

სსრკ სახმშენის ბეტონისა და რკინაბეტონის ინსტიტუტი

## რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების დაპროექტება

დამხმარე სახელმძღვანელო

უაკ 624.012.35/.4(035.5)

მთარგმნელი: გივი დათუკიშვილი

რეკომენდებულია გამოცემისთვის შპს „კავტრანსპროექტის“ მიერ

**ასაწყობ-მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტება – თბილისი:**  
ტრანსპორტი, 2017.

თარგმანი შესრულებულია სნ და წ 2.03.01-84 „ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები“ ერთად გამოყენებისათვის. შეიცავს მძიმე ბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების დაპროექტების ძირითად დებულებებს, გაანგარიშებებს პირველი ჯგუფის ზღვრულ მდგომარეობის მიხედვით (მათ შორის საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცეზე), გაანგარიშებებს მეორე ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით, კონსტრუქციულ მოთხოვნებს და გაანგარიშების მაგალითებს.

## წინასიტყვაობა

დამხმარე სახელმძღვანელო შეიცავს სამრეწველო, სამოქალაქო და სასოფლო-სამეურნეო მშენებლობის შენობა-ნაგებობების რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ელემენტების დაპროექტების დებულებებს მძიმე ბეტონის გამოყენებით.

განიხილება რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ელემენტები, რომელთა განივი კვეთები შედგება ასაწყობი ელემენტებისაგან და კონსტრუქციის გამოყენების ადგილას დამატებით ჩალაგებული მონოლითური ბეტონის და არმატურისაგან.

ასაწყობი ელემენტების დაპროექტება მონოლითური ბეტონის მიერ საპროექტო სიმტკიცის მიღებამდე უნდა შესრულდეს **სნ და წ 2.03.01-84** მიხედვით. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების დაპროექტებისას გასათვალისწინებელია **სნ და წ 2.03.01-84** და წინამდებარე **დამხმარე სახელმძღვანელოს** მოთხოვნები. ნორმების მოთხოვნები, რომლებიც არ შეიცავს ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების სპეციფიკას, წინამდებარე **დამხმარე სახელმძღვანელოში** არ არის შეტანილი, მაგრამ მოცემულია მითითებანი **სნ და წ 2.03.01-84**-ის შესაბამის განაყოფებზე, პუნქტებსა და ფორმულებზე.

**დამხმარე სახელმძღვანელოს** განაყოფებს თან ახლავს ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშების მაგალითები.

ნორმალური და დახრილი კვეთების სიმტკიცის გაანგარიშებისას საანგარიშო დამოკიდებულებები აგებულია ასაწყობი ელემენტის ბეტონისა და მონოლითური ბეტონის განსხვავებული სიმტკიცის გათვალისწინებით.

განხილულია ასაწყობ ელემენტსა და დამატებით ჩაწყობილ ბეტონს შორის საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის გაანგარიშების საკითხი. საკონტაქტო ნაკერების გაანგარიშება ხდება დახრილი ბზარებით შემოსაზღვრულ ნაკერის ზედაპირზე ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით. სამშენებლო ნორმებისა და წესების ძირითადი დებულებების გამოყენებით უფრო დეტალურად არის წარმოდგენილი ნორმალური და დახრილი ბზარების წარმოქმნაზე გაანგარიშების მეთოდიკა. დეფორმაციებზე გაანგარიშება დაკავშირებულია **სნ და წ 2.03.01-84**-ში მიღებული გაანგარიშების მეთოდიკასთან. კონსტრუქციული მოთხოვნების ნაწილში დამატებულია ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ყველაზე თანამედროვე კონსტრუქციული გადაწყვეტების გაანგარიშებების მაგალითები.

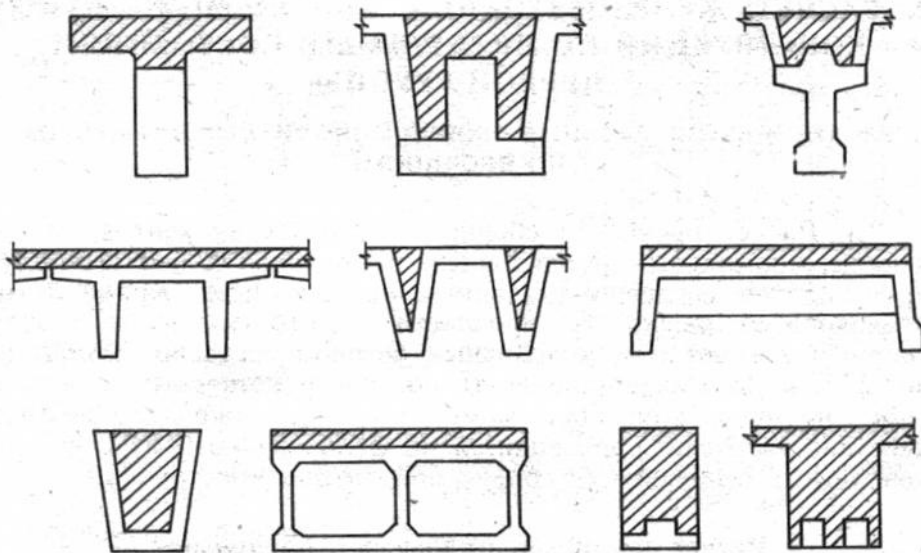
## 1. პირითადი ღებულებები

1.1. განიხილება ასაწყობ-მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების ელემენტები, რომელთა განივი კვეთი შედგება წინასწარ დამზადებული ელემენტებისაგან (ასაწყობი ელემენტებისაგან) და კონსტრუქციის გამოყენების ადგილზე ჩაწყობილი მონოლითური ბეტონისა (გამონოლითების ბეტონი) და არმატურისაგან (ნახ. 1).

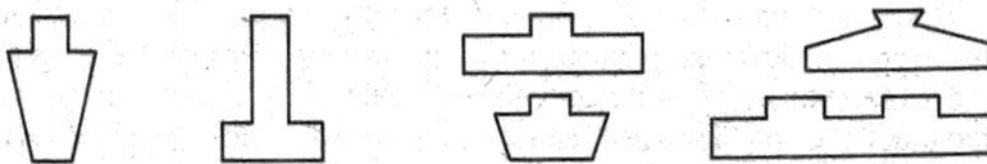
1.2. ასაწყობ ელემენტებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც სპეციალურად დაპროექტებული, ისევე ტიპური ასაწყობი კონსტრუქციების რკინაბეტონის ჩვეულებრივი ან წინასწარ დამაბული ელემენტები.

ასაწყობი ელემენტები რეკომენდებულია ისე დაპროექტდეს, რომ ისინი პასუხობდეს მექანიზებული დამზადების პირობებს და შეძლებისდაგვარად გამოიყენებოდეს ყალიბის სახით კონსტრუქციების მონტაჟისას.

ასაწყობი ელემენტების ზომები ინიშნება მათი დამზადების სიმარტივის, კონსტრუქციაში განთავსების ეფექტიანობის და გამონოლითების ბეტონთან შეპირაპირების ნაკერის საჭირო სიმტკიცის უზრუნველყოფის პირობიდან. ზოგიერთი ასაწყობი ელემენტების გადაწყვეტის მაგალითები ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.



**ნახ. 1. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების განივკვეთები**  
(დამტრიხულია განივკვეთის მონოლითური ნაწილი)



**ნახ. 2. ასაწყობი ელემენტების განივკვეთები**

1.3. ასაწყობ-მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციები უნდა აკმაყოფილებდეს მზიდ-უნარიანობაზე გაანგარიშების (პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობები) და ნორმალური ექსპლოატაციის ვარგისიანობის (მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობები) მოთხოვნებს.

ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება უნდა ხდებოდეს სიმტკიცეზე, ბზარების წარმოქმნასა და გახსნის სიდიდეზე და დეფორმაციების მიხედვით კონსტრუქციის მუშაობის შემდეგი ორი სტადიისთვის:

კონსტრუქციის გამოყენების ადგილზე ჩაწყობილი ბეტონის მიერ (გამონოლითების ბეტონი) სათანადო სიმტკიცის მიღწევამდე – ამ ბეტონის მასის და კონსტრუქციის აგების ამ ეტაპზე მოქმედი სხვა დატვირთვების ზემოქმედებაზე;

კონსტრუქციის გამოყენების ადგილზე ჩაწყობილი ბეტონის მიერ (გამონოლითების ბეტონი) სათანადო სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ – აგების ამ ეტაპზე და კონსტრუქციის ექსპლოატაციისას მოქმედ დატვირთვებზე.

ასაწყობი ელემენტების გაანგარიშება გამონოლითების ბეტონის მიერ სათანადო სიმტკიცის მიღწევამდე ხდება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის მოთხოვნების შესაბამისად; ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება გამონოლითების ბეტონის მიერ სათანადო სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ – წინამდებარე **დამხმარე სახელმძღვანელოს** რეკომენდაციების შესაბამისად. ამასთან, **დამხმარე სახელმძღვანელოს** ტექსტში ასაწყობი ელემენტების მახასიათებლებს აქვთ ინდექსი 1, ხოლო გამონოლითების ბეტონისთვის გამოიყენება ინდექსი 2.

1.4. დატვირთვებისა და ზემოქმედებების, დატვირთვის მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტები, თანწყობის კოეფიციენტები, აგრეთვე დატვირთვების დაყოფა მუდმივ და დროებით დატვირთვებად (ხანგრძლივი და ხანმოკლე) უნდა მიღებულ იქნას **სნ და წ 2.01.07-85**-ის მოთხოვნების შესაბამისად.

1.5. მასალები ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციებისათვის და მათი მახასიათებლები მიიღება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის მე-2 განაყოფის შესაბამისად.

1.6. გამონოლითების ბეტონსა და ასაწყობი ელემენტების ბეტონს შორის საიმედო კავშირი ხორციელდება ასაწყობი ელემენტებიდან გამოშვებული არმატურის საშუალებით, ბეტონის სოგმანების ან ხორკლიანი ზედაპირის მოწყობის გზით, გრძივი გამონაშვებების მოწყობით, ან სხვა საიმედო, გამოცდილი საშუალებით. ამასთან პროექტში რეკომენდებულია გათვალისწინებული იყოს ღონისძიებები ასაწყობი ელემენტიდან გამოშვებული არმატურების საპროექტო მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად, აგრეთვე მის დასაცავად კოროზიისაგან და მითითებული იყოს, რომ კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტების ზედაპირები, რომლებიც ექვემდებარება დაბეტონებას, უნდა საგულდაგულოდ გაიწმინდოს და გაირეცხოს.

## 2. რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება ზღვრულ მდგომარეობათა პირველი ჯგუფის მიხედვით

### რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების გაანგარიშება სიმტკიცის მიხედვით

2.1. ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების სიმტკიცის გაანგარიშება ელემენტის გრძივი ღერძის მიმართ ნორმალური და დახრილი კვეთების მიხედვით სწარმოებს თანახმად 2.2–2.24 პუნქტის მითითებების შესაბამისად. გარდა ამისა, სწარმოებს გაანგარიშება საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის მიხედვით ასაწყობ ელემენტსა და მონოლითურ ბეტონს შორის 2.25–2.33 პუნქტების თანახმად. სიმტკიცეზე გაანგარიშება სივრცული კვეთების მიხედვით (მგრეხავი მომენტების არსებობისას), აგრეთვე დატვირთვის ადგილობრივ ზემოქმედებაზე სრულდება თანახმად **სნ და წ 2.03.01-84**-სა ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის კონკრეტული თავისებურების გთვალისწინებით.

### ელემენტის გრძივი ღერძის მართობული კვეთების გაანგარიშება

2.2. ელემენტის კვეთში ძალებს განსაზღვრავენ **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 3.10 გათვალისწინებით.

2.3. ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის განივკვეთში სხვადასხვა კლასის არმატურისა და ბეტონის არსებობისას ყოველი სახის არმატურა და ბეტონი ელემენტის განივკვეთის შესაბამის ნაწილთან ერთად შედის სიმტკიცის გაანგარიშებაში საანგარიშო წინაღობებით, რომლებიც პასუხობენ მათ კლასს.

2.4. ზოგად შემთხვევაში კვეთის გაანგარიშება სრულდება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 3.28 მიხედვით. ამასთან ფორმულებში (65) და (66) ნაცვლად  $R_b S_b$  და  $R_b A_b$  უნდა შეყვანილ იქნას ჯამები  $\sum R_{bj} S_{bj}$  და  $\sum R_{bj} A_{bj}$ , სადაც  $R_{bj}$  – ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის კვეთში  $j$ -ური ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა კუმშვაზე (შესაბამისი კლასისთვის);  $S_{bj}$  – შეკუმშული ზონის  $j$ -ური ბეტონის განივკვეთის ფართობის სტატიკური მომენტია შესაბამისი ღერძის მიმართ, რომელიც მიღებულია  $M$  მომენტის განსასაზღვრელად (65) ფორმულაში (ღუნვად ელემენტებში ღერძის მდებარეობა მიიღება ისეთი, როგორც არაცენტრულად შეკუმშულ ელემენტებში);  $A_{bj}$  – შესაბამისი კლასის ბეტონის შეკუმშული ზონის განივკვეთის ფართობის ნაწილია.

გარდა ამისა, შეკუმშული ზონის მახასიათებლის  $\omega$  განსაზღვრისას **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 3.12-ის (26) ფორმულით  $R_b$  მნიშვნელობა მიიღება ტოლი

$$R_b = \left( \sum R_{bj} S_{bj} \right) / S \quad (1)$$

სადაც  $S$  და  $S_j$  – შესაბამისად ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის განივი კვეთის მთელი ფართობის და  $R_{bj}$  სიმტკიცის მქონე ბეტონების ჯამური ფართობის სტატიკური მომენტებია განაპირა გაჭიმული არმატურის ღეროს კვეთის სიმძიმის ცენტრზე გამავალი ღერძის მიმართ.

2.5. ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების კვეთების გაანგარიშება იმ შემთხვევისთვის, როდესაც გარე ძალა მოქმედებს კვეთის სიმეტრიის ღერძის სიბრტყეში და არმატურა თავმოყრილია ელემენტის ხსენებული სიბრტყის მართობულ წახნაგებთან, ხდება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პპ. 3.11–3.14, 3.16, 3.27 და წინამდებარე დამხმარე სახელმძღვანელოს პპ. 2.4, 2.7–2.14 მიხედვით.

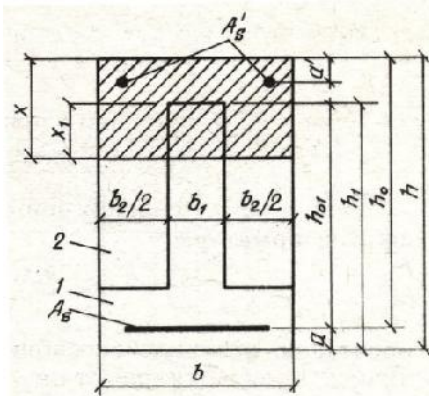
2.6. რკინაბეტონის სუსტადარმირებული ელემენტებისთვის, რომლებიც ხასიათდება იმით, რომ მათი ზღვრული მზიდუნარიანობა მთლიანად ამოიწურება გაჭიმული ზონის ბეტონში

ზხარის გაჩენასთან ერთად, გრძივი გაჭიმული არმატურის განივკვეთის ფართობი უნდა გაიზარდოს სიმტკიცეზე გაანგარიშებით მოთხოვნილთან შედარებით არა ნაკლებ 15%-ით.

არმირების ასეთი გაზრდა უნდა შესრულდეს შემდეგი პირობების შესრულებისას:  $M_{crc} < M_u$ ;  $\xi < \xi_R$ , სადაც  $M_{crc}$  – ზხარწარმოქმნის მომენტია, რომელიც განისაზღვრება პ. 3.3 მიხედვით  $R_{bt,ser}$ -ის შეცვლით  $1,2R_{bt,ser}$ -ზე და როცა  $\gamma_{sp}=0$ ;  $M_u$  – მომენტია, რომელიც შეესაბამება მზიდუნარიანობის ამოწურვას, განსაზღვრულს თანახმად პპ. 2.5, 2.7–2.11, 2.15–2.17, არაცენტრულად შეკუმშული და გაჭიმული ელემენტებისთვის  $M_u$  მნიშვნელობა განისაზღვრება გაჭიმული ზონიდან ყველაზე დაცილებულ ბირთვულ წერტილზე გამავალი ღერძის მიმართ;  $\xi, \xi_R$  – შესაბამისად შეკუმშული ზონის ფარდობითი სიმაღლე და მისი ზღვრული მნიშვნელობაა, რომელიც განისაზღვრება სიმტკიცეზე გაანგარიშებისას.

## ღუნვადი ელემენტები მართკუთხა კვეთები

2.7. ასაწყობი-მონოლითური ელემენტის გაჭიმულ და შეკუმშულ წახნაგებთან განლაგებული არმატურის მქონე მართკუთხა კვეთების (ნახ. 3) გაანგარიშებას, როდესაც  $\xi = x/h_0 \leq \xi_R$  ( $\xi_R$  განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის (25) ფორმულით), ახდენენ შეკუმშული ზონის საზღვრის მდებარეობის მიხედვით:



ნახ. 3. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;
- 2 - მონოლითური ბეტონი

ა) თუ სრულდება პირობა

$$R_s A_s \leq R_{b2} (h - h_1) b + R_{sc} A'_s, \quad (2)$$

გაანგარიშებას ახდენენ როგორც ერთი კლასის ბეტონისაგან შესრულებული ელემენტისთვის (ამ შემთხვევაში მონოლითური) შემდეგი პირობიდან

$$M \leq R_{b2} b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'). \quad (3)$$

ამასთან შეკუმშული ზონის სიმაღლე  $x$  განისაზღვრება ფორმულიდან

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b2} b x \quad (4)$$

თუ  $x \leq 0$ , სიმტკიცე მოწმდება პირობიდან

$$M \leq R_s A_s (h_0 - a').$$

თუ შეკუმშული ზონის სიმაღლე, განსაზღვრული შეკუმშული არმატურის ნახევრის გათვალისწინებით,

$$x = \frac{R_s A_s - 0,5 R_{sc} A'_s}{R_{b2} b} \leq a',$$

კვეთის საანგარიშო მზიდუნარიანობა შეიძლება რამდენადმე გაიზარდოს, გაანგარიშების შესრულებით (3) და (4) ფორმულებით შეკუმშული არმატურის  $A'_s$  გაუთვალისწინებლად

ბ) თუ პირობა (2) არ კმაყოფილდება, ანუ  $x > h - h_1$  (იხ. ნახ. 3), გაანგარიშებას ახდენენ ელემენტის შეკუმშულ ზონაში სხვადასხვა ბეტონის გათვალისწინებით პირობიდან

$$M \leq R_{b2} b x (h_0 - 0,5x) + (R_{b1} - R_{b2}) x_1 b_1 (h_{o1} - 0,5x_1) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \quad (5)$$

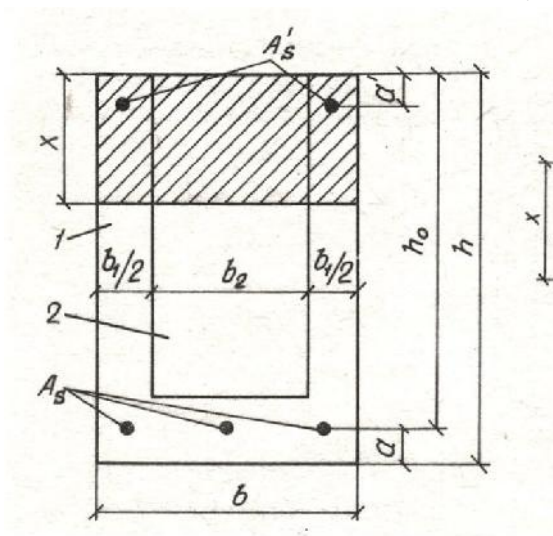
სადაც  $x_1 = x - h - h_1$ .

შეკუმშული ზონის სიმაღლეს  $x$  განსაზღვრავენ ფორმულით

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b2} b x + (R_{b1} - R_{b2}) (x - h + h_1) b_1 \quad (6)$$

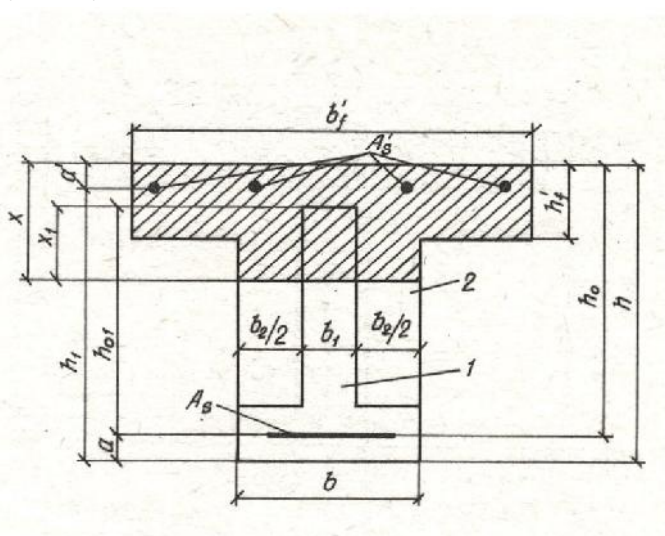
ან

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s + (R_{b1} - R_{b2})(h - h_1)b_1}{R_{b1}b_1 + R_{b2}b_2} \quad (7)$$



ნახ. 4. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;  
2 - მონოლითური ბეტონი



ნახ. 5. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;  
2 - მონოლითური ბეტონი

2.8. ნახ. 4-ზე მოცემული კვეთის გაანგარიშება ხდება პირობიდან

$$M \leq (R_{b1}b_1 + R_{b2}b_2)x(h_0 - 0,5x) + R_{sc}A'_s(h_0 - a') \quad (8)$$

სადაც

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_{b1}b_1 + R_{b2}b_2} \quad (9)$$

### კვეთები თაროებით შეკუმშულ ზონაში

2.9. კვეთების გაანგარიშება, რომლებსაც აქვთ თარო შეკუმშულ ზონაში (ნახ. 5) როდესაც  $x/h_0 \leq R$ , სრულდება შეკუმშული ზონის საზღვრის მდებარეობის შესაბამისად:

ა) თუ საზღვარი გადის თაროში გამონოლითების ბეტონის ფარგლებში, ანუ დაკმაყოფილებულია პირობა

$$R_s A_s \leq R_{b2}b'_f(h - h_1) + R_{sc}A'_s, \quad (10)$$

განგარიშება სრულდება როგორც მართკუთხა კვეთის ელემენტისთვის სიგანით  $b'_f$ , რომელიც შესრულებულია ერთი კლასის მონოლითური ბეტონისაგან, პ. 2.7ა მითითებების თანახმად;

ბ) თუ საზღვარი გადის თაროში და კვეთს სხვა ბეტონის მონაკვეთს, ანუ დაკმაყოფილებულია პირობები  $x > h - h_1$  და

$$R_s A_s \leq R_{b2}b'_f h'_f + (R_{b1} - R_{b2})(h'_f - h + h_1)b_1 + R_{sc}A'_s, \quad (11)$$

განგარიშება სრულდება როგორც მართკუთხა კვეთის ელემენტისთვის სიგანით  $b'_f$  პ. 2.7. მითითებების მიხედვით.

გ) თუ საზღვარი გადის წიბოში (იხ. ნახ. 5), ანუ (11) პირობა არ კმაყოფილდება, განგარიშება სრულდება პირობიდან

$$M \leq R_{b2}(b'_f - b)h'_f(h_0 - 0,5h'_f) + R_{b2}bx(h_0 - 0,5x) + (R_{b1} - R_{b2})x_1b_1(h_{o1} - 0,5x_1) + R_{sc}A'_s(h_0 - a'), \quad (12)$$

სადაც  $x_1 = x - h + h_1$ .

შეკუმშული ზონის  $x$  სიმაღლეს განსაზღვრავენ ფორმულით

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b2} (b'_f - b) h'_f + R_{b2} b x + (R_{b1} - R_{b2}) (x - h + h_1) b_1 \quad (13)$$

ან

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s + R_{b1} (h - h_1) b_1 - R_{b2} [h'_f (b'_f - b) + b_1 (h - h_1)]}{R_{b1} b_1 + R_{b2} b_2} \quad (14)$$

პირობების (10) და (11) შემოწმებისას ელემენტებისთვის მაღალი სიმტკიცის არმატურით არმატურის მუშაობის კოეფიციენტი  $\gamma_{s6}$  განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 3.13-ის ფორმულით (27) შესაბამისად როცა  $\gamma_{s6} = (h - h_1)/h_o$  და  $\gamma_{s6} = h'_f/h_o$ .

2.10. ტესტური კვეთი მონოლითური ბეტონის თაროთი (ნახ. 6) გაანგარიშება შეკუმშული ზონის საზღვრის მდებარეობის მიხედვით:

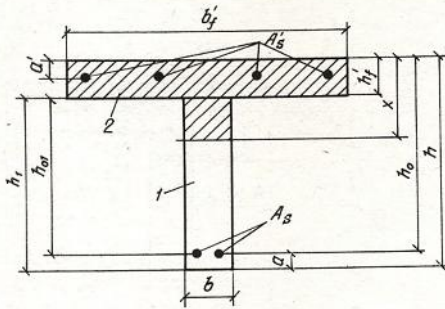
ა) თუ შეკუმშული ზონის საზღვარი გადის თაროში, ანუ დაკმაყოფილებულია პირობა

$$R_s A_s \leq R_{b2} b'_f h'_f + R_{sc} A'_s \quad (15)$$

განგარიშება სრულდება როგორც მართკუთხა კვეთის ელემენტისთვის სიგანით  $b'_f$ , რომელიც შესრულებულია ერთი სახეობის (მონოლითური) ბეტონისაგან, პ. 2.7ა მითითებების შესაბამისად;

პირობის (15) შემოწმებისას მაღალი სიმტკიცის არმატურის ელემენტებისთვის არმატურის მუშაობის კოეფიციენტის  $\gamma_{s6}$  მნიშვნელობა განისაზღვრება  $\gamma_{s6} = h'_f/h_o$  შემთხვევისთვის.

ბ) თუ შეკუმშული ზონის საზღვარი გადის წიბოში (იხ. ნახ. 6), ანუ პირობა (15) არ არის დაცული, გაანგარიშება სრულდება გამომდინარე პირობიდან



ნახ. 6. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;
- 2 - მონოლითური ბეტონი

$$M \leq R_{b2} b'_f h'_f (h_o - 0,5h'_f) + R_{b1} b (x - h'_f) \times [(h_{o1} - 0,5h'_f)] + R_{sc} A'_s (h_o - a') \quad (16)$$

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_{b2} b'_f h'_f + R_{b1} b h'_f}{R_{b1} b_1} \quad (17)$$

2.11. ტესტური კვეთის გაანგარიშება, თაროთი ასაწყობი ელემენტისა და მონოლითური ბეტონისაგან (ნახ. 7), ხდება შემდეგი პირობებიდან:

ა) თუ შეკუმშული ზონის საზღვარი გადის მონოლითური ბეტონის თაროში, ანუ

$$R_s A_s \leq R_{b2} b'_f h'_{f2}, \quad (18)$$

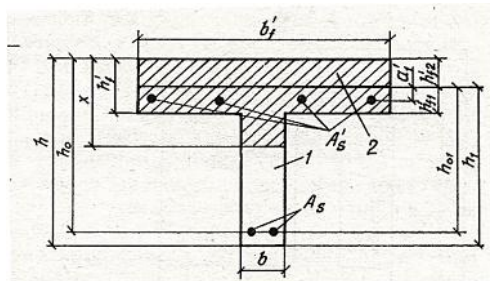
განგარიშება სწარმოებს როგორც მართკუთხა კვეთის ელემენტისთვის სიგანით  $b'_f$  ერთგვაროვანი მონოლითური ბეტონისაგან თანახმად პ. 2.7ა მოთხოვნების შესაბამისად,  $A'_f = 0$  მიღებით.

ბ) თუ შეკუმშული ზონის საზღვარი გადის ასაწყობი ელემენტის თაროში, ანუ პირობა (18) არ არის დაკმაყოფილებული და

$$R_s A_s \leq R_{b2} b'_f h'_{f2} + R_{b1} b'_f h'_{f1} + R_{sc} A'_s, \quad (19)$$

განგარიშება სრულდება როგორც მართკუთხა კვეთის ელემენტისთვის სიგანით  $b'_f$  სხვადასხვა კლასის ბეტონის გათვალისწინებით

$$M \leq R_{b1} b'_f (x - h'_{f2}) [h_{o1} - 0,5(x - h'_{f2})] + R_{b2} b'_f (x - h'_{f2}) [(h_o - 0,5h'_{f2})] + R_{sc} A'_s (h_{o1} - a'_1) \quad (20)$$



ნახ. 7. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;
- 2 - მონოლითური ბეტონი

შეკუმშული ზონის სიმაღლე განისაზღვრება ფორმულით

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b2} b'_f h'_{f2} + R_{b1} b'_f x \quad (21)$$

ან

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_{b2} b'_f h'_{f2} + R_{b1} b'_f h'_f}{R_{b1} b'_f} \quad (22)$$

პ. 2.7-ის მითითებების მხედველობაში მიღებით  $A'_s$  არმატურის გათვალისწინების შესახებ.

პირობის (18) და (19) შემოწმებისას ელემენტებისათვის მაღალი სიმტკიცის არმატურით  $\gamma_{s6}$ -ის მნიშვნელობა განისაზღვრება შესაბამისად  $= h'_f / h_o$  და  $= h'_f / h_o$  სიდიდეებისათვის.

გ) თუ (19) პირობა არ სრულდება, ანუ შეკუმშული ბეტონის ზონის საზღვარი გადის წიბოში, გაანგარიშება სრულდება პირობიდან

$$M \leq R_{b1} b'_f h'_{f1} (h_{o1} - 0,5 h'_{f1}) + R_{b2} b'_f h'_{f2} (h_o - 0,5 h'_{f2}) + R_{b1} b'_f (x - h'_f) [h_{o1} - 0,5 (x - h'_f)] + R_{sc} A'_s (h_{o1} - a'_1) \quad (23)$$

შეკუმშული ზონის სიმაღლე განისაზღვრება შემდეგნაირად

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b1} b'_f h'_{f1} + R_{b2} b'_f h'_{f2} + R_{b1} b (x - h'_f) \quad (24)$$

ან

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s - R_{b1} (b'_f h'_{f1} - b h'_f) + R_{b2} b'_f h'_{f2}}{R_{b1} b} \quad (25)$$

2.12. ღუნვადი ელემენტების გაანგარიშება სიმტკიცეზე ხდება როდესაც  $= x/h_o \leq R$  თანახმად **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პპ. 3.17 და 3.28, სხვადასხვა კლასის ბეტონების გათვალისწინების შესახებ წინამდებარე **დამხმარე სახელმძღვანელოს** პპ. 2.3, 2.4, 2.7-2.11-ის მხედველობაში მიღებით.

### არაცენტრულად შეკუმშული ელემენტები

2.13. არაცენტრულად შეკუმშული რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშებისას სიმტკიცეზე მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული შემთხვევითი ექსცენტრისიტეტი თანახმად **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 1.21-სა.

2.14. არაცენტრულად შეკუმშული ელემენტების გაანგარიშება უნდა სრულდებოდეს თანახმად **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 3.24-სა. კოეფიციენტ  $\eta$  გამოსათვლელად ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის ელემენტებისთვის პირობით კრიტიკულ ძალას განსაზღვრავენ ფორმულიდან

$$N_{cr} = \frac{6,4}{I_o^2} \left[ \frac{\sum E_{bj} I_j}{\xi_l} \left( \frac{0,11}{0,1 + u_e / \xi_p} + 0,1 \right) + E_s I_s \right], \quad (26)$$

სადაც  $E_{bj}$  -  $j$ -ური ბეტონის დრეკადობის მოდულია;  $I_j$  -  $j$ -ური ბეტონის ინერციის მომენტია ბეტონის მთლიანი კვეთის სიმძიმის ცენტრის მიმართ;  $\xi_p$  - კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება სიმეტრიული არმირების მქონე ელემენტებისათვის **სნ და წ 2.03.01-84**-ის (59) ფორმულის მიხედვით,  $R_b$  მნიშვნელობა მიიღება წინამდებარე **სახელმძღვანელოს** (1) ფორმულის შესაბამისად, ხოლო სიდიდე  $\xi_{bp}$  ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის ბეტონის სრული კვეთის მიხედვით.  $u_{e,min}$  მნიშვნელობა განისაზღვრება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის პ. 3.6-ის (22) ფორმულის მიხედვით,  $R_b$  სიდიდის მიღებით **სახელმძღვანელოს** (1) ფორმულის თანახმად. დანარჩენი სიდიდეები განისაზღვრება თანახმად **სნ და წ 2.03.01-84**.

2.15. გაანგარიშება მართკუთხა ელემენტების არმატურით, რომელიც თავმოყრილია ასაწყობ მონოლითური ელემენტის გაჭიმულ და შეკუმშულ წახნაგთან (ნახ. 8), როცა  $x/h_o \leq R$  ხდება შემდეგნაირად:

ა) თუ დაცულია პირობა

$$N + R_s A_s = R_{b1} b' h'_{f1} + R_{sc} A'_s, \quad (27)$$

მაშინ გაანგარიშება სრულდება პირობიდან როგორც ასაწყობი ელემენტისთვის, რომელიც შესრულებულია ერთი კლასის ბეტონისგან ( $R_{b1}$ ):

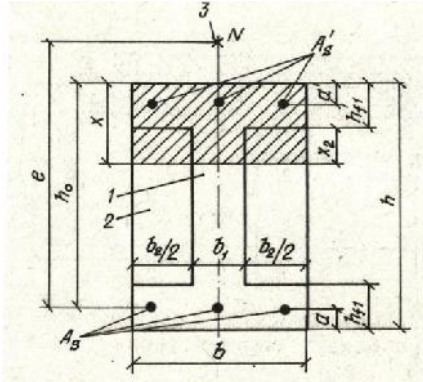
$$Ne \leq R_{b1} b x (h_o - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_o - a'). \quad (28)$$

შეკუმშული ზონის სიმაღლე  $x$  განისაზღვრება ფორმულით

$$N + R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b1} b x. \quad (29)$$

თუ შეკუმშული ზონის სიმაღლე, განსაზღვრული შეკუმშული არმატურის ნახევრის გათვალისწინებით, ტოლია

$$x = \frac{N + R_s A_s - 0,5 R_{sc} A'_s}{R_{b1} b} < a',$$



ნახ. 8. ელემენტის განივკვეთი

- 1 - ასაწყობი ელემენტი;
- 2 - მონოლითური ბეტონი
- 3 -  $N$  ძალის მოდების წერტილი

ბ) თუ პირობა (27) არ არის დაკმაყოფილებული, ანუ  $x > h'_{f1}$  (იხ. ნახ. 8), გაანგარიშება სწარმოებს ელემენტის შეკუმშულ კვეთში სხვადასხვა ბეტონის გათვალისწინებით შემდეგი პირობიდან:

$$Ne \leq R_{b1} b x (h_o - 0,5x) - (R_{b1} - R_{b2}) x_2 b_2 (h_o - h'_{f1} - 0,5x_1) + R_{sc} A'_s (h_o - a'), \quad (30)$$

სადაც  $x_2 = x - h'_{f1}$ .

შეკუმშული ზონის სიმაღლეს  $x$  განსაზღვრავენ ფორმულით

$$N + R_s A_s - R_{sc} A'_s = R_{b1} b x - (R_{b1} - R_{b2}) (x - h'_{f1}) \quad (31)$$

2.16. არაცენტრულად შეკუმშული ელემენტების გაანგარიშებას კვეთებით, რომლებიც ნაჩვენებია ნახ. (3 – 7)-ზე, როდესაც  $\xi \leq R$ , ახდენენ პპ. 2.7 – 2.11 მიხედვით, ფორმულებში (2), (4), (6), (7), (9) – (11), (13) – (15), (17) – (19), (21), (22), (24), (25)  $R_s A_s$ , ნამრავლის სიდიდეზე გრძივი ძალის მნიშვნელობის  $N$  დამატებით, ხოლო ფორმულებში (3), (5), (8), (12), (16), (20) და (23) მომენტის  $M$  მიღებით  $Ne$  ტოლად, სადაც  $e$  მანძილია  $N$  ძალის მოდების წერტილიდან გაჭიმული არმატურის ყველაზე დაშორებული ღეროს განივკვეთის სიმძიმის ცენტრამდე.

2.17. არაცენტრულად შეკუმშული ელემენტების გაანგარიშება, როცა  $\xi > \xi_R$ , სრულდება სახელმძღვანელოს პ. 2.4 შესაბამისად.

AIII და ნაკლები კლასის არმატურის მქონე ელემენტების გაანგარიშება, როცა  $\xi > \xi_R$ , სრულდება პირობიდან

$$Ne \leq R_{bj} S_{bj} + R_{sc} A'_s (h_o - a'), \quad (32)$$

ამასთან შეკუმშული ზონის სიმაღლე განისაზღვრება ფორმულის მიხედვით

$$N + \sum_s A_s - R_{sc} A'_s = \sum R_{bj} A_{bj}, \quad (33)$$

სადაც

$$\dagger_s = \left( 2 \frac{1-x/h_o}{1-R} - 1 \right) R_s \quad (34)$$

ან (34)-ის გათვალისწინებით თანახმად ფორმულისა

$$N + R_s A_s \left( \frac{2}{1-R} - 1 \right) - R_{sc} A'_s = \sum R_{bj} A_{bj} + \frac{2x}{(1-R)h_o} R_s A_s \quad (35)$$

ამასთანავე, თუ (35) ფორმულით გამოთვლილი მნიშვნელობა  $x/h_o > 1$ , შეკუმშული ზონის სიმაღლე უნდა განისაზღვროს ფორმულით

$$N + R_s A_s - R_{sc} A'_s = \sum R_{bj} A_{bj} , \quad (36)$$

$S_{bj}$  – იხ. პ. 2.4.

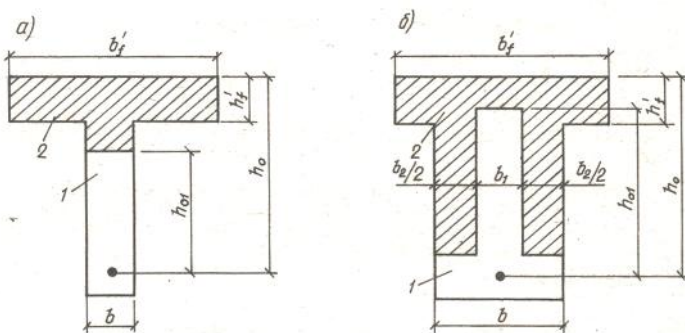
## არაცენტრულად გაჭიმული ელემენტები

2.18. არაცენტრულად გაჭიმული ელემენტების გაანგარიშება სწარმოებს სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 3.27-ის შესაბამისად შეკუმშულ ზონაში სხვადასხვა კლასის ბეტონის ელემენტების არსებობის გათვალისწინებით.

### ელემენტის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი კვეთების გაანგარიშება

2.19. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება დახრილი ბზარების მიხედვით სწარმოებს სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად დახრილ ბზარებს შორის დახრილ ზოლზე განივი ძალის მოქმედებისას; დახრილ ბზარზე განივი ძალის მოქმედებისას; დახრილ ბზარზე მღუნავი მომენტის მოქმედებისას.

2.20. დახრილი ბზარების გაანგარიშება სიმტკიცის მიხედვით სწარმოებს ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებაზე დამოკიდებულებით. დახრილი ბზარების მიხედვით გაანგარიშებისათვის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციები იყოფა ორ ძირითად ტიპად (ნახ. 9).



ნახ. 9. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის ტიპები  
 a – ტიპი 1; b – ტიპი 2;  
 1 – ასაწყობი ელემენტი;  
 2 – მონოლითური ბეტონი.

1 ტიპი – ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის განივკვეთი სიმაღლის მიხედვით შედგება ასაწყობი ელემენტის ბეტონისაგან და მონოლითური ნაწილის ბეტონისაგან (ნახ. 13ა);

2 ტიპი – განივკვეთი სიგანის მიხედვით შედგება ასაწყობი ელემენტის ბეტონისაგან და მონოლითური ნაწილის ბეტონისაგან (ნახ. 13ბ).

ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების დახრილ ბზარებზე გაანგარიშება სწარმოებს ორი ერთნაირი საანგარიშო ძალვისას ორჯერ (გაანგარიშების ორი სქემის მიხედვით):

ა) პირველი ტიპის კონსტრუქციებისათვის:

მუშა სიმაღლისა და ასაწყობი ელემენტის ბეტონის სიმტკიცის მიხედვით  $h_{o1}, R_{b1}, R_{bt2}$ ;  
 ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის  $h_o$  მიხედვით და მონოლითური  
 ბეტონის სიმტკიცის  $R_{b2}, R_{bt2}$  მიხედვით;

ბ) მეორე ტიპის კონსტრუქციებისათვის:

ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის  $h_{o1}$  მიხედვით კვეთის უბნების სიგანის გათვალისწი-  
 ნებით, რომლებიც შედგება ასაწყობი ელემენტის ბეტონისაგან და მონოლითური ბეტონისაგან  
 შესაბამისი სიმტკიცით  $b_1, R_{b1}, R_{bt1}, b_2, R_{b2}, R_{bt2}$ ;

ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლისა და სიგანის მიხედვით  $h_o, b$  და მონო-  
 ლითური ბეტონის სიმტკიცის მიხედვით  $R_{b2}, R_{bt2}$ .

ზემოთ მითითებული ორმაგი გაანგარიშებებიდან იღებენ ყველაზე ხელსაყრელ  
 რეზულტატს (უფრო მაღალ მზიდუნარიანობას).

2.21. ელემენტის გაანგარიშებას განივი ძალის მოქმედებაზე დახრილ ბზარებს შორის  
 მოქცეული დახრილი ზოლის მიხედვით სიმტკიცის უზრუნველყოფისათვის ახდენენ 3. 2.20-ის  
 მითითებათა გათვალისწინებით პირობიდან

$$Q \leq Q_{b, com} \quad (37)$$

სადაც  $Q$  – გარე დატვირთვისაგან გამოწვეული განივი ძალაა, რომელიც მიიღება ნორმალურ  
 კვეთში საყრდენიდან არა ნაკლებ  $h_o$  მანძილზე;  $Q_{b, com}$  – ბზარებს შორის მყოფი შეკუმშული  
 დახრილი ზოლის მიერ ათვისებული განივი ძალაა, რომელიც განისაზღვრება ასაწყობ-  
 მონოლითური კონსტრუქციის ტიპის (ტიპი 1 და ტიპი 2) და გაანგარიშების სქემის მიხედვით  
 (ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის ან ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის  
 მიხედვით).

1 ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციისათვის (იხ. ნახ. 9ა) განივი ძალის  $Q_{b, com}$   
 მნიშვნელობა მიიღება ტოლი:

ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, com} = 0,3 \{ w_{1,1} \{ b_{1,1} R_{b1} b h_{o1} \} \quad (38)$$

ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, com} = 0,3 \{ w_{1,2} \{ b_{1,2} R_{b2} b h_o \} \quad (39)$$

2 ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციისათვის (იხ. ნახ. 9ბ) განივი ძალის  $Q_{b, com}$   
 მნიშვნელობა მიიღება ტოლი:

ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, com} = 0,3 \{ [ w_{1,1} \{ b_{1,1} R_{b1} b_1 + \{ w_{1,2} \{ b_{1,2} R_{b2} b_2 \} ] h_o \} \quad (40)$$

ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, com} = 0,3 \{ w_{1,2} \{ b_{1,2} R_{b2} b h_o \} \quad (41)$$

ფორმულებში (38) – (41) მიღებულია:

$\{ w_{1,j} -$  კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს განივი ღეროების გავლენას და განისაზ-  
 ღვრება ფორმულით

$$\{ w_{1,j} = 1 + 5 \frac{E_s A_{sw}}{E_{bj} b s} \leq 1,3; \quad (42)$$

$\{ b_{1,j} -$  კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბეტონის სიმტკიცეს და განისაზღვრება  
 ფორმულით

$$\{ b_{1,j} = 1 - 0,01 R_{bj} \quad (43)$$

$E_{bj}$  და  $R_{bj}$  მნიშვნელობი ფორმულებში (42) და (43) შეესაბამება (38)–(41) ფორმულებში  
 გათვალისწინებულ ბეტონის სიმტკიცის  $R_{b1}$  და  $R_{b2}$  მნიშვნელობებს.

2.22. ელემენტის გაანგარიშებას განვივი ძალის მოქმედებაზე დახრილი ბზარის მიხედვით სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად კვეთის მუდმივი სიმაღლისას ელემენტის გრძივად და ელემენტის გრძივი ღერძის მიმართ მართობულად განლაგებული ცალულებით განვივი არმირებისას (ნახ. 10) ახდენენ პ. 2.20-ის მითითებების გათვალისწინებით პირობიდან

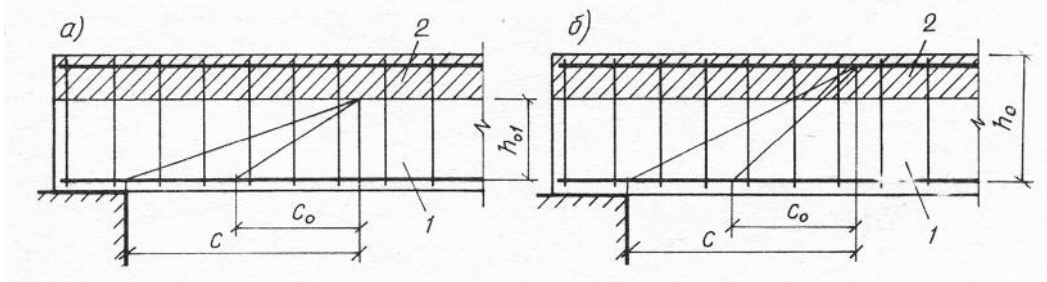
$$Q \geq Q_b + Q_{sw} \quad (44)$$

სადაც  $Q$  – განვივი ძალაა გარე დატვირთვისაგან, რომელიც განლაგებულია განსახილველი კვეთის ცალ მხარეს; ელემენტის ზედა წიბოზე მოქმედი დატვირთვისას დაშვებულია  $Q$ -ს მნიშვნელობა მიღებულ იქნას საყრდენიდან დახრილი ბზარის ყველაზე დაშორებულ კვეთში;  $Q_b$  – ბეტონის მიერ ათვისებული განვივი ძალაა;  $Q_{sw}$  – განვივი ძალვაა, რომელსაც დახრილ ბზარში ითვისებს განვივი არმატურა.

განვივი ძალის  $Q_b$  მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_b = M_b / c \quad Q_{b, \min} \quad (45)$$

სადაც  $c$  – ელემენტის გრძივ ღერძზე დახრილი კვეთის პროექციის სიგრძეა, რომელიც განისაზღვრება როგორც მანძილი დახრილი ბზარის წვეროდან საყრდენამდე;  $M_b$  და  $Q_{b, \min}$  – დახრილ კვეთში ბეტონის მიერ ათვისებული ძალების მახასიათებლებია, რომლებიც განისაზღვრება ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით (1 და 2 ტიპი) და გაანგარიშების სქემის შესაბამისად (ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის (ნახ. 10ა) და ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით (ნახ. 10ბ).



ნახ. 10. დახრილი კვეთების განლაგება გაანგარიშების სქემისას

ა – ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით; ბ – ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით

1 – ასაწყობი ელემენტი; 2 – მონოლითური ბეტონი.

განვივი ძალის  $Q_{sw}$  მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_{sw} = q_{sw} c_o \quad (46)$$

სადაც  $q_{sw}$  – ელემენტის სიგრძის ერთეულზე განვივი ღეროებზე მოსული ძალვის სიდიდეა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$q_{sw} = (R_{sw} A_{sw}) / s; \quad (47)$$

$c_o$  – ელემენტის გრძივ ღერძზე დახრილი ბზარის პროექციის სიგრძეა, რაც განისაზღვრება ფორმულით

$$c_o = \sqrt{M_b / q_{sw}}, \quad (48)$$

მაგრამ არა უმეტეს  $2h_{o1}$  ან  $2h_o$  (გაანგარიშების სქემის შესაბამისად) და შესაბამისად არა ნაკლებ  $h_{o1}$  ან  $h_o$ , აგრეთვე არა უმეტეს  $c$ , თუ  $c_o > c$ .

პირველი ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციისთვის (იხ. ნახ. 9ა)  $M_b$  და  $Q_{b, \min}$  მნიშვნელობები მიიღება ტოლი:

- ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას (იხ. ნახ. 10ა)

$$M_b = \{_{b2} (1 + \{_n) R_{b1} b h_{01}^2 \quad (49)$$

$$Q_{b,\min} = \{_{b_3}(1 + \{_{n})R_{br1}bh_{01} \quad (50)$$

- ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას (ნახ. 10ბ)

$$M_b = \{_{b_2}(1 + \{_{f})R_{br2}bh_0^2 \quad (51)$$

$$Q_{b,\min} = \{_{b_3}(1 + \{_{f})R_{br2}bh_0 \quad (52)$$

მეორე ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციისთვის (იხ. ნახ. 9ბ)  $M_b$  და  $Q_{b,\min}$  მნიშვნელობები მიიღება ტოლი:

- ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$M_b = \{_{b_2}[(1 + \{_{n})R_{br1}b_1 + R_{br2}b_2]h_{01}^2 \quad (53)$$

$$Q_{b,\min} = \{_{b_3}[(1 + \{_{n})R_{br1}b_1 + R_{br2}b_2]h_{01} \quad (54)$$

- ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$M_b = \{_{b_2}(1 + \{_{f})R_{br2}bh_0^2 \quad (55)$$

$$Q_{b,\min} = \{_{b_3}(1 + \{_{f})R_{br2}bh_0 \quad (56)$$

ფორმულებში (49) – (56) მიღებულია შემდეგი:

$\{_{b_2} = 2$ ;  $\{_{b_3} = 0,6$ ;  $\{_{n}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ასაწყობ ელემენტში წინასწარი დაძაბვის გავლენას და გამოითვლება ფორმულით

$$\{_{n} = 0,1 \frac{P}{R_{br1}b_j h_{01}} \quad (57)$$

მაგრამ არა უმეტეს 0,5, სადაც ფორმულების (49) და (50) მიხედვით გაანგარიშებისას  $b_j = b$ , ხოლო ფორმულების (53) და (54) მიხედვით გაანგარიშებისას  $b_j = b_1$ ;  $\{_{f}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მონოლითური ბეტონის შეკუმშული თაროების გავლენას და განისაზღვრება ფორმულით

$$\{_{f} = 0,75 \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} \leq 0,5, \quad (58)$$

ამასთან  $b'_f$  მიიღება არა უმეტეს  $b + 3h'_f$ , ხოლო განივი არმატურა უნდა გადიოდეს თაროში მონოლითური ბეტონიდან და საიმედოდ იყოს მასში ჩაანკერებული.

განივი ღეროებისთვის, რომლებიც დგება ანგარიშის საფუძველზე, ანუ როდესაც პ. 2.23-ის პირობები არ სრულდება, უნდა დაკმაყოფილდეს პირობა

$$q_{sw} \geq \frac{Q_{b,\min}}{2h_{0j}} \quad (59)$$

სადაც  $Q_{b,\min}$  – ძალის მახასიათებელია, რომელიც განისაზღვრება (50), (52), (54) და (56) ფორმულების მიხედვით ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის ტიპისა და გაანგარიშების სქემის მიხედვით;  $h_{0j}$  – ელემენტის მუშა სიმაღლეა, რომელიც მიიღება გაანგარიშების სქემის შესაბამისად: ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით  $h_{0j} = h_{01}$ , ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით  $h_{0j} = h_0$ .

განივი არმატურის მქონე რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშებისას უნდა უზრუნველყოფილი იყოს აგრეთვე სიმტკიცე დახრილი კვეთის მიხედვით ცალულებს (საკიდებს) შორის უბნის ფარგლებში პ. 2.23 პირობების შესაბამისად.

თუ განივი არმატურა განთავსებულია მხოლოდ ასაწყობი ელემენტის ფარგლებში, მაშინ ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას მანძილი  $c_0$ , რომლის ფარგლებშიც ხდება ცალულების გათვალისწინება, მრავლდება ფარდობაზე  $h_{01}/h_0$ .

სიმტკიცის პირობის (44) შემოწმებისას ზოგად შემთხვევაში ირჩევენ რიგ დახრილ კვეთებს  $c_0$ -ის სხვადასხვა მნიშვნელობისას, რაც არ აღემატება მანძილს საყრდენიდან მაქსიმალური

მლუნავი მომენტის მქონე კვეთამდე და არა უმეტეს ( $\{b_2/\{b_3\}h_0$ , სადაც ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას  $h_{0j} = h_{01}$  და ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას  $h_{0j} = h_0$ . მანძილის  $c$  ფარგლებში განისაზღვრება  $c_0$  სიგრძის მნიშვნელობა, შემდეგ  $c$  და  $c_0$  სიდიდეების მიხედვით გამოითვლება ძალები  $Q$ ,  $Q_b$  და  $Q_{sw}$ , რომელთა მიხედვითაც მოწმდება ელემენტის სიმტკიცე.

2.23. რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშება განივი არმატურის გარეშე განივი ძალის მოქმედებაზე დახრილი ბზარის სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად ხდება 2.20 პუნქტის მითითებების გათვალისწინებით პირობიდან

$$Q \leq Q_{b1} \tag{60}$$

სადაც  $Q$  – განივი ძალაა გარე დატვირთვისაგან, რომელიც განლაგებულია განსახილველი დახრილი კვეთის ცალ მხარეს; ელემენტის ზედა წიბოზე მოქმედი დატვირთვისას დაშვებულია  $Q$ -ს მნიშვნელობა მიღებულ იქნას საყრდენიდან დახრილი ბზარის ყველაზე დაშორებულ კვეთში;  $Q_{b1}$  – ბეტონის მიერ ათვისებული განივი ძალვაა.

განივი ძალის  $Q_{b1}$  მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_{b1} = M_{b1}/c \tag{61}$$

მაგრამ მიიღება არა უმეტეს ვიდრე  $Q_{b, \max}$  და არა ნაკლები ვიდრე  $Q_{b, \min}$ .

აქ  $c$  – ელემენტის გრძივ ღერძზე დახრილი კვეთის პროექციის სიგრძეა;  $M_b$ ,  $Q_{b, \max}$  და  $Q_{b, \min}$  – დახრილ კვეთში ბეტონის მიერ ათვისებული ძალების მახასიათებლებია, რომლებიც განისაზღვრება ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით (1 და 2 ტიპი) და გაანგარიშების სქემის შესაბამისად (ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის და ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით).

$M_{b1}$ -ის მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულებით (49), (51), (53), (55), ამასთან  $\{b_2$  კოეფიციენტის ნაცვლად მათში უნდა ჩაისვას კოეფიციენტი  $\{b_4=1,5$ , ხოლო კოეფიციენტი  $\{f$  მხედველობაში არ მიიღება.

$Q_{b, \min}$ -ის მნიშვნელობა განისაზღვრება ფორმულებით (50), (52), (54), (56), ამასთან კოეფიციენტი  $\{f$  მხედველობაში არ მიიღება.

პირველი ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციებისათვის  $Q_{b, \max}$ -ის მნიშვნელობა მიიღება:

- ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, \max} = 2,5R_{bt1}bh_{01} \tag{62}$$

- ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, \max} = 2,5R_{bt2}bh_0 \tag{63}$$

მეორე ტიპის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციებისათვის  $Q_{b, \max}$ -ის მნიშვნელობა მიიღება:

- ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, \max} = 2,5(R_{bt1}b_1 + R_{bt2}b_2)h_{01} \tag{64}$$

- ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას

$$Q_{b, \max} = 2,5R_{bt2}bh_0 \tag{65}$$

სიმტკიცის პირობის (60) შემოწმებისას ზოგად შემთხვევაში ირჩევენ რიგ დახრილ კვეთებს  $c$  სხვადასხვა მნიშვნელობისას, რაც არ აღემატება მანძილს საყრდენიდან მაქსიმალური მლუნავი მომენტის მქონე კვეთამდე და არა უმეტეს ( $\{b_4/\{b_3\}h_{0j}$ , სადაც ასაწყობი ელემენტის მუშა სიმაღლის

მიხედვით გაანგარიშებისას  $h_{0j} = h_{01}$  და ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მუშა სიმაღლის მიხედვით გაანგარიშებისას  $h_{0j} = h_0$ .  $c$  მნიშვნელობის მიხედვით განისაზღვრება ძალები  $Q$  და  $Q_{b1}$ , ხოლო ამ ძალების მიხედვით მოწმდება ელემენტის სიმტკიცე.

2.24. რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშება მომენტის ზემოქმედებაზე დახრილი ბზარის მიხედვით სიმტკიცის უზრუნველყოფისათვის ხდება **სნ და წ 2.03.01-84**-ის მითითებების მიხედვით; ამასთან შეკუმშულ ზონაში ძალების ტოლქმედის მოდების წერტილი განისაზღვრება როგორც ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების ნორმალური კვეთების სიმტკიცის გაანგარიშებისას.

### საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის გაანგარიშება

2.25. ასაწყობ ელემენტსა და მონოლითურ ბეტონს შორის საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის გაანგარიშება სრულდება პირობიდან

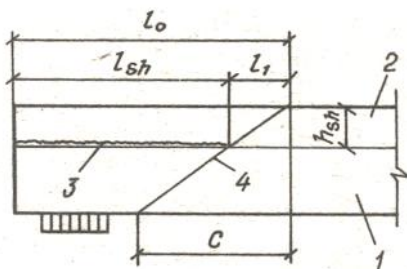
$$F \leq F_{sh} \quad (66)$$

სადაც  $F$  – გარე დატვირთვისაგან გამოწვეული ძვრის ძალვაა ნაკერში;  $F_{sh}$  – კონტაქტური ნაკერის მიერ ათვისებული ძვრის ზღვრული ძალვაა.

ძვრის ძალვა  $F$  გარე დატვირთვისაგან განისაზღვრება თანახმად პპ. 2.26 და 2.27.

ნაკერის მიერ ათვისებული  $F_{sh}$  ძვრის ძალვა განისაზღვრება პპ. 2.28 – 2.33 მითითებების შესაბამისად.

2.26. თავისუფლად დაყრდნობილი კოჭებისა და კოჭოვანი ფილებისთვის საკონტაქტო ნაკერების გაანგარიშება უნდა შესრულდეს ელემენტის თავისუფალ ტორსსა და დახრილ კვეთს შორის უბანზე (ნახ. 11).



ნახ. 11. თავისუფალ საყრდენთან საკონტაქტო ნაკერის საანგარიშო სიგრძის გამოსათვლელი სქემა

1 – ასაწყობი ელემენტი; 2 – მონოლითური ბეტონი;  
3 – საკონტაქტო ნაკერი; 4 – დახრილი კვეთი.

ძვრის ძალვას ნაკერში გარე დატვირთვისაგან განსაზღვრავენ ფორმულით

$$F = \frac{M - M_{sw}}{z} \quad (67)$$

სადაც  $M$  – გარე დატვირთვისაგან გამოწვეული მომენტია ნორმალურ კვეთში, რომელიც გადის განსახილველი დახრილი კვეთის ბოლოში (ელემენტის ყველაზე შეკუმშული ბოჭკოს დონეზე);  $M_{sw}$  – განსახილველ დახრილ კვეთში განივი არმატურის მიერ ათვისებული მომენტის სიდიდეა;  $z$  – შიდა წყვილძალის მხარია დახრილ კვეთში.

დახრილ კვეთში განივი არმატურით ათვისებული მომენტის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$M_{sw} = 0,5q_{sw}c^2, \quad (68)$$

სადაც  $q$  – განივ არმატურაში ძალების ინტენსივობაა

$$q_{sw} = \frac{R_{sw}A_{sw}}{s}; \quad (69)$$

ხოლო  $c$  – ელემენტის გრძივ ღერძზე დახრილი კვეთის პროექციის სიგრძეა.

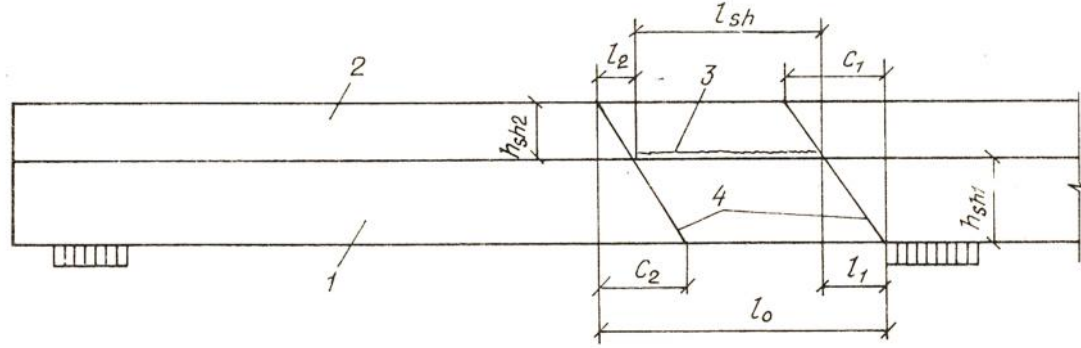
მხარი  $z$  მიიღება ტოლი  $0,9h_0$ . ძვრის ზედაპირის სიგრძე  $l_{sh}$  მიიღება ტოლი მანძილისა ელემენტის ტორსიდან წერტილამდე, სადაც დახრილი კვეთი გადაკვეთს ძვრის ზედაპირის გეომეტრიულ ცენტრზე გამავალ სიბრტყეს

$$l_{sh} = l_0 - l_1, \tag{70}$$

სადაც  $l_0$  – მანძილია ელემენტის ტორსიდან დახრილი კვეთის ბოლომდე განაპირა შეკუმშული ბოჭკოს დონეზე;  $l_1$  – მანძილია შეკუმშული განაპირა ბოჭკოს დონეზე დახრილი კვეთის ბოლოდან ძვრის ზედაპირის დასაწყისამდე  $l_1 = c(h_{sh}/h_0)$ ;  $h_{sh}$  – მანძილია ძვრის ზედაპირის გეომეტრიული ცენტრიდან ელემენტის შეკუმშულ განაპირა ბოჭკომდე.

განგარიშებისას ზოგად შემთხვევაში განიხილება დახრილი კვეთის ბოლოს რამდენიმე სხვადასხვა მდებარეობა ელემენტის ტორსის მიმართ, რაც განისაზღვრება  $l_0$  მნიშვნელობით ყველაზე შეკუმშული ბოჭკოს დონეზე. შემდეგ, დახრილი კვეთის ბოლოს სხვადასხვა ფიქსირებული მდებარეობისას განიხილება დახრილი კვეთის მეორე ბოლოს რიგი მდებარეობები (ყველაზე გაჭიმული ბოჭკოს დონეზე) დახრილი კვეთის პროექციის  $c$  სხვადასხვა სიგრძისას, რის მიხედვითაც განისაზღვრება სიგრძე  $l_1$ . შემდგომ ამისა, სიდიდეების  $l_0$  და  $l_1$  მნიშვნელობების მიხედვით განისაზღვრება ძვრის ზედაპირის სიგრძე და მდებარეობა  $l_{sh}$  და ძვრის წინაღობის ძალვას  $F_{sh}$ . ძვრის ზედაპირის ყოველი მდებარეობისათვის განისაზღვრება მომენტების  $M$  და  $M_{sw}$  და ძვრის ძალვის  $F$  შესაბამისი მნიშვნელობები. ბოლოს სრულდება საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის შემოწმება (66) ფორმულით მისი სხვადასხვა მდებარეობისას და დგინდება საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის საკმარისობა.

2.28. უჭრი კოჭებისათვის და კოჭოვანი ფილებისათვის საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის განგარიშება სრულდება თავისუფალ განაპირა საყრდენებთან თანახმად პ. 2.26 მოთხოვნებისა და შუალედ საყრდენებთან ორ დახრილ კვეთს შორის, რომლებიც განლაგებულნი არიან საყრდენთან და მალში, ზონებში, რომლებშიც მოქმედებენ სხვადასხვა ნიშნის მომენტები (ნახ. 12).



**ნახ. 12. სქემა შუალედ საყრდენთან საკონტაქტო ნაკერის საანგარიშო სიგრძის განსაზღვრისათვის**

1 – ასაწყობი ელემენტი; 2 – მონოლითური ბეტონი; 3 საკონტაქტო ნაკერი; 4 – დახრილი კვეთი.

შუალედ საყრდენთან ნაკერში გარე დატვირთვისაგან გამოწვეული ძვრის ძალვის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$F = \frac{M_1 - M_{sw1}}{z_1} + \frac{M_2 - M_{sw2}}{z_2}, \tag{71}$$

სადაც  $M_1$  და  $M_2$  – ელემენტის შეკუმშულ წიბოზე დახრილი კვეთის ბოლოებში გამავალი ნორმალურ კვეთებში მოქმედი მომენტებია გარე დატვირთვისაგან;  $M_{sw1}$  და  $M_{sw2}$  – ელემენტის დახრილ კვეთებში განივი არმატურის მიერ ათვისებული მომენტებია;  $z_1$  და  $z_2$  – დახრილ კვეთებში მოქმედი შესაბამისი შინაგანი წყვილძალის მხარია.

მომენტების  $M_{sw1}$  და  $M_{sw2}$  მნიშვნელობები განისაზღვრება (68) ფორმულით. მხრების  $z_1$  და  $z_2$  მნიშვნელობები მიიღება ტოლი  $z_1=0,9h_{01}$  და  $z_2=0,9h_2$ .

ძვრის ზედაპირის სიგრძე  $l_{sw}$  მიიღება ტოლი ორი განსახილველი დახრილი ზედაპირის მიერ ძვრის ზედაპირის გეომეტრიულ ცენტრზე გამავალი სიბრტყის გადაკვეთის წერტილს შორის მანძილი

$$l_{sh}=l_0 - l_1 - l_2, \quad (72)$$

სადაც  $l_0$  – მანძილია დახრილი კვეთის საყრდენთან მდებარე შეკუმშული ბოლოდან მეორე დახრილი კვეთის შეკუმშულ ბოლომდე, რომელიც განლაგებულია მალში;  $l_1$  და  $l_2$  – მანძილებია დახრილი კვეთების შეკუმშული ბოლოებიდან ძვრის ზედაპირის ბოლოებამდე

$$l_1 = c_1 \frac{h_{sh1}}{h_{01}}, \quad l_2 = c_2 \frac{h_{sh2}}{h_{02}};$$

აქ  $h_{sh1}$  და  $h_{sh2}$  – მანძილებია ძვრის სიბრტყის გეომეტრიული ცენტრიდან ელემენტის განაპირა შეკუმშულ ბოჭკომდე (შესაბამისად ქვედა და ზედა ბოჭკომდე);  $c_1$  და  $c_2$  – დახრილი კვეთების პროექციების სიგრძეებია.

განგარიშებისას ზოგად შემთხვევაში განიხილება საყრდენთან მდებარე დახრილი კვეთის მდებარეობა საყრდენთან მიმდებარე შეკუმშული ბოლოთი და რიგი სხვა დახრილი კვეთების შეკუმშული ბოლოს მდებარეობები მალში, განსაზღვრული  $l_0$  სიდიდით. შემდგომ ამისა, დახრილი კვეთების შეკუმშული ბოლოების ფიქსირებული მდებარეობებისთვის განიხილება დახრილი კვეთების გაჭიმული ბოლოების მდებარეობები მათი  $c_1$  და  $c_2$  პროექციის სხვადასხვა სიგრძისას, რომელთა მიხედვით განისაზღვრება  $l_1$  და  $l_2$  სიგრძეები.  $l_0$ ,  $l_1$  და  $l_2$  სიდიდეების მიღებული მნიშვნელობების შესაბამისად განისაზღვრება ძვრის ზედაპირის სიგრძე  $l_{sh}$  და მდებარეობა და ძვრისადმი წინაღობის ძალის სიდიდე  $F_{sh}$ . ძვრის ზედაპირის ყოველი მდებარეობისთვის განისაზღვრება მომენტების  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_{sw1}$ ,  $M_{sw2}$  და ძვრის ძალის  $F$  სიდიდე. (66) ფორმულის მიხედვით ხდება საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის შემოწმება მისი სხვადასხვა მდებარეობისთვის და დგინდება, საკმარისია თუ არა საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცე.

იმ შემთხვევაში, თუ (66) პირობა არ კმაყოფილდება, ტარდება ღონისძიებები საკონტაქტო ნაკერის ძვრისადმი წინაღობის გასაზრდელად. ეს შეიძლება მიღწეულ იქნას:  $b_{sh}$  მნიშვნელობის გაზრდით, განივი (სამკუთხა) სოგმანების ჩართვით ჭრაზე მუშაობაში და განივი არმირების პროცენტისა და დისპერსულობის გაზრდით.

2.29. ზღვრული ძვრის ძალვა, რომელსაც ითვისებს საკონტაქტო ნაკერი, განისაზღვრება ფორმულით

$$F_{sh} = R_{sh} b_{sh} l_{sh} \quad (73)$$

სადაც  $R_{sh}$  – ძვრის უბნის სიგრძეზე საკონტაქტო ნაკერის გასაშუალებული ჯამური საანგარიშო წინაღობაა ძვრისადმი;  $b_{sh}$  – ძვრის ზედაპირის საანგარიშო სიგანეა;  $l_{sh}$  – ძვრის ზედაპირის საანგარიშო სიგრძეა.

ძვრის წინაღობა  $R_{sh}$  განისაზღვრება თანახმად პპ. 2.29 – 2.32 მითითებებისა. ძვრის ზედაპირის სიგანე  $b_{sh}$  განისაზღვრება თანახმად პ. 2.33 მითითებებისა.

ძვრის ზედაპირის სიგრძე  $l_{sh}$  განისაზღვრება თანახმად პპ. 2.26 და 2.27 მითითებებისა.

2.30. ზოგად შემთხვევაში საკონტაქტო ნაკერის საშუალო ჯამური საანგარიშო წინაღობა ძვრაზე მიიღება ტოლი

$$R_{sh} = R_{sh,b} + R_{sh,s} + R_{sh,n} \quad (74)$$

სადაც  $R_{sh,b}$  – ნაკერის წინაღობაა ძვრაზე შეჭიდულობის, მექანიკური შეჭიდვისა და ბეტონის მოჭიმვისაგან;  $R_{sh,s}$  – ნაკერის წინაღობაა ძვრის მიმართ ნაკერის გადამკვეთ განივი არმატურის ჭრაზე მუშაობის ხარჯზე;  $R_{sh,n}$  – ძვრისადმი ნაკერის წინაღობაა სოგმანების მუშაობის ხარჯზე.

განგარიშებებში განივი სოგმანების მუშაობის გათვალისწინებისას (ნახ. 16ა) ნაკერის წინაღობა ძვრაზე  $R_{sh,b}$  მხედველობაში არ მიიღება.

სოგმანებისა და განივი არმატურის ერთობლივი მუშაობის გათვალისწინებით საკონტაქტო ნაკერის სიმტკიცის გაანგარიშებისას საკონტაქტო ნაკერის წინაღობა ძვრაზე მიიღება ტოლი

$$R_{sh} = \chi_{n1} R_{sh,n} + \chi_{n2} R_{sh,s}, \quad (75)$$

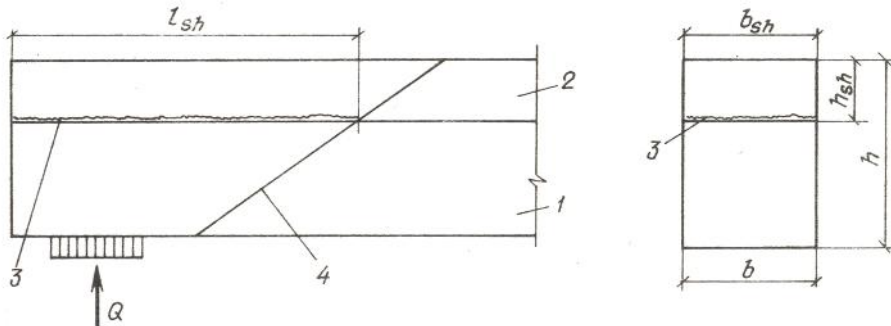
კოეფიციენტების  $\gamma_{n1}$  და  $\gamma_{n2}$  სიდიდეები ტოლია:

- თუ  $R_{sh,n} \geq R_{sh,s}$ , მაშინ  $\gamma_{n1} = 1,0$ , ხოლო  $\gamma_{n2} = 0,5$ ;
- თუ  $R_{sh,n} < R_{sh,s}$ , მაშინ  $\gamma_{n1} = 0,5$ , ხოლო  $\gamma_{n2} = 1,0$ .

2.31. ნაკერის წინაღობა ძვრაზე  $R_{sh,b}$  შეჭიდულობის, მექანიკური შეჭიდვისა და ბეტონის მოჭიმვისაგან განისაზღვრება ფორმულით

$$R_{sh,b} = \chi_{b1} \chi_{b2} \chi_{b3} R_{bt} \left( 1 + \chi_{b4} \frac{\tau_{bm}}{R_{bt}} \right), \quad (76)$$

სადაც  $R_{bt}$  – მონოლითური ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა გაჭიმვაზე;



ნახ. 13. საკონტაქტო ნაკერში მოქმედი ადგილობრივი მკუმშავი ძაბვების განსაზღვრის სქემა

1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი; 3 - საკონტაქტო ნაკერი; 4 - დახრილი კვეთი.

$\chi_{b1}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვის ზემოქმედებას; მისი მნიშვნელობა ბრტყელი, ხორკლიანი, განივი არმატურით არმირებული კონტაქტისთვის მიიღება:

- დატვირთვის ციკლის ასიმეტრიის კოეფიციენტისას ...=0,3 –  $\chi_{b1}=0,65$ ;
- დატვირთვის ციკლის ასიმეტრიის კოეფიციენტისას ...=0,6 –  $\chi_{b1}=0,75$ ;

$\chi_{b2}=0,75$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთვის ხანგრძლივ ქმედებას;

$\chi_{b3}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საკონტაქტო ნაკერის ზედაპირის მდგომარეობის გავლენას ბეტონის შეჭიდულობაზე და მიიღება 1 ცხრილის მიხედვით;

$\chi_{b4}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საკონტაქტო ნაკერის ზედაპირის მდგომარეობის გავლენას ბეტონის მოჭიმვისას და მიიღება 1 ცხრილის მიხედვით;

$\tau_{b,m}$  – საკონტაქტო ნაკერის მოჭიმვის ძაბვის საშუალო მნიშვნელობაა (ნახ. 13), რომლის სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$\tau_{b,m} = \frac{Q}{b_{sh} \cdot l_{sh}}, \quad (77)$$

აქ  $Q$  – საყრდენი რეაქციაა;  $b_{sh}$ ,  $l_{sh}$  – შესაბამისად ნაკერის ზედაპირის ჰორიზონტალური უბნის სიგანე და ნაკერის ზედაპირის სიგრძეა.

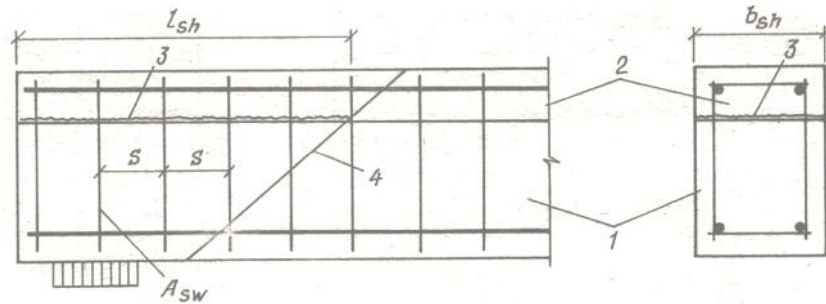
საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის გაანგარიშებისას უჭრი კოჭების ან ფილების შუალედ საყრდენებთან  $\tau_{b,m}=0$ .

შ ე ნ ი შ ნ ა: ბრტყელი გლუვი, აგრეთვე არაარმირებული ბრტყელი კონტაქტის გამოყენება მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვის მოქმედებისას დაუშვებელია.

2.31. ნაკერის წინაღობა ძვრაზე  $R_{sh,s}$  განივი არმატურის მუშაობის ხარჯზე (ნახ. 14) განისაზღვრება ფორმულით

$$R_{sh,s} = 0,65\sqrt{R_b^2 E_s} \cdot \sim_{sw}, \quad (78)$$

მაგრამ არა უმეტეს  $0,7 \sim_{sw} R_s$ .



ნახ. 14. საკონტაქტო ნაკერში განივი არმატურის მიერ ათვისებული ძალებების განსაზღვრის სქემა  
1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი; 3 - საკონტაქტო ნაკერი; 4 - დახრილი კვეთი.

ფორმულაში (78) მიღებული აღნიშვნებია:

$R_b$  – მონოლითური ბეტონის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე;  $E_s$  – განივი არმატურის დრეკადობის მოდულია;  $\sim_{sw}$  – განივი არმატურით საკონტაქტო ნაკერის არმირების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$\sim_{sw} = \frac{A_{sw}}{b_{sh}s}. \quad (79)$$

აქ  $b_{sh}$  – ნაკერის ზედაპირის ჰორიზონტალური უბნის სიგანეა;  $s$  – განივი არმატურის ღეროებს შორის მანძილია.

ცხრილი 1

ასაწყობი ბეტონის კონტაქტის ზედაპირის მდგომარეობა	$\chi_{b3}, \chi_{b4}$ კოეფიციენტების მნიშვნელობა ბეტონის სიმტკიცისას $R_b$ , მგპა				
	0,5	10,0	15,0	20,0	40,0
ზედაპირი გლუვია, კონტაქტი ხორციელდება რამდენიმე სიბრტყეზე	$\frac{0,4}{1,6}$	$\frac{0,6}{1,1}$	$\frac{0,9}{0,7}$	$\frac{1,2}{0,5}$	$\frac{1,0}{0,65}$
იგივე, კონტაქტი ბრტყელია	$\frac{0,3}{2,2}$	$\frac{0,5}{1,3}$	$\frac{0,6}{1,1}$	$\frac{0,6}{1,1}$	$\frac{0,5}{1,3}$
ზედაპირი ხორკლიანია, კონტაქტი ხორციელდება რამდენიმე სიბრტყეზე	$\frac{0,5}{1,3}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{1,2}{0,55}$	$\frac{1,6}{0,4}$	$\frac{1,3}{0,5}$
იგივე, კონტაქტი ბრტყელია	$\frac{0,4}{1,6}$	$\frac{0,7}{0,9}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,8}{0,8}$	$\frac{0,6}{1,1}$

**შენიშვნები:** 1. მრიცხველში მოცემულია  $\chi_{b3}$  ხოლო მნიშვნელობა –  $\chi_{b4}$ .  
2. ნაკერის გლუვ ზედაპირად ითვლება ყალიბების ფიცრული ზედაპირის ანაბეჭდიანი ბეტონის ზედაპირი ან ახალაწყობილ ბეტონის გადაღესილი ზედაპირი, ხორკლიან ზედაპირად ითვლება ნაკერის ზედაპირი ხელოვნურად ან ბუნებრივად შექმნილი გამონაშვებებით სიმალით (ჩაღრმავებებით სიღრმით) 10 მმ და მეტი.  
3. გამონაშვებები სიმალით (ჩაღრმავებები სიღრმით) 10 მმ და მეტი განიხილება როგორც სოგმანი.  
4. ლითონის ყალიბის ანაბეჭდის სახით მიღებული კონტაქტური ნაკერის ბეტონის შეჭიდვისა და მექანიკური ჩაბმის ხარჯზე მიღებული ძვრის წინაღობა მხედველობაში არ მიიღება. ამ შემთხვევაში  $R_{sh,b} = 0,65\sqrt{R_{b,m}}$  მიუხედავად მონოლითური ბეტონის კლასისა.  
5. რამდენიმე სიბრტყეზე კონტაქტის შემთხვევაში რეკომენდებულია წიბოს ზომები  $b_{r1}$  და  $h_{r1}$  მიღებულ იქნას  $0,3b - 0,7b$  ფარგლებში (ნახ. 16).  
6. კოეფიციენტების  $\chi_{b3}$  და  $\chi_{b4}$  შუალედური მნიშვნელობები განისაზღვრება ინტერპოლაციით.

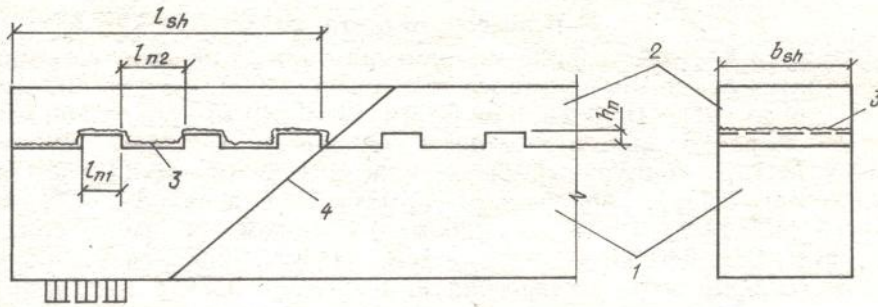
2.32. ნაკერის წინაღობა ძვრაზე ბეტონის განივი თარაზული ან შვეული სოგმანების მუშაობის ხარჯზე (ნახ. 15) განისაზღვრება ფორმულებით:

$$R_{sh,n} = \frac{2R_{bij} b_n l_{nj} n}{b_{sh} l_{sh}} \quad (80)$$

და

$$R_{sh,n} = \frac{R_{bj} b_n l_n n}{b_{sh} l_{sh}} \quad (81)$$

და საანგარიშოდ მიიღება მათ შორის ნაკლები მნიშვნელობა.



ნახ. 15. საკონტაქტო ნაკერში სოგმანებით ათვისებული ძვრის ძალვის განსასაზღვრელი სქემა

განგარიშებისას მხედველობაში მიიღება სოგმანების სიმტკიცე როგორც ასაწყობი ელემენტისა ( $R_{b1}, R_{bt1}, l_{n1}$ ), ისევე მონოლითური ბეტონისა ( $R_{b2}, R_{bt2}, l_{n2}$ ).

ფორმულებში (80) და (81) მიღებულია აღნიშვნები:

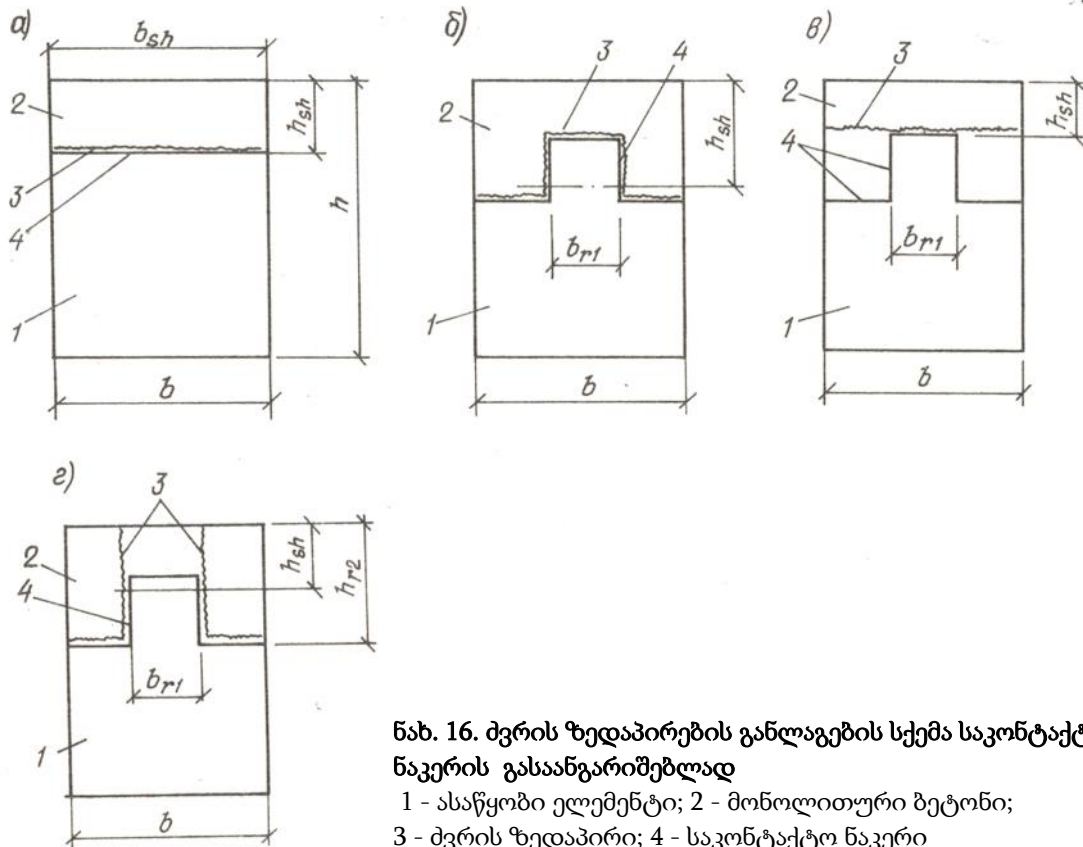
$R_{bj}, R_{btj}$  – სოგმანების ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა შესაბამისად კუმშვაზე და გაჭიმვაზე;

$b_n, h_n, l_{nj}$  – სოგმანების სიგაზე, სიმაღლე და სიგრძეა;

$n$  – ანგარიშში შეყვანილი სოგმანების რაოდენობაა.

ანგარიშში შეყვანილი სამკუთხა სოგმანების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 6, ხოლო მართკუთხა და ტრაპეციული ფორმის სოგმანების რაოდენობა – 3.

2.33. ძვრის ზედაპირის საანგარიშო სიგანე  $b_{sh}$  განისაზღვრება საკონტაქტო ნაკერის ხასიათიდან გამომდინარე (ბრტყელი ან წიბოვანი, ნახ. 16).



ნახ. 16. ძვრის ზედაპირების განლაგების სქემა საკონტაქტო ნაკერის გასაანგარიშებლად

1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი;

3 - ძვრის ზედაპირი; 4 - საკონტაქტო ნაკერი

ბრტყელი საკონტაქტო ნაკერის შემთხვევაში (ნახ. 16ა) საანგარიშო სიგანე  $b_{sh}$  მიიღება ასაწყობი ელემენტისა და მონოლითური ბეტონის შეუღლების ადგილზე კონტაქტის სიგანის ტოლი  $b_{sh}=b$ .

გრძივი წიბოს მქონე წიბოვანი საკონტაქტო ნაკერის შემთხვევაში საანგარიშო სიგანე  $b_{sh}$  მიიღება ძვრის ყველაზე სახიფათო ზედაპირის შესაბამისად: კონსტაქტის მთელი ზედაპირის მიხედვით (ნახ. 16ბ)  $b_{sh}=b+2h_{r1}$ , ან ზედაპირის მიხედვით, რომელიც მოიცავს კონტაქტის ზედაპირსა და მონოლითურ ბეტონს (ნახ. 16გ,დ)  $b_{sh}=b$  ან  $b_{sh}=b-b_{r1}+2h_{r2}$ .

საკონტაქტო ნაკერის საანგარიშო მდებარეობა ელემენტის სიმაღლის მიხედვით  $h_{sh}$  მიიღება ძვრის საანგარიშო ზედაპირის კონტურის სიმძიმის ცენტრის დონეზე (ნახ. 16).

### ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება გამძლეობაზე

2.34. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება გამძლეობაზე სწარმოებს ასაწყობი ელემენტის ბეტონში, მონოლითურ ბეტონში და არმატურაში მოქმედი ძაბვების შედარების გზით შესაბამის საანგარიშო წინააღობებთან, რომლებიც გამრავლებულია თავ-თავის მუშაობის კოეფიციენტზე  $\chi_{bf}$  და  $\chi_{s3}$ , რომელთა მნიშვნელობები მიიღება ბეტონისთვის [1]-ის მე-16 ცხრილის და არმატურისთვის [1]-ის 25-ე ცხრილის მიხედვით, ხოლო არმატურის შედუღებით შეერთებების შემთხვევაში – მუშაობის პირობის კოეფიციენტზე  $\chi_{s4}$  გამრავლებითაც (იხ. [1]-ის 26-ე ცხრილი).

ძაბვები ბეტონში და არმატურაში მონოლითური ბეტონის მიერ როგორც საპროექტო სიმტკიცის მიღებამდე, ისე მას შემდეგაც, გაიანგარიშება როგორც მყარი ტანისთვის (დაყვანილი კვეთების მიხედვით) გარე ძალების და წინასწარი დამაბვის ძალების მოქმედებისას.

კონსტრუქციის შეკუმშულ ზონაში მონოლითური ბეტონის მიერ წინასწარ განსაზღვრული სიმტკიცის მიღების შემდეგ არადრეკადი დეფორმაციები გაითვალისწინება ბეტონის დრეკადობის მოდულის შემცირებით, რისთვისაც არმატურის ბეტონზე დაყვანის კოეფიციენტი  $r'_f$  მიიღება [1]-ის პ. 3.47 თანახმად და მონოლითური ბეტონისა ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანის კოეფიციენტი კი –  $r'_1/r'_2$  ფარდობის ტოლი.

2.35. ელემენტის გრძივი ღერძის მართობული კვეთების გაანგარიშება გამძლეობაზე სრულდება პირობიდან:

- შეკუმშული ბეტონისათვის

$$\dagger_{b, \max 1} \leq R_{b1} \quad (82)$$

$$\dagger_{b, \max 2} \leq R_{b2} \quad (83)$$

- გაჭიმული არმატურისთვის

$$\dagger_{s, \max} \leq R_s \quad (84)$$

(82) – (84) პირობებში მიღებულია აღნიშვნები:

$\dagger_{b, \max 1}$ ,  $\dagger_{b, \max 2}$  – მაქსიმალური ნორმალური ძაბვებია შესაბამისად ასაწყობი ელემენტის ბეტონსა და მონოლითური ბეტონში, რომლებიც გაიანგარიშება ქვემოთ მოყვანილი მითითებების მიხედვით;  $\dagger_{s, \max}$  – მაქსიმალური ნორმალური ძაბვაა გაჭიმულ არმატურაში.

მაქსიმალური ძაბვები ბეტონში და არმატურაში გამოითვლება შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$\dagger_{b, \max 1} = \frac{M}{I'_{red}}(x_0 - h + h_1) + \frac{N_{tot}}{A'_{red}}; \quad (85)$$

$$\dagger_{b, \max 2} = \left( \frac{M}{I'_{red}} x_0 + \frac{N_{tot}}{A'_{red}} \right) \frac{r'_1}{r'_2} - \dagger_{b2}; \quad (86)$$

$$\dagger_{s,\max} = \left[ \frac{M}{I'_{red}} (h_0 - x_0) - \frac{N_{tot}}{A'_{red}} \right] r'_1 + \dagger_{sp}, \quad (87)$$

სადაც ღუნვადი კონსტრუქციებისთვის

$$M = M_1 + P(e_{sp} - h_0 + x_0) + M_{2,\max} + M_f + N_f(x_0 - y'_2); \quad (88)$$

$$N_{tot} = P + N_f \quad (89)$$

არაცენტრულად შეკუმშული და გაჭიმული კონსტრუქციებისთვის

$$M = M_1 + P(e_{sp} - h_0 + x_0) + N_{2,\max} e_0 + M_f + N_f(x_0 - y'_2); \quad (90)$$

$$N_{tot} = P \pm N_{2,\max} + N_f. \quad (91)$$

ნიშანი „პლუსი“ ძალის  $N_{2,\max}$  წინ მიიღება თუ იგი მკუმშავია, ხოლო „მინუსი“ – როდესაც იგი გამჭიმავია.

ფორმულებში (85) – (91) მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$x_0$  – მანძილია კონსტრუქციის განაპირა შეკუმშული ბოჭკოდან მისი დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრამდე ( $r'_1$  და  $r'_2$  კოეფიციენტების გათვალისწინებით);  $e_{sp}$  – მანძილია არმატურის წინასწარი დამაბვის ძალვის ტოლქმედის მოდების წერტილიდან კვეთის მუშა სიმაღლის  $h_0$  შესაბამისი არმატურის სიმძიმის ცენტრამდე;  $y'_2$  – მანძილია  $N'_f$  ძალვის მოდების წერტილიდან ელემენტის განაპირა შეკუმშულ ბოჭკომდე.

$M_f$  და  $N_f$  მნიშვნელობები განისაზღვრება წინამდებარე სახელმძღვანელოს (133), (134) ან (136) ფორმულებით დატვირთვის მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტით  $\chi_f > 1$  იმის გათვალისწინებით, რომ  $r_2 E_{b1}$  შეიცვლება  $\frac{E_s}{r'_2}$ -ით და  $r_2$  კი ფარდობით  $\frac{r'_1}{r'_2}$ .

ფორმულაში (86):

- ასაწყობ ელემენტში ბზარების გაჩენის გარეშე სანამ მონოლითური ბეტონი მიიღებს წინასწარ განსაზღვრულ სიმტკიცეს

$$\dagger_{b2} = \left[ \dagger'_{b1} + \frac{h-h_1}{h_1} (\dagger'_{b1} - \dagger_{b1}) \right] \frac{r'_1}{r'_2}, \quad (92)$$

სადაც  $\dagger'_{b1}$  და  $\dagger_{b1}$  – ძაბვაა ასაწყობი ელემენტის ყველაზე დამაბული და ყველაზე ნაკლებად დამაბული ბოჭკოებში მონოლითური ბეტონის მიერ მოცემული სიმტკიცის აღების მომენტისთვის, რომელიც განისაზღვრება დრეკადი მასალების წინაღობის ფორმულების მიხედვით როცა  $\chi_f > 1$ ;

- ბზარებიან ასაწყობ ელემენტში კი

$$\dagger_{b2} = \frac{r'_1}{r'_2} E_{b1} \left( \frac{1}{r} \right)_1 (h - h_1 + x_1), \quad (93)$$

სადაც  $x_1$  და  $\left( \frac{1}{r} \right)_1$  განისაზღვრება წინამდებარე სახელმძღვანელოს პ. 4.4-ის მიხედვით როცა  $\chi_f > 1$ .

კვეთის დაყვანილი მახასიათებლები  $A'_{red}$ ,  $S'_{red}$  და  $I'_{red}$  განისაზღვრება შემდეგნაირად.

თუ კვეთში არ წარმოიქმნება ნორმალური ბზარები, ანუ სრულდება პირობა წინამდებარე სახელმძღვანელოს პ. 3.5-ის მიხედვით  $R_{bt, ser1}$ -ის შეცვლისას  $R_{btr1}$ -ზე და  $R_{bt, ser2}$ -ის შეცვლისას  $R_{btr2}$ -ზე, დაყვანილი კვეთი შეიცავს ბეტონების სრული კვეთების ფართობებსა (ასაწყობი და მონოლითურისა) და მთელი გრძივი არმატურის განივკვეთის ფართობს გამრავლებულს დაყვანის კოეფიციენტზე  $r'_1$ .

თუ განივკვეთში წარმოიქმნება ნორმალური ბზარები, დაყვანილი ფართობი შეიცავს შეკუმშულ ზონაში მყოფი ბეტონების ფართს და მთელი გრძივი არმატურის განივკვეთის ფართობს გამრავლებულს დაყვანის კოეფიციენტზე  $r'_1$ .

უკანასკნელ შემთხვევაში შეკუმშული ზონის სიმაღლე განისაზღვრება განტოლებიდან

$$\frac{M}{N_{tot}} = \frac{I_{b1} + \frac{r'_1}{r'_2} I_{b2} + r'_1 \sum_{i=1}^k I_{si}}{S_{b1} + \frac{r'_1}{r'_2} S_{b2} - r'_1 \sum_{i=1}^k A_{si} (h_{0i} - x)}, \quad (94)$$

სადაც  $M$  – განისაზღვრება (88) ან (90) ფორმულიდან  $x_0$ -ის შეცვლით  $x_1$ -ზე;  $N_{tot}$  – განისაზღვრება (89) ან (91) ფორმულით;  $I_{b1}$  – ასაწყობი ელემენტის შეკუმშული ზონის ინერციის მომენტია ნულოვანი წირის მიმართ;  $I_{b2}$  – იგივეა მონოლითური ბეტონისათვის;  $I_{si}$  – არმატურის  $i$ -ური ღეროს განივკვეთის ფართობის ინერციის მომენტია ნულოვანი წირის მიმართ;  $S_{b1}$  და  $S_{b2}$  – შეკუმშული ზონის სტატიკური მომენტია ნულოვანი წირის მიმართ შესაბამისად ასაწყობი ელემენტისთვის და მონოლითური ბეტონისათვის;  $A_{si}$  – არმატურის  $i$ -ური ღეროს განივკვეთის ფართობია;  $h_{0i}$  – მანძილია ელემენტის შეკუმშული განაპირა ბოჭკოდან არმატურის  $i$ -ური ღეროს განივკვეთის სიმძიმის ცენტრამდე.

2.36. ციკლის ასიმეტრიის კოეფიციენტი გამოითვლება შემდეგნაირად:

- ბეტონებისათვის

$$\dots b_1 = \frac{\dagger_{b,\min 1}}{\dagger_{b,\max 1}}; \quad (95)$$

$$\dots b_2 = \frac{\dagger_{b,\min 2}}{\dagger_{b,\max 2}}, \quad (96)$$

- არმატურისთვის

$$\dagger_s = \frac{\dagger_{s,\min}}{\dagger_{s,\max}}, \quad (97)$$

ფორმულებში (95) – (97) მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$\dagger_{b,\min 1}$ ,  $\dagger_{b,\min 2}$ ,  $\dagger_{s,\min}$  – ნორმალური ძაბვებია შესაბამისად ასაწყობი ელემენტის ბეტონში მისი ყველაზე დაბალი (შეკუმშული) ბოჭკოს დონეზე და მონოლითურ ბეტონში კონსტრუქციის განაპირა შეკუმშული წიბოს დონეზე, აგრეთვე გაჭიმულ არმატურაში, ძაბვები განისაზღვრება (85) – (94) ფორმულებით,  $M_{2\max} (N_{2\max})$ -ის  $M_{2\min} (N_{2\min})$ -ზე შეცვლის გათვალისწინებით, სადაც  $M_{2\min} (N_{2\min})$  – გარეგანი ძალვის მინიმალური მნიშვნელობაა ციკლის ფარგლებში, რომელიც გადაეცემა მონოლითურ ბეტონს მოცემული სიმტკიცის მიღების შემდეგ.

შეკუმშული ბეტონის მიხედვით შემოწმებულ ზონაში, მრავალჯერ განმეორადებული დატვირთვის ზემოქმედებისას უნდა თავიდან იყოს აცილებული გამჭიმავი ძაბვების წარმოქმნა. შეკუმშული არმატურა გამძლეობაზე არ მოწმდება.

2.37. გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი კვეთების გაანგარიშება ხდება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 49 მიხედვით.



არაცენტრულად შეკუმშული და ღუნვადი კონსტრუქციებისათვის

$$r = \left\{ \frac{W_{red}}{A_{red}} = \{ a_n, \right. \quad (102)$$

სადაც კოეფიციენტი  $\{$  ტოლია

$$\{ = 1,6 - \frac{\dagger'_{b2}}{R_{b,ser2}}, \quad (103)$$

ხოლო  $\dagger'_{b2}$  – ძაბვებია მონოლითური ბეტონის განაპირა შეკუმშულ ბოჭკოებში, ამასთან უნდა სრულდებოდეს პირობა  $0,7 \{ < 1$ .

არაცენტრულად გაჭიმული კონსტრუქციებისთვის

$$r = \frac{W_{red}}{A_{red}} = a_n. \quad (104)$$

$\dagger'_{b2}$ -ის რიცხვით მნიშვნელობას განსაზღვრავენ ფორმულით

$$\dagger'_{b2} = \frac{\Gamma_2 y'_{red}}{y_{red}} (\dagger_{b1} + 2R_{bt,ser1}), \quad (105)$$

სადაც  $\dagger_{b1}$  – ძაბვებია ასაწყობი ელემენტის ყველაზე მოჭიმულ ბოჭკოებში მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 1.28 პუნქტის მიხედვით;  $y'_{red}$ ,  $y_{red}$  – კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კვეთის სიმძიმის ცენტრიდან მანძილია შესაბამისად აღნიშნული კვეთის ყველაზე გაჭიმულ და შეკუმშულ ბოჭკოებამდე.

მომენტის სიდიდე, რომელსაც ითვისებს კონსტრუქციის კვეთი ნორმალური ბზარების წარმოქმნისას, განისაზღვრება ფორმულით

$$M_{crc} = M_{rp} + R_{bt,ser1} W_{pl}, \quad (106)$$

სადაც

$$M_{rp} = P(e_{0p} + r_1) \frac{rA_{red}}{W_{red1}} + M_1 \left( 1 - \frac{rA_{red}}{W_{red1}} \right) \quad (107)$$

$r_1$  – მანძილია ასაწყობი ელემენტის დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრიდან ამ კვეთის გაჭიმული ზონიდან (რომლის ბზარწარმოქმნაც მოწმდება) ყველაზე დაშორებულ ბირთვულ (პირობით) წერტილამდე.

თუ ასაწყობი ელემენტი ხვდება კონსტრუქციის შეკუმშულ ზონაში, მაშინ

$$r_1 = \left\{ \frac{W_{red1}}{A_{red1}} = \{ a_{n1}, \right. \quad (108)$$

$$\{ = 1,6 - \frac{\dagger'_{b1} + \dagger'_{b}}{R_{b,ser1}}, \quad (109)$$

სადაც  $\dagger'_{b1}$  – ძაბვაა ასაწყობი ელემენტის ყველაზე ნაკლებ დაძაბული ბოჭკოებში მონოლითური ბეტონის მიერ მოთხოვნილი სიმტკიცის მიღწევის მომენტისთვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 1.28-ის შესაბამისად;  $\dagger'_{b}$  – ძაბვებია ასაწყობი ელემენტის განაპირა შეკუმშულ ბოჭკოებში გარე დატვირთვისაგან, რომლებიც მოდებულ იქნა ელემენტზე მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღწევის შემდეგ, ამასთან უნდა სრულდებოდეს პირობა  $0,75 \{ < 1$ .

თუ ასაწყობი ელემენტი არ ხვდება კონსტრუქციის შეკუმშულ ზონაში, მაშინ  $r_1 = a_{n1}$ .

$\dagger'_{b}$ -ის რიცხვით მნიშვნელობას განსაზღვრავენ ფორმულით

$$\dagger'_b = \frac{y'_{red1}}{y_{red1}} (\dagger_{b1} + 2R_{bt,ser1}), \quad (110)$$

სადაც  $y'_{red1}$ ,  $y_{red1}$  – კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კვეთის სიმძიმის ცენტრიდან მანძილია შესაბამისად აღნიშნული კვეთის ყველაზე გაჭიმულ და შეკუმშულ ბოჭკოებამდე.

3.4.  $W_{pl}$  მნიშვნელობას განსაზღვრავენ ფორმულით

$$W_{pl} = \frac{2(I_{b0} + r_1 I_{s0} + r_1' I'_{s0})}{h-x} + S_{b0}. \quad (111)$$

კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კვეთის ნულოვანი წირის მდებარეობა განისაზღვრება პირობიდან

$$S'_{b0} + r_1 S'_{s0} - r_1 S_{s0} - 0,5(h-x)A_{bt} = 0 \quad (112)$$

ფორმულებში (111) და (112) მიღებულია აღნიშვნები:

$I_{b0}$  – კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი განივკვეთის შეკუმშული ზონის ფართის ინერციის მომენტია მისი ნულოვანი წირის მიმართ;  $I_{s0}$ ,  $I'_{s0}$  – შესაბამისად  $S$  და  $S'$  არმატურის განივკვეთების ფართების ინერციის მომენტებია ნულოვანი წირის მიმართ;  $S_{s0}$ ,  $S'_{s0}$  – შესაბამისად  $S$  და  $S'$  არმატურის განივკვეთების ფართობების სტატიკური მომენტებია ნულოვანი წირის მიმართ;  $S_{b0}$ ,  $S'_{b0}$  – შესაბამისად კონსტრუქციის კვეთის გაჭიმული და შეკუმშული ზონის ფართობების სტატიკური მომენტებია ნულოვანი წირის მიმართ;  $A_{bt}$  – გაჭიმული ბეტონის ფართობია კონსტრუქციის კვეთში, რომელიც ასაწყობი ელემენტის ბეტონზეა დაყვანილი.

თუ მონოლითური ბეტონი ხვდება კონსტრუქციის გაჭიმულ ზონაში და არ სრულდება პირობა

$$h-h_0 \geq y_{red} \left( 1 - \frac{2r_2 R_{bt,ser2}}{\dagger_{b1} + 2R_{bt,ser1}} \right), \quad (113)$$

$S_{b0}$  და  $A_{bt}$  რიცხვითი მნიშვნელობები გამოითვლება მონოლითური ბეტონის გათვალისწინების გარეშე.

ფორმულაში (113) სიდიდე  $\dagger_{b1}$  წარმოადგენს ძაბვის სიდიდეს ასაწყობი ელემენტის ყველაზე მოჭიმულ ბოჭკოებში მონოლითური ბეტონის მიერ მოცემული სიმტკიცის მიღწევის მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება ცნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 1.28 მიხედვით.

3.5. გაანგარიშებას ბზარების წარმოქმნაზე მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვის მოქმედებისას ახდენენ პირობიდან:

$$\dagger_{bt1} \leq R_{bt,ser1} \quad (114)$$

$$\dagger_{bt2} \leq R_{bt,ser2} \quad (115)$$

სადაც  $\dagger_{bt1}$  და  $\dagger_{bt2}$  – მაქსიმალური ნორმალური გამჭიმავი ძაბვებია ასაწყობი ელემენტის ბეტონში და მონოლითურ ბეტონში, რომლების განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

$$\dagger_{bt1} = \frac{M}{I_{red}} y_0 - \frac{N_{tot}}{A_{red}} \quad (116)$$

$$\dagger_{bt2} = \frac{r'_1}{r'_2} \left[ \frac{M}{I_{red}} (y_0 - a) - \frac{N_{tot}}{A_{red}} - \dagger_{b1} \left( 1 - \frac{a}{h_1} \right) - \dagger'_{b1} \frac{a}{h_1} \right] \quad (117)$$

ფორმულებში (116) და (117) მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$A_{red}$  – კონსტრუქციის განივკვეთის დაყვანილი ფართობია, რომელიც შეიცავს ბეტონების სრულ განივკვეთს (ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილს) და მთელი არმატურის განივი კვეთის ფართობს, გამრავლებულს დაყვანის კოეფიციენტზე  $\gamma_1'$ ;  $I_{red}$  – აღნიშნული ფართობის საკუთარი ინერციის მომენტი;  $y_0$  – მანძილია კონსტრუქციის გაჭიმული წახნაგიდან დაყვანილი კვეთის ნულოვან წირამდე;  $a$  – მანძილია კონსტრუქციის გაჭიმული წახნაგიდან მონოლითური ბეტონის გაჭიმულ განაპირა ბოჭკომდე.

$M_f$  და  $N_f$  მნიშვნელობები განისაზღვრება  $\gamma_f = 1$  სიდიდისას (133) და (134) ფორმულის მიხედვით პ. 2.35 მოთხოვნების გათვალისწინებით.

ბეტონის წინაღობა გაჭიმვაზე  $R_{bt,ser1}$  და  $R_{bt,ser2}$  ფორმულებში (114) და (115) შედის მუშაობის პირობის კოეფიციენტით  $\gamma_{b1}$ , რომლის სიდიდე მიიღება სნ და წ 2.03.01-84-ის მე-16 ცხრილის მიხედვით.

### გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების წრმოქმნაზე

3.6. დახრილი ბზარების წრმოქმნაზე გაანგარიშება სწარმოებს პირობიდან

$$\tau_{mt} \leq \chi_{b4} R_{bt,ser1} \quad (118)$$

სადაც

$$\chi_{b4} = \frac{1 - \tau_{mc} / R_{b,ser1}}{0,2 + \tau B} \leq 1 \quad (119)$$

აქ  $\tau$  – კოეფიციენტი, რომელიც მძიმე ბეტონისთვის მიიღება 0,01; ამასთან უნდა დაკმაყოფილდეს პირობა  $\tau B \leq 0,3$ ;  $B$  – ბეტონის კლასია კუმშვაზე სიმტკიცის მიხედვით ასაწყობი ელემენტის ბეტონისათვის, მგპა.

თუ ასაწყობი ელემენტი ხვდება კონსტრუქციის შეკუმშულ ზონაში, მაშინ შემოწმებას ბზარების წრმოქმნაზე ახდენენ ასაწყობი ელემენტის დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრის დონეზე და ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კონსტრუქციის კვეთის სიმძიმის ცენტრის დონეზე, ხოლო ტესებრ და ორტესებრ ელემენტებისათვის – გაჭიმულ წიბოსთან შეკუმშული თაროს შეპირაპირების ხაზზეც.

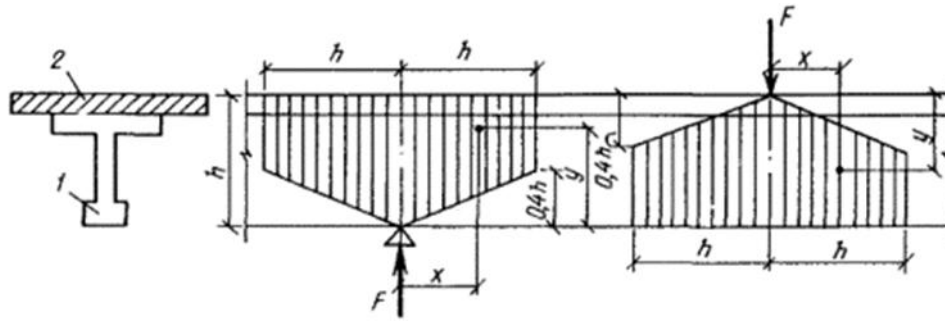
თუ ასაწყობი ელემენტი არ ხვდება კონსტრუქციის შეკუმშულ ზონაში, მაშინ ბზარების წრმოქმნაზე კვეთის შემოწმებას ახდენენ ასაწყობი ელემენტის დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრის დონეზე.

ასაწყობი ელემენტის ბეტონში მთავარი გამჭიმავი და მთავარი მკუმშავი ძაბვების მნიშვნელობები  $\tau_{mt}$  და  $\tau_{mc}$  განისაზღვრება ფორმულით

$$\tau_{mc} = 0,5(\tau_{x1} + \tau_x + \tau_{y1} + \tau_y) \pm 0,5\sqrt{(\tau_{x1} + \tau_x - \tau_{y1} - \tau_y)^2 + 4(\tau_{xy1} + \tau_{xy})^2} \quad (120)$$

სადაც  $\tau_{x1}$  – ნორმალური ძაბვებია ასაწყობი ელემენტის ბეტონში ბაქანზე, რომელიც პერპენდიკულარულია კონსტრუქციის გრძივი ღერძისა, წინასწარი დამაბვისა და გარე ძალების მოქმედებისაგან, რომლებიც მოდებულია მონოლითურ ბეტონზე საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისთვის და რომლებიც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.11-ის შესაბამისად;  $\tau_x$  – იგივეა გარე დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოდებულია მონოლითურ ბეტონზე მის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების შემდეგ;  $\tau_{y1}$  – ასაწყობი ელემენტის ბეტონში მოქმედი ადგილობრივი მკუმშავი ძაბვებია კონსტრუქციის გრძივი ღერძის პალალურ ბაქანზე გამოწვეული მრუდწირული დამაბული არმატურის წინასწარი მოჭიმვის ძალებით და გარე დატვირთვებით (ან საყრდენი

რეაქციებით), რომლებიც მოქმედებენ მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისთვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.11 პუნქტის თანახმად;  $\tau_y$  – იგივე გარე დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოდებულია კონსტრუქციაზე მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღების შემდეგ (ნახ. 18);  $\tau_{xy1}$  – ასაწყობი ელემენტის ბეტონში მოქმედი მხები ძაბვებია გამოწვეული მრუდწირული დაძაბული არმატურის წინასწარი მოჭიმვის ძალებით და გარე დატვირთვებით, რომლებიც მოქმედებენ მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისთვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.11 პუნქტის თანახმად;  $\tau_{xy}$  – იგივე გარე დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოდებულია კონსტრუქციაზე მონოლითური



ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღების შემდეგ.

**ნახ. 18. ადგილობრივი მკუმშავი ძაბვების განაწილების სქემა საყრდენი რეაქციების და შეყურსული ძალების მოდების ადგილის სიახლოვეს**  
1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი.

ასაწყობი ელემენტის დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრის დონისათვის

$$\tau_x = \frac{N_2}{A_{red}} \pm \frac{M_2}{I_{red}} y_1, \quad (121)$$

სადაც  $y_1$  – მანძილია ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი კონსტრუქციის კვეთის სიმძიმის ცენტრიდან აღნიშნული ელემენტის დაყვანილი კვეთის სიმძიმის ცენტრამდე.

ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი კონსტრუქციის კვეთის სიმძიმის ცენტრის დონისათვის

$$\tau_x = \frac{N_2}{A_{red}} \quad (122)$$

როდესაც  $y=0,4h$  და  $x = 2,5y$ , მაშინ

$$\tau_y = \frac{0,4F}{bh} \left( \frac{h}{y} - 1 \right) \left( 1 - 0,4 \frac{x}{y} \right); \quad (123)$$

ხოლო როდესაც  $y=0,4h$  და  $x = h$ , მაშინ

$$\tau_y = \frac{F}{bh} \left( 1 - \frac{y}{h} \right) \left( 1 - \frac{x}{h} \right). \quad (124)$$

მხები ძაბვები  $\tau_{xy}$  განისაზღვრება ფორმულით

$$\tau_{xy} = \frac{Q_2 S}{b I_{red}}, \quad (125)$$

სადაც  $S$  – სტატიკური მომენტია ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი კონსტრუქციის კვეთის ნაწილისა, რომელიც განლაგებულია ბზარების წარმოქმნაზე შემოწმების დონის ზევით, აღნიშნული კვეთის სიმძიმის ძალის ცენტრზე გამავალი ღერძის მიმართ;  $b$  – კონსტრუქციის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი კვეთის სიგანეა დონეზე, სადაც ხდება ბზარის წარმოქმნაზე შემოწმება.

ძაბვები  $\dot{t}_x$  და  $\dot{t}_y$  ჩაისმება (120) ფორმულაში პლუს ნიშნით თუ ისინი გამჭიმავია, და მინუს ნიშნით – თუ ისინი მკუმშავია. ძაბვა  $\dot{t}_{mc}$  ფორმულაში (119) მიიღება აბსოლუტური სიდიდით.

ტესებრი და ორტესებრი კვეთის ასაწყობი ელემენტებისას, როდესაც ფილასა და წიბოს შეუღლებაში არის ცერობა, მისი წიბოსთან შეუღლების ადგილას უნდა შემოწმდეს აგრეთვე  $\dot{t}_{mt}$  მნიშვნელობა.

3.7. მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვის მოქმედებისას ბზარების გახსნაზე ანგარიში ხდება წინამდებარე სახელმძღვანელოს 3.6 პუნქტის მიხედვით, ამასთან საანგარიშო წინაღობები  $R_{bt,ser1}$  და  $R_{b,ser1}$  გაანგარიშებაში შედის მუშაობის პირობის კოეფიციენტით  $X_{b1}$  რომელიც მიიღება სნ და წ 2.03.01-84-ის მე-16 ცხრილის მიხედვით.

### გაანგარიშება ბზარების გახსნაზე

3.8. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციები გაიანგარიშება ბზარების გახსნაზე ასაწყობ ელემენტებში კონსტრუქციის გრძივი ღერძისადმი ნორმალურ კვეთებში და დახრილ კვეთებში – მაქსიმალური მთავარი გამჭიმავი ძაბვების მოქმედების ზონაში.

3.9. გაანგარიშება ბზარების გახსნაზე სრულდება სნ და წ 2.03.01-84-ის 1.16 და 1.17 პუნქტების მიხედვით და წინამდებარე სახელმძღვანელოს 3.10 და 3.11 პუნქტების შესაბამისად.

#### გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძისადმი ნორმალური ბზარების გახსნაზე

3.10. ნორმალური ბზარების გახსნის სიდიდე, მმ-ში, განისაზღვრება ფორმულით

$$a_{crc} = u \left\{ \gamma \frac{\dot{t}_s}{E_s} 20(3,5 - 100 \sim_{red})^3 \sqrt{d} \right\}, \quad (126)$$

სადაც  $u$  – კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე მიიღება კონსტრუქციის სახეობის მიხედვით:

- ღუნვად და არაცენტრულად შეკუმშულებისთვის 1,0;
- არაცენტრულად გაჭიმულებისთვის 1,2;

$\gamma$  – კოეფიციენტი, რომლის სიდიდე მიიღება გაანგარიშებაში შემდეგი დატვირთვების გათვალისწინებისას:

- ხანმოკლე ქმედების დატვირთვების და მუდმივი და ხანგრძლივი მოქმედების დატვირთვების არაგანგრძობადი ქმედებისას 1,0;
- მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვებისა, აგრეთვე მუდმივი და ხანგრძლივი მოქმედების დატვირთვების განგრძობადი ქმედებისას მონოლითური ბეტონისათვის:
  - ბუნებრივი ტენიანობისას 1,5;
  - წყალგაჯერებულ მდგომარეობაში 1,2;
  - წყალგაჯერებისა და გამოშრობის მორიგეობისას 1,75;

$\gamma$  – კოეფიციენტი რომელიც მიიღება ტოლი:

- პერიოდული პროფილის ღეროვანი არმატურისთვის 1,0;
- გლუვი ღეროვანი არმატურისთვის 1,3;
- პერიოდული პროფილის მავთულოვანი არმატურისა და ბაგირებისთვის 1,2;
- გლუვი მავთულოვანი არმატურისთვის 1,4;

$\dot{t}_s$  – ძაბვა არმატურის განაპირა რიგის  $S$  ღეროებში მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის ალების შემდეგ მოდებული გარე დატვირთვების ზემოქმედებისაგან;  $\sim$  – ასაწყობი ელემენტების

მენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კონსტრუქციის კვეთის არმირების კოეფიციენტია, რომელიც მიიღება ტოლი  $S$  არმატურის კვეთის ფართობის შეფარდებისა ბეტონის კვეთის ფართობთან (მუშა სიმაღლისას  $h_0$  და თაროს შეკუმშული გამონაშვებების გათვალისწინების გარეშე), მაგრამ არა უმეტეს 0,2.

თუ არმატურის ღეროების განაპირა რიგის კვეთის სიმძიმის ცენტრი დაშორებულია ასაწყობი ელემენტის ყველაზე გაჭიმული ბოჭკოდან  $a_2 > 0,2h$  მანძილზე, მაშინ  $a_{cr}$  მნიშვნელობა უნდა გაიზარდოს მისი გამრავლებით კოეფიციენტზე, რომელიც ტოლია

$$u = \left( \frac{200a_2}{h} - 1 \right) \frac{1}{3} \leq 3. \tag{127}$$

ძაბვები გაჭიმულ არმატურაში განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma_s = \frac{M - N_{tot}z}{A_s z}, \tag{128}$$

სადაც ღუნვადი კონსტრუქციებისთვის (ნახ. 19ა)

$$M = M_1 + P e_{sp} + M_2 + M_f + N_f (h_0 - y'_2); \tag{129}$$

$$N_{tot} = P + N_f; \tag{130}$$

ხოლო არაცენტრულად შეკუმშული და გაჭიმული კონსტრუქციებისთვის (ნახ. 19 ბ,გ)

$$M = M_1 + P e_{sp} + N_2 e_s + M_f + N_f (h_0 - y'_2); \tag{131}$$

$$N_{tot} = P \pm N_2 + N_f. \tag{132}$$

ნიშანი პლუსი  $N_2$  ძალის წინა მიიღება მაშინ თუ ის მკუმშავია და ნიშანი მინუსი – თუ იგი გამჭიმავია.

ფორმულაში (128)  $z$  – მანძილია არმატურის  $S$  განივკვეთის ფართობის სიმძიმის ცენტრიდან კონსტრუქციის კვეთის შეკუმშულ ზონაში მოქმედი ძალების ტოლქმედის მოდების წერტილამდე ზხარის თავზე, რომელიც განისაზღვრება (147) ფორმულით.

ფორმულებში (129) – (132) მიღებულია აღნიშვნები:

$M_f$  და  $N_f$  – ფიქტიური გარე ძალებია, სიდიდით შინაგანი ძალების ტოლი და მათ საწინააღმდეგოდ მიმართული, რომლებიც უნდა წარმოქმნილიყვნენ მონოლითურ ბეტონში, თუ დავუშვებთ, რომ  $P$  და  $M_1$  ძალების მოქმედებით ეს ბეტონი (საჭირო სიმტკიცის მიღების შემდეგ) დეფორმირდებოდა (წინააღმდეგობის გარეშე) ასაწყობ ელემენტთან ერთად.

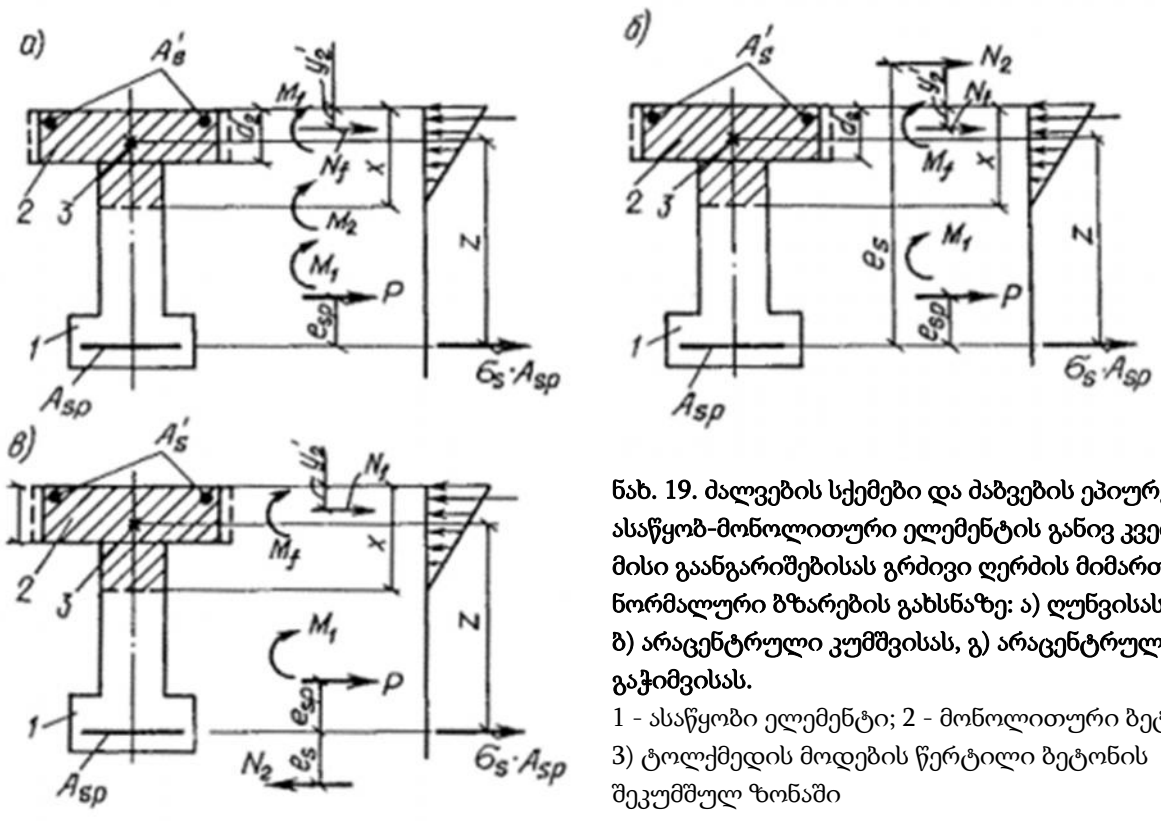
$$M_f = 0,85 r_2 E_{b1} I_2 \left( \frac{1}{r} \right)_1; \tag{133}$$

$$N_f = 0,85 r_2 E_{b1} A_2 (h - y'_2) \left( \frac{1}{r} \right)_1 + \sigma_{b1} r_2 A_2. \tag{134}$$

აქ  $y'_2$  – მანძილია მონოლითური ბეტონის სიმძიმის ცენტრიდან მის განაპირა შეკუმშულ ბოჭკოებამდე;  $(1/r)_1$  – სიმრუდეა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.24 შესაბამისად;  $\sigma_{b1}$  – ძაბვა ასაწყობი ელემენტის ყველაზე მოჭიმულ ბოჭკოებში მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღების მომენტისთვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 1.28 შესაბამისად.

3.11. გარეგანი დატვირთვების მოდებისას დასაშვებია ნორმალური ზხარების წარმოქმნა ასაწყობ ელემენტში მონოლითური ბეტონის გაჭიმული ბოჭკოების მხრიდან საჭირო სიმტკიცის მიღწევამდე.

ნორმალური ზხარების გახსნის სიგანე, მმ-ში, ასაწყობ ელემენტში საწყისი ზხარების არსებობისას, განისაზღვრება ფორმულით



ნახ. 19. ძალების სქემები და ძაბვების ეპიურები ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის განივ კვეთში მისი გაანგარიშებისას გრძივი ღერძის მიმართ ნორმალური ბზარების გახსნაზე: ა) ღუნვისას, ბ) არაცენტრული კუმშვისას, გ) არაცენტრული გაჭიმვისას.  
 1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი; 3) ტოლქმედის მოდების წერტილი ბეტონის შეკუმშულ ზონაში

$$a_{crc} = a_{crc1} \left( 1 + \frac{r_s - r_{s1}}{E_{s1} \dagger_{s1}} \right), \quad (135)$$

სადაც  $a_{crc1}$  – საწყისი ბზარების გახსნის სიგანეა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.14 მიხედვით;  $\dagger_{s1}$  – ძაბვებია არმატურის  $N$  განაპირა რიგის ღეროებში ან (წინასწარი დამაბვის არსებობისას) ძაბვების ნაზრდი გარე დატვირთვების მოქმედებისგან, რომელიც მოედო მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღებამდე, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.15 შესაბამისად;  $E_{s1}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გაჭიმული ბეტონის მუშაობას ბზარებიან უბანზე მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღებამდე, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.29 შესაბამისად.

ძაბვებს გაჭიმულ არმატურაში  $\dagger_s$  განსაზღვრავენ ფორმულით (128), ხოლო ძალებს  $M$  და  $N_{tot}$  – ფორმულით (129) – (132), სადაც

$$M_f = 0,85 r_2 E_{b1} I_2 \left( \frac{1}{r} \right)_1; \quad (136)$$

$$N_f = 0,85 r_2 E_{b1} A_2 (x_1 + d_2 - y'_2) \left( \frac{1}{r} \right)_1 \quad (137)$$

მომენტის ფორმულაში (136)  $\left( \frac{1}{r} \right)_1$  – სიმრუდეა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.27 პუნქტის შესაბამისად. გრძივი ძალის (137) ფორმულაში  $x_1$  ასაწყობი ელემენტის კვეთის შეკუმშული ზონის სიმაღლეა ბზარის თავზე სანამ მონოლითური ბეტონი მიიღებს საჭირო სიმტკიცეს, რაც

განისაღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.28 პუნქტის შესაბამისად;  $d_2$  – მონოლითური უბნის სიმაღლეა ასაწყობი ელემენტის თავზე.

**კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების გახსნის სიდიდის გაანგარიშება**

3.12. გაანგარიშებას დახრილი ბზარების გახსნაზე ახდენენ სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.17 პუნქტის შესაბამისად მონოლითური ბეტონის დაყვანის გათვალისწინებით (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე და (153) ფორმულაში  $Q$  შეცვლით  $Q_2$ -ზე.

**გაანგარიშება ბზარების დახურვაზე**

**გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივ ღერძისადმი ნორმალური ბზარების დახურვაზე**

3.13. ნორმალური ბზარების საიმედო დახურვის უზრუნველსაყოფად მუდმივი და ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვების ზემოქმედებისას უნდა დაცული იყოს შემდეგი მოთხოვნები:

ა) მუდმივი, ხანგრძლივი და ხანმოკლე დატვირთვების ზემოქმედებისას გაჭიმულ ზონაში ბზარებიანი კონსტრუქციის განივი კვეთი უნდა დარჩეს მოჭიმული მუდმივი და ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვების ზემოქმედებისას, რომლებიც შედის გაანგარიშებაში საიმედოობის კოეფიციენტით  $\chi_f=1$ , კუმშვის ნორმალური ძაბვებით  $\dagger_b \geq 0,5$  მგკა კონსტრუქციის გარე დატვირთვებით გაჭიმულ წახნაგზე, სადაც

$$\dagger_b = -\frac{M_2}{I_{red}} y_{red} \pm \frac{N_2}{A_{red}} \tag{138}$$

ნიშანი პლუსი  $N_2$  ძალის წინ გამოიყენება მაშინ, თუ იგი მკუმშავია, ხოლო ნიშანი მინუსი – როდესაც იგი გამჭიმავია.

ეს მოთხოვნა დაცულია, თუ სრულდება პირობა

$$M_r \leq M_{s,crc} \tag{139}$$

სადაც  $M_r$  – გარე ძალების მომენტი (99) – (101) ფორმულების მიხედვით როცა  $r=a_n$ ;  $M_{s,crc}$  – მომენტი რომელსაც ითვისებს კონსტრუქციის კვეთი ბზარის დახურვისას და განისაზღვრება ფორმულით

$$M_{s,crc} = M_{rp} - 0,5W_{red} \tag{140}$$

ბ) არმატურაში  $N$  მუდმივი, ხანგრძლივი და ხანმოკლე დატვირთვებისას (დატვირთვის მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტისას  $\chi_f=1$ ) არ უნდა წარმოიქმნას შეუქცევადი დეფორმაციები, რაც უზრუნველყოფილია შემდეგი პირობის დაცვით

$$\dagger_{sp} + \dagger_s \leq sR_{s,ser} \tag{141}$$

სადაც  $\dagger_{sp}$  – ძაბვებია არმატურაში  $N$  მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისათვის, რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის 1.28 პუნქტის შესაბამისად.

მავთულოვანი არმატურისას კოეფიციენტი  $s$  მიიღება ტოლი 0,8, ხოლო ღეროვანი არმატურის შემთხვევაში – 1,0.

ძაბვის  $\dagger_s$  რიცხობრივი მნიშვნელობა გამოითვლება (128) ფორმულით.

**გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების დახურვაზე**

3.14. დახრილი ბზარები ითვლება საიმედოდ დახურულად, თუ ორივე მთავარი ძაბვა, რომელიც განისაზღვრება (120) ფორმულით, მკუმშავია და მათ შორის უმცირეც არ არის ნაკლები 0,5 მგკა-ზე, ანუ სრულდება პირობა

$$\dagger_{y1} + \dagger_y - \frac{(\dagger_{xy,1} + \dagger_{xy})^2}{\dagger_{x1} + \dagger_x - 0,5} \geq 0,5 \text{ მგპა.} \quad (142)$$

### განგარიშება დეფორმაციებზე

3.15. განგარიშება დეფორმაციებზე სრულდება სნ და წ 2.03.01-84-ის პპ. 4.22 და 4.23 შესაბამისად და წინამდებარე სახელმძღვანელოს 3.16 – 3.18 პუნქტების მიხედვით.

#### ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების სიმრუდის განსაზღვრა გაჭიმულ ზონაში უბზარო უბანზე

3.16. უბნებზე, სადაც არ ჩნდება ნორმალური ბზარები, სიმრუდის სრული სიდიდე ღუნვად, არაცენტრულად შეკუმშულ და არაცენტრულად გაჭიმულ კონსტრუქციებში განისაზღვრება ფორმულთ

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{tot} = \left(\frac{1}{r}\right)_1 + \left(\frac{1}{r}\right)_2 + \left(\frac{1}{r}\right)_3 \quad (143)$$

სადაც  $(1/r)_1$  – სიმრუდეა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების მომენტისთვის რაც განისაზღვრება სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.24 შესაბამისად;  $(1/r)_2$ ,  $(1/r)_3$  – სიმრუდეებია შესაბამისად ხანმოკლე დატვირთვისაგან და ხანგრძლივი და მუდმივი დატვირთვების დროში გავრცობილი ზემოქმედებისაგან, რომელიც მოდებული იქნა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების შემდეგ

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M_2 \{b_2\}}{0,85 E_{b1} I_{red}}; \quad (144)$$

$M_2$  – მომენტი შესაბამისი გარე დატვირთვისაგან, რომელიც მოედო კონსტრუქციას მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღების შემდეგ, ღერძის მიმართ, რომელიც გადის ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კონსტრუქციის კვეთის სიმძიმის ცენტრზე;  $\{b_2\}$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბეტონების ხანგრძლივი ცოცვადობის გავლენას და მიიღება მე-2 ცხრილის თანახმად.

ცხრილი 2

დატვირთვის მოქმედების ხანგრძლივობა	კოეფიციენტი	
	$\{b_2\}$	$\chi_{b1}$
ხანმოკლე ზემოქმედება	1	0,45
ხანგრძლივი ზემოქმედება ჰაერის ტენიანობისას, % 40 – 75	2	0,15
40-ზე ნაკლები	3	0,1

#### ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების სიმრუდის განსაზღვრა გაჭიმულ ზონაში ბზარების მქონე უბანზე

3.17. უბნებზე, სადაც წარმოიქმნება ნორმალური ბზარები, სიმრუდის სრული სიდიდე ღუნვად, არაცენტრულად შეკუმშულ და არაცენტრულად გაჭიმულ კონსტრუქციებში განისაზღვრება ფორმულთ

$$\left(\frac{1}{r}\right)_{tot} = \left(\frac{1}{r}\right)_2 - \left(\frac{1}{r}\right)_3 + \left(\frac{1}{r}\right)_4 \quad (145)$$

სადაც  $(1/r)_2$  – ჯამური სიმრუდეა დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოდებული იქნა კონსტრუქცი-აზე მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღებამდე (მალა  $P$ , მომენტი  $M_1$ ), და

მთელი დატვირთვის ხანმოკლე ზემოქმედებისაგან, რომელიც გადაეცა კონსტრუქციას მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღების შემდეგ;  $(1/r)_2$ ,  $(1/r)_3$  – ჯამური სიმრუდეებია დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოდებული იყოს კონსტრუქციაზე მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღებამდე (ძალა  $P$ , მომენტი  $M_1$ ), და მუდმივი და ხანგრძლივი დატვირთვების, შესაბამისად, არახანგრძლივი და ხანგრძლივი მოქმედებისაგან, რომელიც მოდებული იქნა მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის მიღების შემდეგ

$$\left(\frac{1}{r}\right) = \frac{M}{h_0 z} \left[ \frac{E_s}{E_s A_s} - \frac{E_b}{(\xi_f + \xi + \xi_b) b h_0 E_{b1} \nu_b} \right] - \frac{N_{tot} E_s}{h_0 E_s A_s}; \quad (146)$$

აქ  $z$  – მანძილია არმატურის  $S$  განივი კვეთის ფართობის სიმძიმის ცენტრიდან ბზარის თავზე კონსტრუქციის კვეთის შეკუმშულ ზონაში ძაღვების ტოლქმედის მოდების წერტილამდე

$$z = h_0 \left[ 1 - \frac{\frac{h'_f}{h_0} \xi_f + \xi^2}{2(\xi_f + \xi)} \right] \quad (147)$$

$\xi_s$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გაჭიმული ბეტონის მუშაობას ბზარებიანი ბეტონის უბანზე

$$E_s = 1,25 - \xi_s \xi_m - \frac{1 - \xi_m^2}{(3,5 - 1,8 \xi_m) e_{s,tot} / h_0}; \quad (148)$$

$E_b$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბეტონების დეფორმაციების უთანაბრობას კონსტრუქციის განაპირა შეკუმშული ბოჭკოების დონეზე ბზარიანი უბნის სიგრძეზე,  $E_b = 0,9$ ; კონსტრუქციებისთვის, რომლებიც გაიანგარიშება მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვების ზემოქმედებაზე,  $E_b = 1,0$ ;  $\xi_f$  და  $\xi_b$  – კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით

$$\xi_f = \frac{(b'_f - b) h'_f + \frac{r_1}{2 \nu_b} A'_s}{b h_0}; \quad (149)$$

$$\xi_b = \left( \frac{b_1}{b} - 1 \right) \left( \xi < - \frac{r_2}{h_0} \right) \geq 0; \quad (150)$$

$\xi$  – კონსტრუქციის კვეთის შეკუმშული ზონის ფარდობითი სიმაღლეა

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(\mu + \nu)}{10 - red r_1}} \pm \frac{1,5 + \xi_f}{11,5 \frac{e_{s,tot}}{h_0} \mp 5}; \quad (151)$$

$\nu_b$  – კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს შეკუმშული ზონის ბეტონების დრეკად-პლასტიკურ მდგომარეობას და მიიღება მე-3 ცხრილის მიხედვით;  $b$  და  $b'_f$  – ასაწყობი ელემენტის ბეტონზე დაყვანილი (დრეკადობის მოდულის მიხედვით) კონსტრუქციების ტესებრი და ორტესებრი კვეთების წიბოს მინიმალური სიგანე და შეკუმშული თაროს სიგანეა.

ფორმულაში (148) კოეფიციენტი  $\xi_m$  ტოლია

$$\xi_m = \frac{R_{bt,ser1} W_{pl}}{|\pm M_r \mp M_{rp}|}, \quad (152)$$

ხოლო  $\xi_s$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთვის ქმედების ხანგრძლივობას და მიიღება ტოლი:

დატვირთვის ხანმოკლე მოქმედებისას ღეროვანი და მავთულოვანი გლუვი არმატურისთვის – 1; პერიოდული პროფილის ღეროვანი არმატურისთვის – 1,1; დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედებისას (არმატურის სახეობის მიუხედავად) – 0,8;  $M_r$  და  $M_{rp}$  – წინამდებარე სახელმძღვანელოს 3.3 პუნქტის მიხედვით.

ფორმულაში (151)

$$u = \frac{M}{b_1 h_0^2 \left[ R_{b,ser1} (A_{red1} / A_{red}) + R_{b,ser2} \frac{A_2 E_{b2} / E_{b1}}{A_{red}} \right]}; \quad (153)$$

$$\} = \left\{ f \left( 1 - \frac{h'_f}{2h_0} \right) \right. \quad (154)$$

$$e_{s,tot} = \frac{M}{N_{tot}}. \quad (155)$$

ძაღვები  $M$  და  $N_{tot}$  განისაზღვრება წინამდებარე სახელმძღვანელოს (129) – (132) ფორმულებით.

3.18. გაჭიმული ბოჭკოების მხრიდან გარე დატვირთვის მოდებისას მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღებამდე დასაშვებია ნორმალური ბზარების გაჩენა ასაწყობ ელემენტებში.

ღუნვადი, არაცენტრულად შეკუმშული და არაცენტრულად გაჭიმული კონსტრუქციების ჯამური სიმრუდის სიდიდე, ასაწყობ ელემენტში საწყისი ბზარების არსებობისას, განისაზღვრება (145) ფორმულით, ხოლო  $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ ,  $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ ,  $\left(\frac{1}{r}\right)_4$  სიდიდეების მნიშვნელობები – (146) ფორმულით,

სადაც

$$\mathbb{E}_s = 1 - \{ \mathbb{E}_{s1} (1 - \mathbb{E}_{s1}) \} \{ m_1 \}. \quad (156)$$

აქ

$$\{ m_1 \} = \frac{M_1 - M_{rp,1}}{M_1 - M_{rp,1} + M_2 (z_1 / z_2)}; \quad (157)$$

$M_{rp,1}$  – სნ და წ 2.03.01-84-ის 4.5 პუნქტის მიხედვით განსაზღვრული  $P$  ძაღვის მომენტია ღერძის მიმართ, რომელიც გადის ასაწყობი ელემენტის განივი კვეთის გაჭიმული ზონისაგან, რომლის ბზარწარმოქმნაც მოწმდება, ყველაზე დაშორებულ ბირთვულ წერტილზე;  $z_1$  – მანძილია არმატურის  $S$  განივი კვეთის ფართობის სიმძიმის ცენტრიდან ბზარის თავზე ასაწყობი ელემენტის კვეთის შეკუმშულ ზონაში ძაღვების ტოლქმედის მოდების წერტილია მონოლითური ბეტონის მიერ საჭირო სიმტკიცის აღებამდე, სნ და წ 2.03.01-84-ის პ. 4.28-ის მიხედვით.

#### 4. კონსტრუქციული მოთხოვნები

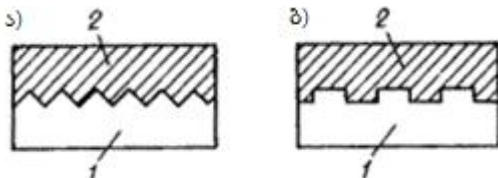
4.1. ასაწყობ-მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტებისას მათი დამზადების პირობების, ხანმედევობის და არმატურისა და ბეტონის ერთობლივი მუშაობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა სნ და წ 2.03.01-84-ის და წინამდებარე სახელმძღვანელოს მოთხოვნების შესრულება. ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების დამზადებისა და მონტაჟის ინდუსტრიალიზაციის მიზნით მიზანშეწონილია მსხვილი კონსტრუქციული ელემენტების გამოყენება და მათში გაჭიმული გრძივი მუშა არმატურის ძირითადი ნაწილის განლაგება.

4.2. ასაწყობ-მონოლითურ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში უნდა უზრუნველყოფილი იყოს წინასწარ დამაბული ელემენტების შეჭიდვა ბეტონთან, რომლის ჩაწყობაც ხდება კონსტრუქციის გამოყენების ადგილზე (გამონოლითების ბეტონი), აგრეთვე მათი ბოლოების ჩაანკვრება. განივი მიმართულებით ელემენტების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა შესაბამისი ღონისძიებების გატარება (განივი არმატურის დაყენება ან ელემენტების განივი მიმართულებითწინასწარი დამაბვა).

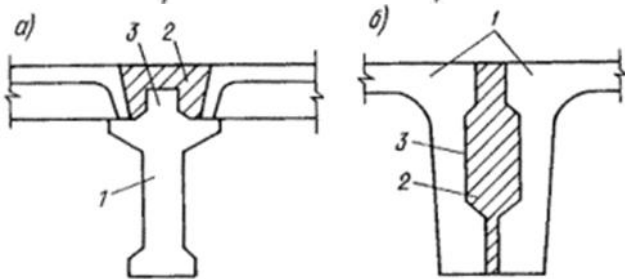
4.3. ასაწყობი ელემენტების ზედაპირზე, რომელიც ეხება გამონოლითების ბეტონს, საჭიროა მოეწყოს სოგმანები, კონსტაქტის ზედაპირების ხორკლიანობა, გრძივი ამონაშვერები და კილოები, აგრეთვე გაანგარიშების მიხედვით ან კონსტრუქციული მოთხოვნების შესაბამისად მოეწყოს არმატურის გამონაშვერები.

ზედაპირის ხორკლიანობა შეიძლება მიღწეული იყოს ბუნებრივი გზით (ბეტონი ზედაპირის გაგლეხვის გარეშე) ან ხელოვნურად (ზედაპირის დაკეჭვნა, მოჩორტვნა, ქიმიური დამუშავება და სხვა).

სოგმანები (ნახ. 20) და შეპირაპირების სხვა სახეები (ნახ. 21) რეკომენდებულია მოეწყოს ზედაპირებზე, სადაც გამწვანებულია ბუნებრივი ხორკლიანობის მიღება (მაგალითად, ყალიბებთან შეხებაში მყოფ ზედაპირებზე).



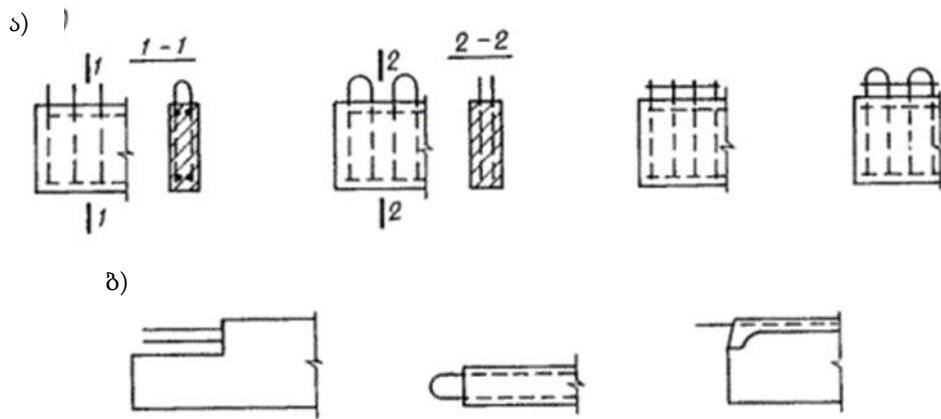
ნახ. 20. სოგმანები: ა – სამკუთხა; ბ – მართკუთხა  
1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი.



ნახ. 21. ასაწყობი ელემენტების შეპირაპირება გამონოლითების ბეტონთან: ა – რიგელისა ფილებთან; ბ – ფილებისა ერთმანეთ შორის  
1 - ასაწყობი ელემენტი; 2 - მონოლითური ბეტონი; 3 - გრძივი გამონაშვერი ან კილო.

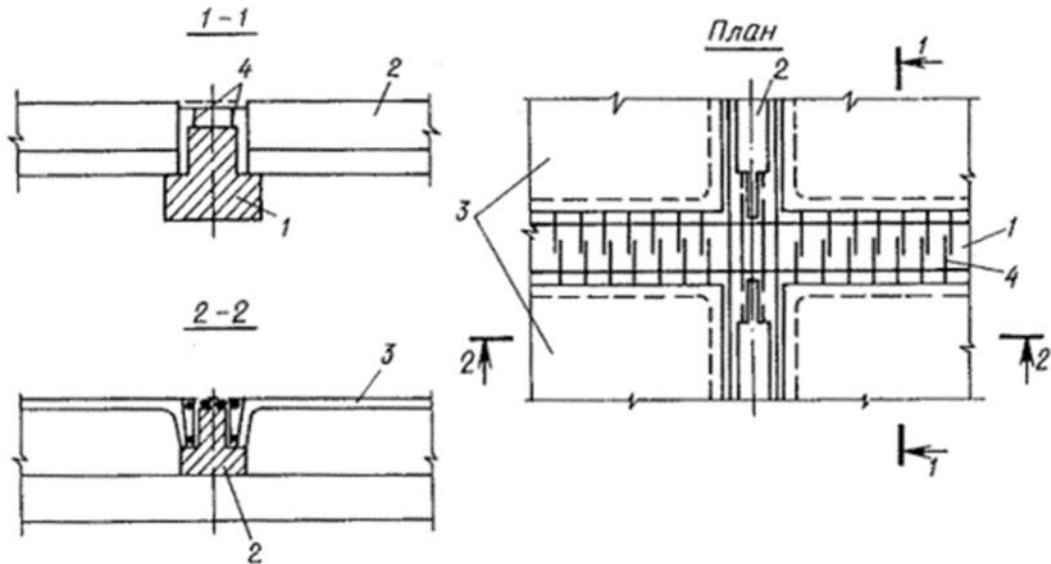
არმატურის გამონაშვერები, როგორც წესი, უნდა იყოს ცალულების, განივი არმატურული ღეროების, შედუღებული კარკასების, გრძივი მუშა არმატურის გაგრძელება (ნახ. 22). ასაწყობი ელემენტების დამზადების მოხერხებულობისთვის რეკომენდებულია არმატურის გამონაშვერები მოეწყოს ბეტონის თავისუფალი ზედაპირის მხრიდან. არმატურის გამონაშვერები უნდა საიმედოდ იყოს ჩაანკვრებული მონოლითურ ბეტონში.

ასაწყობი ელემენტების განლაგებისას მონოლითური ბეტონის შიგნით, დასაშვებია განივი არმატურის გამონაშვერების ნაცვლად ასაწყობი ელემენტების გარეთ შენადული კარკასების დაყენება განივი არმატურით ასაწყობ-მონოლითური ელემენტის მთელ სიმაღლეზე. ამის გარდა, ცალკეული დაფებს, ძელაკებს შორის რეკომენდებულია დამატებითი არმატურის დაყენება ცალკეული ღეროების ან ბადეების სახით.



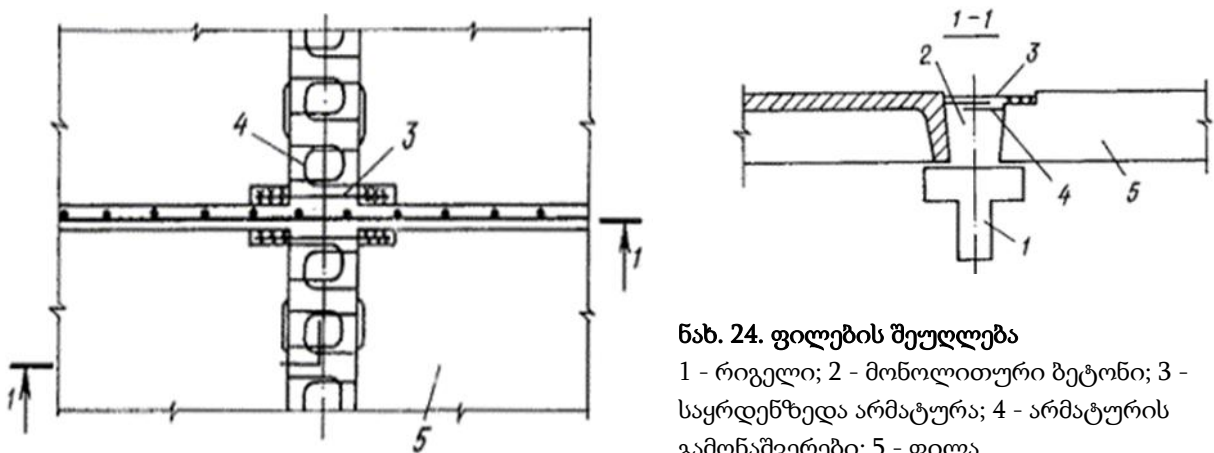
ნახ. 22. ასაწყობი ელემენტიდან არმატურის გამონაშვებების კონსტრუქცია  
 ა – განივი არმატურის; ბ – გრძივი არმატურის

4.4. არმატურის განლაგებისას გამონოლითების ბეტონში საჭიროა არმატურასა და ასაწყობი ელემენტის ზედაპირს შორის ღრეჩოს გათვალისწინება, რომელიც უზრუნველყოფს ნაკერის მჭიდრო შევსებას ბეტონით ან ხსნარით და არმატურის დაცვას კოროზიისაგან.



ნახ. 23. კოჭებისა და ფილების შეუღლება

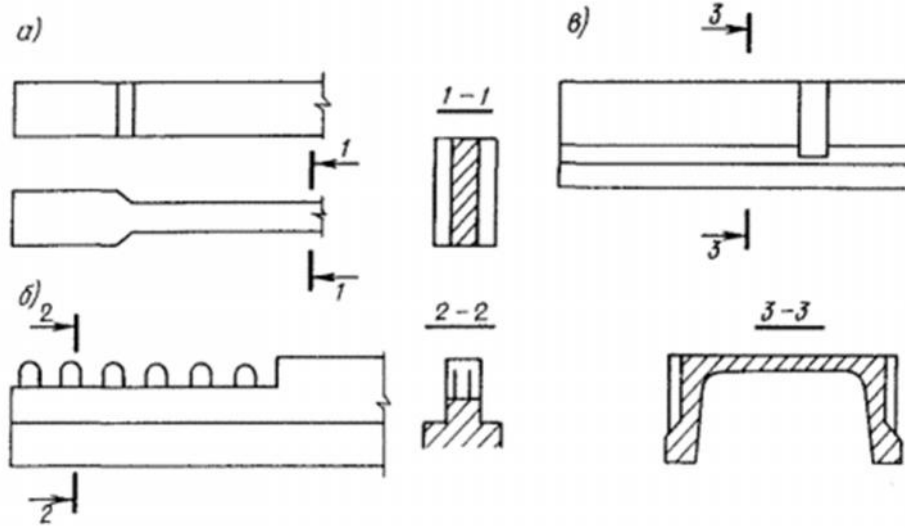
1 - მთავარი კოჭი; 2 - დამხმარე კოჭი; 3 - ფილას; 4 - არმატურის გამონაშვებები.



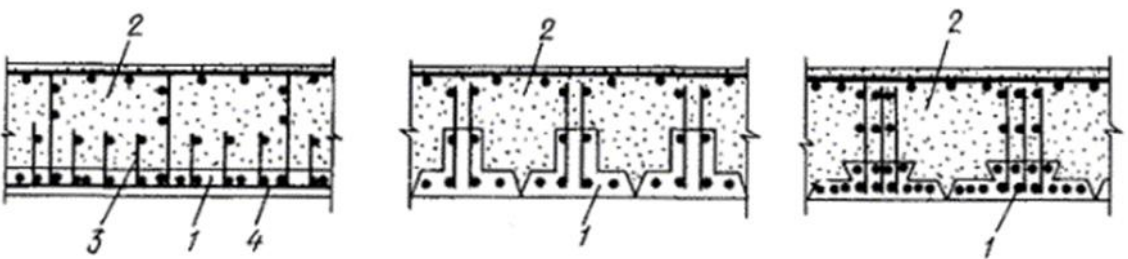
ნახ. 24. ფილების შეუღლება

1 - რიგელი; 2 - მონოლითური ბეტონი; 3 - საყრდენზედა არმატურა; 4 - არმატურის გამონაშვებები; 5 - ფილა.

4.5. ასაწყობ-მონოლითურ კონსტრუქციებში, რომელთა საყრდენების თავზე (ნახ. 23, 24), პირაპირების შეუღლების გამონოლითების შედეგად (არმატურის გამონაშვრების შედეგად, ელემენტებს შორის ნაკერის გადამხურავი დამატებითი არმატურის ჩაწყობა, შეპირაპირებული კონსტრუქციების ზევიდან პირაპირის გადამხურავი რკინაბეტონის ელემენტის დაყენება და სხვა) წარმოიქმნება უარყოფითი საყრდენი მომენტები, რეკომენდებულია დაინიშნოს საყრდენ-ზედა არმარურის განივი კვეთის ფართობი თანახმად მოქმედი ნორმატული დოკუმენტებისა სტატიკურად ურკვევადი რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშებაზე ძალების გადანაწილების გათვალისწინებით.



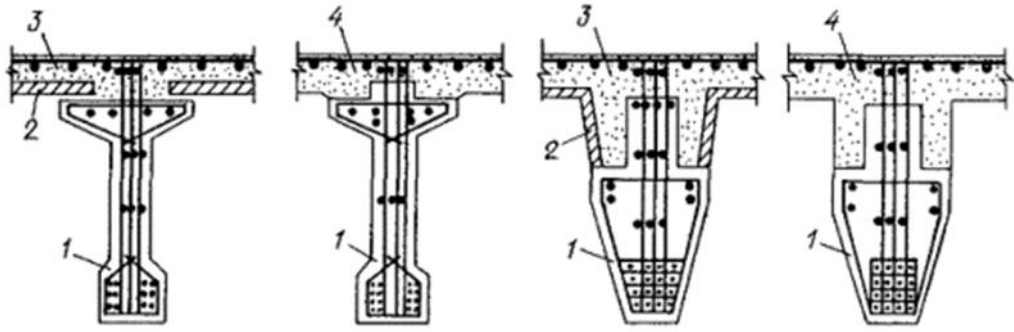
ნახ. 25. ასაწყობი ელემენტების საყრდენი კვანძების კონსტრუქციები  
 ა – წინასწარ დამაბულ ძელაკებში; ბ – ასაწყობ ელემენტებში უჭრი კოჭებისთვის;  
 გ – ასაწყობ ელემენტებში უჭრი ფილებისათვის



ნახ. 26. ასაწყობ-მონოლითური ფილები მძლავრი დატვირთვის ქვეშ (>500 კნ/მ²)  
 1 - ასაწყობი წინასწარ დამაბული ელემენტები; 2 - მონოლითური ბეტონი;  
 3 - დამატებითი განივი არმატურა; 4 - ბადე.

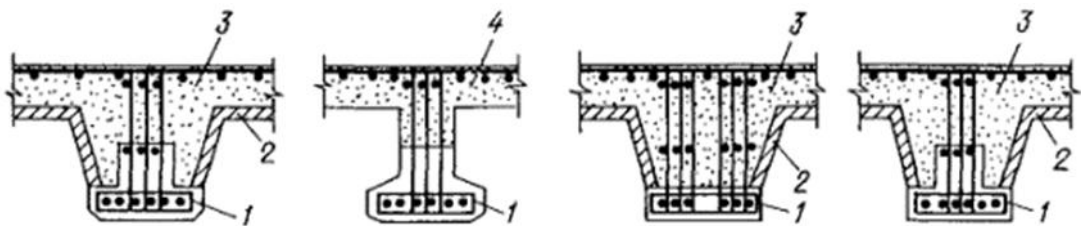
4.6. უჭრ ასაწყობ-მონოლითურ გადახურვებში გრძივი გამონაშვრები, საოგმანები ან მსხვილი ხორკლიანობა ზემო გაჭიმული ზონის მხრიდან (საყრდენების მიმდებარე უბნებზე) საჭიროა უნდა გათვალისწინებული იყოს არა მარტო უარყოფითი საყრდენი მომენტების მოქმედების ზონაში, არამედ მმენტების ეპიურის ნულოვანი წერტილის გარეთაც, საანგარიშო გრძივი არმატურის შეწყვეტის ადგილამდე.

თუ გაანგარიშების თანახმად საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცე გლუვი ზედაპირის შემთხვევაში (ცხრილი 1) უზრუნველყოფილია, კონტაქტის სიმტკიცის გასაზრდელი ღონისძიებების გატარება საჭირო არ არის.



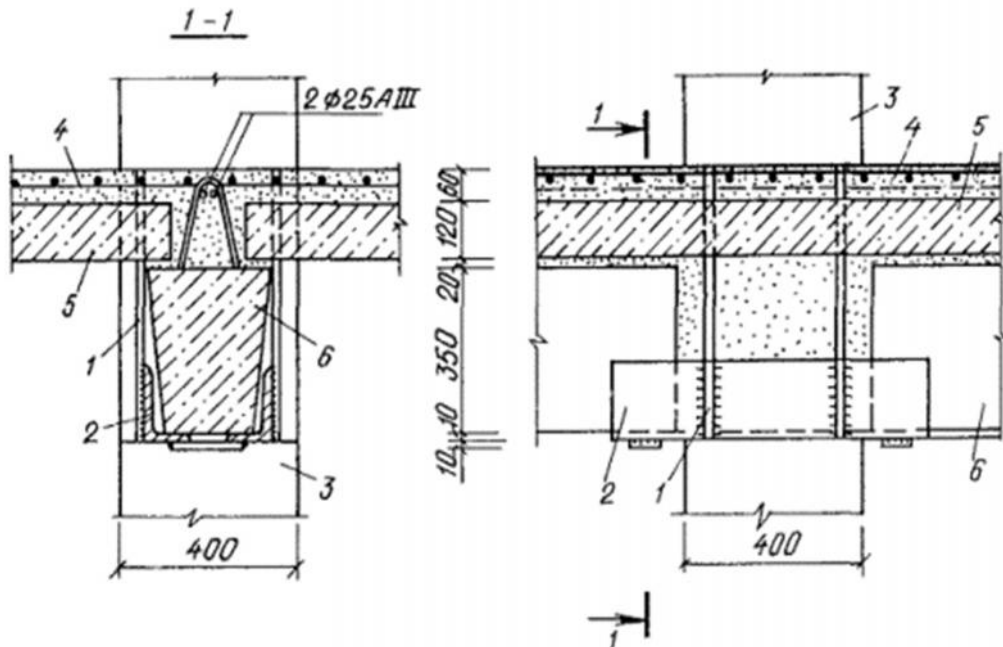
ნახ. 27. მთავარი და დამხმარე კოჭები

1 - ასაწყობი წინასწარ დაძაბული არასრული კვეთის კოჭები; 2 - ბრტყელი და კოლოფისებური კვეთის ასაწყობი ფილები; 3 - მონოლითური ბეტონი; 4 - მონოლითური ბეტონი შეკიდულ ყალიბზე.



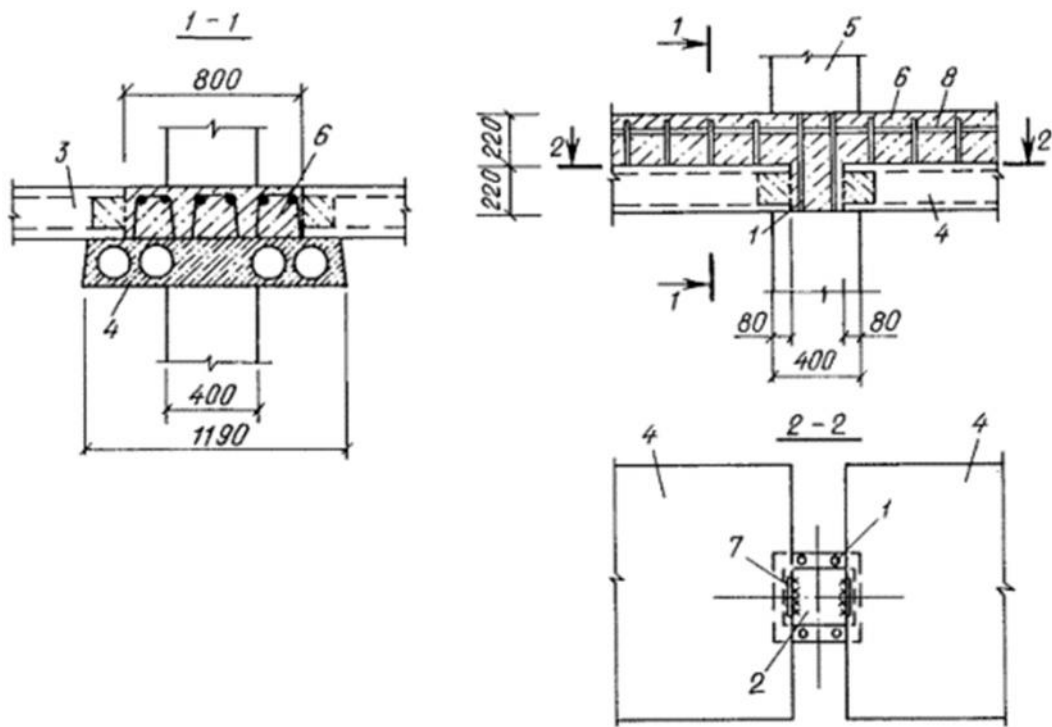
ნახ. 28. კოჭები

1 - ასაწყობი წინასწარ დაძაბული ელემენტი; 2 - კოლოფისებრი პროფილის ასაწყობი ფილა; 3 - მონოლითური ბეტონი; 4 - მონოლითური ბეტონი შეკიდულ ყალიბზე.



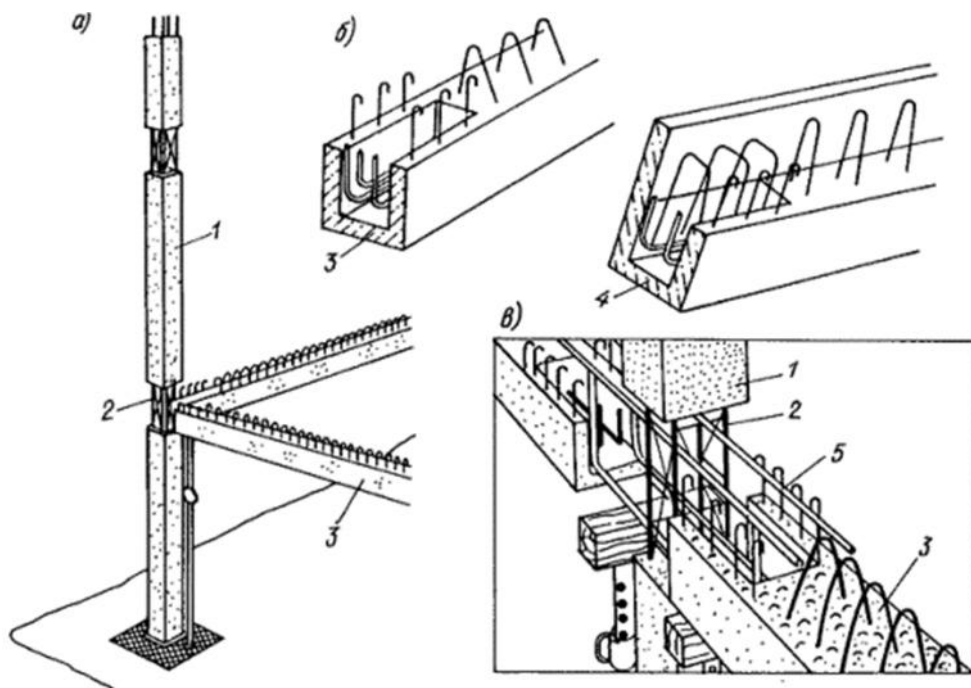
ნახ. 29. რიგელისა და 40x40 სმ კვეთის სვეტის შეუღლების კვანძი

1 - სვეტის არმატურის გამონაშვებები; 2 - ლითონის კონსოლი ორი 160x100x10 მმ კუთხოვანისაგან; 3 - სვეტი; 4 - გამონოლითების ბეტონი; 5 - ასაწყობი ფილა; 6 - ასაწყობი რიგელი.



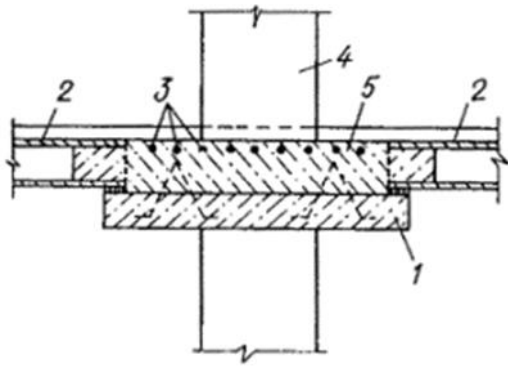
ნახ. 30. მრავალსივრულიანი ფილაორიგელის სვეტთან შეუღლების კვანძი

- 1 - სვეტის არმატურის გამონაშვებები; 2 - ფილა-რიგელის დასამაგრებელი ჩასატალბებელი დეტალი სვეტზე; 3 - ასაწყობი ფილა; 4 - ფილა-რიგელი; 5 - სვეტი; 6 - გამონოლითების ბეტონი; 7 - ჩასატანებელი დეტალი; 8 - საყრდენის მიმდებარე არმატურის ღეროები.



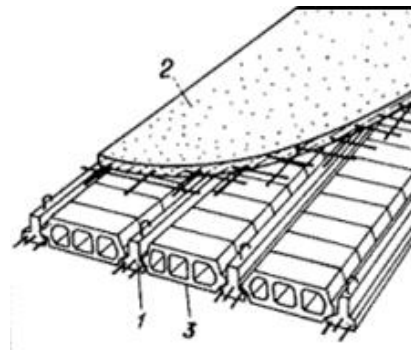
ნახ. 31. SCOP PPB სისტემის კარკასის კონსტრუქცია (ა); კოჭების საყრდენი ზონები (ბ); კარკასის ელემენტების შეერთების კვანძები (გ)

- 1 - სამონტაჟო სვეტი SCOP; 2 - სვეტის გამიშვლებული არმატურა; 3 - გადახურვის კოჭი; 4 - საძირკვლის კოჭი; 5 - კვანძური შეერთების არმატურა.



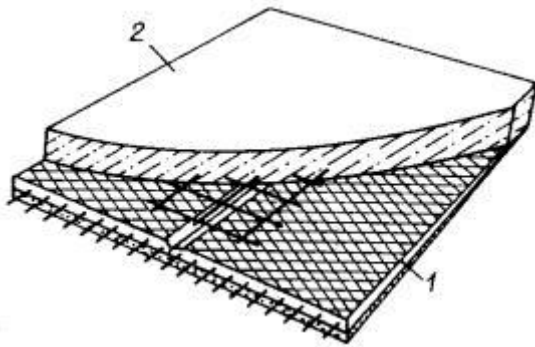
ნახ. 32. ფილოვანი რიგელისა და გადახურვის ფილების შეერთების სქემა (აშშ)

1 - ფილოვანი რიგელი; 2 - გადახურვის ფილა სიღრუეებით; 3 - კვანძური შეერთების არმატურა; 4 - სვეტი; 5 - მონოლითური ბეტონი.



ნახ. 33. მრავალწიბოიანი გადახურვის კონსტრუქცია ISO (აშშ)

1 - წინასწარ დამაბული კოჭები; 2 - მონოლითური ბეტონის ფენა; 3 - კოჭებს შუა გადახურვის სიღრუეებიანი ბლოკები



ნახ. 34. ISO სისტემის გადახურვა წინასწარ დამაბული რკინაბეტონის ფილების გამოყენებით ჩასაყოლებელ ყალიბებად (აშშ)

1 - ფილა (ჩასაყოლებელი ყალიბი); 2 - მონოლითური ბეტონი.

4.7. ასაწყობი ელემენტების დაანკერებისათვის საყრდენებზე საჭიროა გათვალისწინებული იყოს განივი არმატურის გამონაშვერები, სოგმანები, კორძები და ა.შ. (ნახ. 25); გარდა ამისა, ასაწყობი ელემენტის ჩაანკერების სიგრძე სვეტის ღერძის იქით არ უნდა იყოს მასში მყოფი არმატურის ძაბვის გადაცემის ზონის  $l_p$  სიგრძეზე ნაკლები (იხ. სნ და წ 2.03.01-84-ის 2.29 პუნქტი).

ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების შესაძლო გადაწყვეტების მაგალითები მოცემულია ნახაზებზე ნახ. 26 ÷ ნახ. 34.

## ს ა რ ჩ ე ვ ი

<b>წინასიტყვაობა</b> .....	3
<b>1. პირითადი დებულებები</b> .....	4
<b>2. რკინაბატონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება ზღვრულ მდგომარეობათა პირველი ჯგუფის მიხედვით</b> .....	6
რკინაბეტონის ასაწყობ-მონოლითური ელემენტების გაანგარიშება სიმტკიცის მიხედვით.....	6
ელემენტის გრძივი ღერძის მართობული კვეთების გაანგარიშება.....	6
ღუნვადი ელემენტები .....	7
<i>მართკუთხა კვეთები</i> .....	7
<i>კვეთები თაროებით შეკუმშულ ზონაში</i> .....	8
არაცენტრულად შეკუმშული ელემენტები.....	10
არაცენტრულად გაჭიმული ელემენტები .....	12
ელემენტის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი კვეთების გაანგარიშება.....	12
საკონტაქტო ნაკერების სიმტკიცის გაანგარიშება .....	17
ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება გამძლეობაზე .....	23
<b>3. რკინაბატონის ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების გაანგარიშება მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით</b> .....	26
გაანგარიშება ბზარწარმოქმნაზე .....	26
გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ ნორმალური ბზარების გაჩენაზე .....	26
გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების წარმოქმნაზე .....	29
გაანგარიშება ბზარების გახსნაზე.....	31
<i>გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძისადმი ნორმალური ბზარების გახსნაზე</i> .....	31
<i>კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების გახსნის     სიდიდის გაანგარიშება</i> .....	34
გაანგარიშება ბზარების დახურვაზე.....	34
<i>გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძისადმი ნორმალური ბზარების დახურვაზე</i> .....	34
<i>გაანგარიშება კონსტრუქციის გრძივი ღერძის მიმართ დახრილი ბზარების დახურვაზე</i> .....	34
გაანგარიშება დეფორმაციებზე.....	35
<i>ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების სიმრუდის განსაზღვრა გაჭიმულ     ზონაში უბზარო უბანზე</i> .....	35
<i>ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების სიმრუდის განსაზღვრა გაჭიმულ     ზონაში ბზარების მქონე უბანზე</i> .....	35
<b>4. კონსტრუქციული მოთხოვნები</b> .....	38