

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნ. რურუა

მეთოდური მითითებები
პრაქტიკული სამუშაოებისათვის
საგანში “რკინიგზები”

ლიანდის მოწყობა და ყრილის ფერდობის გაანგარიშება



რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამოცემლო
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 მაღალი ყრილის მდგრადობაზე და სიმ-ტკიცეზე გაანგარიშების საკითხები.

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

მეთოდური მითითებები განკუთვნილია სატრანსპორტო (ხიდების და გვირაბების, საავტომობილო გზების და აეროდრომების) სპეციალობის ბა-კალავრებისათვის. 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 დაღმენა და ლიანდის მოწოდების საპიოხეზი

1. ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპის შერჩევა

მოცემული უბნის წლიური ტვირთდაძაბულობა განისაზღვრება ფორმულით

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

სადაც γ - გადაზიდვების უთანაბრობის კოეფიციენტი, $\gamma=1,1$;

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

$Q_{ჩქ}, Q_{სამგ}, Q_{სატ}$ - 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 წინაღობის ზრდას სიმტკიცეზე და ცვეთამედეგობაზე. ე.ი. უნდა გაიზარდოს რელსების წინაღობისა 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

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

სადაც 2,5 – გადამყვანი კოეფიციენტი;

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

ბ). მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარის პირობით

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

სადაც 0,5 – გადამყვანი კოეფიციენტი;

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

გ). მაქსიმალური ტვირთდაცაბულობის პირობით

$$q = 24,4\sqrt{T_0}, \text{ კგ/გრძ.მ} \quad (1.4)$$

სადაც 24,4 – გადამყვანი კოეფიციენტი;

T_0 – უბნის წლიური ტვირთდაცაბულობა, მდნ.ტ კმ/კმ წლ.

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

$$q = \alpha \left(1 + \sqrt[4]{T_0}\right) \left(1 + 0,012v_{\max}\right)^{2/3} P_{\max}^{2/3}, \text{ კგ/გრძ.მ} \quad (1.5)$$

სადაც α – კოეფიციენტი, ლოკომოტივებისათვის $\alpha=1,3$;
ვაგონებისათვის $\alpha=1,2$.

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

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

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

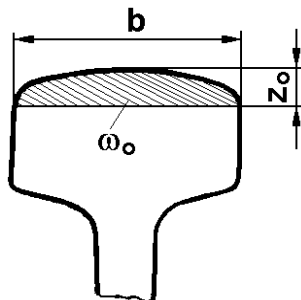
$$\omega_0 = bz_0 - \Delta \quad (1.7)$$

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, $\Delta=70$ მმ²;

β – რელსის თავის ცვეთის პარამეტრი, მმ²/მლნ. თონა ბრუტო. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია მრუდის რადიუსზე და რელსის ტიპზე (ცხრილი 1.1).



ნახ. 2. რელსის თავის ცვეთის ფართობის განსაზღვრის სქემა

ცხრილი 1.1

| მრუდის რადიუსი, R მ | β , მმ ² /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

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

სადაც A – ლიანდაგში ჩაწყობილი შპალების მთლიანი რაოდენობაა, ცალი;

$t_{\text{ლაქ}}$ – 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 წერილი ფრაქციების გამოქარვისა და გამორეცხვის გამო.

ბალასტის სამსახურის ვადა განისაზღვრება ფორმულით

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

სადაც D – ლიანდაგში არსებული ბალასტის მაქსიმალური გაჭუჭყიანების პროცენტი მისი ამოცვლის ან გაწმენდის წინ (ცხრილი 1.2);

d – ლიანდაგში დასაგები ბალასტის დასაშვები გაჭუჭყიანების პროცენტი (ცხრილი 1.2);

k – ბალასტის გაჭუჭყიანების კოეფიციენტი და დანაგვიანობის ინტენსივობა. დამოკიდებულია უბნის განლაგების რაიონზე, ბალასტის გვარობაზე, რელსის ტიპზე (ცხრილი 1.3);

ცხრილი 1.2

| დასახელება | განზომილება | ბალასტის გვარეობა | | | |
|------------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|
| | | ლორდი | ხრეში | ნიჟარა | ქეიშა |
| <i>D</i> | % | 35 - 40 | 20 | 20 | 15 |
| <i>d</i> | % | 5 | 6 | 10 | 10 |

ცხრილი 1.3

| ბალასტის სახეობა | რელსის ტიპი | მანძილი გამაჭუჭყიანებელი ტვირთების ჩატვირთვის აღდგილიდან, კმ | | | | |
|------------------|-------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | > 300 | 300-200 | 200-100 | 100 - 50 | < 50 |
| ლორდი | <i>P65</i> | 0,12 | 0,15 | 0,30 | 0,33 | 0,57 |
| ლორდი | <i>P50</i> | 0,18–0,20 | 0,23–0,25 | 0,28–0,30 | 0,43–0,45 | 0,63–0,65 |
| ლორდი | <i>P43</i> | 0,22–0,26 | 0,27–0,31 | 0,32–0,36 | 0,47–0,51 | 0,67–0,71 |
| ხრეში | <i>P50</i> | 0,045 | – | 0,08 | 0,17 | – |
| ხრეში | <i>P43</i> | 0,06–0,07 | | 0,11–0,14 | 0,19–0,22 | – |

6. გარე რელსის შემადღების 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 გადამეტვირთვას. ამ გარემოებას თან სდევს რელსების არათანაბარი ცვეთა. რელსები გარე სარელსო ძაფზე, მათი გადამეტვირთვის 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.

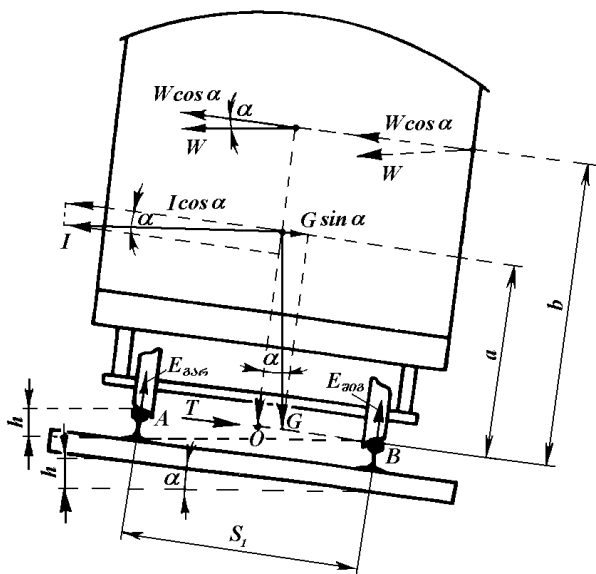
ცენტრიდანული ძალის გასაბათილებლად და მაშასადამე, მისი მავნე მოვლენების თავიდან ასაცილებლად, მრუდებში აწყობენ გარე სარელსო ძაფის შემადღებას. გარე რელსის შემადღებით ეკიპაჟის სიმძიმის ცენტრი გადაიხრება მრუდის ცენტრისაკენ და წარმოიშვება ცენტრიდანული ძალის საპირისპი-

რო ცენტრისკენული ძალა, რომელიც ამცირებს ან მთლიანად აბათილებს მას.

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



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

პირველი პირობით გარე რელსის შემადგენელი მრუდებში გათანაბრებული ფორმულით

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

სადაც 12,5 – გადამყვანი კოეფიციენტი;

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;

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

$$v_{\text{საშ}}^2 = \frac{n_{\text{ჩქ}} Q_{\text{ჩქ}} v_{\text{ჩქ}}^2 + n_{\text{სამ}} Q_{\text{სამ}} v_{\text{სამ}}^2 + n_{\text{საბ}} Q_{\text{საბ}} v_{\text{საბ}}^2}{n_{\text{ჩქ}} Q_{\text{ჩქ}} + n_{\text{სამ}} Q_{\text{სამ}} + n_{\text{საბ}} Q_{\text{საბ}}} \quad (1.11)$$

სადაც $Q_{\text{ჩქ}}, Q_{\text{სამ}}, Q_{\text{საბ}}$ – შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების წონა, ტ;

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

$v_{\text{ჩქ}}, v_{\text{სამ}}, v_{\text{საბ}}$ – შესაბამისად ჩქარი, სამგზავრო და სატვირთო მატარებლების მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ.

შევამოწმოთ გარე რელსის შემადგენლების სიდიდე მგზავრობის კომფორტაბელობის პირობით

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

სადაც v_{max} – ჩქარი მატარებლის მაქსიმალური სიჩქარე, კმ/სთ;

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

მიღებული ორი მნიშვნელობიდან საანგარიშო სიდიდედ ვირჩევთ უდიდესს.

თუ გარე რელსის შემადგენლობა აღემატება 150 მმ-ს, მაშინ უნდა შევამციროთ მოძრაობის სინქარე მრუდში

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

7. გადასასვლელი მრუდის სიგრძის განსაზღვრა

მოძრავე შემადგენლობის სწორი უბნიდან მრუდში შესვლის-

თანავე მყისიერად წარმოიშვება ცენტრიდანული $I = \frac{mv^2}{\rho}$ ძალა.

ამ მომენტში თვლის ქიმი ეჯახება გარე რელსის მუშა წახნაგს, რაც იწვევს რელსების და მოძრავე 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 $I = \frac{mv^2}{\rho}$ სიდიდე-

მდე. ამ თვალსაზრისით ლიანდაგის სწორი უბნიდან მრუდში გადასვლა ხორციელდება გადასასვლელი მრუდების საშუალებით, რომელთა სიგრძის რადიუსი იცვლება შემდეგ ფარგლებში

$$\rho = \infty \div R \quad (1.14)$$

სადაც ρ - გადასასვლელი მრუდის ცვლებადი რადიუსია;

R - წრიული მრუდის რადიუსი.

გადასასვლელი მრუდის სიგრძის პირველი ნახევარი დაიკ-
ვალება სწორ უბანში, მეორე ნახევარი კი წრიული მრუდის
ფარგლებში.

რადგანაც გადასასვლელი მრუდის საწყის წერტილში რადი-
უსი $\rho = \infty$, ამიტომ ცენტრიდანული ძალა აქ ტოლია

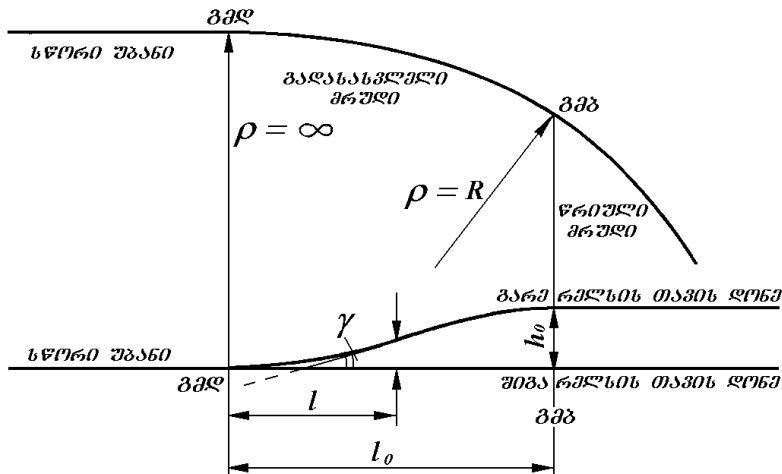
$$I = \frac{mv^2}{\rho} = \frac{mv^2}{\infty} = 0, \text{ ხოლო გადასასვლელი მრუდის ბოლოში კი}$$

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

მაშასადამე, გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში ცენტრიდა-
ნული ძალა მყისიერად კი არ წარმოიქმნება, არამედ თანდათა-
ნობით იზრდება გადასასვლელი მრუდის საწყისიდან მის ბო-

ლომდე ($I = 0 \div I = \frac{mv^2}{R}$) ფარგლებში.

გადასასვლელ მრუდებზე გამოიყენება მესამე ხარისხის
მრუდები, კერძოდ: კუბური პარაბოლა, რადიოიდალური სპირა-
ლი, ბერნულეს ლემნისკანტა და კლოტოიდა.



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

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

გადასასვლელი მრუდის სიგრძე განისაზღვრება სამი ძირითადი კრიტერიუმის მიხედვით:

1. გარე რელსის შემადგენების პირობით

$$l = \frac{h}{i} \quad (1.15)$$

სადაც l - გადასასვლელი მრუდის სიგრძეა;

h - გარე რელსის შემადგენება;

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

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

2. თვლის ქიმის რელსის თავზე შეუვორებლობის პირობით

$$l = 10hv_{\max} \quad (1.16)$$

სადაც 10 - გადამყვანი კოეფიციენტი;

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

3. გაუბათილებელი ცენტრიდანული აჩქარების დროის ერთეულში ცვალებადობის პირობით

$$l = \frac{v_{\max}^3}{\psi R} \quad (1.17)$$

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/წმ³.

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

გადასასვლელი მრუდის შერჩეული სიდიდისათვის უნდა განესაზღვროთ გარე რელსის შემადლების ჭეშმარიტი ქანობი

$$i_{\text{გეშ}} = \frac{h}{l} \quad (1.18)$$

გადასასვლელი მრუდის პარამეტრი ტოლია

$$c = Rl, \text{ მ} \quad (1.19)$$

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

$$k_0 = \frac{S_1 l_{\text{რელ}}}{R} \quad (1.20)$$

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

თავდაპირველად უნდა გავიანგარიშოთ შესაძლებელია თუ არა მრუდის დაკვალვა

$$\varphi_0 = \frac{l_{\text{გაღ}}}{2R}, \text{ რად} \quad (1.21)$$

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

სადაც R - წრიული მრუდის რადიუსია;

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

α - მრუდის მოხვევის კუთხე.

წრიული მრუდის სიგრძე გამოითვლება ფორმულით

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

დამოკლების სიდიდე გადასასვლელი მრუდის ფარგლებში იანგარიშება ფორმულით

$$\varepsilon_{\text{გაღ}} = \frac{S_1 l_{\text{გაღ}}}{2R} \quad (1.23)$$

ხოლო წრიული მრუდის ფარგლებში

$$\varepsilon_{\text{წრ}} = \frac{S_1 l_{\text{გაღ}}}{R} \quad (1.24)$$

მთლიანი დამოკლება

$$\varepsilon_{\text{მთლ}} = 2\varepsilon_{\text{გაღ}} + \varepsilon_{\text{წრ}} = \frac{S_1}{R} (l_{\text{გაღ}} + L_{\text{წრ}}) \quad (1.25)$$

მრუდის შიგა ძაფზე ჩალაგებული რელსების რაოდენობა გოლია

$$N = \frac{\varepsilon_{\text{მთ}}}{k} \quad (1.26)$$

ანგარიშები გაწარმოთ ქვემოთ მოტანილი ცხრილის მიხედვით

ცხრილი 1.4

| რელსის ნომერი | უბნის დახასიათება | მრუდის სიგრძე მზარ- დი ჯამით, მ | რელსების სიგრძე ღრეჩოს გათვალისწი- | 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 $l_{\text{გაღ}} =$ | | | | | | |
| 2 | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| X' | წრიული მრუდი $L_{\text{გაღ}} =$ | | | | | | |
| X" | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| Y' | გადასასვლელი მრუდი $l_{\text{გაღ}} =$ | | | | | | |
| Y" | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| Z' | სწორი უბანი | | | | | | |
| Z" | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |
| . | | | | | | | |

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

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

სადაც l_x - მონაკვეთის სიგრძეა და იცვლება ფარგლებში

$$l_x = 0 \div l_{\text{გად}}$$

წრიული მრუდის ფარგლებში გამოითვლება ფორმულით

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

სადაც L_x - მონაკვეთის სიგრძეა და იცვლება ფარგლებში

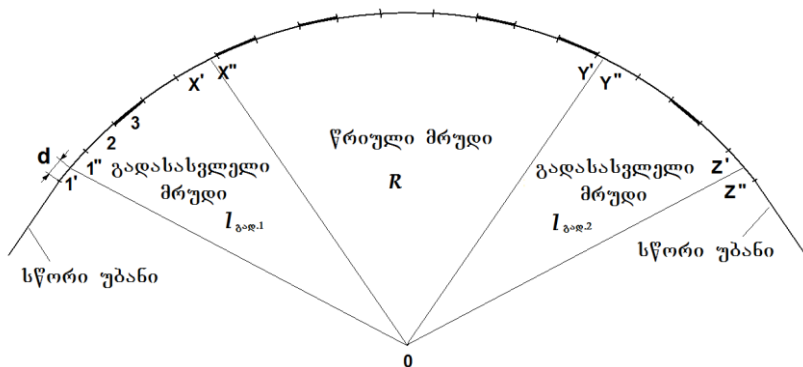
$$L_x = 0 \div L_{\text{წრ.}}$$

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.

მექვსე 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.

მერვე სეგტი = მეხუთე სეგტს – მეშვიდე სეგტი. მერვე სეგტში 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 გადაწევის 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 ეაწარმოებთ ცხრილის სახით (ცხრილი 15).

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

- **პირველ სეგტში** ჩაწერილია მრუდის გარე ძაფის წერტილის ნომრები. წერტილებს შორის დაშორება 10 მეტრია.
- **მეორე სეგტში** ჩაიწერება ადგილზე გაზომილი ნატურული ჩაღუნვის ისრების მნიშვნელობები, რომლებიც გაზომილია 20 მეტრიანი ქორდის შუაში რელსის თავიდან 13 მმ-ის დონეზე. მეორე სეგტის მნიშვნელობები უნდა შეჯამდეს.
- **მესამე სეგტში** 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

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

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

$\sum H_{\text{გად.1}}$ და $\sum H_{\text{გად.2}}$ - საპროექტო ისრების ჯამია

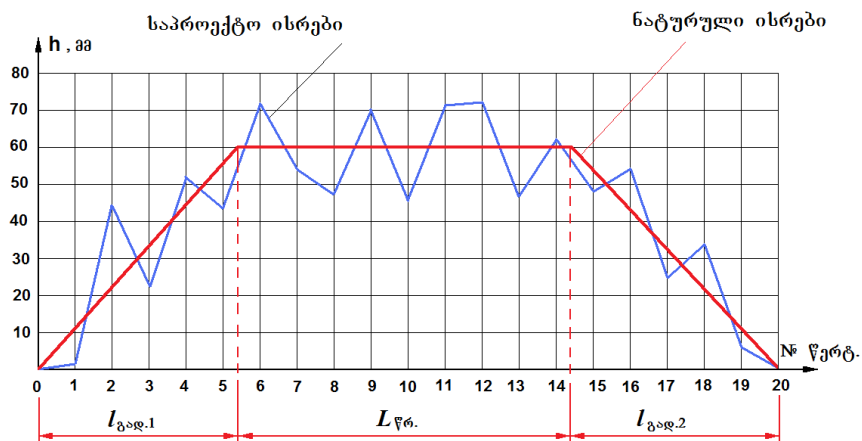
პირველ და მეორე გადასასვლელ მრუდებში, მმ;

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

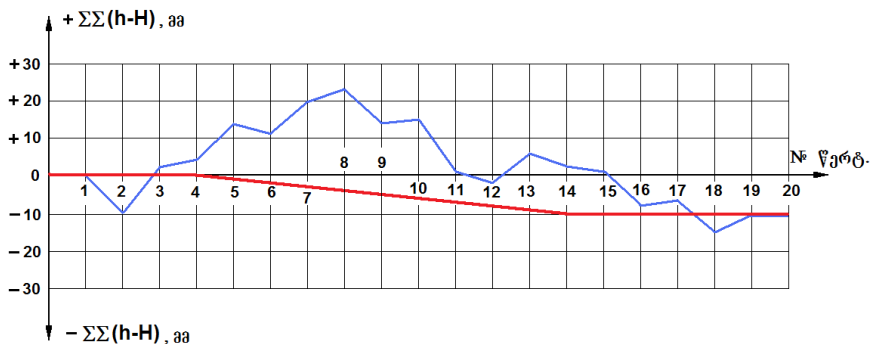
ცხრილი 1.5

| წერტილი | ნატურული ისრები | საპროექტო ისრები | ისართა სხვაობა | ისართა სხვა- ობათა ჯამი | ისართა სხვა- ობათა ჯამთა ჯამი | ნახევარგადა- წყვეთი | მთლიანი გადაწყვეთი | ნახევარგადა- წყვეთი | საბოლოო ისრები |
|----------|--------------------|---------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|
| N_0 | 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 | | | | | | | | | |
| Σ | | | | | | | | | |

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



ნახევარგადაწელების გრაფიკი



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, $\Sigma(h-H)$.
 - **მეექვსე სვეტის** შესავსებად ჯერ ანალიზი უკეთდება მეხუთე სვეტის მონაცემებს. თუ $\Sigma(h-H)$ სიდიდეები უმნიშვნელოა აბსოლუტური სიდიდით და სხვადასხვა ნიშნით, მაშინ შესაძლებელია გავიანგარიშოთ ისართა სხვაობის ჯამთა ჯამი $\Sigma\Sigma(h-H)$. წინააღმდეგ შემთხვევაში აგებენ მნიშვნელობათა გრაფიკს $\Sigma(h-H)$ 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 ნახევარგადაწვევების გრაფიკის აგებით (ნახ.5).
- **მეშვიდე და მეცხრე სვეტებში** შეიტანება ნახევარგადაწვევები შებრუნებული ნიშნებით, შესაბამისად $-e_{n+1}/2$ და $-e_{n-1}/2$. მათი მნიშვნელობები აიღება ნახევარგადაწვევების გრაფიკიდან და წარმოადგენს სხვაობას საპროექტო ხაზისა და $\Sigma\Sigma(h-H)$ წერტილების მნიშვნელობებს შორის.
 - **მერვე სვეტში** შეიტანება ნახევარგადაწვევების გაორკეცვული მნიშვნელობები, რომელიც წარმოადგენს ლიანდაგის გადაწვევის სიდიდეს e_n შესაბამის წერტილში.
 - **მეათე სვეტი** = მეორე სვეტი + მეშვიდე სვეტი + მერვე სვეტი + მეცხრე სვეტი.

მიღებული მრუდის რადიუსი გამოითვლება ფორმულით

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

სადაც a – ქორდის სიგრძეა, $a=20$ მ;
 125 – გადამყვანი კოეფიციენტი;
 $H_{\text{წრ.საშ}}$ – სუფთა წრიულ მრუდში ჩადუნვის ისრების
 საშუალო მნიშვნელობა, მმ.

II. ნოღაზე აგებული მაღალი ყრილის გაანგარიშება მდგრადობაზე და სიმტკიცეზე

10. ყრილის ტანის გაანგარიშება მდგრადობაზე

ყრილის ტანზე და მის ფერდოზე მოქმედებს სხვადასხვა ძალები: ყრილის ტანის საკუთარი წონა, ლიანდაგის ზედა ნაშენის წონა და მოძრავი შემადგენლობიდან გადმოცემული დინამიკური დატვირთვა. ამიტომ ყრილის გაანგარიშება მდგრადობაზე ხდება.

მიწის ვაკისი მდგრადობის გაანგარიშების პრაქტიკული მეთოდები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: ანალიზური და გრაფო-ანალიზური მეთოდები. გრაფო-ანალიზური მეთოდები ნაკლებად შრომატევადია და ამიტომ ფართოდ არის გავრცელებული, იძლევიან პრაქტიკულად მისაღებ ზუსტ შედეგებს.

ყრილის ფერდობების მდგრადობის ხარისხი განისაზღვრება მდგრადობის კოეფიციენტით. მდგრადობის კოეფიციენტი წარმოადგენს ფერდობზე მომქმედი დამჭერი ძალების მომენტების ჯამის ფარდობას დამძვრელი ძალების მომენტების ჯამთან

$$k = \frac{\sum M_{\text{დამჭ}}}{\sum M_{\text{დამძ}}} \quad (2.1)$$

როდესაც

- | | |
|-----------|---|
| $k < 1$, | მაშინ ფერდობის მდგრადობა უზრუნველყოფილი არ არის |
| $k = 1$, | ფერდობი იმყოფება ზღვრული წონასწორობის პირობებში |
| $k > 1$, | ფერდობი მდგრადია |

როცა გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები აღებულია საცნობარო ცხრილებიდან მიწის ვაკისის ნორმალური ექსპლუატაციისათვის მდგრადობის კოეფიციენტი $k \geq 1,2$. თუ გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები მიღებულია გრუნტების სინჯის ლაბორატორიული გამოკვლევების საფუძველზე, მაშინ მდგრადობის კოეფიციენტი $k \geq 1,1$.

მიწის ვაკისის ფერდობის გაანგარიშება მისი გადაადგილების თვალსაზრისით სრულდება 1 გრძივ მეტრზე.

მრავალრიცხოვანი მეწყერების ჩამოცურების ანალიზის შედეგად დადგენილია, რომ ფერდოს ჩამოცურება ერთგვაროვანი კავშირის გრუნტების შემთხვევაში ხდება სფერულ-ცილინდრულ ზედაპირზე. ამიტომ ფერდოს მდგრადობის გრაფო-ანალიზური მეთოდებით დაშვებულია, რომ ფერდო შეიძლება ჩამოცურდეს სწორედ სფერულ-ცილინდრულ ზედაპირზე. ფერდოს მდგრადობის გრაფო-ანალიზურ მეთოდებში გაანგარიშებების გასამარტივებლად მოძრავი შემადგენლობიდან მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე გადმოცემული დატვირთვა და ლიანდაგის ზედა ნაშენის საკუთარი წონა შეიძლება შეეცვალოს ისეთივე სახის გრუნტის ფიქტიური, ექვივალენტური სვეტით, რომლის-განაც აგებულია მიწის ვაკისის ტანი.

გრუნტის ფიქტიური, ექვივალენტური სვეტის სიმაღლე, რომელიც ექვივალენტურია მოძრავი შემადგენლობიდან მიწის ვაკისის ძირითად მოედანზე გადმოცემული დატვირთვისა ტოლია (ნახ.6).

$$h_0 = \frac{P_{\text{მატ}}}{\gamma_{\text{გრ}} a} \quad (2.2)$$

სადაც $P_{\text{მატ}}$ - მოძრავი შემადგენლობიდან მიწის ვაკისის 1 გრძ.მ-ზე გადმოცემული დატვირთვაა, ტ;

$\gamma_{\text{გრ}}$ - გრუნტის მოცულობითი წონა ბუნებრივი ტენიანობის პირობებში, ტ/მ³;

a - შპალის სიგრძე. ხის შპალებისათვის $a=2,75$ მ; რკინაბეტონის შპალებისათვის $a=2,70$ მ.

1 გრძ.მ ლიანდაგის ზედა ნაშენის წონა $P_{\text{ნ.გ.}}$ და მისი ექვივალენტური გრუნტის სვეტის სიმაღლე და სიგანე დამოკიდებულია ლიანდაგის ზედა ნაშენის ტიპზე და კონსტრუქციაზე (ცხრილი 2.1).

პირველ რიგში საჭიროა ავაგოთ ფერდოს ჩამოცურების სიბრტყე, რისთვისაც უნდა ვიპოვოთ ჩამოცურების სიბრტყის (ზედაპირის) ცენტრი. ამისათვის მილიმეტრულ ქაღალდზე უნდა გამოიხაზოს ყრილი მასშტაბში 1:100 და მასზე დაეიტანოს მოძ-

რავი შემადგენლობიდან და ლიანდაგის ზედა ნაშენიდან გადმოცემული დატვირთვების ექვივალენტური ფიქტიური სვეტები.

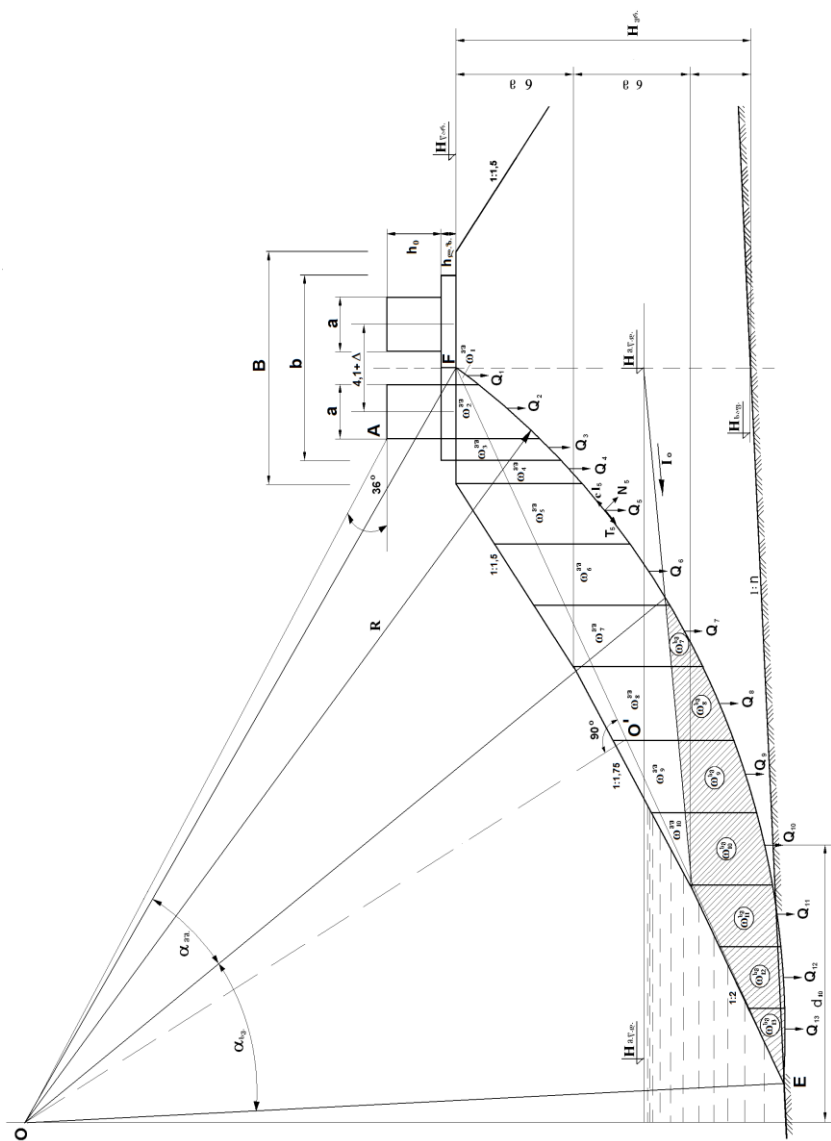
ფერდოს დაცურება, რა თქმა უნდა შეიძლება დაიწყოს მისი ნებისმიერი წერტილიდან. ამიტომ გაანგარიშება თანდათანობითი მიხსლოებითი მეთოდით უნდა ჩატარდეს. ამისათვის უნდა აიგოს ჩამოქცევის სიბრტყეები მიწის ვაკისის სხვადასხვა წერტილისათვის და ყველა მათგანისათვის გაანგარიშებულ უნდა იქნეს მდგრადობის კოეფიციენტი.

ჩამოქცევის სიბრტყეს, რომლისათვისაც მდგრადობის კოეფიციენტი მინიმალური აღმოჩნდება, ჩამოქცევის კრიტიკული სიბრტყე ეწოდება და სწორედ ამ შემთხვევისათვის საშიროების შემთხვევაში უნდა დაინიშნოს ფერდოს გამაგრების კონკრეტული ღონისძიებები.

ცხრილი 2.1

| მაჩვენებლები | ხის შპალები | | რკინაბეტონის შპალები | | რკინაბეტონის შპალები | |
|------------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------|
| | P50 | P65 | P50 | P65 | P50 | P65 |
| $P_{\text{ხ.ნ.}}, 1 \text{ გრძ.მ}$ | 6,20 | 6,70 | 6,65 | 7,17 | 8,75 | 8,80 |
| $h_{\text{ხ.ნ.}}, \text{ მ}$ | $0,7 \div 0,8$ | $0,7 \div 0,8$ | $\frac{0,8 \div 0,9}{0,7 \div 0,8}$ | $\frac{0,8 \div 0,9}{0,7 \div 0,8}$ | $1,0 \div 1,2$ | $1,0 \div 1,2$ |
| ბალასტის პრიზმის საშუალო სიგანე, მ | $\frac{4,20}{4,40}$ | $\frac{4,35}{4,70}$ | $\frac{4,20}{4,40}$ | $\frac{4,35}{4,70}$ | 4,2 | 4,2 |

შენიშვნა: მრიცხველში მოცემული სიღიღეები შეესაბამება ორლიანდაგიანი რკინიგზების ერთ ლიანდაგს, ხოლო მნიშვნელში – ერთლიანდაგიან რკინიგზებს.



ნახ.ნ. ყრილის ფერდოს გაანგარიშება მდგრადობაზე

დადგენილია, რომ ჩამოქცევის სიბრტყის ზედაპირის ცენტრი მოთავსებულია A წერტილიდან ჰორიზონტისადმი 36° -ით დახრილ სივრცე (ნახ.6). ჩამოქცევის სიბრტყის ზედაპირის ცენტრის საპონენლად იმ სავარაუდო წერტილს F, რომლიდანაც შეიძლება დაიწყოს ფერდოს ჩამოქცევა ვაერთებთ ყრილის საფუძვლისა და ფერდოს გადაკვეთის E წერტილთან. EF მონაკვეთის შუა წერტილიდან აღიმართება მართობი A წერტილიდან ჰორიზონტისადმი 36° -ით დახრილი სივრცის გადაკვეთამდე (O წერტილი). O წერტილი წარმოადგენს ჩამოქცევის სიბრტყის ცენტრს. O წერტილიდან R რადიუსით შემოიხაზება საძიებელი ჩამოქცევის მრუდი.

ჩამოქცევის სიბრტყესა და ყრილის ფერდოს შორის მოთავსებული მასივი დაიყოფა ელემენტარულ ნაკვეთურებად (გრუნტის ფიქტიური სვეტის გათვალისწინებით, დაახლოებით 3 – 4 მეტრი) და გამოითვლება თითოეული ნაკვეთურის წონა

$$Q_i = \omega_i \times 1 \times \gamma \quad (2.3)$$

სადაც ω - ნაკვეთურის ფართობია, მ²;

γ - გრუნტის მოცულობითი წონა, ტ/მ³.

თუ გაანგარიშება ტარდება ნოღაზე აგებული ყრილის ფერდობისათვის, რომლებიც პერიოდულად იფარება წყლით წყალდიდობის პერიოდში, უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი ფაქტორები. წყალდიდობის წყლების მუდმივად ცვალებადი გარეგანი დაწოლის შედეგად ყრილის ტანში მიმდინარეობს დაუდგენელი ხასიათის ფილტრაციის პროცესები. ფილტრაციის ზონაში წარმოიქმნება დამატებითი ძალები, რომლებიც გავლენას ახდენენ ყრილის ფერდობის მდგრადობაზე. ასეთ ძალებს მიეკუთვნება: ამომგდები ძალა, რომელიც მიმართულია ვერტიკალურად ზემოთ და ჰიდროდინამიკური ძალა მიმართული წყლის ფილტრაციის მიმართულებით. გარდა ამისა სუსტდება გრუნტების ფიზიკო-მექანიკური მახასიათებლები, როგორებიცაა: გრუნტების შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი და შინაგანი შეჭიდულობის ძალა. გარდა ამისა საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ ის ფაქტორი, რომ დეპრესიის მრუდის ქვემოთ მოთავსებულ ნაკვეთურებში მოთავსებული სველი გრუნტის წონა არ უდრის დეპრესიის მრუდის ზემოთ მოთავსებულ ნაკვეთურებში მოთავ-

სებულ გრუნტის წონას, რადგანაც მშრალი და სველი გრუნტების მოცულობითი წონები $\gamma_{\text{მშრ}}$ და $\gamma_{\text{სვ}}$ ერთმანეთისაგან განსხვავდება.

ამიტომ მშრალი და სველი ნაკვეთურების წონები ცალცალკე უნდა განისაზღვროს:

მშრალი ნაკვეთურის წონა ტოლია

$$Q_{\text{მშრი}} = \omega_{\text{მშრი}} \times \gamma_{\text{მშრ}} \quad (2.4)$$

სველი ნაკვეთურის წონა ტოლია

$$Q_{\text{სვქ}} = \omega_{\text{სვქ}} \times \gamma_{\text{სვ}} \quad (2.5)$$

სველი გრუნტის მოცულობითი წონა გაიანგარიშება ფორმულით

$$\gamma_{\text{სვ}} = \frac{\Delta - 1}{1 + \varepsilon} \quad (2.6)$$

სადაც

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{\gamma_{\text{ფ}}} - 1 \quad (2.7)$$

$$\gamma_{\text{ფ}} = \frac{\gamma_{\text{მშრ}}}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2.8)$$

სადაც Δ - გრუნტის ჩონჩხის კუთრი წონაა;

ε - გრუნტის ფორიანობის კოეფიციენტი;

$\gamma_{\text{ფ}}$ - სველი გრუნტის ჩონჩხის მოცულობითი წონა;

w - გრუნტის წონითი ტენიანობა.

სველ ნაკვეთურებზე მოქმედებს აგრეთვე ჰიდროდინამიკური ძალა D , რომელიც დამკვერელ ძალას წარმოადგენს და აუარესებს ფერდობის მდგრადობის პირობას. იგი გამოითვლება ფორმულით

$$D = \Sigma \omega_{\text{სვ}} \times I_0 \times \Delta_{\text{წყ}} \quad (2.9)$$

სადაც $\Sigma \omega_{\text{სვ}}$ - სველი ნაკვეთურების ფართობების საერთო ჯამია, მ²;

$\Delta_{\text{წყ}}$ - წყლის მოცულობითი წონა, $\Delta_{\text{წყ}} = 1$ ტ/მ³;

I_0 - დეპრესიის მრუდის საშუალო ქანობი ანუ ჰიდრავლიკური გრადიენტი. მისი სიდიდე დამოკიდებულია გრუნტების სახეობაზე.

ნაკვეთურის წონა Q_i მიღებულია, როგორც ვერტიკალური ძალა და მოდებულია ნაკვეთურის სიმძიმის წერტილის, ჩამოქცევის სიბრტყის ზედაპირის ვერტიკალურ გეგმილზე.

ვერტიკალური ძალა Q იშლება ნორმალურ N და მხებ ანუ ტანგენციალურ T მდგენელებად.

ვერტიკალური ძალის ნორმალური მდგენელი ჩამოქცევის სიბრტყის მართობულად არის მიმართული, ებჯინება მას და წარმოადგენს ხახუნის ძალას, რომელიც ხელს უშლის ფერდოს ჩამოქცევას.

ნორმალური ძალა N გამოითვლება ცალცალკე ნაკვეთურებისათვის, როგორც მშრალი ისე სველი ნაწილებისათვის, რადგანაც მშრალი და სველი გრუნტების ხახუნის კოეფიციენტები სხვადასხვაა:

$$N_{შშ} = Q_{შშ} \times \cos \alpha_i \quad (2.10)$$

$$N_{სვ} = Q_{სვ} \times \cos \alpha_i \quad (2.11)$$

მხები ძალის გამოთვლა ნაკვეთურების ცალკე სველი და ცალკე მშრალი ნაწილებისათვის საჭირო არ არის, ამიტომ T გამოითვლება ყოველი ნაკვეთურისათვის ფორმულით

$$T_i = (Q_{შშ} + Q_{სვ}) \times \sin \alpha_i \quad (2.12)$$

კუთხის სინუსის მნიშვნელობა ვერტიკალურ Q ძალასა და ნორმალურ N ძალის მიმართულებას შორის (ნახ.6) გამოითვლება ფორმულით

$$\sin \alpha_i = \frac{d_i}{R} \quad (2.13)$$

სადაც d_i - ჰორიზონტალური მანძილია თითოეული ნაკვეთურის სიმძიმის ცენტრიდან ჩამოქცევის სიბრტყის O ცენტრიდან დაშვებულ ვერტიკალამდე.

ფერდო რომ ჩამოიქცეს აუცილებელია დაძლეულ იქნას, აგრეთვე გრუნტის ნაწილაკებს შორის არსებული შეჭიდულობის

P ძალა. P ძალის სიდიდე დამოკიდებულია გრუნტის ნაწილაკების შინაგან ხვედრით შეჭიდულობაზე და ჩამოქცევის სიბრტყის პერიმეტრზე. გრუნტის შინაგანი ხვედრითი შეჭიდულობის სიდიდე c იცვლება გრუნტის სინოტივის მიხედვით, ამიტომ P ძალის მნიშვნელობა უნდა გაინსახდეს მშრალი და სველი პერიმეტრებისათვის ცალცალკე.

$$P_{\text{მშრ}} = c_{\text{მშრ}} \times l_{\text{მშრ}} \quad (2.14)$$

$$P_{\text{სვ}} = c_{\text{სვ}} \times l_{\text{სვ}} \quad (2.15)$$

$c_{\text{მშრ}}$ აიღება გრუნტის სახეობის მიხედვით, ხოლო სველი გრუნტის შეჭიდულობის ძალა $c_{\text{სვ}} = 0,5c_{\text{მშრ}}$.

მშრალი და სველი პერიმეტრი იანგარიშება ფორმულით შესაბამისად

$$l_{\text{მშრ}} = \frac{\pi R \alpha_{\text{მშრ}}}{180}; \quad l_{\text{სვ}} = \frac{\pi R \alpha_{\text{სვ}}}{180} \quad (2.16)$$

სადაც R - ჩამოქცევის მრუდის რადიუსია, მ;

$\alpha_{\text{მშრ}}$ და $\alpha_{\text{სვ}}$ - შესაბამისად $l_{\text{მშრ}}$ და $l_{\text{სვ}}$ რკალების

ცენტრალური კუთხე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩამოქცევის სიბრტყის O ცენტრიდან დაშვებული ვერტიკალი ჩამოკვეთავს ჩამოქცევის პრიზმის ნაწილს, ვერტიკალის მარცხნივ მოთავსებული ნაკვეთურების მთლიანი წონა წარმოადგენს დამჭერ $T_{\text{დამჭ}}$ ძალას. ამას გაანაპირობებს ის, რომ ვერტიკალის მარცხნივ მოქცეული ჩამოქცევის სიბრტყის ნაწილი აღმავალ მრუდს წარმოადგენს და ფერდობი რომ ჩამოიქცეს მარცხნივ მოთავსებული ნაკვეთურის მასივი უნდა ააცუროს აღმავალ მრუდზე.

$$T_{\text{დამჭ}} = \sum Q_{\text{მარცხ}} \quad (2.17)$$

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ძალების სიდიდეების გამოთვლის შემდეგ შეიძლება განესახდეს მიწის ვაკის ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტი

$$k = \frac{\sum N_{\text{მშრ}} \times f_{\text{მშრ}} + \sum N_{\text{სვ}} \times f_{\text{სვ}} + P_{\text{მშრ}} + P_{\text{სვ}} + T_{\text{დამჭ}}}{\sum T_{\text{დამჭ}} + D} \quad (2.18)$$

მშრალი გრუნტის ხახუნის კოეფიციენტი

$$f_{\text{მშრ}} = \operatorname{tg} \varphi \quad (2.19)$$

ხოლო სველი გრუნტის ხახუნის კოეფიციენტი შეიძლება მივიღოთ

$$f_{\text{სვ}} = 0,75 f_{\text{მშრ}} \quad (2.20)$$

სადაც φ - გრუნტის შინაგანი ხახუნის კუთხეა დამოკიდებული გრუნტის სახეობაზე.

ფერდობის მდგრადობის საანგარიშო კოეფიციენტი $k_{\text{საანგ}}$

უნდა შედარდეს ნორმატიულ სიდიდეს. თუ $k_{\text{საანგ}} < k_{\text{ნორმატ}}$, მაშინ საჭიროა ფერდოს გაუკეთდეს ბერმის მიყრა და გაანგარიშების ხელახლა ჩატარება ბერმის გათვალისწინებით. ფერდოს გაანგარიშების საბოლოო შედეგები შეტანილ უნდა იქნეს უწყისში (ცხრილი 2.2).

სშირ შემთხვევაში საჭირო ხდება ნოლაზე აგებული ყრილის ფერდობის გამაგრება წარეცხვისაგან დაცვის მიზნით. ასეთი ღონისძიებების გატარების აუცილებლობა წარმოიშევა წყალდიდობის დროს ყრილის ფერდოს გასწვრივ გრძივი დინების არსებობისას. იმ შემთხვევაში თუ წყლის დინების სიჩქარე ფერდოს გასწვრივ აღემატება გრუნტის დასაშვებ წაურეცხავ სიჩქარეს, რომლისაგანაც აგებულია ყრილის ტანი საჭიროა ფერდოს გამაგრება. დასაშვები წაურეცხავი სიჩქარე გრუნტის სახეობისა და წყლის სიღრმის მიხედვით მოცემულია ცხრილებში (დანართი 3,4,5,6).

თუ აუცილებელია ფერდობების გამაგრება ე.ი. $v_{\text{დინ}} > v_{\text{დასაშ}}$, მაშინ საჭიროა შევირჩიოთ ფერდობის გამაგრების ტიპი. ამისათვის ესარგებლოთ ცხრილებით (დანართი 3,4,5,6), რომლებშიც მოცემულია დასაშვები სიჩქარეების მნიშვნელობები ფერდოს გამაგრების ტიპისა და წყლის სიღრმის მიხედვით.

გამაგრების ტიპის შერჩევისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული აგრეთვე ადგილობრივი პირობები (ბუნებრივი მასალების, მექანიზაციის საშუალებათა არსებობა და სხვა).

ცხრილი 2.2

| ნაკვეთების № | ნაკვეთურების ფართობი, მ ² | | ნაკვეთურების წონა, ტ/გრძ.მ | | sin α | cos α | წონის ნორმალური მდგენელი, ტ/გრძ.მ | | წონის მხები მდგენელი T, ტ/გრძ.მ | D ტ/გრძ.მ | T ლაგ. ტ/გრძ.მ | P მშპ ტ/გრძ.მ | P სვ ტ/გრძ.მ | k |
|--------------|--------------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|-------|-------|-----------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------|----------------|---------------|--------------|----|
| | ω _{მშპ} | ω _{სვ} | Q _{მშპ} | Q _{სვ} | | | N _{მშპ} | N _{სვ} | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| . | | | | | | | | | | | | | | |
| n | | | | | | | | | | | | | | |

ფერდოს გამაგრების მოწყობის აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა დადგინდეს გამაგრების მაღალი ნიშნულის მნიშვნელობა (ბერმის შემთხვევაში დადგინდება ბერმის წარბას ნიშნული) (ნახ.7)

$$H_{\text{გამავ(ბერმ)}} = H_{\text{წმდ}} + h_{\text{ტალ}} + h_{\text{შეტბ}} + a \quad (2.21)$$

სადაც $H_{\text{გამავ(ბერმ)}}$ - გამაგრების მაღალი ნიშნულია ან ბერმის წარბას ნიშნული;

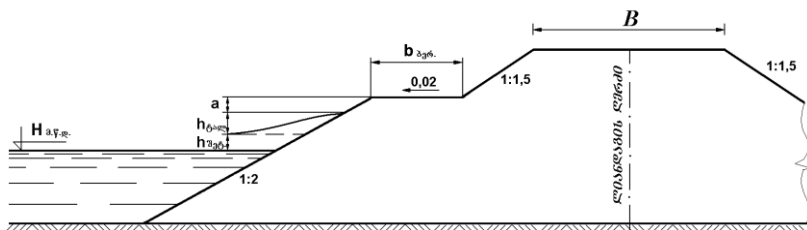
$H_{\text{წმდ}}$ - წყლის მაღალი დონის ნიშნული 300 წლიანი განმეორებადობის;

$h_{\text{ტალ}}$ - ტალღის სიმაღლე;

$h_{\text{შეტბ}}$ - წყლის შეტბორვის სიმაღლე;

a - მარაგი, $a=0,5$ მ.

თუ გაანგარიშების შედეგად საჭიროა ბერმის მოწყობა, უნდა დავადგინოთ ბერმის ზომები. ბერმის ძირითადი მოედნის მინიმალური სიგანე აიღება არა ნაკლებ 4 მ მექანიზაციის გამოყენების თვალსაზრისით. ძირითად მოედანს უკეთდება დაქანება მდინარის მხარეს 0,02 ქანობით. ბერმის ფერდოს დახრილობა აიღება 1:2. (ნახ.7).



ნახ.7. ყრილის ფერდოს გამაგრების მოწყობის სქემა

11. ყრილის ტანის გაანგარიშება სიმტკიცეზე

მიწის ვაკისის სიმტკიცეზე გაანგარიშების ძირითადი არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ავანთ ისეთი მიწის ვაკისი, რომელიც ექსპლუატაციის დროს არ მიიღებს ჯდენას. ამისათვის მიწის ვაკისის აგების დროს გრუნტი ფენებად უნდა დაიტკეპნოს, რისთვისაც საჭიროა გავიანგარიშოთ დამტკეპნი მექანიზმის რეისების რიცხვი, გრუნტის ფორიანობისა და მოცულობითი წონის ცვალებადობა დატკეპნის შემდეგ.

მატარებლიდან გადაცემული დროებითი დატვირთვების, ლიანდაგის ზედა ნაშენის წონისა და გრუნტის საკუთარი წონის ზემოქმედებით მიწის ვაკისის ტანში და საფუძველში აღიძვრება ძაბვები. მიწის ვაკისის უჯდენადი კონსტრუქციის დაპროექტებისათვის ძაბვების სიდიდის განსაზღვრა აუცილებელია მიწის ვაკისის ტანის ნებისმიერ წერტილში. აღნიშნულ ძაბვებს შეუძლიათ გამოიწვიონ ყრილის ჯდენა. ამიტომ საჭიროა ყრილის აგების პერიოდში მასზე მოვდოთ ისეთი სიდიდის ძაბვები, რომელიც შეამჭიდროვებს გრუნტს ისეთი ხარისხით, რომ ექსპლუატაციის პერიოდში მუდმივი და დროებითი დატვირთვა არ გამოიწვევს ყრილის ჯდენას.

ყრილის დატკეპნაზე გაანგარიშებისას ყრილს წარმოიდგენენ, როგორც დრეკად სოლს, რომელიც შეიქმნება მისი ფერდობის გაგრძელებით მათ გადაკვეთამდე. დრეკადი სოლის წვეროზე მოდებულია P_0 ძალა, რომელიც წარმოადგენს მატარებლიდან გადმოცემულ დროებითი დატვირთვისა და ლიანდაგის ზედა ნაშენის წონის ტოლქმედს (ნახ.8), მაშინ

$$P_0 = P_{\text{მატ.}} + P_{\text{ლ.ზ.}} \quad (2.22)$$

ხოლო ძაბვის მნიშვნელობა

$$\sigma = - \left(\frac{2P_0}{2\alpha + \sin 2\alpha} \times \frac{z^3}{(z^2 + y^2)^2} + \gamma h \right) \quad (2.23)$$

სადაც $P_{\text{მატ.}}$ - მატარებლიდან გადმოცემული სიგრძივი დატვირთვაა;

$P_{\text{ლ.ზ.}}$ - 1 გრძ.მ ლიანდაგის ზედა ნაშენის წონა (ცხრილი 2.1);

z და y - ყრილის ადებული წერტილის კოორდინატები;

α - ფერდობის ვერტიკალთან დახრის კუთხე;

γ - გრუნტის საკუთარი წონისაგან აღძრული ძაბვა;

γ - გრუნტის მოცულობითი წონა;

h - გრუნტის სისქე, რომელიც მდებარეობს ყრილის ტანის საანგარიშო წერტილის ზემოთ.

ყრილის ღერძზე მოსული დროებითი დატვირთვის ძაბვის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma_{\text{ღრ}} = \frac{P_0}{1,444} \cdot \frac{1}{z}, \text{ კგ/სმ}^2 \quad (2.24)$$

როგორც ფორმულიდან ჩანს დროებითი დატვირთვა ყრილის ზედაპირთან მაქსიმალურია, ხოლო სიღრმეში თანდათან კლებულობს.

ყრილი დავეთო 4 მეტრიან ფენებად და გამოვითვალოთ ძაბვების მნიშვნელობა, როცა $z = z_0 = \frac{B}{2} \operatorname{tg} \alpha$; $z_1 = z_0 + 4$;

$z_2 = z_1 + 4$; . . . $z_n = z_{n-1} + 4$,

სადაც B - მიწის ვაკის ძირითადი მოედნის სიგანეა, მ.
 დროებითი ძაბვა ბერმის წარბაზე გამოითვლება ფორმუ-
 ლით

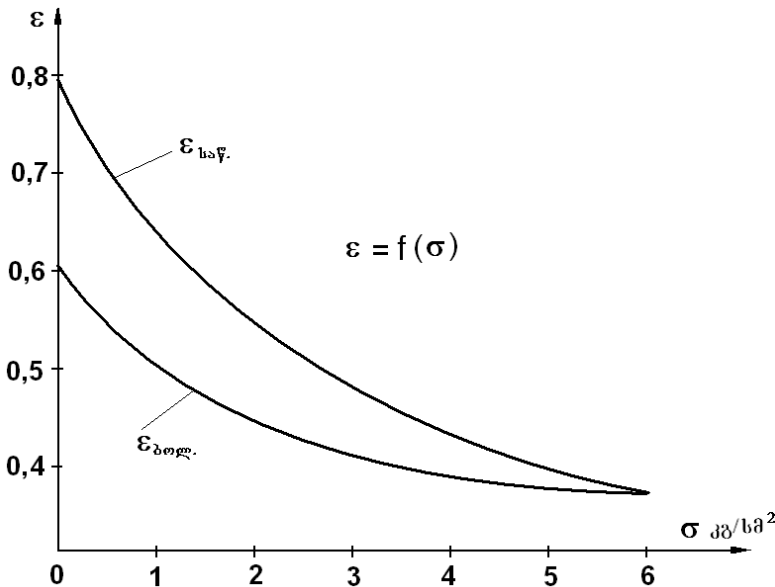
$$\sigma_{\text{დრ}} = \frac{P_0}{1,444} \cdot \frac{z^3}{(z^2 + y^2)^2}, \quad \text{კგ/სმ}^2 \quad (2.25)$$

ძაბვა გამოწვეული გრუნტის საკუთარი წონისაგან გამოით-
 ვლება ფორმულით

$$\sigma_{\text{შედ}} = \gamma_{\text{საშ}} \cdot h \quad (2.26)$$

სადაც $\gamma_{\text{საშ}}$ - გრუნტის საშუალო მოცულობითი წონაა, ტ/მ³;
 h - ფენის სისქე, მ.

$\gamma_{\text{საშ}}$ -ს გასაანგარიშებლად უნდა განისაზღვროს გრუნტის
 საანგარიშო ფორიანობის კოეფიციენტი (ნახ.9)



ნახ.9. $\varepsilon = f(\sigma)$ დამოკიდებულების გრაფიკი

$$\varepsilon_{\text{საანგ.}} = \varepsilon_{\text{საწ.}} - \frac{\varepsilon_{\text{საწ.}} - \varepsilon_{\text{ბოლ.}}}{\sigma_n} \cdot \sigma_{\text{საანგ.}} \quad (2.27)$$

სადაც $\varepsilon_{\text{საწ.}}$ - ფორიანობის კოეფიციენტი, როდესაც გრუნტი დატვირთული არ არის;

$\varepsilon_{\text{ბოლ.}}$ - ფორიანობის კოეფიციენტი, რომლის შემდეგაც გრუნტში ფორების მოცულობა არ იცვლება;

$\sigma_{\text{საანგ.}}$ - ძაბვის საანგარიშო მნიშვნელობა და იცვლება $\sigma_{\text{საანგ.}} = 0 \div n$;

σ_n - ძაბვის მაქსიმალური მნიშვნელობა გრუნტისათვის, რომლის შემდეგ ფორიანობა არ იცვლება.

$\varepsilon_{\text{საწ.}}$, $\varepsilon_{\text{ბოლ.}}$, σ_n - მნიშვნელობები დამოკიდებულია გრუნტის სახეობაზე და მოცემულია ცხრილის სახით კომპრესიული მრუდის მიხედვით (დანართი 2).

მიღებული $\varepsilon_{\text{საანგ.}}$ -ს მნიშვნელობების მიხედვით ვანგარიშობთ მოცულობით წონებს

$$\gamma_{\text{საანგ.}i} = \frac{\Delta}{1 + \varepsilon_{\text{საანგ.}i}} \cdot \left(1 + \frac{w}{100}\right) \quad (2.28)$$

საშუალო მოცულობითი წონა ტოლია

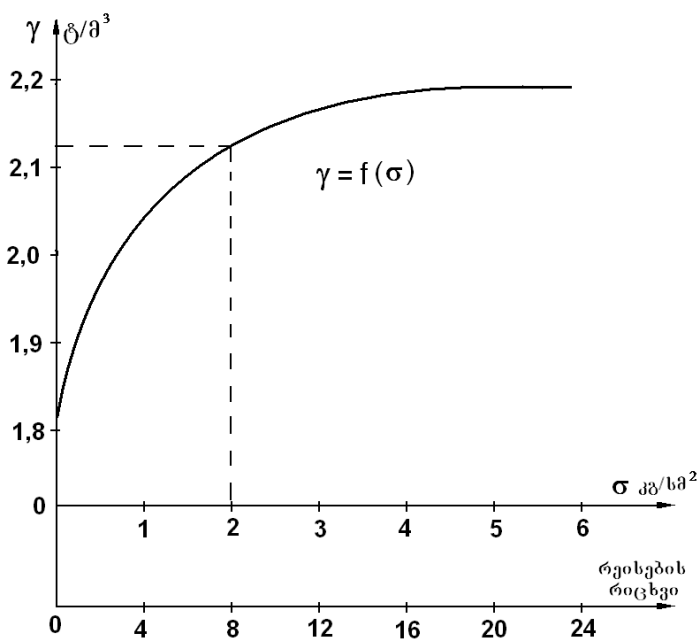
$$\gamma_{\text{საშ.}} = \frac{\sum \gamma_{\text{საანგ.}i}}{n}, \text{ გ/მ}^3 \quad (2.29)$$

მთლიანი ძაბვა ტოლია დროებითი და მუდმივი ძაბვების ჯამისა

$$\sigma_{\text{მთ.}} = \sigma_{\text{მუდ.}} + \sigma_{\text{დრ.}} \quad (2.30)$$

როცა ცნობილია მთლიანი ძაბვების მნიშვნელობები, მაშინ ყრილის ნებისმიერ წერტილში შეგვიძლია გამოვითვალოთ საჭირო რეისების რიცხვი გრუნტის დასატკეპნად, რათა ექსპლუატაციის პერიოდში არ მოხდეს გრუნტის ჯდენა. უნდა ავაგოთ გრაფიკი $\gamma = f(\sigma)$ (ნახ.10).

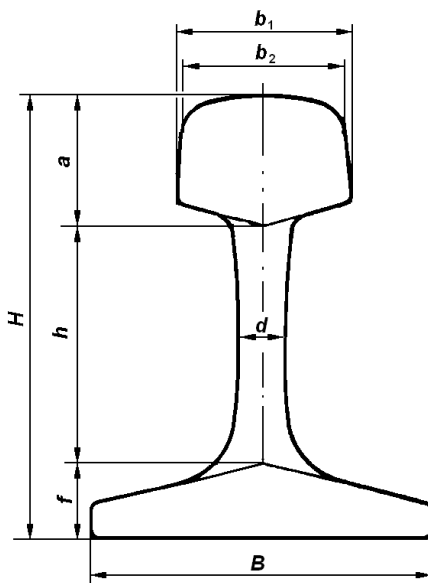
ასეცისთა ღერძზე გადავზომოთ ძაბვების შესაბამისი მნიშვნელობები და ასევე რეისების რიცხვი. ანგარიშები ვაწარმოოთ ცხრილის სახით.



ნახ.10. $\gamma = f(\sigma)$ დამოკიდებულების გრაფიკი

ცხრილი 2.3

| ფენის სისქა, მ | ძაბვები, კგ/სმ ² | | | მოცულობითი წონა, γ , ტ/მ ³ | რეისების რიცხვი |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|-----------------|
| | მუდმივი $\sigma_{\text{მუდ.}}$ | დროებითი $\sigma_{\text{დრ.}}$ | მთლიანი $\sigma_{\text{მთ.}}$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 0 | | | | | |
| 0,5 | | | | | |
| 1.0 | | | | | |
| . | | | | | |
| . | | | | | |
| $H_{\text{კრ.}}$ | | | | | |



რელსების მახასიათებლები

| მახასიათებლები | განზომილება | რელსის ტიპი | | |
|---|-----------------|-------------|-------|-------|
| | | P 65 | P 50 | P 43 |
| განივი კვეთის ფართობი | სმ ² | 82,56 | 65,93 | 57,0 |
| ფართობების განაწილება განვივ 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 |

დანართი 1 (გაგრძელება)

| | | | | |
|--|-----------------|------|------|------|
| რელსის თავის სიგანე გორვის ზედაპირიდან 13 მმ-ის ღონეზე, 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 ჰორიზონტალური ღერძის მიმართ | სმ ⁴ | 3540 | 2011 | 1489 |
| ინერციის მომენტი სიმძიმის ცენტრში გამავალი ვერტიკალური 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 |

კომპრესიული მრუდების მახასიათებლები

| კომპრესი- ული მრუდის№ | ტოტი | ε როკა σ ტოლია, დან/სმ ² | | | | | | |
|-----------------------------|------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | I | 0,750 | 0,664 | 0,614 | 0,582 | 0,556 | 0,536 | — |
| | II | 0,628 | 0,590 | 0,568 | 0,554 | 0,542 | 0,536 | — |
| 2 | I | 0,764 | 0,686 | 0,640 | 0,620 | 0,584 | 0,566 | 0,552 |
| | II | 0,638 | 0,610 | 0,590 | 0,576 | 0,566 | 0,558 | 0,552 |
| 3 | I | 0,762 | 0,676 | 0,622 | 0,586 | 0,562 | 0,542 | — |
| | II | 0,646 | 0,604 | 0,582 | 0,564 | 0,552 | 0,542 | — |
| 4 | I | 0,748 | 0,672 | 0,626 | 0,596 | 0,574 | 0,556 | 0,544 |
| | II | 0,626 | 0,600 | 0,580 | 0,566 | 0,556 | 0,548 | 0,544 |
| 5 | I | 0,740 | 0,670 | 0,624 | 0,598 | 0,572 | 0,554 | 0,540 |
| | II | 0,620 | 0,594 | 0,576 | 0,562 | 0,550 | 0,542 | 0,540 |
| 6 | I | 0,754 | 0,668 | 0,616 | 0,580 | 0,556 | 0,538 | — |
| | II | 0,634 | 0,594 | 0,582 | 0,572 | 0,558 | 0,538 | — |
| 7 | I | 0,756 | 0,680 | 0,634 | 0,602 | 0,580 | 0,562 | 0,548 |
| | II | 0,632 | 0,596 | 0,576 | 0,564 | 0,556 | 0,550 | 0,548 |
| 8 | I | 0,766 | 0,678 | 0,628 | 0,588 | 0,562 | 0,544 | — |
| | II | 0,652 | 0,608 | 0,584 | 0,566 | 0,554 | 0,544 | — |
| 9 | I | 0,758 | 0,672 | 0,620 | 0,584 | 0,560 | 0,540 | — |
| | II | 0,640 | 0,600 | 0,578 | 0,562 | 0,552 | 0,540 | — |
| 10 | I | 0,780 | 0,714 | 0,674 | 0,646 | 0,630 | 0,618 | 0,610 |
| | II | 0,658 | 0,642 | 0,630 | 0,622 | 0,615 | 0,611 | 0,610 |
| 11 | I | 0,776 | 0,712 | 0,676 | 0,648 | 0,630 | 0,618 | — |
| | II | 0,652 | 0,638 | 0,630 | 0,623 | 0,620 | 0,618 | — |
| 12 | I | 0,779 | 0,714 | 0,676 | 0,650 | 0,633 | 0,622 | — |
| | II | 0,656 | 0,642 | 0,634 | 0,626 | 0,624 | 0,622 | — |
| 13 | I | 0,792 | 0,732 | 0,696 | 0,668 | 0,650 | 0,638 | 0,628 |
| | II | 0,676 | 0,666 | 0,654 | 0,646 | 0,630 | 0,629 | 0,628 |
| 14 | I | 0,785 | 0,718 | 0,678 | 0,654 | 0,640 | 0,630 | — |
| | II | 0,664 | 0,650 | 0,640 | 0,635 | 0,631 | 0,630 | — |
| 15 | I | 0,796 | 0,738 | 0,706 | 0,680 | 0,660 | 0,646 | 0,634 |
| | II | 0,682 | 0,664 | 0,655 | 0,645 | 0,640 | 0,636 | 0,634 |
| 16 | I | 0,782 | 0,716 | 0,676 | 0,652 | 0,632 | 0,626 | — |
| | II | 0,660 | 0,647 | 0,637 | 0,630 | 0,628 | 0,626 | — |
| 17 | I | 0,784 | 0,720 | 0,680 | 0,654 | 0,636 | 0,624 | 0,616 |
| | II | 0,664 | 0,645 | 0,632 | 0,624 | 0,620 | 0,618 | 0,616 |
| 18 | I | 0,788 | 0,720 | 0,684 | 0,658 | 0,644 | 0,634 | — |
| | II | 0,668 | 0,654 | 0,645 | 0,638 | 0,635 | 0,634 | — |
| 19 | I | 0,772 | 0,696 | 0,648 | 0,612 | 0,590 | 0,570 | 0,556 |
| | II | 0,644 | 0,618 | 0,598 | 0,582 | 0,572 | 0,562 | 0,556 |

დანართი 2 (გაგრძელება)

| კომპრესი- ული მრუდის № | ტოტი | ε როცა σ ტოლია, დან/სმ² | | | | | | |
|------------------------------|------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 20 | I | 0,748 | 0,660 | 0,633 | 0,580 | 0,553 | 0,530 | — |
| | II | 0,618 | 0,584 | 0,564 | 0,550 | 0,538 | 0,530 | — |
| 21 | I | 0,766 | 0,676 | 0,626 | 0,592 | 0,565 | 0,542 | — |
| | II | 0,636 | 0,600 | 0,578 | 0,562 | 0,550 | 0,542 | — |
| 22 | I | 0,774 | 0,688 | 0,642 | 0,610 | 0,588 | 0,570 | 0,557 |
| | II | 0,650 | 0,612 | 0,590 | 0,576 | 0,566 | 0,558 | 0,557 |
| 23 | I | 0,760 | 0,670 | 0,620 | 0,586 | 0,558 | 0,538 | — |
| | II | 0,630 | 0,596 | 0,574 | 0,558 | 0,548 | 0,538 | — |
| 24 | I | 0,754 | 0,662 | 0,616 | 0,583 | 0,556 | 0,534 | — |
| | II | 0,624 | 0,590 | 0,568 | 0,554 | 0,542 | 0,534 | — |
| 25 | I | 0,766 | 0,684 | 0,633 | 0,600 | 0,578 | 0,562 | 0,549 |
| | II | 0,640 | 0,605 | 0,588 | 0,574 | 0,562 | 0,554 | 0,549 |
| 26 | I | 0,790 | 0,704 | 0,654 | 0,618 | 0,596 | 0,576 | 0,560 |
| | II | 0,658 | 0,624 | 0,604 | 0,588 | 0,576 | 0,568 | 0,560 |
| 27 | I | 0,782 | 0,690 | 0,645 | 0,614 | 0,590 | 0,572 | 0,556 |
| | II | 0,654 | 0,620 | 0,600 | 0,584 | 0,572 | 0,564 | 0,556 |
| 28 | I | 0,788 | 0,728 | 0,690 | 0,664 | 0,646 | 0,632 | 0,622 |
| | II | 0,670 | 0,652 | 0,640 | 0,634 | 0,630 | 0,626 | 0,622 |
| 29 | I | 0,764 | 0,700 | 0,664 | 0,640 | 0,623 | 0,608 | — |
| | II | 0,666 | 0,642 | 0,626 | 0,618 | 0,610 | 0,608 | — |
| 30 | I | 0,788 | 0,720 | 0,682 | 0,660 | 0,644 | 0,632 | — |
| | II | 0,684 | 0,662 | 0,650 | 0,640 | 0,636 | 0,632 | — |
| 31 | I | 0,780 | 0,712 | 0,674 | 0,652 | 0,635 | 0,622 | 0,612 |
| | II | 0,684 | 0,654 | 0,638 | 0,627 | 0,620 | 0,614 | 0,612 |
| 32 | I | 0,768 | 0,702 | 0,664 | 0,640 | 0,624 | 0,610 | 0,600 |
| | II | 0,676 | 0,648 | 0,630 | 0,618 | 0,610 | 0,604 | 0,600 |
| 33 | I | 0,772 | 0,710 | 0,674 | 0,650 | 0,630 | 0,616 | — |
| | II | 0,672 | 0,646 | 0,634 | 0,624 | 0,618 | 0,616 | — |
| 34 | I | 0,780 | 0,722 | 0,682 | 0,656 | 0,636 | 0,624 | — |
| | II | 0,678 | 0,652 | 0,638 | 0,630 | 0,626 | 0,624 | — |
| 35 | I | 0,774 | 0,714 | 0,678 | 0,654 | 0,634 | 0,618 | 0,606 |
| | II | 0,680 | 0,655 | 0,638 | 0,624 | 0,616 | 0,610 | 0,606 |
| 36 | I | 0,786 | 0,720 | 0,680 | 0,656 | 0,640 | 0,626 | 0,618 |
| | II | 0,688 | 0,665 | 0,648 | 0,636 | 0,626 | 0,620 | 0,618 |

შენიშვნა. ტოტები: I – დატვირთვა; II – განტვირთვა.

წყლის დინების დასაშვები (წაურეცხავი) საშუალო სიჩქარეები შეუკერვლი გრუნტებისათვის

| გრუნტები და მისი მახასიათებლები | | გრუნტის ნაწილაკების ზომები, მმ | ნაკადის საშუალო სიღრმე, მ | | | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|
| დასახელება | სახესხვაობა | | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | 10,0 და მეტე |
| მტვერი და ლამი | მტვერი და ლამი წვრილი სილით, მცენარეული მიწა | 0,005-0,05 | 0,15-0,20 | 0,20-0,30 | 0,25-0,40 | 0,30-0,45 | 0,40-0,55 | 0,45-0,65 |
| წვრილი სილა | წვრილი სილა საშუალო ფრაქციის მინარევებით | 0,05-0,25 | 0,20-0,35 | 0,30-0,45 | 0,40-0,55 | 0,45-0,60 | 0,55-0,70 | 0,65-0,80 |
| საშუალო სილა | საშუალო ფრაქციის სილა მსხვილი მინარევებით, სილა წვრილი თიხით | 0,25-1,00 | 0,35-0,50 | 0,45-0,60 | 0,55-0,70 | 0,60-0,75 | 0,70-0,85 | 0,80-0,95 |
| მსხვილი სილა | მსხვილი სილა ხრეშის მინარევებით, საშუალომარცვლოვანი სილა თიხით | 1,00-2,50 | 0,50-0,65 | 0,60-0,75 | 0,70-0,80 | 0,75-0,90 | 0,85-1,00 | 0,95-1,20 |
| წვრილი ხრეში | წვრილი ხრეში საშუალო ფრაქციის მინარევებით | 2,50-5,00 | 0,65-0,80 | 0,75-0,85 | 0,80-1,00 | 0,90-1,10 | 1,00-1,20 | 1,20-1,50 |
| საშუალო ხრეში | ხრეში წვრილი სილით და მსხვილი ხრეშით | 5,00-10,00 | 0,80-0,90 | 0,85-1,05 | 1,00-1,15 | 1,10-1,30 | 1,20-1,45 | 1,50-1,75 |
| მსხვილი ხრეში | ხრეში წვრილი კენჭებით და სილით | 10,00-15,00 | 0,90-1,10 | 1,05-1,20 | 1,15-1,35 | 1,30-1,50 | 1,45-1,65 | 1,75-2,00 |
| წვრილი კენჭი | საშუალო კენჭები სილისა და ხრეშის მინარევებით | 15,00-25,00 | 1,10-1,25 | 1,20-1,45 | 1,35-1,65 | 1,50-1,85 | 1,65-2,00 | 2,00-2,30 |
| საშუალო კენჭი | მსხვილი კენჭები ხრეშის მინარევებით | 25,00-40,00 | 1,25-1,50 | 1,45-1,85 | 1,65-2,10 | 1,85-2,30 | 2,00-2,45 | 2,30-2,70 |
| მსხვილი კენჭი | კენჭები წვრილი რიყის ქვის და ხრეშის მინარევებით | 40,00-75,00 | 1,50-2,00 | 1,85-2,40 | 2,10-2,75 | 2,30-3,10 | 2,45-3,30 | 2,70-3,60 |
| წვრილი რიყის ქვა | საშუალო რიყის ქვა კენჭებით | 75,00-100,00 | 2,00-2,45 | 2,40-2,80 | 2,75-3,20 | 3,10-3,50 | 3,30-3,80 | 3,60-4,20 |
| საშუალო რიყის ქვა | საშუალო რიყის ქვა მსხვილის მინარევებით, მსხვილი რიყის ქვა წვრილი მინარევებით | 100 - 150 | 2,45-3,00 | 2,80-3,35 | 3,20-3,75 | 3,50-4,10 | 3,80-4,40 | 4,20-4,50 |
| მსხვილი რიყის ქვა | მსხვილი რიყის ქვა წვრილი კაჭარისა და კენჭების მინარევებით | 150 - 200 | 3,00-3,50 | 3,35-3,80 | 3,75-4,30 | 4,10-4,65 | 4,40-5,00 | 4,50-5,40 |
| წვრილი კაჭარი | საშუალო კაჭარი კენჭების მინარევებით | 200 - 300 | 3,50-3,85 | 3,80-4,35 | 4,30-4,70 | 4,65-4,90 | 5,00-5,50 | 5,40-5,90 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| საშუალო კაჭარი | კაჭარი რივის ქვის მინარეგებით | 300 - 400 | — | 4,35-4,75 | 4,70-4,95 | 4,90-5,30 | 5,50-5,60 | 5,90-6,00 |
| ძალიან მსხვილი კაჭარი | — | 400-500 და მეტი | — | — | 4,95-5,35 | 5,30-5,50 | 5,60-6,00 | 6,00-6,20 |

შენიშვნა: 1. ცხრილის ყოველ სვეტში დინების სიჩქარის ქვედა ზღვარი შეესაბამება გრუნტის ნაწილაკების ქვედა ზღვარს, ხოლო დინების სიჩქარის ზედა ზღვარი შეესაბამება გრუნტის ნაწილაკების ქვედა ზღვარს.
2. სიჩქარეების ცხრილური მნიშვნელობების ინტერპოლაცია არ ხდება. გრუნტის ნაწილაკების და ნაკადის სიღრმის შუალედური მნიშვნელობების დროს ნაკადის სიჩქარის მნიშვნელობები აიღება გრუნტის ნაწილაკების და ნაკადის სიღრმის უახლოესი ცხრილური მაჩვენებლების მიხედვით.

დანართი 4

წყლის დინების დასაშვები (წაურეცხავი) საშუალო სიჩქარეები შეკრული გრუნტებისათვის

| გრუნტების დასახელება | ნაწილაკების შემცველობა %-ში ზომების მიხედვით | | ნაკლებად მკვრივი გრუნტები. გრუნტის ჩონჩხის მოცულობითი წონა 1,20 ტ/მ ³ -მდე | | | | საშუალოდ მკვრივი გრუნტები. გრუნტის ჩონჩხის მოცულობითი წონა 1,20 – 1,66 ტ/მ ³ | | | | მკვრივი გრუნტები. გრუნტის ჩონჩხის მოცულობითი წონა 1,66 – 2,04 ტ/მ ³ | | | | ძალიან მკვრივი გრუნტები. გრუნტის ჩონჩხის მოცულობითი წონა 2,04 – 2,14 ტ/მ ³ | | | |
|--|--|---------------|--|------|------|------|---|------|------|------|--|------|------|------|---|------|------|------|
| | ნაკლები 0,005 მმ | 0,005–0,05 მმ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| თიხები | 30 - 50 | 70 - 50 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,70 | 0,85 | 0,95 | 1,10 | 1,00 | 1,20 | 1,40 | 1,50 | 1,40 | 1,70 | 1,90 | 2,10 |
| მიმიე თიხნარები | 20 - 30 | 80 - 70 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,70 | 0,85 | 0,95 | 1,10 | 1,00 | 1,20 | 1,40 | 1,50 | 1,40 | 1,70 | 1,90 | 2,10 |
| მჭლე თიხნარები | 10 - 20 | 90 - 80 | 0,35 | 0,40 | 0,45 | 0,50 | 0,65 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 0,95 | 1,20 | 1,40 | 1,50 | 1,40 | 1,70 | 1,90 | 2,10 |
| ლიოსები და მთავრებული ჯდენების პირობებში | — | — | — | — | — | — | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,8 | 1,00 | 1,20 | 1,30 | 1,10 | 1,30 | 1,50 | 1,70 |
| ქვიშნარები | 15 - 20 | 20 - 40 | $v_{\text{დს}}$ მიიღება იგივე, რაც შეუკრული გრუნტებისათვის, ქვიშის ფრაქციების სიდიდის მიხედვით | | | | | | | | | | | | | | | |

შენიშვნა: 1. სიჩქარეების ცხრილური მნიშვნელობების ინტერპოლირება არ ხდება. ნაკადის სიღრმის შუალედური მნიშვნელობების დროს ნაკადის სიჩქარის მნიშვნელობები აიღება ნაკადის სიღრმის უახლოესი ცხრილური მაჩვენებლების მიხედვით.
2. წყლის დინების დასაშვები სიჩქარეების სიდიდეები 3 მეტრზე მეტ ღრმა წყალსადინარში, სპეციალური გამოკვლევებისა და გაანგარშებების არ არსებობის შემთხვევაში აიღება როგორც 3 მეტრის შემთხვევაში.
3. ზედაპირული წყალსარინების დაპროექტებისას გამოქარულ მკვრივ და ძალიან მკვრივ გრუნტებში დასაშვები სიჩქარეები იგივეა, რაც საშუალო სიმკვრივის გრუნტებისათვის.

წყლის დინების დასაშვები (წაურეცხავი) საშუალო სიჩქარეები
კლდოვანი გრუნტებისათვის

| გრუნტების დასახელება | ნაკადის საშუალო სიღრმე, მ | | | |
|---|---------------------------|------|------|------|
| | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| კონგლომერატი, მერგელი, ფიქალი | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| ფოროვანი კირქვა, მკვრივი კონგლომერატი, ფენოვანი კირქვა, კირქვიანი ქვიშაქვა, დოლომიტური კირქვა | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| დოლომიტური ქვიშაქვა, მკვრივი არაფენოვანი კირქვა, კაჟიანი კირქვა, მარმარილო | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 6,5 |
| გრანიტი, დიაბაზი, ბაზალტი, ანდეზიტი, კვარციტი, პორფირიტი | 15,0 | 18,0 | 20,0 | 20,0 |

შენიშვნა: 1.სიჩქარეების ცხრილური მნიშვნელობების ინტერპოლაცია არ ხდება. ნაკადის სიღრმის შუალედური მნიშვნელობების დროს ნაკადის სიჩქარის მნიშვნელობები აიღება ნაკადის სიღრმის უახლოესი ცხრილური მაჩვენებლების მიხედვით.
2. წყლის დინების დასაშვები სიჩქარეების სიდიდეები 3 მეტრზე მეტ ღრმა წყალსადინარში, სპეციალური გამოკვლევებისა და გაანგარიშებების არ არსებობის შემთხვევაში აიღება როგორც 3 მეტრის შემთხვევაში.

წყლის დინების დასაშვები (წაურეცხავი) საშუალო სიჩქარეები
ხელოვნური გამაგრებისათვის

| გამაგრების ტიპი | ნაკადის საშუალო სიღრმე, მ | | | |
|--|---|-----|-----|-----|
| | 0,4 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| მობელტვა (მკერივ საფუძველზე) | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,4 |
| კედლისებრი მობელტვა | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 2,2 |
| ქვის წყობა რიყის ქვისაგან ან ნატეხი ქვისაგან მის სიმსხოზე დამოკიდებულებით | $V_{\text{დას}}$ აიღება დანართ 3-ის მიხედვით 0,9 კოეფიციენტზე გადამრავლებით | | | |
| ქვის წყობა ორ ფენად წნულად ქვის სიმსხოზე დამოკიდებულებით | $V_{\text{დას}}$ აიღება დანართ 3-ის მიხედვით 1,1 კოეფიციენტზე გადამრავლებით | | | |
| ერთმაგი მოკირწყვლა ხავსზე (ხავსის ფენა არანაკლებ 5 სმ) რიყის ქვით, ზომით: | | | | |
| 15 სმ | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 20 სმ | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 25 სმ | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| ერთმაგი მოკირწყვლა ღორღზე (ღორღის ფენა არანაკლებ 10 სმ) ნატეხი ქვით ზომით: | | | | |
| 15 სმ | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| 20 სმ | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| 25 სმ | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| ერთმაგი მოკირწყვლა ღორღზე (ღორღის ფენა არანაკლებ 10 სმ) ქვების უხეში ჩამაგრებით, ზომით: | | | | |
| 15 სმ | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |
| 20 სმ | 4,0 | 4,5 | 5,5 | 5,5 |
| 25 სმ | 4,0 | 5,0 | 6,0 | 6,0 |
| ორმაგი მოკირწყვლა ნატეხი ქვებით ღორღზე: ქვედა ფენა – 15 სმ-იანი ქვებით; ზედა ფენა – 20 სმ-იანი ქვებით; (ღორღის ფენა არანაკლებ 10 სმ) | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 |

დანართი 6 (გაგრძელება)

| | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|
| ფინიფენილი და ფინის საფარი მკერეი საფუძველზე (დროებითი გამაგრებისათვის) ფენილის სიმაღლისას: | | | | |
| $\delta = 20 - 25$ სმ | — | 2,0 | 2,5 | — |
| $\delta \neq 25 - 30$ სმ | — | 2,0* | 2,5* | — |
| ფინიფენის ლეიბი სიმაღლით: | | | | |
| $\delta = 50$ სმ | 2,5 | 3,0 | 3,5 | — |
| $\delta \neq 50$ სმ | 2,5* | 3,0* | 3,5* | — |
| გაბიონები (ზომით არანაკლებ $0,5 \times 0,5 \times 1,0$ მ) | 4,0-მდე | 5,0-მდე | 5,5-მდე | 6,0-მდე |
| ყორე წყობა კირქვიანი ჯიშის ქვებისაგან (ზღვრული სიმტკიცით არანაკლებ 100 კგ/სმ ²) | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 |
| ყორე წყობა მაგარი ჯიშის ქვებისაგან (ზღვრული სიმტკიცით არანაკლებ 300 კგ/სმ ²) | 6,5 | 8,0 | 10,0 | 12,0 |
| ბეტონი, როგორც სამოსი გამაგრებისათვის: | | | | |
| მარკით 170 | 6,5 | 8,0 | 9,0 | 10,0 |
| მარკით 140 | 6,0 | 7,0 | 8,0 | 9,0 |
| მარკით 110 | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 7,7 |
| ბეტონის ღარები გლუვი ზედაპირით: | | | | |
| მარკით 170 | 13 | 16 | 19 | 20 |
| ბეტონი მარკით 140 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| ბეტონი მარკით 110 | 10 | 12 | 13 | 15 |
| ხის გლუვი არხები საიმედო საფუძველით | 8 | 10 | 12 | 14 |

* $\nu_{\text{გახ}}$ -ის ცხრილური მაჩვენებლები უნდა გადავამრავლოთ კოეფი-

ციენტზე $0,2\sqrt{\delta}$.

შენიშვნა: 1. სიქარების ცხრილური მნიშვნელობების ინტერპოლირება არ ხდება. ნაკადის სიღრმის შუალედური მნიშვნელობების დროს ნაკადის სიქარის მნიშვნელობები აიღება ნაკადის სიღრმის უახლოესი ცხრილური მაჩვენებლების მიხედვით.
2. წყლის დინების დასაშვები სიქარების სიდიდეები 3 მეტრზე მეტ ღრმა წყალსადინარში, სპეციალური გამოკვლევებისა და გაანგარიშებების არ არსებობის შემთხვევაში აიღება როგორც 3 მეტრის შემთხვევაში.

ლიტერატურა:

1. Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь М.: Транспорт, 1987. 480 с.
2. Яковлева Т.Г., Шульга С.В., Амелин С.В. и др.; Под ред. Амелина С.В. Основы устройства и расчёв железнодорожного пути, М.: Транспорт, 1990. 367 с.
3. ე.მთისწრაფიშვილი, მ.მთისწრაფიშვილი, ნ.რურუა “რკინიგზის ღიანდაგი” (ღიანდაგის ზედა ნაშენის კონსტრუქცია). თბილისი, “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. 2009. გვ.114.
4. ე.მთისწრაფიშვილი, მ.მთისწრაფიშვილი, ნ.რურუა “რკინიგზის ღიანდაგი” (სარეგლსო ღიანდის 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.
7. Фришман М.А. Хохлов И.Н., Титов В.П. Земляное полотно железных дорог., М.: Транспорт, 1972. 288 с.

სარჩევი

| | | |
|---------------|---|----------|
| | | გვ. 3 |
| თაზო 1 | ლიანდაგის ზედა ნაშენის ელემენტების სამსახურის ვადის დადგენა და ლიანდის მოწოდების საპითხუბო | |
| 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 შემადლების განსაზღვრა მრუდში | 8 |
| 7 | გადასასვლელი მრუდის სიგრძის განსაზღვრა | 11 |
| 8 | დამოკლებული რელსების რიცხვისა და მათი ლიანდაგში ჩაგების თანმიმდევრობის განსაზღვრა | 14 |
| 9 | დარღვეული მრუდის გაანგარიშება ჩალუნვის ისრების მეთოდით | 18 |
| თაზო 2 | ნოღაზე აბეგული მაღალი ყრილის გაანგარიშება მდგრადობაზე და სიმტკიცეზე | |
| 10 | ყრილის ტანის გაანგარიშება მდგრადობაზე | 24 |
| 11 | ყრილის ტანის გაანგარიშება სიმტკიცეზე | |
| | დანართი | 46 |
| | ლიტერატურა | 50 |

