

მოდრაობაში ასაწონი სარკინიგზო სასწორები

(In-Motion Rail weighbridges)

მატარებლების მოძრაობაში აწონვა ხორციელდება როგორც კომერციული მიზნით, ისე უსაფრთხოების თვალსაზრისით. მატარებლების მოძრაობაში ასაწონი სისტემები, რომლებსაც ხშირად **დინამიკურ სარკინიგზო სასწორებს** უწოდებენ, როგორც წესი საჭიროებენ **MID (გასაზომი მოწყობილობების დირექტივა - Measuring Instruments Directive)**-თან შესაბამისობას და გაზომვის მოთხოვნების შესაბამისად განსაზღვრავენ: ბორბალზე, ღერძზე და ურიკაზე დატვირთვას (დაწოლას) ან ცალკეული ვაგონების თუ მთლიანი მატარებლის წონას.

არსებობს დინამიკური სარკინიგზო სასწორების ორი ძირითადი კატეგორია: პირველი, რომელსაც გააჩნია სპეციალური, რთული კონსტრუქციის ორმო და ფუნდამენტი და მეორე - ასეთი ფუნდამენტის გარეშე. პირველს შეიძლება ეწოდოს: **„ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდი“ (Conventional Load Cell Weighbridge)**, ხოლო მეორეს: **„ასაწონი სისტემა სპეციალური ფუნდამენტის გარეშე“ (Foundation-Less Weighbridge)**. დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება ორივე კატეგორიის სისტემები, თუმცა ახალი სარკინიგზო სასწორების უმრავლესობა განეკუთვნება „სპეციალური ფუნდამენტის გარეშე“ სისტემებს.

სარკინიგზო სასწორები, როგორც წესი განკუთვნილია: **ერთი სქემის (single draft)**, **მრავალი სქემის (multi draft)** რეჟიმში ან ზოგჯერ, ერთდროულად ორივე ამ რეჟიმებში სამუშაოდ. ერთი სქემის რეჟიმში, ან როგორც ხშირად უწოდებენ **სრული სქემის (Full draft)** რეჟიმში, ვაგონის წონა ფიქსირდება, როცა მისი ყველა ბორბალი ერთდროულადაა განლაგებული **დატვირთვის მიმღებზე (Load receptor)**. მრავალი სქემის რეჟიმში კი, ცალკეულ ბორბალზე, ღერძზე ან ურიკაზე დატვირთვა იზომება ცალ-ცალკე და იკრიბება ვაგონის მთლიანი წონის მისაღებად.

ზოგადათ, დატვირთვის მიმღები შედგება ერთი ან რამოდენიმე წონის სენსორის, ან როგორც ხშირად უწოდებენ **წონის გადამწოდისაგან (transducer)**. როგორც წესი, წონის გადამწოდებათ გამოიყენებიან **ტენზოგადამწოდები (Load cell)**.

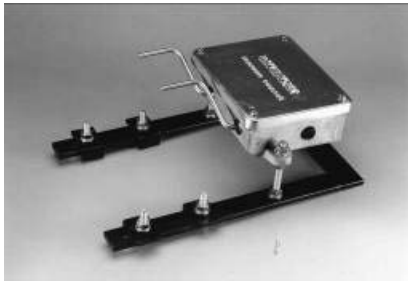
სარკინიგზო სასწორების უმრავლესობა, აწონვის პროცესის მართვის და კონტროლის მიზნით, აღჭურვილია **ბორბლის დეტექტორებით (wheel detector)** ან **გზის გადამრთველებით (track switches)**. ისინი დამონტაჟებულია რკინიგზის ასაწონ სექტორზე და მის მისადგომებთან და გამოიყენებიან შემდეგი მიზნებისათვის:

- ლოკომოტივის აღმოსაჩენად (დეტექტირებისთვის), მიუხედავად მისი მატარებელში განლაგებისა, რათა მოხდეს მისი წონის უგულვებელყოფა აწონვის პროცესში;
- ვაგონების დასაწყისის და დაბოლოების დეტექტირებისთვის, რათა მოხდეს ბორბალზე, ღერძზე, თუ ურიკაზე მოსული დატვირთვის და საბოლოოდ ვაგონის წონის ზუსტი განსაზღვრა;
- მოძრაობის მიმართულების და სიჩქარის დეტექტირებისთვის;
- აწონვის პროცესის ინიცირებისა და დასრულებისთვის;
- მატარებლის გაჩერების და უკუსვლის დეტექტირებისთვის, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ბორბალზე, ღერძზე, თუ ურიკაზე დატვირთვის ხელმეორედ აწონვა.

ძირითადათ გამოიყენებიან ორი ტიპის ბორბლის დეტექტორები. ესენია: **პედალური გადამრთველი (treadle switch)** და **ინდუქციური სენსორი (inductive sensor)**. პედალის უპირატესობა მდგომარეობს მისი პოზიციონირების სიმარტივეში. თუმცა, მას გააჩნია მოძრავი მექანიკური ნაწილი,

რაც ამცირებს მისი მუშაობის ხანგრძლივობას და დეტექტირებისათვის დასაშვებ მაქსიმალურ სიჩქარეს. ინდუქციურ სენსორებს არ გააჩნიათ მექანიკური კონტაქტები და მოძრავი ელემენტები და მათ შეუძლიათ 200 კმ/სთ - ზე მეტი სიჩქარით მოძრავი მატარებლების ბორბლების დეტექტირება.

ორივე ტიპის დეტექტორი ახდენს ბორბლის ნაპირის (ბორტის) დეტექტირებას. პედალურ გადამრთველს გააჩნია ორი მუშა მხარი, რომლებიც დაცილებულია 100 მმ-ით. ინდუქციური სენსორი კი შეიცავს ორ დეტექტირების თავაკს, რომლებიც დაცილებულია 80 მმ-ით. ასაწონი სისტემის ერთი ბორბლის დეტექტორის მხრების, თუ თავაკების მიერ მოწოდებული სიგნალების მიმდევრობით შეიძლება განისაზღვროს მატარებლის მოძრაობის მიმართულება, ხოლო რამოდენიმე, სხვადასხვა ადგილზე განლაგებული ბორბლის დეტექტორებიდან მოწოდებული სიგნალების მიმდევრობის ანალიზის შედეგად შესაძლებელია ზემოთ ჩამოთვლილი ამოცანების გადაწყვეტა.



ნახ 1. პედალური ბორბლის დეტექტორი



ნახ 2. ინდუქციური ბორბლის დეტექტორი

1. ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდი

1.1. გამოყენება

ასეთ სასწორებს გააჩნიათ სხვადასხვა ფორმა და ისინი განკუთვნილია ღერძების, ურიკის ან მთლიანი ვაგონის ასაწონად.



ნახ 3. ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდი

ჩვეულებრივი სარკინიგზო სასწორების კონსტრუქცია ერთმანეთის მსგავსია და შეიცავს ერთ ან რამოდენიმე დატვირთვის მიმღებს (*სასწორის პლატფორმა - weighbridge deck*), სპეციალური კონსტრუქციის ორმოს და ფუნდამენტს, წონის სენსორების და ბორბლის დეტექტორების ნაკრებს, წონის პროცესორს, პრინტერს და სხვა საოფისე მოწყობილობებს.

- **ცალკეულ ღერძებზე ასაწონი ხიდი (Single Axle Weighbridge)**

ჩვეულებრივ ამ ტიპის სასწორის სიგრძე იმაზე ნაკლებია, ვიდრე ბორბლების ბაზა იმ უმოკლესი ვაგონისა, რომელიც უნდა აიწონოს და აგრეთვე იმაზე ნაკლები, რა მანძილიცაა მომიჯნავე გადაბმული ვაგონების ღერძებს შორის.

ღერძებზე ასაწონი სისტემა ახდენს ვაგონის თითოეულ ღერძზე მოსული დატვირთვის აწონვას და აჯამებს მათ ვაგონის სრული წონის მისაღებად. აწონვის ეს რეჟიმი უპირატესია იმით, რომ არის მოქნილი და ეკონომიური, რადგან ფაქტიურად ნებისმიერი ტიპის ვაგონი შეიძლება აიწონოს მიუხედავად ზომისა და ღერძების კონფიგურაციისა. სიზუსტის კარგი ხარისხი მიიღწევა, როდესაც იწონება ორ ღერძიანი ვაგონები, მაგრამ აწონვის ხარისხი შეიძლება გაუარესდეს ცალკეული ტიპის ურიკიანი ვაგონების აწონვის დროს. ამის მიზეზია ასაწონი ხიდის მიმდებარე რელსებსა და სასწორის რელსებს („წონის რელსებს“) შორის წყვეტა, რაც იწვევს ურიკის ღერძებზე მოსული დატვირთვის ცვლილებას მოძრაობის დროს.

ღერძული სასწორები არ გამოდგება თხევადი ტვირთების ასაწონად, რადგან პროდუქტი არის მუდმივად მოძრავ მდგომარეობაში. შედეგად, ვაგონის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა მუდმივად იცვლება და ამას მივყავართ მიუღებლად დიდ წონის ცდომილებასთან. სითხის მოძრაობა ასევე ძლიერდება დინამიკური ზემოქმედების შედეგად, რაც გამოწვეულია ასაწონი ხიდის მიმდებარე რელსებსა და წონის რელსების საზღვარზე წყვეტის გამო.

ღერძული სასწორის სიგრძე მერყეობს 0,7 მ-დან 2 მ-მდე და ჩვეულებრივ გამოიყენება 0 კმ/სთ-დან 10 კმ/სთ სიჩქარემდე ასაწონად.

- **ურიკის ასაწონი ხიდი (Bogie Weighbridge)**

თითქმის ყველა თანამედროვე სატვირთო ვაგონს აქვს მრავალ ღერძიანი ურიკა, რათა მათ შეძლონ, ტრადიციულ ორ ღერძიან ვაგონთან შედარებით მძიმე ტვირთების გადაზიდვა. ასეთი ვაგონების უმეტესობა შეიცავს ორ ღერძიან ურიკებს, მაგრამ ზოგიერთ მძიმე ვაგონს შეიძლება ქონდეს სამი ღერძი ერთ ურიკაზე. ასევე არსებობენ სპეციალური ვაგონები, რომლებიც გამოიყენება განსაკუთრებულად მძიმე ტვირთების (ტრანსფორმატორები, გენერატორები, გამძნარი მეტალი და სხვა) გადასაზიდად, და მათ გააჩნიათ ოთხი ან მეტი ღერძი ერთ ურიკაზე.

მრავალ ღერძიანი ურიკების მქონე ვაგონების ასაწონად საუკეთესო მეთოდია ურიკის ასაწონი ხიდი. ურიკის ყველა ღერძის ერთდროულად აწონვა საშუალებას იძლევა გადაილახოს ურიკის ღერძებს შორის დატვირთვის ცვლილების პრობლემა, რომელიც დამახასიათებელია ღერძებზე აწონვის დროს. ურიკის ასაწონი ხიდი, რომელიც გამოიყენება ძირითადად სატვირთო ვაგონების ასაწონად, კონსტრუქციულად მსგავსია ღერძების ასაწონი ხიდის, განსხვავება მხოლოდ სიგრძეშია. ტიპური ურიკის სასწორის სიგრძე მერყეობს 3 მ-დან 4,5 მ-ს შორის ორ ღერძიანი ურიკის აწონვის დროს. თუმცა, ერთ ურიკაზე ორზე მეტი ღერძის შემთხვევაში ის უფრო გრძელია. აწონვის სიჩქარე ამ შემთხვევაშიც 0 კმ/სთ-დან 10 კმ/სთ-მდეა.

- **ვაგონის ასაწონი ხიდი (Wagon Weighbridge)**

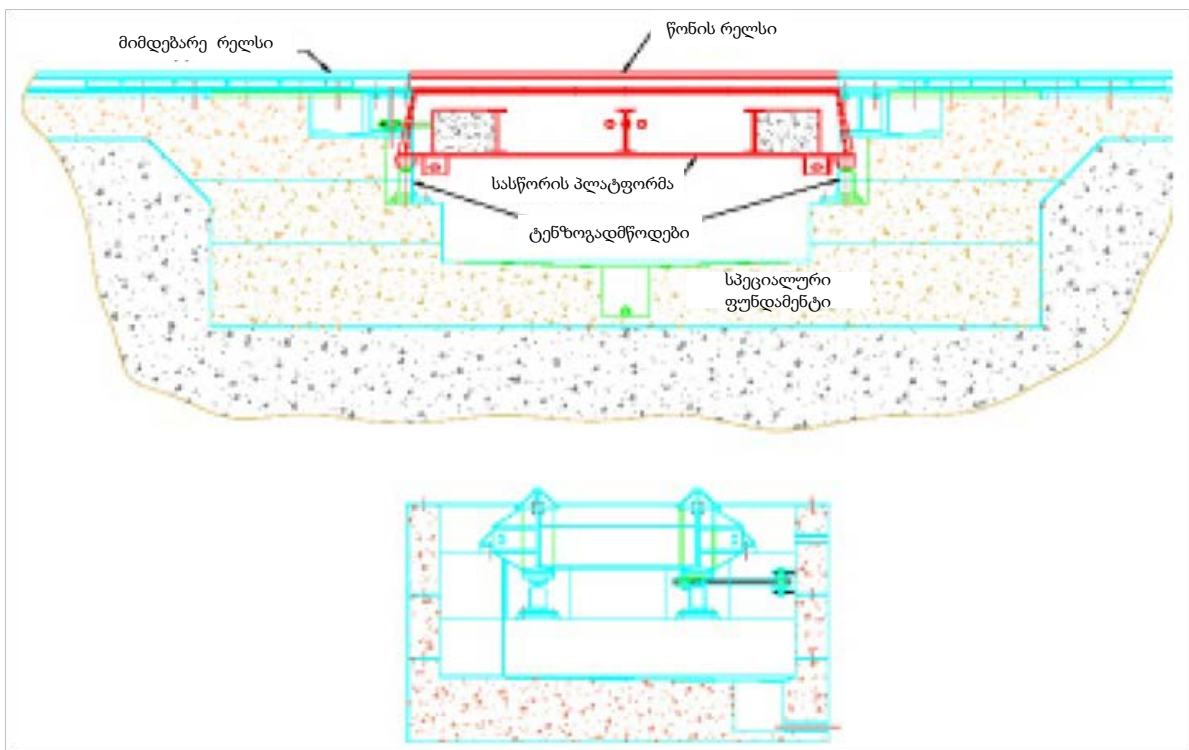
ვაგონის ასაწონი დინამიკური ხიდები უმეტესად გამოიყენება დაბალი სიბლანტის სითხეების გადამტანი ცისტერნების ასაწონად, რათა აღმოიფხვრას გაზომვის ის ცდომილებები, რომლებიც დამახასიათებელია, როგორც ღერძული, ასევე ურიკის სასწორებისათვის. ეს ცდომილებები გამოწვეულია ცისტერნის სიმძიმის ცენტრის განლაგების ცვლილებით მისი მოძრაობის დროს.

ვაგონის სასწორებს, ასაწონი ვაგონების სიგრძიდან გამომდინარე შეიძლება ქონდეთ ერთი ან მეტი დატვირთვის მიმღები. თუ ვაგონი მოკლეა შეიძლება საკმარისი იყოს ერთი დატვირთვის მიმღები, ხოლო თუ ის გრძელია, ორი ან მეტი მიმღებია აუცილებელი. ამ ტიპის სასწორების ხარვეზი მდგომარეობს იმაში, რომ ისინი შეიძლება გამოყენებული იქნას მხოლოდ წინასწარ განსაზღვრული სიგრძის ვაგონების ასაწონად, როცა ისინი გადაბმულია და მოძრაობენ. ისინი არ გამოდგება მოკლე ვაგონების ასაწონად, რადგან წონის სენსორმა შეიძლება გაზომოს არა მარტო ამ მომენტში ასაწონი ვაგონის, არამედ მომიჯნავე ვაგონების ღერძებზე დაწოლაც. მეორეს მხრივ, თუ ვაგონები ძალიან გრძელია ისინი გადაფარავენ სენსორებს და მოხდება მათი რეალური წონის არასრულად გაზომვა.

ვაგონის სასწორების სიგრძე მერყეობს 5 მ-დან 20 მ-ს შორის და ამის გამო ისინი უფრო ძვირია, ვიდრე სხვა ტიპის სასწორები. ასევე გაცილებით ძვირია მათი მონტაჟი და მომსახურება. აწონვის სიჩქარე ამ შემთხვევაშიც ჩვეულებრივ 0 კმ/სთ-დან 10 კმ/სთ-მდეა.

1.2. კონსტრუქცია

სამივე ამ ტიპის სასწორის კონსტრუქცია ძირითადად ერთნაირია და იგი შედგება დატვირთვის მიმღებისაგან (სასწორის პლატფორმა), რომელსაც გაჩნია ოთხი ან მეტი ტენზოგადამწოდი და დამონტაჟებულია სპეციალური კონსტრუქციის ფუნდამენტზე. ტიპური სასწორის სქემა ნაჩვენებია მე-4 ნახაზზე.



ნახ 4. ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდის კონსტრუქცია

დატვირთვის მიმღები შედგება მყარი მეტალის ჩარჩოს სტრუქტურისაგან, რომელზეც დამაგრებულია წონის რელსები. სავაგონე სასწორი, დატვირთვის მიმღების სრული სიგრძიდან გამომდინარე, შეიძლება შედგებოდეს ერთი სექციისაგან ან მთელი რიგი მოკლე სექციებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია სპეციალური სახსრული გადაბმებით, დატვირთვა

რელსების და მთელი ამ სტრუქტურის გავლით გადაეცემა ტენზო გადამწოდებს, სადაც იგი ზემოქმედებას ახდენს ფუნდამენტზე.

სპეციალური კონსტრუქციის ფუნდამენტი არის საკმაოდ რთული და შეიცავს ორმოს, ორივე მხრიდან მისადგომი ბაქნით. ტენზოგადამწოდები მიმაგრებულია მძიმე ფირფიტებზე, რომლებიც დამაგრებულია ორმოს ფუძეზე. დატვირთვის მიმღები ადევს ტენზოგადამწოდებს თავებზე ისე, რომ იქმნება იზოლირებული პლატფორმა, რომელიც დამოუკიდებლად მოძრაობს ვერტიკალურად, მაგრამ სპეციალური შეზღუდვების წყალობით, ვერ გადაადგილდება ვერც ჰორიზონტალურად და ვერც გრძივად. წონის რელსები ჭანჭიკებით მიმაგრებულია პირდაპირ პლატფორმაზე, მაგრამ ჩაჭრილია და იზოლირებულია მიმდებარე (მომიჯნავე) რელსებისაგან სიცარიელით, რომელიც ნომინალურად 5 მმ სიგრძისაა. წონის და მიმდებარე რელსების ბოლოები მოჭრილია 45°-იან კუთხეზე. ასეთი, შეერთების უპირატესობა არის ის, რომ წონის რელსებსა და გვერდით რელსებს შორის სიცარიელის გავლისას, უზრუნველყოს ბორბლების რბილი და შეუფერხებელი გადასვლა. მისადგომი ბაქნები წარმოადგენს ფუნდამენტის განუყოფელ ნაწილს და მათი დანიშნულებაა, აწონვის დროს უზრუნველყონ ვაგონების ვერტიკალურად განლაგება და დინამიკური სტაბილურობა.

წონის პროცესორი სამივე ტიპის სასწორის შემთხვევაში ერთნაირია. აუცილებელი მახასიათებელი არის ის, რომ ყველა სახის გაზომვები ხორციელდება ავტომატურად ადამიანების ჩარევის გარეშე. ჩვეულებრივ, აწონვის ოპერაციების დაწყება ხდება ბორბლის დეტექტორების ამოქმედების შემდეგ, რომლებიც განლაგებულია დატვირთვის მიმღების შესასვლელებზე. შემდეგი აუცილებელი მოთხოვნაა ისეთი ხარვეზების ავტომატური გამოვლენა, როგორიცაა: ვაგონის გადატვირთვა, სიჩქარის გადაჭარბება და მატარებლის უკან დაგორება. იდეალურ შემთხვევაში პროცესორმა ასევე უნდა შეძლოს განასხვავოს სხვადასხვა ტიპის 2 და 4 ღერძიანი ვაგონები, 4 და 6 ღერძიანი ლოკომოტივები და ა.შ. უმეტეს სასწორებში ლოკომოტივების წონა არ ფიქსირდება აწონვის პროცესში.

ყოველი აწონვის შემდეგ იქმნება სპეციალური დოკუმენტი-ოქმი ტრანზაქციის შესახებ. ჩვეულებრივ, ეს დოკუმენტი იბეჭდება ადგილზევე, თუმცა შეიძლება ჩაიწეროს მეხსიერების დისკზეც ან გადაიგზავნოს დაშორებულ კომპიუტერზე. დოკუმენტი შეიცავს ისეთ აუცილებელ ინფორმაციას, როგორიცაა: აწონვის ადგილი, სასწორის ტიპი, აწონვის თარიღი და დრო, ვაგონის ინდივიდუალური წონა, მთლიანი მატარებლის წონა, მატარებლის სიჩქარე აწონვის დროს და შეტყობინებები შეცდომების შესახებ.

1.3. ტიპური მახასიათებლები

როგორც აღნიშნული იყო, დინამიკური სარკინიგზო სასწორები გამოიყენებიან ვაგონების და მთლიანად მატარებლის ასაწონად სავაჭრო და კომერციული მიზნებისათვის ან ვაგონების წონის შესამოწმებლად უსაფრთხოების თვალსაზრისით. პირველ შემთხვევაში აუცილებელია ასაწონი სისტემის MID - თან შესაბამისობა. ასეთი შესაბამისობა შეიძლება დადგენილი იქნას ნორმატიული დოკუმენტით, რომელიც დაფუძნებულია OIML-ის (*International Organization of Legal Metrology*) რეკომენდაციაზე *R106 ავტომატური სარკინიგზო სასწორებისათვის (Automatic rail-weighbridges Part 1: Metrological and technical requirements - Tests)*.

MID გვთავაზობს ოთხ სიზუსტის კლასს, როგორც ინდივიდუალური ვაგონის აწონვისთვის, ასევე მთლიანი მატარებლის აწონვისთვის. ეს სიზუსტის კლასებია: 0.2, 0.5, 1, და 2. იხ.ცხრილი 1.

სიზუსტის კლასი	პროცენტებში გამოსახული მაქსიმალური დასაშვები ცდომილება ვაგონის ან მატარებლის მასასთან შედარებით	
	საწყისი დამოწმება	ექსპლუატაციის პროცესში
0.2	$\pm 0.10 \%$	$\pm 0.2 \%$
0.5	$\pm 0.25 \%$	$\pm 0.5 \%$
1	$\pm 0.50 \%$	$\pm 1.0 \%$
2	$\pm 1.00 \%$	$\pm 2.0 \%$

ცხრილი 1. მაქსიმალური დასაშვები ცდომილება მოძრაობაში აწონვისას

მაქსიმალური დასაშვები ცდომილება ექსპლუატაციის პროცესში არ არის განსაზღვრული MID-ის მიხედვით, თუმცა ის დეტალურადაა განსაზღვრული ევროკავშირის ქვეყნების ნორმატიული აქტების მიხედვით.

1.4. სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორები

არსებობს ხუთი ძირითადი ფაქტორი, რომლებიც გავლენას ახდენენ ჩვეულებრივი დინამიკური სარკინიგზო სასწორების სიზუსტეზე:

- **მოძრაობის სიჩქარე**

როცა ვაგონი მოძრაობს რკინიგზის გასწვრივ, მისი საკიდი (suspension) დინამიკურად „აღზნებულია“, ირყევა და მყისიერი ცვლილებები ხდება ბორბლის და ღერძის დატვირთვაზე. ამ ცვლილებების სიდიდე დამოკიდებულია მოძრაობის სიჩქარეზე. მეორეს მხრივ, სიჩქარეზე ასევე დამოკიდებული, დინამიკური ზემოქმედების სიდიდე, რომელიც წარმოიქმნება ასაწონი ხიდის მიმდებარე რელსისა და ასაწონი ხიდის რელსის (წონის რელსი) საზღვარზე. მათი გაერთიანება წარმოშობს ერთობლივი რყევის დინამიკური წონის კომპონენტს, რომელიც დაედება გასაზომი რეალური წონის სიდიდეს. 10 კმ/სთ-ზე მეტ სიჩქარეებზე, გაზომვის ხარისხი შეიძლება გაუარესდეს და შეუძლებელი გახდეს სასურველი სიზუსტის კლასის მიღწევა. სიგნალების ციფრული დამუშავების და ფილტრაციის მეთოდების გამოყენებით, შესაძლებელია რყევის დინამიკური წონის კომპონენტების მინიმიზაცია წონის პროცესორში, თუმცა, შეუძლებელია მათი მთლიანად აღმოფხვრა.

- **მუშაობის რეჟიმი**

წოგორც წესი, საუკეთესო სიზუსტე (მინიმალური ცდომილება) მიიღწევა, როცა ვაგონის გადაბმა გაჭიმულია და ყველაზე ცუდი კი მაშინაა, როცა ვაგონი მჭიდროდაა ბუფერიზებული. ოპტიმალურად აწონვის მუშაობის რეჟიმები მოცემულია ცხრილ 2-ში.

გზის დაქანება მოძრაობის მიმართულებით	მუშაობის რეჟიმი
სწორი	ლოკომოტივი ექაჩება მატარებელს
აღმართი	ლოკომოტივი ექაჩება მატარებელს
დაღმართი	ლოკომოტივი აწვება მატარებელს

ცხრილი 2. მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმები

- **ადგილის ტოპოგრაფია**

ადგილის ტოპოგრაფიას ასაწონი ხიდის ორივე მხარეს, დაახლოებით მატარებლის სიგრძის მანძილზე, აქვს უდიდესი ეფექტი დინამიკური სასწორის აწონვის მახასიათებლებზე.

გზის საგრძნობმა დაქანებამ შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე ბუფერული ან ზედმეტად დიდი გადაბმის ძალები. ამ ძალებმა შეიძლება გამოიწვიონ, მეზობელი ვაგონებიდან ასაწონ ვაგონზე წონის გეგმილების გადმოცემა. გზის მკვეთრი მოსახვევები ხელს უშლიან ვაგონების თავისუფალ გადაადგილებას და ასევე ზრდიან გადაბმის ძალებს.

მისაღები სიზუსტის მისაღწევად, დინამიკური სასწორი, რომელიც გამოიყენება ორივე მიმართულებით ასაწონად, უნდა დამონტაჟდეს სწორ გზაზე, ან ისეთ გზაზე, რომლის დაქანება (გრადიენტი) არ აღემატება 0.3 % -ს. ხოლო მოსახვევებისთვის სიმრუდის რადიუსი არ უნდა იყოს 250 მეტრზე ნაკლები.

- **გზის ხარვეზები**

დინამიკური სასწორის აწონვის ცდომილებაზე დიდი გავლენა აქვს გზის ხარვეზებსაც. ყველაზე დიდი ნაკლოვანებებია: რკინიგზის დაბალი ვერტიკალური მდგრადობა, მორყეული რელსები და ზედმეტად დიდი ხვრელები რელსების **გადასაბმელ ფორფიტებში (fish plate)**. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია დაბალი ვერტიკალური მდგრადობა, რომელიც გამოიწვეულია დატვირთვის დროს გზის მნიშვნელოვანი გადახრებით და დიდი ვერტიკალური ჩაღუნვის სიდიდით. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს გატეხილი შპალები, ბალასტის რყევა, ცუდი ლიანდაგი ან უხარისხო დრენაჟი.

იდეალურ შემთხვევაში გზის ჩაღუნვის სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 5 მმ-ს მაქსიმალური დატვირთვის დროს და ეს მიიღწევა : 1-ლი კლასის სტანდარტული მთავარი ხაზის დროს.

- **მატარებლის სიგრძე**

გრძელი მატარებლები ავითარებენ დიდ გადაბმის ძალებს.. ეს ძალები ყველაზე დიდია მატარებლის დასაწყისში ლოკომოტივთან და თანდათანობით მცირდება მატარებლის ბოლოსკენ მიმართულებით. გადაბმის ძალები შეიცავს ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ძალის გეგმილებს. სწორედ ვერტიკალური გეგმილები განაპირობებენ აწონვის ცდომილებებს.

ვაგონების რ-ბა მატარებელში	მატარებლის სიჩქარე	სიზუსტის კლასი
≤10	≤10 კმ/სთ	0.5
10 – 45	≤10 კმ/სთ	1
>45	≤10 კმ/სთ	2

ცხრილი 3. მოსალოდნელ აწონვის სიზუსტეზე მატარებლის სიგრძის ზემოქმედების მაგალითი

1.4.1. კალიბრება/შემოწმება

მიღებული პრაქტიკაა რომ, სარკინიგზო სასწორმა უზრუნველყოს როგორც ინდივიდუალურად ვაგონის, ასევე მთლიანად მატარებლის აწონვა და შესაბამისად განხორციელდეს მისი პერიოდული **სტატიკური დაკალიბრება (Static calibration)** და **დინამიკური დაკალიბრება (Dinamic calibration)**. როცა სასწორი გამოიყენება როგორც სატესტო ვაგონების ასაწონი საკონტროლო ინსტრუმენტი, დინამიკურ კალიბრებამდე ის უნდა დაკალიბრდეს სტატიკურად. ეს პროცედურა შეიცავს, ასაწონი ხიდის დატვირთვას, მასზე წინასწარ დაკალიბრებული წონის ბლოკების ან გირების დაწყობას.

ალტერნატიულ შემთხვევაში სასწორი შეიძლება დაკალიბრდეს წინასწარ ცნობილი მასის სატესტო ვაგონების გამოყენებითაც.

თუ მატარებელი შეიცავს ვაგონებს, რომლებიც მიღებულია სხვადასხვა მომწოდებლიდან ან გასაგზავნია სხვადასხვა მიმღებთან, მაშინ ისინი უნდა აიწონოს ინდივიდუალური ვაგონის აწონვის სიზუსტის სტანდარტით. მთლიანი მატარებლის აწონვის სიზუსტის სტანდარტი უმჯობესია იმ მატარებლებისათვის, რომლებსაც გადააქვთ სხვადასხვა სახის ნაყარი ტვირთი, როგორიცაა მაგალითად წიაღისეული, მიღებული ერთი მომწოდებლიდან და გასაგზავნი ერთ მიმღებზე.

სასწორის ტესტირების (შემოწმების) რეჟიმი უნდა შეესაბამებოდეს მის მუშაობის რეჟიმს, მათ შორის ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებით როგორიცაა სიჩქარე, მოძრაობის მიმართულება, ცარიელი ან სავსე ვაგონი, ვაგონის ტიპი და სხვა. ტესტირებისათვის საჭიროა წინასწარ ცნობილი მასის სატესტო ვაგონების გამოყენება. იდეალურ შემთხვევაში მასა უნდა გაიზომოს **NAWI (Non-automatic weighing instruments - არავტომატური ასაწონი ინსტრუმენტი)** ასაწონ ხიდზე, რომელიც ახლახან დაკალიბრდა და მას გააჩნია მაქსიმალურად დასაშვები დინამიკაში აწონვის ცდომილების 1/3 ცდომილება. სადაც ეს შესაძლებელია, სატესტო ვაგონები უნდა აიწონოს სრული სქემის (Full draft) ასაწონ ხიდზე, ჩაუბმელ და მშვიდ მდგომარეობაში. ამასთან, უნდა აღინიშნოს რომ, სტატისტიკურად აწონვის პროცესის ნაკლებად პრაქტიკულობის და ამ ტიპის სასწორების თანდათანობითი დემონტაჟის გამო, სულ უფრო და უფრო რთული ხდება, სრული სქემის NAWI ასაწონი ხიდების პოვნა. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა სატესტო ვაგონების მასის განსაზღვრის ალტერნატიული გზების გამოყენება.

„ინდივიდუალური ვაგონის აწონვის სიზუსტე“ - შემოწმების პროცესი

ინდივიდუალური ვაგონის აწონვის სიზუსტის შემოწმების პროცედურა მდგომარეობს, სარკინიგზო სასწორზე, საკონტროლო ვაგონების (სატესტო ვაგონების) შემცველი მატარებლის რამოდენიმეჯერ გადავლაში, იმისათვის რომ საერთო ჯამში მოვიპოვოთ არანაკლებ 60 საკონტროლო წონა. სატესტო ვაგონების წილი ამ სატესტო მატარებელში რეკომენდირებულია განისაზღვროს ცხრილი 3-ის მიხედვით.

ვაგონების მთლიანი რ-ბა სატესტო მატარებელში	საკონტროლო ვაგონების მინიმალური რ-ბა
$n \leq 10$	n
$10 < n \leq 30$	10
$31 < n$	15

ცხრილი 4. სატესტო ვაგონების რ-ბა OIML R106-1 -ის შესაბამისად

დინამიკაში აწონვის დროს, არჩეული სიზუსტის კლასთან თანხვედრის მისაღწევად, მატარებელში სატესტო ვაგონების წონების 90 % უნდა იყოს **მაქსიმალურად დასაშვები ცდომილების (MPE - maximum permissible error)** ფარგლებში. სატესტო ვაგონების წონების დანარჩენი 10 % კი არ უნდა აღემატებოდეს ორჯერ MPE -ს.

თავის მხრივ MPE, ყოველი აწონვის დროს უნდა აღემატებოდეს შემდეგ სიდიდეებს:

1. ცდომილების სიდიდე, რომელიც გამოთვლილია ცხრილი 1-ის გამოყენებით და დამრგვალებულია უახლოეს შკალის დანაყოფთან;

2. ცდომილების სიდიდე, რომელიც გამოთვლილია ცხრილი 1-ის გამოყენებით, ვაგონის მაქსიმალურად დასაშვები წონის 35 %-ის მქონე ვაგონისათვის;
3. ცდომილების სიდიდე, რომელიც მითითებულია *აღწერით მარკირებაში (descriptive markings)*.

MPE -ს გამოთვლის მაგალითები, სარკინიგზო სასწორის ქვემოთ მოყვანილი აღწერით მარკირების შემთხვევაში მოცემულია ცხრილ 5 და ცხრილ 6 -ში.

ცდომილების კლასი **1**
 მაქსიმალური წონა (Max) **150000 კგ**
 შკალის დანაყოფი **100 კგ**

MPE საწყისი დამოწმების დროს				
სატესტო ვაგონის წონა (კგ)	წესი 1 ცდომილება (კგ)	წესი 2 ცდომილება (კგ)	წესი 3 ცდომილება (კგ)	MPE (კგ)
48 880	244	263	100	250
110 690	553	263	100	550
150 000	750	263	100	750

ცხრილი 5. MPE -ს გამოთვლის მაგალითი საწყისი დამოწმების დროს

MPE ექსპლუატაციის პროცესში				
სატესტო ვაგონის წონა (კგ)	წესი 1 ცდომილება (კგ)	წესი 2 ცდომილება (კგ)	წესი 3 ცდომილება (კგ)	MPE (კგ)
48 880	489	525	100	500
110 690	1 107	525	100	1100
150 000	1 500	525	100	1500

ცხრილი 6. MPE -ს გამოთვლის მაგალითი ექსპლუატაციის პროცესში

„მთლიანი მატარებლის აწონვის სიზუსტე“ - შემოწმების პროცესი

შემოწმებისათვის მოითხოვება ისეთი ტიპის მატარებელი, რომელიც ძირითადად იწონება ამ ასაწონ სისტემაზე. კარგი პრაქტიკაა დინამიკური სასწორი შემოწმდეს იმ სახით რა სახითაც ის გამოიყენება პრაქტიკაში. მაგალითად, თუ მატარებლები ძირითადად იწონება, ცარიელი ერთი მიმართულებით და დატვირთული საწინააღმდეგო მიმართულებით, მაშინ სასწორის შემოწმებაც უნდა განხორციელდეს იგივე სახით.

სატესტო მატარებელი უნდა შეიცავდეს სატესტო ვაგონებს ცხრილი 4-ის შესაბამისად. სატესტო ვაგონების რაოდენობა არ უნდა იყოს 5-ზე ნაკლები და 15-ზე მეტი. ეს ვაგონები თანაბრად უნდა განაწილდეს მატარებელში და მათი წონები წინასწარ უნდა განისაზღვროს სერტიფიცირებულ სტატიკურ სასწორზე ან სხვა აპრობირებული გზით. მატარებელი გადაივლის სასწორზე მინიმუმ 4-ჯერ, სატესტო ვაგონების არანაკლებ 60 საკონტროლო წონის მისაღებად.

MPE ყოველი აწონვის დროს უნდა აღმატებოდეს შემდეგ სიდიდეებს:

1. ცდომილების სიდიდე, რომელიც გამოთვლილია ცხრილი 1-ის გამოყენებით სატესტო ვაგონების ჯამური წონისათვის და დამრგვალებულია უახლოეს შკალის დანაყოფთან;
2. ცდომილების სიდიდე, რომელიც გამოთვლილია ცხრილი 1-ის გამოყენებით, იმ წონისათვის, რომელიც ტოლია: აღწერით მარკირებაში მითითებული ვაგონის მაქსიმალურად დასაშვები წონის 35 %-ის მქონე ერთი ვაგონის წონა გამრავლებული სატესტო ვაგონების რაოდენობაზე (არაუმეტეს 10) და დამრგვალებულია უახლოეს შკალის დანაყოფთან.

მატარებელი, რომელიც შეიცავს 45-მდე ვაგონს, შეიძლება სრული სქემით (full draft) აიწონოს 0.2 სიზუსტის კლასით და 0.5 სიზუსტის კლასით, როცა აწონვა ხდება ღერძიდან ღერძამდე (axle by axle).

2. ასაწონი სისტემები სპეციალური ფუნდამენტის გარეშე

ამ კატეგორიის ასაწონი სისტემები შეიძლება დაიყოს 4 ტიპად:

- რკინიგზაში ჩაშენებული (In-Track);
- აქტიური შპალებით (Active Sleeper);
- ზედაპირზე მონტაჟით (Surface Mount);
- პორტატული (portable)

2.1. რკინიგზაში ჩაშენებული სარკინიგზო სასწორი

რკინიგზაში ჩაშენებული აწონვა არის შედარებით ახალი კონცეპცია, რომლის კომერციული ექსპლუატაცია დაიწყო დაახლოებით 1990 წლიდან. აწონვის პრინციპი რადიკალურად განსხვავდება ჩვეულებრივ ასაწონი ხიდისაგან, რადგანაც გასაზომი სიდიდე (წონის ანათვლები) აიღება სტანდარტული რელსიდან, რომელიც გადაკეთებულია ძალის გამზომ გადამწოდად (strain gauge). რელსის გადამწოდად გარდაქმნა გულისხმობს წონის ტენზოგადამწოდის მიწებებას რელსის ყელზე. წონის გადამწოდის სიგრძე მერყეობს 500 მმ-დან 1000 მმ-მდე და მისი ბოლოები ეყრდნობა შპალებს, რომლებიც შეიძლება დამზადებული იყოს: ბეტონის, ხის ან მეტალისაგან. პრინციპში წონის გადამწოდი წარმოადგენს ორი დაბოლოების მქონე განივ ტენზოგადამწოდს. როგორც წესი, ორი წონის გადამწოდი ქარხნულად მიმაგრებულია 4.5 მ სიგრძის რელსის (წონის რელსი) სექციაზე, რომელიც უნდა ჩავაკეროთ მთავარ გზაში ან შედუღებით, ან გადასაბმელი ფირფიტის (fish plate) საშუალებით.



ნახ 5. წონის რელსები

2.1.1. გამოყენება

რკინიგზაში ჩაშენებულ სასწორს გააჩნია რიგი უპირატესობები, ჩვეულებრივ ასაწონ ხიდთან შედარებით:

- ტენზოგადამწოდებიანი წონის რელსი შეიძლება პირდაპირ ჩავამონტაჟოთ (ჩავაკეროთ) მყარ ბალასტზე, ბეტონის ფილაზე ან რკინის კოჭებზე დაგებულ რკინიგზაში და არ არის აუცილებელი ძვირადღირებული სპეციალური კონსტრუქციის ფუნდამენტის და ორმოს აგება;
- წონის რელსები შეიძლება ჩამონტაჟდეს ისე, რომ არ მოხდეს გზის გაჩერება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. მონტაჟი შეიცავს არსებულ ხაზში მინიმუმ ორი სექციის ამოჭრას და მათ შეცვლას წონის რელსებით, რომლების ჩაკერებაც ხდება ან შედუღებით ან გადასაბმელი ფირფიტების საშუალებით. შესაბამისად, ტრადიციულ ასაწონ ხიდისაგან განსხვავებით, სადაც რელსები გადაუბმელია, ვლებულობთ უწყვეტ სალიანდაგი ხაზს. ერთი წონის რელსის დამონტაჟების სავარაუდო დროა 1,5 საათი, მაშინ როცა, ჩვეულებრივ ასაწონი ხიდის დამონტაჟების მინიმალური დრო 10 – 20 დღეა;
- მყარ გრუნტზე მონტაჟის და კალიბრების დროს სასწორი არ საჭიროებს მძიმე ტექნიკის გამოყენებას;
- საჭიროების შემთხვევაში, მთავარ სარკინიგზო ხაზში შეიძლება ჩამონტაჟდეს უშუალოდ წონის გადამწოდიც;
- რადგანაც წონის ტენზოგადამწოდი წარმოადგენს ბორბალზე დაწოლის გასაზომ მოწყობილობას, შესაძლებელია გამოითვალოს ვაგონის თითოეულ ბორბალზე დაწოლის წილი და შესაბამისად, გარდიგარდმო და გასწვრივი დისბალანსი, რაც იძლევა ვაგონის სტაბილურობის განსაზღვრის საშუალებას;
- სისტემას შეუძლია გაცილებით მაღალ სიჩქარეებზე აწონვა, ვიდრე ნებისმიერ სხვა ტიპის ასაწონ ხიდს, რადგან წონის რელსი ჩამონტაჟებულია უწყვეტ სარკინიგზო ხაზში. ეს უსაფრთხოს ხდის მატარებლების მოძრაობას მაღალ სიჩქარეებზე და პრაქტიკულად გამორიცხავს რელსის წყვეტით გამოწვეულ დინამიკურ წონის კომპონენტის არსებობას. სხვადასხვა ტიპის სატვირთო ვაგონებისათვის, აწონვა შეიძლება განხორციელდეს 120 კმ/სთ-ზე მეტ სახაზო სიჩქარეებზეც;
- სასწორის საექსპლუატაციო პერიოდი დიდია და საექსპლუატაციო დანახარჯები მცირე, რადგან, მას არ გააჩნია სისტემასთან დაკავშირებული მოძრავი ელემენტები;
- კალიბრების და შემოწმების დროს არ არის აუცილებელი სტანდარტული წონის ბლოკები და გირები.

ამ ტიპის სასწორების უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის რომ, მათ არ შეუძლიათ სხვადასხვა ტიპის ვაგონების სტატიკურად აწონვა, რადგან ტენზოგადამწოდების სიგრძე საკმაოდ მცირეა. ტიპური წონის გადამწოდის მუშა სიგრძე ტოლია დაახლოებით 300 მმ-ის. ამასთან, სტატიკურ და სრული სქემის რეჟიმში შეიძლება აიწონოს მხოლოდ ის ვაგონები, რომელთა ბაზა ემთხვევა წონის გადამწოდების განლაგებას.

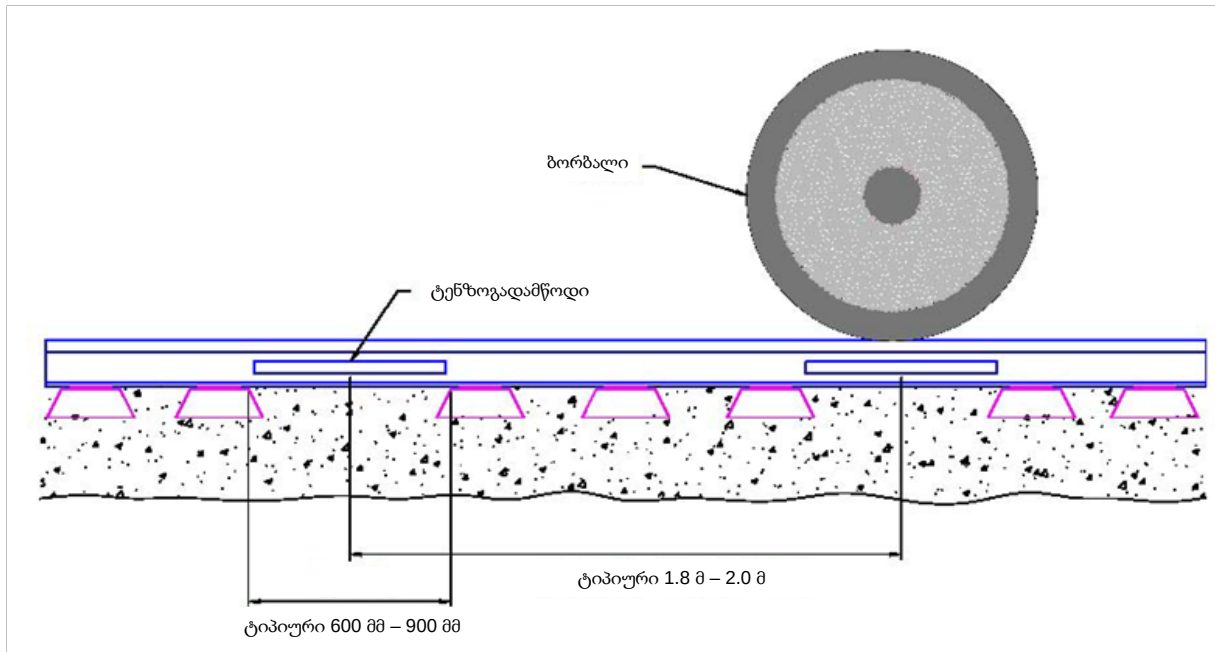
2.1.2. კონსტრუქცია

ასაწონი სისტემა შეიცავს: წონის ტენზოგადამწოდების ორ ან მეტ წყვილს, ბორბლის დეტექტორებს, წონის პროცესორს და პრინტერს ან მონაცემთა ჩამწერ მოწყობილობას. ასეთი სასწორი პრინციპში წარმოადგენს ბორბლის ასაწონ მოწყობილობას, რომელიც აგენერირებს ბორბალზე დატვირთვის პირდაპირ პროპორციული სიდიდის ანალოგურ სიგნალებს. ეს სიგნალები გარდაიქმნება

ციფრულად, გაიფილტრება და დამუშავდება წონის პროცესორის მიერ, ბორბალზე მოსული დატვირთვის (წონის) მიღების მიზნით.

ტიპიურ ასაწონ ხიდს გააჩნია წონის ტენზოგადამწოდების 4 წყვილი, ასე რომ, თითოეულ ბორბალზე დატვირთვა აიწონება ოთხჯერ და შედეგი გასაშუალებდა, რათა მივიღოთ ბორბალზე დატვირთვის საბოლოო წონა. ამავე დროს, ბორბლის აწონვის პარალელურად, ბორბლის დეტექტორები აკონტროლებენ მატარებლის გადავლის პროცესს ასაწონ სექტორზე. მოძრავი მატარებლის ბორბლების ზემოქმედება ბორბლის დეტექტორებზე იძლევა სიგნალების შესაბამის თანმიმდევრობას, რომლის საშუალებითაც წონის პროცესორი ახდენს ვაგონების იდენტიფიკაციას. კერძოდ, განსაზღვრავს მათ ტიპებს და წონის ტენზოგადამწოდებზე გადავლის მიმდევრობას. ამ ინფორმაციებით აღჭურვილი წონის პროცესორი აჯამებს შესაბამისი რაოდენობის ბორბლებზე დატვირთვის წონებს, რათა განსაზღვროს ვაგონის საბოლოო წონა.

ტენზოგადამწოდების რაოდენობა დამოკიდებულია აწონვის მოთხოვნილ სიზუსტეზე და აწონვის სიჩქარეზე. წონის შემოწმებისათვის 20 კმ/სთ სიჩქარემდე საკმარისია ტენზოგადამწოდების ერთი წყვილი. თუ სტანდარტის და სერთიფიცირების სამსახურები ითხოვენ უფრო მაღალ სიზუსტეს მაშინ 10კმ/სთ სიჩქარემდე საჭიროა მინიმუმ 2 ან მეტი, ხოლო 80 კმ/სთ სიჩქარემდე 4 ან მეტი ტენზოგადამწოდების წყვილი. 6 ან მეტი წყვილია საჭირო უფრო დიდ სიჩქარეებზე აწონვისათვის.



ნახ 6. რკინიგზაში ჩაშენებულ სარკინიგზო სასწორი

როცა აწონვა ხორციელდება მაღალ სიჩქარეებზე წარმოიშვება გარდამავალი პროცესები და ტენზოგადამწოდების სიგნალს ედება დიდი ამპლიტუდის იმპულსური ხელშეშლები. ზოგიერთ შემთხვევაში ასეთი ხელშეშლების ამპლიტუდა 2-ჯერ მეტია, ვიდრე ბორბალზე რეალურად არსებული სტატიკური დაწოლის შესაბამისი სიგნალის. ეს ხელშეშლები წარმოიშვებიან შემთხვევითად და სიგნალების გაფილტვრით და სხვადასხვა ტენზოგადამწოდიდან მიღებული სიგნალების გასაშუალებით, მათი გავლენა აწონვის საბოლოო შედეგზე მნიშვნელოვნად შემცირებულია. ზოგადად, შეცდომების შემცირების დამოკიდებულება ამ ფაქტორებზე პროპორციულია $1/\sqrt{n}$, სადაც n არის ბორბლის აწონვის რაოდენობა. რადგან გასაშუალება სრულად არ აღმოფხვრის შემთხვევით შეცდომებს, მათი კიდევ უფრო შემცირებისათვის აუცილებელი ხდება სტატისტიკური დამუშავების მეთოდების გამოყენება.

ტიპიურ შემთხვევებში მიღებულია, რომ წონის რელსების მინიმალური სიგრძე იყოს 4.5 მეტრი, ხოლო მასზე მიმაგრებული ტენზოგადამწოდების მინიმალური რაოდენობა - ორი წყვილი.

ამ ტიპის სასწორების წონის პროცესორი განსხვავდება და უფრო რთულია, ვიდრე ჩვეულებრივი ასაწონი ხიდის შემთხვევაში. ამ შემთხვევაში პროცესორს გააჩნია სიგნალების დამუშავების რამოდენიმე არხი, ისე რომ, შესაძლებელი იყოს თითოეული ტენზოგადამწოდიდან მიღებული სიგნალის ცალ-ცალკე დამუშავება. პროცესორის სხვა ძირითადი მახასიათებლებია:

- ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის სიხშირე 3000 ანათვალი წამში თითოეული სასიგნალო არხისათვის;
- სიგნალების დამუშავების მაღალი სიჩქარე;
- პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც, მათ შორის შეიცავს სტატისტიკური დამუშავების ალგორითმებს, სასარგებლო (წონის) სიგნალზე სხვადასხვა სახის ხელშეშლების სიგნალების ზემოქმედების აღმოსაფხვრელად;
- ალგორითმების სრული კომპლექტი დინამიკური წონის გავლენის კორექტირებისათვის.

2.1.3. ტიპური მახასიათებლები

რკინიგზაში ჩაშენებული სასწორები შეესაბამებიან OIML R 106 რეკომენდაციების მოთხოვნებს (იხ. ასევე პ. 1.3) და 10 კმ/სთ-მდე სიჩქარეებზე ისინი უზრუნველყოფენ სიზუსტის იგივე, ან უკეთეს დონეს, ჩვეულებრივ ასაწონ ხიდთან შედარებით.

მაღალ სიჩქარეებზე, ვაგონების დინამიკიდან გამოდინარე, ადგილი აქვს სიზუსტის პროგრესულად გაუარესებას. თუ რკინიგზის და ასაწონი სექტორის მახასიათებლები მისაღებია, მაშინ 100 კმ/სთ სიჩქარეზე მიიღწევა სიზუსტის კლასები: ინდივიდუალური ვაგონისათვის 2 და მთლიანი მატარებლისათვის 0.5.

2.1.4. სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორები

ფაქტორები რომლებიც მოქმედებენ სასწორის სიზუსტეზე ძირითადად იგივეა, რაც ჩვეულებრივი ასაწონი ხიდის შემთხვევაში. (იხ. პ. 1.4).

სარკინიგზო ხაზის ფიზიკურ პირობებს გააჩნიათ უდიდესი გავლენა ამ ტიპის სასწორების სიზუსტეზე. ეს განსაკუთრებით საგრძნობია, როცა სასწორი განკუთვნილია ისეთი მატარებლების ასაწონად, რომლებიც მოძრაობენ 10 კმ/სთ-ზე მეტი სიჩქარით. ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ რკინიგზის ასაწონ სექტორზე შენარჩუნებული იყოს სტაბილური პირობები და შპალების ვერტიკალური გადახრა, მასზე დატვირთული ვაგონის გადავლისას არ აღემატებოდეს 5 მმ-ს, წონის გადამწოდებიდან დაახლოებით 40 მეტრის მანძილზე ორივე მიმართულებით.

ქვემოთ ჩამოთვლილია ასაწონი სექტორის ის ოპტიმალური გეომეტრიული და ტოპოგრაფიული პარამეტრები, რომლის დროსაც სასწორი პრაქტიკულად იდეალურია და მიიღწევა აწონვის მაქსიმალური სიზუსტე:

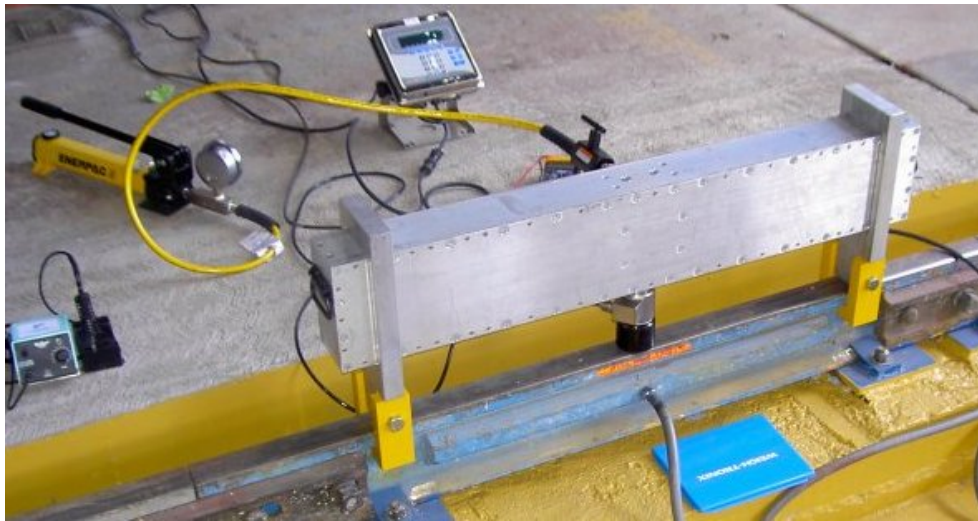
- გზის ხარისხი და ბალასტირება: 1-ლი კლასის სტანდარტული მთავარი ხაზი;
- შპალის ტიპი: ბეტონის მონობლოკი ან რკინა ბეტონის სიბრტყე;
- რელსის სამაგრებს შორის მანძილი წონის გადამწოდების ქვეშ (Distance between fastenings of rails under the weight transducers): 80 სმ $\pm$ 1 მმ
- გზის გრადიენტი 60 მ. აწონვის ზონაში (Gradients within 60 metres of the weighing zone): $\leq$ 0.2%;
- რელსის ზედაპირის არათანაბრობა (Running Surface Alignment of rails): 1 მმ/ 1 მ;

- რელსის ნაპირის არათანაბრობა (Running Edge Alignment of rails): $\leq 1 \text{ მმ} / 1 \text{ მ}$;
- რელსის გასწვრივი არათანაბრობა (Longitudinal Alignment of rails): $\leq 5 \text{ მმ} / 10 \text{ მ}$;
- გზის გარდიგარდმო არათანაბრობა (Cross Level of track): $\leq 2 \text{ მმ}$;
- რკინიგზის სიგანე (Track Gauge): ნომინალური $+ 10 \text{ მმ}$, $- 0 \text{ მმ}$;
- ვერტიკალური ჩაღუნვა დატვირთვისას (Vertical Displacement Under Load): $\leq 3 \text{ მმ}$;
- გზის გრადიენტი 200 მეტრიან აწონვის ზონაში (Gradients within 200 metres of the weighing zone): 0.4%;
- გზის სიმრუდის რადიუსი 200 მეტრიან აწონვის ზონაში (Radius of track's bend within 200 metres of the weighing zone): $\geq 80 \text{ მ}$;
- 100 მეტრიანი აწონვის ზონა მიზანშეწონილია არ შეიცავდეს განშტოებებს, კვეთას ან ისარს.

2.1.5. კალიბრება/შემოწმება

რკინიგზაში ჩაშენებული სარკინიგზო სასწორის კალიბრება წარმოადგენს ორსაფეხურიან პროცესს და შეიცავს: ცალკეული ტენზოგადამწოდების ინდივიდუალურ სტატიკურ დაკალიბრებას და სისტემის სრულ დინამიკურ კალიბრებას.

სტატიკური დაკალიბრება ხორციელდება ტენზოგადამწოდებზე დაწნევით, სპეციალური ძალის გადამცემი მოწყობილობის (*დასაკალიბრებელი წნეხის - Calibration rig*) საშუალებით. ეს წნეხი მაგრდება რელსის ზედაპირზე და ახდენს მასზე ვერტიკალურ დაწოლას ჰიდრავლიკური ცილინდრის საშუალებით და ეტალონური ტენზოგადამწოდის გავლით. ეს ეტალონური ტენზოგადამწოდი, თავის მხრივ დაკალიბრებულია სპეციალურ სერტიფიცირებულ ლაბორატორიაში, შესაბამის *წონის ინდიკატორთან (Weight Indicator)* ერთად.



ნახ 7. დასაკალიბრებელი წნეხი და წონის ინდიკატორი

დინამიკური დაკალიბრების დროს ხდება, სატესტო ვაგონების შემცველი მატარებლის რამოდენიმეჯერ გადავლა ასაწონ სექტორზე ორივე მიმართულებით, აწონვის სიზუსტის და სტაბილურობის განსაზღვრის და საჭიროების შემთხვევაში სისტემის შესაბამისი პარამეტრების კორექტირების (დაკალიბრების) მიზნით. თუ სისტემა გამოიყენება მაღალ სიჩქარეებზე ასაწონად, აუცილებელია ის დამატებით დაკალიბრდეს და მისი ეფექტურობა შემოწმდეს რამოდენიმე სიჩქარეზე მთელს დიაპაზონში. ასე მაგალითად: თუ სასწორი გამოიყენება 100 კმ/სთ-ზე მეტი

სიჩქარეებისთვისაც, ის უნდა შემოწმდეს და დაკალიბრდეს 10კმ/სთ, 20კმ/სთ, 40კმ/სთ, 60კმ/სთ, 80კმ/სთ, 100კმ/სთ სიჩქარეებზე.

როგორც ზემოთ ავლნიშნეთ, იდეალურ შემთხვევაში სატესტო ვაგონის მასა უმჯობესია გაიზომოს სრული სქემის NAWI სტატიკურ ასაწონ ხიდზე, რომელიც ახლახან დაკალიბრდა და მას გააჩნია მაქსიმალურად დასაშვები დინამიკაში აწონვის ცდომილების 1/3 ცდომილება. ხოლო NAWI სტატიკური ასაწონი ხიდის არარსებობის შემთხვევაში საჭიროა სატესტო ვაგონების მასის განსაზღვრის ალტერნატიული გზების მოძებნა. ამ მიზნით, ბევრ ქვეყანაში, სტანდარტის ორგანოების მიერ მიღებულია შემადგენლობაში ჩაუბმელი და თავისუფლად მოძრავი ვაგონის რამოდენიმეჯერ აწონვა და მისი გასაშუალება, რაც უნდა განხორციელდეს მხოლოდ და მხოლოდ, სასწორის სტატიკური დაკალიბრების შემდეგ.

სატესტო ვაგონის მასის განსაზღვრის ერთ-ერთ ალტერნატივას, ჩვენს მიერ გამოყენებული იქნა ვაგონი-ბაქანი, რომელიც თავდაპირველად ცარიელი (დაუტვირთავად) აიწონა დინამიკურ რეჟიმში, ლოკომოტივთან და სხვა ვაგონებთან ჩაბმის გარეშე. რადგანაც, ცარიელი ბაქანის წონა შედარებით მცირეა (≤ 20 ტ.) და ასევე, თუ ის მოძრაობს თავისუფალ რეჟიმში, მაშინ დინამიკური დატვირთვების პრაქტიკულად არარსებობის გამო, მისი დინამიკური წონა პრაქტიკულად არ განსხვავდება მისი რეალური სტატიკური წონისაგან.

შემდეგ ეტაპზე ეს ბაქანი დაიტვირთა ბეტონის ბლოკებით, რომელთა სტატიკური წონა ცალ-ცალკე გაიზომა წინასწარ, მათი, სტატიკურად დაკალიბრებულ ოთხ წონის ტენზოგადამწოდებზე მოთავსების გზით. ბეტონის ბლოკების ტენზოგადამწოდებზე მოთავსება განხორციელდა სპეციალური პლატფორმის საშუალებით, რომელიც დამზადებული იქნა ფოთის ნავსადგურის სარემონტო სახელოსნოში. საბოლოოდ მიღებული იქნა სატესტო ვაგონი, რომლის წონა განისაზღვრა, როგორც ვაგონი-ბაქანის და მასზე დატვირთული ბეტონის ბლოკების წონების ჯამი.



ნახ 8. ბეტონის ბლოკის მოთავსება წონის ტენზოგადამწოდებზე

რკინიგზაში ჩაშენებული სარკინიგზო სასწორის შემოწმების პროცედურა და ხარისხის კრიტერიუმები იგივეა, რაც აღწერილი იყო ზემოთ, ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდისათვის.

2.2. სარკინიგზო სასწორი აქტიური შპალებით

სარკინიგზო სასწორი აქტიური შპალებით არის შედარებით ახალი ინოვაცია და რკინიგზაში ჩაშენებული სასწორის მსგავსად, არ მოითხოვს სპეციალური კონსტრუქციის ფუნდამენტს. ამ ტექნოლოგიის წყალობით, ვირტუალური ასაწონი პლატფორმის ფორმირება ხორციელდება, არსებული შპალების შეცვლით „აქტიური“ შპალებით. ვირტუალური პლატფორმის საერთო სიგრძე დამოკიდებულია დასაგები აქტიური შპალების რაოდენობაზე.



ნახ 9. სარკინიგზო სასწორი აქტიური შპალებით

2.2.1. გამოყენება

ამ ტიპის სასწორის უპირატესობებია:

- ის შეიძლება დამონტაჟდეს მთავარ სარკინიგზო ხაზზე;
- მან შეიძლება იმუშაოს შედარებით მაღალ სიჩქარეებზე - 80 კმ/სთ-მდე
- ის შეიძლება გამოყენებული იქნას სტატიკურად აწონვისათვის;
- ის არ საჭიროებს სპეციალური კონსტრუქციის ფუნდამენტს.
- უმრავლეს შემთხვევებში, ის არ საჭიროებს ბორბლის დექექტორების გამოყენებას

ამ ტიპის სასწორის ნაკლოვანებებია:

- არსებული სარკინიგზო ხაზი საგრძნობლად ფუჭდება როცა აქტიური შპალები მონტაჟდება, რადგან მათი ფიზიკური მახასიათებლები განსხვავებულია მათ დამონტაჟებამდე არსებული შპალების მახასიათებლებისაგან;
- აუცილებელია შპალების ვერტიკალური განლაგების დიდი სიზუსტე;
- აქტიური შპალების ირგვლივ გზის ბალასტი უნდა იყოს დაწებებული ან დაბეტონებული, რათა თავიდან იქნეს აცილებული შპალების გადაადგილება და ეროზია.

2.2.2. კონსტრუქცია

სისტემა შეიცავს: გარკვეული რაოდენობის აქტიურ შპალებს, წონის პროცესორს და პრინტერს ან მონაცემთა ჩამწერ მოწყობილობას. აქტიური შპალები სპეციალურადაა დამზადებული, რათა

უზრუნველყონ სტაბილური საყრდენი წონის ტენზოგადამწოდებისათვის. ისინი მნიშვნელოვნად ფართეს სტანდარტულ შპალებთან შედარებით და შეიძლება დამზადდეს რკინის ან ბეტონისაგან. თითოეულ შპალს გააჩნია ორი ტენზოგადამწოდი, რომლებიც განლაგებულია მათზე დამაგრებულ წონის რელსების ქვეშ.

აქტიური შპალების რაოდენობა დამოკიდებულია ასაწონი ვაგონების ტიპებზე და აწონვის მაქსიმალურ სიჩქარეზე. თუ სასწორი განკუთვნილია მხოლოდ 2 ღერძიანი ვაგონის ასაწონად 10 კმ/სთ სიჩქარემდე, მაშინ საკმარისია 3 ცალი აქტიური შპალი. ეს რაოდენობა პროგრესულად იზრდება 4 ან 6 ღერძიანი ურიკიანი ვაგონების შემთხვევაში. 10 კმ/სთ-ზე მეტ სიჩქარეებზე ასაწონად, ასევე აუცილებელია დამატებითი შპალების დამონტაჟება. ორი წონის რელსი დამონტაჟებული და დახრახნილია საყრდენ ფირფიტებზე, რომლებიც მიმაგრებულია ტენზოგადამწოდებთან. წონის რელსები შედუღებულია ან გადამზადებულია მომიჯნავე (მიმდებარე) რელსებთან, რითაც შენარჩუნებულია რკინიგზის უწყვეტობა.

სასწორი აქტიური შპალებით წარმოადგენს რკინიგზის შემადგენელ ნაწილს მასში ჩამონტაჟებული წონის რელსების სახით, რომლებიც ფიზიკურად შეერთებულია მიმდებარე რელსებთან შედუღებით ან გადასაბმელი ფირფიტების საშუალებით. აქედან გამომდინარე, აქტიური შპალები განიცდიან გზის გარეთა ძალების ზემოქმედებას ასაწონი ზონის გარედან. ამ ძალების ზემოქმედების კომპენსაციისათვის, წონის რელსების ბოლოებთან დამონტაჟებულია *ძალის წანაცვლების სენსორები (shear force sensors)*. ამ სენსორებიდან მიღებული სიგნალები ემატება აქტიური შპალებიდან მიღებულ სიგნალებს.

ამ ტიპის სასწორების სასარგებლო თვისებაა ისიც, რომ ვაგონის ტიპის განსაზღვრა შესაძლებელია აქტიური შპალებიდან მიღებული სიგნალების მიმდევრობის ანალიზის საფუძველზე, რაც უმრავლეს შემთხვევაში გამორიცხავს ბორბლის დეტექტორების გამოყენების აუცილებლობას.

2.2.3. ტიპური მახასიათებლები

სასწორი აქტიური შპალებით შეესაბამება OIML R 106 მოთხოვნებს და 80 კმ/სთ სიჩქარემდე აწონვისას გააჩნია რკინიგზაში ჩაშენებული სარკინიგზო სასწორის მსგავსი პარამეტრები.

2.2.4. სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორები

ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ სასწორის სიზუსტეზე ძირითადად იგივეა, რაც რკინიგზაში ჩაშენებული სარკინიგზო სასწორის შემთხვევაში. (იხ. პ. 2.1.4).

2.2.5. კალიბრება/შემოწმება

როცა სასწორი გამოიყენება, როგორც სატესტო ვაგონების ასაწონი საკონტროლო ინსტრუმენტი, დინამიკურ კალიბრებამდე ის უნდა დაკალიბრდეს სტატიკურად. ეს პროცედურა ითვალისწინებს რკინიგზის აქტიური ნაწილის (ასაწონი ზონის) დატვირთვას, მასზე წინასწარ დაკალიბრებული წონის ბლოკების ან გირების დაწყობით. ალტერნატიულ შემთხვევაში სასწორი შეიძლება დაკალიბრდეს წინასწარ ცნობილი მასის სატესტო ვაგონების გამოყენებით, რომლებიც განლაგებულია სასწორის სხვადასხვა მონაკვეთებზე.

დინამიკური დაკალიბრების პროცესი იგივეა რაც ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდის შემთხვევაში, გარდა იმ შემთხვევისა, როცა სასწორი აქტიური შპალებით განკუთვნილია მაღალ სიჩქარეებზე ასაწონად და ის უნდა დამატებით დაკალიბრდეს რამოდენიმე სიჩქარეზე მთელს დიაპაზონში.

2.3. სარკინიგზო სასწორი ზედაპირზე მონტაჟით

არსებობენ სხვადასხვა კონსტრუქციის სარკინიგზო სასწორები ზედაპირზე მონტაჟით. ზოგიერთი არსებული კონსტრუქცია ისევ პოპულარულია, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ექსპლუატაციაშია რამოდენიმე ათეული წელი.

2.3.1. გამოყენება

ამ ტიპის სასწორების უპირატესობაა ის, რომ მათ არ სჭირდებათ განსკუთრებით რთული ფუნდამენტის აგება. სისტემა, მისი გამოყენების და ასაწონი ვაგონების ტიპების მიხედვით, შეიძლება შეიცავდეს ერთ ან მეტ პლატფორმულ სტრუქტურას. სასწორის პარამეტრები დამოკიდებულია მის მასაზე და მის ირგვლივ არსებული ბალასტის ხარისხზე. თუ სასწორზე ხშირია მკვეთრი დამუხრუჭების შემთხვევები, შეიმჩნევა პლატფორმის სტრუქტურების ძვრა. სასწორის მზადყოფნაში შენარჩუნების მიზნით აუცილებელია მისი რეგულარული მომსახურება, რათა არ მოხდეს ბალასტის და შესაბამისად პლატფორმების გადაადგილება.



ნახ 10. სარკინიგზო სასწორი ზედაპირზე მონტაჟით

საკმაოდ ადვილია ორი ან მეტი პლატფორმული სტრუქტურის გაერთიანება, რათა მივიღოთ ძალიან გრძელი სასწორი. ასეთი გადაწყვეტა მიზანშეწონილია თხევადი ტვირთების ვაგონების აწინვისას, რადგან მათი სიმძიმის ცენტრები განიცდიან მუდმივ ცვლილებას მოძრაობის დროს. სასწორმა შეიძლება იმუშაოს ორივე მიმართულებით, ამასთან მისი კონსტრუქციიდან გამომდინარე მოძრაობის სიჩქარე შეზღუდულია 10 კმ/სთ-მდე. დიდი დინამიკური დატვირთვების გამო, მაღალი სიჩქარეებით მატარებლის გადავლამ, შეიძლება დააზიანოს: წონის რელსები, პლატფორმული სტრუქტურა ან მიმდებარე რელსები.

2.3.2. კონსტრუქცია

სისტემა შეიცავს ერთიდან სამამდე ასაწონი პლატფორმის სტრუქტურას, წონის პროცესორს და პრინტერს ან მონაცემთა შენახვის მოწყობილობას.

თითოეული ეს სტრუქტურა წარმოადგენს კიბის მსგავს კარკასს, რომელიც დამზადებულია მაღალი გამძლეობის ფოლადის ყუთების სექციებისაგან. სტრუქტურა მთლიანადაა შედუღებული, ის ძალიან მყარია და მთლიანი სიგრძე მერყეობს 8 მ-დან 11 მ-დე. სტრუქტურის ბოლოებზე განლაგებულია მოკლე (1.5 მ) რელსების „მიმართვის“ სექციები, ასევე დატვირთვის მიმღები, რომელიც მოთავსებულია ცენტრალურ სექციაში. დატვირთვის მიმღებს წარმოადგენს „მცურავი“ პლატფორმა, რომელიც დამონტაჟებულია ოთხ, მაღალი დატვირთვის მოძრავ კოჭიან ტენზოგადამწოდზე. გარდა დატვირთვის გაზომვისა, გადამწოდებს აქვთ მეორე დანიშნულებაც, რომ აწონვის პროცესში ხელი შეუშალონ დატვირთვის მიმღების განივ და გრძივ გადაადგილებას. წონის მიმღებზე მიმაგრებულია ორი წონის რელსი. წონის რელსებსა და მიმდებარე რელსებს შორის არსებობს 5 მმ-იანი წყვეტა. ამასთან, მიმდებარე რელსები ეხება სტრუქტურის რელსების „მიმართვის“ სექციებს.

მონტაჟის დროს აუცილებელია მძიმე ტექნიკის გამოყენება და ეს პროცესი შედგება შემდეგი პროცედურებისაგან:

- არსებული გზის და რელსების დემონტაჟი;
- არსებული ბალასტის ზედა და ქვედა დონეების მოხსნა;
- ბალასტის გასწორება და იმ მონაკვეთის გამყარება რომელზეც დაეყრდნობა პლატფორმული სტრუქტურა;
- სასწორის სტრუქტურის აწევა და მისთვის განკუთვნილ პოზიციაზე დადება;
- სტრუქტურის ირგვლივ ბალასტის ქვედა და ზედა დონეების აღდგენა და სტრუქტურის გრძივ ელემენტებს შორის სიცარიელის შევსება;
- მიმდებარე რელსების და შპალების დამონტაჟება მათი ბალასტის შეცვლის შემდეგ.

ბალასტის მოხსნის და მისი თავიდან დაგებისათვის მოითხოვება მძიმე ტექნიკის გამოყენება, ასევე ამწეა საჭირო ასაწონი სტრუქტურის სასურველ პოზიციაზე დასადგმელად.

2.3.3. ტიპური მახასიათებლები

ზედაპირზე მონტაჟით შეესაბამება OIML R 106 მოთხოვნებს და 10 კმ/სთ სიჩქარემდე აწონვისას გააჩნია 0.25 და 0.5 სიზუსტის კლასი ცალკეული ვაგონისთვის და მთლიანი მატარებლისთვის.

2.3.4. სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორები

ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ სასწორის სიზუსტეზე იგივეა, რაც სხვა ტიპის დინამიკური სარკინიგზო სასწორების შემთხვევაში.

2.3.5. კალიბრება/შემოწმება

როცა სასწორი გამოიყენება როგორც სატესტო ვაგონების ასაწონი საკონტროლო ინსტრუმენტი, დინამიკურ კალიბრებამდე ის უნდა დაკალიბრდეს სტატიკურად. ეს პროცედურა შეიცავს, დატვირთვის რეცეპტორებზე წინასწარ დაკალიბრებული წონის ბლოკების ან გირების დაწყობას. ალტერნატიულ შემთხვევაში სასწორი შეიძლება დაკალიბრდეს წინასწარ ცნობილი მასის სატესტო ვაგონების გამოყენებით, რომლებიც განლაგებულია სასწორის დატვირთვის მიმღებებზე.

დინამიკური დაკალიბრების პროცესი იგივეა, რაც ჩვეულებრივი ტენზოგადამწოდებიანი ასაწონი ხიდის შემთხვევაში.

2.4. პორტატული დინამიკური სასწორები

პორტატული დინამიკური სასწორები განსხვავებულია სხვა ტიპის სასწორებისაგან, თუმცა ძალიან გვანან რკინიგზაში ჩაშენებულ სასწორებს. ისინი არ გამოიყენებიან კომერციული და სავაჭრო მიზნებისათვის და ძირითადად განკუთვნილნი არიან დროებითი გამოყენებისათვის ისეთ ადგილებში, სადაც სასწორი საჭიროა უსაფრთხოების თვალსაზრისით. მაგალითად, ერთ-ერთ მთავარ გამოყენების სფეროს წარმოადგენს სამთო გადამამუშავებელი მრეწველობა, სადაც სისტემა უნდა მოიხსნას და გადაადგილდეს მას შემდეგ, რაც წიაღისეულის მარაგი ამ ფართობზე სრულად ამოიწურება.



ნახ 11. პორტატული დინამიკური სასწორის ტიპები

2.4.1. გამოყენება

ამ ტიპის სასწორების განსხვავება რკინიგზაში ჩაშენებული სასწორებისაგან ძირითადად გამოიხატება წონის ტენზოგადამწოდების რელსზე მიმაგრების პრინციპით. ბორბლის გადავლისას ტენზოგადამწოდის მოდულები, რომლებიც ეხებიან რელსის ყელს, ზომავენ მასზე გადმოცემულ დატვირთვას. პორტატულ ასაწონ სისტემას გააჩნია რიგი უპირატესობები სხვა სისტემებთან შედარებით. კერძოდ, მათი მონტაჟი გაცილებით ადვილია და სწრაფად ხორციელდება. გარდა ამისა, გაცილებით ნაკლებია მათი საწყისი და შემდგომი ექსპლუატაციის ღირებულება. სხვა ზოგადი თვისებები კი ასეთია:

- მონტაჟი შეიძლება განხორციელდეს ერთი ადამიანის მიერ;
- მონტაჟი არ საჭიროებს ტვირთის ამწევ ან სხვა მოწყობილობებს;
- ვაგონების აწონვა შეუძლია ფართო დიაპაზონში 10 ტონიდან 200 ან მეტ ტონამდე;
- მუშაობის სიჩქარეა 0 კმ/სთ-იდან 10 კმ/სთ-მდე

2.4.2. კონსტრუქცია

ტენზოგადამწოდის მოდული წარმოადგენს შედარებით პატარა მოწყობილობას, დაახლოებით 40 მმ x 30 მმ ზომით. ჩვეულებრივ, ერთი ტენზოგადამწოდის ფორმირებისათვის გამოიყენება ოთხი ასეთი მოდული. ტენზოგადამწოდის მოდულები, რკინიგზის ორივე მხარეს, მიხრახნილია ან შიგნიდან მიპრესილია რელსის ყელზე, ან მიმაგრებულია მასზე სპეციალური C ფორმის მომჭერის საშუალებით. რელსზე მიმაგრებული მოდულები დაცულია დამცავი საფარის საშუალებით.

ტენზოგადამწოდები კაბელებით უკავშირდებიან წონის პროცესორს, რომელიც უზრუნველყოფს სასწორის ფუნქციონირებას.

2.4.3. ტიპური მახასიათებლები

ჩვეულებრივ, ამ ტიპის სასწორები არ გამოიყენებიან კომერციული აწონვებისათვის და მათი ძირითადი დანიშნულებაა ვაგონების და მატარებლის გადატვირთვის გამოვლენა.

ტიპური ცდომილება მერყეობს ± 2 % ვაგონზე და ± 1 % მთლიანი მატარებლისათვის, მაშინ როცა აწონვა ხორციელდება 5 კმ/სთ სიჩქარემდე.

2.4.4. სიზუსტეზე მოქმედი ფაქტორები

ამ ტიპის სასწორების სიზუსტე კრიტიკულადაა დამოკიდებული რელსსა და წონის ტენზოგადამწოდის მოდულს შორის არსებულ ინტერფეისზე. მონტაჟის დროს აუცილებელია რელსის ყელზე ავირჩიოთ ბრტყელი ზედაპირი, რომელიც უნდა გაიწმენდოს ჟანგისა და მცირე ორმოებისაგან. დინამიკური ფაქტორები, რომლებიც მოქმედებენ სასწორის სიზუსტეზე სხვა სასწორების შემთხვევაში, ასევე მოქმედია ამ სასწორისთვისაც.

2.4.5. კალიბრება/შემოწმება

სასწორი სისტემის დაკალიბრების პროცესი იგივეა, რაც რკინიგზაში ჩაშენებული სასწორის შემთხვევაში.

შპს „მინიტელსი“ (მინი ტელესაკომუნიკაციო სისტემები)

0105 თბილისი, პუშკინის ქ. 10 (შესასვლელი: ვაჩნაძის ქ. 9, მე-2 სართული)

MINITELSY Ltd (Mini Telecommunication Systems)

10 Pushkini str. (Entrance: 9 Vachnadze str.), Tbilisi, 0105 Georgia

Tel/Fax: (+995 32) 2 40 40 50

minitelsy@minitelsy.com.ge; minitelsy@hotmail.com;

www.minitelsy.com.ge