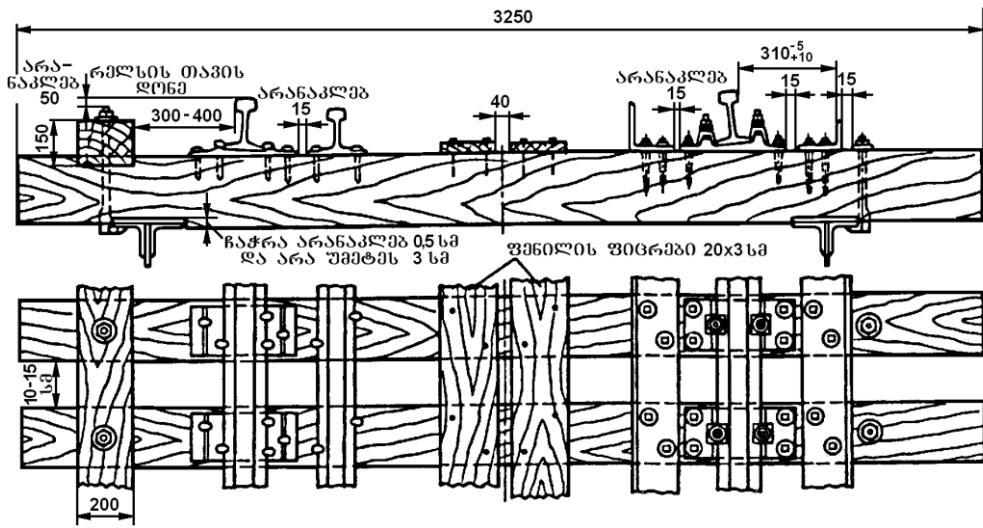
ბალასტის შრის მაქსიმალური სისქე შპალის ქვეშ არ უნდა აღემატებოდეს 40 სმ-ს, ხოლო ხოლო გადასახსნელ კონსოლებიან ხიდებზე – 35 სმ-ს.

აუცილებლობის შემთხვევაში, უბალასტო ხიდების მისასვლელებზე, შეიძლება მოეწყოს გადასასვლელი ლიანდაგი სპეციალური პროექტით.



ნახ. 3.64. ბალასტიანი ხიდის გაკისი ხის შპალებით (მარცხნივ) და რკინაბეტონის შპალებით (მარჯვნივ)

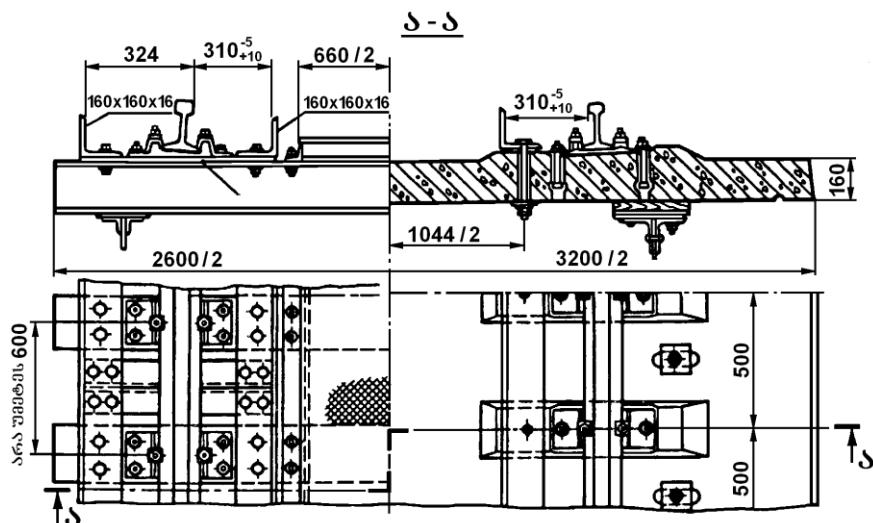
- 1 – ხის შპალები;
- 2 – კონტრაკუთხედის სამაგრი ჩასაღვებელი ჭანჭიკი;
- 3 – რკინაბეტონის შპალი Ш1-М მარკის, კონტრაკუთხედებით;
- 4 – მილი;
- 5 – საღრევნაურ ხერელი



ნახ. 3.65. ხიდის გაკისი ხის განივებზე (ხის ძელებზე):

მარცხნივ – კონტრარელსებით, ძვრის საწინააღმდეგო (დამცავი) ძელით და
რელსების ომბოხური მიმაგრებით;

მარჯვნივ – კონტრაკუთხედებით, ძვრის საწინააღმდეგო (დამცავი) კუთხედებით და
რელსების კლემა-შურუპული მიმაგრებით.



ნახ. 3.66. ხიდის გაკისი ლითონის განივებზე (მარცხნივ) და უბალასტო
რკინაბეტონის ფილებზე (მარჯვნივ)

ხიდებზე პირაპირები ერთიმეორის გასწვრივ ერთ სიბრტყეში უნდა
განლაგდეს. საპირაპირო ლრეჩოების სიდიდე რელსების ტემპერატურას ისევე უნდა
შეესაბამებოდეს, როგორც მათ მიმდებარე ლიანდაგის უბნებზე.

უბალასტო ვაკისის შემთხვევაში ხიდის ძელებზე ეწყობა, როგორც
შეკიდული, ასევე ძელზე განლაგებული პირაპირები. ბალასტიან ხიდებზე ეწყობა
შეკიდული პირაპირები.

სარელსო პირაპირები სანაპირო ბურჯების უკანა წიბოდან, ხოლო თაღურ ხიდებში – სადეფორმაციო ნაკერიდან და თაღის კლიტედან არა ნაკლებ 2 მ-ით უნდა იყოს დაშორებული. აგრეთვე, არ არის რეკომენდებული პირაპირების განლაგება გრძივი კოჭების წყვეტის ადგილებში და განივ კოჭებზე.

ომბოხური მიმაგრებისას ხიდებსა და გვირაბებში რელსები შპალების (ძელების) თითოეულ ბოლოზე 5 ცალი ომბოხით მიემაგრება. ხოლო განცალკევებული მიმაგრებისას – ისევე როგორც მთავარ ლიანდაგებზე, იმავე ტიპის სამაგრებით.

ლიანდაგის გრძივი წაძვრა ხიდებზე არ დაიშვება. იმ შემთხვევაში, როდესაც ხიდთან მისასვლელებზე ლიანდაგის ტიპური დამაგრების პირობებში ხიდზე ლიანდაგის ძვრა მაინც გადაეცემა, ლიანდაგის დამაგრება ხიდზეც ხორციელდება მოზამბარე ძვრაწინადების დაყენებით, უძრავი საყრდენი ნაწილების ახლოს, გაანგარიშების შედეგად მიღებული რაოდენობით. ხიდის ძელებიან ხიდებზე ძვრაწინადები დაყენდება ხიდის ძელებზე, რომლებიც მიმაგრებულია გრძივ ძელებზე ძვრასაწინააღმდეგო კუთხედებით. ბალასტიან ხიდებზე, ძვრაწინადები შპალებზე დაყენდება ისევე, როგორც ჩვეულებრივ ლიანდაგში.

ღრებო ავტობლოკირებულ უბნებზე სარელსო ქვესადებსა და კონტრკუთხედებს შორის ან ომბოხებამდე, რომლებიც ამაგრებენ კონტრრელსებს ხიდის ძელებთან, აგრეთვე თათიანი ჭანჭიკების საყელურებსა და სარელსო ქვესადებამდე დაძვრის საწინააღმდეგო (დამცავი) კუთხედებით 15 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

კონტრკუთხედებს (კონტრრელსებს) აყენებენ:

ბალასტიან ხიდებზე სიგრძით 50 მ-ზე მეტი ან ხიდებზე, რომლებიც განლაგებულია მრუდებში რადიუსით 600 მ-ზე ნაკლები;

ბალასტიან გზაგამტარებზე სრული სიგრძით მეტი 25 მ-ზე, აგრეთვე მათი განლაგებისას მრუდებში რადიუსით ნაკლები 1000 მ-ზე;

ხიდებზე და გზაგამტარებზე ლითონისა და ხის განივებით (ხიდის ძელებით), უბალასტო რკინაბეტონის ფილებით ხიდის ვაკისის სიგრძით მეტი 5 მ-ზე ან მათი განლაგებისას მრუდებში რადიუსით ნაკლები 1000 მ;

დგარების ტიპის ბურჯებიანი გზაგამტარებისა და საქვეითო ხიდების ქვეშ განლაგებულ ლიანდაგებზე, როცა ლიანდაგის დერმიდან ბურჯის წიბომდე მანძილი 3 მ-ზე ნაკლებია;

ორლიანდაგიან გვირაბებში;

მრავალლიანდაგიან ხიდებზე საერთო საბალასტო გარცლით (მხოლოდ განაპირა ლიანდაგებში).

ექსპლუატაციაში მყოფ ხიდებზე, გზაგამტარებზე და გვირაბებში, კაპიტალურ შეკეთებამდე დამცავი მოწყობილობის სახით შეიძლება შენარჩუნებულ იქნას კონტროლსები.

კონტრკუთხედების განივი კვეთის ზომები უნდა იყოს 160x160x16 მმ. ექსპლუატაციაში მყოფ ხიდებზე გადაკეთებამდე ან კაპიტალურ შეკეთებამდე შეიძლება შენარჩუნებულ იქნას კონტრკუთხედები, ნაკლები განივი კვეთის ზომებით, მაგრამ არანაკლებ 150x100x14 მმ.

კონტრკუთხედებად (კონტრრელსებად) გამოყენებულ უნდა იქნას კუთხედები (რელსები) სიგრძით არა ნაკლებ 6 მ. კონტრრელსების პირაპირები ერთდება ტიპური ოთხნახვრეტიანი ზესადებებით.

კონტრკუთხედები მაგრდება ყოველ ძელზე (ხის შპალზე) ორი ომბოხით ან კუთხედის ჰორიზონტალურ თაროში გაკეთებულ 25-27 მმ დიამეტრის ნახვრეტებში გატარებული შურუპებით, ხოლო კონტრრელსები მიეჭდება ძელებზე (ხის შპალებზე) ორი ომბოხით ან შურუპით; რკინაბეტონის III-IM ტიპის შპალებზე (იგება ბალასტიან ხიდებზე) კონტრკუთხედები მაგრდება ჩასადგმელი ჭანჭიკებით.

კონტრკუთხედები (კონტრრელსები) გრძელდება სანაპირო ბურჯების უკანა კედლამდე ან ჩასადგმელ ფარამდე, შემდგომ მათი ბოლოები არა ნაკლებ 10 მ მანძილზე ერთდება და შეპირაპირდება ბუნიკით.

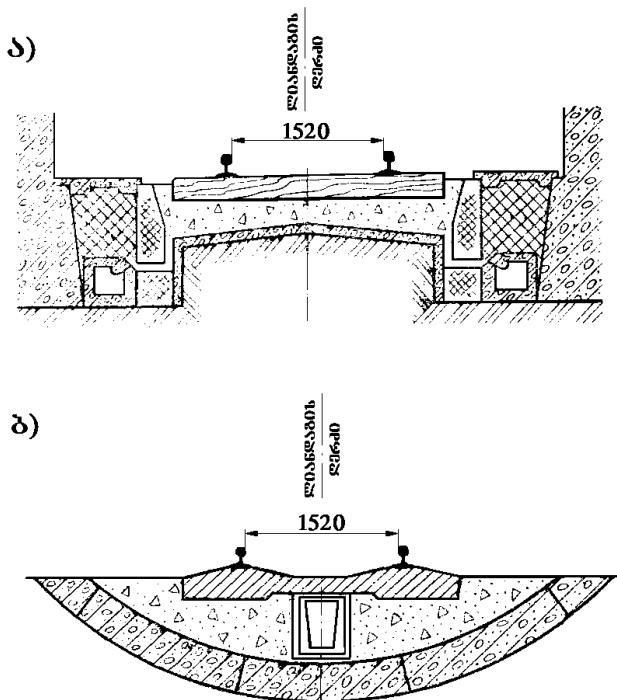
გზაგამტარის ხიდებზე და გვირაბებში კონტრკუთხედები (კონტრრელსები) ეწყობა ნაგებობების მთელ სიგრძეზე, შემდგომ კი მათი ბოლოები ერთდება და ბუნიკით შეპირაპირდება.

მრუდებში განლაგებულ ხიდებზე ხის განივი ძელებით, გარე რელსის შემაღლება მიიღწევა მალის ნაშენის განივად დახრილად დაყენებით, უკიდურეს შემთხვევაში კი ხის განივი ძელების ქვეშ ხის ქვესადებების დაყენებით, სარკინიგზო ხიდებზე ხიდის ვაკისის კონსტრუქციისა და მოწყობის მითითებების მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

ბალასტიან ხიდებზე გარე რელსის შემაღლება მიიღწევა ბალასტის შრის სისქის გაზრდის ხარჯზე გარე რელსის ქვეშ, ხოლო ლითონის განივებზე და რელსების უშუალოდ რკინაბეტონის ფილებზე დაგებისას, გარე რელსის შემაღლება სპეციალური პროექტების მიხედვით ხორციელდება.

3.7.2. ლიანდაგის ზედა ნაშენი გვირაბებში

გვირაბებში ლიანდაგი შეიძლება მოწყობილი იყოს, როგორც ბალასტზე (ნახ. 3.67-ა), ისე უბალასტოდ (ნახ.3.67-ბ). გვირაბებში და მის ორთავე მხარეს მისასვლელებზე 200 მ მანძილზე, ლიანდაგი ღორღის ბალასტზე უნდა იქნას მოწყობილი, შპალის ქვეშ სისქით არანაკლებ 25 სმ. იმ შემთხვევაში, როდესაც გვირაბის გაბარიტები არ იძლევა აღნიშნული ნორმის გამოყენების საშუალებას, ბალასტის სისქე შეიძლება შემცირდეს 20 სმ-მდე, ხოლო განსაკუთრებულ შემთხვევაში 15 სმ-მდე.



ნახ. 3.67. ლიანდაგის კონსტრუქციები გვირაბებში ღორღის ბალასტზე:

ა – ხის შპალებით; ბ – რკინაბეჭონის შპალებით.

გვირაბებში უბალასტო ლიანდაგი ეწყობა სპეციალური პროექტების მიხედვით.

გვირაბებში შპალების რაოდენობა 1 კმ-ზე უნდა გაიზარდოს 2000 ცალი/კმ-მდე, ნაცვლად გადასარჩენზე 1840 ცალი/კმ-ისა, და შესაბამისად 1840 ცალი/კმ-მდე, ნაცვლად 1600 ცალი/კმ-ისა გადასარჩენზე.

გვირაბებში ლიანდაგის ბალასტიანი ზედა ნაშენით, ლიანდაგი ძვრის საწინააღმდეგოდ ისევე დამაგრდება, როგორც ჩვეულებრივ ლიანდაგში, ხოლო გვირაბებში უბალასტო ზედა ნაშენით – სპეციალური პროექტის მიხედვით.

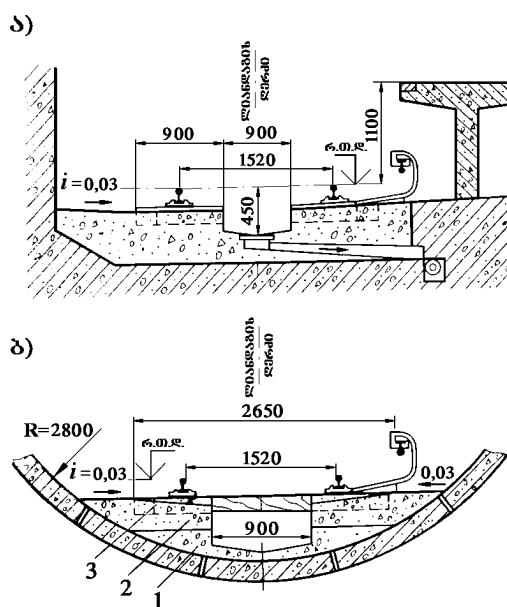
დიდ ხიდებზე და გვირაბებში სიგრძით 100 მ-ზე მეტი და უკელა გასახსნელმალიან ხიდებზე, აგრეთვე მათთან მისასვლელებზე ორივე მხარეს უნდა დაიგოს თერმოგამტკიცებული $P 65$ ტიპის რელსები. დანარჩენ ხიდებზე და გვირაბებში გამოიყენება იმავე ტიპის რელსები, როგორიც გადასარბენზე.

ხიდებზე და გვირაბებში ლიანდაგის მოვლა-შენახვისას ლიანდაგის მიმდინარე მოვლა-შენახვის ინსტრუქციის მოთხოვნების დაკმაყოფილების გარდა აუცილებელია ხელოვნური ნაგებობების მოვლა-შენახვისა და ხიდის ვაკისის კონსტრუქციისა და მოწყობის მითითებების დებულებებით ხელმძღვანელობა.

3.7.3. ლიანდაგის ზედა ნაშენი მეტროპოლიტენში

მეტროპოლიტენის ღია უბნებზე, რკინიგზის ლიანდაგის ზედა ნაშენი არ განსხვავდება მაგისტრალური რკინიგზების ზედა ნაშენისაგან, გარდა მესამე საკონტაქტო რელსისა, რომელიც შეკიდულია სპეციალურ კრონშტეინებზე. მისი დანიშნულებაა მოძრავი შემადგენლობის ელექტრომომარაგება.

მეტროპოლიტენის გვირაბებში ლიანდაგის ზედა ნაშენი ეწყობა ხის შპალებზე, რომელიც ჩაბეტონებულია საფუძვლის ბეტონში (ნახ. 3.68.-ბ). რელსები შპალებზე მაგრდება სპეციალური „მეტროს“ ტიპის შუალედური სამაგრებით.



ნახ. 3.68. ლიანდაგის კონსტრუქციები მეტროპოლიტენის გვირაბებში:

δ – ხადგურებში; δ – გადასარბებზე.

მეტროპოლიტენის სადგურებში ლიანდაგის ზედა ნაშენი ეწყობა, საფუძველში ჩაბეტონებულ ნახევარშპალებზე (ნახ.3.68-ა)

3.8. ლიანდაგის ზედა ნაშენის პროგრესული კონსტრუქციები

3.8.1. უპირაპირო ლიანდაგი

რკინიგზის ლიანდაგის ყველაზე პროგრესულ და თანამედროვე კონსტრუქციას უპირაპირო ლიანდაგი წარმოადგენს.

მუშაობისა და ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით უპირაპირო ლიანდაგი არსებობს: **ტემპერატურულად დაძაბული, ტემპერატურული ძაბვების სეზონური განმუხტვის გარეშე და ტემპერატურული ძაბვების სეზონური განმუხტვით.**

უფრო უფექტიანია ტემპერატურულად დაძაბული უპირაპირო ლიანდაგის გამოყენება ტემპერატურული ძაბვების სეზონური განმუხტვის გარეშე.

უპირაპირო ლიანდაგს ტემპერატურული ძაბვების სეზონური (გაზაფხულზე და შემოდგომაზე) განმუხტვით იყენებენ მაშინ, როდესაც ადგილობრივი პირობების (ტემპერატურის ცვალებადობის მაღალი წლიური ამპლიტუდა, მძიმეწონიანი მოძრავი შემადგენლობის მუშაობა, ლიანდაგის კონსტრუქციის არასაკმარისი სიმძლავრე) გამო, რელსებში შეიძლება აღიძრას დასაშვებზე მეტი სიდიდის ძაბვები, რის გამოც ლიანდაგი ვერ აკმაყოფილებს მდგრადობის პირობას.

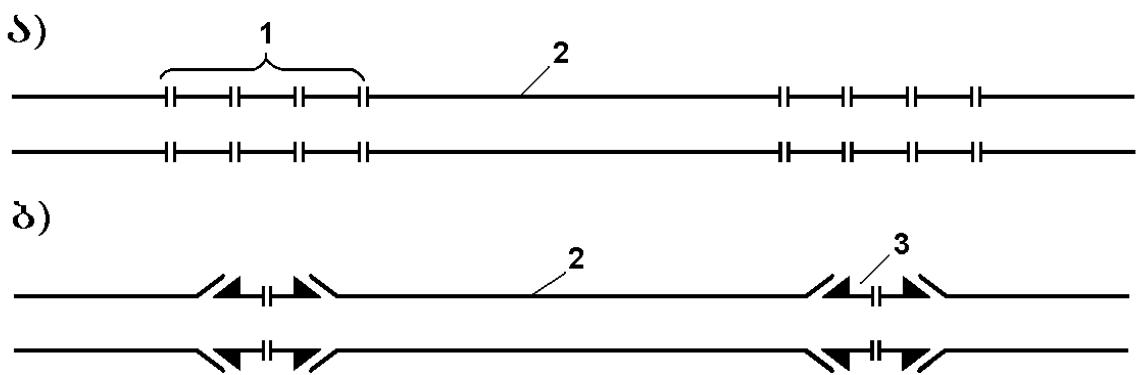
ტემპერატურულად დაძაბული უპირაპირო ლიანდაგის განმასხვავებელ თავისებურებას, რელსებში დამატებით მნიშვნელოვანი სიდიდის ძაბვების არსებობა წარმოადგენს, რომლებიც ტემპერატურის ცვალებადობის პირობებში, რელსის ბოლოების გრძივ გადაადგილებას იწვევს. ეს მოვლენა განაპირობებს უპირაპირო ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციის, მისი დაგების ტექნოლოგიის, მოვლა-შენახვის და შეკეთების სპეციალური მოთხოვნების ჩამოყალიბებას.

უპირაპირო ლიანდაგის კონსტრუქციისადმი წაყენებული უმთავრესი მოთხოვნებია:

- ტემპერატურული ძაბვების კომპენსაციისათვის, რელსებს დუნგაზე და გრეხაზე მუშაობისათვის უნდა გააჩნდეს სიმტკიცის $1250-1500 \text{ კგ/სმ}^2$ მარაგი;
- სარელსო რგოლები ტემპერატურის მატების შემთხვევაში უნდა უზრუნველყოფდეს ლიანდაგის მდგრადობას გაგდების საწინააღმდეგოდ;
- ბალასტის პრიზმა უნდა უზრუნველყოფდეს სარელსო რგოლების გრძივი და განივი მიმართულებით გადაადგილებისადმი მდგრადობას;

- რელსების მაქსიმალურად დაგრძელების შემთხვევაში სარელსო სამაგრებმა არ უნდა დაუშვას საპირაპირო ღრებოების ოვდაპირველი სიდიდის ცვალებადობა 10-12 მმ-ზე მეტი სიდიდით. ამისათვის საჭიროა, რომ შუალედური სამაგრების გრძივი წინაღობა ერთი სარელსო ძაფისათვის 25 კგ/სმ, ხოლო საპირაპირო სამაგრების წინაღობა P50 და P65 ტიპის რელსებისათვის შესაბამისად 30 ტდ და 40 ტდ-ის ფარგლებში უნდა იყოს. უპირაპირო სარელსო გადაბმების ურთიერთშეპირაპირება შეიძლება განხორციელდეს:

- გამაწონასწორებელი რელსებით (ნახ.3.69-ა);
- გამაწონასწორებელი მოწყობილობების საშუალებით (ნახ.3.69-ბ).



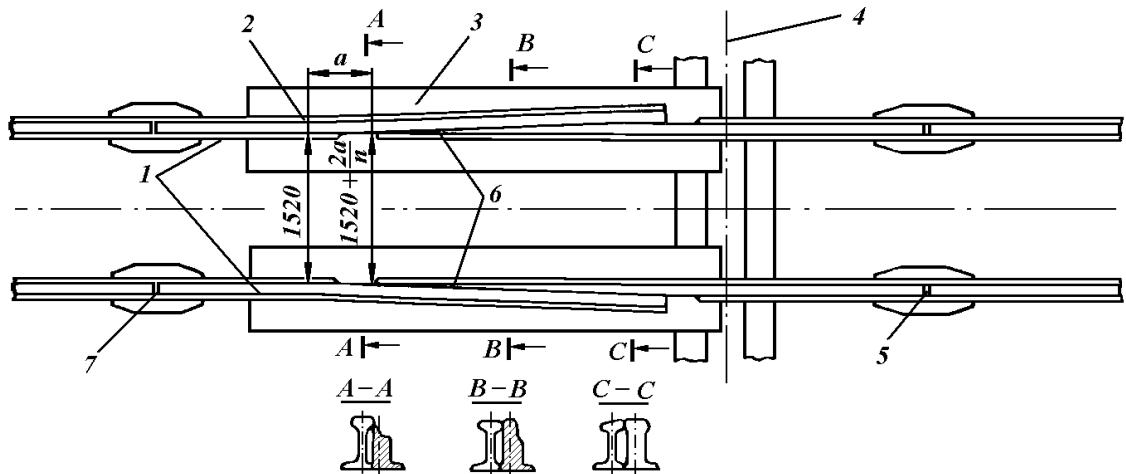
ნახ.3.69. შედუღებული უპირაპირო სარელსო გადაბმების შეპირაპირების სქემები:

ა - გამაწონასწორებელი რელსებით; ბ - გამაწონასწორებელი მოწყობილობებით:

1 - გამაწონასწორებელი მალი; 2 - უპირაპირო სარელსო გადაბმა; 3 - გამაწონასწორებელი მოწყობილობა.

პირველი ვარიანტის დროს უპირაპირო სარელსო გადაბმებით და მათ შორის ჩაგებული 3-4 ცალი ნორმალური სიგრძის (გამაწონასწორებელი) რელსებით (ნახ.3.69-ა). ტემპერატურული ძაბვების განმუხტვის დროს გამაწონასწორებელ რელსებს ლიანდაგიდან ამოიღებენ, უპირაპირო სარელსო გადაბმებზე მოუშვებენ შუალედურ სამაგრებს და მას აძლევენ სიგრძის თავისუფალი ცვალებადობის საშუალებას. შემდეგ უჭერენ შუალედურ სამაგრებს უპირაპირო სარელსო გადაბმის შუა წერტილიდან ბოლოებისაკენ. ლიანდაგიდან ამოღებული ნორმალური სიგრძის გამაწონასწორებელი რელსების ნაცვლად ლიანდაგში ჩააგებენ დამოკლებულ რელსებს, ან პირიქით.

მეორე ვარიანტის დროს 800 მეტრიან უპირაპირო სარელსო გადაბმებს შორის გამაწონასწორებელი რელსების ნაცვლად ეწყობა გამაწონასწორებელი მოწყობილობა. გამაწონასწორებელი მოწყობილობა წააგავს კალმისა და ჩარჩო რელსის კვანძს და უზრუნველყოფს სარელსო რგოლების ბოლოების გრძივ გადაადგილებას 50 სმ-მდე მანძილით (ნახ.3.70).



ნახ.3.70. გამაწონასწორებელი მოწყობილობა მოძრავი ულვაშა რელსებით:

1 – ჩარჩო რელსები; 2 – ჩარჩო რელსის გაღუნვისა და ჩამორანდვის დასაწესი; 3 – ლაფები; 4 – მეზობელი ტემპურატურული ძალების საზღვარი; 5 – უკანა პირაპირი; 7 – წინა პირაპირი.

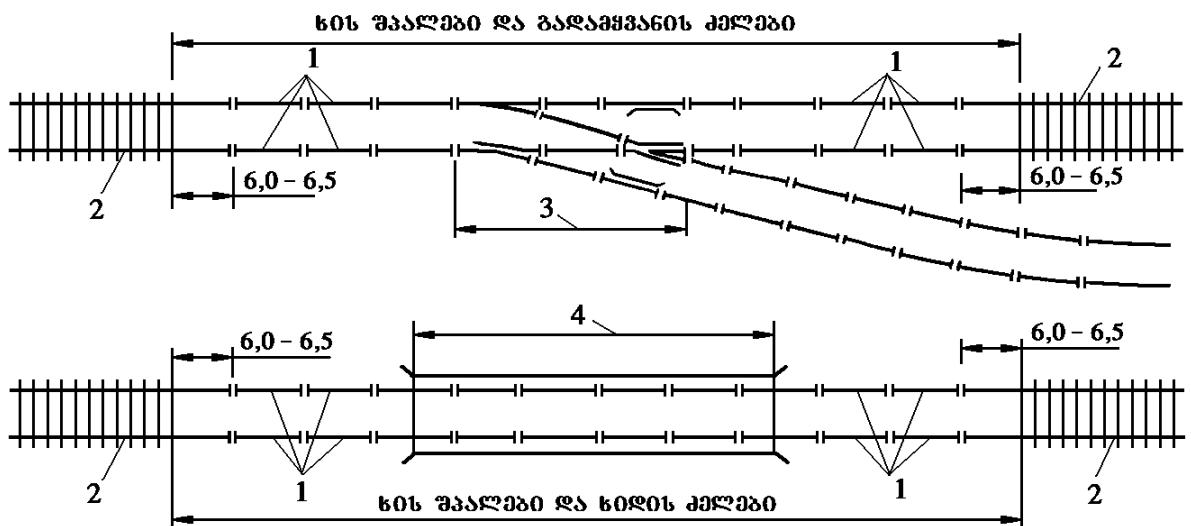
ტემპურატურული ძაბვების სეზონური განმუხტვით უპირაპირო ლიანდაგის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს, განმუხტვის სამუშაოების მაღალი შრომატევადობა. ამიტომ უპირატესობა ენიჭება ტემპურატურულად დაძაბულ უპირაპირო ლიანდაგს, ძაბვების სეზონური განმუხტვით.

უპირაპირო ლიანდაგის გამოყენების უმთავრესი უპირატესობებია:

- ლითონის ხარჯის შემცირება საპირაპირო სამაგრების ელემენტების გამორიცხვის ხარჯზე, რომელიც 12,5 მ სიგრძის რელსებიან ლიანდაგთან შედარებით 7,8 ტონას შეადგენს 1 კმ-ზე;
- პირაპირებში თვლის დარტყმითი ზემოქმედების გამორიცხვა;
- რელსებისა და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების ცვეთის შემცირება;
- რელსების მწყობრიდან გამოსვლა საპირაპირო დეფექტების შედეგად;
- მატარებლის მოძრაობის წინააღმდეგობის შემცირება;
- ლიანდაგისა და მოძრავი შემადგენლობის მოვლა-შენახვის და შეკეთებების ხარჯების შემცირება.

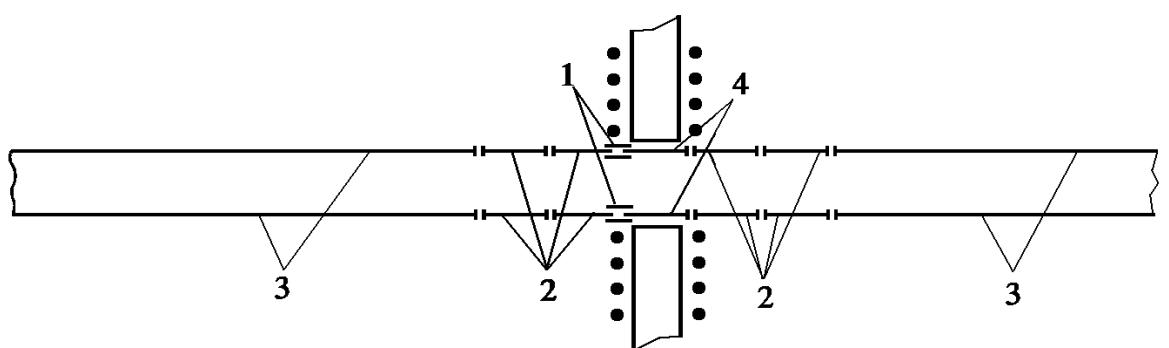
უპირაპირო ლიანდაგის დაგებისა და მოვლა-შენახვის ტექნიკური მითითებების მიხედვით, უპირაპირო სარელსო გადაბმების სტანდარტულ სიგრძედ მიღებულია 800 მ და მათი დაგება დაშვებულია მრუდებში $R \geq 350\text{მ}$ და ხიდებზე მალის სიგრძით 68 მ-მდე. ამჟამად რეკომენდებულია შედუდებული სარელსო გადაბმების სტანდარტული სიგრძის გაზრდა 950 მ-მდე.

უპირაპირო ლიანდაგის ისრულ გადამყვანებთან, ხიდებისა და სალიანდაგო გადასავალებთან მიერთებისას საჭიროა მთელი რიგი დონისძიებების განხორციელება. უპირაპირო ლიანდაგის ისრულ გადამყვანებთან და ხის განივდელებიან ხიდებთან, აგრეთვე სარკინიგზო გადასავალებთან მიერთების სქემები მოცემულია (ნახ.3.71 და 3.72).



ნახ.3.71. რკინაბეჭონის შპალებიანი უპირაპირო ლიანდაგის ისრულ გადამყვანებთან და ხის განივდელებიან ხიდებთან მიერთების სქემა:

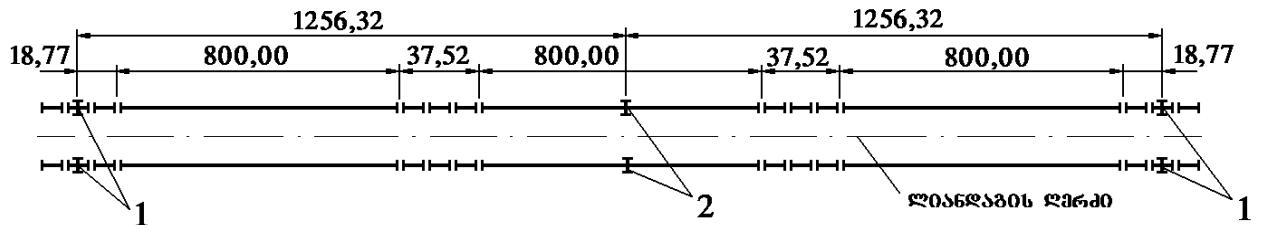
1 – გამაწონასწორებული რელსები; 2 - უპირაპირო სარელსო გადაბმები; 3 – ისრული გადამყვანი; 4 – ხელოვნური ნაგებობა პირაპირიანი ლიანდაგით.



ნახ.3.72. უპირაპირო სარელსო გადაბმების შეერთების სქემა სარკინიგზო გადასავალებზე:

1 – იზოლირებული პირაპირით; 2 – გამაწონასწორებული რელეები; 3 – უპირაპირო სარელეო გადაბმები; 4 – გადასავალის ხავალი ნაწილის გადამფარავი რელეები.

1256,32 გ სიგრძის ბლოკუბნის ფარგლებში შედევებული სარელეო გადაბმების განლაგების ერთ-ერთი ვარიანტი მოცემულია ნაბ.3.73.



ნაბ.3.73 უპირაპირო სარელეო გადაბმების განლაგების სქემა 1256,32 გ სიგრძის ბლოკუბნის ფარგლებში:

1 – უწევებულ ჭანჭიკებიანი პირაპირები ჩაღულებული გამაწონასწორებული რელეები; 2 – უწევებულ ჭანჭიკებიანი პირაპირები ჩაღულებული უპირაპირო სარელეო გადაბმები.

მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების რკინიგზებზე ცდების სახით დაგებულია ბლოკუბნის და ზოგჯერ მთელი გადასარბენის სიგრძის ტოლი უპირაპირო სარელეო გადაბმები.

3.8.2. ლიანდაგის ზედა ნაშენი რკინაბეტონის ბლოკურ საფუძველზე

ბალასტიანი რკინიგზის ლიანდაგი 150 წელზე მეტი წელის განმავლობაში არსებობს. ასეთ კონსტრუქციას გააჩნია რიგი უპირატესობები:

- მარტივია ექსპლუატაციის თვალსაზრისით და შეიძლება მისი ცალკეული ელემენტების შეცვლა;
- ადგილად ექვემდებარება ლიანდაგის ზედა ნაშენის თანდათანობით გაძლიერებას და ამ მიზეზით მისი მოწყობისა და მოვლა-შენახვის ნორმების ცვალებადობას;
- დაზიანების შემთხვევაში ადგილად აღსადგენია.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გამო ტვირთდაბულობის, დერძზე მოსული დატვირთვებისა და მოძრაობის სიჩქარეების განუხერელი ზრდის პირობებში ლიანდაგის კონსტრუქციას ბალასტზე ჯერ კიდევ არ ამოუწურავს თავისი შესაძლებლობები.

ასეთ პირობებში ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქციის გაძლიერების ღონისძიებები შემდეგი მიმართულებით უნდა განხორციელდეს:

- რელსის წონის ზრდის გზით;
- შპალების ეპიურის ზრდის ხარჯზე;
- ლიანდაგის ღორღის ბალასტზე დაყენებით;
- უპირაპირო ლიანდაგის ფართოდ დანერგვით.

რკინიგზის ლიანდაგის მუშაობის პირობების კიდევ უფრო გართულების შემთხვევაში დღის წესრიგში დადგება ლიანდაგის კონსტრუქციის გაძლიერების საკითხი მაღალი ხანმედეგობის და ხელსაყრელი საექსპლუატაციო პირობების მქონე ზედა ნაშენის ახალი კონსტრუქციის შექმნის გზით. ასეთ კონსტრუქციას წარმოადგენს რკინაბეტონის ბლოკური რელსქვეშა საფუძველი.

რკინაბეტონის ბლოკური რელსქვეშა საფუძველის დადებითი მხარეებია:

- ლიანდაგის თანაბარდერეკადობა მის მთელ სიგრძეზე;
- შედარებით მსუბუქი რელსების გამოყენების შესაძლებლობა;
- გრძივი და განივი გადაადგილებისადმი მაღალი წინააღმდეგობა, რაც მეტად მნიშვნელოვანია უპირაპირო ლიანდაგის გამოყენებისას;
- მაღალი ხანგამძლეობა და ექსპლუატაციის სიადვილე.

მიუხედავად მნიშვნელოვანი უპირატესობისა რკინაბეტონის ბლოკურმა რელსქვეშა საფუძველმა, დღემდე ფართო გავრცელება ვერ ჰპოვა. ამის ძირითადი მიზეზებია:

- ასეთი კონსტრუქციების მუშაობის პირობების პრაქტიკული შესწავლის მასალების სიმწირე;
- მისი მოწყობისათვის ძვირადდირებული მასალების დიდი ხარჯი;
- მაღალი ღირებულება.

დადგენილია, რომ 1კმ რკინაბეტონის ბლოკური რელსქვეშა საფუძველის მოსაწყობად საშუალოდ საჭიროა: ცემენტი – 240 ტ, ღორღი ან ხრეში – 712 ტ³, ქვიშა – 360 ტ³, არმატურა 219 ტ, სხვადასხვა ფოლადი – 226 ტ.

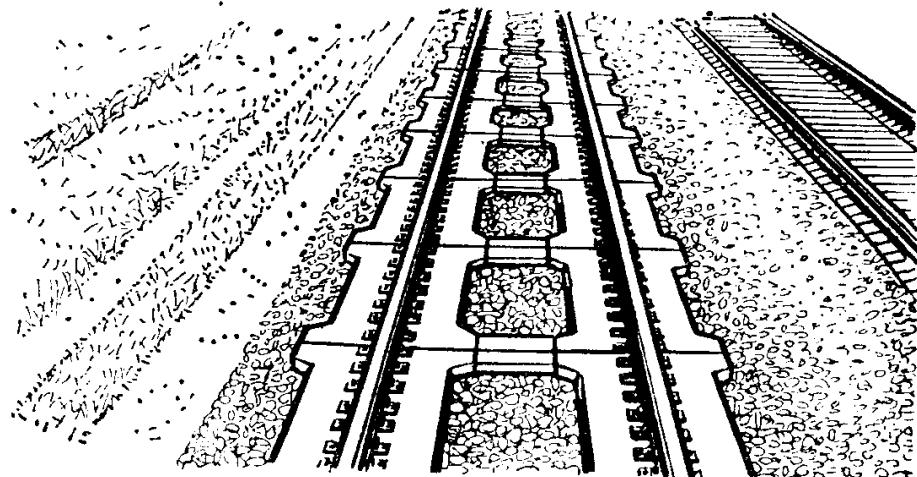
საორიენტაციო გაანგარიშებებით, რკინაბეტონის ბლოკური რელსქვეშა საფუძველის ნაზღაურობის ვალა, 80 მლნ.ბრ.ტ.კმ/კმ.წ. ტვირთდაბაძულობის შემთხვევაში, 5 – 8 წელს შეადგენს, რაც განპირობებულია კონსტრუქციის მაღალი ღირებულებილ.

რკინაბეტონის ბლოკური რელსქვეშა საფუძველის გამოყენების მცდელობა 1909 წლიდან იწყება, როდესაც რუსეთში ინჟ. ნ.დოლგოვმა დნეპრისპირეთის გზაზე

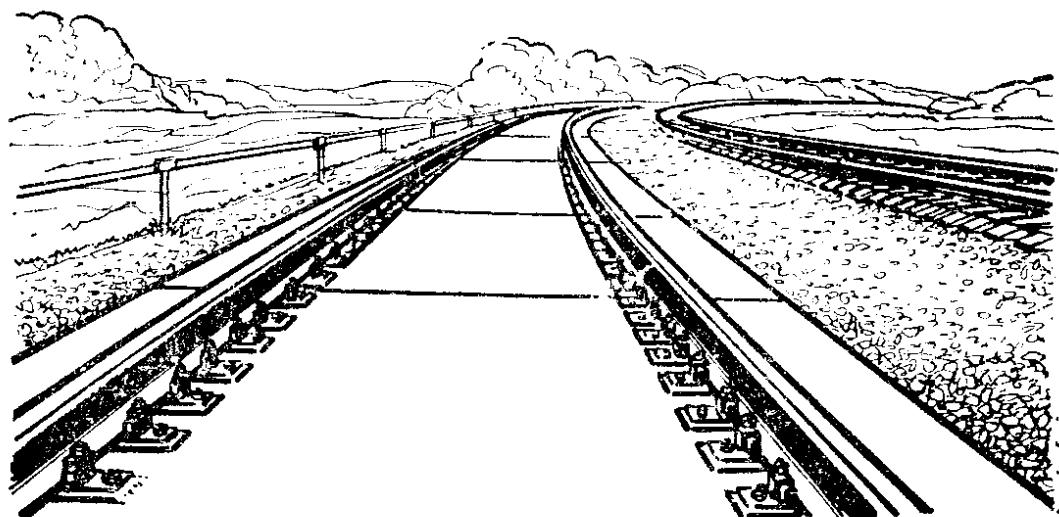
დააგო 98 მეტრი სიგრძის უბალასტო ბეტონის რელსქვეშა საფუძველი შპალების გარეშე.

1926 – 1929 წლებში აშშ-ში პერ-მარკეტის რკინიგზაზე ლიანდაგი დაგეხულ იქნა ბეტონის საფუძველზე. 1946 წლიდან ყოფილ საბჭოთა კავშირში მიმოსვლის გზათა სამინისტროს ცენტრალურ სამეცნიერო კვლევით ინსტიტუტში დაიწყო მუშაობა 25 მეტრიან საცდელ უბანზე რკინაბეტონის რელსქვეშა საფუძველის შესაქმნელად.

1959 – 1959 წლებსი პროფ. მ.ბრომბერგისა და ნ.ისაევის ხელმძღვანელობით დამუშავებულ იქნა რკინაბეტონის რელსქვეშა საფუძველის 10 ვარიანტი. მათ შორის წოლანა-ჩარჩოვანი (ნახ.3.74) და ფილოვანი (ნახ.3.75) კონსტრუქციები ამჟამად მუშაობს ლიანდაგში.

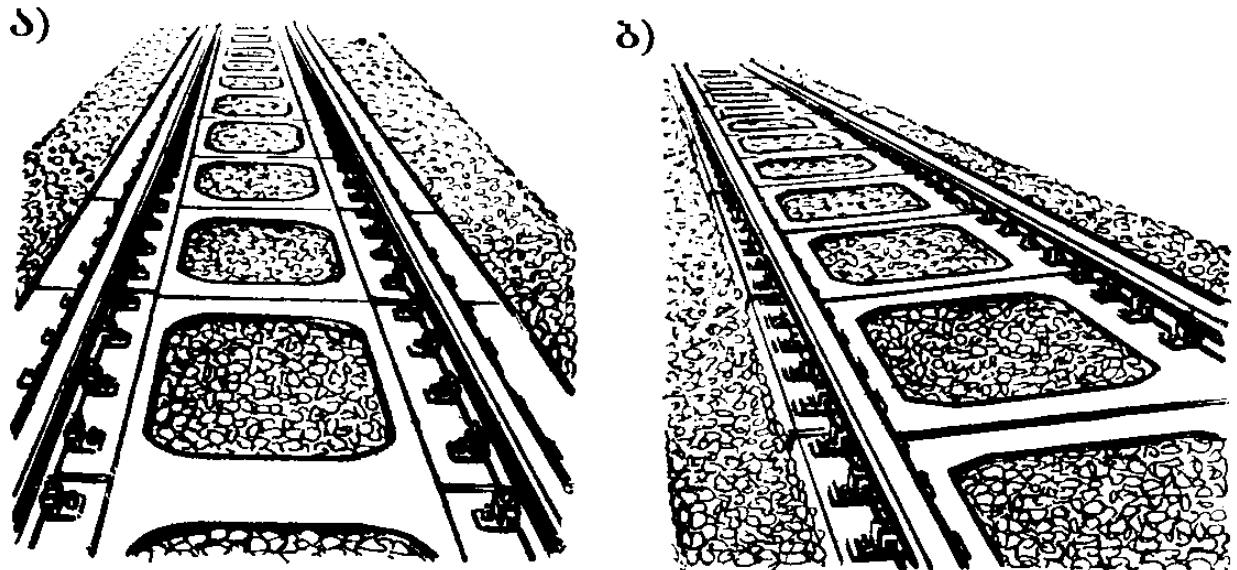


ნახ.3.74 წოლანა-ჩარჩოვანი რკინაბეტონის რელსქვეშა საფუძველი



ნახ.3.75 რკინაბეტონის რელსქვეშა ფილოვანი საფუძველი

უნდა აღინიშნოს, რომ წოლანა-ჩარჩოვან კონსტრუქციას გააჩნია სახსრები, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფს ლიანდის სიგანის სტაბილურობას. ამიტომ ამჟამად გამოცდას გადის მცირებაბარიტიანი ჩარჩოვანი კონსტრუქციები, რომლებიც ცვლის 4 შპალს (ნახ.3.76).



ნახ.3.76 მცირებაბარიტიანი რკინაბეტონის ჩარჩოვანი კონსტრუქციები:

ა - MPR-1, წოლანის სიგანით 75 სმ, P65 ტიპის რელსებისათვის; ბ - MPR-2, წოლანის სიგანით 60 სმ, P65 ტიპის რელსებისათვის

რკინაბეტონის ბლოკური რელსქეშა საფუძველის სხვადასხვა კონსტრუქციების გამოცდა და დანერგვა წარმატებით მიმდინარეობს გერმანიის, საფრანგეთის, ჩეხეთის, იაპონიის, აშშ-ს და სხვა ქვეყნების რკინიგზებზე.

ՃՈՅԵՐՁՅԱՅԻՆ:

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь М,: Транспорт, 1987. 480 с..
2. Шахунянц 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 указания 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. Басилова В.В.и Чернышева М.А. Т. 1 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,: «БРЭ», 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 გ ი

რკინიგზის ლიანდაბი

ნაწილი I.

	გვ.
ლიანდაბის ზედა ნაშენის პრესტრუქცია	4
თავი 1 რკინიგზის ლიანდაგის მუშაობის პირობები და გენერალური პარამეტრები	4
1.1 რკინიგზის ლიანდაგის მუშაობის პირობები	4
1.2 რკინიგზის გენერალური პარამეტრები და ლიანდაგის კონსტრუქციის შერჩევის პრინციპები	6
თავი 2 გაბარიტები და არაგაბარიტული გადაზიდვები	10
2.1 გაბარიტები	10
2.2 არაგაბარიტული გადაზიდვები	16
თავი 3 ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტები	17
3.1 რელსები	17
3.1.1 რელსების დანიშნულება და მათდამი წაყენებული მოთხოვნები	17
3.1.2 რელსების პროფილი და განივი კვეთის ძირითადი ზომები	19
3.1.3 სარელსო მასალა	23
3.1.4 რელსების წონა	25
3.1.5 რელსების სიგრძე და საპირაპირო ღრებოს სიდიდე	29
3.1.6 რელსების ხარისხი და ნიშანდება	31
3.1.7 რელსების სამსახურის ვადა და დაფუქტები	32
3.1.8 მძიმე ტიპის რელსების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა	39
3.2 რელსქვეშა საფუძველი	41
3.2.1 რელსქვეშა საფუძვლის სახეები, დანიშნულება, წაყენებული მოთხოვნები და შპალების ეპიურა	41
3.2.2 ხის შპალები	45
3.2.3 რკინაბეტონის შპალები	53
3.2.4 ლითონის შპალები	58
3.3 სარელსო სამაგრები და პირაპირები	61
3.3.1 სარელსო სამაგრების სახეები, დანიშნულება და წაყენებული მოთხოვნები	61
3.3.2 საპირაპირო სარელსო სამაგრები	61
3.3.3 შუალედური სარელსო სამაგრები	73

3.4 ბალასტი და ბალასტის შრე	83
3.4.1 ბალასტის შრის დანიშნულება, მისი მუშაობის პირობები და წაყენებული მოთხოვნები	83
3.4.2 საბალასტო მასალა	83
3.4.3 ბალასტის შრის განივი პროფილები	86
3.4.4 ბალასტის შრის სამსახურის ვადა	88
3.4.5 ღორღის ბალასტის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა	90
3.5 ლიანდაგის ზედა ნაშენი მთლიანობაში	92
3.6 ლიანდაგის წაძვრა და წაძვრის საწინააღმდეგო ღონისძიებები	93
3.6.1 ლიანდაგის წაძვრის გამომწვევი მიზეზები	93
3.6.2 ლიანდაგის წაძვრის საწინააღმდეგო ღონისძიებები	96
3.7 ლიანდაგის ზედა ნაშენი ხიდებზე, გვირაბებში და მეტროპოლიტებში	99
3.7.1 ლიანდაგის ზედა ნაშენი ხიდებზე	99
3.7.2 ლიანდაგის ზედა ნაშენი გვირაბებში	103
3.7.3 ლიანდაგის ზედა ნაშენი მეტროპოლიტენში	104
3.8 ლიანდაგის ზედა ნაშენის პროგრესული კონსტრუქციები	105
3.8.1 უპირაპირო ლიანდაგი	105
3.8.2 ლიანდაგის ზედა ნაშენი რკინაბეტონის ბლოკურ საფუძველზე ლიტერატურა	109
	113