

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ე. მოისწრაფიშვილი, ნ. რურუა, მ. მოისწრაფიშვილი

მეთოდური მითითებები საკურსო
სამუშაოებისათვის
საგანში “რკინიგზის ლიანდაგი”

ისრული გადამყვანის
გაანგარიშება და ლაგვემარება



რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი

2009

უაკ. 625.1

მეთოდურ მითითებაში განხილულია ჩვეულებრივი ერთმაგი ცალმხრივი ისრული გადაყვანების გაანგარიშებისა და დაგეგმარების საკითხები. კერძოდ: გადაყვანი მრუდის და კალმის რადიუსების, საისრო კუთხეების, ჩარჩო რელსის და კალმის სიგრძეების, ჯვარედის მარკის, კონტრრელსებისა და ჯვარედის სიგრძის, ისრული გადაყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომების, გადაყვანი მრუდის დაკვალვის, ისრული გადაყვანის ქვეშ გადაყვანის განლაგების, ისრული გადაყვანის ელემენტების სამსახურის ვადის განსაზღვრის და მისი მოვლა-შენახვისადმი წაყენებული მოთხოვნები.

მოტანილია მეთოდური, საცნობარო და ნორმატიულ-ტექნიკური მასალები. მეთოდური მითითებები შედგენილია მოქმედი სტანდარტების დაცვით, კურიკულუმებისა და სილაბუსების შესაბამისად.

მეთოდური მითითებები განკუთვნილია რკინიგზების 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

1. მოკლე ცნობები ლიანდაგის შეერთებისა და გადაკვეთის შესახებ

ლიანდაგების შეერთება და გადაკვეთა წარმოადგენს ლიანდაგის ზედა ნაშენის, რთულ, სპეციალურ მოწყობილობას, რომლის მეშვეობით ხორციელდება მოძრავი შემადგენლობის ერთ ლიანდაგიდან მეორეზე გადაყვანა, მისი მობრუნება 180⁰-ით ან ლიანდაგების გადაკვეთა ერთ სიბრტყეში.

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

სარელსო ლიანდაგების შეერთებისა და გადაკვეთის საშუალებანი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: ლიანდის სიგანის, ლიანდაგების რიცხვის, გეგმაში მათი განლაგების ან ურთიერთგადაკვეთის კუთხის, რელსების ტიპის, ჯვარედის მარკისა და კონსტრუქციის მიხედვით.

საქართველოს რკინიგზებზე ისრული გადაწყვეტების და ყრუ გადაკვეთების უმრავლესობის სიგანე 1520 მმ-ია, ევროპული ლიანდის ნორმალური სიგანე 1435 მმ, ვიწროლიანი რკინიგზებზე კი 750 და 912 მმ.

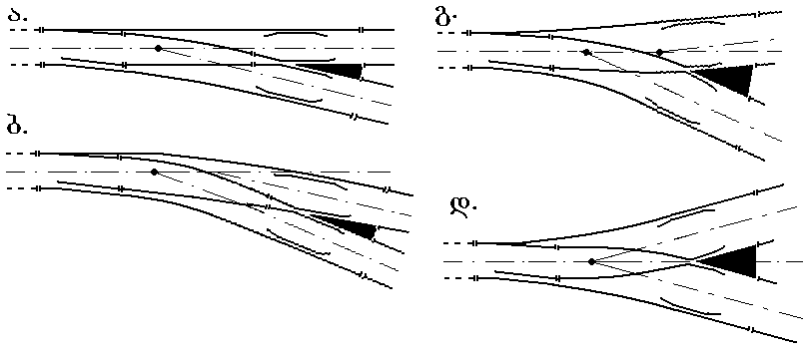
ლიანდაგების რიცხვისა და გეგმაში მათი განლაგების ან გადაკვეთის კუთხის მიხედვით ლიანდაგების შეერთებისა და გადაკვეთის შემდეგი სახესხვაობა არსებობს:

- ერთმაგი ისრული გადაწყვეტები, რომელთა ძირითადი მიმართულების ლიანდაგიდან განშტოვდება ერთი გვერდითი ლიანდაგი;
- ორმაგი ისრული გადაწყვეტები, რომელთა ძირითადი მიმართულების ლიანდაგიდან განშტოვდება ორი გვერდითი ლიანდაგი;
- ჯვარედინი ისრული გადაწყვეტები, გამოიყენება ორი მახვილი კუთხით ურთიერთგადაკვეთი ლიანდაგების შესაერთებლად;
- ყრუ გადაკვეთები, გამოიყენება სარელსო ლიანდაგების ერთ სიბრტყეში გადაკვეთის შემთხვევაში.

ერთმაგი ისრული გადაწყვეტები გეგმაში მათი გეომეტრიული ფორმის მიხედვით იყოფიან:

- ჩვეულებრივი ცალმხრივი ერთმაგი ისრული გადაწყვეტი, რომლის ძირითად ლიანდაგს აქვს პირდაპირი მიმართუ-

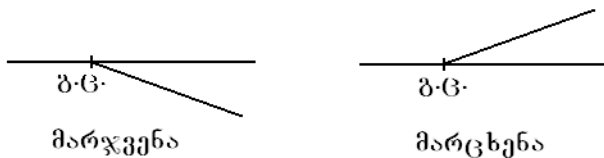
- ლება, ხოლო გვერდითი ლიანდაგი განშტოვდება კუთხით (ნახ.1.ა);
- არასიმეტრიული ცალმხრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ძირითადი და გვერდითი ლიანდაგები განშტოვდებიან ერთ მხარეს (ნახ.1.ბ);
 - არასიმეტრიული ორმხრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ძირითადი და გვერდითი ლიანდაგები განშტოვდებიან საპირისპირო მხარეს არათანაბარი კუთხეებით (ნახ.1.გ);
 - სიმეტრიული ორმხრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ლიანდაგები განშტოვდებიან საპირისპირო მხარეს თანაბარი კუთხით (ნახ.1.დ).



ნახ.1

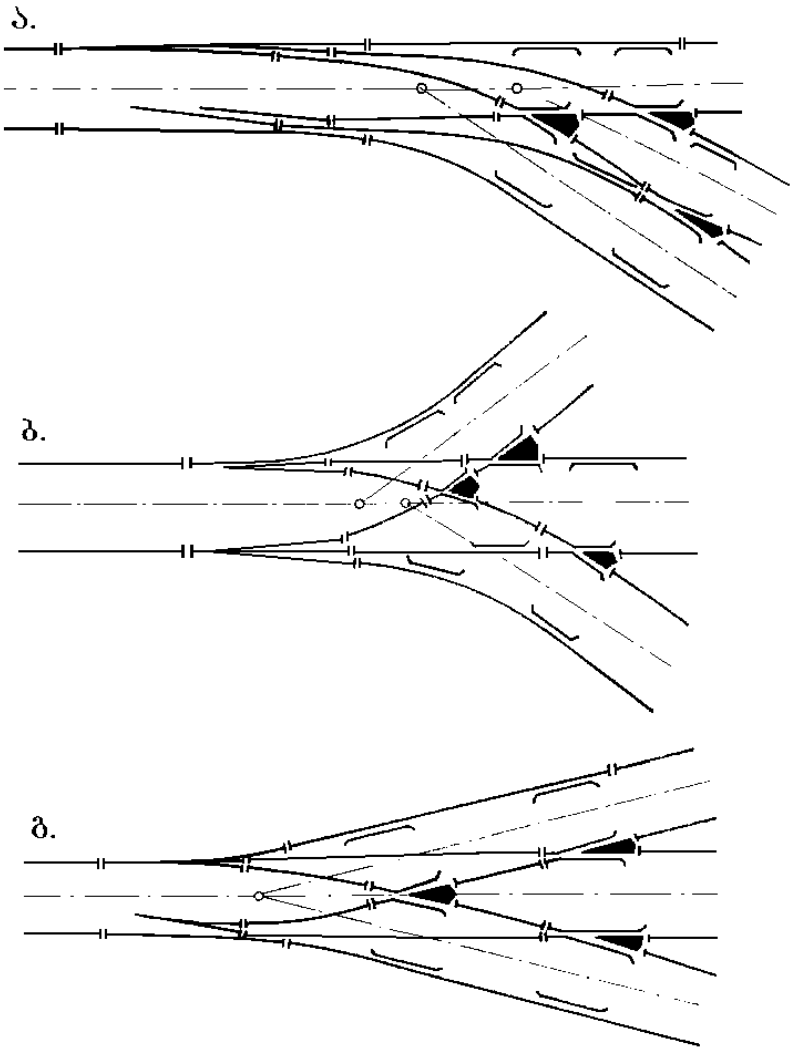
ლიანდაგების ღერძების გადაკვეთის წერტილს ისრული გადამყვანის ცენტრი (გ.ც) ეწოდება.

ერთმაგი ისრული გადამყვანების მხარეობა (მარცხენა, მარჯვენა) განისაზღვრება გვერდითი ლიანდაგის განშტოების მიხედვით (ნახ.2).



ნახ.2

ორმაგი ისრული გადამყვანები არსებობენ შემდეგი სახის:



ნახ.3.

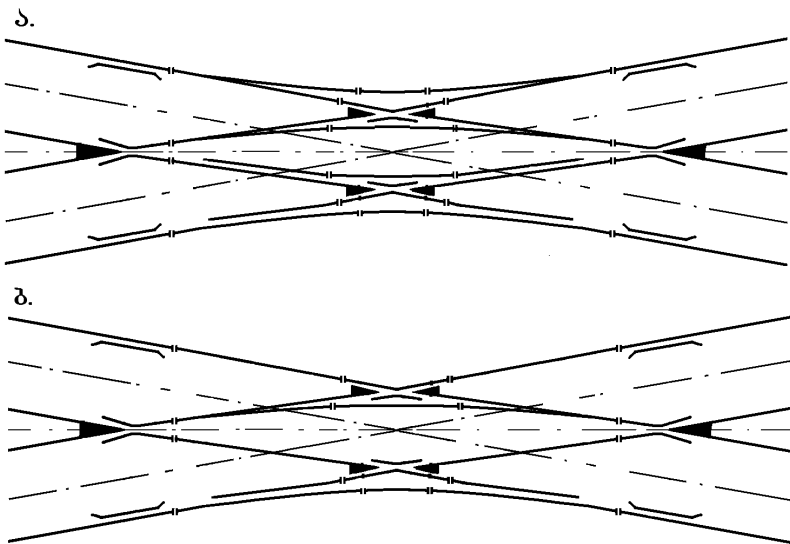
- არასიმეტრიული ცალმხრივი ორმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ძირითად ლიანდაგს აქვს პირდაპირი მიმა-

რთულემა, ხოლო ორივე გვერდითი ლიანდაგი განშტოვდება ერთ მხარეს (ნახ.3.ა);

- არასიმეტრიული ორმაგი ორმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ძირითად ლიანდაგს აქვს პირდაპირი მიმართულება, ხოლო გვერდითი ლიანდაგები განშტოვდებიან საპირისპირო მხარეს არათანაბარი კუთხეებით (ნახ.3.ბ);
- სიმეტრიული ორმაგი ისრული გადამყვანი, რომლის ძირითად ლიანდაგს აქვს პირდაპირი მიმართულება, ხოლო გვერდითი ლიანდაგები განშტოვდებიან საპირისპირო მხარეს თანაბარი კუთხით (ნახ.3.გ).

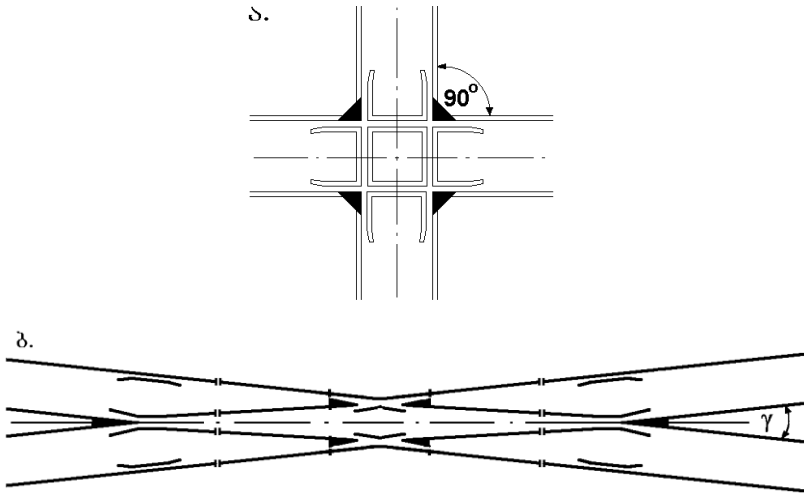
ჯვარედინი ისრული გადამყვანები არსებობენ შემდეგი სახის:

- ჯვარედინი ერთმაგი ისრული გადამყვანები, რომლებიც ურთიერთგადამკვეთ ლიანდაგებს აერთებენ მხოლოდ ერთი მიმართულებით (ნახ.4.ა);
- ჯვარედინი ორმაგი ისრული გადამყვანები, რომლებიც ურთიერთგადამკვეთ ლიანდაგებს აერთებენ ორივე მიმართულებით (ნახ.4.ბ).



ნახ.4.

ყრუ გადაკვეთები გამოიყენება სარელსო ლიანდაგების ერთ სიბრტყეში ურთიერთგადაკვეთისას. ყრუ გადაკვეთები შეიძლება განხორციელდეს მართი (ნახ.5.ა) და მახვილი კუთხით (ნახ.5.ბ).



ნახ.5.

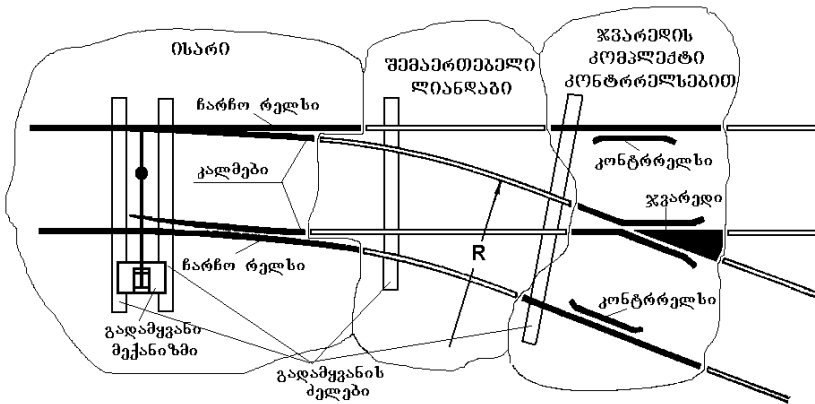
მახვილკუთხა ყრუ გადაკვეთებში ლიანდაგების ურთიერთგადაკვეთის კუთხეებს ჩვეულებრივ იღებენ: 75° , 60° , 45° , 30° და 2α -ს ტოლს, სადა α ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანის ჯვარედის კუთხეა.

ლიანდაგების შევერთების და გადაკვეთის ძირითად საშუალებას ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანები წარმოადგენს. საქართველოს რკინიგზებზე ლიანდაგების შევერთების და გადაკვეთის ყველა სახის დაახლოებით 98% განხორციელებულია ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანების საშუალებით. ამიტომ ქვემოთ დაწვრილებით იქნება განხილული ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანების გაანგარიშებისა და დაგეგმარების საფუძვლები.

2. ისრული გადამყვანის საზღვრები და ძირითადი ნაწილები

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

1. ისარი გადამყვანი მექანიზმით;
2. შემაერთებელი ლიანდაგები;
3. ჯვარედის კომპლექტი კონტრრელსებით;
4. ისრული გადამყვანის ფუძე.



ნახ.6.

ისრული გადამყვანი იწყება ჩარჩო რელსის წინა პირაპირთან და მთავრდება ჯვარედის უკანა პირაპირთან, ხოლო თუ ჯვარედის უკანა პირაპირთან ჩაწყობილია ნაჭერი რელსები, მაშინ ნაჭერი რელსების ბოლო პირაპირთან.

ჩვეულებრივი ერთმაგი ისრული გადამყვანის გაანგარიშების მიზანია განისაზღვროს მისი ზემოთ ჩამოთვლილი ნაწილების ყველა ელემენტის ძირითადი ზომები, ასევე ისრული გადამყვანის დაკვალვისათვის საჭირო სიდიდეები; გაანგარიშებულ და შედგენილ იქნას ისრული გადამყვანის დასაგებად ძელების განლაგების სქემა ე.წ. ეპიურა, ძელების რაოდენობის, სიგრძეების და ღერძებს შორის მანძილის ჩვენებით.

3. ისრის გაანგარიშება და დაგეგმარება

ისრის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს: მრუდე და სწორი კალმები, ორი ჩარჩო რელსი, გადამყვანი მექანიზმი, კალმის ფესვების სამაგრი მოწყობილობები, მისაბრჯენი და საყრდენი ელემენტები და სხვა მცირე ზომის ელემენტები.

ისრის გაანგარიშებისა და დაგეგმარებისათვის საჭიროა დადგინდეს შემდეგი სიდიდეები:

- გადამყვანი მრუდის $R_{გაღ}$ რადიუსი;
- კალმის ტიპი, კალმის $R_{კალ}$ რადიუსი და კალმის ფესვის დამაგრების კონსტრუქცია;
- ღრეწოს მინიმალური სიდიდე გაწეულ კალამსა და სწორი ჩარჩო რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის (t_{min}), და ღარის სიგანე კალმის ფესვთან (t_n);
- საწყისი ($\beta_{საყ}$), დაჯახების ($\beta_{ღ}$) და მთლიანი საისრო (β) კუთხეები;
- ჩარჩო რელსების სიგრძეები;
- გადამყვანის ძელების განლაგების სქემა ისრის ქვეშ.

3.1. გადამყვანი მრუდის რადიუსის განსაზღვრა

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

$$R_{გაღ} = \frac{v_{გგ}^2}{\gamma} \quad (1)$$

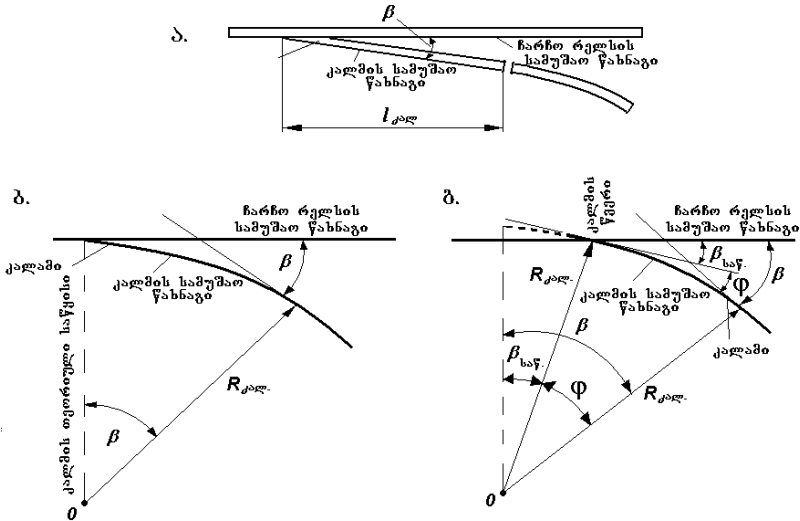
სადაც $v_{გგ}$ - მოძრავი შემადგენლობის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარეა გვერდით ლიანდაგში, მ/წმ;

γ - გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების ფაქტიური სიდიდე გვერდით ლიანდაგში მოძრაობისას, მ/წმ².

გადამყვანი მრუდის და კალმის რადიუსების მნიშვნელობები დამრგვალდება 1 მეტრის სიზუსტით.

3.2. კალმის ტიპის რადიუსის განსაზღვრა

ისრული გადაწყვანის კალმები გეგმაში მათი ფორმის მიხედვით შეიძლება იყოს: სწორი (ნახ.7.ა) და მრუდე. არსებობს მხები და მრუდე გადამკვეთი ტიპის მრუდე კალმები (ნახ.7.ბ. და ნახ.7.გ).



ნახ.7.

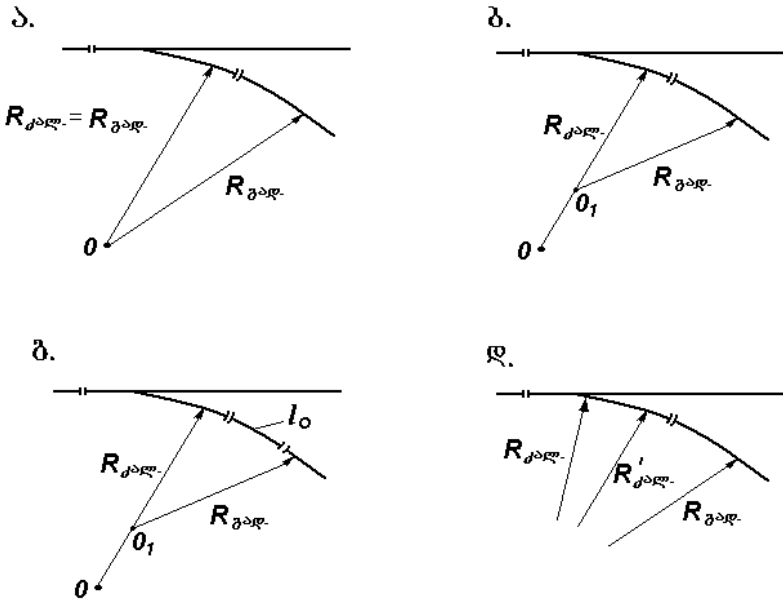
ისრის ფარგლებში მოძრავი შემადგენლობის მდოვრული მოძრაობის უზრუნველსაყოფად და დაჯახების კუთხის შემცირების მიზნით სასურველია, რომ კალმის სიმრუდე იცვლებოდეს მზარდი სიდიდით $1/\omega$ -დან $1/R_{\text{კალ}}$ -მდე.

ასეთ კალმებს მხები კალმები ეწოდება. მხები კალმების დამზადება ძვირი ჯდება. ამასთანავე ისინი არასაიმედოა ექსპლუატაციის პირობებში წვეროს მცირე სისქის გამო, ამიტომ ჩვენს რკინიგზებზე გამოიყენება შემდეგი სახის კალმები:

- ა.) მრუდე კალმის რადიუსი მიიღება გადამყვანი მრუდის რადიუსის ტოლი, ე.ი. $R_{\text{კალ}} = R_{\text{გაღ}}$ (ნახ.8.ა);
- ბ.) მრუდე კალმის რადიუსი შეიძლება მეტი იყოს გადამყვანი მრუდის რადიუსზე, ე.ი. $R_{\text{კალ}} > R_{\text{გაღ}}$ (ნახ.8.ბ);

გ) მრუდე კალმის რადიუსი მეტია გადამყვანი მრუდის რადიუსზე, ხოლო მათ შორის ეწყობა 2,5 მ სივრცის სწორი ჩანართი ე.ი. $R_{კალ} > R_{გად}$ (ნახ.8.გ);

დ) მრუდე კალმის რადიუსი შეიძლება იყოს ცვალებადი სიმრუდის, ე.ი. $R_{კალ} > R'_{კალ} \geq R_{გად}$ (ნახ.8.ბ).



ნახ.8.

მრუდე კალმის რადიუსისა და ისრის საწყისი ($\beta_{საწყ}$) კუთხის მნიშვნელობა შეიძლება განისაზღვროს გვერდით ლიანდაგში მოძრაობის $v_{გვ}$ სიჩქარის, თვლის ქიმსა და რელსის სამუშაო წახნავს შორის მაქსიმალური დასაშვები სიდიდის ღრეხოს (δ_{max}) და კალმის წვეროსთან თვლის ქიმის დაჯახების მახასიათებელთან (w_0) დამოკიდებულებით

$$R_{კალ} = \frac{v_{გვ}^2}{j} \quad (2)$$

სადაც j - მყისიერად წარმოშობილი გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების დასაშვები მნიშვნელობაა, მ/წმ².

სადაც w_0 - თვლის ქიმის კალმის წვეროსთან დაჯახების ძალის სიდიდის მახასიათებელია, მ/წმ ;
 δ - ღრეჩოს საანგარიშო სიდიდე თვლის ქიმსა და რელსის სამუშაო წახნაგს შორის, მ;
 w_0, δ, γ, j სიდიდეების პრაქტიკულად დასაშვები მნიშვნელობები შეიძლება მივიღოთ ცხრილიდან 1.

ცხრილი 1

მნიშვნელობები	პ ა რ ა მ ე ტ რ ე ბ ი			
	δ , მ, როცა $S_0 = 1520$ მმ	w_0 , მ/წმ	j , მ/წმ ²	γ , მ/წმ ²
რეკომენდებული საანგარიშო	0,036	0,225	0,3–0,4	0,4–0,6
მაქსიმალური დასაშვები	0,040	0,270	0,64	0,77

საწყისი საისრო კუთხის $\beta_{საწყ(მინ)}$ მინიმალური რეკომენდებული მნიშვნელობები კონსტრუქციულად მიიღება ცხრილ 2-ის მიხედვით.

ცხრილი 2

მოძრაობის სიჩქარე გვერდით ლიანდაგში $v_{გვ}$, კმ/სთ	საწყისი საისრო კუთხის მინიმალური მნიშვნელობა, $\beta_{საწყ(მინ)}$	
	წუთებში	რადიანებში
40	30-50	0,0087 – 0,0145
60	20-30	0,0058 – 0,0087
100	15-25	0,0044 – 0,0073

კუთხის მნიშვნელობები გამოთვლილ უნდა იქნეს, როგორც გრადუსებში, ისე რადიანებში, დამრგვალებით მძიმის შემდეგ 6 - 8 ციფრის სიზუსტით.

3.3. კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძის განსაზღვრა

კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის რადიუსი მიზანშეწონილია ტოლი იყოს $R_{კალ}$ -ის, რადგანაც ცვალებადი სიმრუდის კალმებ-

ში $R_{კალ} > R'_{კალ}$. კალმის ფარგლებში წარმოშობილი მაქსიმალური ცენტრიდანული ძალა, რომელიც შეესაბამება $R'_{კალ}$ რადიუსს, იმოქმედებს კალმის შეუსუსტებელი განივკვეთის ფარგლებში.

როცა $R_{კალ} = R'_{კალ} = R_{ბად}$ (ნახ.10), მაშინ

$$\lambda_v = D - A \quad (7)$$

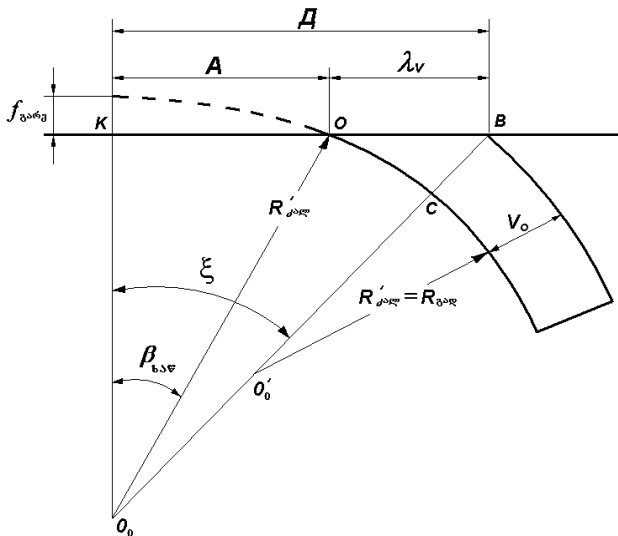
$$A = R_{ბად} \sin \beta_{საწ} \quad (8)$$

$$D = \sqrt{(2R_{ბად} + v_0 - f_{ბ}) (v_0 + f_{ბ})} \quad (9)$$

$$f_{ბ} = R_{ბად} (1 - \cos \beta_{საწ}) \approx R_{ბად} \frac{\beta_{საწ}^2}{2} \quad (10)$$

$$\sin \xi_0 = \frac{D}{R_{ბად} + v_0} \quad (11)$$

სადაც v_0 - კალმის თავის ნორმალური სისქვა და დამოკიდებულია რელსის ტიპზე (ცხრილი 3).



ნახ.10

ცხრილი 3

რელსის ტიპი	რელსის თავის სისქე ν_0 , მმ
P43	70
P50	70
P65	75

როცა $R_{კალ} > R'_{კალ} = R_{გად}$, მაშინ გაანგარიშება წარმოებს (7) - (11) ფორმულების დახმარებით, მხოლოდ $R_{გად}$ -ის ნაცვლად აიღება $R_{კალ}$ -ის მნიშვნელობა.

ისრულ გადაწყვენებში მაღალი სიჩქარეებისათვის მათი სიგრძის შემცირების მიზნით კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძე შეიძლება განისაზღვროს $\beta_{გ}$ კუთხის შესაბამისი რკალის სიგრძის მიხედვით. ჩამოკვეთა გრძელდება მანამ, სანამ კალმის თავის სისქე თვლის ქიმსა და რელსის სამუშაო წახნაგს შორის ღრჩოს სიდიდის (δ) ტოლი არ გახდება.

3.4. მრუდე კალმის სიგრძის და მთლიანი საისრო კუთხის განსაზღვრა

მთლიანი საისრო (β) კუთხე და მრუდე კალმის l_0 სიგრძე განისაზღვრება ჩარჩო რელსსა და გადაწეულ კალამს შორის ღარის მინიმალური დასაშვები სიდიდის (t_{min}) მიღწევის აუცილებლობით.

t_{min} -ის მინიმალური დასაშვები სიდიდეები კალმის ფესვთან მიიღება ლიანდის სიგანის მიხედვით (ცხრილი 4).

ცხრილი 4

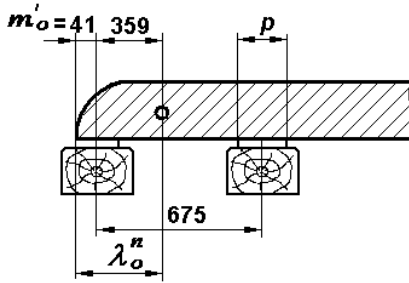
ლიანდის სიგანე კალმის ფესვთან S_0 , მმ	ღარის მინიმალური დასაშვები სიდიდე კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის t_{min} , მმ	
	მრუდე კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის	სწორ კალამსა და ჩარჩო რელსს შორის
1520	71	72
1530	75	76
1535	87	84

განვსაზღვროთ კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის მობრუნების კუთხე (ნახ.11):

$$\sin \varphi'_n = \frac{III - t_{\min}}{\lambda_v - \lambda_0^n} \quad (12)$$

სადაც III - კალმის ბიჯია, თანამედროვე ისრულ გადამყვანებში $III=152$ მმ;

λ_0^n - მანძილი კალმის წვეროდან მის პირველ საწვეამდე, $\lambda_0^n=400$ მმ (ნახ.11).



ნახ.11

განგარიშების შედეგად მიღებული $\sin \varphi'_n$ -ის მნიშვნელობა უნდა შევადაროთ $\sin \xi_0$ -ის მნიშვნელობას. თუ აღმოჩნდა, რომ $\sin \xi_0 \geq \sin \varphi'_n$, მაშინ დარს მინიმალური მნიშვნელობა (t_{\min}) ექნება კალმის ჩამოკვეთის ბოლო წვერტილში და (12) განტოლება იძლევა ზუსტ პასუხს, ე.ი $\sin \varphi'_n = \sin \varphi_n$, ანუ $\varphi'_n = \varphi_n$. წინააღმდეგ შემთხვევაში, როცა $\sin \xi_0 < \sin \varphi'_n$, მაშინ უნდა განისაზღვროს შესწორების სიდიდე $\Delta \varphi_n$ შემდეგი ფორმულის დახმარებით

$$\Delta \varphi_n = \frac{\sqrt{(\lambda_v - \lambda_0^n)[(\lambda_v - \lambda_0^n) + 2(R_{\text{ბაღ}} + v_0)(\sin \varphi'_n - \sin \xi_0)] - (\lambda_v - \lambda_0^n)}{R_{\text{ბაღ}} + v_0} \quad (13)$$

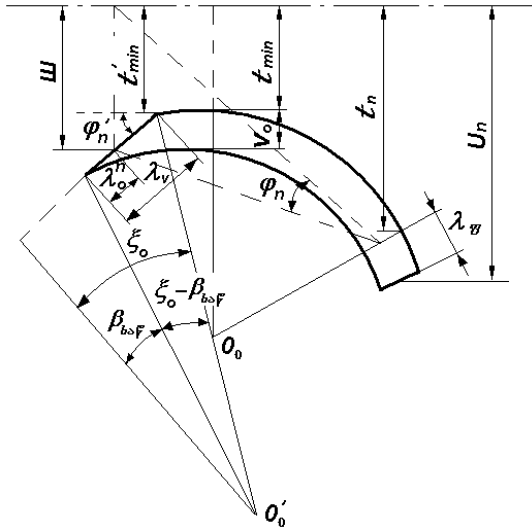
სოლო კუთხე

$$\varphi = \varphi'_n + \Delta \varphi \quad (14)$$

ამ შემთხვევაში მრუდე კალმის l_0 სიგრძე ტოლი იქნება

$$l_0 = \frac{III}{\sin \varphi_n} + \lambda_0^n + \lambda_3 \quad (15)$$

სადაც $\lambda_{\text{ფ}}$ - მანძილია კალმის მობრუნების ცენტრიდან მის ბოლომდე (ნახ.12).



ნახ.12

კალმის ფესვის ტაბიკით ჩამაგრების შემთხვევაში $\lambda_{\text{ფ}}=70$ მმ, დანარჩენი კონსტრუქციებისათვის $\lambda_{\text{ფ}}=0$.

მთლიანი საისრო (β) კუთხის მნიშვნელობა დამოკიდებულია კალმისა და გადამყვანი მრუდის რადიუსზე. იგი განისაზღვრება სამი შემთხვევისათვის:

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$,

$$\beta = \frac{l_0}{R_{\text{ბაღ}}} \quad (16)$$

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$ და კალმის ჩამოკვეთის სიგრძე განისაზღვრება ξ_0 კუთხით

$$\beta = \frac{l_0 - R_{\text{კალ}}(\xi_0 - \beta_{\text{საფ}})}{R_{\text{ბაღ}}} + \xi_0 \quad (17)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბად}}$ და კალმის ჩამოკვეთის სიგრძე განისაზღვრება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხით

$$\beta = \frac{l_0 - R_{\text{კალ}}(\beta_{\text{გ}} - \beta_{\text{საწ}})}{R_{\text{ბად}}} + \beta_{\text{გ}} \quad (18)$$

კალმის l_0 სიგრძის l'_0 პროექცია ჩარჩო რელსზე ზემოაღნიშნული სამი შემთხვევისათვის ტოლი იქნება

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბად}}$,

$$l'_0 = l_0 \cos \beta \quad (19)$$

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბად}}$ და კალმის ჩამოკვეთის სიგრძე განისაზღვრება ξ_0 კუთხით

$$l'_0 = R_{\text{კალ}}(\sin \xi_0 - \sin \beta_{\text{საწ}}) + R_{\text{ბად}}(\sin \beta - \sin \xi_0) \quad (20)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბად}}$ და კალმის ჩამოკვეთის სიგრძე განისაზღვრება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხით

$$l'_0 = R_{\text{კალ}}(\sin \beta_{\text{გ}} - \sin \beta_{\text{საწ}}) + R_{\text{ბად}}(\sin \beta - \sin \beta_{\text{გ}}) \quad (21)$$

3.5 ჩარჩო რელსისა და კალმის სამუშაო წახნაგებს შორის მანძილის განსაზღვრა კალმის ფესვთან

მანძილი ჩარჩო რელსისა და კალმის სამუშაო წახნაგებს შორის კალმის ფესვთან ტოლია (ნახ.12)

$$U_n \approx R_{\text{ბად}}(\cos \xi_0 - \cos \beta) + v_0 \cos \xi_0 \quad (22)$$

მათემატიკური გარდაქმნებისა და ზოგიერთი დაშვების შემდეგ განტოლება მიიღებს გამარტივებულ სახეს

$$U_n \approx \frac{R_{\text{ბად}}(\beta + \xi_0)(\beta - \xi_0)}{2} + v_0 \quad (23)$$

განვსაზღვროთ ღარის სიგანე ჩარჩო რელსსა და კალამს შორის კალმის ფესვთან

$$t_n = U_n - v_0 \cos \beta \approx U_n - v_0 \quad (24)$$

3.6. ლიანდის სიგანის განსაზღვრა ისრისა და გადამყვანი მრუდის ფარგლებში

გადამყვანი მრუდის ფარგლებში ლიანდის S_R სიგანე მიიღება არსებული ნორმების მიხედვით

როცა $R \geq 350$ მ,	მაშინ $S_R = 1524$ მმ;
როცა $R = 349 \div 300$ მ,	მაშინ $S_R = 1530$ მმ;
როცა $R \leq 299$ მ.	მაშინ $S_R = 1535$ მმ.

ლიანდის სიგანე კალმის წვეროსთან განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$S_0 = S_3 + e \quad (25)$$

სადაც $S_3 = 1520$ მმ, ლიანდის სიგანეა სწორ უბანში;

e - ლიანდის გაგანიერება კალმის წვეროსთან.

ლიანდის გაგანიერება (e) განისაზღვრება ჩაწერის პირობით ყველაზე არახელსაყრელი ეკიპაჟისათვის, მაგალითად Φ^1 სერიის ორთქმავლებისათვის. საანგარიშო სქემად მიიღება ეკიპაჟის ის მდგომარეობა, როდესაც კალმის წვეროს გასწვრივ მოთავსებულია ხისტი ბაზის უკანასკნელის წინა ღერძი, მაშინ a_1 და a_2 მანძილები (ნახ.13) ღერძების განივი წაცურების ღრეხოს გაუთვალისწინებლად შეიძლება მივიღოთ

$$a_1 \approx L_0 - l_2^{\circ} \quad (26)$$

$$a_2 \approx l_2^{\circ} \quad (27)$$

სადაც L_0 - ხისტი ბაზის პროექციაა ჩარჩო რელსზე. ψ კუთ-

ხის სიმცირის გამო შეიძლება მივიღოთ $L_0 \approx L_0$;

l_1° - მანძილი პირველიდან უკანასკნელის წინა ღერძამდე;

l_2° - მანძილი უკანასკნელის წინა და უკანასკნელ ღერძებს შორის.

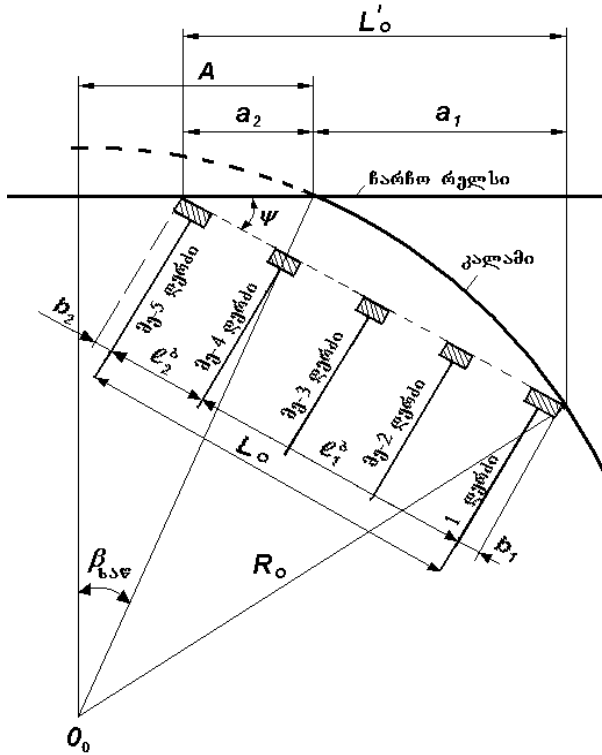
მაშინ ლიანდის გაგანიერება (e) ტოლი იქნება

$$e = \frac{l_2^{\circ} a_1 (a_1 + 2A)}{2R_{\text{კალ}} L_0} - \sum y - \frac{\delta_{\max}}{2} \quad (28)$$

$$A = R_{\text{კალ}} \sin \beta_{\text{საწ}} \quad (29)$$

სადაც δ_{\max} - ღრეჩოს ნომინალური მნიშვნელობაა თელის ქიმსა და რელსის სამუშაო წახნაგს შორის, $\delta_{\max} = 13$ მმ;

$\sum y$ - გრძივი წაცურების ღრეჩო Φ^I სერიის ორთქმავლის ღერძებს შორის, $\sum y = 10$ მმ.



ნახ.13

e სიდიდეს შეიძლება ჰქონდეს დადებითი ან უარყოფითი მნიშვნელობა. e -ს დადებითი მნიშვნელობა დამრგვალებია 1 მმ სიზუსტით, ხოლო უარყოფითი მნიშვნელობის შემთხვევაში ლიანდი გაგანიერებას არ საჭიროებს და ვიღებთ $e = 0$.

თუ გაანგარიშების შედეგად მივიღეთ, რომ $S_0 = S_R$, შემდგომ ანგარიშებში გამოვიყენებთ S_0 -ს, ხოლო თუ გამოვიდა, რომ

$S_0 = S_3$, აგრეთვე $S_R = S_3$, მაშინ S_0 -ს ვადიდებთ 2–6 მმ-ით კალმის წვეროს დაცვის მიზნით.

საბოლოოდ ზემოთ აღნიშნული სამი სხვადასხვა შემთხვევისათვის S_0 -ს შეიძლება ჰქონდეს შემდეგი მნიშვნელობები:

- როცა $S_0 > S_R > S_3$ მ, მაშინ $S_R = 1520$ მმ;
- როცა $S_0 < S_R > S_3$ მ, მაშინ $S_0 = S_R$ მმ;
- როცა $S_0 = S_R = S_3$ მ, მაშინ $S_R = 1522 \div 1526$ მმ.

ლიანდის გაგანიერება საჭიროების შემთხვევაში ხორციელდება თანდათანობით m_0 მანძილზე, ხოლო m_0 -ის მინიმალური სიგრძე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით (ნახ.17)

$$m_0 = L_0 - I_2^3 - A \left[\sqrt{1 + \frac{(2\sum y + \delta_{\min})L_0}{I_2^3 A \sin \beta_{\text{საწ}}}} - 1 \right] \quad (30)$$

m_0 -ის მიღებული სიდიდე დამრგვალებია 10 მმ-ის სიზუსტით.

3.7. სწორი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძის განსაზღვრა

სწორი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძე განისაზღვრება სამი ზემოთ განხილული შემთხვევისათვის:

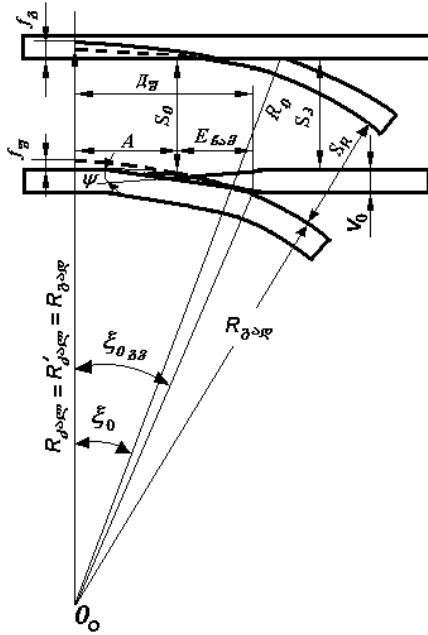
1. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{გად}}$ (ნახ. 14), გადამყვანი მრუდის შიგა ძაფის $R_{\text{გა}}$ რადიუსი ტოლია

$$R_{\text{გა}} = R_{\text{გად}} - S_R \quad (31)$$

აქ S_R ლიანდის სიგანეა გადამყვანი მრუდის ფარგლებში, მაშინ $f_{\text{შ}}$ შეიძლება შემდეგნაირად გამოითვალოს

$$f_{\text{შ}} = \nu_0 + f_{\text{გ}} - (S_R - S_3) \quad (32)$$

სადაც $S_3 = 1520$ მმ, ლიანდის სიგანეა სწორ უბანში.



ნახ.14

$f_გ$ განისაზღვრება (10) ფორმულის დახმარებით

$$D_გ = \sqrt{(2R_{გაღდ} - f_გ)f_გ} \quad (33)$$

$$\sin \xi_{0გგ} = \frac{D_გ}{R_{გაღდ}} \quad (34)$$

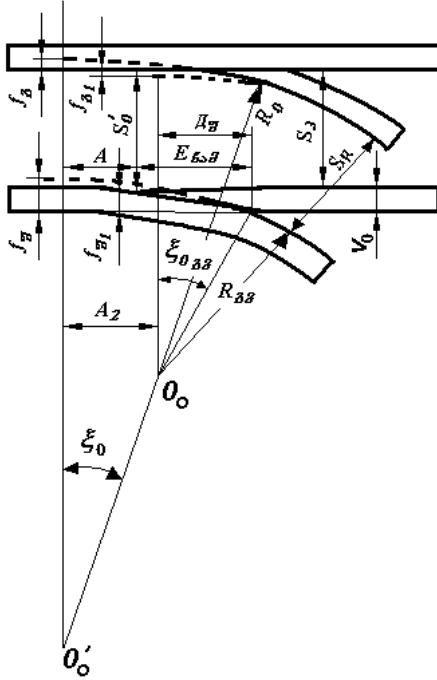
აქ $\xi_{0გგ}$ - კუთხეა ვერტიკალსა და სწორი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის ბოლოდან გატარებულ რადიუსს შორის.

სწორი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძე ტოლი იქნება

$$E_{ნაგ} = D_გ - A \quad (35)$$

A განისაზღვრება (8) ფორმულის დახმარებით.

2. როცა $R_{კალ} > R'_{კალ} = R_{გაღდ}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება ξ_0 კუთხის რკალზე (ნახ.15), უნდა განისაზღვროს ξ_0 და $\xi_{0გგ}$ კუთხეები.



ნახ.15

ξ_0 განისაზღვრება (7) – (11) ფორმულების, ხოლო $\xi_{0\beta\beta}$ – (31)–(34) საშუალებით, მხოლოდ (31) ფორმულაში $R_{\beta\alpha}$ -ის ნაცვლად აიღება $R_{\beta\alpha}$ -ის მნიშვნელობა.

თუ აღმოჩნდა, რომ $\xi_{0\beta\beta} \leq \xi_0$, მაშინ გამოთვლები შესრულდება პირველი შემთხვევის ანალოგიურად, ხოლო თუ აღმოჩნდა, რომ $\xi_{0\beta\beta} > \xi_0$, მაშინ საბოლოო ანგარიშები შემდეგი თანმიმდევრობით ჩატარდება (ნახ.15):

$$f_{\beta 1} = (R_{\beta\alpha} + v_0)(1 - \cos \xi_0) - (S_R - S_3) \quad (36)$$

$$D_{\beta} = \sqrt{(2R_{\beta\beta} - f_{\beta 1})f_{\beta 1}} \quad (37)$$

$$\sin \xi_{0\beta\beta} = \frac{D_{\beta}}{R_{\beta\beta}} \quad (38)$$

$$A_2 = (R_{\beta\alpha} - R_{\beta\alpha}) \sin \xi_0 \quad (39)$$

$$E_{\text{ბაბ}} = \overline{A_1} + A_2 - A \quad (40)$$

3. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაბ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხის შესაბამის რკალზე (ნახ.16), მაშინ:

$$f_{\text{ა1}} = f_{\text{ბ1}} + v_0 - (S_R - S_3) \quad (41)$$

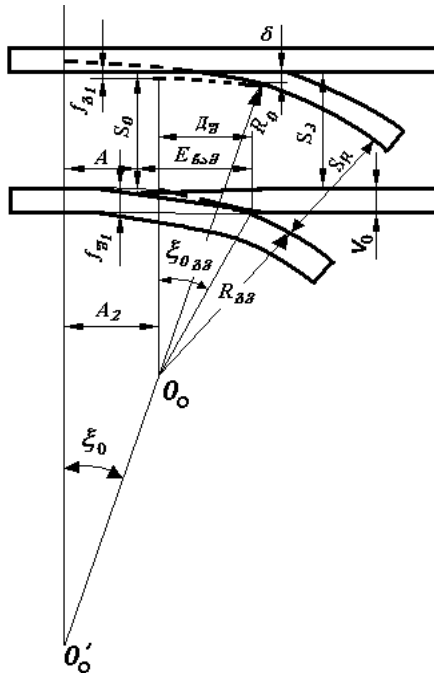
$$f_{\text{ბ1}} = R_{\text{ბაბ}}(1 - \cos \beta_{\text{გ}}) - \delta \quad (42)$$

$$\overline{A_1} = \sqrt{(2R_{\text{ბაბ}} - f_{\text{ა1}})f_{\text{ა1}}} \quad (43)$$

$$A_2 = (R_{\text{კალ}} - R_{\text{ბაბ}}) \sin \beta_{\text{გ}} \quad (44)$$

$$E_{\text{ბაბ}} = \overline{A_1} + A_2 - A \quad (45)$$

$$\sin \xi_{\text{ბაბ}} = \frac{\overline{A_1}}{R_{\text{ბაბ}}} \quad (46)$$



ნახ.16

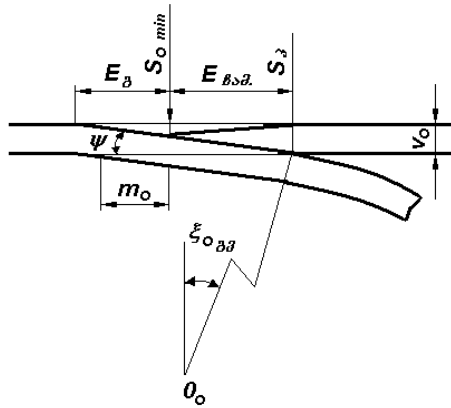
განვსაზღვროთ მანძილი ჩარჩო რელსის გაღუნვის წერტილიდან სწორი კალმის წვერომდე (E_{δ}) (ნახ.17)

$$E_{\delta} = E_{\text{ნ.ა.შ}} \frac{S_0 - S_3}{v_0 - (S_0 - S_3)} \quad (47)$$

განვსაზღვროთ ლიანდის დასაშვები სიგანის ($S_{0\text{min}}$) მნიშვნელობა კალმის წვეროსთან

$$S_{0\text{min}} = S_3 + v_0 - E_{\text{ნ.ა.შ}} \sin \xi_{0\text{შვ}} \quad (48)$$

$S_{0\text{min}}$ -ის სიდიდე უნდა შევადაროთ S_0 -ის მნიშვნელობას და საბოლოოდ მივიღოთ უდიდესი მათ შორის.



ნახ.17

3.8. ჩარჩო რელსის სიგრძის განსაზღვრა

სწორი ლიანდაგის ჩარჩო რელსის სიგრძე ტოლია

$$L_{\text{ჩ.რ.}} = m_1 + l'_0 + m_2 \quad (49)$$

სადაც l'_0 - მრუდე კალმის პროექციაა ჩარჩო რელსზე;

m_1 - ჩარხო რელსის წინ წაწვევა ანუ მანძილი კალმის წვეროდან ჩარხო რელსის წინა პირაპირამდე (ნახ.18)

$$m_1 = \frac{c - \delta_0}{2} + n \cdot b_c - m'_0 \quad (50)$$

სადაც c - საპირაპირო შპალებს 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 გადაწყვანების შემთხვევაში $n = 5 \div 6$; $1/12 \div 1/18$ მარკის ისრული გადაწყვანების შემთხვევაში $n = 6 \div 8$, ხოლო $1/22$ მარკის ისრული გადაწყვანების შემთხვევაში $n = 9$ -მდე;

b_c - გადაწყვანის ძელების ღერძებს შორის მანძილი და განისაზღვრება ფორმულით

$$b_c = (0,85 \div 0,95) \cdot a_{\text{გაღ}} \quad (51)$$

$a_{\text{გაღ}}$ - შპალების ღერძებს შორის მანძილი გადასარბენზე (ცხრილი 5);

ცხრილი 5

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

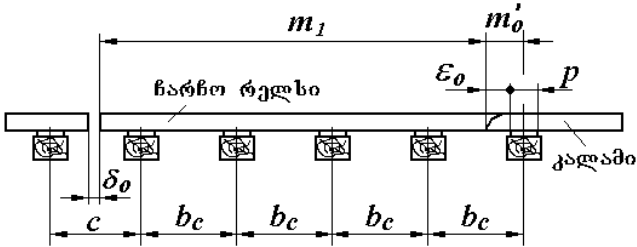
m'_0 - მანძილი კალმის წვეროდან გადაწყვანი მექანიზმის ქვეშ მოთავსებული ძელის ღერძამდე,

$$m'_0 = \frac{P}{2} + \varepsilon_0 \quad (52)$$

სადაც P - ბალიშის სიგანეა კალმის წვეროს ქვეშ დაბალი პროფილის კალმებში;

ε_0 - მანძილი კალმის წვეროდან ბალიშამდე.

თანამედროვე ისრულ გადაწყვეანებში $m'_0 = 41$ მმ.



ნახ.18.

m_2 - მანძილი კალმის ბოლოდან ჩარჩო რელსის უკანა პირაპირამდე (ნახ.19)

$$m_2 = \frac{c_{\text{ვ}} - \delta_{\text{ვ}}}{2} + n_1 \cdot b_c + \frac{c - \delta_0}{2} \quad (53)$$

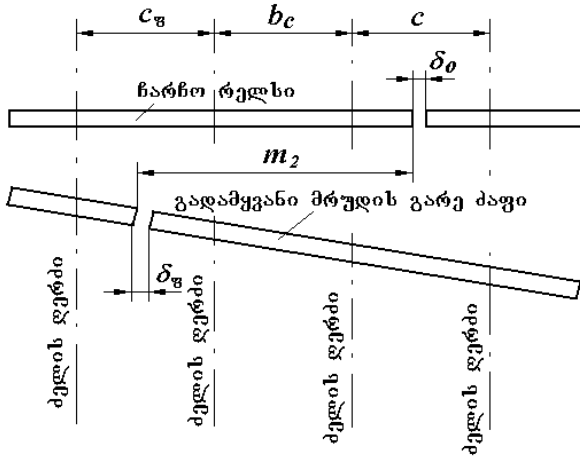
სადაც $c_{\text{ვ}}$ - საპირაპირო შპალებს ღერძებს შორის მანძილია კალმის ფესვთან (ცხრილი 6);

$\delta_{\text{ვ}}$ - საპირაპირო ღრეხოს საანგარიშო სიდიდე კალმის ფესვთან, $\delta_{\text{ვ}} = 4 \div 6$ მმ;

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

ცხრილი 6

კალმის ფესვის ჩამაგრების კონსტრუქცია	ძელების ღერძებს შორის მანძილი კალმის ფესვთან, $c_{\text{ვ}}$, მმ		
	P43	P50	P65
უბრალე ზედაპირი	500	440	420
ტაბიკიანი, შეკიდული პირაპირით	500	440	420
ტაბიკიანი, ძელზე მდებარე პირაპირით	0	0	0
ტაბიკიანი, შეწყვილებულ ძელებზე მდებარე	225	225	225



ნახ.19.

სასურველია, რომ ჩარჩო რელსის სიგრძე მივიღოთ სტანდარტული რელსის სიგრძის ტოლი, მაშინ m_2 გამოითვლება (53) ფორმულის მიხედვით, ხოლო m_1 ტოლი იქნება

$$m_1 = L_{\text{ჩ.რ.}} - l_0' - m_2 \quad (54)$$

გვერდითი და პირდაპირი ლიანდაგების ჩარჩო რელსების სიგრძეები პრაქტიკულად მხოლოდ რამდენიმე მილიმეტრით განსხვავდება, ამიტომ შეიძლება მივიღოთ, რომ

$$L_{\text{ჩ.რ.}(ს\text{წ})} = L_{\text{ჩ.რ.}(მრ)} \quad (55)$$

4. ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშება

ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშებისათვის საჭიროა განისაზღვროს:

- ჯვარედის მარკა;
- კონტრრელსების სიგრძე და ღარის სიგანე კონტრრელსში;

- ჯვარედის სიგრძე;
- ღარის სიგანე ჯვარედში და უღვაშა რელსების სიგრძე;
- ძელების განლაგების სქემა ჯვარედის ქვეშ.

4.1. ჯვარედის მარკის განსაზღვრა

განვსაზღვროთ ჯვარედის მარკა ზემოთ განხილული სამი სხვადასხვა შემთხვევისათვის:

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{გაღ}}$ (ნახ.20).

საანგარიშო განტოლებების შესადგენად დავაგვიგმილოთ მრუდე კალმისა და გადამყვანი მრუდის კონტური ვერტიკალურ სიბრტყეზე

$$S = R_{\text{გაღ}}(1 - \cos \alpha) - f_{\text{გ}} - A_1 \sin \alpha + B_1 \quad (56)$$

სადაც S - ლიანდის სიგანეა ჯვარედში, $S = 1520$ მმ;

A_1 და B_1 - დამხმარე სიდიდეები;

α - ჯვარედის საძიებელი კუთხე.

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{გაღ}}$ და $R_{\text{კალ}}$ რადიუსით შემოწერილი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძე ვრცელდება ξ_0 კუთხის რკალზე (ნახ.21)

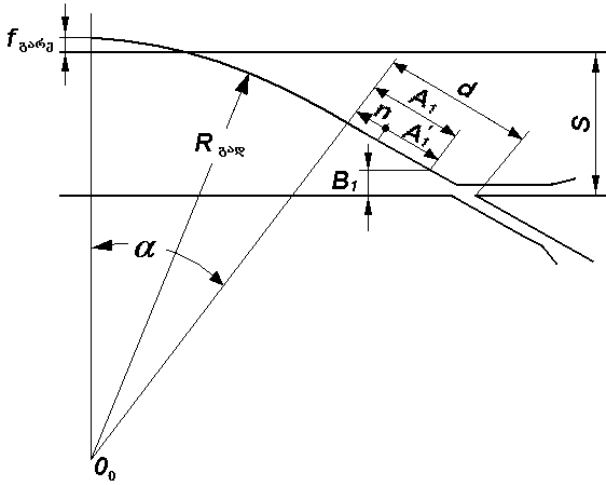
$$S = v_0 \cos \xi_0 + R_{\text{გაღ}}(\cos \xi_0 - \cos \alpha) + A_1 \sin \alpha + B_1 \quad (57)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{გაღ}}$ და $R_{\text{კალ}}$ რადიუსით შემოწერილი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძე ვრცელდება $\beta_{\text{ღ}}$ კუთხის რკალზე (ნახ.22)

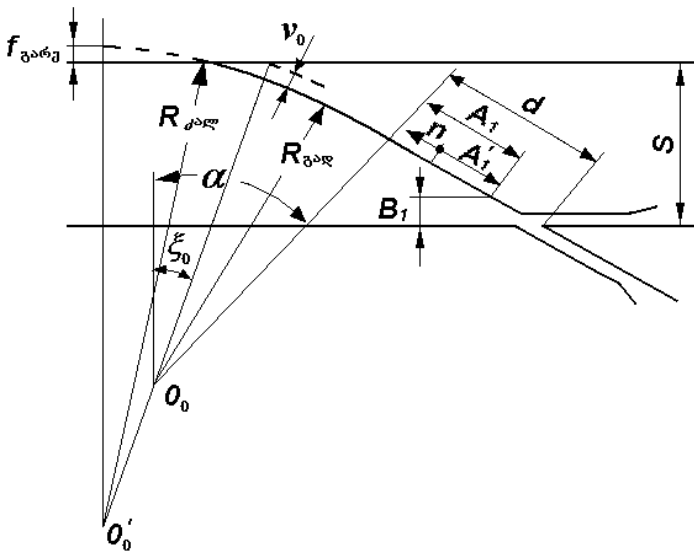
$$S = R_{\text{გაღ}}(\cos \beta_{\text{ღ}} - \cos \alpha) + \delta + A_1 \sin \alpha + B_1 \quad (58)$$

$$A_1 = A'_1 + n \quad (59)$$

სადაც n - სწორი ჩანართის სიგრძეა გადამყვანი მრუდის ბოლოსა და ჯვარედის წინა პირაპირს შორის, $n = 2000 \div 4000$ მმ.

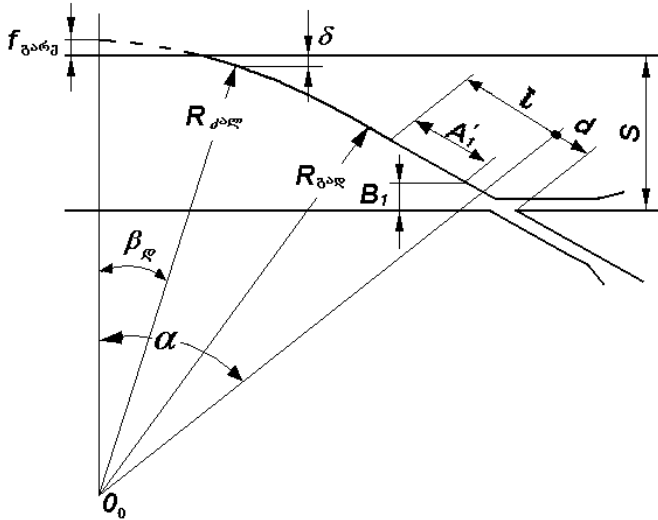


ნახ.20



ნახ.21

A_1' და B_1 მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში 7.



ნახ.22

ცხრილი 7

პირაპირის ტიპი	განზომილება	რელსის ტიპი		
		P43	P50	P65
ჩვეულებრივი ზედებიანი	A'_1 , მმ	326	356	316
	B_1 , მმ	231	263	283
ზედებიანი, შუასადებით ან ტაბიკიანი	A'_1 , მმ	401	416	406
	B_1 , მმ	69	69	69

ჩქაროსნული ისრული გადამყვანებისათვის A_1 განისაზღვრება ფორმულით

$$A_1 = A'_1 - l \quad (60)$$

$$l = 0,0447 \sqrt{R_{\text{გარე}}} \quad (61)$$

სადაც l - გადამყვანი მრუდის ჯვარედში შეჭრის სიდიდეა.

ჯვარედის მარკის განსაზღვრისათვის უნდა განისაზღვროს $\text{tg } \alpha/2$ მნიშვნელობა (57), (58) და (59) ფორმულების საშუალებით

$$\operatorname{tg} \alpha/2 = \frac{\sqrt{A_1^2 + B \cdot C_1} - A_1}{C_1} \quad (62)$$

სადაც B და C_1 დამხმარე სიდიდეებია და განისაზღვრება ზემოთ განხილული სამი შემთხვევისათვის:

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბალ}}$:

$$B = f_{\text{ბ}} + S - B_1 \quad (63)$$

$$C_1 = 2R_{\text{ბალ}} - f_{\text{ბ}} - S + B_1 = 2R_{\text{ბალ}} - B \quad (64)$$

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბალ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება ξ_0 კუთხის რკალზე:

$$B = R_{\text{ბალ}} \frac{\xi_0^2}{2} + S - \nu_0 - B_1 \quad (65)$$

$$C_1 = 2R_{\text{ბალ}} - B \quad (66)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბალ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხის რკალზე:

$$B = R_{\text{ბალ}} \frac{\beta_{\text{გ}}^2}{2} + S - \delta - B_1 \quad (67)$$

$$C_1 = 2R_{\text{ბალ}} - B \quad (68)$$

უკვე ცნობილი $\operatorname{tg} \alpha/2$ -ის მნიშვნელობის მიხედვით განვსაზღვროთ ჯვარედის $1/N$ მარკა.

$$N = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha/2} - \operatorname{tg} \alpha/2 \right) \quad (69)$$

თუ A_1 განვსაზღვრავთ (60) ფორმულის საშუალებით, მაშინ ჯვარედის მარკის მნიშვნელობა შეესაბამება $R_{\text{ბალ}}$ -ის შესაძლო მაქსიმალური სიდიდის მნიშვნელობას; თუ დამრგვალება მოვახდინეთ მეტობით, მაშინ აუცილებელია დაზუსტდეს გადამყვანი მრუდის $R_{\text{ბალ}}$ რადიუსის ახალი მნიშვნელობა სამივე შემთხვევისათვის:

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბალ}}$:

$$R_{\text{ბალ}} = \frac{S - A_1 \sin \alpha - B_1}{2(\sin \alpha/2 - \sin \beta_{\text{ბაწ}}/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \beta_{\text{ბაწ}}/2)} \quad (70)$$

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება ξ_0 კუთხის რკალზე:

$$R_{\text{ბაღ}} = \frac{S - v_0 - A_1 \sin \alpha - B_1}{2(\sin \alpha/2 - \sin \xi_0/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \xi_0/2)} \quad (71)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხის რკალზე:

$$R_{\text{ბაღ}} = \frac{S - \delta - A_1 \sin \alpha - B_1}{2(\sin \alpha/2 - \sin \beta_{\text{გ}}/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \beta_{\text{გ}}/2)} \quad (72)$$

განვსაზღვროთ მანძილი ჯვარედის მათემატიკური ცენტრიდან გადაწყვანი მრუდის ბოლომდე სამივე შემთხვევისათვის:

ა. როცა $R_{\text{კალ}} = R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$:

$$d = \frac{S - 2R_{\text{ბაღ}} (\sin \alpha/2 - \sin \beta_{\text{საფ}}/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \beta_{\text{საფ}}/2)}{\sin \alpha} \quad (73)$$

ბ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება ξ_0 კუთხის რკალზე:

$$d = \frac{S - 2R_{\text{ბაღ}} (\sin \alpha/2 - \sin \xi_0/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \xi_0/2) - v_0}{\sin \alpha} \quad (74)$$

გ. როცა $R_{\text{კალ}} > R'_{\text{კალ}} = R_{\text{ბაღ}}$ და მრუდე კალმის ჩამოკვეთა ვრცელდება $\beta_{\text{გ}}$ კუთხის რკალზე:

$$d = \frac{S - 2R_{\text{ბაღ}} (\sin \alpha/2 - \sin \beta_{\text{გ}}/2) \times (\sin \alpha/2 + \sin \beta_{\text{გ}}/2) - \delta}{\sin \alpha} \quad (75)$$

იმ შემთხვევაში, თუ ჯვარედის მარკის მნიშვნელობას დავამრგვალებთ მეტობით და საბოლოოდ დავაზუსტებთ $R_{\text{ბაღ}}$ -ის სიდიდეს, საჭიროა განისაზღვროს მრუდე კალმის ჩამოკვეთის სიგრძე, რადგანაც $R_{\text{კალ}}$ რადიუსი $\beta_{\text{გ}}$ კუთხით ჩამოკვეთს მას იმ ნაწილამდე, სადაც კალმის სისქე ღრეჩოს სიდიდის (δ) ტოლია. ნახ. 23-ის მიხედვით

$$f_{\text{ბაღ}} = R_{\text{ბაღ}}(1 - \cos \beta_{\text{გ}}) - \delta \approx R_0 \frac{\beta_{\text{გ}}^2}{2} - \delta \quad (76)$$

$f_{\delta 1}$ -ის მნიშვნელობა შეიძლება იყოს დადებითი ან უარყოფითი და შემდგომ ანგარიშებში მისი გათვალისწინება აუცილებელია

$$D_1 = \sqrt{(2R_{\delta\text{კლ}} + v_0 - f_{\delta 1})(v_0 + f_{\delta 1})} \quad (77)$$

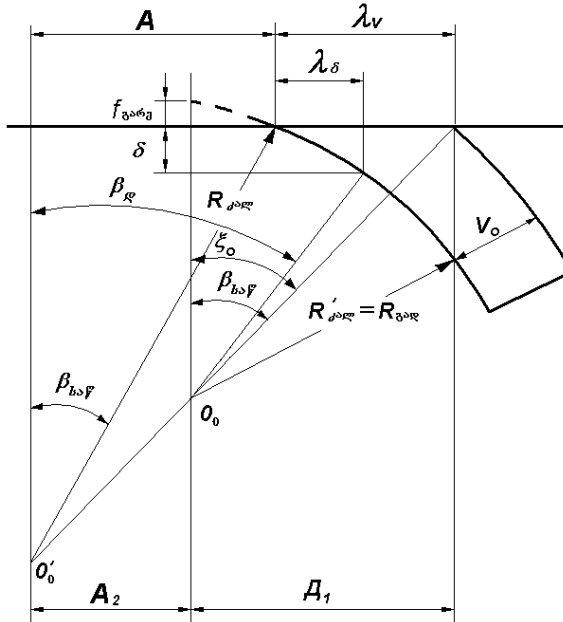
$$A_2 = (R_{\delta\text{კლ}} - R_{\delta\text{კაფ}}) \sin \beta_{\delta\text{კ}} \quad (78)$$

$$A = R_0 \sin \beta_{\delta\text{კაფ}} \quad (79)$$

$$\lambda_v = D_1 + A_2 - A \quad (80)$$

$$\sin \xi_0 = \frac{D_1}{R_{\delta\text{კლ}} + v_0} \quad (81)$$

$$\lambda_{\delta} = R_{\delta\text{კლ}} (\sin \beta_{\delta\text{კ}} - \sin \beta_{\delta\text{კაფ}}) \quad (82)$$



ნახ.23

λ_{δ} არის მანძილი კაღმის იმ ნაწილის ბოლომდე, რომელიც შემოწერილია $R_{\delta\text{კლ}}$ რადიუსით. ამის შემდეგ განისაზღვრება l_0 , l'_0 , β , U_n და t_n სიდიდეები ზემოთ მოყვანილი (15), (16),

(17), (18), (19), (20), (21), (22), (23) და (24) ფორმულების დახმარებით.

4.2. კონტრელსის სიგრძის და კონტრელსში ღარის სიგანის განსაზღვრა

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

თვლის ქიმის ნორმალურად გატარების პირობით t_j ღარი კონტრელსისა და რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის განისაზღვრება 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 კონტრელსში ტოლია $t_j = 42 \pm 1$ მმ.

კონტრელსის მუშა ნაწილის x სიგრძე, რომლის ფარგლებში ღარის სიგანე არის t_j , განისაზღვრება ფორმულით (ნახ.24)

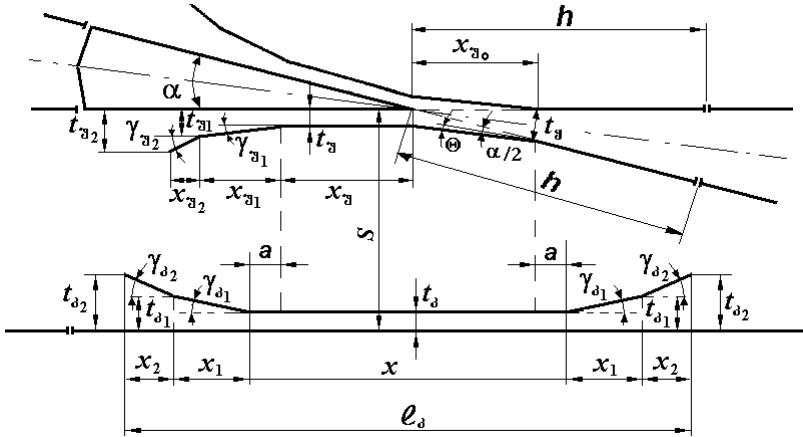
$$x = \frac{t_j + \omega}{tg\alpha} + 2a \quad (83)$$

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

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

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

α - ჯვარედის კუთხე, $tg\alpha = 1/N$.



ნახ.24

თუ შევიტანთ ω და a -ს მნიშვნელობებს, მაშინ

$$x = (t_{\gamma} + 40)N + 2(100 \div 300) \quad (84)$$

კონტრელსის მუშა ნაწილის ბოლოებიდან იწყება ღარის გაფართოება x_1 მანძილზე $\gamma_{\beta 1}$ კუთხით მანამ, სანამ ღარის სიგანე არ მიადწევს $t_{\beta 1} = 64$ მმ.

$\gamma_{\beta 1}$ კუთხე განისაზღვრება პირდაპირ ღიანდაგში მოძრაობის სიჩქარის და ქიმის v_{300} კონტრელსთან დაჯახებით გამოწვეული კინეტიკური ენერჯიის დანაკარგების w_0 სიდიდის მიხედვით

$$\sin \gamma_{\beta 1} = \frac{\sqrt{w_0}}{v_{300}} \quad (85)$$

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

$$x_1 = \frac{t_{\beta 1} - t_{\beta}}{\operatorname{tg} \gamma_{\beta 1}} \approx \frac{t_{\beta 1} - t_{\beta}}{\sin \gamma_{\beta 1}} \quad (86)$$

კონტრელსის ბოლოები იღუნება $x_2 = 150 \div 200$ მმ სიგრძეზე. კონტრელსის შემოსასვლელში ეწყობა $t_{\beta 2} = 82 \div 86$ მმ სიგანის ღარი.

კონტრელსის ბოლოების შემოდუნვის კუთხე ტოლია

$$\gamma_{j2} = \frac{t_{j2} - t_{j1}}{x_2} \quad (87)$$

კონტრელსის მთლიანი სიგრძე ტოლი იქნება

$$l_j = x + 2(x_1 + x_2) \quad (88)$$

მანძილი კონტრელსისა და გულას სამუშაო წახნაგებს შორის არ უნდა იყოს 1477 მმ-ზე ნაკლები, ხოლო კონტრელსსა და უღვაშა რელსის სამუშაო წახნაგებს შორის – 1435 მმ-ზე მეტი.

4.3. ჯვარედის სიგრძის განსაზღვრა

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

ჯვარედის ძირითადი შემადგენელი ელემენტებია: უღვაშა რელსები და გულა.

ჯვარედი შედგება წინა და უკანა ნაწილებისაგან.

ა) ჯვარედის წინა ნაწილის h სიგრძე ანაკრები კონსტრუქციის ჯვარედებისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$h = (b_b + b_3 + l_3 + \varepsilon_0 - \nu_0) \cdot N + q_b \quad (89)$$

სადაც b_b - მანძილია რელსის გრძივი ღერძიდან ზედის გარეთა პირამდე;

b_3 - მანძილი რელსის გრძივი ღერძიდან საპირაპირო ჭანჭიკის ბოლომდე;

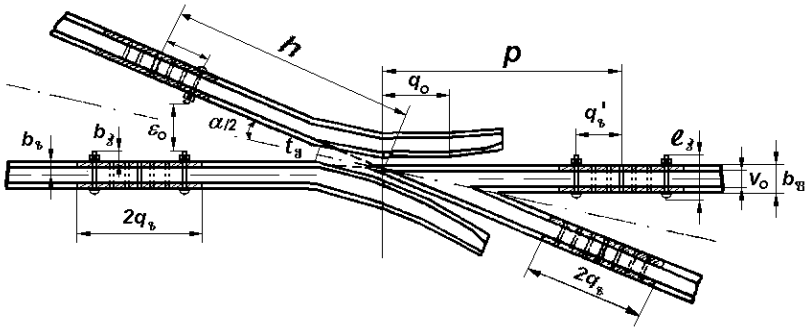
l_3 - საპირაპირო ჭანჭიკის სიგრძე;

ε_0 - მარაგი საპირაპირო ჭანჭიკის თავისუფალი მონტაჟისა და დემონტაჟისათვის, $\varepsilon_0 = 10$ მმ;

ν_0 - რელსის თავის სიგანე;

q_b - მანძილი უღვაშა რელსის ბოლოდან ზედის განაპირა ჭანჭიკის ღერძამდე;

$1/N$ - ჯვარედის მარკა.



ნახ.25

ცხრილი 8

რელსის ტიპი	b_1 , მმ	b_2 , მმ	b_3 , მმ	l_3 , მმ	q_b , მმ	$2q_b$, მმ	b_3 , მმ
P65	75	56	107	183	319	800	150
P50	70	53	100	170	357	820	132
P43	70	48	90	153	327	790	114

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

$$h = Nt_{ij} + q_b + \lambda_b \quad (90)$$

სადაც q_b - ზედის სიგრძის ნახევარია;

λ_b - დაშვება ზედის სიგრძის უზუსტობაზე, $\lambda_b = 10$ მმ;

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

$$P = h + 2N \cdot v_0 \quad (91)$$

დ) ჯვარედის უკანა ნაწილის P სიგრძე ანაკრები ჩამოსხმული გულათი, მთლიანად სხმული და უღელაშა რელსების ცვეთადი ნაწილებიანი ჯვარედებისათვის განისაზღვრება ფორმულით:

$$P = N(b + b_1 + 2\varepsilon) \quad (92)$$

სადაც b_3 - რელსის ფუძის სიგანეა;

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

ჯვარედის მთლიანი თეორიული სიგრძე ტოლია

$$L_{\text{ჯვ(თეორ)}} = (h + P) \quad (93)$$

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

თავდაპირველად უნდა განისაზღვროს ძეგლების რაოდენობა ჯვარედის ქვეშ

$$n = \frac{L_{\text{ჯვ(თეორ)}} - c}{b_c} = \frac{h + P - c}{b_c} \quad (94)$$

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

$$P_{\text{პრ}} = n \cdot b_c + h_{\text{პრ}} + c \quad (95)$$

$$L_{\text{ჯვ(პრ)}} = (h + P)_{\text{პრ}} \quad (96)$$

4.4. უღვაშა რელსების სიგრძისა და ღარის სიგანის განსაზღვრა ჯვარედში

ღარის სიგანე $t_{\text{უ}}$ უღვაშა რელსსა და გულას სამუშაო წახნაგებს შორის დამოკიდებულია ღარის სიგანეზე კონტრრელსთან, როდესაც $t_{\text{კ}} = 42$ მმ, მაშინ $t_{\text{უ}} = 45 \pm 1$ მმ. იგი იწვება გულას წვეროსთან და ვრცელდება იმ წერტილამდე, სადაც გულას სიგანე 40 მმ-ის ტოლია, ანუ $x_{\text{უ}}$ მანძილზე (ნახ.24)

$$x_{\text{უ}} = \frac{40}{2 \sin \alpha / 2} \quad (97)$$

$x_{\text{უ}}$ მანძილის ბოლოდან (ისევე როგორც კონტრრელსში) იწვება ღარის გაგანიერება, სანამ მისი სიგანე არ მიაღწევს $t_{\text{უ1}} = t_{\text{კ1}} = 64$ მმ. გაგანიერება ხორციელდება $\gamma_{\text{უ1}} = \gamma_{\text{კ1}}$ კუთხით $x_{\text{უ1}}$ მანძილზე

$$x_{y1} = \frac{t_{y1} - t_y}{tg \gamma_{y1}} \approx \frac{t_{y1} - t_y}{\sin \gamma_{y1}} \quad (98)$$

x_{y1} -ის ბოლოებიდან იწყება უღვაშა რელსების ბოლოების შემოღუნვა $\gamma_{y2} = \gamma_{j2}$ კუთხით, სანამ ღრეხოს სიდიდე არ მიაღწევს $t_{y2} = 82 \div 86$ მმ. შემოღუნული ბოლოების სიგრძე ტოლია $x_{y2} = x_{j2} = 150 \div 300$ მმ.

უღვაშა რელსის სიგრძე ჯვარედის ყელიდან მის მათემატიკურ ცენტრამდე x_{y0} გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით

$$x_{y0} = \frac{t_y}{2tg \alpha/2 \cdot \cos \theta} = \frac{t_y}{2tg \alpha/2(1 - 2\sin \theta/2)} = \frac{t_y \cdot N}{1 - 2\sin^2 \theta/2} \quad (99)$$

$$\theta = \arctg \frac{(2t_y - t_y)tg \alpha/2}{2t_y} \quad (100)$$

მაშინ უღვაშა რელსის მთლიანი სიგრძე ტოლი იქნება

$$L_y = h + x_y + x_{y1} + x_{y2} \quad (101)$$

5. ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა

ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომებია (ნახ.26):

- ისრული გადამყვანის თეორიული $L_{თეორ}$ სიგრძე ანუ მანძილი კალმის წვეროლან ჯვარედის მათემატიკურ ცენტრამდე;

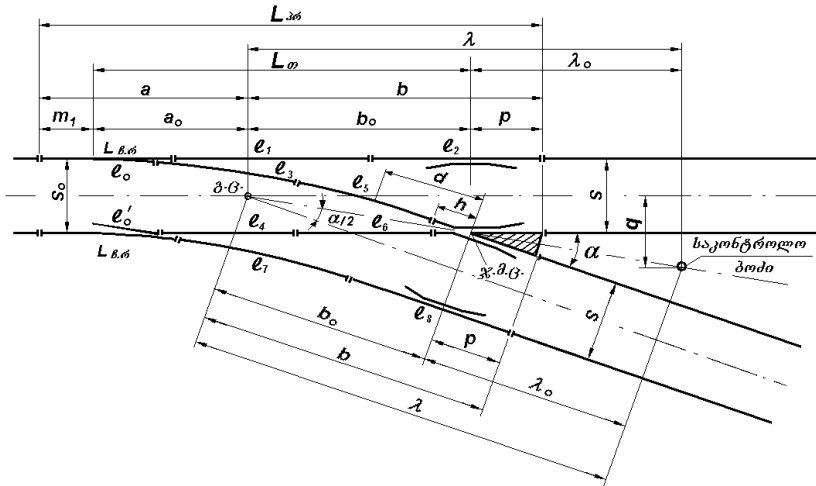
➤ ისრული გადამყვანის პრაქტიკული L_{36} სიგრძე ანუ მანძილი ჩარჩო რელსის წინა პირაპირიდან ჯვარედის უკანა პირაპირამდე;

ისრული გადამყვანის თეორიული სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$L_{\text{თეორ}} = l'_0 + R_{\text{გად}}(\sin \alpha - \sin \beta) + d(1 - \sin^2 \alpha/2) \quad (102)$$

ისრული გადამყვანის პრაქტიკული სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით

$$L_{36} = m_1 + L_{\text{თეორ}} + P_{36} \quad (103)$$



ნახ.26

ისრული გადამყვანის ძირითადი ღერძული ზომებია:

b_0 - მანძილი ისრული გადამყვანის ცენტრიდან ჯვარედის მათემატიკურ ცენტრამდე

$$b_0 = \frac{S_0}{2tg \alpha/2} \quad (104)$$

b - მანძილი ისრული გადამყვანის ცენტრიდან ჯვარედის უკანა პირაპირამდე

$$b = b_0 + P_{36} \quad (105)$$

a_0 - მანძილი კალმის წვეროდან ისრული გადამყვანის ცენტრამდე

$$a_0 = L_{\text{თეორ}} - b_0 \quad (106)$$

a - მანძილი ჩარჩო რელსის წინა პირაპირიდან ისრული გადაყვანის ცენტრამდე

$$a = a_0 + m_1 \quad (107)$$

λ_0 - მანძილი ჯვარედის მათემატიკური ცენტრიდან საკონტროლო ბოძამდე

$$\lambda_0 = \frac{q - S_0}{2tg \alpha/2} \quad (108)$$

სადაც q - ნორმალური მანძილია ლიანდაგის ღერძებს შორის, $q = 4100$ მმ.

6. გადაყვანი მრუდის დაკვალვა

გადაყვანი მრუდის დაკვალვის დროს კოორდინატთა სათავედ მიიღება წერტილი ჩარჩო რელსის სამუშაო წახნაგზე კალმის ფესვის გასწვრივ (ნახ.27). აბსცისების მნიშვნელობა მიიღება 0, 2, 4, 6 . . . x_{\max} მ. აბსცისის მაქსიმალური მნიშვნელობა (გადაყვანი მრუდის ბოლო წერტილისათვის) გამოითვლება ფორმულით

$$x_{\max} = R_{\text{ბაღ}} (\sin \alpha - \sin \beta) \quad (109)$$

ორდინატების მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულით

$$y = U_n + x \left(\frac{x}{2R_{\text{ბაღ}}} + \sin \beta \right) + \frac{R_{\text{ბაღ}}}{8} \left(\frac{x}{R_{\text{ბაღ}}} + \sin \beta \right)^4 \quad (110)$$

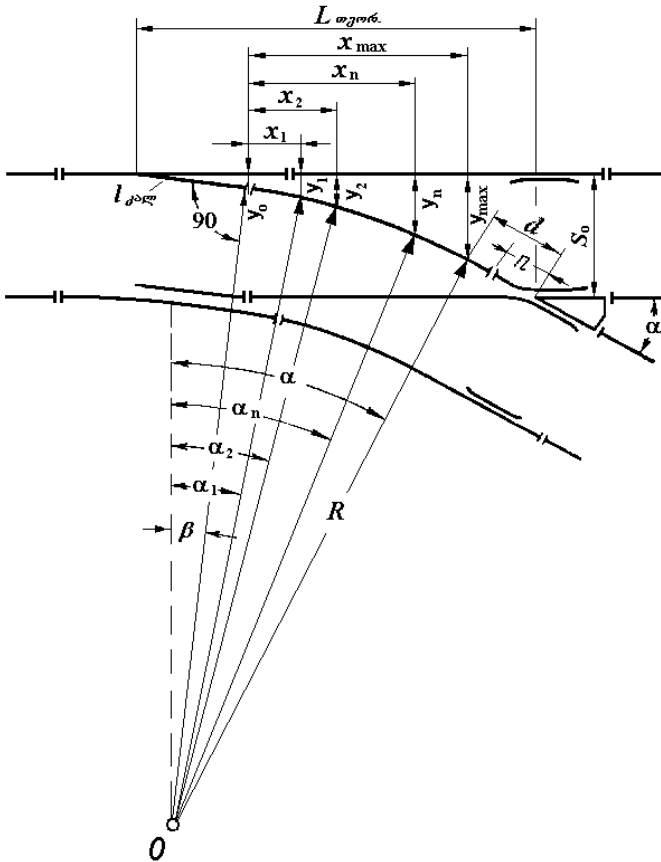
საბოლოოდ საჭიროა ზემოთ გამოთვლილი სწორი ჩანართის სიგრძის საკმარისობის შემოწმება

$$d = \frac{S_0 - y_{\max}}{\sin \alpha} \quad (111)$$

შუალედური წერტილების ორდინატების გამოთვლა ვაწარმოთ ცხრილის სახით

ცხრილი 9

x_i , მმ	$y = U_n + x \left(\frac{x}{2R_{\delta \circledast \rho}} + \sin \beta \right) + \frac{R_{\delta \circledast \rho}}{8} \left(\frac{x}{R_{\delta \circledast \rho}} + \sin \beta \right)^4$, მმ
0	
2000	
4000	
...	
x_{\max}	



ნახ.27.

7. ნაჭერი რელსების სიგრძის განსაზღვრა

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

$$l_2 = L_{\text{პრ}} - L_{\text{ჩ.რ.}} - l_1 + S_0 \cdot tg \alpha / 2 - \sum_1^n \delta_0 \quad (112)$$

$$l_4 = (R_{\text{გად}} + v_0 / 2) \cdot (\alpha - \beta) + d - h_{\text{პრ.}} - l_3 - \sum_1^n \delta_0 \quad (113)$$

$$l_6 = L_{\text{თეორ}} - l'_0 - l_5 - h_{\text{პრ}} - \sum_1^n \delta_0 \quad (114)$$

$$l_8 = m_1 + S_0 \cdot \sin \beta_{\text{საწ}} + (R_{\text{კალ}} - S_0 + v_0 / 2) \cdot (\xi_v - \beta_{\text{საწ}}) + (R_{\text{გად}} - S_0 + v_0 / 2) \cdot (\alpha - \xi_v) + d + P_{\text{პრ.}} - L_{\text{ჩ.რ.}} - l_5 - \sum_1^n \delta_0 \quad (115)$$

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

$$l'_3 = l'_4 = \frac{l_4 + l_{\text{სტ}}}{2} \quad (116)$$

$$l'_5 = l'_6 = \frac{l_6 + l_{\text{სტ}}}{2} \quad (117)$$

$$l'_1 = l'_2 = \frac{l_2 + l_{\text{სტ}}}{2} \quad (118)$$

$$l'_7 = l'_8 = \frac{l_8 + l_{\text{სტ}}}{2} \quad (119)$$

8. გადამყვანის ძელების განლაგება ისრული გადამყვანის ქვეშ

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

რკინაბეტონის წინასწარდაბული 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 ღიანდაგის გარეთა სარელსო ძაფების სამუშაო წახნაგიდან ტოლია

$$M = \frac{2800 - 1520}{2} = 640 \text{ მმ} \quad (120)$$

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

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

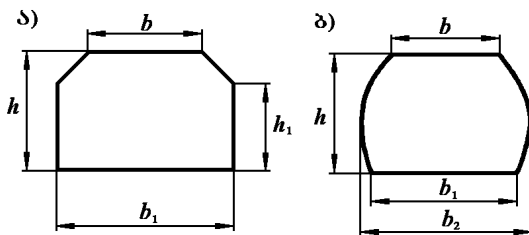
გადამყვანის ხის ძელები ფართოდ არის გავრცელებული მათი შემდეგი დადებითი თვისებების გამო:

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

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

გადამყვანის ძელები განივი კვეთის ფორმის მიხედვით იყოფა ორ სახეობად: ჩამოგანილი (ნახ.28.ა) და ჩამოუგანავი (ნახ.28.ბ).

ტიპების მიხედვით გადამყვანის ძელების ზომები მოცემულია ცხრილში 10.



ნახ. 28. გადამყვანის ხის ძელების განივი კვეთის ფორმები:

ა) ჩამოგანილი; ბ) ჩამოუგანავე

ცხრილი 10

ძელის ტიპი	სისქე, h	ზედაპირის სიგანე, b			საწოლის სიგანე b_1	ჩამოუგანავე ძელის მაქსიმალური სიგანე b_2	ჩამოხერხილი გვერდის სიმაღლე h_1
		გაგანიერ-ებული (Y)	განიერი (III)	ნორმალური (H)			
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 ბოჯით (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.

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

მანძილი სწორი ლიანდაგის გარეთა სარელსო ძაფების სამუშაო წახნაგიდან შპალის ბოლომდე ტოლია

$$M = \frac{2750 - 1520}{2} = 615 \text{ მმ} \quad (121)$$

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

$$M = 615 - \frac{250}{2} = 490 \text{ მმ} \quad (122)$$

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 ეწეობა გადამყვანის მექანიზმი ტოლია 650–700 მმ, ხოლო გადამყვანის მექანიზმი, რომელიც მუშაობს ელექტროამძრავით – 675-635 მმ.

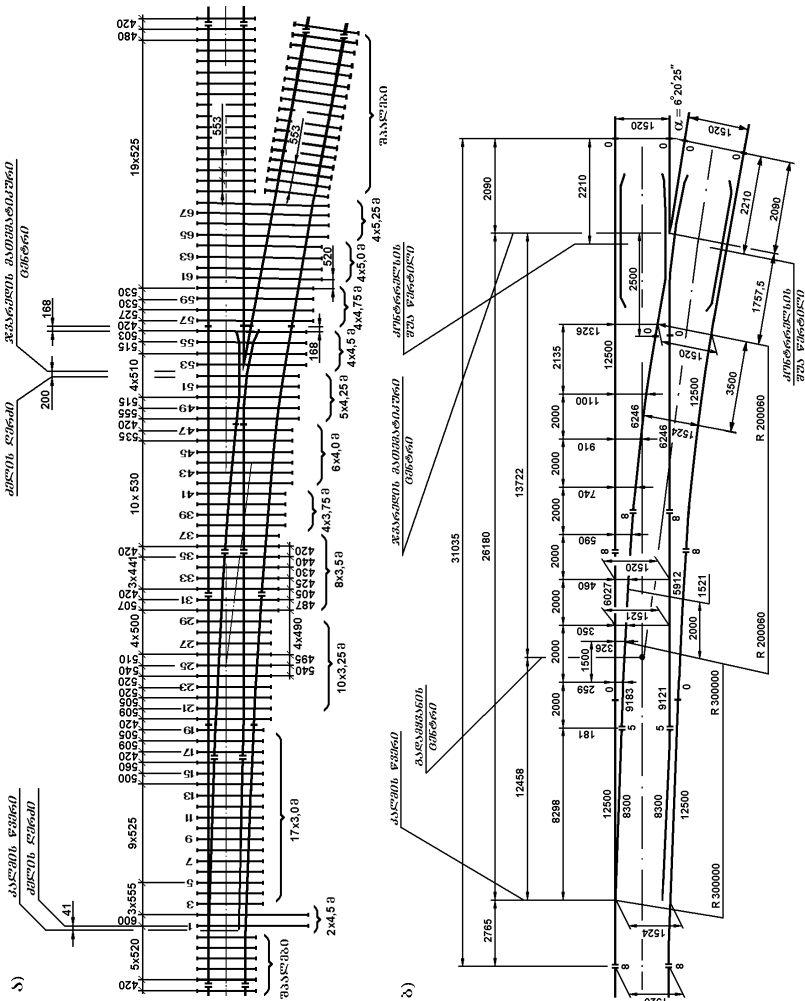
თავდაპირველად გადამყვანის ძელები უნდა განლაგდეს პირაპირებში, ხოლო შემდეგ – მთელი ისრული გადამყვანის ფარგლებში.

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.29)

უნდა შედგეს რელსების და გადამყვანის ძელების სპეციფიკაციის ცხრილი.

ისრული გადამყვანის პროექტი შეიცავს აგრეთვე ყველა ძირითადი ნაწილის საანგარიშო ნახაზებს.



5.6.29.

9. 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 საწვევებიდან;

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

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

კალმის დადაბლება ჩარჩო რელსის და ჯვარედის მოძრავი გულარის უღვაშა 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 უღვაშა რელსის მუშა წახნაგებს შორის მანძილი მეტია 1435 მმ-ზე;

კალმის ან ჩარჩო რელსის გატეხა;

ჯვარედის გატეხა (გულარის, უღვაშა 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.

ჩარჩო რელსის, კალმის და ჯვარედის სამსახურის ვადის საანგარიშო თეორიული ფორმულები ჯერჯერობით არ არის დადგენილი. საორიენტაციოდ მიღებულია, რომ ვერტიკალური ცვეთის მაქსიმალური მნიშვნელობა (h) გატარებულ ტვირთ-დაძაბულობასთან (T) დამოკიდებულებით ტოლია:

$$P50 \text{ ტიპის ჩარჩო რელსებისათვის} \\ h_{ჩ.რ.} = 1,32 + 0,0188(T - 40) \quad (123)$$

$$P50 \text{ ტიპის ჩარჩო კალმებისათვის} \\ h_{კ.ალ} = 2,46 + 0,025(T - 25) \quad (124)$$

P50 ტიპის ჩამოსხმული გულასათვის უღვაშა რელსების ცვეთადი ნაწილებით

$$h_{გ.ულ} = 2,5377 + 0,0534(T - 30) \quad (125)$$

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

ა. ჯვარედებმა:

P43 ტიპის	40 მლნ. ტ ბრუტო
P50 ტიპის	60 მლნ. ტ ბრუტო
P65 ტიპის	70 მლნ. ტ ბრუტო

ბ. ისრებმა

P43 ტიპის	80 მლნ. ტ ბრუტო
P50 ტიპის	100 მლნ. ტ ბრუტო
P65 ტიპის	120 მლნ. ტ ბრუტო

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

α და α/2 კუთხეების ტრიგონომეტრულ ფუნქციათა მნიშვნელობები

ჯვარედის მარკა	ჯვარედის კუთხე α	α კუთხის ტრიგონომეტრული ფუნქციების მნიშვნელობები			α/2	α/2 კუთხის ტრიგონომეტრული ფუნქციების მნიშვნელობები		
		sin α	cos α	tg α		sin α/2	cos α/2	tg α/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 2

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. Железнодорожный путь М.: Транспорт, 1987. 480 с.
2. Амелин С.В. Соединения и пересечения рельсовых путей, М.: Транспорт, 1968. 262с.
3. ე.ძოისწრაფიშვილი “ლიანდაგების შეერთება და გადაკვეთა” თბილისი, “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. 2003. გვ.162.
4. Большая энциклопедия транспорта. Железнодорожный транспорт. М.: Научное издат. «Большая Российская энциклопедия, 2003. 1039 с.
5. Амелин С.В., Дановский Л.М. Путь и петевое хозяйство, М.: Транспорт, 1972. 214 с.

სარჩევი		
		გვ.
1.	მოკლე ცნობები ლიანდაგის შეერთებისა და გადაკვეთის შესახებ	3
2.	ისრული გადამყვანის საზღვრები და ძირითადი ნაწილები	8
3.	ისრის გაანგარიშება და დაგეგმარება	9
3.1.	გადამყვანი მრუდის რადიუსის განსაზღვრა	9
3.2.	კალმის ტიპის რადიუსის განსაზღვრა	10
3.3.	კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძის განსაზღვრა	13
3.4.	მრუდე კალმის სიგრძის და მთლიანი საისრო კუთხის განსაზღვრა	15
3.5.	ჩარჩო რელსისა და კალმის სამუშაო წახნაგებს შორის მანძილის განსაზღვრა კალმის ფესვთან	18
3.6.	სწორი კალმის ჩამოკვეთილი ნაწილის სიგრძის განსაზღვრა	19
3.7.	ლიანდის სიგანის განსაზღვრა ისრისა და გადამყვანი მრუდის ფარგლებში	21
3.8.	ჩარჩო რელსის სიგრძის განსაზღვრა	25
4.	ჯვარედის კომპლექტის გაანგარიშება	28
4.1.	ჯვარედის მარკის განსაზღვრა	29
4.2.	კონტრრელსის სიგრძის და კონტრრელსში ღარის სიგანის განსაზღვრა	35
4.3.	ჯვარედის სიგრძის განსაზღვრა	37
4.4.	უღვაშა რელსების სიგრძისა და ღარის სიგანის განსაზღვრა ჯვარედში	39
5.	ისრული გადამყვანის ძირითადი გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა	40
6.	გადამყვანი მრუდის დაკვალვა	42
7.	ნაჭერი რელსების სიგრძის განსაზღვრა	44
8.	გადამყვანის ძელების განლაგება ისრული გადამყვანის ქვეშ	45
9.	ისრული გადამყვანის მოვლა-შენახვისადმი წაყენებული მოთხოვნები და მისი სამსახურის ვადის განსაზღვრა	49
	დანართი	52
	ლიტერატურა	54