საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნ. რურუა

მეთოდური მითითებები პრაქტიკული სამუშაოებისათვის საგანში „სარკინიგზო და საავტომობილო გზები”

ლიანდაგის ზედა ნაშენის მოწყობა

რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი

2009

უაკ. 625.1

მეთოდურ მითითებებში განხილულია ლიანდის მოწყობის, ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპის შერჩევის, ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების სამსახურის ვადის დადგენის და ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამ-ყვანების გაანგარიშების და დაგეგმარების საკითხები.

მოტანილია მეთოდური, საცნობარო და ნორმატიულ-ტექნიკური მასა-ლები. მეთოდური მითითებები შედგენილია მოქმედი სტანდარტების დაცვ-ით, კურიკულუმებისა და სილაბუსების შესაბამისად.

მეთოდური მითითებები განკუთვნილია გადაზიდვის ორგანიზაციის და მართვის სპეციალობის ბაკალავრებისათვის. იგი დიდ დახმარებას გაუწევს აგრეთვე აღნიშნული სპეციალობის მაგისტრანტებს და დოქტორანტებს, რკინიგზის ლიანდაგის ექსპლუატაციის მუშაკებს და რკინიგზის ინჟინერ-დამპროექტებლებს.

რეცენზენტი: ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,

ასოცირებული პროფესორი გ.კვანტალიანი

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009

JSBN 978-9941-14-101-0

I. ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების სამსახურის ვადის დადგენა და ლიანდის მოწყობის საკითხები

1. ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპის შერჩევა

მოცემული უბნის წლიური ტვირთდაძაბულობა განისაზღვრება ფორმულით

$$T_0 = 365\gamma\left(n_{\text{ჩქ}}Q_{\text{ჩქ}} + n_{\text{სამგ}}Q_{\text{სამგ}} + n_{\text{სატ}}Q_{\text{სატ}}\right), \text{ მლნ.ტ.ბრუტო.კმ/კმ.წლ} \quad (1.1)$$

სადაც γ - გადაზიდვების უთანაბრობის კოეფიციენტია, $\gamma = 1{,}1$;

$n_{\text{ჩქ}}, n_{\text{სამგ}}, n_{\text{სატ}}$ - შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების რიცხვი დღე-ღამეში, წყვ.მატ/ დღეღამეში;

$Q_{\text{ჩქ}}, Q_{\text{სამგ}}, Q_{\text{სატ}}$ - შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების წონა, ტ.

2. ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონის განსაზღვრა

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

ღერძზე 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.

ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონა განისაზღვრება შემდეგი მიახლოებითი ემპირიული ფორმულების საშუალებით:

ა). ლოკომოტივის ღერძზე მოსული მაქსიმალური დატვირთვის პირობით

$$q = 2{,}5P_{\max} \quad \text{კგ/გრძ.მ} \tag{1.2}$$

სადაც 2,5 – გადამყვანი კოეფიციენტია;

$P_{\max}$ – ლოკომოტივის ღერძზე მოსული მაქსიმალური დატვირთვა, ტ.

ბ). მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარის პირობით

$$q = 0{,}5v_{\max}, \quad \text{კგ/გრძ.მ} \tag{1.3}$$

სადაც 0,5 – გადამყვანი კოეფიციენტია;

$v_{\max}$ – ჩქარი მატარებლის მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ.

გ). მაქსიმალური ტვირთდაძაბულობის პირობით

$$q = 24{,}4\sqrt[4]{T_o}, \quad \text{კგ/გრძ.მ} \tag{1.4}$$

სადაც 24,4 – გადამყვანი კოეფიციენტია;

T_0 – უბნის წლიური ტვირთდაძაბულობა, მლნ.ტ კმ/კმ წლ.

დ). კომპლექსური ემპირიული ფორმულა ტვირთდაძაბულობის, მატარებლების მოძრაობის სიჩქარის და ლოკომოტივის ღერძზე მოსული მაქსიმალური დატვირთვის გათვალისწინებით

$$q = \alpha\left(1+\sqrt[4]{T_o}\right)\left(1+0{,}012v_{\max}\right)^{2/3}P_{\max}^{2/3}, \quad \text{კგ/გრძ.მ} \tag{1.5}$$

სადაც α – კოეფიციენტია, ლოკომოტივებისათვის α =1,13; ვაგონებისათვის α =1,2.

ზემოთ აღნიშნული ფორმულებით გამოთვლილი სიდიდეებიდან ვირჩევთ უდიდესს და ვადარებთ უახლოესი სტანდარტული რელსის ტიპის წონას და მას ვიღებთ საანგარიშოდ (დანართი 1).

3. რელსების სამსახურის ვადის განსაზღვრა

რელსების სამსახურის ვადა იწურება მაშინ, როდესაც ის მიიღებს მაქსიმალურ დასაშვებ ცვეთას.

რელსის სამსახურის ვადა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{რელ}} = \frac{\omega_0}{T_0 \beta}, \text{ წლ} \qquad (1.6)$$

სადაც ω_0 – რელსის თავის დასაშვები ცვეთის ფართია და იანგარიშება ფორმულით (ნახ.1)

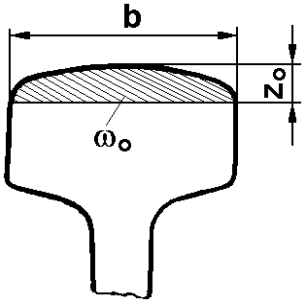
$$\omega_0 = bz_0 - \Delta \qquad (1.7)$$

სადაც b – რელსის თავის სიგანე (დანართი 1), მმ;

z_0 – რელსის თავის დასაშვები ვერტიკალური ცვეთა, მმ;

Δ – შესწორების სიდიდე, რომელიც ითვალისწინებს რელსის თავის მოხაზულობის და მართკუთხედის ფართობებს შორის სხვაობას, Δ=70 მმ^2;

β – რელსის თავის ცვეთის პარამეტრი, მმ^2/მლნ. ტონა ბრუტო. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია მრუდის რადიუსზე და რელსის ტიპზე (ცხრილი 1).



ნახ. 2. რელსის თავის ცვეთის ფართის განსაზღვრის სქემა

ცხრილი 1

მრუდის რადიუსი, R მ	β, მმ²/მლნ. ტონა ბრუტო რელსის ტიპის მიხედვით		
	$P43$	$P50$	$P65$
300	5,89	4,42	3,87
400	4,35	3,26	2,86
500	3,17	2,38	2,08
600	2,47	1,85	1,62
700	1,79	1,34	1,17
800	1,42	1,01	0,93
900	1,29	0,97	0,85
1000	1,22	0,91	0,80
1100	1,14	0,86	0,75
1200	1,11	0,83	0,73
1300 და სწორში	1,09	0,81	0,71

რელსის სამსახურის ვადა უნდა განისაზღვროს როგორც სწორი, ისე მრუდე უბნისათვის.

4. შპალების სამსახურის ვადის განსაზღვრა

შპალების სამსახურის ვადა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{შპ}} = \frac{At_{\text{დაკ}}}{n + (m_2 - m_1)}, \text{ წლ} \qquad (1.8)$$

სადაც A – ლიანდაგში ჩაწყობილი შპალების მთლიანი რაოდენობაა, ცალი;

$t_{\text{დაკ}}$ –დაკვირვების პერიოდის ხანგრძლივობა;

n – დაკვირვების პერიოდში გამოცვლილი შპალების რაოდენობა;

m_1 –უვარგისი შპალების რაოდენობა ლიანდაგში დაკვირვების დასაწყისში;

m_2 –უვარგისი შპალების რაოდენობა ლიანდაგში დაკვირვების ბოლოს.

5. ბალასტის სამსახურის ვადის განსაზღვრა

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

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

ბალასტის სამსახურის ვადა, ანუ ღორღის გაწმენდის და სხვა სახის ბალასტის შეცვლის ვადა 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 სამსახურის ვადა განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{ბალ}} = \frac{D-d}{kT_0}, \text{ წლ} \qquad (1.9)$$

სადაც D – ლიანდაგში არსებული ბალასტის მაქსიმალური გაჭუჭყიანების პროცენტი მისი გამოცვლის ან გაწმენდის წინ (ცხრილი 2);

d – ლიანდაგში დასაგები ბალასტის დასაშვები გაჭუჭყიანების პროცენტი (ცხრილი 2);

k – ბალასტის გაჭუჭყიანების კოეფიციენტი და დანაგვიანობის ინტენსივობა. დამოკიდებულია უბნის განლაგების რაიონზე, ბალასტის გვარეობაზე, რელსის ტიპზე (ცხრილი 3);

ცხრილი 2

დასახელება	განზომილება	ბალასტის გვარეობა			
		ღორღი	ხრეში	ნიჟარა	ქვიშა
D	%	35 - 40	20	20	15
d	%	5	6	10	10

ცხრილი 3

ბალასტის სახეობა	რელსის ტიპი	მანძილი გამაჭუჭყიანებელი ტვირთების ჩატვირთვის ადგილიდან, კმ				
		> 300	300-200	200-100	100 - 50	< 50
ღორღი	*P*65	0,12	0,15	0,30	0,33	0,57
ღორღი	*P*50	0,18–0,20	0,23–0,25	0,28–0,30	0,43–0,45	0,63–0,65
ღორღი	*P*43	0,22–0,26	0,27–0,31	0,32–0,36	0,47–0,51	0,67–0,71
ხრეში	*P*50	0,045	–	0,08	0,17	–
ხრეში	*P*43	0,06–0,07		0,11–0,14	0,19–0,22	–

6. გარე რელსის შემაღლების განსაზღვრა მრუდში

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

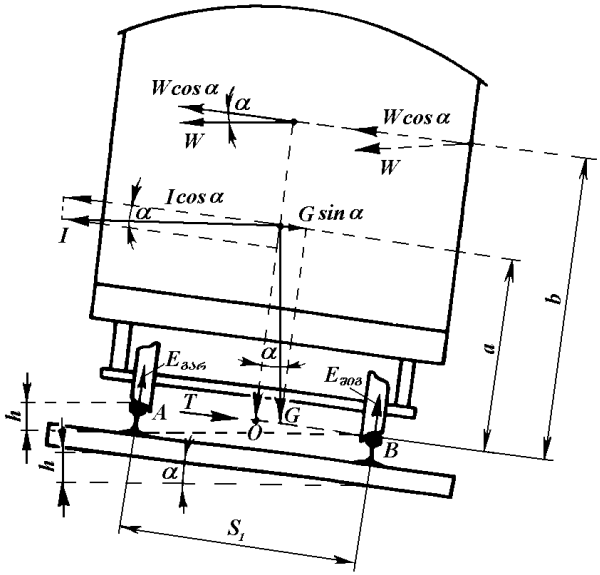
ცენტრიდანული ძალის გასაბათილებლად და მაშასადამე, მისი მავნე მოვლენების თავიდან ასაცილებლად, მრუდებში აწყობენ გარე სარელსო ძაფის შემაღლებას. გარე რელსის შემაღლებით ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრი გადაიხრება მრუდის ცენტრისაკენ და წარმოიშვება ცენტრიდანული ძალის საპირისპი-

რო ცენტრისკენული ძალა, რომელიც ამცირებს ან მთლიანად აბათილებს მას.

გარე რელსის შემაღლება მრუდებში განისაზღვრება ორი ძირითადი პირობით (ნახ.2):

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

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



ნახ. 2. მრუდებში გარე რელსის შემაღლებისას ეკიპაჟზე ძალთა მოდების სქემა.

პირველი პირობით გარე რელსის შემაღლება მრუდებში გაიანგარიშება ფორმულით

$$h = 12{,}5\frac{v^2_{\text{საშ}}}{R}k\ ,\ \text{მმ} \qquad (1.10)$$

სადაც 12,5 – გადამყვანი კოეფიციენტია;

k – კოეფიციენტი, დამოკიდებული მატარებლების მოძრაობის მაქსიმალურ მნიშვნელობაზე და ტოლია

როცა $v < 120$ კმ/სთ, მაშინ $k = 1$;

როცა $v = 120 \div 160$ კმ/სთ, მაშინ $k = 1{,}2$;

როცა $v > 160$ კმ/სთ, მაშინ $k = 1{,}1$.

R – წრიული მრუდის რადიუსი;

$v^2_{\text{საშ}}$ – მატარებლების მოძრაობის საშუალო კვადრატული შეწონილი სიჩქარე, კმ/სთ და ტოლია

$$v^2_{\text{საშ}} = \frac{n_{\text{ჩქ}}Q_{\text{ჩქ}}v^2_{\text{ჩქ}} + n_{\text{სამ}}Q_{\text{სამ}}v^2_{\text{სამ}} + n_{\text{სატ}}Q_{\text{სატ}}v^2_{\text{სატ}}}{n_{\text{ჩქ}}Q_{\text{ჩქ}} + n_{\text{სამ}}Q_{\text{სამ}} + n_{\text{სატ}}Q_{\text{სატ}}} \qquad (1.11)$$

სადაც $Q_{\text{ჩქ}}, Q_{\text{სამგ}}, Q_{\text{სატ}}$ - შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების წონაა, ტ;

$n_{\text{ჩქ}}, n_{\text{სამგ}}, n_{\text{სატ}}$ - შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების რიცხვი დღეღამეში, წყვ.მატ/დღეღამეში;

$v_{\text{ჩქ}}, v_{\text{სამგ}}, v_{\text{სატ}}$ - შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ.

შევამოწმოთ გარე რელსის შემაღლების სიდიდე მგზავრობის კომფორტაბელურობის პირობით

$$h = 12{,}5\frac{v^2_{\max}}{R} - 163a\ ,\ \text{მმ} \qquad (1.12)$$

სადაც $v_{\max}$ - ჩქარი მატარებლის მაქსიმალური სიჩქარეა, კმ/სთ;

a – გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარება, $a = 0{,}7$ მ/წმ^2.

მიღებული ორი მნიშვნელობიდან საანგარიშო სიდიდედ ვირჩევთ უდიდესს.

თუ გარე რელსის შემაღლება აღემატება 150 მმ-ს, მაშინ უნდა შევამციროთ მოძრაობის სიჩქარე მრუდში

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{hR}{12,5}}\ , \quad \text{კმ/სთ} \tag{1.13}$$

7. გადასასვლელი მრუდის სიგრძის განსაზღვრა

მოძრავი შემადგენლობის სწორი უბნიდან მრუდში შესვლისთანავე მყისიერად წარმოიშვება ცენტრიდანული $I = \frac{mv^2}{\rho}$ ძალა. ამ მომენტში თვლის ქიმი ეჯახება გარე რელსის მუშა წახნაგს, რაც იწვევს რელსების და მოძრავი შემადგენლობის სავალი ნაწილების გაძლიერებულ ცვეთას. ეს ძალა აჩქარებს აგრეთვე ლიანდაგის მოშლას. აღნიშნული მავნე ფაქტორების თავიდან ასაცილებლად საჭირო ხდება ისეთი ღონისძიებების გატარება, რომლებიც უზრუნველყოფს ცენტრიდანული ძალის თანდათანობით ზრდას ნულიდან მაქსიმალურ $I = \frac{mv^2}{\rho}$ სიდიდემდე. ამ თვალსაზრისით ლიანდაგის სწორი უბნიდან მრუდში გადასვლა ხორციელდება გადასასვლელი მრუდების საშუალებით, რომელთა სიმრუდის რადიუსი იცვლება შემდეგ ფარგლებში

$$\rho = \infty \div R \tag{1.14}$$

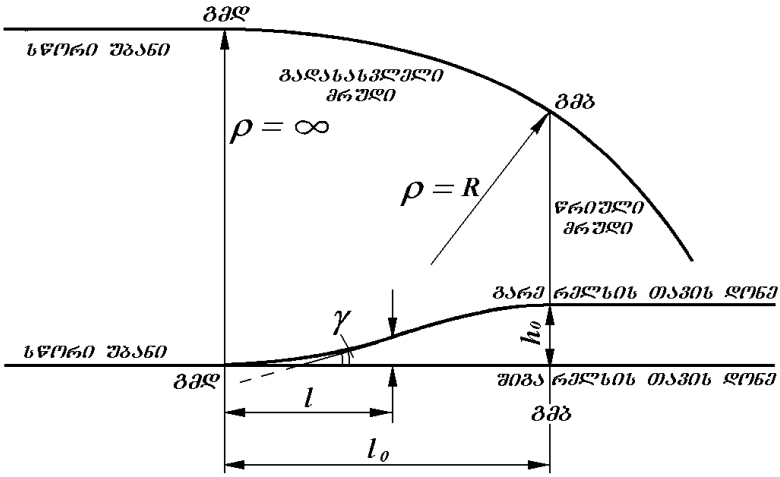
სადაც ρ - გადასასვლელი მრუდის ცვლებადი რადიუსია;

R - წრიული მრუდის რადიუსი.

გადასასვლელი მრუდის სიგრძის პირველი ნახევარი დაიკვალება სწორ უბანში, მეორე ნახევარი კი წრიული მრუდის ფარგლებში.

რადგანაც გადასასვლელი მრუდის საწყის წერტილში რადიუსი $\rho = \infty$, ამიტომ ცენტრიდანული ძალა აქ ტოლია $I = \frac{mv^2}{\rho} = \frac{mv^2}{\infty} = 0$, ხოლო გადასასვლელი მრუდის ბოლოში კი $\rho = R$, ამიტომ ამ წერტილში ცენტრიდანული ძალა $I = \frac{mv^2}{R}$. მაშასადამე, გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში ცენტრიდანული ძალა მყისიერად კი არ წარმოიქმნება, არამედ თანდათანობით იზრდება გადასასვლელი მრუდის საწყისიდან მის ბოლომდე ($I = 0 \div I = \frac{mv^2}{R}$) ფარგლებში.

გადასასვლელ მრუდებად გამოიყენება მესამე ხარისხის მრუდები, კერძოდ: კუბური პარაბოლა, რადიოიდალური სპირალი, ბერნულეს ლემნისკანტა და კლოტოიდა.



ნახ.3. მრუდებში გადასასვლელი მრუდისა და გარე რელსის შემაღლების მოწყობის სქემა

გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში უნდა განხორციელდეს ლიანდის სიგანის გაგანიერება და გარე რელსის შემაღლების მოწყობა. ისინი იწყება გადასასვლელი მრუდის საწყისში და მთავრდება გადასასვლელი მრუდის ბოლოში (ნახ.3).

გადასასვლელი მრუდის სიგრძე განისაზღვრება სამი ძირითადი კრიტერიუმის მიხედვით:

1. გარე რელსის შემაღლების პირობით

$$l = \frac{h}{i} \tag{1.15}$$

სადაც l - გადასასვლელი მრუდის სიგრძეა;

h - გარე რელსის შემაღლება;

i - გარე რელსის შემაღლების ქანობი, როცა $v \le 120$ კმ/სთ, მაშინ i=0,001; ხოლო როცა $v > 120$ კმ/სთ, მაშინ i=0,00067.

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

2. თვლის ქიმის რელსის თავზე შეგორებლობის პირობით

$$l = 10hv_{\max} \tag{1.16}$$

სადაც 10 - გადამყვანი კოეფიციენტია;

$v_{\max}$ - ჩქარი მატარებლის მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ.

3. გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების დროის ერთეულში ცვალებადობის პირობით

$$l = \frac{v_{\max}^3}{\psi R} \tag{1.17}$$

სადაც R - წრიული მრუდის რადიუსია;

$v_{\max}$ - ჩქარი მატარებლის მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე, მ/წმ;

ψ - გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ცვალებადობის ნორმა დროის ერთეულში და ტოლია $\psi = 0{,}6 \div 0{,}8$ მ/წმ^3.

მიღებული სამი მნიშვნელობიდან ვირჩევთ უდიდესს, ვამრგვალებთ მას მეტობით 10 მეტრის ჯერადობით და ვიღებთ საანგარიშოდ.

გადასასვლელი მრუდის შერჩეული სიდიდისათვის უნდა განვსაზღვროთ გარე რელსის შემაღლების ჭეშმარიტი ქანობი

$$i_{\text{ჭეშ}} = \frac{h}{l} \tag{1.18}$$

გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი ტოლია

$$c = Rl\,,\ \text{მ}^2 \tag{1.19}$$

8. დამოკლებული რელსების რიცხვისა და მათი ლიანდაგში ჩაგების თანმიმდევრობის განსაზღვრა

ლიანდაგში სარელსო პირაპირები ორთავე სარელსო ძაფზე ერთიმეორის გასწვრივ, ერთ სიბრტყეში უნდა იყოს განლაგებული. მრუდ უბნებში კი რადიალურ მიმართულებაზე. ლიანდაგის მრუდე უბნებში გარე და შიგა სარელსო ძაფების სიგრძეთა სხვაობის გამო პირაპირების ერთ სიბრტყეში რადიალური მიმართულებით განლაგება ვერ ხერხდება და შიგა სარელსო ძაფის პირაპირი წინ ასწრებს გარე სარელსო ძაფის პირაპირს. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად მრუდის შიგა სარელსო ძაფზე უნდა ჩალაგდეს გარკვეული რაოდენობის სტანდარტულად დამოკლებული რელსები. დამოკლებული რელსების რაოდენობა და მათი ნორმალური სიგრძის რელსებთან მონაცვლეობა გაანგარიშების მიხედვით დადგინდება. ამ გაანგარიშების საფუძველია ის, რომ მრუდებში პირაპირების აცდენის სიდიდე, რელსების სტანდარტული დამოკლების k სიდიდის ნახევარს არ უნდა აღემატებოდეს.

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

სტანდარტული დამოკლებული რელსის შერჩევის მიზნით გამოვითვალოთ

$$k_0 = \frac{S_1 l_{\text{რელ}}}{R} \tag{1.20}$$

მიღებულ სიდიდეს ვუდარებთ სტანდარტულად დამოკლებული რელსის სიდიდეს და საბოლოოდ ვირჩევთ მეტობით დამოკლების სიდიდეს k-ს.

თავდაპირველად უნდა გავიანგარიშოთ შესაძლებელია თუ არა მრუდის დაკვალვა

$$\varphi_0 = \frac{l_{\text{გად}}}{2R}, \text{ რად} \tag{1.21}$$

თუ $2\varphi_0 \le \alpha$, მაშინ მრუდის დაკვალვა შესაძლებელია.

სადაც R - წრიული მრუდის რადიუსია;

$l_{\text{გად}}$ - გადასასვლელი მრუდის სიგრძე;

α - მრუდის მოხვევის კუთხე.

წრიული მრუდის სიგრძე გამოითვლება ფორმულით

$$L_{\text{წრ}} = R(\alpha - 2\varphi_0), \text{ მ} \tag{1.22}$$

დამოკლების სიდიდე გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში იანგარიშება ფორმულით

$$\varepsilon_{\text{გად}} = \frac{S_1 l_{\text{გად}}}{2R} \tag{1.23}$$

ხოლო წრიული მრუდის ფარგლებში

$$\varepsilon_{\text{წრ}} = \frac{S_1 l_{\text{გად}}}{R} \tag{1.24}$$

მთლიანი დამოკლება

$$\varepsilon_{\text{მთლ}} = 2\varepsilon_{\text{გად}} + \varepsilon_{\text{წრ}} = \frac{S_1}{R}\left(l_{\text{გად}} + L_{\text{წრ}}\right) \tag{1.25}$$

მრუდის შიგა ძაფზე ჩალაგებული რელსების რაოდენობა ტოლია

$$N = \frac{\varepsilon_{\text{მთ}}}{k} \tag{1.26}$$

ანგარიშები ვაწარმოოთ ქვემოთ მოტანილი ცხრილის მიხედვით

ცხრილი 4

რელსის ნომერი	უბნის დახასიათება	მრუდის სიგრძე მზარდი ჯამით, მ	რელსების სიგრძე ღრეჩოს გათვალისწინებით	საჭირო დამოკლების სიდიდე, მმ	ფაქტიური დამოკლება, მმ		პირაპირების აცდენის სიდიდე, მმ
					თითოეული რელსის	მზარდი ჯამით	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
1'	სწორი უბანი						
1"	გადასასვლელი მრუდი $l_{\text{გად}}$ =						
2							
3							
.							
.							
X'							
X"	წრიული მრუდი $L_{\text{გად}}$ =						
.							
.							
.							
.							
.							
Y'							
Y"	გადასასვლელი მრუდი $l_{\text{გად}}$ =						
.							
.							
.							
Z'							
Z"	სწორი უბანი						

პირველ სვეტში იწერება შიგა რელსის ნომერი. მაგ. პირველი რელსის ნომერი აღნიშნულია შტრიხებით 1' და 1". სინამდვილეში ეს ერთი რელსია, მაგრამ პირობითაა დაყოფილი, რა-

დგან სწორ უბანში და გადასასვლელ მრუდში შიგა რელსის შემოკლება გამოითვლება განსხვავებული ფორმულებით (ასევე Z' და Z" ნომრები). ასეთივე სიტუაციაა გადასასვლელ მრუდსა და წრიულ მრუდს შორის (X', X"; Y', Y").

მეორე სვეტში იწერება უბნის დახასიათება სწორი უბნის, გადასასვლელი და წრიული მრუდის სიგრძეების ჩვენებით.

მესამე სვეტში იწერება მრუდის სიგრძე მზარდი ჯამით რელსის ნომრების ბოლოებში.

მეოთხე სვეტში იწერება თითოეული რელსის სიგრძე ღრეჩოს გათვალისწინებით, ღრეჩოს სიდიდედ პირობით აიღება 10 მმ.

მეხუთე სვეტში იწერება საჭირო დამოკლების სიდიდეები. გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში დამოკლების სიდიდეები გამოითვლება ფორმულით

$$\varepsilon_{\text{გად.x}} = \frac{S_1 l_{\text{x}}}{2R} \qquad (1.27)$$

სადაც l_x - მონაკვეთის სიგრძეა და იცვლება ფარგლებში $l_x = 0 \div l_{\text{გად}}$

წრიული მრუდის ფარგლებში გამოითვლება ფორმულით

$$\varepsilon_{\text{წრ.x}} = \frac{S_1 L_{\text{x}}}{R} \qquad (1.28)$$

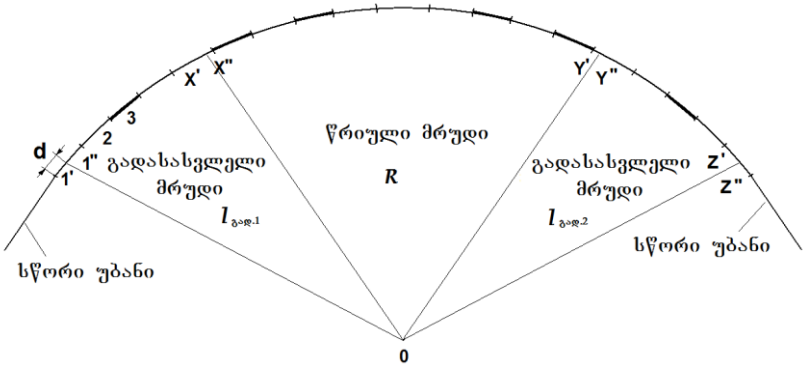
სადაც L_x - მონაკვეთის სიგრძეა და იცვლება ფარგლებში $L_x = 0 \div L_{\text{წრ}}$.

წრიული მრუდის ფარგლებში X" წერტილიდან Y' წერტილამდე გამოთვლილ ყველა სიდიდეს ემატება X' წერტილში მიღებული დამოკლების სიდიდე, ხოლო გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში Y" წერტილიდან Z' წერტილამდე გამოთვლილ ყველა სიდიდეს ემატება Y' წერტილში მიღებული დამოკლების სიდიდე.

მეექვსე და მეშვიდე სვეტები ივსება ერთდროულად. მეექვსე სვეტში იწერება სტანდარტული დამოკლების სიდიდე, ხოლო მეშვიდე სვეტში მეექვსე სვეტის მზარდი ჯამი, ისე რომ მეხუთე სვეტში და მეშვიდე სვეტში არსებული მნიშვნელობების

სხვაობა არ აღემატებოდეს უკვე შერჩეული სტანდარტული დამოკლების სიდიდის ნახევარს.

მერვეე სვეტი = მეხუთე სვეტს – მეშვიდე სვეტი. მერვე სვეტში მიღებული მნიშვნელობები არ უნდა აღემატებოდეს უკვე შერჩეული სტანდარტული დამოკლების სიდიდის ნახევარს.



ნახ.4. დამოკლებული რელსების მრუდის შიგა ძაფზე ჩალაგების სქემა

9. დარღვეული მრუდის გაანგარიშება ჩაღუნვის ისრების მეთოდით

დარღვეული მრუდის ცალკეულ წერტილებში იმ გადაწევების სიდიდეების განსაზღვრა, რომლიც უნდა განხორციელდეს გეგმაში მრუდის წესიერ მდგომარეობაში მოსაყვანად გაიანგარიშება ჩაღუნვის ისრების მეთოდით.

სუფთა წრიული მრუდის ფარგლებში განსაზღვრული სიგრძის ქორდის შუაში გაზომილ ჩაღუნვის ისრებს თანატოლი სიდიდის მნიშვნელობები უნდა ქონდეთ, ხოლო გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში – ჩაღუნვის ისრების მნიშვნელობები თანდათანობით უნდა იზრდებოდეს ნულიდან სუფთა წრიული მრუდის ფარგლებში არსებულ ჩაღუნვის ისრების მნიშვნელობებამდე. ამგვარად ჩაღუნვის ისრების გრაფიკს საპროექტო მრუდისათვის ექნება ტრაპეციის ფორმა, რომლის ზედა მცირე გვერდი განლაგდება სუფთა წრიული მრუდის გასწვრივ, ხოლო

ორი დახრილი განაპირა გვერდი შეუთავსდება გადასასვლელ მრუდებს (ნახ.5). დარღვეული მრუდის გასწორების ანგარიშებს ვაწარმოებთ ცხრილის სახით (ცხრილი 5).

დარღვეული მრუდის გრაფო-ანალიზური მეთოდით გაანგარიშების დროს სრულდება შემდეგი ოპერაციები:

- ***პირველ სვეტში*** ჩაწერილია მრუდის გარე ძაფის წერტილის ნომრები. წერტილებს შორის დაშორება 10 მეტრია.
- ***მეორე სვეტში*** ჩაიწერება ადგილზე გაზომილი ნატურული ჩაღუნვის ისრების მნიშვნელობები, რომლებიც გაზომილია 20 მეტრიანი ქორდის შუაში რელსის თავიდან 13 მმ-ის დონეზე. მეორე სვეტის მნიშვნელობები უნდა შეჯამდეს.
- ***მესამე სვეტში*** შეაქვთ საპროექტო ისრების მნიშვნელობები. მათი ჯამი ტოლი უნდა იყოს ნატურული ჩაღუნვის ისრების ჯამისა.

მრუდის დაყოფის ყოველ წერტილში განისაზღვრება საპროექტო ისრები. ამისათვის აგებენ ნატურული ჩაღუნვის ისრების გრაფიკს და მასზე დაიტანენ საპროექტო ისრების ხაზს ტრაპეციის ფორმით, ისე რომ ფართობები, რომლებიც წარმოიქმნება ამ ხაზებს შორის, საპროექტო ხაზის ზემოთ და ქვემოთ დაახლოებით იყოს თანაბარი. საპროექტო ჩაღუნვის ისრების გრაფიკით განსაზღვრავენ გადასასვლელი მრუდების საპროექტო ისრებს, ხოლო საპროექტო ისრები სუფთა წრიულ მრუდში განისაზღვრება ფორმულით

$$H = \frac{\sum h - \left(\sum H_{\text{გად.1}} + \sum H_{\text{გად.2}}\right)}{n_{\text{წრ.}}} \qquad (1.29)$$

სადაც $\sum h$ - ნატურული ჩაღუნვის ისრების ჯამია, მმ;

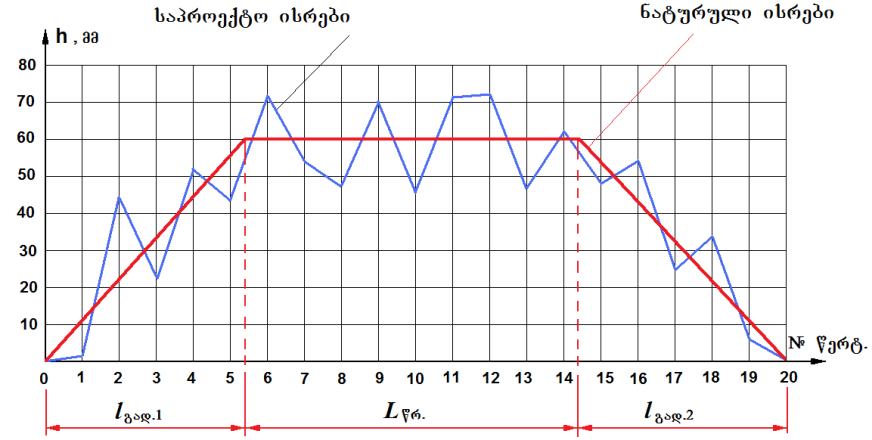
$\sum H_{\text{გად.1}}$ და $\sum H_{\text{გად.1}}$ - საპროექტო ისრების ჯამია პირველ და მეორე გადასასვლელ მრუდებში, მმ;

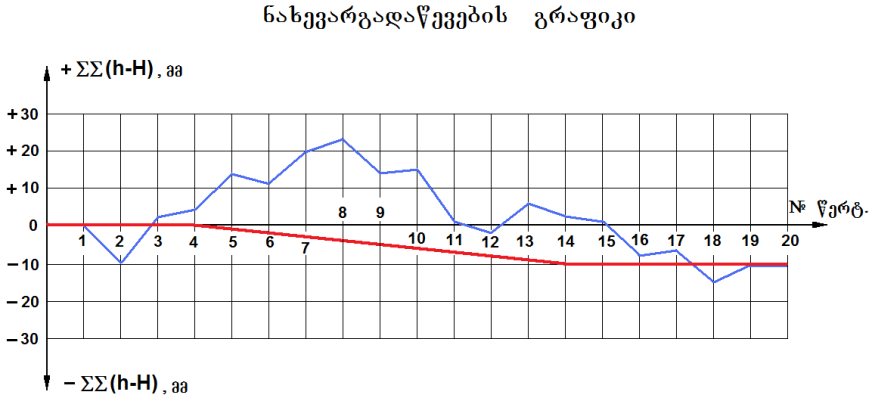
$n_{\text{წრ}}$ - წერტილების რაოდენობა სუფთა წრიულ მრუდში.

ცხრილი 5

წერტილი	ნაზომი ნიშანი	საძიებელი ნიშანი	ისრის სხვაობა	ისრის სხვა-ობათა ჯამი	ისრის სხვა-ობათა ჯამთა ჯამი	ნახევრადგადა-წმენდა	მთლიანი გადაწ�	ნახევრადგადა-წმენდა	საბოლოო ნიშანი
№	h	H	$h-H$	$\sum(h-H)$	$\sum\sum(h-H)$	$-\frac{e_{n+1}}{2}$	e_n	$-\frac{e_{n+1}}{2}$	H_b
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
∑									

იმ შემთხვევაში თუ H მთელი რიცხვი ვერ მივიღეთ, მაშინ ნაშთი გადანაწილდება წრიული მრუდის ჩაღუნვის ისრებზე.





ნახ.5. დარღვეული მრუდის გაანგარიშება ჩაღუნვის ისრების მეთოდით

- ***მეოთხე სვეტი = პირველ სვეტს – მეორე სვეტი,*** $h-H$.
- ***მეხუთე სვეტში*** იწერება ნატურული და საპროექტო ისრების სხვაობათა ჯამი, $\sum(h-H)$.
- ***მეექვსე სვეტის*** შესავსებად ჯერ ანალიზი უკეთდება მეხუთე სვეტის მონაცემებს. თუ $\sum(h-H)$ სიდიდეები უმნიშვნელოა აბსოლუტური სიდიდით და სხვადასხვა ნიშნით, მაშინ შესაძლებელია გავიანგარიშოთ ისართა სხვაობის ჯამთა ჯამი $\sum\sum(h-H)$. წინააღმდეგ შემთხვევაში აგებენ მნიშვნელობათა გრაფიკს $\sum(h-H)$ და მისი დახმარებით წარმოებს საპროექტო ისრების კორექტირება. გამოთვლილი ისრების სხვაობათა ჯამთა ჯამი შეაქვთ მეექვსე სვეტში. აქ ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ მრუდის დანაყოფის თითოეული წერტილის გასწვრივ უნდა ჩაიწეროს ისართა სხვაობის ჯამთა ჯამი წინა წერტილამდე.

  მრუდის ბოლო წერტილში ისართა სხვაობის ჯამთა ჯამი ნულის ტოლი უნდა იყოს. სინამდვილეში მეექვსე სვეტში ჩაწერილი სიდიდეების გამოთვლისას მრუდის დანაყოფთა ბოლო წერტილში აღნიშნული სიდიდე ნულის ტოლი არ არის, ამიტომ საჭირო ხდება კორექტირება.

  მეექვსე სვეტის მონაცემების კორექტირება ხდება ნახევარგადაწევების გრაფიკის აგებით (ნახ.5).
- ***მეშვიდე და მეცხრე სვეტებში*** შეიტანება ნახევარგადაწევები შებრუნებული ნიშნებით, შესაბამისად $-e_{n+1}/2$ და $-e_{n-1}/2$. მათი მნიშვნელობები აიღება ნახევარგადაწევების გრაფიკიდან და წარმოადგენს სხვაობას საპროექტო ხაზისა და $\sum\sum(h-H)$ წერტილების მნიშვნელობებს შორის.
- ***მერვე სვეტში*** შეიტანება ნახევარგადაწევების გაორკეცებული მნიშვნელობები, რომელიც წარმოადგენს ლიანდაგის გადაწევის სიდიდეს e_n შესაბამის წერტილში.
- ***მეათე სვეტი = მეორე სვეტი + მეშვიდე სვეტი + მერვე სვეტი + მეცხრე სვეტი.***

  მიღებული მრუდის რადიუსი გამოითვლება ფორმულით

$$R = 125\frac{a^2}{H_{\text{წრ.საშ}}}, \text{ მ} \qquad (1.30)$$

სადაც a – ქორდის სიგრძეა, a =20 მ;

125 – გადამყვანი კოეფიციენტი;

$H_{\text{წრ.საშ}}$ – სუფთა წრიულ მრუდში ჩაღუნვის ისრების საშუალო მნიშვნელობა, მმ.

II. ერთმაგი ცალმხრივი ისრული გადამყვანის გაანგარიშება და დაგეგმარება

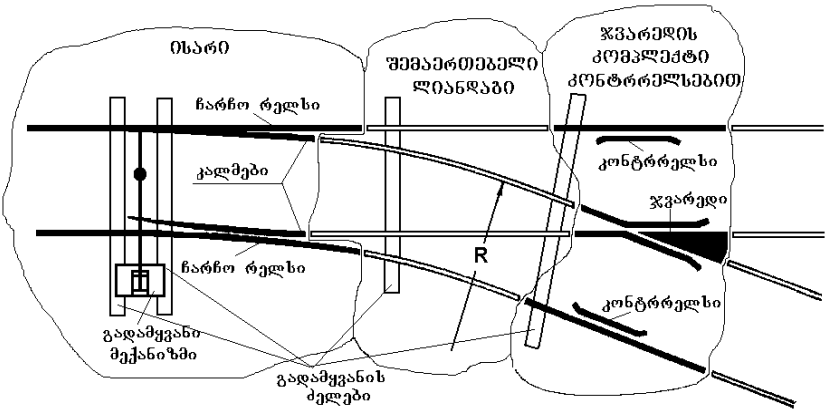
2.1 ლიანდაგის შეერთებისა და გადაკვეთის სახეები

ლიანდაგების შეერთება და გადაკვეთა წარმოადგენს ლიანდაგის ზედა ნაშენის, რთულ, სპეციალურ მოწყობილობას, რომლის მეშვეობით ხორციელდება მოძრავი შემადგენლობის ერთ ლიანდაგიდან მეორეზე გადაყვანა, მისი მობრუნება 180^0-ით ან ლიანდაგების გადაკვეთა ერთ სიბრტყეში.

დანიშნულების მიხედვით ლიანდაგების შეერთება და გადაკვეთა შეიძლება განხორციელდეს ერთმაგი ან ორმაგი გადამყვანების, ყრუ გადაკვეთების ან მათი კომბინაციების საშუალებით.

ერთმაგი ისრული გადამყვანი (ნახ.6) შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან:

- ისარი გადამყვანი მექანიზმით;
- შემაერთებელი ლიანდაგები;
- ჯვარედის კომპლექტი კონტრრელსებით;
- ისრული გადამყვანის საფუძველი.



ნახ.6. ერთმაგი ისრული გადამყვანის სქემა

2.2 ისრის გაანგარიშება და დაგეგმარება

ისრის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს: მრუდე და სწორი კალმები, ორი ჩარჩო რელსი, გადამყვანი მექანიზმი, კალმის

ფესვის სამაგრი მოწყობილობები, მისაბრჯენი და საყრდენი ელემენტები და სხვა მცირე ზომის ელემენტები.

ისრის გაანგარიშებისა და დაგეგმარებისათვის საჭიროა დადგინდეს შემდეგი სიდიდეები:

- გადამყვანი მრუდის $R_{\text{გად}}$ რადიუსი;
- კალმის ტიპი, კალმის $R_{\text{კალ}}$ რადიუსი და კალმის ფესვის ჩამაგრების კონსტრუქცია;
- საწყისი $\beta_{\text{საწ}}$, დამატებითი ξ, φ_2 და საისრო β კუთხეები;
- ჩარჩო რელსის სიგრძე;

2.2.1. გადამყვანი მრუდის რადიუსის განსაზღვრა

გადამყვანი მრუდის $R_{\text{გად}}$ რადიუსის მნიშვნელობა დამოკიდებულია გვერდით ლიანდაგში მოძრაობის სიჩქარეზე და გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ფაქტიურ სიდიდეზე და გამოითვლება ფორმულით

$$R_{\text{გად}} = \frac{v_{\text{ავ}}^2}{\gamma} \tag{2.1}$$

სადაც $v_{\text{ავ}}$ - მოძრავი შემადგენლობის მაქსიმალური დასაშვების სიჩქარეა გვერდით ლიანდაგში, მ/წმ;

γ - გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ფაქტიური სიდიდე გვერდით ლიანდაგში მოძრაობისას, მ/წმ^2.

2.2.2. კალმის რადიუსის განსაზღვრა

ისრული გადამყვანის კალმები გეგმაში მათი ფორმის მიხედვით შეიძლება იყოს: სწორი და მრუდე. მრუდე კალმები არსებობს სხვადასხვა ტიპის. გაანგარიშებაში გამოყენებულია ორმაგი სიმრუდის კალამი.

ორმაგი სიმრუდის კალმის წინა ნაწილის რადიუსი გამოითვლება ფორმულით

$$R_{\text{კალ}} = \frac{v_{\text{ავ}}^2}{I_0} \tag{2.2}$$

სადაც I_0 - მყისიერად წარმოშობილი გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების დასაშვები მნიშვნელობაა, მ/წმ^2.

გადამყვანი მრუდის და კალმის რადიუსების მნიშვნელობები დამრგვალდება 1 მეტრის სიზუსტით.

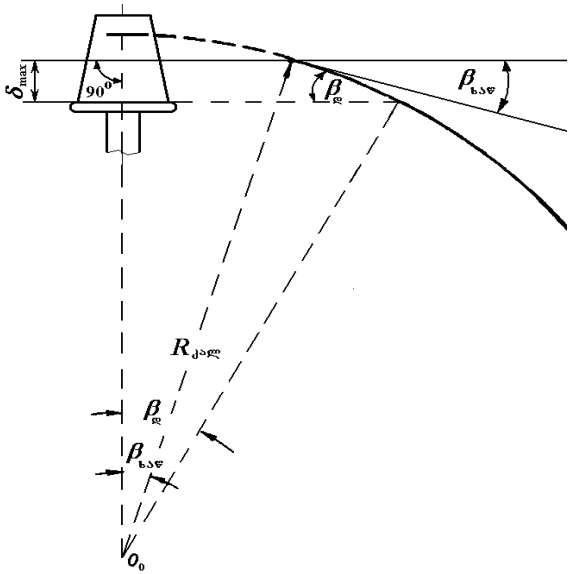
2.2.3. საისრო კუთხეების განსაზღვრა

ისრის საწყისი კუთხე $\beta_{\text{საწ}}$ განისაზღვრება ფორმულით (ნახ.7)

$$\sin\beta_{\text{საწ}} = \frac{1}{v_{\text{ბმ}}}\sqrt{w_0^2 - 2\delta_{\max}\cdot I_0} \qquad (2.3)$$

სადაც w_0 - თვლის ქიმის კალმის წვეროსთან დაჯახებისას კინეტიკური ენერგიის დაკარგვის დასაშვები მნიშვნელობაა, მ/წმ ;

$\delta_{\max}$ - ღრეჩოს მაქსიმალური მნიშვნელობა თვლის ქიმსა და კალმის სამუშაო წახნაგს შორის, მ; $\delta_{\max}$ =0,04 მ.



ნახ.7. კალმის საწყისი კუთხის განსაზღვრის სქემა

კუთხის მნიშვნელობები გამოთვლილ უნდა იქნეს, როგორც გრადუსებში, ისე რადიანებში, დამრგვალებით მძიმის შემდეგ 6 ციფრის სიზუსტით.

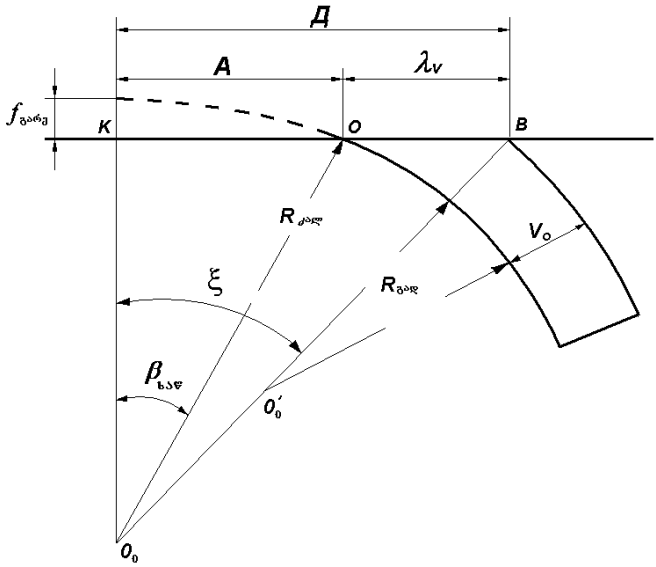
ორმაგი სიმრუდის რადიუსის შემთხვევაში საჭიროა დავადგინოთ რადიუსის ცვალებადობის ადგილი

$$B = R_{\text{ქალ}} \cdot \cos\beta_{\text{საწ}} \tag{2.4}$$

დამატებითი კუთხე იანგარიშება ფორმულით

$$\cos\xi = \frac{B}{R_{\text{ქალ}} + b_1} \tag{2.5}$$

სადაც b_1 - კალმის თავის ნორმალური სისქე, იგი დამოკიდებულია რელსის ტიპზე (დანართი 1), მმ.



ნახ.8. λ_v -ს განსაზღვრის სქემა

მანძილი კალმის წვეროდან $R_{\text{გად}}$-ის დასაწყისამდე იანგარიშება ფორმულით (ნახ.8)

$$\lambda_v = \left(R_{\text{ქალ}} + b_1\right) \cdot \sin\xi - A \tag{2.6}$$

სადაც A - $R_{\text{ქალ}}$-ის ჰორიზონტალური პროექციაა და გამოითვლება ფორმულით

$$A = R_{\text{კალ}} \cdot \sin \beta_{\text{საწ}} \tag{2.7}$$

ისრის მთლიანი კუთხე ტოლია

$$\beta = \xi + \varphi_2 \tag{2.8}$$

სადაც

$$\varphi_2 = \frac{180\left(l_{\text{ჯალ}} - \lambda_v\right)}{\pi R_{\text{ბად}}} \tag{2.9}$$

სადაც $l_{\text{კალ}}$ - კალმის სიგრძეა, მ.

2.2.4. ჩარჩო რელსის სიგრძის განსაზღვრა

ჩარჩო რელსის სიგრძე ისრულ გადამყვანებში ორმაგი სიმრუდით გამოითვლება ფორმულით

$$L_{\text{ჩრ.}} = m_1 + R_{\text{ჯალ}}(\sin \xi - \sin \beta_{\text{საწ}}) + R_{\text{ბად}}(\sin \beta - \sin \xi) + m_2 \tag{2.10}$$

სადაც m_1 - ჩარჩო რელსის წინ წაწევაა ანუ მანძილი კალმის წვეროდან ჩარჩო რელსის წინა პირაპირამდე (ნახ.9)

$$m_1 = \frac{c - \delta_0}{2} + n \cdot b_c - m_0^{'} \tag{2.11}$$

სადაც c - საპირაპირო შპალების ღერძებს შორის მანძილია, დამოკიდებულია რელსის ტიპზე და ტოლია:

$P43$	$c = 500$ მმ
$P50$	$c = 440$ მმ
$P65$	$c = 420$ მმ

δ_0 - საპირაპირო ღრეჩოს სიდიდე, $\delta_0 = 8$ მმ;

n - ძელების რიცხვი საპირაპირო ძელების ჩაუთვლელად m_1–ის ქვეშ, $1/9 \div 1/11$ მარკის ისრული გადამყვანების შემთხვევაში $n = 5 \div 6$; $1/12 \div 1/18$ მარკის ისრული გადამყვანების შემთხვევაში $n = 6 \div 8$, ხოლო $1/22$ მარკის ისრული გადამყვანების შემთხვევაში $n = 9$ -მდე;

b_c - გადამყვანის ძელების ღერძებს შორის მანძილი და განისაზღვრება ფორმულით

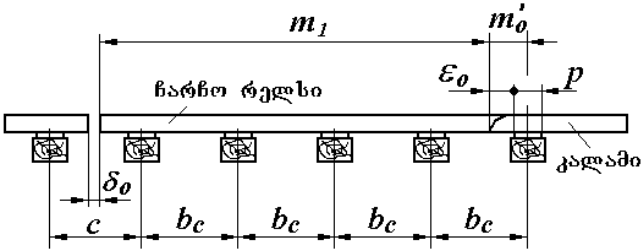
$$b_c = (0{,}85 \div 0{,}95) \cdot a_{\text{გად}} \qquad (2.12)$$

$a_{\text{გად}}$-შპალების ღერძებს შორის მანძილი გადასარბენზე (ცხრილი 6);

ცხრილი 6

შპალების ეპიურა	$a_{\text{გად}}$, მმ	b_c, მმ
1440	750	650
1600	632	550
1840	545	500
2000	500	450

$m_0^{'}$ - მანძილი კალმის წვეროდან გადამყვანი მექანიზმის ქვეშ მოთავსებული ძელის ღერძამდე, $m_0^{'} = 41$ მმ.



ნახ.9. m_1 *მანძილის განსაზღვრის სქემა*

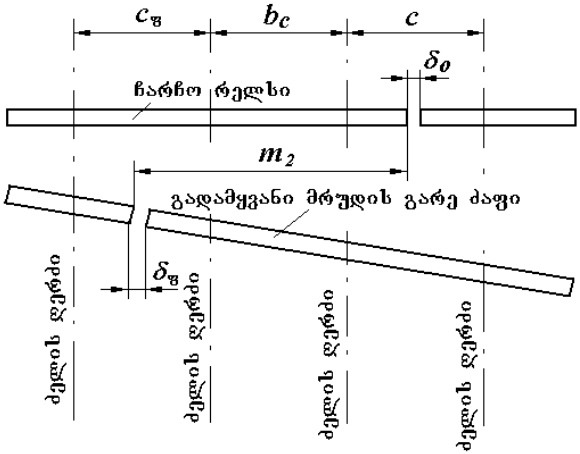
m_2 - მანძილი კალმის ბოლოდან ჩარჩო რელსის უკანა პირაპირამდე (ნახ.10)

$$m_2 = \frac{c_{\text{ვ}} - \delta_{\text{ვ}}}{2} + n_1 \cdot b_c + \frac{c - \delta_0}{2} \qquad (2.13)$$

სადაც $c_{\text{ვ}}$ - საპირაპირო შპალების ღერძებს შორის მანძილია კალმის ფესვთან (უბრალო ზედებიანი, ტაბიკიანი და შეკიდული პირაპირის დროს $c_{\text{ვ}} = c_0$;

$\delta_{\text{ვ}}$ - საპირაპირო ღრეჩოს საანგარიშო სიდიდე კალმ-ის ფესვთან, $\delta_{\text{ვ}} = 4 \div 6$ მმ;

n_1 - ძელების რიცხვი m_2-ის ქვეშ, $n_1 \geq 3$ ძელი.



ნახ.10. m_2 მანძილის განსაზღვრის სქემა

2.3. ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშება

ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშებისათვის საჭიროა განისაზღვროს:

- კონტრელსების სიგრძე და ღარის სიგანე კონტრრელსში;
- ჯვარედის სიგრძე;
- ღარის სიგანე ჯვარედში და ულვაშა რელსების სიგრძე;
- ძელების განლაგების სქემა ჯვარედის ქვეშ.

2.3.1. კონტრრელსის სიგრძის და კონტრრელსში ღარის სიგანის განსაზღვრა

კონტრრელსები ეწყობა ჯვარედში ე.წ. მავნე სივრცის დასაცავად. მავნე სივრცედ ითვლება მანძილი ჯვარედის მათემატიკური ცენტრიდან იმ წერტილამდე, სადაც გულარის სიგანე 40 მმ-ის ტოლია. კონტრრელსებმა არ უნდა დაუშვან თვლის ქიმის დაჯახება გულარის წვეროსთან, უნდა დაიცვან ე.წ. მავნე სივრცე და მიმართონ თვლების ქიმები ჯვარედის შესაბამის ღარში.

თვლის ქიმის ნორმალურად გატარების პირობით $t_ბ$ ღარი კონტრრელსისა და რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის განის-

აზღვრება ჯვარედის გასწვრივ ლიანდის სიგანის S_0, თვლების ღერძზე დაგების მანძილის q და ქიმის მაქსიმალური $h_{\max}$ სისქის მიხედვით, როცა $S_0 = 1520$ მმ, $q_{\max} = 1443$ მმ, $h_{\max} = 34$ მმ, მაშინ ღარის სიგანე კონტრრელსში ტოლია $t_{ج} = 42 \pm 1$ მმ.

კონტრრელსის მუშა ნაწილის x სიგრძე, რომლის ფარგლებში ღარის სიგანე არის $t_{ج}$, განისაზღვრება ფორმულით (ნახ.11)

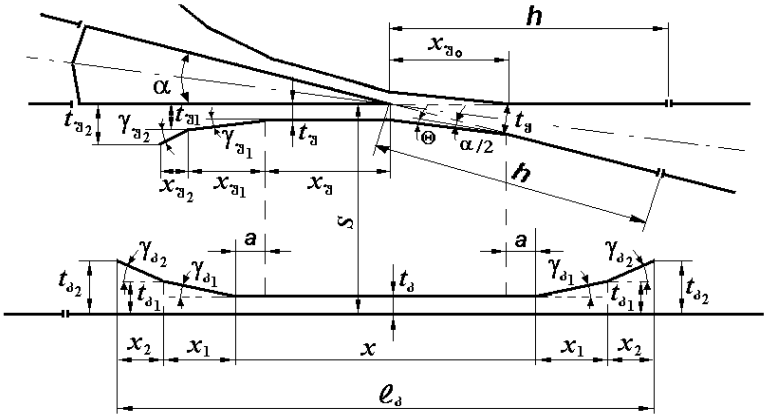
$$x = \frac{t_{ج} + \omega}{tg\alpha} + 2a \qquad (2.14)$$

სადაც $t_{ج}$ - ჯვარედის ყელის სიგანეა, 1/9 -მდე მარკის ჯვარედებისათვის და $S_0 = 1520$ მმ-ის შემთხვევაში $t_{ج} = 64$ მმ; 1/11 და მეტი მარკის ჯვარედებისათვის და $S_0 = 1520$ მმ-ის შემთხვევაში $t_{ج} = 62$ მმ;

ω - გულარის სიგანე, რომლის შემდეგ იგი მთლიანად იღებს თავის თავზე ვერტიკალურ დატვირთვას, $\omega = 40$ მმ;

a - კონტრრელსის მუშა ნაწილის სიგრძის მარაგი მის ორივე მხარეს, $a = 100 \div 300$ მმ.

α - ჯვარედის კუთხე, $tg\alpha = 1/N$.



ნახ.11. კონტრელსის სიგრძის და კონტრრელსში ღარის სიგანის განსაზღვრის სქემა

კონტრრელსის მუშა ნაწილის ბოლოებიდან იწყება ღარის გაფართოება x_1 მანძილზე $\gamma_{ბ1}$ კუთხით მანამ, სანამ ღარის სიგანე არ მიაღწევს $t_{ბ1} = 64$ მმ.

$\gamma_{ბ1}$ კუთხე განისაზღვრება პირდაპირ ლიანდაგში მოძრაობის სიჩქარის და ქიმის $v_{პირ}$ კონტრრელსთან დაჯახებით გამოწვეული კინეტიკური ენერგიის დანაკარგების w_0 სიდიდის მიხედვით

$$\sin\gamma_{ბ1} = \frac{\sqrt{w_0}}{v_{პირ}} \tag{2.15}$$

კონტრრელსებისათვის და ჯვარედებისათვის $\sqrt{w_0} = 1{,}5 \div 2{,}5$ კმ/სთ, მაშინ

$$x_1 = \frac{t_{ბ1} - t_ბ}{tg\gamma_{ბ1}} \approx \frac{t_{ბ1} - t_ბ}{\sin\gamma_{ბ1}} \tag{2.16}$$

კონტრრელსის ბოლოები იღუნება $x_2 = 150 \div 200$ მმ სიგრძეზე. კონტრრელსის შემოსასვლელში ეწყობა $t_{ბ2} = 82 \div 86$ მმ სიგანის ღარი.

კონტრრელსის ბოლოების შემოღუნვის კუთხე ტოლია

$$\gamma_{ბ2} = \frac{t_{ბ2} - t_{ბ1}}{x_2} \tag{2.17}$$

კონტრრელსის მთლიანი სიგრძე ტოლი იქნება

$$l_ბ = x + 2(x_1 + x_2) \tag{2.18}$$

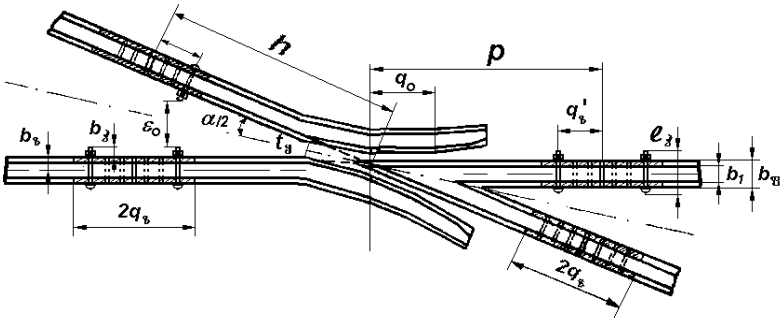
მანძილი კონტრრელსისა და გულარის სამუშაო წახნაგებს შორის არ უნდა იყოს 1477 მმ-ზე ნაკლები, ხოლო კონტრრელსსა და ულვაშა რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის – 1435 მმ-ზე მეტი.

2.3.2. ჯვარედის სიგრძის განსაზღვრა

ჯვარედი კონსტრუქციის მიხედვით შეიძლება არსებობდეს: ანაკრები რელსებისაგან, ანაკრები ჩამოსხმული გულარით, მთლიანად სხმული და სხმული ულვაშა რელსების ცვეთადი ნაწილებით.

ჯვარედის ძირითადი შემადგენელი ელემენტებია: ულვაშა რელსები და გულარი.

ჯვარედი შედგება წინა და უკანა ნაწილებისაგან.



ნახ.12. ჯვარედის სიგრძის განსაზღვრის სქემა

ა) ჯვარედის წინა ნაწილის** h **სიგრძე ანაკრები კონსტრუქციის ჯვარედებისათვის** *განისაზღვრება ფორმულით* **(ნახ.12):

$$h = (b_ъ + b_з + l_з + \varepsilon_0 - b_1) \cdot N + q'_ъ \qquad (2.19)$$

სადაც $b_ъ$ - მანძილია რელსის გრძივი ღერძიდან ზედის გარეთა პირამდე;

$b_з$ - მანძილი რელსის გრძივი ღერძიდან საპირაპირო ჭანჭიკის ბოლომდე;

$l_з$ - საპირაპირო ჭანჭიკის სიგრძე;

ε_0 - მარაგი საპირაპირო ჭანჭიკის თავისუფალი მონტაჟისა და დემონტაჟისათვის, ε_0 =10 მმ;

b_1 - რელსის თავის სიგანე;

$q'_ъ$ - მანძილი ულვაშა რელსის ბოლოდან ზედის განაპირა ჭანჭიკის ღერძამდე;

$1/N$ - ჯვარედის მარკა.

ცხრილი 7

რელსის ტიპი	b_1, **მმ**	$b_ъ$, **მმ**	$b_з$, **მმ**	$l_з$, **მმ**	$q'_ъ$, **მმ**	$2q_ъ$, **მმ**	$b_ш$, **მმ**
*Р*65	**75**	**56**	**107**	**183**	**319**	**800**	**150**
*Р*50	**70**	**53**	**100**	**170**	**357**	**820**	**132**
*Р*43	**70**	**48**	**90**	**153**	**327**	**790**	**114**

ბ) ჯვარედის წინა ნაწილის h სიგრძე მთლიანად სხმული ჯვარედებისათვის *განისაზღვრება ფორმულით:*

$$h = Nt_{ц} + q_{ь} + \lambda_{ь} \qquad (2.20)$$

სადაც $q_{ь}$ - ზედის სიგრძის ნახევარია;

$\lambda_{ь}$ - დაშვება ზედის სიგრძის უზუსტობაზე, $\lambda_{ь}$=10 მმ;

გ) ჯვარედის უკანა ნაწილის P სიგრძე ანაკრები ჯვარედებისათვის *განისაზღვრება ფორმულით*

$$P = h + 2N \cdot b_1 \qquad (2.21)$$

დ) ჯვარედის უკანა ნაწილის P სიგრძე ანაკრები ჩამოსხმული გულარით, მთლიანად სხმული და ულვაშა რელსების ცვეთადი ნაწილებიანი ჯვარედებისათვის *განისაზღვრება ფორმულით*

$$P = N(b + b_1 + 2\varepsilon_0) \qquad (2.22)$$

სადაც $b_{ф}$ - რელსის ფუძის სიგანეა;

2ε - ღრეჩო რელსის ფუძეებს შორის ჯვარედის უკანა პირაპირთან, 2ε=10 მმ.

ჯვარედის მთლიანი თეორიული სიგრძე ტოლია

$$l_{ج(თეორ)} = (h + P) \qquad (2.23)$$

ჯვარედის თეორიული სიგრძე დაზუსტდება მის ქვეშ ძელების განლაგების მიხედვით. ჯვარედის ასეთნაირად დაზუსტებულ სიგრძეს პრაქტიკული სიგრძე ეწოდება.

თავდაპირველად უნდა განისაზღვროს ძელების რაოდენობა ჯვარედის ქვეშ

$$n = \frac{l_{ج(თეორ)} - c}{b_c} = \frac{h + P - c}{b_c} \qquad (2.24)$$

n-ის მიღებული მნიშვნელობა უნდა დავამრგვალოთ მეტობით მთელ რიცხვამდე და h მივიღოთ $h_{ج}$-ის ტოლი, დამრგვალებული 5 მმ-ის ჯერადობით, მაშინ

$$P_{ج} = n \cdot b_c + h_{ج} + c \qquad (2.25)$$

$$l_{ج(ج)} = (h + P)_{ج} \qquad (2.26)$$

2.3.3. ულვაშა რელსების სიგრძისა და ღარის სიგანის განსაზღვრა ჯვარედში

ღარის სიგანე $t_{უ}$ ულვაშა რელსსა და გულარის სამუშაო წახნაგებს შორის დამოკიდებულია ღარის სიგანეზე კონტრრელსთან, როდესაც $t_{კ} = 42$ მმ, მაშინ $t_{უ} = 45 \pm 1$ მმ. იგი იწყება გულარის წვეროსთან და ვრცელდება იმ წერტილამდე, სადაც გულარის სიგანე 40 მმ-ის ტოლია, ანუ $x_{უ}$ მანძილზე (ნახ.11)

$$x_{უ} = \frac{40}{2\sin\alpha/2} \tag{2.27}$$

$x_{უ}$ მანძილის ბოლოდან (ისევე როგორც კონტრრელსში) იწყება ღარის გაგანიერება, სანამ მისი სიგანე არ მიაღწევს $t_{უ1} = t_{ك1} = 64$ მმ. გაგანიერება ხორციელდება $\gamma_{უ1} = \gamma_{ك1}$ კუთხით $x_{უ1}$ მანძილზე

$$x_{უ1} = \frac{t_{უ1} - t_{უ}}{tg\gamma_{უ1}} \approx \frac{t_{ك1} - t_{ك}}{\sin\gamma_{ك1}} \tag{2.28}$$

$x_{ك1}$-ის ბოლოებიდან იწყება ულვაშა რელსების ბოლოების შემოღუნვა $\gamma_{ك2} = \gamma_{ك2}$ კუთხით, სანამ ღრეჩოს სიდიდე არ მიაღწევს $t_{ك2} = 82 \div 86$ მმ. შემოღუნული ბოლოების სიგრძე ტოლია $x_{ك2} = x_{ك2} = 150 \div 300$ მმ.

ულვაშა რელსის სიგრძე ჯვარედის ყელიდან მის მათემატიკურ ცენტრამდე $x_{ك0}$ გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით

$$x_{ك0} = \frac{t_{ك}}{2tg\,\alpha/2 \cdot \cos\theta} = \frac{t_{ك}}{2tg\,\alpha/2(1 - 2\sin\theta/2)} = \frac{t_{ك} \cdot N}{1 - 2\sin^2\theta/2} \tag{2.29}$$

$$\theta = arctg\,\frac{(2t_{ك} - t_{ك})tg\,\alpha/2}{2t_{ك}} \tag{2.30}$$

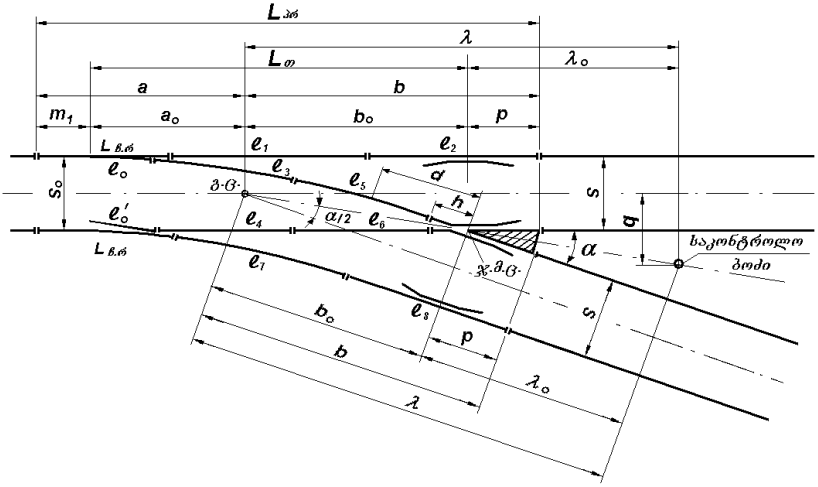
მაშინ ულვაშა რელსის მთლიანი სიგრძე ტოლი იქნება

$$l_{ك} = h + x_{ك} + x_{ك1} + x_{ك2} \tag{2.31}$$

2.4. ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა

ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომებია:

- ისრული გადამყვანის თეორიული $L_{\text{თეორ}}$ სიგრძე ანუ მანძილი კალმის წვეროდან ჯვარედის მათემატიკურ ცენტრამდე;
- ისრული გადამყვანის პრაქტიკული $L_{\text{პრ}}$ სიგრძე ანუ მანძილი ჩარჩო რელსის წინა პირაპირიდან ჯვარედის უკანა პირაპირამდე;
- სწორი ჩანართის d სიგრძე ანუ მანძილი გადამყვანი მრუდის ბოლოდან ჯვარედის მათემატიკურ ცენტრამდე.



ნახ.13. ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომები

ისრული გადამყვანის თეორიული სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$L_{\text{თეორ}} = R_{\text{კულ}}(\sin\xi - \sin\beta_{\text{საწ}}) + R_{\text{გად}}(\sin\alpha - \sin\xi) + d\cos\alpha \qquad (2.32)$$

$$S_0 = R_{\text{კულ}}(\cos\beta_{\text{საწ}} - \cos\xi) + R_{\text{გად}}(\cos\xi - \cos\alpha) + d\sin\alpha \qquad (2.33)$$

ამ ფორმულიდან გამოითვლება სწორი ჩანართის მნიშვნელობა

ისრული გადამყვანის პრაქტიკული სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$L_{\text{პრ}} = m_1 + L_{\text{თეორ}} + P_{\text{პრ}} \qquad (2.34)$$

ისრული გადამყვანის ძირითად ზომებს გამოხატავენ ღერძებში:

b_0 - მანძილი ისრული გადამყვანის ცენტრიდან ჯვარედის მათემატიკურ ცენტრამდე

$$b_0 = \frac{S_0}{2tg\,\alpha/2} \tag{2.35}$$

b - მანძილი ისრული გადამყვანის ცენტრიდან ჯვარედის უკანა პირაპირამდე

$$b = b_0 + P_{\text{პრ}} \tag{2.36}$$

a_0 - მანძილი კალმის წვეროდან ისრული გადამყვანის ცენტრამდე

$$a_0 = L_{\text{თეორ}} - b_0 \tag{2.37}$$

a - მანძილი ჩარჩო რელსის წინა პირაპირიდან ისრული გადამყვანის ცენტრამდე

$$a = a_0 + m_1 \tag{2.38}$$

λ_0 - მანძილი ჯვარედის მათემატიკური ცენტრიდან საკონტროლო ბოძამდე

$$\lambda_o = \frac{q - S_0}{2tg\,\alpha/2} \tag{2.39}$$

სადაც q - მანძილი ლიანდაგის ღერძებს შორის;

2.5. გადამყვანი მრუდის დაკვალვა

გადამყვანი მრუდის დაკვალვის დროს კოორდინატთა სათავედ მიიღება წერტილი ჩარჩო რელსის სამუშაო წახნაგზე კალმის ფესვის გასწვრივ (ნახ.14).

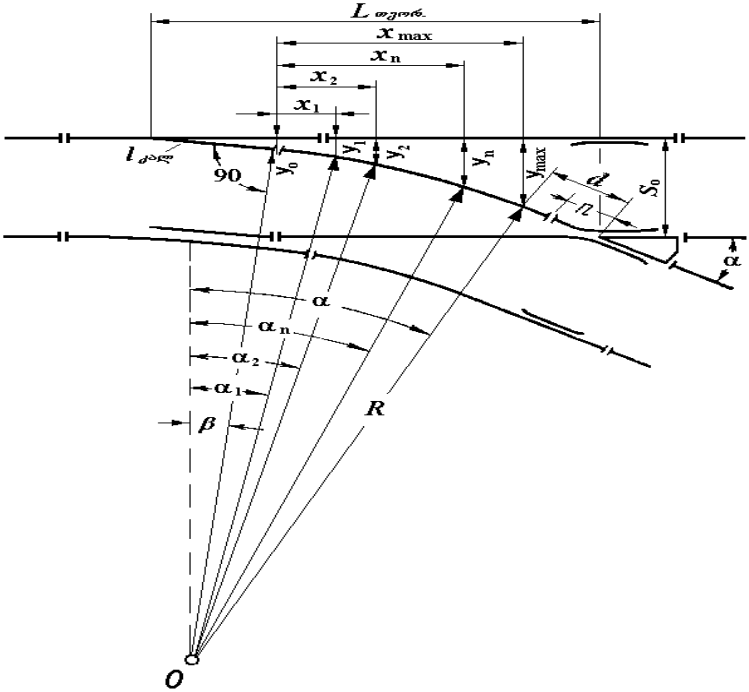
აბსცისების მნიშვნელობა მიიღება 0, 2, 4, 6 . . . $x_{\max}$ მ. როდესაც $x = 0$, მაშინ მისი შესაბამისი ორდინატა გამოითვლება ფორმულით

$$y_0 = R_{\text{ჯლ}}(\cos\beta_{\text{საწ}} - \cos\xi) + R_{\text{ბად}}(\cos\xi - \cos\beta) \tag{2.40}$$

აბსცისის და ორდინატის მაქსიმალური მნიშვნელობები (გადამყვანი მრუდის ბოლო წერტილისათვის) გამოითვლება ფორმულებით

$$x_{\max} = R_{\text{ბად}}(\sin\alpha - \sin\beta) \tag{2.41}$$

$$y_{\max} = y_0 + R_{\text{ბად}}(\cos\beta - \cos\alpha) \tag{2.42}$$



ნახ.14. გადამყვანი მრუდის ორდინატების დაკვალვის სქემა

შუალედური წერტილების ორდინატების გამოთვლა ვაწარმოოთ ცხრილის სახით

ცხრილი 8

x_i ,მმ	$x_i/R_{\text{ბად}}$	$\sin\alpha_i = \sin\beta + x_i/R_{\text{ბად}}$	$\cos\alpha_i$	$y_i = y_0 + R_{\text{ბად}}(\cos\beta - \cos\alpha_i)$,მმ
0				
2000				
4000				
. .				
$x_{\max}$				

2.6. ნაჭერი რელსების სიგრძის განსაზღვრა

რელსები, რომლებიც ესაზღვრებიან ჩარჩო რელსებს და კალმებს იღებენ სტანდარტული $l_1 = l_3 = l_5 = l_7 = l_{სტ}$ სიგრძისას. დანარჩენი რელსების სიგრძე ნაკლები გამოდის სტანდარტულ სიგრძეზე და საჭიროა მათი სიგრძეების განსაზღვრა

$$l_2 = L_{ჯრ} - L_{ჩრ.} - l_1 + S_0 tg\,\alpha/2 - \sum_1^n \delta_0 \qquad (2.43)$$

$$l_4 = (R_{გად} + b_1/2)\cdot(\alpha - \beta) + d - h_{ჯრ.} - l_3 - \sum_1^n \delta_0 \qquad 2.44)$$

$$l_6 = L_{თეორ} - l_{კალ.} - l_5 - h_{ჯრ} - \sum_1^n \delta_0 \qquad (2.45)$$

$$\begin{aligned} l_8 = m_1 + S_0 \cdot \sin\beta_{საწ} + \left(R_{კალ} - S_0 + b_1/2\right)\cdot\left(\xi - \beta\right) + \\ \left(R_{გად} - S_0 + b_1/2\right)\cdot\left(\alpha - \xi\right) + d + P_{ჯრ.} - L_{ჩრ.} - l_5 - \sum_1^n \delta_0 \end{aligned} \qquad (2.46)$$

რელსების სიგრძე არ შეიძლება იყოს 4,5 მ-ზე ნაკლები, წინააღმდეგ შემთხვევაში მათი სიგრძეები უნდა გაიზარდოს სტანდარტული რელსების დამოკლების ხარჯზე:

$$l_3^{'} = l_4^{'} = \frac{l_4 + l_{სტ}}{2} \qquad (2.47)$$

$$l_5^{'} = l_6^{'} = \frac{l_6 + l_{სტ}}{2} \qquad (2.48)$$

$$l_1^{'} = l_2^{'} = \frac{l_2 + l_{სტ}}{2} \qquad (2.49)$$

$$l_7^{'} = l_8^{'} = \frac{l_8 + l_{სტ}}{2} \qquad (2.50)$$

2.7. გადამყვანის ძელების განლაგება ისრული გადამყვანის ქვეშ

ისრული გადამყვანის ყველა ნაწილს და ელემენტს ერთიან მტკიცე კონსტრუქციად აერთიანებს მისი საფუძველი. ისრული გადამყვანი შეიძლება მოეწყოს რკინაბეტონის ფილოვან საფუძველზე, რკინაბეტონის, ლითონის და ხის ძელებზე.

რკინაბეტონის წინასწარდაძაბული ფილების სისქეა 0,16 მ, ხოლო სიგანე 1,625 მ, სიგრძეები – 2,8 მ; 3,2 მ; 3,6 მ; 4,1 მ; 4,5 მ; 4,8 მ; 5,2 მ. გადამყვანი მექანიზმი ეწყობა 3,6 მ სიგრძის ფილაზე. ჩვეულებრივ ცალმხრივ ისრულ გადამყვანებში ფილების ბოლოები ეწყობა ერთ სწორ ხაზზე. მანძილი ფილების ბოლოებამდე სწორი ლიანდაგის გარეთა სარელსო ძაფების სამუშაო წახნაგიდან ტოლია

$$M = \frac{2800 - 1520}{2} = 640 \text{ მმ} \qquad (2.51)$$

რკინაბეტონის ძელებმა ჯერჯერობით ფართო გავრცელება ვერ ჰპოვა, იგი მხოლოდ ცდების სახით არის მოწყობილი.

გადამყვანის ლითონის ძელებმაც ვერ ჰპოვეს ფართო გავრცელება. მათ იყენებენ მხოლოდ ტყით დარიბ ქვეყნებში ან სადაც ხის ძელების გამოყენება სხვადასხვა მიზეზების გამო მიზანშეწონილი არ არის.

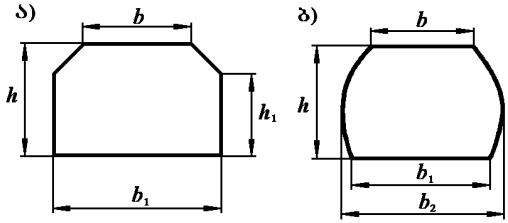
გადამყვანის ხის ძელები ფართოდ არის გავრცელებული მათი შემდეგი დადებითი თვისებების გამო:

- კარგი დრეკადობა;
- საკმარისი სიმტკიცე;
- მარტივი ფორმა;
- სიმსუბუქე და სიიაფე;
- ცუდი ელექტროგამტარობა.

გადამყვანის ხის ძელები დანიშნულების მიხედვით მზადდება სამი ტიპის და გამოიყენება: I ტიპი – მთავარი ლიანდაგებისათვის; II ტიპი – მცირე ტვირთდაძაბულობის მთავარი ლიანდაგებისათვის, მიმღებ-გამგზავნი და მახარისხებელი გორაკების ლიანდაგებისათვის; III ტიპი – სამრეწველო საწარმოებთან მისასვლელი ლიანდაგებისათვის.

გადამყვანის ძელები განივი კვეთის ფორმის მიხედვით იყოფა ორ სახეობად: ჩამოგანილი (ნახ.15.ა) და ჩამოუგანავი (ნახ. 15.ბ).

ტიპების მიხედვით გადამყვანის ძელების ზომები მოცემულია ცხრილში 9.



ნახ.15. გადამყვანის ხის ძელების განივი კვეთის ფორმები: ა) ჩამოგანილი; ბ) ჩამოუგანავი

ცხრილი 9

გადამყვანის ძელების განივი კვეთის ზომები, მმ

ძელის ტიპი	სისქე, h	ზედაპირის სიგანე, b			საწოლის სიგანე b_1	ჩამოუგანავი ძელის მაქსიმალური სიგანე b_2	ჩამოხერხილი გვერდის სიმაღლე h_1
		გაგანიერებული (У)	განიერი (Ш)	ნორმალური (Н)			
I	180 ± 5	220_{-10}	200_{-10}	–	260^{+20}_{-5}	300	150
II	160 ± 5	220_{-10}	–	175_{-10}	250^{+20}_{-5}	280	130
III	160 ± 5	–	200_{-10}	175_{-10}	230^{+20}_{-5}	260	130

გადამყვანის ძელების სიგრძე იცვლება 3,0 მეტრიდან 5,5 მეტრამდე 0,25 მეტრის ბიჯით (3,00; 3,25; 3,50; 3,75; 4,00; 4,25; 4,50; 4,75; 5,00; 5,25, 5,50), ზღვრული გადახრით ± 20 მმ.

რკინაბეტონის ძელების მსგავსად ხის ძელების ბოლოები სწორი ლიანდაგის გასწვრივ ეწყობა ერთ სწორ ხაზზე.

მანძილი სწორი ლიანდაგის გარეთა სარელსო ძაფების სამუშაო წახნაგიდან შპალის ბოლომდე ტოლია

$$M = \frac{2750 - 1520}{2} = 615 \text{ მმ} \qquad (2.52)$$

ზოგჯერ გადამყვანის ძელების ეკონომიის თვალაზრისით M მანძილს ამცირებენ გადამყვანის ძელების სიგრძეებს შორის სხვაობის სიდიდის ნახევრით, ე.ი.

$$M = 615 - \frac{250}{2} = 490 \text{ მმ} \qquad (2.53)$$

გვერდითი ლიანდაგის მხარეს M მანძილის მუდმივობის მიღწევა ლიანდაგის სიმრუდის გამო შეუძლებელია და თავდაპირველად ძელების ლიანდაგის გარეთა ნაწილის სიგრძე M სიდიდეზე მეტია და შემდეგ თანდათან მცირდება და როცა M

სიდიდეზე ნაკლები აღმოჩნდება, საჭიროა ძელების სიგრძე გაიზარდოს 250 მმ-ით.

მანძილი ძელებს შორის, რომელზეც ეწყობა გადამყვანის მექანიზმი ტოლია 650–700 მმ, ხოლო გადამყვანის მექანიზმი, რომელიც მუშაობს ელექტროამძრავით – 675-635 მმ.

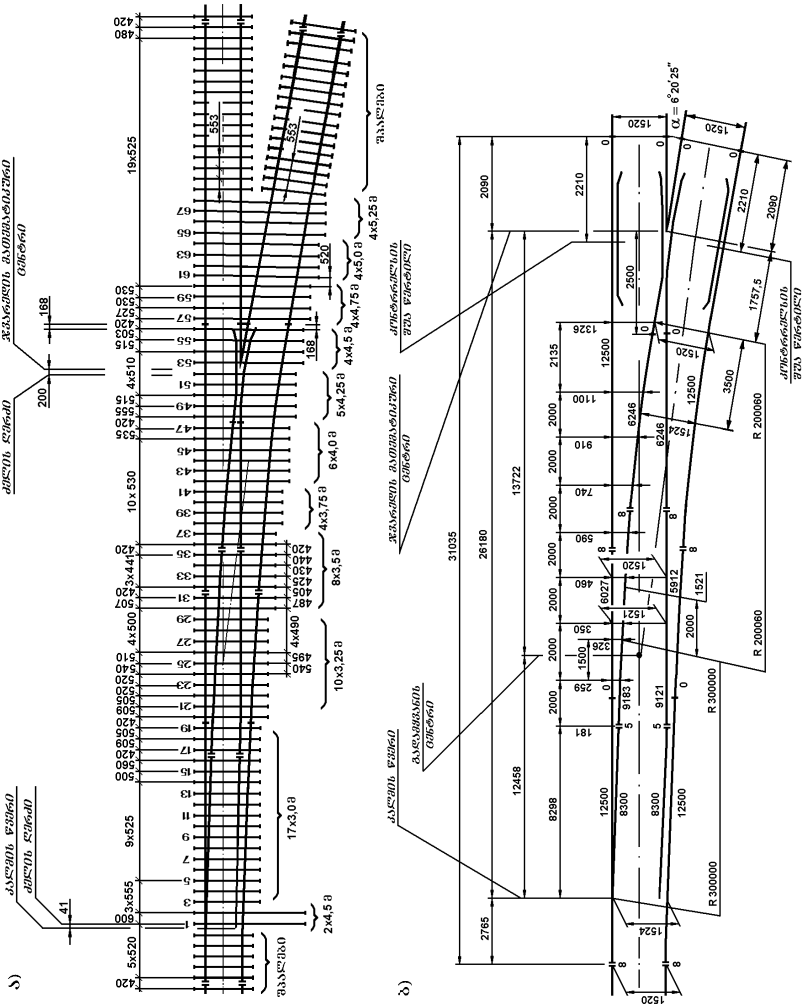
თავდაპირველად გადამყვანის ძელები უნდა განლაგდეს პირაპირებში, ხოლო შემდეგ – მთელი ისრული გადამყვანის ფარგლებში.

გადამყვანის ძელები ჩარჩო რელსის წინა პირაპირიდან გადამყვანის ცენტრამდე უნდა განლაგდეს პირდაპირი ლიანდაგის ღერძის გასწვრივ, ხოლო გადამყვანის ცენტრიდან ჯვარედის უკანა პირაპირამდე, ჯვარედის კუთხის ბისექტრისის მართობულად.

ისრული გადამყვანის ქვეშ ძელების განლაგების სქემა უნდა გამოიხაზოს მასშტაბით 1:50 ან 1:100. იმავე მასშტაბში უნდა გამოიხაზოს ისრული გადამყვანის დაკვალვის სქემა ყველა ძირითადი ზომების ჩვენებით (ნახ.16)

უნდა შედგეს რელსების და გადამყვანის ძელების სპეციფიკაციის ცხრილი.

ისრული გადამყვანის პროექტი შეიცავს აგრეთვე ყველა ძირითადი ნაწილის საანგარიშო ნახაზებს.



ნახ.16. ისრული გადამყვანის ქვეშ ძელების განლაგების და დაკვალვის სქემა

2.8. ისრული გადამყვანის მოვლა-შენახვისადმი წაყენებული მოთხოვნები და მისი სამსახურის ვადის განსაზღვრა

ისრული გადამყვანები საჭიროებენ განსაკუთრებულ მოვლა-შენახვას ძირითადად ორი გარემოების გამო:

1. მოძრავი შემადგენლობის ისრული გადამყვანის ფარგლებში მოძრაობის დროს წარმოიშობა გაცილებით დიდი გვერდითი და დარტყმითი ძალები, ვიდრე ჩვეულებრივ ლიანდაგში.
2. ჩარჩო რელსი და კალმები შესუსტებულია ჩამოკვეთის გამო, რითაც მცირდება წინაღობის მომენტი. ჩამოკვეთის გამო მცირდება აგრეთვე ჩარჩო რელსის და კალმების თავებზე თვლის გორვის ფართობი, რაც თავისთავად იწვევს გაძლიერებულ ცვეთას.

ზემოთ ჩამოთვლილის გამო, ისრული გადამყვანების სამსახურის ვადა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ჩვეულებრივი რელსების.

ისრული გადამყვანების სამსახურის ვადა განისაზღვრება ისრებისა და ჯვარედის კომპლექტის ცვეთის პირობით. ტექნიკური ექსპლუატაციის ნორმებში ჩამოთვლილია ის განსაკუთრებით საშიში დაზიანებები, რომელთა არსებობა შეუძლებელს ხდის ისრული გადამყვანების შემდგომ ექსპლუატაციას და საჭიროა მათი დაუყოვნებლივი აღმოფხვრა. ამგვარ დაზიანებებს მიეკუთვნება:

ისრის კალმებისა და ჯვარედების მოძრავი გულარების გათიშვა საწევებიდან;

კალმის ჩამორჩენა ჩარჩო რელსის ან ჯვარედის მოძრავი გულარის ულვაშა რელსის მიმართ 4 მმ და მეტი სიდიდით, გაზომილი კალამთან და ბლაგვი ჯვარედის გულართან პირველი საწევის გასწვრივ, ხოლო მახვილი ჯვარედის გულართან - დაკეტილი გულარის წვეროსთან;

კალმის ან მოძრავი გულარის ამოფხვნა, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ქიმის მათთან მიწყდომის საშიშროება და ყველა სხვა შემთხვევაში ამოფხვნის სიგრძისას: მთავარ ლიანდაგებზე – 200 მმ და მეტი; მიმღებ-გამგზავნ ლიანდაგებზე – 300 მმ და მეტი; სხვა დანარჩენ სასადგურო ლიანდაგებზე – 400 მმ და მეტი;

კალმის დადაბლება ჩარჩო რელსის და ჯვარედის მოძრავი გულარის ულვაშა რელსის მიმართ 2 მმ და მეტი სიდიდით,

გაზომილი კვეთში, სადაც კალმის თავის ან მოძრავი გულარის თავის ზედა ნაწილის სიგანე 50 მმ და მეტია;

ჯვარედის გულარისა და კონტრრელსის თავის მუშა წახნაგებს შორის მანძილი ნაკლებია 1472 მმ-ზე;

კონტრრელსის თავისა და ულვაშა რელსის მუშა წახნაგებს შორის მანძილი მეტია 1435 მმ-ზე;

კალმის ან ჩარჩო რელსის გატეხა;

ჯვარედის გატეხა (გულარის, ულვაშა რელსის და კონტრრელსის);

კონტრრელსის ჭანჭიკის გაწყვეტა ერთჭანჭიკიან ან ორთავე ჭანჭიკისა ორჭანჭიკიან შუასადებში.

ისრული გადამყვანის ფარგლებში ლიანდის სიგანე არ უნდა იყოს 1546 მმ-ზე მეტი და 1512 მმ-ზე ნაკლები.

რელსებისა და ისრული გადამყვანის სხვა ელემენტების ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ცვეთის, აგრეთვე მათი დეფექტების სიდიდეები, რომლებიც დამოკიდებულია მატარებლების მოძრაობის დადგენილ სიჩქარეებზე, (НТД/ЦП-1-3-93) კატალოგის დამატებებში მოცემულ რეგლამენტირებულ მნიშვნელობებს არ უნდა აჭარბებდეს.

ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების მიხედვით ყველა მარკის ისრებმა და ჩამოსხმულმა ჯვარედებმა, რომლებიც დამზადებულია მაღალხარისხოვანი მარგანეციანი ფოლადისაგან, მაქსიმალური ცვეთის მიღებამდე უნდა გაატარონ:

ა. ჯვარედებმა:

*P*43 ტიპის	40 მლნ. ტ ბრუტო
*P*50 ტიპის	60 მლნ. ტ ბრუტო
*P*65 ტიპის	70 მლნ. ტ ბრუტო

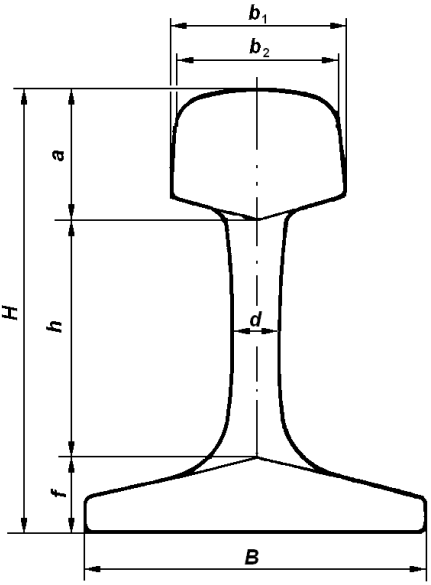
ბ. ისრებმა

*P*43 ტიპის	80 მლნ. ტ ბრუტო
*P*50 ტიპის	100 მლნ. ტ ბრუტო
*P*65 ტიპის	120 მლნ. ტ ბრუტო

ისრული გადამყვანები მთავარ ლიანდაგებზე, როგორც წესი, განლაგებული უნდა იყოს ლიანდაგის სწორ უბნებში.

დ ა ნ ა რ თ ი

დანართი 1



რელსების მახასიათებლები

მახასიათებლები	განზო-მილება	რელსის ტიპი		
		P 65	*P* 50	*P* 43
განივი კვეთის ფართობი	სმ²	82,56	65,93	57,0
ფართობების განაწილება განივ კვეთში:	%			
• თავში		34,2	38,2	42,8
• ყელში		28,4	24,4	21,3
• ფუძეში		37,4	37,4	33,9
ერთი გრძივი მეტრი რელსის მასა, *q*	კგ	64,72	51,67	44,65
საპირაპირო ნახვრეტებიანი ერთი 25 მეტრიანი რელსის მასა	კგ	1616	1280	1116
რელსის სიმაღლე:	მმ			
• მთლიანი, *H*		180	152	140
• თავის, *a*		45	42	42
• ყელის, *h*		105	83	71
• ფუძის, *f*		30	27	27

რელსის თავის სიგანე გორვის ზედაპირიდან 13 მმ-ის დონეზე, b_2	მმ	72,8	70	70
რელსის თავის სიგანე b_1	მმ	75	71,9	70
რელსის ყელის მინიმალური სიგანე, d	მმ	18	16	14,5
ფუძის სიგანე, B	მმ	150	132	114
ინერციის მომენტი სიმძიმის ცენტრში გამავალი ჰორიზონ-ტალური ღერძის მიმართ	სმ^4	3540	2011	1489
ინერციის მომენტი სიმძიმის ცენტრში გამავალი ვერტიკალ-ური ღერძის მიმართ	სმ^4	564	375	260
წინაღობის მომენტი რელსის ფუძის ქვედა წიბოს მიმართ	სმ^3	435	285	217
წინაღობის მომენტი რელსის თავის ზედა წიბოს მიმართ	სმ^3	358	247	208

დანართი 2

α და $\alpha/2$ *კუთხეების ტრიგონომეტრულ ფუნქციათა მნიშვნელობები*

ჯვარედის მარკა	ჯვარედის კუთხე α	α კუთხის ტრიგონომეტრული ფუნ-ქციების მნიშვნელობები			$\alpha/2$	$\alpha/2$ კუთხის ტრიგონომეტრული ფუნ-ქციების მნიშვნელობები		
		$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$tg\alpha$		$\sin\alpha/2$	$\cos\alpha/2$	$tg\alpha/2$
1/5	11°18'36"	0,19611614	0,98058068	0,20000000	5°39'18"	0,09853762	0,99511333	0,09901951
1/6	9°27'44"	0,16439899	0,98639392	0,16666667	4°43'52"	0,08248053	0,99659268	0,08276253
1/7	8°07'48"	0,14142136	0,98994949	0,14285714	4°03'54"	0,07088902	0,99748421	0,07106781
1/8	7°07'30"	0,12403473	0,99227788	0,12500000	3°33'45"	0,06213744	0,99806760	0,06225775
1/9	6°20'25"	0,11043153	0,99388373	0,11111111	3°10'12,5"	0,05530029	0,99846976	0,05538514
1/10	5°42'38"	0,09950372	0,99503719	0,10000000	2°51'19"	0,04981370	0,99875853	0,04987562
1/11	5°11'40"	0,09053575	0,99589321	0,09090909	2°35'50"	0,04531442	0,99897277	0,04536102
1/12	4°45'50"	0,08304548	0,99654576	0,08333333	2°22'55"	0,04155864	0,99913607	0,04159458
1/13	4°23'55"	0,07669650	0,99705449	0,07692308	2°11'57,5"	0,03837652	0,99926335	0,03840481
1/14	4°05'08"	0,07124705	0,99745870	0,07142857	2°02'34"	0,03564618	0,99936447	0,03566885
1/15	3°48'50"	0,06651901	0,99778516	0,06666667	1°54'25"	0,03327794	0,99944614	0,03329638
1/16	3°34'35"	0,06237829	0,99805258	0,06250000	1°47'17,5"	0,03120434	0,99951303	0,03121954
1/17	3°21'59"	0,05872202	0,99827437	0,05882353	1°40'59,5"	0,02937369	0,99956850	0,02938637
1/18	3°10'47"	0,05547002	0,99846035	0,05555556	1°35'23,5"	0,02774569	0,99961501	0,02775638
1/19	3°00'46"	0,05255883	0,99861783	0,05263158	1°30'23"	0,02628850	0,99965440	0,02629759
1/20	2°51'45"	0,04993762	0,99875234	0,05000000	1°25'52,5"	0,02497660	0,99968804	0,02498439
1/21	2°43'35"	0,04756515	0,99886814	0,04761905	1°21'47,5"	0,02378931	0,99971699	0,02379604
1/22	2°36'09"	0,04540766	0,99896854	0,04545455	1°18'04,5"	0,02270969	0,99974210	0,02271555
1/23	2°29'22"	0,04343722	0,99905616	0,04347826	1°14'41"	0,02172374	0,99976401	0,02172887
1/24	2°23'09"	0,04163054	0,99913307	0,04166667	1°11'34,5"	0,02081979	0,99978324	0,02082430
1/25	2°17'26"	0,03996804	0,99920096	0,04000000	1°08'43"	0,01998801	0,99980022	0,01999201

დანართი 3

გრადუსი °	რადიანი	წუთი ′	რადიანი	წამი ″	რადიანი
1	0,017453292	1	0,000290888	1	0,000004848
2	0,034906585	2	0,000581776	2	0,000009696
3	0,052359877	3	0,000872664	3	0,000014544
4	0,069813170	4	0,001163552	4	0,000019392
5	0,087266462	5	0,001454441	5	0,000024240
6	0,104719755	6	0,001745329	6	0,000029088
7	0,122173047	7	0,002036217	7	0,000033936
8	0,139626340	8	0,002327105	8	0,000038785
9	0,157079632	9	0,002617993	9	0,000043633
10	0,174532925	10	0,002908882	10	0,000048481
20	0,349065850	20	0,005817764	20	0,000096962
30	0,523598775	30	0,008726646	30	0,000145444
40	0,698131700	40	0,011635528	40	0,000193925
50	0,872664626	50	0,01454441	50	0,000242406

ლიტერატურა:

1. Шахунянц Г.М. Железодорожный путь М,: Транспорт, 1987. 480 с.
2. Амелин С.В. Соединения и пересечения рельсовых путей, М,: Транспорт, 1968. 262с.
3. ე.მოისწრაფიშვილი, მ.მოისწრაფიშვილი, ნ.რურუა "რკინიგზის ლიანდაგი" (ლიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქცია). თბილისი, "ტექნიკური უნივერსიტეტი". 2009. გვ.114.
4. ე.მოისწრაფიშვილი, მ.მოისწრაფიშვილი, ნ.რურუა "რკინიგზის ლიანდაგი" (სარელსო ლიანდის მოწყობა). თბილისი, "ტექნიკური უნივერსიტეტი". 2009. გვ.76.
5. Большая энциклопедия транспорта. Железнодорожный транспорт. М.: Научное издат. «Большая Российская энциклопедия, 2003. 1039 с.
6. Амелин С.В., Дановский Л.М. Путь и петевое хозяйство, М,: Транспорт, 1972. 214 с.

სარჩევი

		გვ.
თავი 1	**ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების სამსახურის ვადის დადგენა და ლიანდის მოწყობის საკითხები**	3
1	ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპის შერჩევა	3
2	ერთი გრძივი მეტრი რელსის წონის განსაზღვრა	3
3	რელსების სამსახურის ვადის განსაზღვრა	5
4	შპალების სამსახურის ვადის განსაზღვრა	6
5	ბალასტის სამსახურის ვადის განსაზღვრა	7
6	გარე რელსის შემაღლების განსაზღვრა მრუდში	8
7	გადასასვლელი მრუდის სიგრძის განსაზღვრა	11
8	დამოკლებული რელსების რიცხვისა და მათი ლიანდაგში ჩაგების თანმიმდევრობის განსაზღვრა	14
9	დარღვეული მრუდის გაანგარიშება ჩადუნვის ისრების მეთოდით	18
თავი 2	**ერთმაგი ცალმხრივი ისრული გადამყვანის გაანგარიშება და დაგეგმარება**	24
2.1	ლიანდაგის შეერთებისა და გადაკვეთის სახეები	24
2.2	ისრის გაანგარიშება და დაგეგმარება	24
2.2.1	გადამყვანი მრუდის რადიუსის განსაზღვრა	24
2.2.2	კალმის რადიუსის განსაზღვრა	25
2.2.3	საისრო კუთხეების განსაზღვრა	26
2.2.4	ჩარჩო რელსის სიგრძის განსაზღვრა	28
2.3	ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშება	30
2.3.1	კონტრელსის სიგრძის და კონტრრელსში ღარის სიგანის განსაზღვრა	30
2.3.2	ჯვარედის სიგრძის განსაზღვრა	32
2.3.3	ულვაშა რელსების სიგრძისა და ღარის სიგანის განსაზღვრა ჯვარედში	35
2.4	ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა	36
2.5	გადამყვანი მრუდის დაკვალვა	37
2.6	ნაჭერი რელსების სიგრძის განსაზღვრა	39
2.7	გადამყვანის ძელების განლაგება ისრული გადამყვანის ქვეშ	40
2.8	ისრული გადამყვანის მოვლა-შენახვისადმი წაყენებული მოთხოვნები და მისი სამსახურის ვადის განსაზღვრა	44
	დანართი	46
	ლიტერატურა	50