

ბ. მსხილაძე, ო. ზაღავა

ლიტონის კონსტიტუციები

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლებისათვის

სახელმძღვანელოში მოცემულია სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობათა ლითონის კონსტრუქციების დაგეგმარებისა და გაანგარიშების საფუძვლები. საგნის უკეთ შესწავლის მიზნით, თეორიული მასალა ილუსტრირებულია რიცხობრივი მაგალითებით. VI, VII, IX თავის მაგალითები მოტანილია ისეთი თანამიმდევრობით, რომ ისინი წარმოადგენენ კოჰეზიური გადახურვისა და სამრეწველო საამქროების კარკასის ტექნიკური პროექტების გაანგარიშების ტიპურ მაგალითებს. ამიტომ საშენებლო ფაქულტეტის სტუდენტებისათვის სახელმძღვანელოს ეს ნაწილი დამხმარე მასალაა პირველი და მეორე საკურსო პროექტისა და სადიპლომო გეგმარებისათვისაც.

შესავალი, VI თავის § 6.4, VII თავის § 7.7, § 7.8, VIII თავი, X თავის § 10.1, § 10.2, § 10.3, XI და X^{IV} თავები დაწერა გ. მსხილაძემ, ხოლო I, II, III, IV, V, VI (გარდა § 6.4-სა), VII თავები (გარდა § 7.7-სა და § 7.8-სა). IX თავი, X თავის § 10.4; XII თავი, XIII თავი — ო. ფალავამ. IV, V თავების რიცხვითი მაგალითები დაამუშავა გ. მსხილაძემ, ხოლო VI, VII და IX თავებისა — ო. ფალავამ.

სახელმძღვანელო შედგენილია СНИП II-23-81-ის მიხედვით. მასში მოყვანილ სიდიდეთა ყველა აღნიშვნა აღებულია ამავე ნორმებიდან უცვლელად. გამოყენებულია „ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა“ (СИ): ძალის, დატვირთვის, მასის განზომილებად — ნიუტონი (ნ), კილონიუტონი (კნ), ძაბვების — პასკალი (პ), მეგაპასკალი (მპ). დამოკიდებულება ახალსა და ძველ სისტემებს შორის შემდეგია:

$$1 \text{ კნ} = 100 \text{ კგძ} = 0,1 \text{ ტძ}; \quad 10 \text{ მპ} = 1 \text{ კნ} = 10 \text{ მგძ} = 100 \text{ კგძ/სმ}^2.$$

რ ე ე ე ნ ზ ე ნ ტ ე ბ ი: ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
დოცენტი ი. მელაშვილი
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
დოცენტი ი. მშვენიერაძე

შესავალი

§1. ლითონის კონსტრუქციების გამოყენება თანამედროვე მშენებლობაში

ლითონის კონსტრუქციებს ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა სახის შენობებსა და ნაგებობებში. ნაგებობის კონსტრუქციული ფორმა განისაზღვრება მისი ძირითადი ელემენტების—კოჭების, წამწეების, სვეტებისა და გარსების—ურთიერთშეუღლებით. ნაგებობისა და მისი ელემენტების საუკეთესო კონსტრუქციული ფორმის შერჩევა ხდება დაპროექტების დროს, რომელიც შემოქმედებითი პროცესია და რომლის დროს მრავალნაირი გადაწყვეტილების მიღება შეიძლება. კონსტრუქტორი ვალდებულია ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში იპოვოს მეცნიერებისა და ტექნიკის თანამედროვე დონის შესატყვისი საუკეთესო და რაციონალური გადაწყვეტა.

მშენებლობაში ძირითადად იყენებენ ჩვეულებრივ ნახშირბადიან ფოლადებს, მცირედ ლეგირებულ მაღალი სიმტკიცის ფოლადებსა და ალუმინის შენადნობებს კონსტრუქციებს.

ლითონის კონსტრუქციები მშენებლობაში გამოიყენება ღეროვანი ან ფურცლოვანი სისტემების სახით.

ღეროვან სისტემებს, რომელთა ძირითადი მზიდი ელემენტებია კოჭები, წამწეები და სვეტები, მიეკუთვნება:

1. სამრეწველო შენობათა და ნაგებობათა (უმთავრესად მეტალურგიული და მანქანათსაშენი ქარხნების სააპკოების) კარკასები ამწის-ქვეშა კოჭებით, ბაქნებით და ა. შ.;

2. რკინიგზის, გზატკეცილისა და ქალაქის დიდმალიანი ხიდები;

3. სამოქალაქო მაღლივი შენობები, საგამოფენო პავილიონები, სხვადასხვა სახის დიდმალიანი გადახურვები, გუმბათები და სხვ.

4. სპეციალური დანიშნულების შენობები—ანგარები, გემთსაშენი ელენგები და სხვ.

5. კავშირგაბმულობისა და ტელეხედვის ანძები და კოშკები, შახტის ურნალები, ნავთის კოშკურები, ჰიდროტექნიკური ნაგებობანი, ესტაკადები, ამწეები და სხვ.

ფურცლოვანი სისტემები, რომელთა მზიდი კონსტრუქციული ელემენტებია გარსები, გამოიყენება აირების შესანახ და გამანაწილებელ აირსაცავებში, სითხის შესანახ რეზერვუარებში, ფხვიერი მასალის შესანახ და გადასატვირთავ ბუნკერებში, სპეციალურ კონსტრუქციებში, როგორცაა ბრძმედები, აირსაწმენდები და ა. შ., დიდდამეტრიან მილებ-

ში და მილსადენებში; უკანასკნელი გამოიყენება მეტალურგიულ და კოქსქიმიურ ქარხნებში, ჰიდროელექტროსადგურებში, ნავთობ- და აირსადენებში და სხვა.

ალუმინის დეფიციტურობის გამო, ალუმინის შენადნობების კონსტრუქციებს ჯერ კიდევ ნაკლებად იყენებენ. 1 ტ ალუმინის შენადნობების მზა კონსტრუქციები 5—10-ჯერ უფრო ძვირია, ვიდრე ფოლადის კონსტრუქციები, თუმცა მათი სიმსუბუქე, სიმტკიცე და კოროზიაშედეგობა მათი ეფექტური გამოყენების საშუალებას იძლევა. ალუმინია შენადნობებისაგან დღესდღეობით ძირითადად მზადდება შენობების სახურავებისა და კედლების შემომფარგვლელი პანელები, შემინვის ვიტრატები, ფურცლოვანი კონსტრუქციები, მილსადენები აგრესიული სითხეებისათვის, დიდმალნიანი გადახურვები და მოძრავი კონსტრუქციები, რომელთა წონის შემცირებას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს.

§2. ლითონის კონსტრუქციების დადებითი და უარყოფითი მხარეები

ლითონის კონსტრუქციების ფართო გამოყენება მშენებლობაში განპირობებულია ლითონის, როგორც ამ კონსტრუქციების მასალის, მთელი რიგი დადებითი თვისებებით.

ლითონის კონსტრუქციების ღირსებებია:

1. საიმედოობა და ხანგამძლეობა, რომელიც შედეგია ფოლადის ერთგვაროვნობისა და სიმტკიცის მაღალი მახასიათებლებისა, როგორცაა: დრეკადობის მოდული $E=2,1 \cdot 10^5$ მპ (2,1 $\cdot 10^6$ კგძ/სმ²), დენადობის ზღვარი $\sigma_s=230 \div 750$ მპ (23 $\div 75$ კგძ/მმ²) და დროებითი წინაღობა $\sigma_{\sigma}=380 \div 850$ მპ (38 $\div 85$ კგძ/მმ²).

2. სიმსუბუქე. ფოლადისა და ალუმინის შენადნობების მაღალი სიმტკიცის გამო, ფოლადის კონსტრუქციები ხის კონსტრუქციებზე 1,5 \div 2-ჯერ მსუბუქია, ბეტონის კონსტრუქციებზე—8 \div 12-ჯერ, აგურისაზე—დაახლოებით 20-ჯერ; ალუმინის შენადნობების კონსტრუქციები 2 \div 2,5-ჯერ მსუბუქია ფოლადის კონსტრუქციებთან შედარებით. მასალის ხარჯი (ან კონსტრუქციის მასა) დამოკიდებულია მასალის მოცულობითი მასისა და საანგარიშო წინაღობის ფარდობასთან, რასაც ფარდობით კოეფიციენტს უწოდებენ $K_f = \frac{\gamma}{R} (1/\beta)$; რაც ნაკლებია K ,

ნით უფრო მსუბუქია კონსტრუქცია.

K -ს მნიშვნელობა სხვადასხვა მასალისათვის მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, K ფოლადისა და ალუმინის შენადნობებისათვის გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ხისა და ბეტონისათვის.

მასალა	ჩს. 10 ¹ 1/3
1915 T მარკის ალუმინის შენადნობი	1,35
ჩვეულებრივი სიმტკიცის მცირეანხორბაღიანი ფოლადები	3,75
მაღალი სინტკიცის მცირეფლავირებული ფოლადები	2,06
ბე	5,4
300 მარკის ბეტონი	18,5

აქედან გამომდინარე, ერთსა და იმავე პირობებში (განსაკუთრებით დიდი მალისა და დატვირთვების შემთხვევაში), ლითონის კონსტრუქციებით გაძილებით მსუბუქია ხის ან რკინაბეტონის კონსტრუქციებზე.

3. კონსტრუქციების დამზადების ინდუსტრიული-ზაღია. ლითონების კონსტრუქციებს ძირითადად ანზადებენ სპეციალიზებულ ქარხნებში, რომლებიც აღჭურვილია მაღალმექანიზებული მოწყობალობით, რაც მინიმუმამდე ამცირებს ხელით სამუშაოს და აადვილებს კონსტრუქციის დამზადებას და მონტაჟს.

4. წყალ- და აირ შეუღწევადობა, რაც განპირობებულია ლითონის მაღალი სიმკვრივით. ეს თვისება ფოლადების ფურცლოვან კონსტრუქციებში გამოყენების ძირითადი პირობაა.

ფოლადის კონსტრუქციების ნაკლოვანი (უარყოფითი) მხარეებია:

1. ფოლადის დეფიციტურობა. ფოლადს ფართოდ იყენებენ სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში, ამიტომ კონსტრუქციები ფოლადებისაგან გეგმარდება მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როდესაც მათი გამოყენება განართლებულია როგორც ტექნიკურად, ისე ეკონომიურად (განსაკუთრებით რკინაბეტონის კონსტრუქციებთან შედარებით).

2. ფოლადის კოროზია. გარემოში არსებული ტენის, აირებისა და მარილების ზეგავლენით ფოლადის ზედაპირული ფენა გადაიქცევა რკინის ქანგად, რაც იწვევს ფოლადის კონსტრუქციების კოროზიისაგან დაცვის აუცილებლობას. ფოლადის კოროზიისაგან დაცვის საშუალებებია: ფოლადის კონსტრუქციების საღებავით დაფარვა, კოროზიამდეგი კონსტრუქციული ფორმების შექმნა, ფოლადებში სპეციალური მალეგირებელი ელემენტების შეყვანა და სხვა მეთოდების გამოყენება. ზოგ შემთხვევაში, ფოლადი შეიძლება წარმატებით შეიცვალოს ალუმინის შენადნობებით, რომლებიც ფოლადთან შედარებით მაღალი კოროზიული მდებარებით ხასიათდებიან.

3. დაბალი ცეცხლმდეგობა. 500°C ტემპერატურის ზევით ფოლადი კარგავს მზიდუნარიანობას, ამიტომ მათი გამოყენების აუცილებლობის შემთხვევებში უნდა მივიღოთ ზომები კონსტრუქციის გადა-

ბურების წინააღმდეგ (თბოსაიზოლაციო მასალებით დაფარვა და სხვა). კიდევ უფრო ნაკლებად ცეცხლმედეგია ალუმინის შენადნობები, ისინი მზიდუნარიანობას კარგავენ 200°C ტემპერატურის ზევით. გარდა ამისა, ფოლადთან შედარებით, ალუმინის შენადნობების ნაკლოვანი მხარეა შედარებით დაბალი დრეკადობის მოდული ($E=71000$ მპა=710000 კგ/სმ²), რაც განაპირობებს ალუმინის კონსტრუქციების მაღალ დეფორმირებადობას.

4. მაღალი ღირებულება. СЭЗ შირკის ფოლადისაგან დამზადებული 1 ტ ფოლადის კონსტრუქციების საშუალო ღირებულება შეადგენს 250 მან., აქედან, ძირითადი მასალების ღირებულებაა 150 მან. ალუმინის შენადნობებისაგან დამზადებული 1 ტ. კონსტრუქციების ფასი 5÷10-ჯერ მეტია. ეს უარყოფითი მხარე რამდენადმე ნაზღაურდება ლითონის კონსტრუქციების შედარებითი სიმსუბუქით და, მიზანდასრულდა, მათი ნაკლები მასით სხვა მასალებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების მასასთან შედარებით.

მ3. ლითონის კონსტრუქციების საფუძვლიანი მოთხოვნები

ლითონის კონსტრუქციები უნდა აკმაყოფილებდეს საექსპლუატაციო მოთხოვნებს ნაგებობათა დანიშნულების მიხედვით; უნდა შექონდეს მაღალი მზიდუნარიანობა (სიმტკიცე და მდგრადობა); უზრუნველყოფილ იქნეს სიხისტე.

ახალი კონსტრუქციების შემუშავებისას ხელმძღვანელობენ შემდეგი პრინციპებით: 1) კონსტრუქციები უნდა იყოს მკირე მასისა და შრომატევადი, 2) კონსტრუქციების დამონტაჟება სრულდებოდეს უმოკლეს ვალაში.

ლითონის ხარჯისა და ღირებულების შემცირება ხდება რაციონალური კონსტრუქციული ეფექტური სქემების შექმნით და ლითონისა და ალუმინის შენადნობების შესაბამისი მარკების გამოყენებით.

კონსტრუქციების შრომატევადობის შემცირებისა და მათი მონტაჟის დაჩქარების მიზნით, საპროექტო გადაწყვეტაში, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული კონსტრუქციების დამზადებისა და მონტაჟის მაღალმწარმოებლური მეთოდების მოთხოვნები და შესაძლებლობანი; უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს საწარმოო პროცესების შესრულების მოხერხებულობა და სიმარტივე, ფართოდ იქნეს გამოყენებული უნიფიცირებული და სტანდარტული (ტიპური) ელემენტები და კვანძები.

მთლიანად ნაგებობა და მისი მზილი კონსტრუქციები უნდა აკმაყოფილებდეს ესთეტიკურ მოთხოვნებსაც.

შენობათა და ნაგებობების დაპროექტება შედგება ორი სტადიისაგან: საპროექტო მოცემულობისა და სამუშაო ნახაზებისაგან.

საპროექტო მოცემულობაში განისაზღვრება მშენებლობის ტექნიკური შესაძლებლობა და ეკონომიური მიზანშეწონილობა.

ლითონის კონსტრუქციების სამუშაო პროექტი შედგება ორი ნაწილისაგან—სამუშაო ნახაზების „ლკ“ (ლითონის კონსტრუქციები) და დეტალების სამუშაო ნახაზებისაგან „ლკდ“ (ლითონის კონსტრუქციები, დეტალები). „ლკ“ საფეხურზე დგება ნაგებობის სქემა, სრულდება კონსტრუქციების მთლიანი გაანგარიშება, შეირჩევა ყველა ელემენტის კვეთები, კეთდება საერთო ნახაზები და რთული კვანძების კონსტრუქციები. წარმოების კონსტრუქციული გადაწყვეტის შეთანხმება პროექტის სხვა ნაწილებთან: ტექნოლოგიურ, სატრანსპორტო, ენერგეტიკულ, სანატარულ, სამშენებლო-არქიტექტურულ და სხვ; დგება ლითონის სპეციფიკაცია. პროექტის „ლკ“—საფეხურის საფუძველზე, დამაშალებელი ქარხნების საკონსტრუქტორო ბიუროებში, ამუშავებენ „ლკდ“ სამუშაო ნახაზებს კონსტრუქციების ცალკეული დეტალებისათვის. ამავე ეტაპზე ამუშავებენ კონსტრუქციების სამონტაჟო სქემებს, გასაგზავნი ელემენტების შესაფერისი მარკირებით.

§ 4. ლითონის კონსტრუქციების განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა

XVII საუკუნემდე რუსეთში რკინას, რომელიც ლითონის კონსტრუქციების დამზადების საფუძველს წარმოადგენდა, აწარმოებდნენ უმნიშვნელო რაოდენობით და კუსტარული მეთოდით. პეტრე I 1698 წლის ბრძანებულებით დაარსდა პირველი სახელმწიფო მეტალურგიული ქარხანა ნევიანსკიში, რამაც საფუძველი ჩაუყარა სამრეწველო მეტალურგიას. პირველი მსოფლიო ომის დასაწყისისათვის რუსეთში წელიწადში 4.2 მლნ. ტ ლითონს ადნობდნენ. საბჭოთა ბელისუფლების წლებში ლითონის წარმოება ინტენსიურად გაიზარდა და 1981 წ. მიაღწია 160 მლნ. ტონას.

სამშენებლო კონსტრუქციებში პირველად რკინის ელემენტები გამოიყენეს XII—XIV საუკუნეებში (ტაძარი ვლადიმირში, XII ს) საზაგრ შემკვრელის სახით ქვის კამარების განბჯენისათვის.

XVII ს გაჩნდა პირველი მზიდი რკინის კონსტრუქციები გუმბათის კარკასების (ივანე დიდის სამრეკლო მოსკოვში, 1600 წ) და რკინის ნიგნივების სახით (არხანგელსკის ტაძრის გადახურვა მოსკოვში, კრემლის სასახლის გადახურვა, ზაგორსკის სამება—სერგიევის მონასტრის სატრაპეზოს გადახურვა).

XVIII ს შემუშავდა თუჯის დნობის პროცესი სამშენებლო მიზნებით და დაიწყო თუჯის მზიდი კონსტრუქციების გამოყენება. პირველი თუჯის ხიდი რუსეთში ააგეს 1784 წ. პეტერბურგის მახლობლად ცარს-

კოე სელოს პარკში. ეს მოხდა ინგლისში მდინარე სევერზე მსოფლიო-ში პირველი თუჯის ხიდის აგების 5 წლის შემდეგ.

XIX ს ლითონის ხიდის კონსტრუქციები წამყვანი კონსტრუქციებია ლითონის სხვა კონსტრუქციებს შორის. ხიდშენებლობის განვითარება რუსეთში დაკავშირებულია ცნობილ ინჟინერთა და მეცნიერთა სახელებთან, რომლებმაც შექმნეს ორიგინალური კონსტრუქციების ლითონის ხიდები, მნიშვნელოვნად განავითარეს მათი გაანგარიშების თეორია და დიდი გავლენა მოახდინეს ლითონის კონსტრუქციების შემდგომ განვითარებაზე.

ინჟ. ს. კერბელშა (1810—1899 წწ.) მდინარე ლუგაზე ააგო რუსეთში პირველი რკინის ხიდი გისოსურკედლიანი წამწებით; შემდეგ მდინარე ნემანზე 7 მ სიმაღლის ხიდი მთლიანი მოქლონვილი კოქებით და მოსკოვში თალოვანი რკინის ხიდი.

ინჟ. დ. ჟურავსკი (1821—1891) ხელმძღვანელობდა პეტერბურგ-მოსკოვის რკინიგზის ხიდების დაპროექტების განყოფილებას. დაამუშავა ირიბანული წამწის გაანგარიშების თეორია და ლუნვისას ამხლეჩი ძაბვის თეორია.

პროფ. ფ. იასინსკიმ (1856—1899) დიდი წვლილი შეიტანა ლითონის ღეროს მდგრადობაზე გაანგარიშების საინჟინრო მეთოდების განვითარებაში, რამაც დიდად გააფართოვა ლითონის კონსტრუქციების შემდგომი გამოყენება.

პროფ. ნ. ბელელიუბსკიმ (1845—1922) შექმნა ლითონის მეტრული სორტაშენტი. განავითარა სამშენებლო ლითონების გამოცდის საშუალებები, შეადგინა სამშენებლო მექანიკის პირველი კურსი, ირიბანული გისოსის გამოყენებით გააუმჯობესა ხიდის წამწების კონსტრუქციული ფორმა. მისი პროექტებით აგებულია მრავალი ხიდი, მათ შორის ყველაზე დიდია სიზრანის ხიდი მდ. ვოლგაზე, რომელიც შედგება ცამეტი 107-მეტრიანი მალისაგან (ნახ. 1). და ციმბირის რკინიგზის შავისტრალის ხიდები.

პროფ. ლ. პროსკურიაკოვმა (1858—1926) შემოიღო წამწების თანამედროვე სამკუთხა გისოსი, განავითარა თეორია სარტყლების საუკეთესო კონფიგურაციის შესახებ.

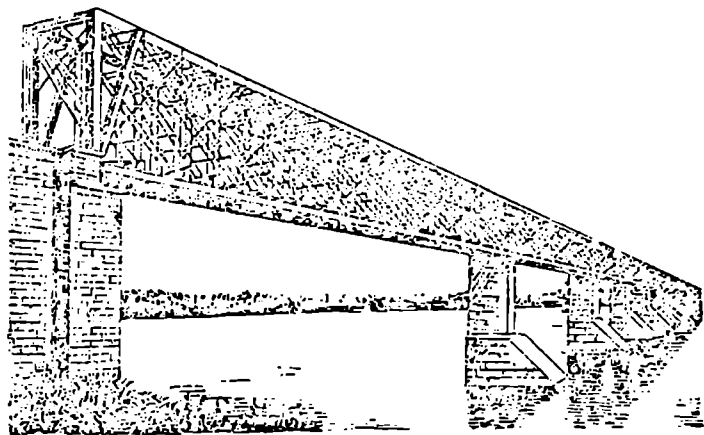
XIX საუკუნის დასაწყისში ლითონის კონსტრუქციებში დაიწყო შესაძლებელი რკინის გამოყენება, ხოლო კონვერტორული და მარტენული წარმოების შექმნის შემდეგ — სამშენებლო ლითონების გამოყენება.

გასული საუკუნის 40-იან წლებში დაიწყო ფასონური რკინის გლინვა ორტესებრი კოქების და ფურცლების სახით და თანდათანობით ლითონის კონსტრუქციები თანამედროვე ფორმებს იღებენ. ელემენტების შესაერთებლად იყენებენ მოქლონებს.

XIX ს საქარხნო-საფაბრიკო მშენებლობაში ლითონის კონსტრუქციებს ფართოდ იყენებენ გადახურვებში. გასული საუკუნის ბოლოს ვაჩნდა ხიდურა ამწეები, რომლებმაც თავისი გავლენა იქონიეს სამრეწველო ნაგებობათა კონსტრუქციულ ფორმებზე.

პირველმა მხოფლიო და სამოქალაქო ომებმა შეაფერხეს ლითონის კონსტრუქციების განვითარება. 1929 წ აპრილში XVI პარტიულმა კონფერენციამ მიიღო სახალხო მეურნეობის განვითარების პირველი ხუთწლედის გეგმა, რომელიც ისახავდა მშენებლობის არნახულ მასშტაბებს.

1941—1945 წლების სამამულო ომის დაწყებამდე სულ უფრო იზრდება



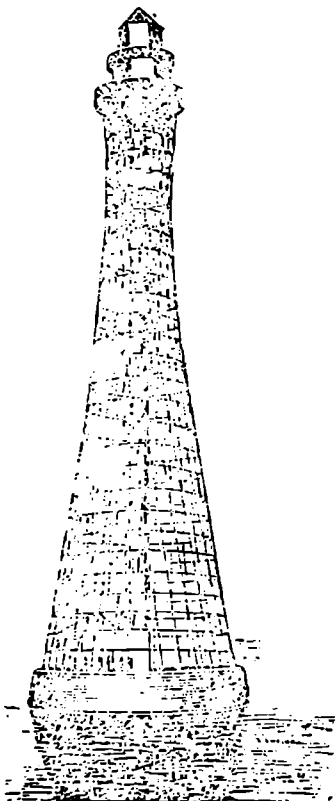
ნახ. 1. სიზრანის ხიდი მდინარე ვოლგაზე (1879 წ. ა. ბელუშესკი).

ლითონის სხვადასხვა კონსტრუქციების გამოყენებით მსხვილი ობიექტების მშენებლობა. ამ დროს ჩამოყალიბდა ლითონმშენებლობის საბჭოთა სკოლის ძირითადი პრინციპები: შეიქმნას ლითონის ხარჯის თვალსაზრისით ეკონომიური, ეფექტური კონსტრუქციული გადაწყვეტა და ერთდროულად შემცირდეს კონსტრუქციების დაზიანების შრომატევადობა; აგრეთვე გამარტივდეს და დაჩქარდეს მათი მონტაჟი.

30-იანი წლების დასაწყისში ლითონის კონსტრუქციების შესაერთებლად დაიწყო შედუღების გამოყენება, რამაც 40-იანი წლებისთვის ფართო გამოყენება ჰპოვა. შედუღებამ მკვეთრად წინ წასწია ლითონის კონსტრუქციების განვითარების საქმე. კონსტრუქციები მსუბუქი გახდა დამზადების შრომატევადობა შემცირდა, გამარტივდა შეერთება და კონსტრუქციული ფორმა.

დიდი როლი შეასრულეს ლითონის კონსტრუქციებმა დიდ საშაბუ-

ლო ომში, როდესაც საჭირო იყო უმოკლეს ვადებში და მუშახელის ნაკლებობის დროს შორეულ რაიონებში შენობების აგება. ლითონის კონსტრუქციების ღირსებებში გამოვლინდა აღდგენით პერიოდშიც: წყობიდან გამოსულ ლითონის კონსტრუქციების შეკეთება შედარებით ადვილად მიმდინარეობდა და ლითონის ნაკლები დანახარჯები სჭირდებოდა: აღსადგენი კონსტრუქციებისათვის საკმარისი იყო მთლიანი კონსტრუქციების 15÷20% ლითონის ახალი მასა.



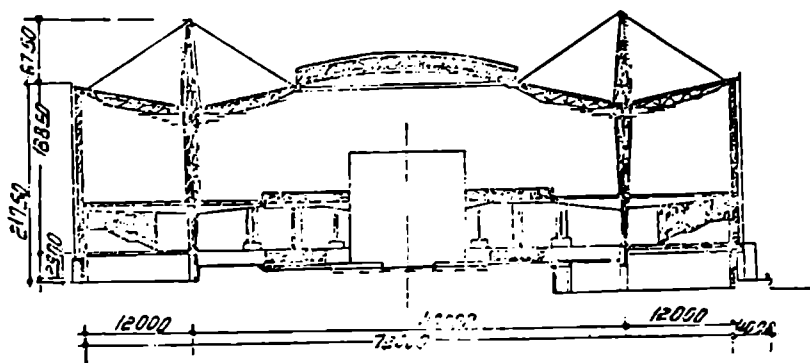
ნახ. 2. შუხოვის კოშკი.

ომის შემდგომ პერიოდში ხდება ლითონის კონსტრუქციების შემდგომი განვითარება. სამრეწველო ნაგებობებში დამტკიცდა მზიდი კონსტრუქციების უნიფიცირებული ბიჯი, შემუშავდა კონსტრუქციულ ელემენტებისა და მთლიანი ნაგებობების ტიპური პროექტები. განვითარდა ლითონის კონსტრუქციების გაანგარიშების თეორია, ოპტიმალური კონსტრუქციების თავისებურებანი, დაზუსდა ლითონის კონსტრუქციების მუშაობა სხვადასხვა სახის დეტირთვებისას. ამ თეორიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანეს საბჭოთა მეცნიერებმა და ინჟინრებმა: საპატიო აკადემიკოსმა ვ. შუხოვმა (1853—1939), რომელმაც შექმნა მთელი რიგი ორიგინალური კონსტრუქციები და რომელიც ხელმძღვანელობდა ლითონის კონსტრუქციების დაპროექტების პირველ სპეციალიზებულ ორგანიზაციას. მსოფლიო პრაქტიკაში მან პირველმა დაამუშავა და ააგო გადახურვებისა და სხვადასხვა დანიშნულების კოშკების („შუხოვის კოშკი“)

სივრცითი ლეტოვანი კონსტრუქციები, რომლებშიც იყენებდნენ ხაზოვან ზედაპირებს (ნახ. 2). დიდია აგრეთვე პროფ. ი. პროკოფიევისა (1877—1958) და აკად. ა. პატონის (1870—1953) წვლილი. განსაკუთრებული როლი ეკუთვნის პროფ. ნ. სტრელცკის (1865—1967), რომელმაც წამოაყენა და დაამუშავა მთელი რიგი ფუნდამენტური იდეები

კონსტრუქციის ზღვრული მდგომარეობის შესახებ, მათი გაანგარიშებისა და დაპროექტების საფუძვლების შესახებ. პროფ. ნ. სტრელეცკი იყო ლითონის კონსტრუქციების დაპროექტების საბჭოთა სკოლის შემქმნელი და ხელმძღვანელი.

საზოგადოებრივი ნაგებობებიდან შეიძლება გამოეყოს საბჭოთა



ნახ. 3. საბჭოთა კავშირის პავილიონი მსოფლიოს გამოფენაზე—ბრიუსელი (1952).

კავშირის პავილიონები საერთაშორისო გამოფენებზე ბრიუსელში (1958) (ნახ. 3) და მონრეალში (1967) (ნახ. 4). პავილიონი „კოსმოსი“ სახალხო მეურნეობის მიღწევათა გამოფენაზე მოსკოვში, სპორტის სასახლის გადახურვა ლუჟნიცებში და სხვა.

ამ წლების განმავლობაში ჩამოყალიბდა და გაიზარდა მაღალკვალიფიციური საპროექტო და სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებები:



ნახ. 4. საბჭოთა კავშირის პავილიონი მონრეალის საერთაშორისო გამოფენაზე (1967).

ცენტრალური სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი „პროექტფოლად კონსტრუქცია“ (ЦНИИП), ვ. კუჩერენკოს სახელობის სამშენებლო კონსტრუქციების ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი (ЦНИИ) სამოეწველო ნაგებობათა ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები („Гипромет“, „Промстрой проект“, „Гидросталь проект“), ე. პატონის სახელობის ელექტროშედულების ცენტრალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, სამშენებლო უმაღლესი სასწავლებლების ლითონის კონსტრუქციების კათედრები და სხვა.

სკკპ-ის XXVII ყრილობის მიერ დამტკიცებული 1986—1990 წწ სსრ კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების ძირითადი მიმართულებანი ითვლისწინებენ პროგრესული კონსტრუქციების გამოყენებას ნაგებობებში და შენობებში, მონტაჟის პრაქტიკის გაფართოებას, რისთვისაც აუცილებელია თეორიული გაანგარიშებების გაუმჯობესება და გამსბჟილებული და შემსუბუქებული სამშენებლო კონსტრუქციების გამოშვების ზრდა

ბოლო წლებში ლითონს იყენებენ დიდმალიანი საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობებში და სამრეწველო ნაგებობებში. სულ უფრო მეტად გამოიყენება გაზრდილი და მაღალი სიმტკიცის ფოლადები და ალუმინის შენადნობები, მუშავდება გაგლინული ახალი რაციონალური პროფილები, ფართოდ ინერგება წინასწარდამაბული ლითონის კონსტრუქციები.

მშენებლობის ტემპების გადიდება მოითხოვს ლითონკონსტრუქციების ქარხნების მნიშვნელოვან რეკონსტრუქციას—ავტომატიზებული წარმოების შემოღებას, რაც, უეჭველია, თავის გავლენას იქონიებს ლითონის ნაგებობათა კონსტრუქციული ფორმების განვითარებაზე.

ლითონის კონსტრუქციების მასალა, მათი თვისებები და შემადგენლობა

ლითონის კონსტრუქციების მასალად ძირითადად იყენებენ სამ-
შენებლო ფოლადებს და ალუმინის შენადნობებს, შედარებით ნაკ-
ლებად—თუჯს.

§ 1.1. საშენებლო ფოლადები

ფოლადებს უწოდებენ რკინის, ნახშირბადის (2%-მდე) და სხვადა-
სხვა მკირე რაოდენობის კომპონენტებისა და მინარევების შენადნობებს.

ძირითადი ქიმიური კომპონენტებია: რკინა და ნახშირბადი. ნახშირ-
ბადი აღიღებს ფოლადის სიმტკიცეს, მაგრამ ამავე დროს ამცირებს მის
პლასტიკურ თვისებებს. დიდი რაოდენობის მქონე ნახშირბადიანი ფო-
ლადები მყიფე და ცუდი შესადულებელია; ამიტომ, ნახშირბადის რაო-
დენობა ჩვეულებრივ სამშენებლო ფოლადებში მკაცრად ნორმირებულია
და იცვლება $0,1 \div 0,25\%$ -მდე.

მალეგირებელი კომპონენტების რაოდენობის მიხედვით სამშენებლო
ფოლადები იყოფა:

1. ნახშირბადიან ფოლადებად, რომლებიც არ შეიცავენ დანაშა-
ტ მალეგირებელ ელემენტებს;

2. მკირედ ლეგირებულ ფოლადებად, სადაც ყველა მალეგირებე-
ლი დანაშატების რაოდენობა არ აღემატება 2,5 %-ს.

3. საშუალოდ ლეგირებულ ფოლადებად, სადაც მალეგირებელი და-
ნაშატების რაოდენობა 2, 5-10%-მდეა.

ლითონის კონსტრუქციებში ძირითადად იყენებენ ნახშირბადმკი-
რე და მკირედ ლეგირებულ ფოლადებს.

ნახშირბადის შემადგენლობის მიხედვით ნახშირბადიანი ფოლადები
იყოფა:

1. ნახშირბადმკირე ფოლადებად. ეს ისეთი ფოლადებია, სადაც
ნახშირბადის რაოდენობა $0,09 \div 0,25\%$ -ს ფარგლებშია. ასეთი ფოლადე-
ბი ძირითადად გამოიყენება სამშენებლო კონსტრუქციებში.

2. საშუალონახშირბადიან ფოლადებად, ნახშირბადის რაოდენო-
ბა $0,25 \div 0,6\%$ -ია. ასეთ ფოლადებს იყენებენ მანქანათმშენებლობაში.

3. მაღალნახშირბადიან ფოლადებად, სადაც ნახშირბადის რაოდე-
ნობა $0,6 \div 2\%$ -ია. ასეთი ფოლადებისაგან მზადდება სხვადასხვა სახის
ინსტრუმენტები და ხშირად მას ინსტრუმენტულ ფოლადებს უწოდებენ.

ფოლადის გამოდნობის წესის მიხედვით სამშენებლო ფოლადები იყოფა: მარტენისა და კონვერტერულ ფოლადებად. აქედან საუკეთესო ხარისხისაა მარტენის ფოლადები. მაგრამ ეს ფოლადები, სხვა წესით დამზადებულ ფოლადებთან შედარებით, ძვირია. აშეამად კონვერტერული ფოლადების გამოდნობის ტექნოლოგიის სრულყოფის შედეგად, კონვერტერული ფოლადების ხარისხი თითქმის უახლოვდება მარტენის ფოლადების ხარისხს. დაქანგვის ხარისხის (ციცხვიდან გადნობის წესის) მიხედვით ფოლადები იყოფა: მდულარე, მშვიდ და ნახევრად მშვიდ ფოლადებად. მდულარე ფოლადები მაშინვე ისნდება ციცხვიდან ბოყეებში და შეიცავენ განზავებული გაზების დიდ რაოდენობას. მშვიდი წესით ჩამოსხმული ფოლადები რამდენიმე ხანს ყოენდება ციცხვებში და მი'ი გაციეება ხდება გადმოსხმის დროს მშვიდად—გაზების ინტენსიური გამოყოფის გარეშე. ასეთი ფოლადები ნაკლებად დანაგვიანებულია გაზებისაგან, კარგი ხარისხისაა, მაგრამ სხვა წესით ჩამოსხმულ ფოლადებთან შედარებით 10÷15% -ით ძვირია. ნახევრად მშვიდი ფოლადები ხასიათდება საშუალო მაჩვენებლებით მშვიდ და მდულარე ფოლადებს შორის.

საპასუხისმგებლო ფოლადის კონსტრუქციებისათვის და საერთოდ ისეთ კონსტრუქციებში, სადაც ნიშანცვლადი და ვიბრაციული ძალების გავლენა დიდია, როგორც წესი, იყენებენ „მშვიდ“ ფოლადებს. ნაკლებად საპასუხისმგებლო კონსტრუქციებში—ნახევრად „მშვიდსა“ და მდულარე“ ფოლადებს.

დანიშნულებისა და საგარანტიო შახასიათებლების მიხედვით, ნახშირბადიანი ფოლადები იყოფა:

- (A) ა—ჯგუფად;
- (B) ბ—ჯგუფად;
- (B) ვ—ჯგუფად.

A (ა)—ჯგუფში შედის ფოლადები, რომელთა ხარისხი მწარმოებელი ქარხნების მიერ გარანტირებულია მხოლოდ მექანიკური მაჩვენებლებით.

B (ბ)—ჯგუფში ფოლადები, რომლებიც გარანტირებულია ქიმიური მაჩვენებლებით; B (ვ)—ჯგუფის ფოლადების გარანტირება ხდება როგორც მექანიკური, ისე ქიმიური მაჩვენებლებით.

სამშენებლო კონსტრუქციებისათვის საჭირო ფოლადებს უნდა ჰქონდეს როგორც მაღალი სიმტკიცე, ისე კარგი საშემდუღებლო თვისებები; ამიტომ მათთვის იყენებენ მხოლოდ B ჯგუფის ფოლადებს. B ჯგუფის ფოლადების გამოყენება დისაშვებია მხოლოდ მეორეხარისხოვანი ფოლადის ელემენტებისათვის. A—ჯგუფის ფოლადები, როგორც წესი, სამშენებლო კონსტრუქციებში არ გამოიყენება.

ტექნიკური ნორმებითა და პირობებით (ГОСТ-380-71), სხვადა სხვა

ზახის ფოლადების აღნიშვნა წარმოებს ციფრებით და ასოებით; მათ ფოლადის მარკა ეწოდება. ერთი მარკით აღინიშნება ყველა ფოლადი, რომლებსაც ერთი და იგივე ქიმიური შედგენილობა და მექანიკური მაჩვენებლები აქვთ. ნახშირბადმცირე სამშენებლო ფოლადების მარკირება ხდება შემდეგი წესით: პირველად იწერება ჯგუფის აღმნიშვნელი ასო Π ან B , მეორედ—ფოლადის აღმნიშვნელი ასო CT და შემდეგ ფოლადის მექანიკური და ქიმიური მაჩვენებლების შესაბამისი რიგითი ნომერი (0, 1, 2, 3, 4 და σ . შ.). რიგითი ნომრის შემდეგ იწერება ფოლადის დანზადების წესი:

KII —მდულარე,

CI —მშვიდი,

PI —ნახევრად მშვიდი და, ბოლოს, ციფრებითი ფოლადის კატეგორია—1, 2, 3, 4, 5, 6. ასე, მაგალითად, ($BCT3 \Pi C5$) ნიშნავს: მე-3 მარკის ფოლადი ($CT3$) ეკუთვნის B ჯგუფს, დამზადებულია ნახევრად მშვიდი წესით (II), ფოლადი მეხუთე (5) კატეგორიისაა.

თუ ფოლადები შეიცავენ მანგანუმის გადიდებულ რაოდენობას ($\Gamma > 0,25\%$ -ზე), მაშინ მარკის რიგითი ნომრის შემდეგ დამატებით იწერება ასო Γ . მაგალითად, $BCT3 \Gamma C5$ ნიშნავს: მესამე მარკის ფოლადი ($CT3$) შეიცავს მანგანუმის გადიდებულ რაოდენობას (Γ), B ჯგუფისაა, დამზადებულია ნახევრად მშვიდი წესით (II) და ეკუთვნის 5 კატეგორიას.

ამჟამად, ნახშირბადიანი და დაბალლევირებული ფოლადების თერმული დამუშავების შედეგად, შესაძლებელი გახდა მათი სიმტკიცის ამაღლება $\sigma_T = 29$ კნ/სმ²). ასეთი ფოლადები მზადდება ორი მარკის: $CTT \Pi C$ და $BCTT \Pi C$ (ГОСТ 14637—59), რაც ნიშნავს, რომ ფოლადი (CT) დამუშავებულია თერმულად (T), დამზადებულია ნახევრად მშვიდი წესით (II).

ნორმირებული მაჩვენებლების (ქიმიური შედგენილობა, დროებითი წინაღობა, დენადობის ზღვარი, ფარდობითი წაგრძელება, ციფლუნვადობა, დარტყმითი სიბლანტე) მიხედვით ნახშირბადიანი ფოლადები იყოფა 6 კატეგორიად (დან. I, ცხრ. 1). როგორც აღვნიშნეთ, კატეგორიები იწერება ფოლადის მარკის ბოლოს.

ახალი ტექნიკური ნორმებით (ТУ 14-1-30023-80) ფურცლოვანი ფოლადები, სისქით* 4—20 მმ-მდე, და ფასონური ნაგლინი, სისქით ≤ 30 მმ მდე, დაყოფილია არა მარტო მარკებად, არამედ სიმტკიცის ჯგუფების მიხედვითაც. აღნიშნული ნაგლინები სიმტკიცის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად ($N \# 1$ და $N \# 2$ ჯგუფად). სიმტკიცის ჯგუფის ნომერი იწერება ფოლადის კატეგორიის შემდეგ, $BCT3 \Pi C 6-1$

* რულონური ფოლადის ფურცლების გამოცდებით.

ВСТ3И06—2 და ა. შ. (იხ. დან. 1, ცხრ. 5). მაგალითად ВСТ3И06—2 ნიშნავს მე-3 მარკის ფოლადი (СТ3), ეკუთვნის В ჯგუფს, დამზადებულია ნახევრად მშვიდი წესით (СП), მე-6 კატეგორიისაა და ეკუთვნის სიმტკიცის II ჯგუფს. მცირედ ლეგირებული. ამბლლებული და მალალი სიმტკიცის ფოლადების მარკირება ხდება მასში შემავალი მალეგირებელი კომპონენტების დასახელებით პირველი ასოებით და რიცხვებით. მარკის პირველი რიცხვი ნიშნავს, მასში შემავალი ნახშირბადის რაოდენობას მეასედ პროცენტებში, მოშდევნო ასოები — მალეგირებელი ელემენტების დასახელებას: X—ქრომი, H—ნიკელი, Ф—ვანადიუმი, Л—სპილენძი, Г—მანგანუმი, С—კაჟი, М—მოლიბდენი, А—აზოტი, И—ფოსფორი; ასოების შემდგომი ციფრები წარმოადგენენ ამ კომპონენტების რაოდენობას მთლიან პროცენტებში, თუ ისინი აღემატებიან 1%-ს. მაგალითად, მარკა (15XCHД) ნიშნავს: ასეთი მარკის ფოლადში ნახშირბადის რაოდენობა 0.15%-ია, ლეგირებულია: ქრომით (X), კაჟით (C), ნიკელით (H) და სპილენძით (Д), რომელთა რაოდენობა მეტია 0,3%-ზე და ნაკლებია 1 %-ზე.

ნორმირებული მაჩვენებლების მიხედვით, მცირედ ლეგირებული ფოლადები იყოფა 15 კატეგორიად. აქედან შედუღებულ კონსტრუქციებში გამოიყენება მხოლოდ 2, 6, 7, 9, 12, 13, 15 კატეგორიის ფოლადები. ნახშირბადმცირე ფოლადების ანალოგიურად, ახალი ТУ 14-1-3083-80 ნორმებით, მცირედ ლეგირებული ფოლადები 09Г2, 09Г2С და 14Г2 იყოფა სიმტკიცის ორ ჯგუფად 09Г2г.1, 09Г2г.2 და ა. შ. (დანართი I, ცხრილი 5).

ფოლადები და თუჯები, რომლებსაც იყენებენ სხვადასხვა ნაწილების ჩამოსასხმელად, აღინიშნება მარკებით:

ფოლადები: 15л, 25л და ა. შ.

თუჯი С415, С420 და ა. შ.

ზემოთ მოყვანილი სამშენებლო ფოლადების მექანიკური მაჩვენებლები მოტანილია I.1 და I-დან 5—8 ცხრილებში. როგორც I დანართის მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ნახშირბადმცირე და მცირედ ლეგირებული ფოლადების დროებითი წინაღობა და დენადობის ზღვარი დამოკიდებულია ნაგლის სახეზე და სისქეზე.

სამშენებლო ფოლადებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია ნახშირბადმცირე ფოლადები „СТ3“. ასეთი მარკის ფოლადები შედარებით იაფია, ხასიათდებიან საკმაოდ მაღალი დენადობის ზღვრით ($\sigma_s = 230 \div 240$ მპ), პლასტიკურია, კარგი შესაღლებელი და კარგად მუშაობს როგორც დინამიკურ, ისე სტატიკურ დატვირთვებზე.

ნახშირბადმცირე ფოლადების გამოყენების უნიფიცირებისა და დაკვეთის გაადვილების მიზნით, ტ. ნ. და პირობებით რეკომენდებულია შემდეგი კატეგორიისა და ჩამოსხმის წესით დამზადებული ფოლადები:

ნახევრადმშვიდი (ნს) მე-6 კატეგორიის (ВСТ3И1С6) მშვიდი და ნახევრადმშვიდი (ნახშირბადის გადიდებული შემადგენლობით) მე-5 კატეგორიის (СТ3СН5, ВСТ3И1С5), მდულარე (КИ) მე-2 კატეგორიის (ВСТ3КН2).

საერთოდ, ფოლადის მარკის სწორად შერჩევის მიზნით, СННПН-23-მ1-ის ზიერ ფოლადის კონსტრუქციები დაყოფილია 4 ჯგუფად. გარემოს ტექნერატურული რეჟიმის გათვალისწინებით, კონსტრუქციების თითოეული ჯგუფისათვის რეკომენდებულია მარკების სხვადასხვა დასახელება (СННП-ის 50 ცხრ.)

სამშენებლო ფოლადები ხასიათდება შემდეგი ფიზიკური მაჩვენებლებით:

მოცულობითი წონა $\gamma = 78,5$ კნ/მ³;

დრეკადობის მოდული $E = 210000$ მპ; ძერის მოდული $G = 84000$ მპ, ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი $\alpha = 000001,2$.

§ 1.2 ფოლადის მინიმალური მაჩვენებლები და ხანაგაჩიშო წინაღობა

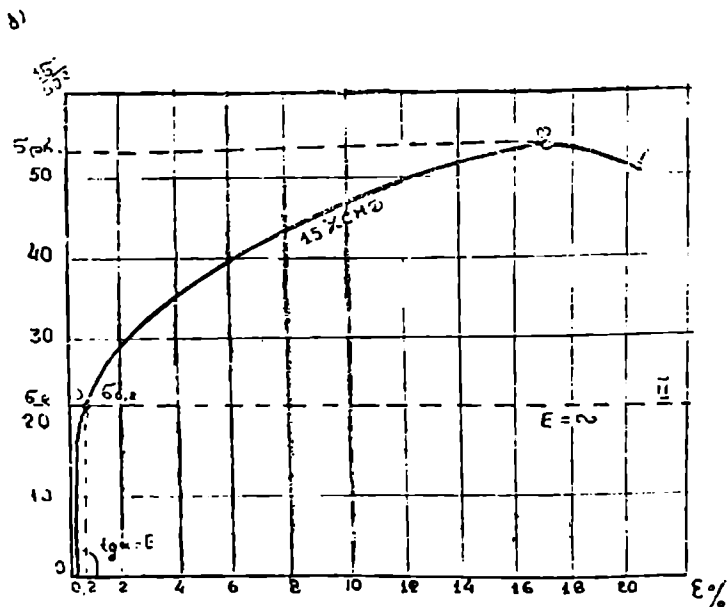
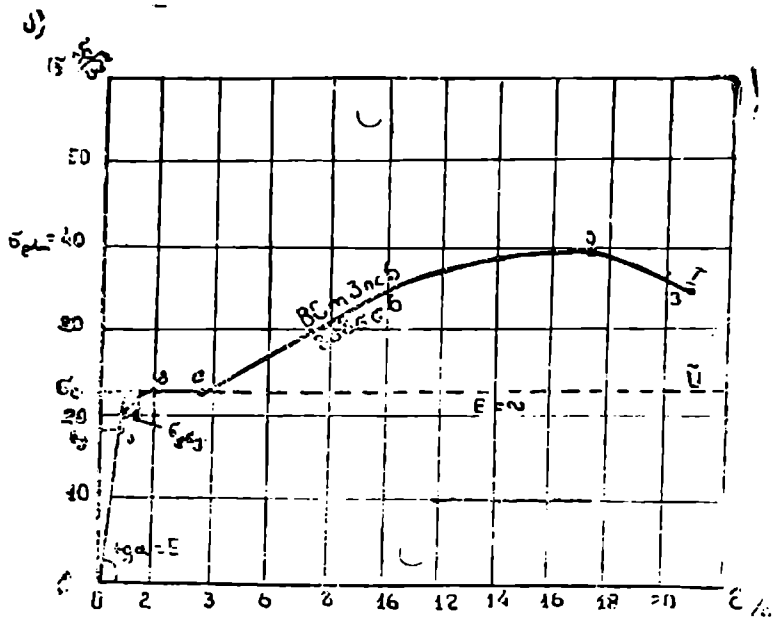
ფოლადის მექანიკური თვისებების მაჩვენებლებად მიღებულია მისი დენადობის ზღვარი (σ_s), დროებითი წინაღობა (σ_{σ}), ფარდობითი წაგრძელება (ϵ) და დარტყმითი სიბლანტე (დანარ. I,2 ცხრილი).

დროებითი წინაღობით ისაზღვრება მისი სიმტკიცე; დენადობის ზღვრით და ფარდობითი წაგრძელებით—ფოლადის დრეკად-პლასტიკური თვისებები, დარტყმითი სიბლანტით—მყიფე რღვევისადმი წინააღმდეგობის უნარი. როგორც ცდებით დამტკიცდა, ფოლადისათვის გაქიმვის, კუმშვისა და ლუნვის შესაბამისი მექანიკური მაჩვენებლები თითქმის ერთი და იგივეა, რის გამოც ფოლადის სიმტკიცის ზღვრის დადგენა წარმოებს მისი ერთჯერადი გაქიმვით, ხოლო დადლილობის ზღვრისა—პრაქტიკული გაქიმვით.

ა) ფოლადის მუშაობა ერთჯერადი გაქიმვის დროს

თუ ნახშირბადმცირე სამშენებლო ფოლადის ნიმუშს გაექიმვით, გაქიმვის დიაგრამას ექნება (I.1 ა) ნახაზზე ნაჩვენები სახე. როგორც ამ დიაგრამიდან ჩანს, „ა“ წერტილამდე დამოკიდებულება ძაბვასა (σ) და ფარდობით წაგრძელებას (ε) შორის პროპორციულია. ამ წერტილის შესაბამის ძაბვას პროპორციულობის ან დრეკადობის ზღვარს (σ_s) უწოდებენ* ნახშირბადმცირე ფოლადებისათვის დრეკადობის ზღვრამდე

* დრეკადობისა (σ_s) და პროპორციულობის ზღვრების (σ_s) მნიშვნელობებს შორის განსხვავება იმდენად მცირეა, რომ პრაქტიკულად დრეკადობის ზღვარს ღებულობენ პროპორციულობის ზღვრად



ნახ. I-1 ა—BCm3nc6 და 15XCHD მარკის ფოლადების გვიგების დიაგრამა;
 ბ—გვიგების იდეალური დრეკად-პლასტიკური დიაგრამა.

ფოლადი მუშაობს როგორც დრეკადი სხეული. დრეკადობის ზღვრის ზემოთ, „ა“ წერტილიდან „გ“ წერტილამდე, პროპორციული დამოკიდებულება σ -სა და ϵ -ს შორის ირღვევა და ფოლადი მუშაობს როგორც პლასტიკური სხეული. „გ“ წერტილიდან „დ“ წერტილამდე დეფორმაციის (ϵ) ზრდა ხდება დაბეჭდვის გაუზრდელად. „გდ“ უბანს დენადობის უბანს უწოდებენ, ხოლო „გ“ წერტილის შესაბამის დაბეჭდვას—დენადობის ზღვარს (σ_d).

დენადობის უბნის ზღვრებში, ელემენტის შიგა ძალები დროებით კარგავენ გარე ძალებისადმი წინააღმდეგობას უნარს; ამიტომ, ამ უბანზე დეფორმაციის ზრდა ხდება დაბეჭდვის გაუზრდელად. „დ“ წერტილიდან შიგა ძალები ისევ ილდგენენ დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობის უნარს, რის გამო, ამ წერტილიდან დეფორმაციის ზრდა ხდება დაბეჭდვის ზრდასთან ერთად. „ე“ წერტილში იწყება მასალის რღვევა და „ვ“ წერტილში მასალა წყდება. „ე“ წერტილის შესაბამის დაბეჭდვას ფოლადის დროებითი წინააღმდეგობა ეწოდება (σ_{ϵ}). რადგან რღვევის მომენტში, დაბეჭდვისა და დეფორმაციის ექსპერიმენტული განსაზღვრა დაკავშირებულია სიძნელეებთან, ამიტომ პირობით, ფოლადის სიმტკიცის ზღვრად მიღებულია გრაფიკზე ნაჩვენები „ე“ წერტილის შესაბამისი დაბეჭდვა. რაც შეეხება მასალის დროებითი წინააღმდეგობა (σ_{ϵ}), მით მასალა მტკიცეა, ხოლო რაც შეეხება მისი დენადობის ზღვარი (σ_d) და ფარდობითი წაგრძელება (ϵ), მით მასალა პლასტიკურია. იმ კუთხის ტანგენსს, რომელსაც გრაფიკის წრფეები უბანი ადგენს თარაზულ ღერძთან, ფოლადის დრეკადობის მოდულს უწოდებენ ($E = \epsilon/\sigma$).

როგორც ფოლადის გაქიმივის დიაგრამიდან ჩანს, ფოლადის ელემენტების დაბეჭდვის გამოსათვლელ ფორმულებს თითქოს საფუძვლად უნდა დაედოს გაქიმივის ფაქტიური დიაგრამა, ხოლო სიმტკიცის ზღვრად მიღებული უნდა იქნეს მისი დროებითი წინააღმდეგობა. მაგრამ ამ მიზნისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ანალიზური დამოკიდებულება σ -სა და ϵ -ს შორის. ასეთი დამოკიდებულება პროპორციულობის ზღვრამდე გამოიხატება ჰუკის კანონით $\sigma = E\epsilon$, პროპორციულობის ზღვრის ზემოთ კი σ -სა და ϵ -ს შორის ზუსტი მათემატიკური დამოკიდებულების დადგენა თითქმის შეუძლებელია. ამიტომ მიმართავენ ერთგვარ გამარტივებას.

გულისხმობენ, რომ დენადობის ზღვრამდე მასალა (ნახშირბადმცირე ფოლადები) მუშაობს როგორც იდეალურად დრეკადი სხეული, დენადობის ზღვრის ზემოთ კი—როგორც იდეალურად პლასტიკური სხეული (ნახ. I.1 ა-ზე ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით). ასეთ დიაგრამას ფოლადის იდეალურ დრეკად-პლასტიკურ დიაგრამას უწოდებენ. იგი წარმოადგენს დრეკად-პლასტიკურ არეში მომუშავე ელემენტების გაანგარიშების თეორიის ძირითად საფუძველს. ამ დიაგრამის მიხედვით მასალის სიმტკიცის ზღვრად მიღებულია მასალის დენადობის ზღვარი (σ_d).

როგორც ცდებით გამოირკვა, მაღალი სიმტკიცის მქონე ფოლა-
დებს (მცირედ ლეგირებული ფოლადები) დენადობის უბანი მცირე აქვთ
ან საერთოდ არ გააჩნიათ. დამოკიდებულება ძაბვასა (σ) და ფარდობით
დატრძელებას (ϵ) შორის მრუდწირულია (ნახ. I.1 ბ). თეორიულად
თვლიან, რომ სანამ ძაბვა არ გადაცილდება $\epsilon = 0,2\%$ -ის შესაბამის ძაბ-
ვას, განსხვავება მრუდსა და წრფეს შორის იმდენად მცირეა, რომ ამ
უბანზე მრუდი შეიძლება 'მეცვლილ იქნეს წრფით. პირობით, სწორხა-
ზოვანი უბნის ზედა ზღვარი (σ_e) მიღებულია მაღალი სიმტკიცის მქონე
ფოლადების დენადობის ზღვრად (ნახ. I.1 ბ-ზე, წერტილი ა).

ამრიგად, თანამედროვე გაანგარიშებით სამშენებლო ფოლადების
სიმტკიცის ზღვრად მიღებულია მისი დენადობის ზღვარი (σ_e) ან დროე-
ბითი წინალობა (σ_{eA}).

როგორც ცდებით გამოირკვა, ფოლადის დენადობის ზღვარი ან
დროებითი წინალობა ხუდშივი არ არის და იცვლება გარკვეულ ზღვრებ-
ში. ამიტომ ტექნიკური ნორმებით (СННП-II-23-81), ნახშირბადდნეირე
ფოლადის დენადობის ზღვრის რიცხვით მნიშვნელობად მიღებულია მისი
შესაძლო მინიმალური მნიშვნელობა, რომელსაც ადგილი აქვს უმეტეს
შემთხვევაში (ანუ ე. წ. წუნდების მინიმალური მნიშვნელობა, (დან. I
ცხრ. 5); ნორმებით დადგენილ დენადობის ზღვრის ამ მნიშვნელობას
ნორმატიული წინალობა ეწოდება ($R_{p0.2}$)*. მაღალი სიმტკიცის ფოლადები
სათვის, რომლებსაც არ გააჩნიათ დენადობის უბანი ან მცირე აქვთ,
ნორმატიულ წინალობად მიიღება ნორმებით დადგენილი დროებითი წი-
ნალობის მინიმალური რიცხვითი მნიშვნელობა ($R_{m0.2}$)*.

ნებისმიერი მასალის სიმტკიცის მახასიათებლები ცვალებადია, ამი-
ტომ, რეალურად მომუშავე ელემენტების დენადობის ზღვარი ან დროე-
ბითი წინალობა შეიძლება ნაკლები იქნეს შესაბამის ნორმატიულ მნიშვ-
ნელობაზე. მასალის წინალობის სიდიდის გადახრა არახელსაყრელი
მხრისაკენ აღირიცხება საიმედოობის კოეფიციენტით მასალის მიხედვით
(γ_m). როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ეს კოეფიციენტი $\gamma_m > 1$ -ზე.

ნორმატიულ წინალობას, გაყოფილს γ_m საიმედოობის კოეფიციენტ-
ზე, საანგარიშო წინალობას უწოდებენ (R_p ან R_n);

ტ. ნ. და პირობებით (СННП-II-23-81, ცხრ. 1) ფოლადებისა-
თვის, რომელთა საანგარიშო წინალობა დადგენილია დენადობის ზღვრის
მიხედვით (ცხრ. I.1)

$$R_p = \frac{R_{p0.2}}{\gamma_m} \quad (I.1)$$

* ნორმატიული წინალობის დადგენა ხდება მექანიკური მაჩვენებლების სტატისტი-
კური მეთოდით დამუშავების გზით.

როდესაც ფოლადის საანგარიშო წინალობის დადგენა ხდება დროებითი წინალობის მიხედვით

$$R_u = \frac{R_{un}}{\gamma_m} \quad (I.2)$$

სხვადასხვა სახის დაძაბული მდგომარეობის შესაბამისი საანგარიშო წინალობები განისაზღვრება I.1 ცხრილში მოყვანილი ფორმულებით.

ცხრილი I.1

ფოლადის ნაგლისის და მიღების საანგარიშო წინალობები

დაძაბული მდგომარეობა		პირობითი აღნიშვნები	ნაგლისისა და მიღების საანგარიშო წინალობები
გაქიმევა, კუმშვა და ლუნვა	დენადობის ზღვრის მიხედვით	R_y	$R_y = R_{yn} / \gamma_m$
	დროებითი წინალობის მიხედვით	R_u	$R_u = R_{un} / \gamma_m$
ძვრა		R_s	$R_s = 0,58 R_{sn} / \gamma_m$
ტორსის ზედაპირის თელვა (პორკების დროს)		R_p	$R_p = R_{pn} / \gamma_m$
ადგილობრივი თელვა ცილინდრულ სახსრებში (პოკოკიებში) მკიდრულ შეხებისას		R_{sp}	$R_{sp} = 0,5 R_{un} / \gamma_m$
საგორავის დიამეტრული კუმშვა (თავისუფალი შეხებისას, მოძრაობის შეზღუდულ კონსტრუქციებში)		R_{cd}	$R_{cd} = 0,05 R_{un} / \gamma_m$
გაქიმევა ნაგლისის სისქის მიმართულებით		R_{th}	$R_{th} = 0,5 R_{sh} / \gamma_m$

I.1 ცხრილში მიღებული აღნიშვნები:

γ_m — საიმედოობის კოეფიციენტი მახალის მიხედვით.

განსაზღვრა I დანართის მე-3 ცხრილით.

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ფოლადისათვის გაქიმვის, კუმშვისა და განივი ლუნვის საანგარიშო წინალობები ერთი და იგივეა. ძვრის საანგარიშო წინალობა (R_s) მიიღება ძირითადი (გაქიმვის) საანგარიშო წინალობის (R_y) 0.58 კოეფიციენტზე გადამრავლებით. ტორსულ ზედაპირზე მოქმედ საანგარიშო წინალობა ტოლია R_u -ს.

კონსტრუქციების გაანგარიშებისას, მათი ნამდვილი მუშაობის

გათვალისწინება ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. ამიტომ, ნაგებობების უსაფრთხო მუშაობის მიზნით, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სხვადასხვა ფაქტორების არასასურველი გავლენა.

მათი გათვალისწინება ტ. ნ. და პირობებით წარმოებს კონსტრუქციის (γ_c) და შეერთების (γ_s) მუშაობის პირობების კოეფიციენტებით და γ_m საიმედოობის კოეფიციენტით კონსტრუქციის დანიშნულების მიხედვით.

კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (γ_c) ითვალისწინებს კონსტრუქციის მუშობის კონკრეტული პირობების გავლენას მის მზიდუნარიანობასა და დეფორმაციულობაზე (მაგ., ტემპერატურის, აგრესიული გარემოს, დატვირთვების მოქმედების ხანგრძლივობა და მათი მრავალჯერადი გამეორება, საანგარიშო სქემის კონსტრუქციული სქემისაგან შესაძლო განსხვავება, ძაბვებისა და დეფორმაციების გადანაწილება, განივკვეთის ზომისა და ფორმის გავლენა და სხვ.). უმეტეს შემთხვევაში $\gamma_c \leq 1$ -ის, იშვიათად, $\gamma_c > 1$ -ზე (დან. I, ცხრ. 4).

საიმედოობის კოეფიციენტით კონსტრუქციების დანიშნულების მიხედვით (γ_m) აღირიცხება: კონსტრუქციის ამა თუ იმ ზღვრული მდგომარეობის შედეგების მნიშვნელობა, ნაგებობის კაპიტალურობისა და პასუხისმგებლობის ხარისხი და საერთოდ ყველა იმ ფაქტორის გავლენა, რომელთა ზუსტი აღრიცხვა შეუძლებელია ან ჯერჯერობით არ ხერხდება. ტ. ნ. და პირობებით (СННПН-23-81, §4) კონსტრუქციის იმ ელემენტებისათვის, რომელთა გაანგარიშება სიმტკიცეზე ხდება დროებითი წინალობის მიხედვით, საანგარიშო წინალობა R_m დამატებით იყოფა $\gamma_m = 1,3$ კოეფიციენტზე (III.7).

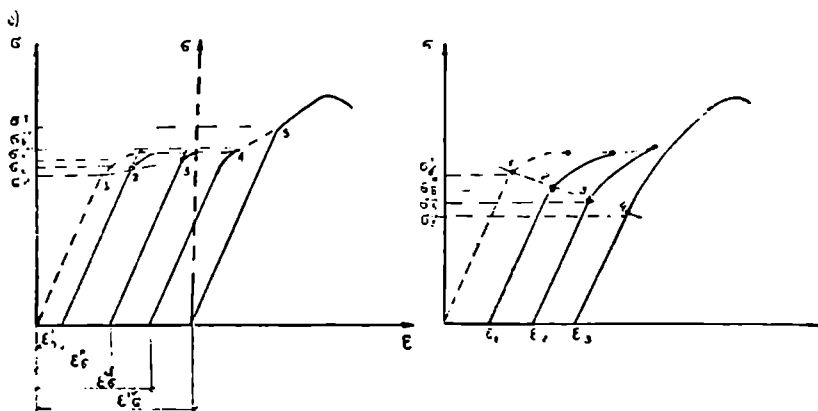
ფოლადის ელემენტების გაანგარიშების გაადვილების მიზნით, ტ. ნ. და პირობების მიერ γ_m და γ_s კოეფიციენტები შეყვანილია ნორმატიული წინალობების მნიშვნელობაში და საანგარიშო წინალობების რიცხვითი სიდიდეები, ნაგლის მარკის, სახის და სისქის მიხედვით მოცემულია I დანართის მე-5 ცხრილში.

ბ) ფოლადის მუშაობა მრავალჯერადი დატვირთვების შემთხვევაში

თუ ფოლადის ნიმუშებს გავკვირავთ და პროპორციულობის ზღვრის შემოთ განეტვირთავთ, განტვირთვის დიაგრამას ექნება წრფივი სახე (ნახ. I.2). ეს იმის მაჩვენებელია, რომ განტვირთვა წარმოებს დრეკადად. განტვირთვის რამდენიმე ხნის შემდეგ, ნიმუშის ხელშეორედ გაკვიმვისას, ფოლადის პროპორციულობის ზღვარი დიდდება, ხოლო ფარლობითი დეფორმაცია—მცირდება, ანუ ხდება მისალის დრეკადი თვისებების გაზრდა (ნახ. I.2 ა). ფოლადის ნიმუშის მრავალჯერადი, ხანგამოშვებით-

თი დატვირთვა-განტვირთვის შედეგად მასალა ირღვევა უფრო ნაკლები ფარდობითი წაგრძელების დროს, ვიდრე ერთჯერადი გაჭიმვის შემთხვევაში. მასალის ამ თვისებას მასალის სიმყიფე ეწოდება.

მასალის სიმყიფე წარმოადგენს მის უარყოფით მხარეს. სიმყიფეს ადგილი აქვს ელემენტების მოღუნვის შემთხვევაში, ფოლადის ფურცლების ნაკრატლით კრის დროს, სამოქლონო ხერცეების დამზადებისას და სხვ. ამ მოვლენათა თავიდან აცილების მიზნით მიმართავენ საეციალურ ღონისძიებებს. ანალოგიურ მოვლენას აქვს ადგილი ფოლადის ხანგრძლივი დროით მუშაობის შემდეგაც. როგორც გამოირკვა, დროთა განმავლობაში ფოლადის მექანიკური თვისებები იცვლება, რაც გამოიხატება დრეკადობის ზღვრის გადიდებაში და პლასტიკური დეფორმაციების



ნახ. 1.2. ფოლადის მუშაობა მრავალჯერადი დატვირთვის შემთხვევაში:

ა—ხანგამოშვებითი დატვირთვა-განტვირთვის დიაგრამა; ბ—უწყვეტი დატვირთვა-განტვირთვის დიაგრამა.

შემცირებაში. ფოლადის ამ თვისებას ფოლადის დაძველება ეწოდება. ფოლადის დაძველება ხდება მისი (70—80) წლის მუშაობის შემდეგ, ამიტომ ფოლადის ეს თვისება კონსტრუქციისათვის საშიშო არ არის.

როგორც მრავალი ექსპერიმენტით დამტკიცდა, ფოლადის განუწყვეტელი მრავალჯერადი დატვირთვა-განტვირთვის შედეგად, მასალის როგორც პროპორციულობის, ისე დენადობის ზღვარი მცირდება, ხოლო ნარჩენი დეფორმაციები იზრდება (ნახ. 1.2, ბ). ფოლადის ამ თვისებას ფოლადის დაღლილობა ეწოდება. მასალის დაღლილობის შედეგად ელემენტის რღვევა ხდება უფრო ნაკლები საანგარიშო წინააღობის დროს, ვიდრე ერთჯერადი გაჭიმვის შემთხვევაში. ასეთ მოვლენას ვხვდებით ვიბრაციული ან სეისმური დატვირთვების მოქმედებისას.

ძაბვის მნიშვნელობას, რომლის დროს რა ხანგრძლივადაც არ უნდა მოქმედებდეს მრავალჯერადი დატვირთვა, მასალის რღვევა არ მოხდება, მასალის დაღლილობის ზღვარი ან გამძლეობის ზღვარი ეწოდება. დინამიკური დატვირთვების შემთხვევაში, ფოლადის გამძლეობის ზღვარი გამოითვლება ფორმულით

$$R_{გაძ} = \alpha R_e \gamma_r, \quad (I.3)$$

სადაც α , γ_r არის კოეფიციენტები და განისაზღვრება ტ. ნ. და ჰირობების მითითებათა მიხედვით (СННП II-23-81, §9.2 გვ. 36).

R_e — დაღლილობის საანგარიშო წინაღობა. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება СННП II-33-81-ის მიერ მოცემულ 32 და 83 ცხრილების მიხედვით.

იმის შემდეგ, როდესაც განსაზღვრული იქნება $R_{გაძ}$, ელემენტების სიმტკიცის შემოწმება ვიბრაციულ გამძლეობაზე წარმოებს ფორმულით

$$\sigma_{max} \leq R_{გაძ}, \quad (I.4)$$

ხოლო მყიფე რღვევაზე — ფორმულით

$$\sigma_{max} \leq \beta \frac{R_u}{\gamma_u}, \quad (I.5)$$

სადაც σ_{max} არის ძაბვის აბსოლუტური უდიდესი მნიშვნელობა, გამოთვლილი დინამიკურობის, გრძივი ღუნვისა (r) და ექსცენტრიკული კუმშვის ძაბვის შემამკირებელი (u) კოეფიციენტების გაუთვალისწინებლად.

β — კოეფიციენტი, აიღება СННП II-23-81-ის 84 ცხრილიდან.

(I.4) ფორმულით გაანჯარიშების დროს $R_{გაძ}$ ან უნდა იქნეს $\frac{R_u}{\gamma_u}$ -ზე მეტი.

გ) დარტყმითი სიბლანტე

როგორც აღვნიშნეთ, ვიბრაციული დატვირთვების შემოქმედებით, ძაბვათა კონცენტრაციის შედეგად, უარყოფითი ტემპერატურის ზეგავლენით და სხვა ფაქტორებით, ფოლადის რღვევა შეიძლება მოხდეს როგორც მყიფე მასალისა.

ფოლადის სიმყიფისადმი წინააღმდეგობის უნარს ამოწმებენ დარტყმითი სიბლანტის მაჩვენებლებით.

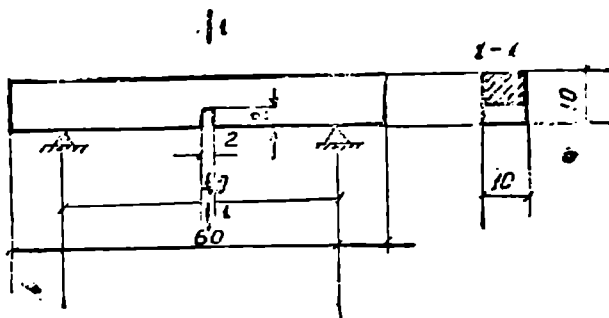
ფოლადის სიბლანტეს უწოდებენ მუშაობას, რომელიც იხარჯება ჩაქრილი სტანდარტული ნიმუშის დასარღვევად, დარტყმით გამოწვეული განივი ღუნვის ზეგავლენით.

სტანდარტული ნიმუშის ზომები ნაჩვენებია I.3 ნახაზზე. ნიმუშის სიბლანტეს საზღვრავენ ფორმულით

$$a = \frac{Q}{A_n}, \quad (I.6)$$

სადაც Q არის ნიმუშის რღვევაზე დახარჯული მუშაობა;

A_n — ნიმუშის განივკვეთის ჩაქრით შესუსტებული (ნეტო) ფართობი.



ნახ. I.3. გაზოსაცდელი ნიმუში.

უარყოფითი ტემპერატურის მიხედვით, სხვადასხვა კლასის ფოლადებისათვის დარტყვითი სიბლანტის ნორმატიული მნიშვნელობები მოცემულია I დანართის მე-2 ცხრილში.

§ I.3. ალუმინის შენადნობები

უკანასკნელ ხანებში განსაკუთრებით დიდძალიან კონსტრუქციებში ალუმინის შენადნობებმა ფართო გავრცელება მოიპოვა. ეს, უპირველეს ყოვლისა, აიხსნება ამ მასალის საკმაო სიმტკიცით, სიმსუბუქითა და კოროზიამდებლობით. ალუმინის შენადნობების მოცულობითი მასა საშუალოდ $\gamma = 27,00$ კნ/მ³. იგი სამკერ უფრო მსუბუქია ფოლადზე ($\gamma_{ფ} = 78,5$ კნ/მ³). ამავე დროს, მისი დრეკადობის მოდული ($E_a = 71000$ მპ) თითქმის სამკერ ნაკლებია ფოლადის დრეკადობის მოდულზე. რადგან $E_a < E_{ფ}$, ამიტომ ერთსა და იმავე პირობებში, ალუმინის კონსტრუქციებში დეფორმაციების მნიშვნელობები გააცილებით მეტია, ვიდრე ფოლადის კონსტრუქციებში. ალუმინის კონსტრუქციების დიდი დეფორმაციულობა წარმოადგენს მის უარყოფით მხარეს. ალუმინის გაფართოების კოეფიციენტი $\alpha = 0,000023$. სუფთა ალუმინის მცირე სიმტკიცის (75 ÷ 90 მპ) და დიდი ფარდობითი წაგრძელების ($\epsilon = 40 \div 60\%$) გამო,

მას სამშენებლო კონსტრუქციებში არ იყენებენ. ალუმინის სიმტკიცის გასაზრდელად მიმართავენ ხელოვნურ განმტკიცებას. განმტკიცება წარმოებს ორი გზით.

1. ლეგირებით—ალუმინის შედუღებით სხვა ლითონებთან, რომლებიც აღიღებენ მის სიმტკიცეს;

2. თერმული დამუშავებით ან ბუნებრივი (ან ხელოვნური) დაძველების გზით.

განმტკიცების აღნიშნული ხერხებით მიიღება სხვადასხვა მარკის ალუმინის შენადნობები.

ლითონების კონსტრუქციებში გამოიყენება შემდეგი მარკის ალუმინის შენადნობები:

1. ალუმინის შენადნობები მაგნიუმთან AMr6-M და AMr61-M.

ასეთი სახის შენადნობებს ხშირად მაგნალებს უწოდებენ. მაგნალები ხასიათდებიან კარგი საშემდუღებლო თვისებებით. კოროზიამდედგია. მისი სიმტკიცის ზღვარი (საანგარიშო წინაღობა) რამდენადმე ნაკლებია ფოლადის სიმტკიცეზე (ცხრ. I.2). მაგნალები ძირითადად გამოიყენება შედუღებულ ალუმინის კონსტრუქციებში.

ცხრილი 1.2

ალუმინიან შენადნობებს მექანიკური თვისებები და ხანგარიშო წინაღობანი

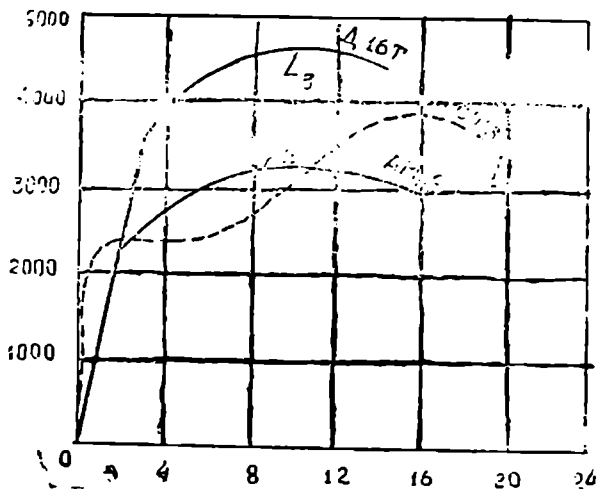
შენადნობის მარკა	პირობითი დენადობის ზღვარი $\sigma_{0,2}$ მმ (კგძ/სმ ²)	დროებითი წინაღობა σ_d მმ (კგძ/სმ ²)	ფარდობითი დაგრძელება ϵ (%)	გაჭიმვის, კუმშვისა და ლუწვის საანგარიშო წინაღობა R_p მმ (კგძ/სმ ²)
AMr61=M	275(2500)	390(3900)	11	180(1800)
AB=T1	205(2200)	800(3000)	12	170(1700)
AD33=T1	215(2300)	270(2700)	10	190(1900)
D1=T	220(2200)	380(3800)	12	180(1800)
D16=T	230(2500)	430(4300)	12	250(2500)

2. შენადნობებს სპილენძთან და მაგნიუმთან D1=T და D16=T ეწოდება დიურალუმინები. დიურალუმინი ძნელი შესადუღებელია, მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით მიდრეკილება აქვს ბზარების გაჩენისაკენ. ამიტომ დიურალუმინებს უმთავრესად მოქლონურ კონსტრუქციებში იყენებენ.

3. ალუმინის შენადნობები მაგნიუმთან და კაჟთან (სილიციუმთან) AB=T1, AD31=T1, AD33=T1 და სხვ. ასეთი სახის შენადნობებს ფეალებს უწოდებენ. AB=T1 მარკის ფეალი, მაგნიუმისა და კაჟის გარდა, დამატებით შეიცავს სპილენძსაც და ხასიათდება რამდენადმე დაქვეითებული კოროზიამდეგობით.

ზემოთ მოყვანილ ალუმინის მარკებში: ასო M აღნიშნავს შენადნობის განმტკიცებას დაძველების გზით, ხოლო T—თერმული დამუშავებით.

ალუმინის შენადნობის გაკვივის დიაგრამა ნაჩვენებია I.4 ნახაზზე, როგორც ამ დიაგრამიდან ჩანს, ალუმინის შენადნობებს დენადობის მოედანი არ გააჩნიათ. შენადნობის დენადობის ზღვარად პირობით მიღებულია ძაბვა ($\sigma_{0.2}$), რომლის დროს ნარჩენი ფარდობითი წაგრძელება მთლიანი ფარდობითი წაგრძელების 0,2%-ია.



ნახ. I-4. ალუმინის გაკვივის გრაფიკი.

ალუმინის შენადნობის ნორმატიულ წინაღობად მიიღება $\sigma_{0.2}$ და $\sigma_{0.2}$ სიდიდეებიდან უმცირესი. R_0 ალუმინის შენადნობის დროებითი წინაღობაა; $\sigma_{0.2}$ —პირობითი დენადობის ზღვარი.

ალუმინის შენადნობის საანგარიშო წინაღობის დადგენა ხდება იმავე წესით, როგორც ფოლადის საანგარიშო წინაღობისა. სხვადასხვა მარკის ალუმინის შენადნობების საანგარიშო წინაღობა მოყვანილია I.2 ცხრილში.

§ I.4. ტემპერატურის გავლენა ფოლადისა და ალუმინის შენადნობების მუშაობაზე

ფოლადისა და ალუმინის შენადნობების მექანიკურ მაჩვენებლებზე ტემპერატურის ცვალებადობა არსებით გავლენას ახდენს.

ტემპერატურის 200° -მდე აწევისას ფოლადის მექანიკური მაჩვენებლები თითქმის არ იცვლება, $200^{\circ} \div 300^{\circ}$ -ის ზღვრებში ფოლადი ხდება

მყიფე. ტემპერატურის 400° მდე გაზრდისას, მუდმივი ძაბვების (დატვირთვის) გაუზრდელად, ფოლადის ელემენტების დეფორმაციები იზრდება, ე. ი. ადგილი აქვს ცოცვადობას. 600° -იანი ტემპერატურის დროს ფოლადის პლასტიკურობა მკვეთრად იზრდება და ფოლადი კარგავს მზიდუნარაინობას.

უარყოფითი ტემპერატურის ზეგავლენით ფოლადის როგორც დენადობის, ისე სიმტკიცის ზღვარი იზრდება, ხოლო ციარლობითი დეფორმაცია მცირდება. ამის გამო იზრდება ფოლადის სიმყიფისადმი მიდრეკილება.

ასე, მაგალითად, ნახევრად მწვიდი წესით დამზადებული ნახშირბადმცირე ფოლადები მინუს ($30 \div 35$)-ის დროს იძენენ მყიფე თვისებებს. იგივე ფოლადები დამზადებული მწვიდი წესით, მყიფე ხდებიან $45 \div 50^{\circ}$ -უარყოფითი ტემპერატურის დროს, მცირედ ლეგირებული ფოლადები კი—($55-60$) $^{\circ}$ -ის ტემპერატურისას.

სიმყიფისადმი მიდრეკილების მქონე ფოლადი სამშენებლო კონსტრუქციებში არ დაიშვება; ტ. ნ. და პირობებით თანამედროვე კონსტრუქციებში ფოლადის გამოყენება დასაშვებია, სანამ $t \leq 200^{\circ}$ -ის, ხოლო უარყოფითი ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს—($40-50^{\circ}$)-ს (ცხრ. I.2). ტემპერატურის გავლენა განსაკუთრებით დიდია ალუმინის შენადნობებზე.

ფოლადისაგან განსხვავებით, 400° ტემპერატურის დროს ალუმინის შენადნობების სიმტკიცე ამოწურულია. როდესაც ტემპერატურა იზრდება $100-300^{\circ}$ -მდე, ალუმინის საანგარიშო წინალობას ამცირებენ სპეციალური კოეფიციენტით.

დაბალი ტემპერატურის დროს ალუმინის შენადნობების სიმტკიცე და პლასტიკურობა უმნიშვნელოდ იცვლება.

როდესაც ხდება ტემპერატურის ცვალებადობა, ლითონების კონსტრუქციების დაცვის მიზნით აუცილებელია:

1. ლითონის კონსტრუქციები დაცულ იქნეს გადახურებისაგან სპეციალური საშუალებებით (ბეტონის ან კერამიკის გარსაცმით და სხვ.)
2. მოეწყოს ტემპერატურული ნაკერები.
3. ლითონის მარკა შეირჩეს უარყოფითი ტემპერატურის გაძვალისწინებით (იხ. СНИП II-23-81, ცხრ. 50, გვ. 60).

§ 1.5. ფოლადისა და ალუმინის შენადნობათა კოროზია და მისგან დაცვა

ლითონის ზედაპირის დაშლას ქიმიური ან ელექტროქიმიური ფაქტორების ზეგავლენით ლითონის კოროზიას უწოდებენ.

კოროზიის ძირითად გამომწვევებ მიზეზად ატმოსფერული მოვლენე-

ბის გავლენა ითვლება. კოროზიის შედეგად მცირდება ლითონის ელემენტების განივევების ფართობი, რის გამო მცირდება მათი მზიდუნარობა. ნობაც.

კოროზიის სისწრაფე იზომება ლითონის ელემენტის სისქის შემცირებით ერთი წლის განმავლობაში (მმ-ში). კოროზიის სისწრაფე ძირითადად დამოკიდებულია გარემოს აგრესიულობის ხარისხზე და კონსტრუქციის განივევების სახეზე, მაგალითად, ლითონის კონსტრუქციებში გავრცელებულ ელემენტებს შორის მიღები, მათი გლუვი ზედაპირის გაქო, ყველაზე კოროზიამდევია.

კონსტრუქციის ზედაპირზე დაგროვილი მტვერი და სინესტე საგრძნობლად ზრდის კოროზიის სისწრაფეს, რაც თავიდან უნდა იქნეს აცილებული. ისეთ კონსტრუქციებში, სადაც განიავება სრულყოფილია, კოროზიის გავლენა მცირეა. კოროზიის ძირითადი კერებია: კონსტრუქციის ელემენტების ურთიერთმეულლების ადგილები, არსებული ღრეზები (მაგალითად, პაქეტის ფურცლებს შორის ან ფასონურ პროვილებში და სხვ.). ფოლადის კონსტრუქციების კოროზიამდევობის გაზრდის მიზნით მათ ზედაპირებს ასუფთავებენ და ღებავენ ზეთოვანი საღებავებით. ღებირებულ ფოლადებში კოროზიამდევობას აღწევენ სპეციალური დანამატების (სპილენძი, ნიკელი, ქრომი, მოლიბდენი და სხვ.) შეყვებით. ამიტომ ასეთ ფოლადებს შეღებვა-გასუფთავება არ სჭირდება.

ალუმინის შენადნობების კოროზიის სისწრაფე თითქმის $5 \div 10$ -ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ფოლადებისა. ალუმინის კონსტრუქციები ღია ცის ქვეშ განიცილის კოროზიის უმნიშვნელო გავლენას. ამიტომ მათ კონსტრუქციებს სპეციალური საშუალებებით დაცვა არ სჭირდებათ. აგრესიულ გარემოცვაში მომუშავე ალუმინის კონსტრუქციების ზედაპირს ფარავენ ლაქის ან ემალის საღებავებით.

აღსანიშნავია, რომ ალუმინის კოროზიის ინტენსიური განვითარება ხდება მისი სხვა მასალასთან (ფოლადი, ბეტონი) შეხების ადგილებში. ასეთი ადგილები გულდასმით უნდა იქნეს იზოლირებული.

კოროზიის საწინააღმდეგო ღონისძიებათა ჩატარების შედეგად ფოლადის კონსტრუქციის ხანგრძლივობა იზრდება (100—150 წლით).

§ 1.6. ფოლადის მუშაობის კლასიფიკაციის პირობა

ლითონის ელემენტების გაანგარიშების თეორიაში უპირველესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მასალის პლასტიკური მდგომარეობის გადასვლის პირობას.

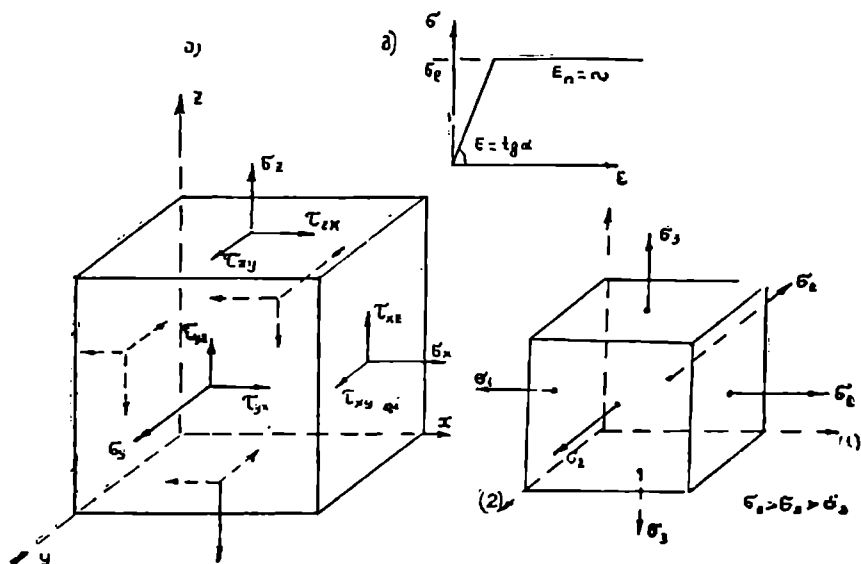
ასეთი პირობის დასადგენად განვიხილოთ მოცულობითი დამბული მდგომარეობა (ნახ. 1.5).

ზედაპირის ელემენტარულ ფართობზე (dA) მოქმედი ნორმალური და მხები ძაბვები აღნიშნათ $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{xz}$ -ით.

σ -ს ქვეშ x, y, z ინდექსები აღნიშნავენ იმ ფაქტს, რომ ნორმალური ძაბვები მოქმედებენ იმ ზედაპირზე, რომელთა ნორმალები, შესაბამისად, x, y, z ღერძებია (ნახ. I.5 ა).

ასე, მაგალითად, σ_x ნიშნავს, რომ ძაბვა σ მოქმედებს ზედაპირზე, რომლის ნორმალია x ღერძი.

მხები ძაბვის ქვეშ პირველი ინდექსი აღნიშნავს ამ ძაბვის მოქმედების ზედაპირის ნორმალს, მეორე ინდექსი—იმ ღერძს, რომლის პარალელურად მოქმედებს τ ძაბვა. მაგალითად, τ_{xy} ნიშნავს, τ მოქმედებს



ნახ. I.5. მოლეკულებითი დამახული მდგომარეობა.

იმ სიბრტყეზე, რომლის ნორმალია x და პარალელურია y ღერძის.

როგორც მასალათა გამძლეობის კურსიდანაა ცნობილი, იმ სიბრტყეებს, სადაც მოქმედებენ მხოლოდ ნორმალური ძაბვები (მხები ძაბვები $\tau = 0$), მთავარი სიბრტყეები ეწოდება, ხოლო ამ სიბრტყეების ნორმალურად მოქმედ ძაბვებს—მთავარ ნორმალურ ძაბვებს უწოდებენ. ისინი აღინიშნება σ_1, σ_2 და σ_3 -ით (ნახ. I.5, ბ). სიდიდის მიხედვით $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$.

პლასტიკურ მდგომარეობაში გადასვლის პირობა დამოკიდებულია სიმტკიცის იმ თეორიაზე, რომელიც საფუძვლად უდევს ელემენტების

განგარიშებას. როგორც თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევით მტკიცდება, ალუმინის და ფოლადის ელემენტის შეშობას ყველაზე უკეთ გამოხატავს სიმტკიცის ენერგეტიკული თეორია. ეს თეორია ტ. ნ. და პირობებით (СННП II-23-31) მიღებულია ელემენტის განგარიშების საფუძველად. ენერგეტიკული თეორიის მიხედვით მასალა იმყოფება დრეკად დაძაბულ მდგომარეობაში, თუ დაყვანილი ძაბვა ($\sigma_{\text{ღყ}}$) < დენადობის ზღვარზე ($\sigma_{\text{ღ}}$); მასალა მუშაობს პლასტიკურ არეში, თუ $\sigma_{\text{ღყ}} \geq \sigma_{\text{ღ}}$ -ის.

მოცულობითი დაძაბული მდგომარეობის პლასტიკურ მდგომარეობაში გადასვლის პირობა ან, მოკლედ, პლასტიკურობის პირობა, ზოგადად გამოისახება ტოლობით:

$$\sigma_{\text{ღყ}} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - (\sigma_x\sigma_y + \sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x) + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \sigma_{\text{ღ}}. \quad (\text{I.7})$$

ან მთავარი ძაბვების საშუალებით

$$\sigma_{\text{ღყ}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)} = \sigma_{\text{ღ}}. \quad (\text{I.8})$$

გაკვირვის ან კუმშვის შემთხვევაში $\sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$ და $\sigma_x \neq 0$, შესაბამისად,

$$\sigma_{\text{ღყ}} = \sigma_x = \sigma_{\text{ღ}}. \quad (\text{I.9})$$

(I.9) მიხედვით, კუმშვის (გაკვირვის) შემთხვევაში მასალა გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში, როგორც კი ნორმალური ძაბვა მიაღწევს დენადობის ზღვარს. ეს პირობა ნათლად გამოიხატება მასალის იდეალური დრეკად-პლასტიკური დიაგრამით (ნახ. I.5, გ). ამ დიაგრამის მიხედვით, როდესაც $\sigma = \sigma_{\text{ღყ}} < \sigma_{\text{ღ}}$, მასალა იმუშაობს როგორც იდეალურად დრეკადი; როდესაც $\sigma = \sigma_{\text{ღ}}$, მასალა მუშაობს როგორც იდეალურად პლასტიკური. განივი ღუნვის დროს $\sigma_y = \sigma_z = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$; $\sigma_x \neq 0$; $\tau_{xy} \neq 0$ შესაბამისად

$$\sigma_{\text{ღყ}} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} = \sigma_{\text{ღ}}. \quad (\text{I.10})$$

(I.10)-ის მიხედვით, განივი ღუნვის დროს მასალა გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში, როდესაც σ_x და τ_{xy} -ის ერთდროული მოქმედებით, მაქსიმალურად დაძაბულ ბოჭკოში დაყვანილი ძაბვა ტოლია $\sigma_{\text{ღ}}$ -ს. სუფთა ძვრის შემთხვევაში $\sigma_x = 0$ და, შესაბამისად,

$$\sigma_{\text{ღყ}} = \sqrt{3}\tau_{xy} = \sigma_{\text{ღ}}$$

საიდანაც

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_{\text{ღ}}}{\sqrt{3}} \approx 0,6 \sigma_{\text{ღ}}. \quad (\text{I.11})$$

(I.10) პირობის მიხედვით აგებული პლასტიკური მდგომარეობის შესაბამისი ზღვრულ ძაბვათა ეპიურა ნაჩვენებია III.3, გ ნახაზზე.

სორტამენტი

ფოლადის კონსტრუქციები მზადდება სხვადასხვა პროფილის ელემენტებისაგან, რომლებიც მიიღებიან მეტალურგიულ ქარხანაში გაკლინებით (ფოლადის ფურცლები, პროფილური ფოლადი), დაწნებით (პროფილები ალუმინის შენადნობებისაგან) და დატვიფრით (თხელკედლთან პროფილები). ყველა ეს ელემენტი გამგლინავე ქარხნებიდან მოდის მზა ნაწარმის სახით.

მეტალურგიული ქარხნიდან მიღებულ ლითონის ელემენტთა ტიპების კატალოგს სორტამენტი ეწოდება. სორტამენტი მოცემულია პროფილების განივკვეთების გეომეტრიული ზომები და მათი გეომეტრიული მახასიათებლები.

ქარხნები უშვებენ სხვადასხვა სახის ფოლადის ფურცლებს და პროფილოვან ფოლადებს, რომლებსაც ქვემოთ განვიხილავთ.

§ II-1. უზრატლოვანი ფოლადები

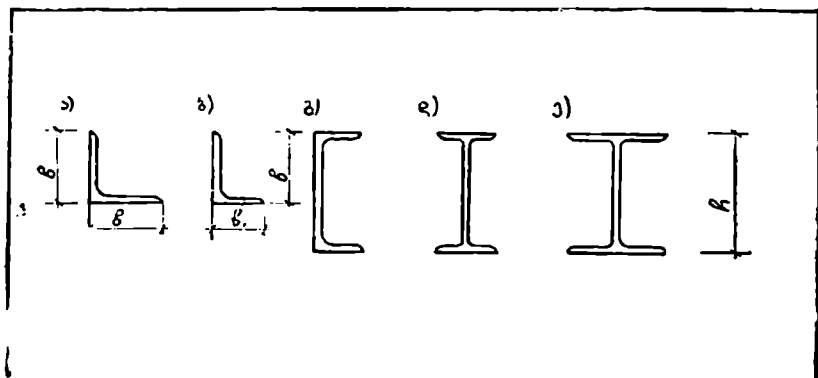
ა) სქელფურცლოვანი ფოლადები (ГОСТ 5681-57*); იგლინება ცხელ მდგომარეობაში, რის შემდეგ ნაპირები ჩამოიჭრება. ფურცლის სისქე იცვლება ($4 \div 160$) მმ-მდე, ფურცლის სიგანე—6000 მმ-მდე, სიგრძე 12000 მმ-მდე. ასეთი ფურცლებისაგან მზადდება ფურცლოვანი კონსტრუქციები (რეზერვუარები, აირსაცავეები, შედგენილი კოქების კედლები, წამწეების საკვანძო ფურცლები და სხვა დეტალები).

ბ) თხელფურცლოვანი ფოლადები (ГОСТ 3680—57*) იგლინება როგორც ცხელ, ისე ცივ მდგომარეობაში. ცივანდაგლინ ფურცლებს აქვს ($0.2 \div 4$) მმ-მდე სისქე, სიგრძე 5000 მმ-მდე, სიგანე $600 \div 2000$ მმ. ცხლად ნაგლინი სისქე იცვლება ($0,5 \div 4$) მმ-მდე, სიგრძე—4000 მმ-მდე, სიგანე ($500 \div 1400$) მმ-მდე. ასეთი ფურცლები ძირითადად გამოიყენება დატვიფრულ პროფილებისა და რეზერვუარის სახურავებისათვის.

გ) უნივერსალური ფურცლოვანი ფოლადები (ГОСТ 82-57*). ასეთი ფოლადები იგლინება სპეციალურ საგლინავ დაზეგებში, ისე, რომ აქვს სწორი ნაპირები. სისქე იცვლება ($4 \div 60$) მმ-მდე, სიგანე—($160 \div 1050$) მმ მდე, სიგრძე—18000 მმ-მდე. უნივერსალური ფურცლოვანი ფოლადების გამოყენებით მცირდება კონსტრუქციის დამზადების შრომატევადობა, რადგან არ მოითხოვს ნაპირების ჩამოჭრას და გასწორებას. ასეთი ფურცლებისაგან მზადდება: შედგენილი, შედუღებული კოქები და სვეტები, წამწის საკვანძო ფურცლები და სხვ.

§ II.2. კუთხოვანები (ნახ. II.1, ა, ბ)

ფოლადის კუთხოვანები იგლინება ორი სახის: თანაბართაროიანი (ГОСТ 8506—57*) და არათანაბართაროიანი (ГОСТ 8510—57*). კუთხოვანის სისქე იცვლება (4 ÷ 30) მმ-მდე, თაროების სიგანე (45 × 45)-დან



ნახ. II.1. გავლენული ფოლადის პროფილები:
 ა, ბ—კუთხოვანები; გ—შველერი; დ, ე—ორტესებრი.

(200 × 200) მმ-მდე. არათანაბართაროიანი კუთხოვანების ზომები იცვლება — (56 ÷ 36) დან (200 ÷ 125) მმ-მდე. მათი სიგრძე აღწევს 19 მ-ს. კუთხოვანები ძირითადად გამოიყენება როგორც წამწეების ელემენტები.

§ II.3. შველერები (ნახ. II.1 ბ)

შველერებს (ГОСТ 8240—56*) იყენებენ კოქებად, გრძივებად, წამწის სარტყლებად და სვეტებად. იგლინება ორი სახის: ჩვეულებრივი განივიკვეთის, სიმაღლით 50-დან 400 მმ-მდე, შემსუბუქებული, —სიმაღლით (160 ÷ 300) მმ-მდე.

შველერის სიმაღლეს სმ-ში შეესაბამება შველერის ნომერი. მისი სიგრძე აღწევს 19 მ-ს.

§ II.4. ორტესებრი კოჭები (ნახ. II.1 დ)

ისე, როგორც შველერები, იგლინება ორი სახის: ჩვეულებრივი განივიკვეთის, სიმაღლით (100 ÷ 70) მმ-მდე (ГОСТ 8239-56*) და შემსუბუქებული — თხელი კედლით და სიმაღლით (160 ÷ 300) მმ-მდე (ГОСТ 6184 52*). პროფილის ნომერს შეესაბამება მისი სიმაღლე სმ-ში. მისი უდიდესი სიგრძე 19 მ-ია. ორტესებრი პროფილებს იყენებენ გრძივებად, შედგენილი სვეტების ელემენტებად (შტობებად) და ა. შ.

§ II.5. შავთოთაროვიანი ორბისებრი კოჭები (ნახ. II.1, 3)

ფართოთაროვიანი ორტესებრი კოჭები (ГОСТ 6183-53) იგლინება სამი დანიშნულებისათვის: კოჭებისათვის, მსუბუქი და შიშვე სვეტებისათვის. მისი სიმაღლე აღწევს 1000 მმ-მდე.

§ II.6. დატვიფრული ფოლალები (ნახ. II.2)

დატვიფრული ფოლალების პროფილების სისქე ($2 \div 10$) მმ-მდეა, სიგანე—($320 \div 1600$) მმ-მდე, მზადდება თხელი ფურცლებისაგან. პროფილის სიგრძე იცვლება (± 12) მ-მდე. ასეთი პროფილები გამოიყენე-



ნახ. II.2. დატვიფრული თხელკედლიანი პროფილები.

ბა მსუბუქი მზიდი კონსტრუქციების სახით და აქვს სხვადასხვა ფორმა. აღსანიშნავია, რომ წამწები: შექდგარი დატვიფრული პროფილებისაგან, 10%-ით მსუბუქია კუთხოვანებისაგან შემდგარ წამწებზე.

§ II.7. მილები

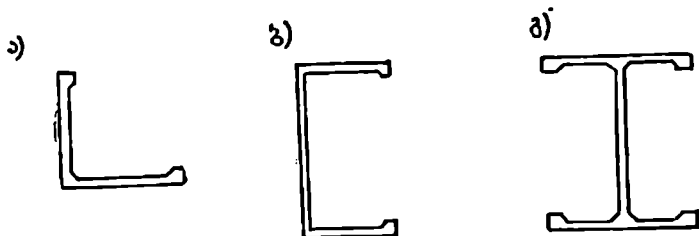
მილები მრსებობს ორი სახის: უნაკრო (ГОСТ 8732-70) და ელექტროშედულებული (ГОСТ 10704 63). მათი დიამეტრი იცვლება ($45-550$) მმ-მდე, კედლის სისქე—16 მმ მდე. განიკვეთის სიპტრიფლობისა და დიდი სიხისტის გაშო, ისინი ითვლება საუკეთესო პროფილად. ფოლადის მილებს ძირითადად იყენებენ წაწწების, კოპების, ანძებისა და სხვა მსგავსი კონსტრუქციების ელემენტებად.

§ II.8. ალუმინის შენადნობის პროფილები (ნახ. II.3)

ალუმინის შენადნობების პროფილებს ღებულობენ გლინვით, წნეხით ან ღუნვით ციკ მდგომარეობაში. ფურცლები და ფილები იგლინება როგორც ცხელ, ისე ცივ მდგომარეობაში. ფურცლების სიგანე აღწევს 2000 მმ-ს. სისქე—7 მმ-ს. ფასონური პროფილები მზადდება ცხელი წნეხით. ალუმინისაგან დამზადებული გაგლინული პროფილების სიხისტის გაზრდის მიზნით, პროფილების თეროს ბოლოებს აძლიერებენ გასქელებით—ბულბებით (ნახ. II.3) ალუმინის შენადნობის სტანდარტეხია: კინიჯრი შედგენილობით—ГОСТ 4784-74; მეკანიკური მახასია-

თებლების მ ხედვით: ფურცლების—ГОСТ 12592-67; პროფილების—ГОСТ 8617-75 და ГОСТ 92022-73, ზილების — ГОСТ 18475 73 და ГОСТ 18482 73-ით.

ზემოთ განხილული 1 ტონა გაგლინული პროფილების ღირებულება დაახლოებით (95—170) მანეთია, ელექტროშენადული მიღე



ნახ. II.3. გაგლინული პროფილები ალუმინის შენადნობისაგან: ა—უთხედი; ბ—შველარი; გ—ორტყეხბერი.

ზის — (200 ÷ 300) მან/ტ, დატვიფრული პროფილოვანი ელემენტების — (150 ÷ 120) მან/ტ.

გაგლინული ფოლადის სორტამენტი მოცემულია III დანართში.

III თავი

ლიტონის კონსტრუქციების ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით გაანგარიშების საფუძვლად

§ III.1. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი

ტექნიკური ნორმებითა და პირობებით (СНП II-23-81) კონსტრუქციებს გაანგარიშება წარმოებს ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით.

კონსტრუქციის ზღვრულ მდგომარეობად მიიღება მისი ისეთი მდგომარეობა, რომლის დროს კონსტრუქცია ექსპლუატაციის ან აკვების პერიოდში ვერ აკმაყოფილებს მასზე წაყენებულ მოთხოვნილებებს, ე. ი. კარგავს მხიუენარიანობას ან წარმოიშობა დაუშვებელი დეფორმაციები.

ლითონის კონსტრუქციების გაანგარიშებისათვის დადგენილია ზღვრულ მდგომარეობათა ორი ჯგუფი:

ზღვრული მდგომარეობის პირველი ჯგუფი: ეს კონსტრუქციების ისეთი მდგომარეობაა, როდესაც ისინი კარგავენ მზიდუნარიანობას ან უფარვის ხდებიან ექსპლუატაციისათვის.

ზღვრული მდგომარეობის მეორე ჯგუფი: ეს კონსტრუქციების მდგომარეობაა, როდესაც მათი ნორმალური ექსპლუატაცია შეუძლებელია.

კონსტრუქციის ექსპლუატაცია ითვლება ნორმალურად, თუ იგი რაიმე შეზღუდვის ან რიგვარულ შეკეთების გარეშე აკმაყოფილებს სათანადო ნორმებით დადგენილ ტექნოლოგიურ ან საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილებებს.

პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების არს მდგომარეობს შემდეგში:

კონსტრუქციის ელემენტების განიჯკვეთის ზომები ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ ამ ელემენტებში მოქმედმა უდიდესმა ძალებმა (M, N, Q) არ გადააქარბოს ელემენტების მზიდუნარიანობას.

ჩვეულებრივ, ელემენტის მზიდუნარიანობაში გულისხმობენ ელემენტის შინაგან ზღვრულ ძალებს ($S_{\text{გ}}$), რომელთა გადაჭარბების შემდეგ ელემენტი განიცდის რღვევას ან კარგავს გარე დატვირთვების ზემოქმედებისადმი წინააღმდეგობის უნარს. პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების პირობა ზოგადად ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$N_{\text{max}} = \sum \gamma_{ji} F_i^{\text{გ}} \bar{N}_i \leq \Phi \left(\frac{\gamma_{\text{e}} R_{\text{e}}}{\gamma_{\text{n}} \gamma_{\text{m}}} \cdot A, W \right), \quad (III.1)$$

სადაც Φ არის ელემენტის მზიდუნარიანობა;

N_{max} — ელემენტში მოქმედი უდიდესი ძალვა;

\bar{N}_i — ელემენტში მოქმედი ერთეული დატვირთვით ($F_i^{\text{გ}} = 1$) განოწვეული ძალვა.

$F_i^{\text{გ}}$ — ტ. ნ. და პირობებით (СНП II-5 74) დადგენილი დატვირთვები. მათი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება ნორმებში ზოყვანილი ცხრილებიდან, რის გამო მათ ნორმატიულ დატვირთვებს უწოდებენ.

γ_{ji} — საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვების მიხედვით. ამ კოეფიციენტით აღიიიიკება განსვავება ნორმატიულ დატვირთვებსა და რეალურად მომუშავე კონსტრუქციებზე მოქმედ შესაძლო მაქსიმალურ დატვირთვებს შორის. მათი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება ტექნიკური ნორმების ცხრილებიდან ($\gamma_{ji} \geq 1$ -ის) (მას გადატვირთვის კოეფიციენტსაც უწოდებენ).

ნორმატიული დატვირთვის ნამრავლს საიშედლობის კოეფიციენტზე დატვირთვების ძივე ვეით საანგარიშო დატვირთვას უწოდებენ $-F_i^b = F_i^b \gamma_{fi}$.

A, W — ელემენტის განივეკეთის ფართობი და წინალობის მოშეტი;

γ_e — კონსტრუქციის მეშაობის პირობების კოეფიციენტი;

K_6 — მასალის ნორმატიული წინალობა ($R_6 = K_{6n}$ ან $R_6 = K_{6n}$);

γ_n — სარმედლობის კოეფიციენტი კონსტრუქციის დანიშნულენის მიხედვით,

γ_m — საიშედლობის კოეფიციენტი მასალის მიხედვით.

$\gamma_e, \gamma_n, \gamma_m$ კოეფიციენტების არსი და მნიშვნელობა განხილულია §1.2 ში. როგორც აღნიშნული იყო, ნორმატიული წინალობის ფარლობას საიშედლობის კოეფიციენტთან მასალის მიხედვით საანგარიშო წინალობას უწოდებენ. მიაი რიცხვითი ბნაიხელობა აილება I დანართის 5, 6, 7, 8 ცხრილებიდან. (III.1) ფორმლის მარჯვენა ნაწილი არ წარმოადგენს ელემენტების საანგარიშოდ საკირო კოხკრეტულ ფორმულას. იგი ზოგადად გამოხატავს იმ აზრს, რომ ელემენტების ბზიდუნარიანობა (Φ) ძირითადად დემოკიდებულია ფრჩხილებში მოთავსებულ გეომეტრიულ და მქქანიკურ მახასიათებლებზე და განისაზღვრება ამ პარამეტრების მიხედვით. I ჯგუფის ზღვრული დგომარეობის საანგარიშო ფორმულები და ამ ფორმულით განაგაიშების დეტალები ილუსტრირებულია ქვემოთ.

მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების არსი შემდეგია: კონსტრუქციის გეომეტრიული ზომები ისე უნდა შეირჩეს, რომ ნორმატიული დატვირთვებით გამოწვეული უდიდესი დეფორმაციები ($\max f$) ტოლი ან ნაკლები იქნეს კონსტრუქციის ნორმალური ექსპლუატაციისათვის საკირო დასაშეებ დეფორმაციებზე ($f_{\text{ხდ}}$).

განგარიშების ეს პირობა ზოგადი სახით ჩაიწერება შემდეგნაირად

$$\max f = \Sigma F_i^b \bar{f} \leq f_{\text{ხდ}} \quad (\text{III.2})$$

სადაც \bar{f} არის ერთეული ნორმატიული დატვირთვებით გამოწვეული დეფორმაცია;

$f_{\text{ხდ}}$ — დეფორმაციის ზღვრული მნიშვნელობა და აილება I დანართის 9 ცხრილიდან.

§ III.2. დატვირთვები და საიშედლობის კოეფიციენტები დაავიკითხვითი მინიშნებით (ბადატვირთვითი კოეფიციენტები)

ზღვრული მდგომარეობით გაანგარიშების დროს საკიროა წინასწარ ვიყოლეთ კონსტრუქციებზე მოქმედი დატვირთვები და მათი საიშედლობის (გადატვირთვის) კოეფიციენტები. განვიხილოთ თითოეული ცალ-ცალკე.

1. მუღშივი დატვირთვა

ასეთი სახის დატვირთვებს მიეკუთვნება კონსტრუქციების საკუთარი მასა. როგორც ცნობილია, კონსტრუქციების მასა განისაზღვრება ჰოცულოპითი წინისა და კონსტრუქციების ელემენტების გეომეტრიული ზომების წიხედვით. მაგრამ გაანგარიშების დაწყების დროს ელემენტების გაიკვეთის ზომები უცნობია; ამიტომ უცნობია ამ ელემენტების მასებიც. ამის გამო, კონსტრუქციის მასას საზღვრავენ, დაახლოებით, ემპირიული ფორმულებით ან, მიახლოებით, წინასწარდანიშნული კონსტრუქციის ელემენტების ზომების მიხედვით. ამის შემდეგ ხდება კონსტრუქციის გაანგარიშება. ახსენებენ ელემენტების ზომებს და საზღვრავენ კონსტრუქციის მასას, თუ კონსტრუქციის პირველად აღებულ და მეორედ გამოთვლილ მასებს შორის განსხვავება არ აღემატება $(5 \div 10\%)$ -ს, ანგარიშს ტოვებენ უცვლელად, წინააღმდეგ შემთხვევაში, დაქირაობენ მისი მხედველობაში მიღებით, ხდება კონსტრუქციის ხელახალი გაანგარიშება. როგორც გამოიკვება, კონსტრუქციის ნამდვილი მასა შეიძლება განსხვავდებოდეს მისი თეორიული მასისაგან $(5 \div 10)\%$ ითეს გარემოება ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით აღირიცხება საიმედოობის (გადატვირთვის) კოეფიციენტის საშუალებით და ტოლია

$$\gamma = 1,1.$$

(III-3)

2. სასარგებლო დროებითი დატვირთვები

ასეთი დატვირთვების სახით გულისხმობენ ყველა იმ დატვირთვას, რომლის ატანაც წააშობადგენს კონსტრუქციების დანიშნულების მიზანს.

სასარგებლო დატვირთვა არ არის მუღშივი; მისი როგორც სიდიდე, ისე მიმართულება და ხანგრძლივობა დროთა განმავლობაში იცვლება ან სრულებით არ მოქმედებს.

მაგალითად, სამოქალაქო ნაგებობების საერთულშუა გადახურვები-ათვის, დროებით სასარგებლო დატვირთვას წარმოადგენს ადამიანების მასა სათავის ინვენტარების მასის ჩათვლით; სამრეწველო ნაგებობებისათვის — ტექნოლოგიური დანადგარების, სხვადასხვა მზა პროდუქციის მასა, ამწეპეკანიზმების ზემოქმედება და სხვ.

სასარგებლო დატვირთვების ნორმატიული მნიშვნელობები და შეკავშირის საიმედოობის (გადატვირთვის) კოეფიციენტები დადგენილია. ჯ. ნ. და პირობებით (СНИП-6-74, გვ. 6) და აიღება სათანადო ცხრილებიდან.

მ. აკმოსფერული დატვირთვები

ასეთი სახის დატვირთვებს ეკუთვნის თოვლის ან ქარის დატვირთვები.

ა) თოვლის ნორმატიული დატვირთვა თარაზული ფართობის ერთ კვადრატულ მეტრზე განისაზღვრება ფორმულით (СННП II-6-74, გვ. 9)

$$I^6 = cP_0, \quad (III.4)$$

სადაც P_0 არის თოვლის მასა თარაზული ფართობის 1 მ²-ზე სწვადასხვა რაიონებისათვის (СННП II 6-74, ცხრ. 4).

ტ. ნ და პირობებით, თოვლის დატვირთვის მიხედვით, საბჭოთა კავშირის ტერიტორია დაყოფილია 5 რაიონად. ქალაქის ანა თუ იმ რაიონზე მიკუთვნება ხდება სპეციალური რუკის დახმარებით. (СННП II 6-74, რუკა 1, გვ. 31—32).

ე — კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია სახურავის პროფილის მოხაზულობასა და ქანობზე. c -ს რიცხვითი ცნიშვნელობა აიღება ტ. ნ. და პირობებში მოყვანილი ცხრილებიდან (СННП II-6-74, ცხრ. 5). მაგ., თუ სახურავის დახრის კუთხე $\alpha \leq 25^\circ$, მაშინ $c=1$, ხოლო, თუ $\alpha \geq 60^\circ$, $c=0$. თოვლის საიმედოობის კოეფიციენტის (γ_f) სიდიდე განისაზღვრება ნორმატიული საკუთარი მასისა და თოვლის მასის ფარდობის $\left(\frac{g}{P_0}\right)$ მიხედვით. თუ $\frac{g}{P_0} \geq 1$, მაშინ $\gamma_f=1,4$, ხოლო როდესაც იგი ნაკლებია ერთზე, γ_f აიღება 1,5 ÷ 1,6 ფარგლებში (СННП II 6-74, §5.7).

ბ) ქარის დატვირთვა. ზედაპირის ნორმალურად მოქმედი ქარის ნორმატიული დაწოლა განისაზღვრება ტოლობით (СННП II-6-74, გვ. 14)

$$q_f = kq_0 \cdot c, \quad (III.5)$$

სადაც q_0 არის ქარის სიჩქარით წნევა ფართობის 1 მ²-ზე სწვადასხვა რაიონისათვის (СННП II-6-74, ცხრ. 6). ქარის დატვირთვის მიხედვით, საბჭოთა კავშირის მთელი ტერიტორია დაყოფილია 7 რაიონად. ქალაქის მიკუთვნება ამა თუ იმ რაიონზე ხდება სპეციალური გეოგრაფიული რუკის საშუალებით (СННП II 6-74, რუკა 2.)

ე არის ქარის წნევის სიჩქარის ზრდის შემასწორებელი კოეფიციენტი და აიღება ცხრილებიდან გადახურვის პროფილის მოხაზულობის მიხედვით (СННП II-6-74, ცხრ. 8). ქარის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_f=1,2$.

კ-კოეფიციენტი ითვალისწინებს ქარის სიჩქარით წნევის ცვლილებას ნაგებობათა სიმაღლის მიხედვით (СННП II-6-74, ცხრ. 7).

4. ტემპერატურული ზემოქმედება

ტემპერატურის ცვალებადობის მნიშვნელობა განისაზღვრება ტ. ნ. და პირობების მიერ შედგენილი კლიმატური რუკის მიხედვით და შედეგობაში მიიღება სტატისტიკურად ურკვევი კონსტრუქციების გაანგარიშების დროს (СНИП II 6-74, გვ. 26).

5. განსაკუთრებული დატვირთვები

ასეთი დატვირთვებია: სეისმური (განისაზღვრება სეისმური ძალების ტ. ნ. და პირობების ცხრილებით), აფეთქებითი ან ტექნოლოგიური პროცესის მკვეთრი დარღვევით გამოწვეული დატვირთვები, რომელიმე მზიდი კონსტრუქციის ელემენტის წყობიდან გამოსვლის შედეგად წარმოშობილი დატვირთვები და ა. შ.

6. ხამონტაჟ დატვირთვები

ასეთი დატვირთვები მოქმედებენ მხოლოდ კონსტრუქციების მონტაჟის დროს (ამწეების მასა, ადამიანის წონა და სხვ.), როდესაც კონსტრუქცია აგებრს პროცესშია.

ზემთ ჩამოთვლილი დატვირთვები კონსტრუქციაზე მოქმედებენ არა ცალ-ცალკე, არამედ რამდენიმე მათგანის ურთიერთ შეხამებით.

ტ. ნ. და პირობებით დადგენილია დატვირთვების ორი შეხამება: (СНИП II-6-74 §1.5 — 1.8):

1. დატვირთვების ძირითადი შეხამება ან, ზოკლედ, ძირითადი დატვირთვები.

დატვირთვების ეს ჯგუფი შედგება: მუდმივი, ხანგრძლივი და ხანმოკლედ მოქმედი დროებითი დატვირთვებისაგან.

2. დატვირთვების განსაკუთრებული შეხამება. დატვირთვების ასეთი შეხამება შედგება: მუდმივი, ხანგრძლივი და რანდენიმე ხანმოკლე დროებითი დატვირთვებისაგან და ერთ-ერთი სახია განსაკუთრებული დატვირთვისაგან.

ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვების ჯგუფში შედის: მუდმივი და დროებითი დატვირთვები, რომლებიც ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მოქმედებენ კონსტრუქციაზე, მაგალითად, კონსტრუქციის საკუთარი მასა, ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა მასა, მიწის ყრილის დაწოლა, წინასწარი დაძაბვის ზემოქმედება, სამკითხველოებისა და ბიბლიოთეკების დატვირთვები და სხვ.

ხანმოკლე დატვირთვებს უწოდებენ ისეთ დატვირთვებს, რომლებიც მოქმედებენ ხანმოკლე პერიოდის განმავლობაში. ამ ჯგუფის დატვირთვებში შედის: თოკლიან* და ქარის დატვირთვები, სხვადასხვა სახის ამწე მექანიზმები და ტვირთები, სავონტაჟო და ტემპერატურული დატვირთვები და სხვ

თუ ძირითად შეხამებაში შედის რამდენიმე ხანმოკლე დროებით დატვირთვა, მაშინ ყველა ამ დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობები მრავლდება $n = 0,9$ შეხამების კოეფიციენტზე. ერთი ხანმოკლე დატვირთვის მოქმედებისას $n = 1$ -ს.

როდესაც კონსტრუქციას ანგარიშობენ დატვირთვის განსაკუთრებული შეხამების მიხედვით, მაშინ ყველა დატვირთვის ცნიშვნელობები, გარდა მუდმივისა, მთავლდება $0,8$ კოეფიციენტზე.

§ III.3. ფოლადის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება

ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით, ფოლადის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება ძირითადად წარმოებს მასალის მხოლოდ დრეკადი თვისებების გათვალისწინებით. ცალკეულ შემთხვევებში, მაგალითად, ელემენტების მდგრადობაზე, განივ ღუნვაზე, შეკრეშულ-მოღუნული, გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტების გაანგარიშება ტარდება პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით. ელემენტების გაანგარიშება, როგორც დრეკად-პლასტიკური სხეულებისა, იძლევა მასალის ხარჯის $10 \div 15\%$ ით ეკონომიას.

1. გაჭიმული ელემენტების გაანგარიშება

ელემენტის ღერძის გასწვრივ მოქმედი გამჭიმავი ძალის ზეგავლენით, მის განივკვეთებში წარმოიშობა თანაბრად განაწილებული ნორმალური ძაბვები. უპირველეს შემთხვევებში, საკმარისია ელემენტის შესუსტებულ განივკვეთში ნორმალურმა ძაბვამ გადააჭარბოს ფოლადის დენადობის ზღვარს (R_y საანგარიშო წინალობას), რომ მოხდეს ელემენტის რღვევა. აქედან, ცხადია, გაჭიმული ელემენტის სიმტკიცისათვის დატული უნდა იქნეს პირობა

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (III.6)$$

სადაც N არის გრძივი გამჭიმავი ძალა;

A_n — განივკვეთის ხეტო (შესუსტებული) ფართობი;

R_y — საანგარიშო წინალობა (დან. I, ცხრ. 5);

γ_c — კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (დან. I, ცხრ. 4).

* III და IV რაიონების შესაბამისი თოკის დატვირთვა შემოსილებული 70 კგ/მ^2 -ით. შეიკეთებება ხანგრძლივ დროებით დატვირთვას.

(III.6) ფორმულით მოწმდება დრეკადობის ზღვრებში მოხუშავე ელემენტების სინტიციე $(R_p > \frac{R_u}{\gamma_u})$. როდესაც $R_p < \frac{R_u}{\gamma_u}$ და შესაძლებელია ელემენტის ექსპლუატაცია, მის შემდეგაც, როდესაც უდიდესი დაბნევა განიკვეთში მიაღწევს დენადობის ზღვარს, ელემენტების სინტიციეს ამოწმებენ ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq \frac{R_u \gamma_c}{\gamma_u} \quad (\text{III.7})$$

დიდი მოქნილობის $(\lambda = \frac{l_{ef}}{i})^*$ მქონე გაჭიმული ელემენტები, ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის დროს, შეიძლება ადვილად გაიღუნოს, ან ასეთ ელემენტებში დინამიკური დატვირთვების ზემოქმედებით განვითარდეს რხევები დიდი ამპლიტუდით. ამის გამო ტ. ნ. და პირობებით, გაჭიმული ელემენტების მოქნილობა (λ) იზღუდება ნორმებით დადგენილი სიდიდებით (დანარ. I, ცხრ. 10).

2. განივი ლუნვა

განივი ლუნვის დროს კოქის განიკვეთებში ვითარდება ნორმალური და მხები ძალები.

სუფთა ლუნვის შემთხვევაში (როდესაც განიკვეთში მოქმედებს მხოლოდ მლუნაფი მომენტი). სანამ მაქსიმალურად დაძაბულ განიკვეთში ნორმალური ძალები არ მიაღწევენ დენადობის ზღვარს, კოქი მუშაობს როგორც დრეკადი სხეული. ასეთ სტადიაში ნორმალური ძალები განიკვეთში ნაწილდება წრუთის კანონით (ნახ. III 1, ბ). განაპირა ბოქკოებში მოქმედი უდიდესი გაჭიმაფი და მკუმაფი ნორმალური ძალები გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma = \pm \frac{M}{W}, \quad (\text{III.8})$$

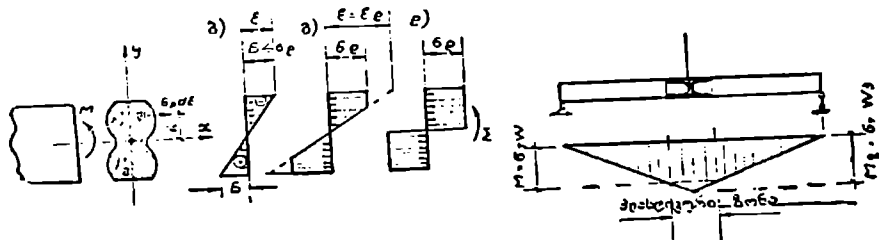
სადაც M არის განიკვეთში მოქმედი მლუნაფი მომენტი.

W —განიკვეთის წინაღობის მოძებტი.

დატვირთვის შემდგომი ზრდისას ნახშირბადიან და ამაღლებული სინტიციის ფოლადებისაგან დამზადებულ კოქებში ძალები განიკვეთის განაპირა ბოქკოებში ყველაზე ადრე აღწევენ დენადობის ზღვარს, რის შემდეგ, მათი შემდგომი ზრდა წყდება. საშაგიეროდ ძალები იზრდება ნეზობელ ბოქკოებში და ეს ზრდა წარმოებს მანამ, სანამ აქაც ძალები არ მიაღწევენ დენადობის ზღვარს. კოქის მუშაობის ამ ეტაპზე ნორმალურ ძაბვათა ეპიურა ლებულობს III.1, გ ნახაზზე ნაჩვენებ სახეს. რო-

* l_{ef} არის ელემენტის საანგარიშო სიგრძე; i —განიკვეთის ინერციის რადიუსი.

გორც ამ ეპიურიდან ჩანს, განივევების ნაწილი იზყოფება პლასტიკურ ნდგარმარებში, ხლო ნაწილი შეშაობს დრეკადად. დატვირთვის შენდგონი ზრდისას პლასტიკური დეფორმაციები ცრცელდება როგორც კოქის განივევების ნოღს სინდღეზე, ისე კოქის სდგონის ნაწილზე (ნახ. III.1, ე). კოქის მუშაობის ამ ეტაზე ნორმალური ძაბვები ყველა. ზე დაძბული განივევების ყველა ზოკოში აღწვენ დენადობის ზღვარს და ძაბვთა ეპიურას აქვს ორი სწორკუთხედის სახე (III.1, დ). ამ მომენტიდან დაწყებული, დატვირთვის უმნიშვნელო ზრდა იწვევს კვების ნობოუნებას ნეიტრალური ღერძის ირგვლივ (ძაბვების გაუზრდელად):



ნახ. III 1. ა-პლასტიკური სახსრის წარმოშობა განივი ღერძის დროს; ბ-დრეკადი სტადიი; გ-დრეკად-პლასტიკური სტადიი; დ-პლასტიკურა სტადიი.

ისე, თითქოს აქ გექონდეს სახსარი. ამ სახსარს, ჩვეულებრივი სახსრისაგან განსხვავებით, სრულ პლასტიკურ სახსარს უწოდებენ

განსხვავება ჩვეულებრივისა და პლასტიკურ სახსარს შორის შემდეგია:

1. ჩვეულებრივ სახსარში მომენტი $M=0$, პლასტიკურ სახსარში კი მოქმედებს ზღვრული მომენტი (M_{pl}) (ნახ. III 1 დ).

2. ჩვეულებრივ სახსარში კვების მობრუნება შეიძლება ორი მიმართულებით. პლასტიკურ სახსარში კი ერთი—სახელდობრ, ზღვრული მომენტის მიმართულებით. წინააღმდეგ შემთხვევაში ხდება კვების განტვირთვა (ძაბვები და დეფორმაციები კლებულობს და პლასტიკური სახსარი იხურება).

სრული პლასტიკური სახსრის წარმოშობის მომენტიდან განივევების მუშაობს ისე, როგორც პლასტიკური სხეული. III 1, დ ნახაზზე ნაჩვენებები ეპიურის მიხედვით, პლასტიკურა სახსრის შესაბამისი ზღვრული მომენტი განისაზღვრება ტოლობით (ნახ. III.1, ა)

$$M_{pl} = \int_A \sigma_y y dA = \sigma_{el} \int_{A_1} y dA + \sigma_{el} \int_{A_2} y dA = \sigma_{el} (S_1 + S_2),$$

სადაც $S_1 = \int_{A_1} y dA$ და $S_2 = \int_{A_2} y dA$ ნეიტრალური ღერძის ზემოთ და ქვემოთ მდებარე განივევების ნაწილების სტატიკური მომენტებია.

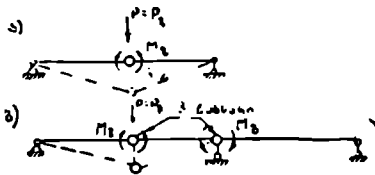
ალენიშნოთ $W_{აღ} = S_1 + S_2$, მაშინ

$$M_{აღ} = \sigma_e W_{აღ} \quad (\text{III.9})$$

$W_{აღ}$ -ს პლასტიკური წინააღობის მოიენტს უწოდებენ.

განივი ღუნვის შემთხვევაში ჰეიტრალური ღერძი ემთხვევა კოჭის გეომეტრიულ ღერძს, ამიტომ $S = S_1 = S_2$ და $W_{აღ} = 2S$.

სტატიკურად რვევად კოჭებში საკმარისია კოჭის მაქსიმალურად დაძაბულ კვეთში წარმოიშვას პლასტიკური სახსარი, რომ კოჭი გადარქვეს გეონეტრიულად ცვლად სისტემადა და დაირღვეს (ნახ. III.2, ა). უკრ კოჭში პირველი სახსრის წარმოშობა არ იწვევს კოჭის რღვევას (ნახ. III.2, ბ) მაგრამ ამ სახსოის წარმოშობის შემდეგ კოჭი ღებულობს იმდენად დიდ ჩაღუნვებს, რომ მისი ნორმალური ექაბლუტაცია შეუძლებელია. ამიტომ ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით კოჭის მზიდუნარიანობა ითვლება ამოწურულად. თუ მის ერთ რომელიმე



ნახ. III.2. კოჭის ზღვრული მდგომარეობა განივი ღუნვის დროს.

კვეთში წარმოიშობა პლასტიკური სახსარი*.

სრული პლასტიკური სახსრის წარმოშობამდე, კრილი კოჭების შემადგენელმა ელემენტებმა (საოტყელი, კედელი) შეიძლება დაკარგოს მდგრადობა ან განივეკეთში განვიითარდეს დიდი სიდიდის მხები ძაბვები. ამის გამწ, ტ. ნ. და პირობებით, როდესაც ფოლადის დენადობის ზღვარი ≤ 580 მპ, მხები ძაბვა $\tau \leq 0.9 R_s^{**}$ და დაცულია ადგილობრივი და საერთო მდგრადობის პირობებში, ფოლადის პლასტიკური თვისებების გათვალისწინებით კოჭის სიძტიცე განივ ღუნვაზე მოწალება ფორმულით

$$\sigma = \frac{M}{e_1 W_{n, \min}} \leq R_s \gamma_e \quad (\text{III.10})$$

სადაც $W_{n, \min}$ არის კოჭის ნეტო (შესუსტებული) განივეკეთის წინააღობის მომენტი,

e_1 — კოეფიციენტი და აღრიცხავს პლასტიკური დეფორმაციების გავლენას.

როდესაც

$$\tau \leq 0.5 R_s, \quad e_1 = e; \quad (\text{III.11})$$

* განივალის წარმოადგენს მუშოივეკეთიან შედუღებულ უკრ კოჭებში (სხ. СНИП II 23-81 §5.22, გვ. 14)

** საყრდენი კვეთის გამოკლებით, სადაც $\tau \leq R_s \gamma_e$.

როდესაც

$$0,5R_s < r \leq 0,9R_s, \quad \epsilon_1 = 1,05\beta\epsilon. \quad (\text{III.12})$$

ტექნიკური ნორმები მოითხოვს, რომ ϵ_1 არ იქნეს < 1 -ზე და მეტი ϵ -ზე. ϵ კოეფიციენტი განივკვეთის ტიპის, კოჭის სარტყლისა და კედლის განივკვეთის ფართობების ფარდობის ($A_{\text{კვ}}$) მიხედვით აიღება I დანართის I ცხრილიდან.

(III.12) ფორმულაში შემავალი β პარამეტრი გამოითვლება ტოლობით

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - (r/R_s)^2}{1 - \alpha(r/R_s)^2}}; \quad (\text{III.13})$$

$$\tau = \frac{Q}{I_{\text{მკვ}}}, \quad (\text{III.14})$$

სადაც Q არის კოჭის იმ განივკვეთში მოქმედი განივი ძალა, სადაც მოწმდება სიმტკიცე;

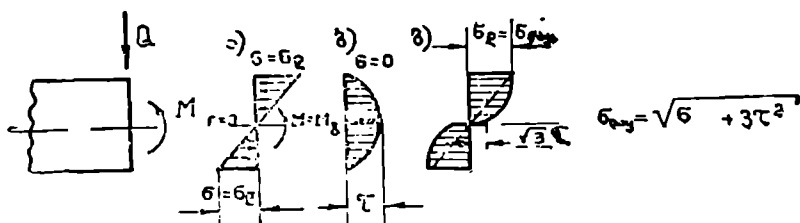
τ — მხები ძაბვა;

R_s — მხები ძაბვის საანგარიშო წინალობა, მისი რიცხვითი მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით (ცხრ. I.1)

$$R_s = 0,58R_p. \quad (\text{III.15})$$

$I_{\text{მკვ}}$ — კოჭის კედლის სისქე და სიმაღლე.

უპეტეს შემთხვევებში, კოჭის განივკვეთში მოქმედებს დიდი მნიშვნელობის როგორც ნორმალური (σ), ისე მხები (τ) ძაბვები. σ და τ -ს ერთ-



ნახ. III.3. დაყვანილ ძაბვათა ეპიურა ღუნვის დროს.

დროული მოქმედებისას ეკვთი გადადის პლასტიკურ მდგომარეობაში, თუ დაყვანილი ძაბვა (იხ. § 1.6)

$$\sigma_{\text{დაყ}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sigma_{\text{ე}}. \quad (\text{III.16})$$

ასეთ დამატულ მდგომარეობას წეისაბაქება III 3, გ ნახაზზე ნაჩვენები ზღვრულ ძაბვათა ეპიურა. ამ ეპიურის უდიდესი ნორმალური ძაბვები გამოითვლება (III.8) ფორმულით (ნახ. III.3, ა). აქედან გამომდინარე,

ტ. ნ და პირობებით, ყველა შექთხვევაში, გარდა ზემოთ აღნიშნული შექთხვევისა (III. 10) განივ ღუნვაზე შოაუშავე კოჭების სიმტკიცე მოწმდება ფოომბლით *

$$\sigma = \frac{M}{W_{n, min}} \leq R_p \gamma_c. \quad (III.17)$$

როგორც მასალათა გამძლეობიდან ცნობილია, უდიდესი M და Q მოქმედებენ სხვადასხვა კვეთებში; ამიტომ აუცილებელია უდიდესი განივი ძალიან მოქმედების ადგილას კოჭის სიმტკიცე შემოწმდეს სხები ძაბვების მიხედვითაც (ნახ. III.3, ბ)

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w} \leq R_p \gamma_c, \quad (III.18)$$

სადაც Q არის განსახილავ კვეთში მოქმედი განივი ძალა;

S — განივკვეთის ნახევარი ფართობის სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ;

t_w — განივკვეთის სივანე (კოჭის კედლის სისქე) ნეიტრალურ შრეზე;

I — განივკვეთის ინერციის მომენტი.

თუ კოჭის კედელი შეაუსტებულა კანკიკების ან მოქლონების ზერტებით, მაშინ სხები ძაბვა α მრავლდება α კოეფიციენტზე.

კოეფიციენტი $\alpha = \frac{a}{a' d}$,

სადაც a და d ზერტების ბიჯი და დიამეტრია. ტ. ნ. და პირობებით, როდესაც ელემენტის სიტკიცე მოწმდება (III.17) ფორმულით, აუცილებელია კოჭის კედლის სიმტკიცის შემოწმება დაყვანილი ძაბვის მიხედვითაც (I.8)

$$\sigma_{xtd} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \tau_{xy}^2} \leq 1.15 R_p \gamma_c, \quad (III.19)$$

$$\tau_{xy} \leq R_p \gamma_c,$$

სადაც

$$\sigma_x = \frac{M}{I} y; \quad \tau_{xy} = \frac{Q}{t_w h_w}$$

h_w — განივკვეთის კედლის სიმაღლეა.

როგორც ექსპერიმენტული კვლევით იქნა დადგენილი, (III.17) ფორმულა ორტეხებრი სიმეტრიული კვეთის კოჭებისათვის მართებულა.

*ურთიერთმართობ მთავარ სობრტყეებში მოქმედ M_x და M_y მღუნვი მომენტების მოწმდებისას, ელემენტის სიმტკიცე მოწმდება CHN II-23--81 §5.17-ში მოყვასილი (39) ფორმულით.

ლია, როდესაც კოქის კედლის პირობითი მოქნილობა $\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \times$

$\times \sqrt{\frac{k_{\nu}}{E}} < 6$ ის სადაც h_{ef} კედლის საანგარიშო სიმაღლეა და შეღუ-
ღებულ კოქებში კედლის სიმაღლის ტოლია ($h_{ef} = h_a$).

როდესაც $6 \leq \lambda_w \leq 13$ -ის სიმეტრიული ორტესები მოქნილ-
კველიანი კოქების* შექმნევაში, სტატიკური დატვირთვების მოკმდე-
ბისას, (III.17)-ის ნაცვლად, კოქის სიბტკიკეს ამოწმებენ ფორმულით

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^4 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^4 \leq 1, \quad (III.20)$$

სადაც M , Q არის კოქის განსახილავ განივკვეთში მოქმედი მღუნავი
მომენტი და განივი ძალა;

M_u , Q_u — მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის ზღვრული მნიშე-
ნელობები. ისაზღვრებიან ტ. ნ. და პირობების მითი.
თებათა მიხედვით (СНП II-23-81, §18.2, გვ. 57).

3. შეკუმშულ-(გაქაშულ) გაღუნული ელემენტების გაანგარიშება

ისე როგორც განივი ღუნვის შემთხვევაში, ნახშირბადიან და ამაღ-
ლებული სიმტკიცის ფოლადებისაგან დაიზადებულ კოქებში ელემენტის
მდგრადობა თუ უზრუნველყოფილია, მომენტისა (M) და გრძივი გაძვი-
მავი ან შემკუმშავი ძალის (N) ერთდროული მოქმედებით, კოქის ბაქ-
სიძალურად დაძაბულ კვეთში წაუზიშობა პლასტიკური სახსარი. მხო-
ლოდ აქ კოქის ნეიტრალური და გეომეტრიული ღეჩები არ ემთხვევა
ერთმანეთს (ნახ. III.4, ა, ბ, გ). პლასტიკური სახსრის წარმოქმნის
პროცესი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: საწყის მომენტში, სანამ $\sigma \leq$
 $\leq \sigma_{\text{გ.ს.}}$ ნორმალური ძაბვები კვეთში ნაწილდება წრფის კანონით
(ნახ. III.3, ა, ბ). უდიდესი ძაბვები კვეთის ზედა და ქვედა ბოკეობში
ტოლია:

$$\sigma_{\text{გ}} = \frac{N}{A_n} + \frac{M}{W_n};$$

$$\sigma_{\text{ქ}} = \frac{N}{A_n} - \frac{M}{W_n};$$

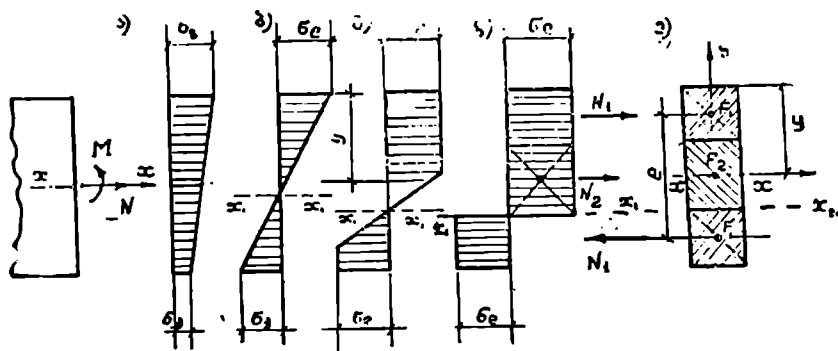
სადაც N , M არის გრძივი ძალისა და მომენტის უდიდესი აბსოლუტური
მნიშვნელობა,

A_n , W_n — განივკვეთის ნეტო ფართობი და წინაღობის მომენტი.

* როგორც წესი, მოქილედლან კოქებში გამოყენებული უნდა იქნეს ფოლადები,
ღუნადობის ზღვრით ($K_{\nu n}$) აბაქმეტეს 433 მან-სი (СНП II-23-81 § 18.1).

დატვირთვის შემდგომი ზრდისას, კვეთის განაპირა ბოქვებში დაბეჭდები აღწევენ დენადობის ზღვარს და ვრცელდება კვეთის მთელს სიმაღლეზე (ნახ. III.4, გ). როგორც ამ ეპიურიდან ჩანს, კვეთის ნაწილი იმყოფება პლასტიკურ მდგომარეობაში, ნაწილი კი მუშაობს დრეკადად. ამავე დროს, ნეიტრალური ლერძი ($x_1 - x_1$) დაცილებულია კოჭის გეომეტრიული ($x - x$) ლერძიდან და დატვირთვის ზრდასთან ერთად იცვლის მდებარეობას (ნახ. III.4, ა-დ).

თუ დატვირთვას კიდევ უფრო გავზრდით, დაბეჭდები კვეთის მთელ სიმაღლეზე აღწევენ დენადობის ზღვარს, რის შემდეგ მათი შემდგომი



ნახ. III.4. პლასტიკური სახსრის წარმოშობა გრძივი ძალისა და მომენტის ერთდროული (ოქმედებისას).

ზრდა წყდება. ამის შემდეგ კვეთში წარმოიშობა სრული პლასტიკური სახსარი და ზღვრული დატვირთვა ეპიურა ღებულობს III.4, დ ნახაზზე ნაჩვენებ სახეს. ამ ეპიურის მიხედვით ზღვრული გრძივი ძალა და მომენტი გამოითვლება ფორმულით (ნახ. III.4, დ)

$$N_{pl} = N_2 = \sigma_c \cdot A_2; \quad (III.21)$$

$$M_{pl} = N_1 \cdot e = \sigma_c \cdot A_1 \cdot e,$$

სადაც A_2 არის ნორმალური დატვირთვის ეპიურის გაკუმული და შეკუმშული ნაწილების ფართობთა სხვაობა (ნახ. III.4, დ);

A_1 — III.4 ნახაზზე ნაჩვენები განივკვეთის მთლიანი ფართობის ნაწილი;

e — მანძილი A_1 ფართობების სიმძიმის ცენტრებს შორის (ნახ. III.4, დ).

პლასტიკურ თეორიაში მტკიცდება, რომ სწორკუთხა კვეთებისათვის დამოკიდებულება M_{Σ} და N_{Σ} შორის იცვლება პარაბოლის კანონით

$$\frac{M_{\Sigma}}{M_T} + \left(\frac{N_{\Sigma}}{N_T} \right)^2 = 1, \quad (\text{III.22})$$

სადაც $M_T = \sigma_c \cdot \frac{I_x^{\Sigma}}{y}$, როდესაც $N = 0$, და $N_T = \sigma_c \cdot A_n$, როდესაც $M = 0$;

ან, თუ საანგარიშო წინაღობა დადგენილია დენადობის ზღვრის მიხედვით,

$$M_T = R_y \cdot \frac{I_x^{\Sigma}}{y}; \quad (\text{III.23})$$

$$N_T = R_y A_n.$$

აქ A_n და I_x^{Σ} არის შესუსტებული (ნეტო) განიკვეთის ფართობი და ინერციის მომენტი განიკვეთის სიმძიმის ცენტრში გაშვებული $X-X$ ღერძის მიმართ (ნახ. III.4, დ).

y - მანძილი X ღერძიდან მაქსიმალურად დაძაბულ ბოჭკომდე.

ორტესებრი და შევლერული პროფილებისათვის, (III.22)-ის ანალოგიური დამოკიდებულება ახლოა წრფესთან, ამიტომ ტ. ნ. და პირობებით (СННП II-23-81), ნებისმიერი პროფილის ელემენტებისათვის, III.22 ფორმულას ნაცვლად, მომენტის მოქმედების საბრტყეში სიმტკიცის შესამოწმებლად სარგებლობენ ფორმულით

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c} \right)^2 + \frac{M_{\Sigma}}{c_x W_{\Sigma \text{ min}} R_y \gamma_c} \leq 1^*, \quad (\text{III.24})$$

სადაც N , M არის ყველაზე არახელსაყრელი შეხამების შესაბამისი ნორმალური ძალა და მომენტი.

γ_c , c_x — კოეფიციენტები. შათი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება I დანართის 11 ცხრილიდან.

როგორც ექსპერიმენტული კვლევით მტკიცდება, III.24 ფორმულით სარგებლობა შეიძლება, თუ:

1. მასალის დენადობის ზღვარი არ აღემატება 580 მპ (5900 კგძ/სმ²);
2. ელემენტი არ განიცდის დინამიკური დატვირთვების უშუალო მოქმედებას.

3. მხები ძაბვები $\tau \leq 0,5 R$, და $\frac{N}{A_n R_y} > 0,1$ -ზე.

დანარჩენ შემთხვევებში პლასტიკური სახსრის წარმოშობამდე

* შენაშენა მხ 50-ე გეორზე.

შეიძლება ელემენტმა დაკარგოს მდგრადობა (საერთო ან ადგილობრივი). ანტიკომ, ისეთ შემთხვევებში, ტ. ნ. და პირობებით ელემენტის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით

$$\frac{N}{A_n} \pm \frac{M}{I_{x, n}} y \leq R_y \gamma_c^* \quad (\text{III.25})$$

4. ცენტრალური კუმშვა

ცენტრალური კუმშვა ხდება იმ შემთხვევაში, თუ მკუმშავი ძალა მოქმედებს ელემენტის ღერძის გასწვრივ.

მოკლე ღეროების შემთხვევაში (როდესაც მოქნილობა $\lambda < 10$) ელემენტი განიცდის სუფთა კუმშვას. ასეთი დეფორმაციის დროს ნორმალური ძაბვები განივკვეთში ნაწილდება თანაბრად, რის გამო ელემენტის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით

$$\sigma = \frac{N_3}{A_6} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{III.26})$$

სადაც N_3 არის მკუმშავი ძალა;

A_6 — ელემენტის განივკვეთის საანგარიშო ფართობი.

შედუღებულ ელემენტებში $A_6 = A$; მოქლონვილ ელემენტებში $A = A_n$, სადაც A , A_n განივკვეთის შესუსტებული (ბრუტო) და შესუსტებული (ნეტო) ფართობებია.

გრძელი ღეროების კუმშვისას ($\lambda \geq 10$ -ზე) კუმშვას თან ერთვის ელემენტის ღუნეაც მის მთელ სიგრძეზე, ანუ ადგილი აქვს გრძივ ღუნვას.

გრძივი ღუნვის შემთხვევაში, სანამ მკუმშავი ძალა (N) ნაკლებია რალაც კრიტიკულ მნიშვნელობაზე ($N_{კრ}$), ელემენტი ინარჩუნებს წრფივ (მდგრად) მდგომარეობას (ნახ. III.5 ა). როდესაც N ძალა მისი კრიტიკული მნიშვნელობის ტოლია, ელემენტი წრფივი მდგრადი მდგომარეობიდან გადადის მრუდწირულ გაწონასწორებულ (მდგრად) მდგომარეობაში (ნახ. III.5, ბ). საკმარისია N ძალამ ოდნავ გადააჭარბოს მის კრიტიკულ მნიშვნელობას, რომ მოხდეს ელემენტის რღვევა (ნახ. III.5, გ).

დეფორმაციის ამ სახეს მდგრადობის კარგვას უწოდებენ. მდგრადობის კარგვის შემდეგ, კუმშვისა და ღუნვის ერთდროული მოქმედებით, ძაბვები მთელ კვეთში სწრაფად აღწევენ დენადობის ზღვარს ელემენტში წარმოიშობა პლასტიკური სახსარი და ირღვევა (III.5, გ ნა-

* მღუნეო მომენტების (M_x , M_y) ორ შთავარ სიბრტყეში მოქმედების დროს ელემენტის სიმტკიცე მოწმდება СНиП II-23-81-ის 49 და 50 ფორმულებით.

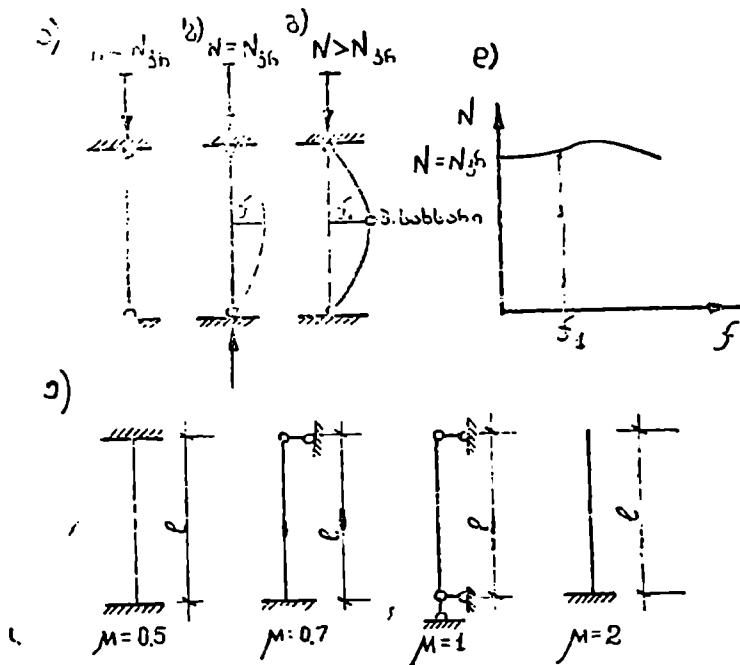
ხაზი). რღვევა ხდება სწრაფად (მყისედ), ამიტომ მდგრადობის კარგვა წარმოადგენს ელემენტის დეფორმაციის ყველაზე საშიშ სახეს. გრძივი ღუნვის შესაბამისი გრაფიკი ნაჩვენებია III.5, დ ნახაზზე.

გრძივი ძალის იმ მნიშვნელობას, რომლის შემდეგ ელემენტი კარგავს მდგრადობას, კრიტიკული ძალა ($N_{კრ}$) ეწოდება, ხოლო კრიტიკული ძალის ფარდობას ელემენტის განივკვეთის ფართობთან კრიტიკულ ძაბვას უწოდებენ

$$\sigma_{კრ} = \frac{N_{კრ}}{A} \quad (III.27)$$

ელემენტის სიმდგრადე უზრუნველყოფილია, თუ

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{კრ} \quad (III.23)$$



ნახ. III.5. გრძივ ღუნვაზე გაანგარიშებისათვის:

ა, ბ, გ—ღვარი მდგრადობის დაკარგვამდე და დაკარგვის შემდეგ; დ—კუმ-შავი ძალისა და ჩილუნვის დამოკიდებულების გრაფიკი; ე—კოეფიციენტი μ ბოლოების ჩაწვრების სახეს მიხედვით.

იმისათვის რომ საჭირო არ იყოს თითოეული ელემენტისათვის σ_{yk} -ის გამოთვლა, კრიტიკულ ძაბვას გამოხატავენ ფოლადის საანგარიშო წინა-ლობით

$$\sigma_{yk} = k\varphi' R_y \gamma_c \quad (\text{III.29})$$

ან, თუ აღვნიშნავთ, $\varphi = k\varphi'$, მივიღებთ

$$\sigma_{yk} = \varphi R_y \gamma_c \quad (\text{III.30})$$

φ -ის ეწოდება გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი შემთხვევითი ექსცენტრისიტეტის გათვალისწინებით.

k — უსაფრთხოების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ძალის მოღებვის საწყის ექსცენტრისიტეტს, საწყის გაღუნვას და მდგრადობის შემამსკირებელ სხვა ფაქტორებს.

(III.30) შევითანოთ (III.28)-ში, მივიღებთ პირველი ჯგუფის ზღვრული მდგრადობის საანგარიშო ფორმულას გრძივი ღუნვის შემთხვევაში

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{III.31})$$

ფოლადის საანგარიშო წინალობის (R_y) და უდიდესი მოქნილობის (λ) მიხედვით, გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი აიღება I დანართის მე-12 ცხრილიდან.

უდიდესი მოქნილობა გამოითვლება ფორმულით

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{min}} \quad (\text{III.32})$$

სადაც i_{min} არის ელემენტის განივკვეთის უმცირესი ინერციის რადიუსი;

$l_{ef} = \mu l$ — ელემენტის საანგარიშო სიგრძე;

l — ელემენტის გეომეტრიული სიგრძე (ბოლოების დამაგრების წერტილებს შორის მანძილი);

μ — კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს ელემენტის ბოლოების დამაგრების გავლენას (ნახ. III.5, ე).

I დანართის უნიფიცირებული მე-12 ცხრილი შედგენილია შემდეგი ფორმულების საფუძველზე:

როდესაც $0 < \bar{\lambda} \leq 2,5$,

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}}; \quad (\text{III.33})$$

როდესაც $2,5 < \bar{\lambda} \leq 4,5$,

$$\varphi = 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2, \quad (\text{III.34})$$

როდესაც $\bar{\lambda} > 4,5$,

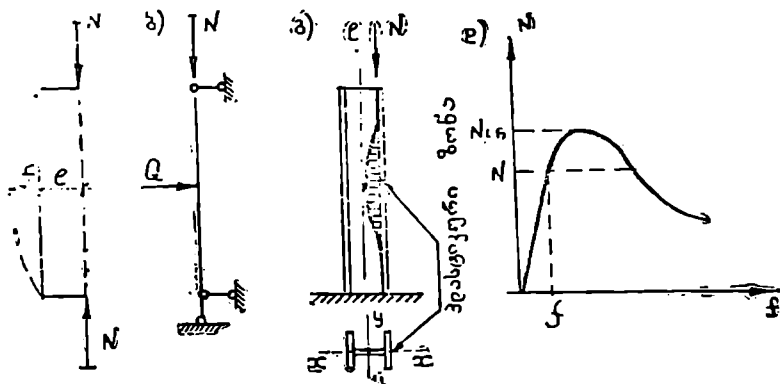
$$\varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 (51 - \bar{\lambda})}; \quad (\text{III.35})$$

სადაც $\bar{\lambda}$ — პირობითი მოქნილობაა და გამოითვლება ფორმულით

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y / E}. \quad (\text{III.36})$$

5. ექსცენტრული კუმშვა

როდესაც მკუმშავი ძალა ელემენტის გეომეტრიული ღერძიდან დაცილებულია e -მანძილით, კუმშვასთან ერთად ადგილი აქვს განივ ღუნვასაც. დეფორმაციის ამ სახეს ექსცენტრულ კუმშვას უწოდებენ, ხოლო e მანძილს — ექსცენტრისიტეტს (ნახ. III.6 ა). თუ გრძივ ძალასთან ერთად მოქმედებს განივი Q ძალაც, მაშინ ელემენტი განიცდის კუმშვა-ღუნვის დეფორმაციას (ნახ. III.6, ბ). განსხვავება ამ ორ დეფორმა-



ნახ III.6. ექსცენტრულ კუმშვაზე გაანგარიშებისათვის:

- ა. ბ — საანგარიშო სქემა; გ — პლასტიკური დეფორმაციების გავრცელების ზონა;
- დ — მკუმშავი ძალისა და ჩიღუნვის დამოკიდებულების გრაფიკი.

ციის შორის შემდეგია: პირველ შემთხვევაში ძალის ექსცენტრული მოქმედებით წარმოშობილი მღუნავი მომენტი ($M = Ne$) იცვლება N ძალის ცვლილების პროპორციულად; მეორე შემთხვევაში — M და N იცვლებიან ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. მიუხედავად ამისა, ექსცენტრულად შეკუმშულ და შეკუმშულ-გაღუნული ელემენტის მუშაობათა შორის განსხვავება იმდენად მცირეა, რომ უკანასკნელს ანგარიშობენ ექსცენტრული კუმშვის ფორმულებით, სადაც ექსცენტრისიტეტი $e = \frac{M}{N}$.

ექსცენტრული კუმშვის დროს, სიმტკიცის ამოწურვამდე შესაძლებელია ელემენტმა მდგრადობა დაკარგოს როგორც მომენტის მოქმედების სიბრტყეში, ისე მის მართობად.

გრძივი ღუნვისაგან განსხვავებით (ნახ. III.5, დ), ექსცენტრული კუმშვის დროს, მომენტის მოქმედების სიბრტყეში, ელემენტის ჩაღუნვა (f) იზრდება მკუმშავი ძალის მოქმედების საწყისი მომენტიდან (ნახ. III.6, დ), როგორც კი N ძალა მიაღწევს თავის კრიტიკულ მნიშვნელობას ($N = N_{კ}^0$), ელემენტი კარგავს მდგრადობას.

მდგრადობის კარგვის მომენტი ხასიათდება ჩაღუნვის სწრაფი ზრდით და ნორმალური (N) ძალის კლებადობით, ან, როგორც ხშირად ამბობენ, მზიდუნარიანობის სწრაფი კარგვით (ნახ. III.6, დ).

ნორმალური ძალის იმ მნიშვნელობას, რომლის დროს ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ელემენტი კარგავს მდგრადობას, ექსცენტრული კრიტიკული ძალა ეწოდება, ხოლო ამ ძალის ფარდობას ელემენტის განივკვეთის ფართობთან—ექსცენტრული კუმშვის კრიტიკულ ძაბვას უწოდებენ

$$\sigma_{კ}^0 = \frac{N_{კ}^0}{A}. \quad (III.37)$$

საკმარისია ექსცენტრული კუმშვის დროს ნორმალურმა ძალამ ოდნავ გადააჭარბოს მის კრიტიკულ მნიშვნელობას, რომ M -სა და N -ის ერთობლივი მოქმედებით, ელემენტი მყისიერ „დაირღვეს“. რღვევას ღრეკნება ადგილი, თუ

$$N \leq N_{კ}^0 = \sigma_{კ}^0 A. \quad (III.38)$$

აღვნიშნოთ

$$\varphi_c = \frac{\sigma_{კ}^0}{R_y \gamma_c},$$

საიდანაც

$$\sigma_{კ}^0 = \varphi_c R_y \gamma_c. \quad (III.39)$$

(III.39) შევითანოთ (III.38)-ში, მარტივი გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ მომენტის მოქმედების სიბრტყეში ექსცენტრული კუმშვის და შეკუმშული ზოლუნული ელემენტების მდგრადობის შესამოწმებელ ფორმულას

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_c A} \leq R_y \gamma_c, \quad (III.40)$$

სადაც φ_c -ს ეწოდება ძაბვის შემამცირებელი კოეფიციენტი ექსცენტრული კუმშვის დროს.

როგორც თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევით მტკიცდება,

წ. კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ელემენტის პირობით მოქნილობაზე

$$\bar{\lambda}_{ef} = \frac{l_{ef}}{i} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \lambda_{ef} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (\text{III.41})$$

და დაყვანილ ექსცენტრისიტეტზე

$$m_{ef} = \gamma m. \quad (\text{III.42})$$

აქ m ფარდობითი ექსცენტრისიტეტია და გამოითვლება ფორმულით

$$m = \epsilon \frac{A}{W_e} = \frac{M}{N} \frac{A}{W_e}. \quad (\text{III.43})$$

კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს განივკვეთის ფორმისა და პლასტიკური დეფორმაციების გავლენას.

W_e — განივკვეთის ყველაზე ნეტად შეკუმშული ბოქკოს წინაღობის მომენტი;

$\sqrt{\frac{R_y}{E}}$ -ით გამოიხატება სხვადასხვა მარკის ფოლადის სიმტკიცე.

$\bar{\lambda}_{ef}$ და m_{ef} პარამეტრების მიხედვით, α აიღება I დანართის 13 და 14 ცხრილებიდან. ექსცენტრული კუმშვისას, მდგრადობის დაკარგვაშდე, ელემენტის განივკვეთში ვითარდება პლასტიკური დეფორმაციები (ნახ. III.6, გ). როგორც აღნიშნული იყო, პლასტიკური დეფორმაციის გავლენა კრიტიკულ ძალაზე გაპოხატება η კოეფიციენტით. ეს კოეფიციენტი განივკვეთის სახის მიხედვით მოცემულია 1-დან მე-15 ცხრ. (СНП II-23-81).

ტ. 5. და პირობებით ექსცენტრული კუმშვის დროს მდგრადობაზე შემოწმება საჭირო არ არის, თუ მთლიანკედლიანი ლეროების $m_{ef} > 20$ -ზე, ხოლო გისოსურკედლიანი ლეროების — $m > 20$ -ზე.

როდესაც ექსცენტრულად შეკუმშული ელემენტის ფოლადის დენადობის ზღვარი მეტია 580 მპ (5900 კგძ/სმ²) და განივკვეთის სახე მკვეთრად არასიმეტრიულია, აუცილებელია, (III.40) პირობის შემოწმების შემდეგ დამატებით ელემენტის სიმტკიცე შემოწმდეს ფორმულით

$$\left| \frac{N}{A_n} - \frac{M}{\delta W_{nt}} \right| \leq \frac{R_n \gamma_e}{\gamma_n}, \quad (\text{III.44})$$

სადაც W_{nt} არის განივკვეთის ყველაზე მეტად გაჭიმული ბოქკოს წინაღობის მომენტი;

ბ — პარამეტრია და გამოითვლება ფორმულით

$$\delta = 1 - N \lambda^2 / (\pi^2 E A). \quad (\text{III.45})$$

მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში ექსცენტრულად მომუშავე ელემენტის მდგომარეობის კარგვა ძირითადად ხდება ისე, როგორც გრძივი ლუნვის დროს; მხოლოდ აქ პლასტიკური დეფორმაციის გავლენა გაცილებით მეტია. ამ ფაქტორის გათვალისწინებით, ტ. ნ. და პირობებით, ექსცენტრული კუმშვის დროს, მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში ელემენტის მდგრადობა მოწმდება ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{III.46})$$

სადაც c კოეფიციენტია და გამოითვლება ქვემოთ მოყვანილი ტოლობების მიხედვით*:

როდესაც

$$m_x \leq 5\text{-ის,} \quad c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}; \quad (\text{III.47})$$

$$m_x \geq 10\text{-ის,} \quad c = \frac{1}{1 + m_x \varphi_y / \varphi_b}; \quad (\text{III.48})$$

$$5 < m_x < 10\text{-ზე,} \quad c = c_5 (2 - 0,2 m_x) + c_{10} (0,2 m_x - 1). \quad (\text{III.49})$$

მოყვანილ ტოლობებში: α , β კოეფიციენტებია და ჭამობათავს მომენტის მოქმედების სიბრტყეში პლასტიკური დეფორმაციების გავლენას მათი წინაშეწინააღმდეგობები დაყვანილი ექსცენტრისიტეტისა (m_x) და განიკვეთის ტიპის მიხედვით აიღება I დანართის მე-16 ცხრილიდან.

φ_y — საანგარიშო წინააღმდეგობის შემამცირებელი კოეფიციენტია, როდესაც ელემენტის მდგრადობის კარგვა ხდება ლუნვისა და გრუნის ერთდროული მოქმედებით. მისი წინაშეწინააღმდეგობა აიღება СНИП II-23-81-ის § 5.15 და 7 დანართის მითითებათა მიხედვით.

c_5 და c_{10} კოეფიციენტებია. პირველი გამოითვლება (III.47) ფორმულით, როდესაც $m_x = 5$. მეორე — III.48 ფორმულით, როდესაც $m_x = 10$ -ს.

φ_y — გრძივი ლუნვის კოეფიციენტია მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში. მისი წინაშეწინააღმდეგობა $\lambda_y = \frac{l_y}{i_y}$ მოქნილობის მიხედვით აიღება I დანართის მე-12 ცხრილიდან.

l_y — ელემენტის საანგარიშო სიგრძეა M_x მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში,

i_y — განიკვეთის ინერციის რადიუსია იმავე სიბრტყეში.

* როდესაც $\lambda_y > \lambda_c = 3,14 \sqrt{E/R_y}$, c არ უნდა იქნეს მეტე СНИП II-23-81 §5.31 17 გვერდზე მოყვანილ C_{max} სიდიდეზე (ფორმულა 60).

ფარდობითი ექსცენტრისიტეტის $\left(m_x = \frac{m_x}{N} \frac{A}{IV_c}\right)$ გამოთვლის

დროს საანგარიშო მომენტად (M_x) აიღება:

ა) კონსოლურ ლეროებში უდიდესი მომენტი ჩამაგრების სიბრტყეში.

ბ) ბოლოებით დამაგრებულ ლეროებში უდიდესი მღუნავი მომენტი, რომელიც მოქმედებს ლეროს სიგრძის შუალედი მესამედის ზღვრებში (ნახ. III.6-ე-ზე მომენტი M_x'). ეს მომენტი არ უნდა იქნეს ნაკლები ლეროს მთელი სიგრძის ზღვრებში მოქმედი უდიდესი მღუნავი მომენტის ნახევრისა.

ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ელემენტი შეიძლება აღმოჩნდეს ზღვრულ მდგომარეობაში მდგრადობის დაკარგვამდე სიმტკიცის პირობით: ამიტომ ტ. ნ. და პ. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ელემენტებში, მდგრადობაზე შემოწმების გარდა, დამატებით უნდა შემოწმდეს III. 24 ან III.25 ფორმულებით სიმტკიცეზე.

მ. კოქების საერთო მდგრადობა

დატვირთვის რაღაც კრიტიკული მნიშვნელობისას განივ ღუნვაზე მომუშავე კოქებმა შეიძლება დაკარგოს საწყისი მდებარეობა და დაიგრიხოს (ნახ. III. 7, ა). დეფორმაციის ამ სახეს კოქის საერთო მდგომარეობის დაკარგვას უწოდებენ. ძაბვის იმ მნიშვნელობას, რომლის დროს ხდება კოქის საერთო მდგრადობის კარგვა, კრიტიკული ძაბვა ($\sigma_{კ}$) ეწოდება. რაც მაღალია კრიტიკული ძაბვის მნიშვნელობა, მით კოქი მდგრადია. კრიტიკული ძაბვის სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია კოქის სიხისტეზე პორიზონტალურ სიბრტყეში $\left(\frac{I_y}{I_x}\right)$ და კოქის საანგარიშო სიგრძისა და თაროს სიგანის ფარდობაზე (l_{eff}/b_f). კრიტიკული ძაბვის გაზრდა შეიძლება კოქის ზედა სარტყლის სათანადო დამაგრებით (ნახ. III.7. ბ).

ზედა სარტყლის დამაგრების წერტილებს შორის მანძილს კოქის საანგარიშო სიგრძეს უწოდებენ და აღნიშნავენ l_{eff} -ით (ნახ. III.7).

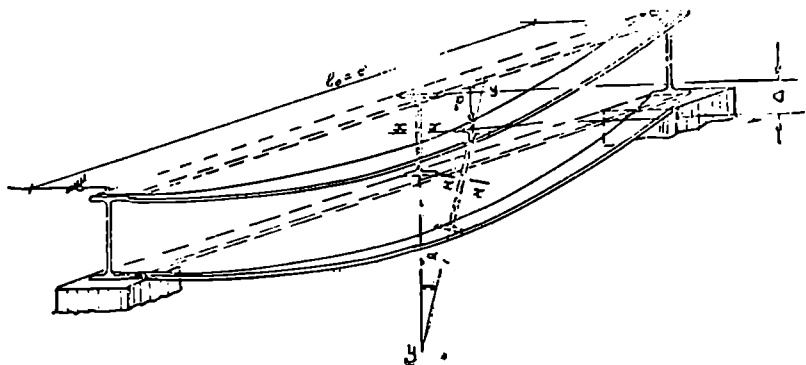
კოქის საერთო მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ

$$\sigma = \frac{M}{W_c} \leq \sigma_{კ} \quad (III.50)$$

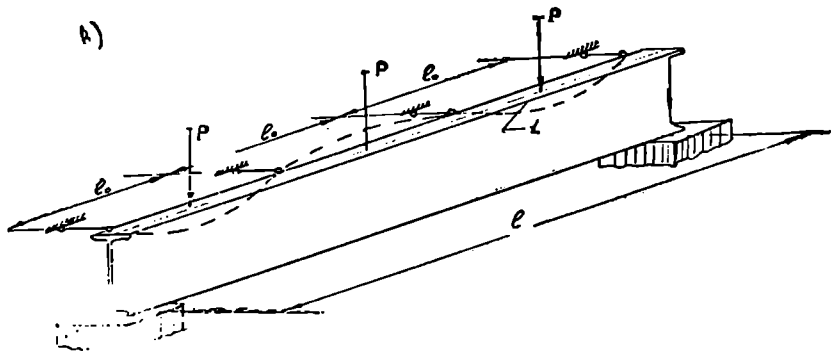
აღნიშნოთ

$$\frac{\sigma_{კ}}{\gamma_c R_y} = \varphi_c \quad (III.51)$$

თუ (III.51) შევიტანთ (IV.50-ში), მივიღებთ კოქის საერთო მდგრადობაზე საანგარიშო ფორმულას



ა)



ნახ. III.7. კოქის სიერთო მდგრადობის დაქარგვა: l_0 —საანგარიშო სიგრძე; l —კოქის წალი
 ა—კოქის ზედა სარტყლის ლერძი მდგრადობის დაქარგვის შემდეგ, დამაგრებულია
 მხოლოდ საყრდენი კავშირებით, ბ—დამაგრებულია საყრდენებს შორის.

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_y \gamma_{c1} \quad (III.52)$$

სადაც კოეფიციენტი φ_b განისაზღვრება ტ. ნ. და პირობების მე-7 და-
 ნართის მითითებითა მიხედვით (СНП II-23-81, §7, გვ. 83).

M არის საანგარიშო მღუნავი მომენტი;
 W_c — კოქის შეკუმშული სარტყლის წინაღობის მომენტი;

ყა კოეფიციენტის გამოთვლისას, თუ კოქის ზედა სარტყელი თარა-
 ზული გადაადგილების საწინააღმდეგოდ დამაგრებულია კავშირებით,
 მაშინ საანგარიშო სიგრძედ (l_{ef}) აიღება ამ კავშირებს შორის მანძილი
 (ნახ. III.7, ბ). როდესაც ასეთი კავშირებები არ არის, მაშინ $l_{ef} = l$ -ს,
 სადაც l კოქის მალისა (ნახ. III.7 ა).

კოქის საერთო მდგრადობაზე შემოწმება საკირო არ არის, თუ:

1. კოქის ზედა სარტყელს უწყვეტად ეყრდნობა გადახურვის ხისტი ფილები (ბრტყელი ან პროფილოვანი ფოლადის ფენილები, მსუბუქი ან ჩვეულებრივი რკინაბეტონის ფილები, ტალღოვანი პროფილის ფოლადის ფენილები და სხვ.).

2. კოქის საანჯარიშო სიგრძისა და ზედა სარტყლის სიგანის ფარდობა $\frac{l_{ef}}{b_f}$ არ აღემატება I დანართის მე-17 ცხრილში მოცემული ფორმულებით გამოთვლილ ფარდობას.

კოქების სიხისტეზე გაანგარიშება

როგორც აღვნიშნეთ, მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობით კოქების სიხისტეზე შემოწმება წარმოებს (III.2) ფორმულით $f_{max} \leq f_{al}$, ან, თუ ორივე მხარეს გავყოფთ l -ზე,

$$\frac{f_{max}}{l} \leq \frac{1}{n_0}, \quad (\text{III.53})$$

სადაც f_{max} არის ნორმატიული დატვირთვებით გამოთვლილი ჩალუნვის უდიდესი მნიშვნელობა.

$\frac{1}{n_0} = \frac{l}{f_{al}}$ — ფარდობითი ჩალუნვის ზღვრული სიდიდე და აიღება I დანართის მე-9 ცხრილიდან.

IV თავი

შედულებით შეერთება

§ IV.1. შედულების ტექნოლოგია

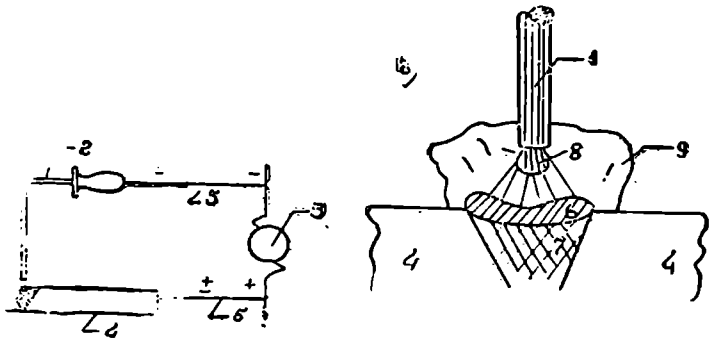
ელექტრორკალური შედულება წარმოადგენს ლითონის კონსტრუქციების ელემენტების შეერთების ძირითად სახეს.

ლითონის კონსტრუქციებში გამოიყენება სამი სახის ელექტრორკალური შედულება:

1. ხელით შედულება;
2. ავტომატური შედულება და
3. ნახევრად ავტომატური შედულება.

1. ხელით შედუღება

ხელით შედუღება წარმოებს შემდეგნაირად (ნახ. IV.1, ა): ელექტროდით (1) ფოლადის მრგვალი ღერო, დიამეტრით $4 \div 8$ მმ, რომელიც მოთავსებულია ელექტროდამკერში (2), მოქნილი საღენის საშუალებით (5) შეერთებულია ღენის წყაროს ერთ პოლუსთან. ღენის წყაროს მეორე პოლუსი შეერთებულია შესადუღებელ ელემენტთან (4). შემდუღებელი ელექტროდით ეხება შესადუღებელ ელემენტებს და შემდეგ სწრაფად გამოსწევს მას $2 \div 3$ მმ-ით. ასეთი შეხებით შესაერთებელ ელემენტსა და ელექტროდს შორის წარმოიშობა ელექტროარქალი, სადაც ტემპერატურა ვითარდება 4000° -მდე. მაღალი ტემპერატურის ზეგავლენით შესაერთებელ ელემენტებში წარმოიშობა გამდნარი ლითონის აბაზანა, რომელ-



ნახ. IV 1. ელექტროარქული შედუღების სქემა და ელექტროარქალი: 1—ელექტროდი; 2—დამკერი; 3. ღენის წყარო; 4—ნაკეთობა; 5—საღენი; 6—ელექტროარქალი; 7—გამდნარი ლითონის აბაზანა; 8—გამდნარი ელექტროდის წვეთი; 9—მდნობის აპკი.

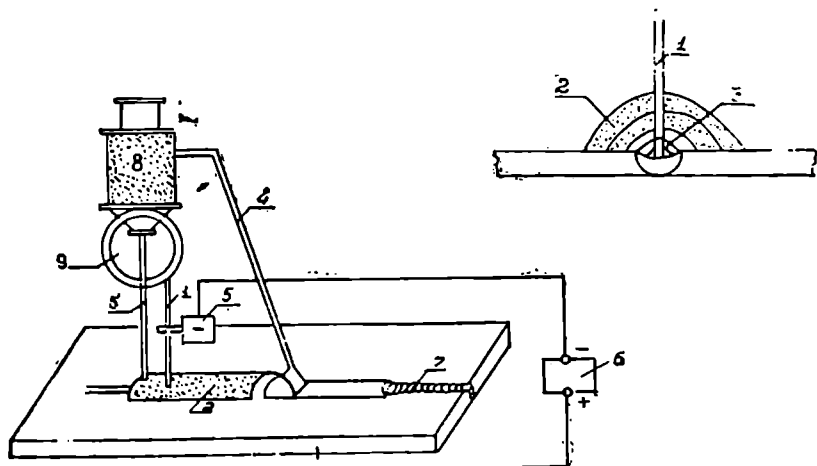
შიაც წვეთავს გამდნარი ელექტროდი (ნახ. IV.1, ბ). გაცივების შემდეგ ელემენტების შეერთების ადგილას წარმოიქმნება შედუღების ნაკერი. ტიტველი დაუკავი ელექტროდით შედუღებისას, ჰაერში მყოფი ჟანგბადი და აზოტი ინტენსიურად უერთდება გამდნარ ლითონს, ამის გამო ხდება ლითონის სასარგებლო მინარევების ამოწვა (ძირითადად ნახშირბადის), რაც მკვეთრად აქვეითებს შედუღების ნაკერის ხარისხს. აღნიშნული დეფექტის თავიდან ასაცილებლად, ელექტროდი იფარება სპეციალური საცხიო. საცხი წარმოადგენს გარკვეულ სისქის შენარევების ფენას და შედგება არალითონური (მაგ., ცარკი) და ლითონური (მაგნიუმის მადანი, ფერომანგანუმი და სხვ.) კომპონენტებისაგან. საცხი შედუღების დროს ღნება ელექტროდთან ერთად და ქმნის გაზისებრ აპკს, რომელიც იცავს შედუღების ნაკერს ამოწვისა და ჰაერის მავნე მოქმედებისაგან. შედუღების სიმტკიცისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ჩად-

ნობის (შესაერთებელი ელემენტების გადნობის სიღრმე) სიმაღლეს. მცირე ჩაღნობის სიმაღლის შემთხვევაში ძირითადი ფურცელი ვერ ასწრებს გაღნობას და გაცივების შედეგად ადგილი აქვს შეუღულელობას. დიდი სიმაღლის მქონე შეღულეების ხავერდის დროს შეიძლება წესაერთებელი ელემენტების გადახუების გამო მოხდეს მათი შემავალი ნახშირბადის ამოწევა. ამ მოვლენას ფოლადის გადაწევის უწოდებენ. როგორც შეუღულელობა, ისე გადაწევა წარმოადგენს შეღულენის ხავერდის სერიოზულ დეფექტს. ამიტომ ტ. ნ. და პირობებით, კუთხური შეღულეების ხავერდის სიმაღლე (კათეტი) არ უნდა იქნეს ნაკლები 1V 2 ცხრილში მოქანულ სიდიდეებზე და ზეტი 1,2x-სი. 1--შესაერთებელი ელემენტების უმცირესი სისქეა.

ხელით შეღულეების დადებითი მხარეა: შეღულეების წარმოება შეიძლება კონსტრუქციის ნებისმიერ ადგილას; უარყოფითი — მცირე მწარმოებლურობა, ელექტროენერჯის და ელექტროდის საგრძნობი ხარჯი; ხავერდის ხარისხი დამოკიდებულია შეღულეების კვალიფიკაციაზე.

ავტომატური შეღულევა (ნახ. IV.2)

ავტომატური შეღულევა დამყარებულია ელექტრორკალის სიბოის გამოყენების იმავე პრინციპებზე, რაც ხელით შეღულეების დროს. შეღუ-



ნახ. IV.2. ავტომატური შეღულევის სქემა: 1—ელექტროდი; 2—მღნობი; 3—ელექტრორკალი; 4—მღნობის შეწევა; 5—შეღულეების სათავე; 6—ღვინის წყარო; 7—შეღულეების ხავერდი; 8—მღნობის ფხვნილი; 9—ელექტროდის ხვეულა.

ღულევა წარმოებს სპეციალური ავტომატ-აპარატის საშუალებით. ავტომატზე მოთავსებულია ელექტროდის ხვეულა (9), ელექტროდი (1) და

მდნობის ფხვნილი (8). ელექტროლისა და მდნობის მიწოდება შედუღების ნაკერის ადგილას ხდება ავტომატურად. შედუღება წარმოებს მდნობის ფენის (2) ქვეშ, რობელიც იცავს ნაკერს ჰაერის მანეშ მოქმედებისაგან. მდნობი წარმოადგენს გრანულირებულ წილას მანგანუმოვან და სილიკატურ ფუძეზე. შედუღების პროცესში აპარატის გადაადგილება პირაპირის მიმართულებით ხდება ავტომატურად (ნახ. IV.3).



ნახ. IV.3. შედუღების კოქსის კუთხური ნაკერის ავტომატური შედუღება.

ავტომატური შედუღების უპირატესობა, ხელით შედუღებასთან შედარებით, შემდეგია:

1. შედუღების ნაკერის ხარისხი და სიმტკიცე გაცილებით მაღალია;
2. შედუღების მწარმოებლურობა (4—5) ჯერ მეტია;
3. ელექტროენერგიის და ელექტროლის ეკონომია აღწევს $40 \div 50\%$ -ს;
4. რადგან შედუღება წარმოებს მდნობის ფენის ქვეშ, არ არის საჭირო შექმედების თვალის მუშარადით დაცვა. ეს კი აუმჯობესებს მისი მუშაობის პირობებს.
5. წარმოებს ღრმა ჩაღუღება, რითაც მიიღება მაღალხარისხოვანი შედუღების ნაკერი.

ავტომატური შედუღების ნაკლია:

1. ავტომატის დიდი გაბარიტული ზომების გამო, კონსტრუქციის ბევრი ადგილი ასეთი შედუღებისათვის მიუდგომელია.

2. მას წეუძლია შეასრულოს მხოლოდ უწყვეტი სწორბაზოვანი ნაკერები.

3. ნახევრად ავტომატური შედუღება (ნახ. IV.4)

წყვეტილი და მრუდწირული შედუღების ნაკერებისათვის და საერთოდ, ისეთ ადგილებში, რომლებიც მიუღვამელია ავტომატური შედუღებისათვის, გამოიყენება ნახევრად ავტომატური შედუღება. შედუღება ასეთი ხერ-



ნახ. IV.4 ნახევრად ავტომატური შედუღება.

ხით წარმოებს (1÷2) მმ-იანი დიამეტრის შიშველი მავთულით (ელექტროდით). ელექტროდის მიწოდება შედუღების ადგილას ხდება სპეციალური მექანიზმით. შედუღების აპარატის გადაადგილება ხდება ხელით, თვით შემდუღებლის მიერ (ნახ. IV.4). ავტომატური შედუღების ანალოგიურად შედუღება მიმდინარეობს მდნობის ფენის ქვეშ. ნახევრად ავტომატური შედუღება განსაკუთრებით მოსახერხებელია წამწის კვანძების შეერთებისათვის.

4. შედუღების ნაკერის კონტროლი

წარმოებისათვის უარესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს შედუღების ნაკერის ხარისხის განსაზღვრის სრულყოფილ და მარტივ მეთოდებს.

ნაკერის ხარისხის დასადგენად იყენებენ:

ა) რენტგენის სხივებით გაშუქებას. ამ მეთოდით, შედუღების ნაკერში ატარებენ რენტგენის სხივებს. ნაკერში დეფექტის არსებობისას, იგი ვლინდება გადაღებულ ფირფიტებზე შავი ლაქების სახით.

ბ) ელექტრომაგნიტურ ხერხს-ამ ხერხით ნაკერში არსებულ დეფექტებს ავლენენ სპეციალური ხელსაწყოთა დეფექტოსკოპის საშუალებით.

გ) რადიოაქტიური ნიეთიერებების სხივებით. ეს ხერხი დამყარებულია რადიუმის რადიოაქტიურობაზე და ძირითადად გამოიყენება სქელი ნამზადის ($t \geq 30$ მმ) გასაშუქებლად.

ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები მოითხოვს ძვირად ღირებულ სპეციალურ აგრეგატებს; ამიტომ მათ ძირითადად იყენებენ საპასუხისმგებლო ნაკერების შესამოწმებლად. ამ მეთოდებს უწოდებენ ნაკერის ხარისხის შემოწმების სპეციალურ მეთოდებს. პრაქტიკის მრავალ შემთხვევაში შედუღების ნაკერის კონტროლი წარმოებს მარტივი, ე. წ. ვიზუალური ხერხით. ასეთი ხერხით ნაკერი მოწმდება ზედაპირული და თვალისაყრებით, ჩაქუჩის დარტყმით (ხმის მიხედვით), თარგების საშუალებით (ნაკერის ზომების შესამოწმებლად), ნაკერის გაბურღვით (ნაბურღის შემადგენლობისა და გაბურღული ხერხის კედლის დათვალისაყრების მიხედვით). ნაკერის შემოწმება ვიზუალური ხერხით არასრულყოფილია, ამიტომ ასეთი ხერხით შემოწმების დროს შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინალობა მცირდება (10 ÷ 15%) -ით (ცხრ. IV.1).

5. ელექტროდების მასალა

ელექტროდები მზადდება რბილი ფოლადისაგან და წარჰოლდგენს (4 ÷ 8) მმ-იანი დიამეტრის ლეროებს.

როგორც აღნიშნული იყო, ხელით შედუღების დროს ელექტროდი იფარება საცხით. საცხი იცავს შედუღების ნაკერს ჰაერის მავნე აირების მოქმედებისაგან. აუმიჯობსებს ნაკერის ხარისხს და ხელს უშლის ნაკერის სწრაფ გაცივებას. ავტომატური და ნახევრად ავტომატური შედუღების დროს გამოიყენება საცხით დაუფარავი—შიველი ელექტროდები. საცხის როლს ასრულებს ჰერმეტიკის ფხენილი, რომლის ქვეშ ავტომატურად მიმდინარეობს შედუღება. მექანიკური მარეგულბების მიხედვით ელექტროდები იყოფა სხვადასხვა ტიპებად: 342, 342A, 346, 346A, 350, 350A, 360, 370.

რიცხვი ელექტროდის ტიპში აღნიშნავს დადუღებული ლითონის დროებით წინალობას კნ/სმ²-ში (46 კნ/სმ², 50კნ/სმ² და ა. შ.). A ნიშნავს, რომ ამ ტიპის ელექტროდი ხასიათდება მაღალი პლასტიკურობით და სიმტკიცით.

ელექტროდის ტიპში შედის სხვადასხვა მარკის ელექტროდები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან საცხის შემადგენლობით.

ფოლადის მარკის, კონსტრუქციის ჯგუფის* და კლიმატური რაიონის მიხედვით, ელექტროდის ტიპის შერჩევა ხდება ტ. ნ. და პირობებით (СНП II-23-61) რეკომენდებული ცხრელის დახმარებით (დან. I. ცხრ. 18).

შედულების ნაყერის საანგარიშო წინალობები მოცემულია IV.1 ცხრილში.

ცხრილი IV.1

შედულების ნაყერების საანგარიშო წინალობები

შედულების შერჩევა	დაძალადობა	პირობები	შედულებითი შერჩევების საანგარიშო წინალობები
პირაპირი	კენჭა, გაქიმვა და ღუნვა ავტომატური, ნახევრად ავტომატური ან ხელით შედულების დროს ნაყერის ხარისხის ფიზიკური შემოწმებისას	ღუნვების მიხედვით	R_{ay}
		დროებითი წინალობის მიხედვით	R_{ay}
	გაქიმვა და ღუნვა ავტომატური, ნახევრად ავტომატური ან ხელით შედულების დროს, ნაყერის ვიზუალურად შემოწმებისას	ღუნვების მიხედვით	$R_{ay} = 0,85 R_p$
	ძერა		$R_{ay} = R_s$
კუთხური ნაყერებით	კრა (პირობითი)	ნაყერის ლითონის მიხედვით	$R_{ay} = 0,55 \frac{R_{aym}}{\gamma_{am}}$
		ლითონის დანადღის სახლეაოზე	$R_{ay} = 0,45 R_{am}$

- შენიშვნა: 1. ხელით შედულების ნაყერებისათვის R_{aym} საკუთრივ იქნეს ტოლი ლითონის ნაყერის დროებითი წინალობისა გაღვივებაზე, I C C I 5467-75-ით.
2. ავტომატური ან ნახევრად ავტომატური შედულების ნაყერებისათვის, R_{aym} ს უირობო აღებულ იქნეს СНП II-23-61 მე-4 ცხრილით.
3. საიმპლოზის კოეფიციენტი γ_{am} ნაყერის მასალის მიხედვით იღებო ტოლი: 1,25, როცა R_{aym} ირის არა უნეტეს 490 M² (5000 კვძ/სმ²); 1,35, — როცა R_{aym} ირის 590 M² (600 კვძ/სმ²) და მეტო.

* პასუხ-მკვებლობის ხარისხისა და ექსპლუატაციური პირობების მიხედვით, შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციები აყოფა ოთხ ჯგუფად (СНП III-23-81, ცხრ. 50, გვ. 60). რამდენა მიხედვით წარმოებს კონსტრუქციის ფოლადის მარკის შერჩევა.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კუმშვის დროს, პირაპირული შედუღების ნაკერისა და შესადუღებელი ფოლადის სიმტკიცე თანატოლია ($R_{\text{კ}} = R_{\text{ფ}}$, $R_{\text{კმ}} = R_{\text{ფმ}}$). გაქიჟვის ან ღუნვის შემთხვევაში, ძირითადი ელემენტისა და შესადუღებელი ნაკერის სიმტკიცე ტოლია, თუ ნაკერის ხარისხი მოწმდება ფიზიკური (რენტგენის სხივებით, დეფექტოსკოპით და სხვა) ხეობით.

ნაკერის ვიზუალური ხერხით შემოწმებისას, ნაკერის სიმტკიცე გაქიჟვისა და ღუნვაზე ნაკლებია შესადუღებელი ფურცლის სიმტკიცეზე, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული პირაპირების განლაგების დანიშნვის დროს. შედუღებით შეერთების გაანგარიშების გადაადგილების მიზნით, I დანართის მე-19 ცხრილში მოცემულია კუთხური ნაკერების საანგარიშო წინაღობანი.

§ IV.2. შედუღებით შეერთების ტიპები და მათი გაანგარიშება

ლითონის კონსტრუქციების ელემენტების შეერთება ძირითადად ხორციელდება პირაპირული და კუთხური შედუღების ნაკერებით.

1. პირაპირული შეერთება

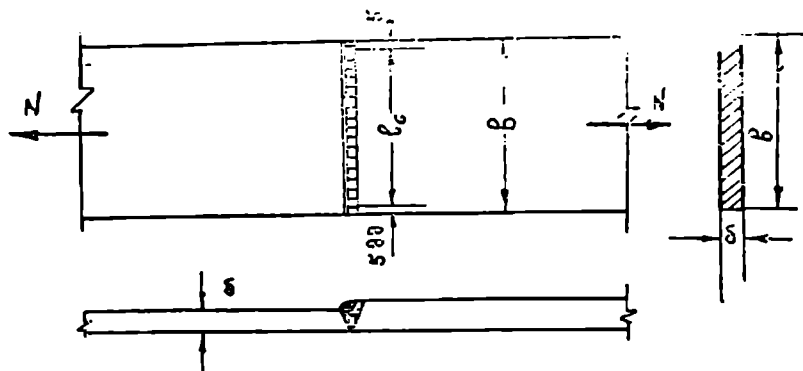
შესაერთებელი ელემენტების ერთ სიბრტყეში განლაგებისას, მათი ურთიერთშეერთება ხდება პირაპირული შედუღების ნაკერებით (ნახ. IV. 5, 6) ძალისა და პირაპირის მიმართულებებს შორის მდებარე კუთხის მიხედვით პირაპირული ნაკერები სრულდება: ნორმალური (ნახ. IV.5, ა) და ირიბი (ნახ. IV.5, ბ). შესაერთებელი ფურცლების ნაპირების დამუშავების მიხედვით პირაპირები იყოფა:

- ა) ნორმალურ (ნახ. IV.6, ა);
- ბ) V-სებრ (ნახ. IV. 6, ბ);
- გ) X-სებრ (ნახ. IV. 6, გ);
- დ) U-სებრ (ნახ. IV.6, დ);
- ე) K-სებრ ტიპებად (ნახ. 6, ე).

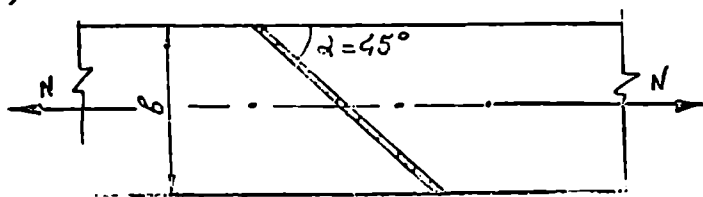
ნორმალური პირაპირი გამოიყენება მცირე სისქის მქონე ($t = 8-10$ მმ) ფურცლების შესაერთებლად (ნახ. IV. 6, ა). ასეთი შეერთება ფურცლის ნაწიბურების დამუშავებას არ საჭიროებს. ფურცლის მცირე სისქის გამო მისი ნაწიბურები შედუღების პროცესში დნება. სქელი ფურცლების შეერთებისას ფურცლის ნაწიბურების დამუშავება აუცილებელია, წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ექნეს შედუღებლობას.

ხელთ შედუღების დროს, როდესაც ფურცლის სისქე $t = 10-26$ მმ ან ავტომატური შედუღებისას— $t = 15 \div 30$ მმ-ს, ფურცლის შესაერთებელ ზედაპირებს დამუშავებენ V-სებრად (ნახ. IV.6, ბ). უფრო დიდი სისქის ფურცლების შეერთებისას, V-სებრი შედუღების ნაკერი იწვევს

ელექტროდის საგრძნობ ხარჯს და შედეგების ნაყრის ჯდომით გამოწვეულ აოასასუოველ დეფორმაციება. ასეთ შემთხვევაში ფურცლის ნაპიოეას აშუავეცეუ X -სებოი საბით (ნახ. IV 6, გ). Δ -სებრი 'შეეოთე-ბის დროს. ჯერ ბედულებას ატარებენ პირაპიოის ზედა მარადან, შემდეგ გადმოაბოუნებებ და ადულებებ ეოროე იბზიდან. თუ კონსტრუქციო დიდი ზოთისა და წონისაა, მისი გადატრიალება უბეზულია. ასეთ შემთხვევაში შეროთება ხორკიელდება N სებრი ნაყრით (ნახ. IV.6, დ). ფურცლების ერთმანეთთახ მათი კუთხით 'შეეოთება წარმოეის k ური ნაყრით (ნახ. IV.6, ე). პირაპირულ ნაყრებში შედეგების და-



ბ)



ნახ. IV.5. პირაპირული ნაყრების საინჟაროო სქემები:
 ა—ნორმალური შედეგების ნაყარი; ბ—იზობა შედეგების ნაყარი.

საწყისში ადგილი აქვს შედეგებულობას, ხოლო შედეგების დამთავრებისას, პირაპირის ბოლო ნაწილში წარმოიშობა კრატერი. როგორც ერთი, ისე მეორე წარმოადგენს შედეგების ნაყრის დეფექტს. ანიტომრეკომენდებულია, სპეციალური ქვესადებით შედეგების ნაყარი გადაყვანილ იქნეს პირაპირის ზღვრებიდან; შედეგების დამთავრებას შემდეგ ზედმეტი ნაყრები ჩამოიჭრება (ნახ. IV.6, ე). ქვესადების გამოყენე

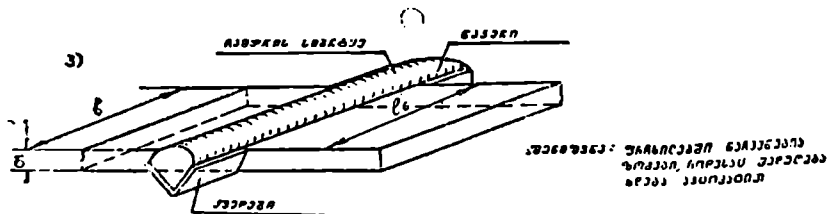
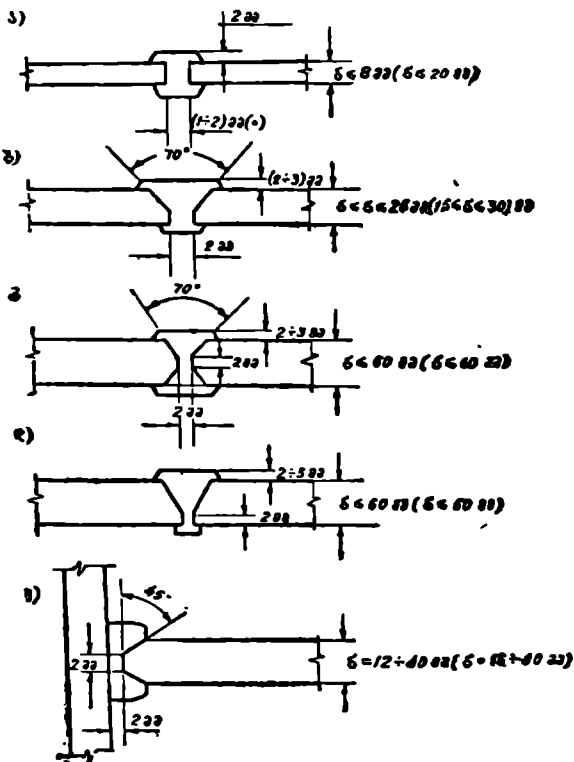
ბის შემთხვევებში პირაპირული შეღებვის ნაყერის 'სანგარიშო სიგრძე' აიღება ფურცლის სიგანის ტოლი

$$l_a = b_f \quad (IV.1)$$

თუ ნაყერის გადაყვანა არ ხდება, მაშინ

$$l_a = b_f - 2t, \quad (IV.1, a)$$

სიდაც t შესაერთებელი ელემენტების უცერცხი სისქეა (ნახ. IV.5, ა).



ნორმალური ტიპის შედუღების ნაკერის გაანგარიშება ძირითადად მდგომარეობს ძისი სიმტკიცის ტყე აწმებაში (ნახ. IV.5, ა). გულისხმობენ, რომ ნაკერის მთელს სიგრძეზე ძაბვები ნაწილდება თანაბრად. ასეთი დაშვების საფუძველზე შედუღების ნაკერის სიმტკიცე გაკვიმაზე ან კუმშვაზე მოწმდება ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{t \cdot l_w} \leq R_{wy} \gamma_e \quad (IV.2)$$

სადაც N არის შეერთებაში მოქმედი ძალა;

γ_e — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (დან. I ცხრ. 4);

R_{wy} — პიოპირული შეჯღების ნაკერის საანგარიშო წინალობა (ცხრ. IV.1).

როდესაც $\frac{R_{wy}}{\gamma_e} > R_{wy}$ (ან $\frac{R_u}{\gamma_u} > R_u$) და შეერთების ექსპლუატაცია დასაშვებია მას შემდეგაც, როდესაც ძაბვები ელემენტში მიაღწევენ დენადობის ზღვარს, ნაკერის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{t \cdot l_w} \leq \frac{R_{wy}}{\gamma_u} \gamma_e \quad (IV.3)$$

როგორც აღნიშნეთ, როდესაც ნაკერის ხარისხი მოწმდება მართი ხერხით, ნაკერის საანგარიშო წინალობა (R_{wy}) ნაკლებია ფოლადის საანგარიშო წინალობაზე $R_{wy} = 0,85 R_p$. ამის გამო, ზოგჯერ ნორმალური ნაკერის სიმტკიცე საკმაოდ არ არის, ნაკერის სიმტკიცის გაზრდის მიზნით საჭიროა ნაკერის სგრძის გაზრდა. აქედან გამომდინარე შეთანხმებულია მიმართავენ ირიბ პიოპირულ ნაკერებს (ნახ. IV.5, ბ). როდესაც ნაკერის კუხზე პიოპირონთან $\alpha \approx (4 - 67)^\circ$ ნაკერის და ძირითადი კუხის სიმტკიცე ტოლია, მაშინ ირიბი ნაკერის შეაოწმება სიმტკიცეზე საჭირო არ არის.

როდესაც პიოპირულ ნაკერში მოქმედებს მღუნაერ მომენტა (M) და განივი ძალა (Q) და ნაკერის შემოწმება ფიხიერა იერხით არ ხდება, ნაკერის სიმტკიცე მოწმდება (III.19) ფორმულით, მაოლოდ იმ განსხვავებით, რომ (III.19) ში ჩასმულ იქნეს $\sigma_x = \sigma_{ax}$, $\tau_{xy} = \tau_{ax}$, $R_x = R_{ax}$, $R_y = R_{ay}$, $1,15 R_p \gamma_e = 1,15 R_{wy} \gamma_e$. σ_{ax} და τ_{ax} განათქვამა ფორმულით: $\sigma_w = M/W_w$, $\tau_w = Q/A_w$. W_w , A_w — ნაკერის წინალობის მოქვნი და განივეკეთის ფართობია. როდესაც ელემენტის ძასალა შეიქვლეა I დანართის 18, 19 ცხრილებით, ჩადუღება ხდება მესაეოთხებლი ელემენტის მთელ სისქეზე და ნაკერის ხარისხი მოწმდება ფიხიერის ხერხით. შედუღების ნაკერის და ქვანაკერის ელემენტების სიმტკიცე ტოლია და ამიტომ ნაკერის სიმტკიცის ქვანაკერის სიმტკიცის ტოლია.

პირაპირული ნაკერების დადებითი მზარეა: კონსტრუქციის სიმარტივე. ძ.ღვების გადაცემა ერთი ელემენტიდან მეორეზე ხორციელდება თანაბრად, დაბნათა კონცენტრაციის გარეშე. მისი უარყოფითი მზარეა: სქელი ფურცლები მოითხოვს ნაწიბურების დაშუქაებას, ძნელდება პირაპირის მთელს სიგრძეზე თანაბარი სიდიდის ღრეჩოს დაცვა.

მაგალითი IV.1. შეეაშოწმით VI.5, ა ნახაზზე ნაჩვენები პირაპირული შედულების ნაკერის სიმტკიცე შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. პირაპირში მოქმედი ძალაა 400 კნ;
2. შესაერთებელი ფურცლის განივევეთის ზომები— $t \times b = 1,2 \times 20$ სმ;
3. ფურცლების ფოლადის მარკა BCТЗ сп 5-1 ($R_y = 225$ მპ);
4. ელექტროდის ტიპი—Э 42;
5. შედულება წარმოებს ხელით. ნაკერის ხარასხი მოწმდება ვიზუალური ხერხით.

ს ო ბ ს

მონაცემების მრხედვით, IV.1 და I-დან მე-5 ცხრილებით ვსაზღვრავთ შედულების ნაკერის საანგარიშო წინაღობას

$$R_{\omega\sigma} = 0,85 R_y = 0,85 \cdot 225 = 190 \text{ მპ};$$

ნაკერის სიმძლეს (k) ვიღებთ

$$k \approx t = 1,2 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე (IV.2)

$$l_{\omega} = b - 7t = 20 - 2 \cdot 1,2 = 17,6 \text{ სმ}.$$

(IV.3) ფორმულით გამოწმებთ ნაკერის სიმტკიცეს

$$\sigma = \frac{400}{1,2 \cdot 17,6} = 18,94 \text{ კნ/სმ}^2 = 189,4 \text{ მპ} < 190 \text{ მპ} = R_{\omega\sigma}$$

ნაკერის სიმტკიცე უზრუნველყოფილია.

2. კუთხური შედულების ნაკერები

როდესაც შესაერთებელი ელემენტები განლაგებულია სხვადასხვა სიმტკიცეში. მათი შეერთება წარმოებს კუთხური შედულების ნაკერით. (ნახ. IV.7). მოქმედი ძალისა და ნაკერის ურთიერთგანლაგების მიხედვით, კუთხური შედულების ნაკერები შეიძლება იქნეს: ფლანგური, შებლური და ირიბი (ნახ. IV.8, ა).

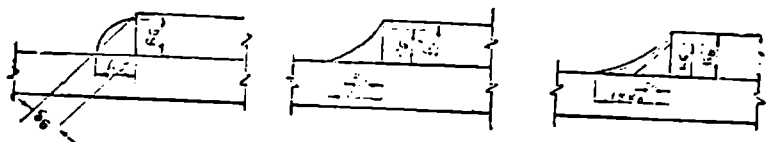
მოქმედი ძალის სახის მიხედვით: ნორმალური (ნახ. IV. 7, ა), ჩაზნეჩილი (ნახ IV.7, ბ) და დამრეცი (ნახ. IV.7, გ). ნორმალური ნაკერი გამოიყენება სტარტიკური დატვირთვების შემთხვევაში და აქვს ტოლფერდა სატკიოსედის სახე.

თვალთ უხილავი დეფექტების შესაძლებლობის გამო ნორმალური

ნაკერი ძლიერდება დადუღებით, რომლის სიმაღლე არ აღემატება $0,1 k_f$, სადაც k_f კუთხური ნაკერის კათეტის სიმაღლეა. ასეთი ნაკერის უარყოფითი მხარეაქაბათა შესაძლო კონცენტრაცია შეერთების ადგილას; ამიტომ დინამიკურ დატვირთვების მოქმედების ფლანგური კუთხური ნაკერი სრულდება შეზნექილი (ნახ. IV.7, ბ), ხოლო შეზნექილი ნაკერი—შეზნექილი დამრეცი (კათეტების ფარდობით $1:1,5$, ნახ. IV.7, გ).

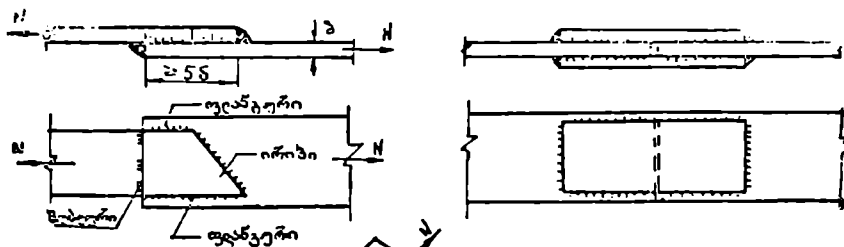
შეუღუღებლობის თავიდან აცილების მიზნით, ტ. ნ. და პირობე-

ბ,

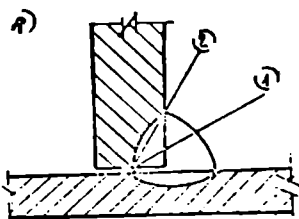
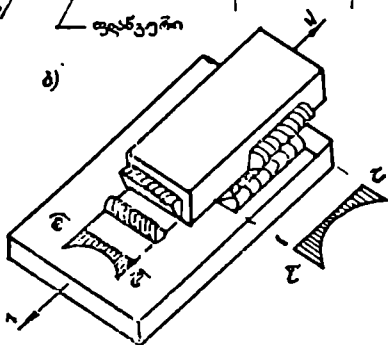


ნახ. IV.7. კუთხური ნაკერების სხეუბა: ა—ნორმალური; ბ—შეზნექილი; გ—დამრეცი.

ბით კუთხური ნაკერის უმცირესი სიმაღლე არ უნდა იქნეს IV.2 ცხრილში მოცემულ სიღიღებზე ნაკლები.



ბ)



ნახ. IV 8. შეერთების ტიპები: ა—გადაღებით შეერთება; ბ—კუთხური ნაკერების რღვევის სქემა; გ—ზეღებთ შეერთება; დ—კუთხური ნაკერის საინგარიშო კვეთების სქემა.

შედულების ნაერის კონტაქტ-მინიმალური ხამალე (min ჩ/წ)

შეკრუების სახე	შედულების ხერხი	ფოლადის დნადობის ზუვარი ვა (კვ/სმ ²)	შედულების მინიმალური კოეფიციენტი ჩ/წ (მმ), როდესაც უფრო სუსტი შეადლებული ვლენეცას სიქეა (მ მმ):									
			4-5	6-10	11-16	17-22	23-32	33-40	41-50			
ტექნიკური ნაერის კონტაქტ-მინიმალური ხამალე (min ჩ/წ)	ბელთი	450 (1400)-მდე	4	5	6	7	8	9	10			
		450 (1400) და 500 (5000)-მდე	5	6	7	8	9	10	12			
		450 (1400)-მდე	3	4	5	6	7	8	9			
		> 450 (1400) და 500 (5000)-მდე	4	5	6	7	8	9	10			
ტექნიკური ნაერის კონტაქტ-მინიმალური ხამალე (min ჩ/წ)	ბელთი	380 (3900)-მდე	5	6	7	8	9	10	12			
		კონტაქტური და ნახევრად იზოლაციური	4	5	6	7	8	9	10			

შენიშვნები: 1. ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებშიც დამზადებულია ფოლადისგან დენდობის ზღვრით 580 ვა (5000 კვ/სმ²) და მეტი, აგრეთვე 80 მმ-ზე მეტი სიქის ნებისმიერი ფოლადისგან დაზადებულ კონსტრუქციებში, კონსტრუქციის ნაკერების მინიმალური კოეფიციენტი აიღება სტეალური ტექნიკური ხამალეზე.

2. I₁; I₂; II₁ და II₂ კლასების რაიონებში მშენებარე კონსტრუქციებში შედარების მინიმალური კოეფიციენტი 1 მმ-ით, როდესაც შესაძლებელი ვლენეცების სისქე ნაკლები ან ტოლია 40 მმ-ზე და 2 მმ-ით, რომ დესიც მათი სისქე მეტია 40 მმ-ზე.

დიდი სიმაღლის შედუღების კუთხურმა ნაქერებმა შეიძლება გამოიწვიოს შესაერთებელა ფოლადის ელემენტების გადაწვა. ამის გამო, ნაქერის სიმაღლე არ უნდა იქნეს მეტი 1,2 სი (— შესაერთებელი ელემენტების უმცირესი სისქეა).

შეერთებაში კუთხური ნაქერები სრულდება უწყვეტი და წყვეტილი სახით. წყვეტილ ნაქერებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს: შეეჯმულ ელემენტებში—15 ს-ს; გაჭიჭულ ელემენტებში—30 ს-ს. ტ. ნ. და პ. ორივე შემთხვევაში ნაქერის სიგრძე არ უნდა იქნეს მეტი 85 მმ-ის. მრ. აიღება IV 3 ცხრილიდან. ეს მითითება არ ვრცელდება ისეთ ნაქერებზე, სადაც ძალები მოქმედებენ ნაქერის მთელი სიგრძის გასწვრივ მაგ., შედუღებული კოქის სარტყლის ნაქერები. აღნიშნულ მითითებებში: ს შესაერთებელი ელემენტის უმცირესი სისქეა, კ—შედუღების ნაქერის კათეტი.

ცხრილი IV.3

მრ. მრ. კოეფიციენტების მნიშვნელობები

შედუღების სხე ელემენტის შესაღებელი მათულის დიამეტრის (d, მმ-ის) მიხედვით	ნაქერის მდებარეობა	კოეფიციენტები	მრ და მრ კოეფიციენტების მნიშვნელობები ნაქერის კოეფიციენტის უკუთხვევაში, მმ		
			3-8	9-12	14-16
ავტომატური, როცა d = 3-5	ნაისებრი	მრ	1,1		0,7
		მრ	1,15		1,0
	ქვედა	მრ	1,1	0,9	0,7
		მრ	1,15	1,05	1,0
ავტომატური და ნახერად ავტომატური, როცა d = 1,4-2	ნაისებრი	მრ	0,9	0,9	0,7
		მრ	1,05	1,0	
	ქვედა	მრ	0,9	0,8	0,7
		მრ	1,05	1,0	
ბელ-თი; ნახერად ავტომატური მთლიანკეთიანი მათულის შემთხვევაში, როცა d < 1,4 ან ფუნქციონირების ელემენტის (მათულის) შემთხვევაში	ნაისებრი ქვედა კორიზ. ვერტ.	მრ	0,7		
		მრ	1,0		

შენიშვნა: კოეფიციენტების მნიშვნელობები შეესაბამება შედუღების ნორმულ რეჟიმს.

როგორც ექსპერიმენტებით გამოიჩვენა, კუთხური ნაკერები ზეშაობენ რთულ დაძაბულ პირობებში. მათი ზუსტი გაანგარიშება უძრავად რთული ამოცანაა, ამიტომ ანგარიშის გამარტივების მიზნით მიმართავენ შემდეგ დაშვებებს:

ა) გულისხმობენ რომ, კუთხური ნაკერების რღვევა ხდება ჭრის ძაბვების ზეგავლენით, ისე როგორც ეს IV 8, ბ ნახაზზეა ნაჩვენები.

ბ) ძაბვები ჭრის სიბრტყეზე ნაწილდება თანაბრად.

ასეთ დაშვებათა საფუძველზე ლერძული (შესაერთებელი ელემენტების მიმართ) ძალის მოქმედებისას კუთხური ნაკერების სამტკიცე მოწმდება ორ კვეთში, ნაკერის ლითონში (I კვეთში, ნახ. IV.8, დ)

$$\tau = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \ll R_{აფ} \gamma_{აფ} \gamma_{ფი} \quad (IV.4)$$

შენადნობის ლითონის საზღვარზე (2 კვეთში)

$$\tau = \frac{N}{\beta_z k_z l_w} \ll R_{აზ} \gamma_{აზ} \gamma_{ფი} \quad (IV.5)$$

სადაც l_w არის კუთხური ნაკერის საანგარიშო სიგრძე

$$l_w = l_6 - 10 \text{ მმ};$$

l_6 — ნაკერის მთლიანი სიგრძე;

β_f, β_z — კოეფიციენტები.

როდესაც შესაძლებელი ელემენტების დენადობის ზ-ვარი ≤ 580 მპ-ზე (5900 კგძ/სმ²), β_f და β_z აიღება IV.4 ცხრილიდან. როდესაც დენადობის ზღვარი > 580 მპ-ზე, $\beta_f = 0,7$ -ს, $\beta_z = 1$ -ს.

$\gamma_{აფ}, \gamma_{აზ}$ — კუთხური ნაკერების მუშაობის პირობის კოეფიციენტები. I_1, I_2, II_2, II_3^* კლიმატურ რაიონებში აკვებული კონსტრუქციების გამოკლებით, ყველა შემთხვევაში $\gamma_{აფ} = \gamma_{აზ} = 1$. I_1, I_2, II_2, II_3 რაიონებისათვის, როდესაც ნაკერის ლითონის ნორმატიული წინააღობა $R_{ააი} = 410$ მპ, $\gamma_{აფ} = 0,85$ და ყველა ფოლადისათვის $\gamma_{აზ} = 0,85$.

$R_{აფ}, R_{აზ}$ — კუთხური ნაკერების საანგარიშო წინააღობა (ცხრ. VI.1). პრაქტიკული გაანგარიშების დროს წინასწარ ნიშნავენ ნაკერის სიმაღლეს და (IV. 4, 5) ფორმულებით ანგარიშობენ ნაკერის ჯამურ სიგრძეს

$$l_w' = \frac{N}{\beta_f k_f \gamma_{აფ} \gamma_{ფი} R_{აფ}}; \quad (IV.6)$$

* I_1 ს მიეუთვნება რაიონი, სადაც $-50 > t \geq -65^\circ C$. I_2, II_2, II — რაიონები, სადაც $-40 > t \geq -50^\circ C$, ყველა დანარჩენ შემთხვევაში იგულისხმება, რომ $t \leq -40^\circ C$ -ზე.

$$l_{\omega}'' = \frac{N}{\beta_r k_f \gamma_{\omega z} \gamma_c l_{\omega z}} \quad (IV.7)$$

l_{ω}' და l_{ω}'' -დან საბოლოოდ აიღება უდიდესი ან, პირაქით, წინასწარ ნიშნავენ ნაყერის სიგრძეს და ანგარიშობენ ნაყერის სიმაღლეს

$$k_f' = \frac{N}{\beta_f \cdot \omega \gamma_{\omega f} \gamma_c R_{\omega f}} \quad (IV.8)$$

$$k_f'' = \frac{N}{\beta_z l_{\omega} \gamma_{\omega z} \gamma_c R_{\omega z}} \quad (IV.8, a)$$

k_f' და k_f'' -დან, საბოლოოდ, აიღება უდიდესი.

მლუნავი მომენტის. გრძივი და განრეხ ძალების ერთდროული მოქმედებისას. კუბური ნაყერის სინტრიცე მოწმდება ფორმულებით შედულების ნაყერის ლითონში

$$\tau_f = \sqrt{\left(\frac{M}{W_f} + \frac{N}{A_f}\right)^2 + \left(\frac{Q}{A_f}\right)^2} \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c \quad (IV.9)$$

ნაყერის ლითონის საზღვარზე

$$\tau_z = \sqrt{\left(\frac{M}{W_z} + \frac{N}{A_z}\right)^2 + \left(\frac{Q}{A_z}\right)^2} = R_{\omega z} \gamma_{\omega z} \gamma_c \quad (IV.10)$$

სადაც

$$W_f = \frac{\beta_f k_f l_{\omega}^3}{6}, \quad W_z = \frac{\beta_z k_z l_{\omega}^3}{6}, \quad A_f = \beta_f k_f l_{\omega}, \quad A_z = \beta_z k_z l_{\omega}.$$

СНП II-23 81 § II 2 მიხედვით, როდესაც შესაერთებელი ელემენტების დენადობის ზღვარი $R_{\omega} \leq 295$ მპ-ის, ელექტროდის ან შედულების მავთულის მასალა აღებული უნდა იქნეს ისეთი, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას 1, $i R_{\omega} \leq R_{\omega f} \leq R_{\omega z} / \beta_f$ -ზე (IV.11).

ასეთ შემთხვევებში IV.6, 7, 8 ფორმულებით ანგარიში საჭირო არ არის. როდესაც $R_{\omega} \geq 195$ მპ-ის, ნებადართულია გამოყენებულ იქნეს ელექტროდები ან შედულების მავთულები, რომლებიც აკმაყოფილებს პირობას $R_{\omega z} < R_{\omega f} \leq R_{\omega z} \beta_z / \beta_f$ (IV.12).

§ IV.3. ალუმიინის ფენადნობიანი კონსტრუქციის ელემენტთა ფედულებით ფანკთმზის თამხიეაუარბანი

ალუმიინის შენადნობების შესაერთებლად ძირითადად იყენებენ არგორკალურ შედულებას

შედულების ეს ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: შედულება მიმდინარეობს ინერტული აირის არგონის ქველის ქვეშ. ელექტრორკალი-

იქმნება ეოლფრამის ელექტროდით. რკალში შეჰყავთ მკირედიამეტრიანი შიშველი ძაეაუელი, როპელაც შესადუღებელი ელექენტების ნაწიბურებთან ერთად ღნება. გამდნარი ლითონის ნარევის გ ციეების შედეგად წარპოიშობა შედუღების ნაკერო.

ხელით შედუღებისას. ნაკერის თხევალი ლითონის დაცვა ჰაერის შაენე მოქედებისაგან ხდება აზონის გაზისებრი აკით.

ავტომატური და ნახევრად ავტომატური შედუღება ხორციელდება ალუმინის დნობალი ელექტროდით; შედუღება მიმდინარეობს სპეციალური ფხვნილის, მდნობის ფენის ქვეშ.

ალუმინის ელექტრას შედუღების პირაპირული ტიპები ზემოთ განხილული ფოლადის ელემენტების პირაპირების ანალოგიურია (ნახ. IV.6)

ალუმინის კონსტრუქციების კუახური და პირაპირული ნაკერის გაანგარიშება წარმოებს IV.4-5 და IV.3-2 ფორმულებით, მხოლოდ იმ განსხეაეებით, რომ აქ ხელით შედუღების დროს კოეფიციენტი $\beta = 0,7$, ავტომატური შედუღებისას $\beta = 0,9$.

ნაკერის საანგარიშო წინალობები მოცემულია СНИП II-24 74 ტექნიკურ ნორმებში.

§ IV 4. შედუღების ტექნიკური პირობები

როდესაც შედუღების ნაკერებს თავისუფალი დეფორმირების საშუალება არა აქვო, სწრაფი გაქხელება-გაკიეების შედეგად ნაკერებში წარმოიშობა ტექტურული ძაბეები. ასეთი ძაბეების ზეგაეღენით ნაკერებში შეიძლება წარმოიშვას თვალით უხილავი ბზარები, რაც დაუსშეებელია. ტექტურული ძაბეების შემციირების მიზნით, რეკომენდებულია შემდეგი ღონისძიებები:

ა) შესაძლებლობის ფარგლებში ნაკერის სიმაღლე უნდა იქნეს რაც შეიძლება მკირე (არა ნაკლები IV.3 ცხრილში მოყვანილი სიდიეებისა);

ბ) შედუღების ნაკერები განლაგდეს სიმეტრიულად;

გ) მკირე უბანზე თავიდან უნდა იქნეს აცილებული რამდენიმე ნაკერის ახლო მანძილებით განლაგება ან შათი ურთიერთქეევა;

დ) შედუღება უნდა შესრულდეს ისეთი თანამიმდევრობით, რომლის დროს ნაკერებს ექნებათ თავისუფალი გაფართოება-დამოკლების საშუალება;

ე) ნაკერის სიმაღლე უნდა იქნეს არა ნაკლები IV.2 ცხრილში მო-

ყვანილი სიდიდეებისა და არა უჭერეს 1,2 ს-ი, სადაც t — შესაერთებელი ელემენტების უმცირესი სისქეა.

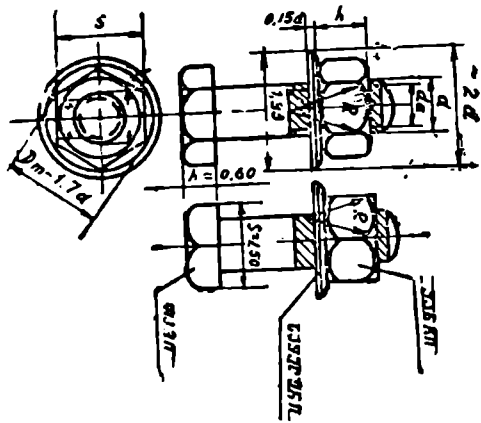
ვ) ფლანგური ნაკერის სიგრძე არ უნდა იქნეს ნაკლები $4k_1$ -ზე ან 40 მმ-ზე და მეტი მანქანის უკანასკნელი ზედა და დაბლა არ ვარჯიშდება ისეთ ნაკერებზე, რომლებსაც ძაბვები გადაეცემა მთელი სიგრძის გასწვრივ.

▼ თ ა მ ი

ხანჯიკებითა და მოკლონებით შეერთება

§ V.1. ხანჯიკებით შეერთება

ამჟამად ფოლადის კონსტრუქციებში, შედუღებით შეერთებასთან ერთად, იყენებენ კანკიკებით შეერთებას. კანკიკები (ნახ. V 1) იხსება წინასწარ მომზადებულ შესაერთებელი ელემენტების ხვრეტებში (ნახ. V 3). მათი დაყენების პროცესი გაცილებით მარტივია, ვიდრე მოკლონებისა, რადგან იგი არ მოითხოვს კვალიფიციურ მუშა ხელს და რთულ მოწყობილობას. ამავე დროს, კანკიკებით შეერთება მოკლონურ შეერთებასთან შედარებით, ნაკლებად მონოლითურია. ლითონების კონსტრუქციებში კანკიკებით შეერთებას ძირითადად იყენებენ:



ნახ. V 1 კანკიკი კანკით და საყუდრით.

1. ასაწყობ დასაშლელ კონსტრუქციებში;
2. მონტაჟის დროს (მაგ., წამწის საყუდენი კვანძების მისამაგრებლად სეგეტებთან, კაეშირების წისაერთებლად წამწის კვანძებთან და სხვ.);
3. მოკლონებისა და შედუღების დროს დროებითი სამონტაჟო საშუალების სახით;
4. სახსროვანი კვანძების მოსაწყობად;
5. სვეტების საძირკველში ჩასამაკრებლად;
6. როდესაც შესაერთებელი პაეტის დიდი სისქის გამო ტექნიკურად შეუძლებელია მოკლონებით შეერთება.

ქანქიკები, რომლებსაც იყენებენ ლითონის კონსტრუქციებში, იყო-
ვა ოთხ ჯგუფად:

უხეში (ГОСТ 15599-70 ან 15591-70), ნორმალური (ГОСТ 7798 70
ან 7796), ამალღებული (ГОСТ 7805-70) სიზუსტის ქანქიკებად და შალა-
ლი სიმტკიცის ქანქიკებად (ГОСТ 1050 74). სიმტკიცის შიხედღივთ ქან-
ქიკები იყოფა კლასებად: 4.6; 5.6; 6.6; 4.8; 5.8; 8.6.

ნორმალური და უხეში სიზუსტის ქანქიკები ახადღება ნახშირბად-
მტკირე* (მარკივთ ВСТ 3, ВСТ5) და მტირეულღეღირებული (09Г2, 14Г2, 15ГС,
15Х СНД) ფოლადღებისაღან ასეღი ქანქიკების ხერეღში აღღილად
ჩასმის მიზნით, ხერეტის დიამეტრს იღღებენ 2÷3 მმ-ით მეტს ქანქიკის
დიამეტრზე. უხეში და ნორმალური სიზუსტის ქანქიკები ძირითადად
ღამ-იიყენება როგორღ სემონტაეო საშუალღებანი (შეერთების ფიქსაციი-
სათღის) და ხშირად მათ შავ ქანქიკება უწოღღებენ.

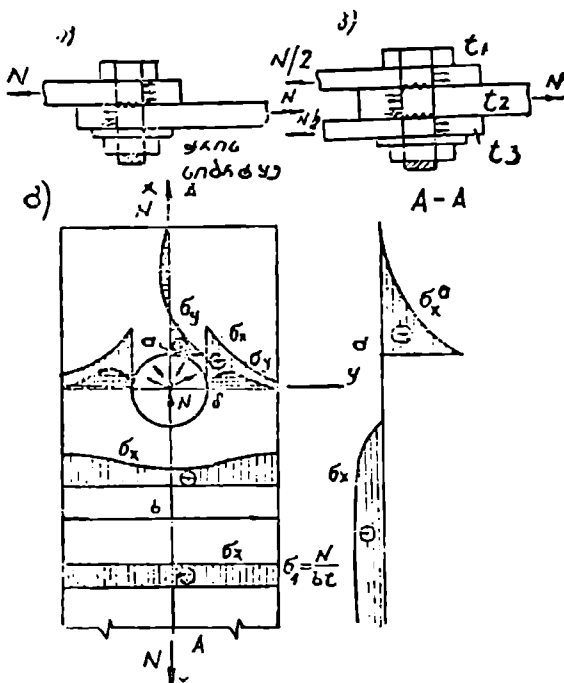
შალალი სიზუსტის ქანქიკები შხადღება 8.8 კლასის ფოლადღისაღან.
ასეღი ქანქიკებით მეერთებას დროს ქანქიკისა და ხერეტის დიამეტ-
რების სხეობა 0.3÷0.5 მმ-ია. სუფთა ქანქიკებით შეერთება ხასიათღე-
ბა საემო სიმქლავრით და ნაკღები დეფორმაციულღობით. ამიტომ მათ
იყენებენ, როღღესაც საქიროა მოქლონუოი შეერთების შეღღელა ქანქიკური
შეერთებათ ან საწონტაეო მეერთებებში, როღღესაც ქანქიკებს ღადაეღე-
მა ძღრის ძალღები შალალი სიზუსტის ქანქიკებს ზოგჯერ სუფთა ქანქი-
კება უწოღღებენ. სუფთა ქანქიკებათ ქანქიკებს მქიდროდ მოსაკრად იყენე-
ბენ ქანქსაკეღებს, სახელღრის სიღრძით 400, 800 და 1200 მმ. ქანქიკები
მხადღება იმაეე მარკის ფოლადღისაღან, რისღანაც ქანქიკები. შალალი
სიმტკიცის ქანქიკები მხადღება ნახშირბადღიანი ან ლეღღირებული ფოლა-
ღების თერქული დამუქაეებით (3ХС, СТ35, 40Х40 ХФА). თერქული
დამუქაეების შედღეად ქანქიკების სიმტკიცე იზრღება 800÷13.0 ამპ-მღე.
ხერეტების დიამეტრი, ისე როგორღ შავი ქანქიკების დროს, 3 მმ ით
მეტრა ქანქიკების დიამეტრზე. შალალი სიმტკიცის ქანქიკებით შეერთე-
ბების სიმქლავრე ძირითადად დამოკიდებულია ქანქიკების მოქიღმვის ძა-
ლაზე. ამიტომ ქანქიკების მოქიღმვა ხღება სხეციალღურად ტარიღებუ-
ლი ქანქსაკეღების საშუალღებით. ასეღი ქანქსაკეღებით შეიდღება მო-
ქიღმვის ძალის ღაზომვა და შემოწმება.

*პირღე ლიტერი, ღადამრეღებული 10-ზე, წარმოადღენს დროებით წინაღობას
გ/სმ²-ში. ჰერეღე ს-ღ-ი. ღადამრეღებული 10-ზე, ღვაძღეღს დენაღობის ზღღრისა და
დროებითი წინაღობის ფარღობას %-ში.

მაღალი სიმტკიცის კანკიკური შეერთება ხასიათდება მცირე დეფორმაციულობით და დიდი სიმტკიცით. მ.გრას ასეთი შეერთების ღირებულება სხვა შეერთებებთან შედარებით მცტაა. მაღალი სიმტკიცის კანკიკებს იყენებენ მხოლოდ საპასუხისმგებლო სამონტაჟო შეერთებებში.

§ V.2. ზაღზიკავით შეერთების გაანგარიშება

კანკიკურ შეერთებაში გარე ძალები ცდილობენ შეაერთებელი ელემენტების ერთიმეორის მიმართ გადაადგილებას—ძვრას. ასეთ ძვრას ეწინააღმდეგება ელემენტების ხვერტებში ჩასული კანკიკები. ისინი მუშაობენ საკმაოდ რთულ დეფორმაციაზე (გაქიმვის, თელვის,



ნახ. V.2. კანკიკის მუშაობის სქემა: ა, ბ.—რთქრალი და ორქრალი კანკიკების „ქრია“; გ—კანკიკის ხვრტის თელვა.

ქრის და ლუნვის ერთდროულ მოქმედებაზე) (ნახ. V.2). ამიტომ მათი ზუსტი გაანგარიშება უაღრესად რთული ამოცანაა. ანგარიშის გამარტივების მიზნით პირობით მიმართავენ შემდეგ დაშვებებს.

1. კანკიკური შეერთებას რღვევა ხდება ქრის (ნახ. V.2 ა, ბ), თელვის (ნახ. V.2, გ) ან გაქიმვის პირობით.

2. შეერთებაში მოქმედი ძალა კანკიკებზე ნაწილდება თანაბრად; აქედან გამომდინარე, შავი, ნორმალური ან სუფთა კანკიკის მზიდუნარიანობა (ან, რაც იგივეა, ერთი კანკიკის საანგარიშო ძალა, რომლის ატანაც შეუძლია კანკიკს) გამოითვლება ფორმულებით:

კრაზე

$$N_{k,1} = R_{k,1} \gamma_k \cdot A \cdot n_k; \quad (V.1)$$

თელვაზე

$$N_{k,0} = R_{k,0} \gamma_k d \Sigma f; \quad (V.2)$$

გაქიმებაზე

$$N_{k,1} = R_{k,1} A_{k,0}. \quad (V.3)$$

$N_{k,1}$, $N_{k,0}$, $N_{k,1}$ სიდიდეებიდან უპირატესს კანკიკის უმცირეს საანგარიშო ძალას უწოდებენ და აღინიშნება N_{min} -ით.

N_{min} განსაზღვრის შემდეგ შეერთებისათვის საჭირო კანკიკების რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$n \geq \frac{N}{\gamma_k N_{min}}. \quad (V.4)$$

ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში:

n , არის კანკიკის საანგარიშო კრის რიცხვი;

$A = \frac{\pi r^2}{4}$ — კანკიკის ღეროს განივკვეთის ბრუტო ფართობი;

$A_{k,0}$ — კანკიკის ღეროს განივკვეთის ნეტო ფართობი. მისი მნიშვნელობა კანკიკის დიამეტრის მიხედვით განისაზღვრება I დანართის პე-20 ცხრილით;

d — კანკიკის ღეროს დიამეტრი;

Σf — შესაერთებელი ელემენტების თელვის უმცირესი ჯამური ფართობი;

γ_k — კანკიკოვანი შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, მისი მნიშვნელობა აიღება I დანართის 21 ცხრილიდან;

$R_{k,1}$, $R_{k,0}$, $R_{k,1}$ — კანკიკის საანგარიშო წინალობა კრის, თელვისა და გაქიმების შემთხვევებში.

ერთი კანკიკით შეერთების დროს $R_{k,1}$, $R_{k,0}$ და $R_{k,1}$ განისაზღვრება V.1 ცხრილში მოყვანილი ფორმულებით. კანკიკებით შეერთების შემთხვევებში—I დანართის 22 და 23 ცხრილებით.

მაღალი სიმკვრივის კანკიკების გაანგარიშება ხდება შესაერთებელი ელემენტების შეერთების სიბრტყეში მოქმედი ხახუნის ძალების მიხედვით. მაღალიმკვრივანი კანკიკის მოქერით წარმოშობილი ხახუნის ძალის გაზრდის მიზნით, შესაერთებელი ელემენტების ზედაპირებს წი-

ნასწარ წმენდენ ქანგის, ზეთისა და კვკუსაგან. გაწმენდა წარმოებს ლითონის ჯგერისით, ხელის ქველით, ზედაპირების ქიმიური დამუშავებით და სხვა საშუალებებით. კანკიკის მოქიმვით წარწომობილი ხახუნის ძალა*, გამოითვლება ფორმულით

$$Q_{\text{მ}} = R_{\text{მ}} \gamma_{\text{მ}} A_{\text{მ}} \frac{\mu}{\gamma_{\text{მ}}}, \quad (\text{V.5})$$

სადაც μ არის ხახუნის კოეფიციენტი, რომელიც ელემენტების შეერთების სიბრტყეების გაწმენდის ხერხის მხედვით აიღება I დანართის 24-ე ცხილიდან;

$\gamma_{\text{მ}}$ — მაღალი სიმტკიცის კანკიკური შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია კანკიკების რაოდენობაზე და ტოლია:

როდესაც

$$\begin{aligned} n < 5, & \quad \gamma_{\text{მ}} = 0,8; \\ 5 \leq n < 10, & \quad \gamma_{\text{მ}} = 0,9; \\ n \geq 10, & \quad \gamma_{\text{მ}} = 1,0. \end{aligned} \quad (\text{V.6})$$

$\gamma_{\text{მ}}$ — შეერთების საიმედოობის კოეფიციენტი აიღება I დანართის 24 ცხილის მხედვით;

$R_{\text{მ}}$ — კანკიკის საანგარიშო წინალობა გამოითვლება ფორმულით

$$R_{\text{მ}} = 0,7 R_{\text{მ}0}; \quad (\text{V.7})$$

$R_{\text{მ}0}$ — მაღალი სიმტკიცის კანკიკის დროებითი წინალობის უმცირესი მნიშვნელობა გაკიმვის დროს; აიღება I დანართის 25-ე ცხილიდან.

$Q_{\text{მ}}$ -ის განსაზღვრის შკვევ, შერათუისათვის საკარო მაღალსიმტკიცის კანკიკების რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$n = \frac{N}{\gamma_{\text{მ}} Q_{\text{მ}}}, \quad (\text{V.8})$$

ხოლო ძალა, რომლითაც მოქიმული უნდა იქნეს კანკიკი, ტოლით

$$P = R_{\text{მ}} A_{\text{მ}}, \quad (\text{V.9})$$

სადაც $\gamma_{\text{მ}}$ — კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (დან. I, ცხრ. 4). ზემოთ მოყვანილი ფორმულებით კანკიკების რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ, საკაროა მათი განაწილება მერეთებაში. კანკიკების განაწილება ხდება საწარწო და კონსტრუქციული მოსაზრებებით. საწარწო მოსაზრებით არჩევენ კანკიკების განლაგების ისეთ სქემას, რომლის დროს კანკიკების ქახების მოქერა ადვილია ქანსაქერით.

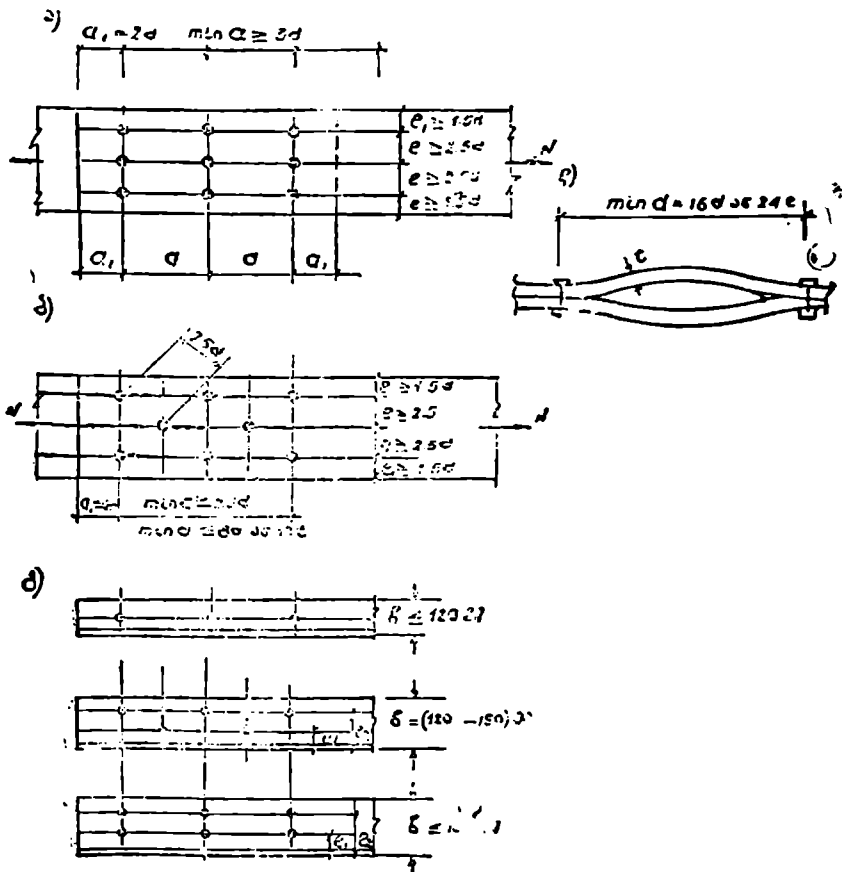
* ან, რაც იგივეა, კანკიკის საანგარიშო ძალა

ერთპუნქტიანი შეერთების კანკეის ხანგარიშო წინაღობანი

დაბული მდგომარეობა	პირობითი აღნიშვნა	ერთპუნქტიანი შეერთების ხანგარიშო წინაღობა		შესაერთებელი ელემენტების თვალაზრ, როდესაც ელემენტების ფოლადის ღებნიღობის ხვეუარი ≤ 40 მმ (4500 კგ/სმ ²)
		კრახი და ვაგემაზე კანკეისობისთვის, კლასი:		
		4.6; 5.6; 6.6;	4.8; 5.8	8.8
კრა	R_{ts}	$R_{ts} = 0,36 R_{tsun}$	$R_{ts} = 0,4 R_{tsun}$	$R_{ts} = 0,4 R_{tsun}$
გაკემა	R_{st}	$R_{st} = 0,42 R_{stun}$	$R_{st} = 0,4 R_{stun}$	$R_{st} = 0,5 R_{stun}$
თელუა				
ა) მღებელი სიხტის კანკეიბი		-	-	$R_{bp} = \left(0,5 + 340 \frac{R_{stun}}{E} \right) R_{tsun}$
ბ) ნიღბალური და უხეში სიხტის კანკეიბი		-	-	$R_{bp} = \left(0,5 + 260 \frac{R_{stun}}{E} \right) R_{stun}$

ამ მოსაზრებით. ყველაზე მიზანშეწონილია კანკიკების რიგობრივი განლაგება (V.3, ა). კანკიკების დიდი რიცხვის შემთხვევაში, ზათი რიგობრივი განლაგების დროს აირაირის სუგრქე გამოდის დიდი. პირაპირის სიგრძის შტკირების წიხნით მიმართავენ კანკიკების კადრაკული წესით განლაგებას (ნახ. V.3, ბ).

V.3 ნახაზე ნაჩვენები ხერტების (კანკიკების) ცენტრების განლაგების ხაზებს კაურულება უწოდებენ. კანკიკების ცენტრებს შორის მანძილს ძალის მაპართულებით ბიჯი ეწოდება (ა). კონსტრუქციული მოსაზრებით კანკიკების ბიჯი ისე უნდა შეირჩეს, რომ, ჯერ ერთი, უზ-

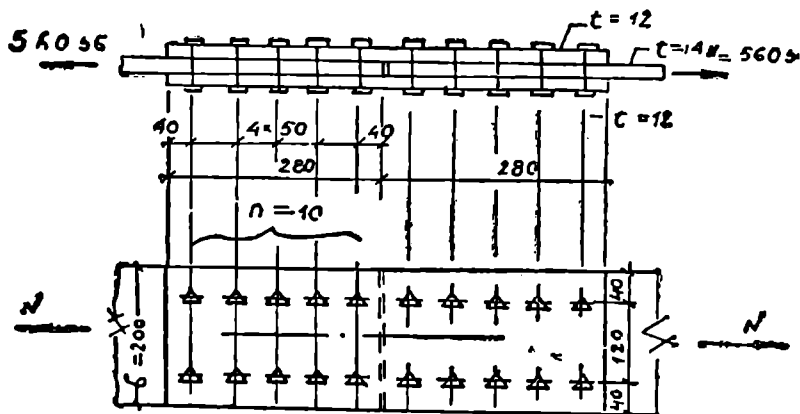


ნახ. V.3. კანკიკების განაწილების სქემა:
 ა—რიგობრივი; ბ—კადრაკული; გ—კუთხოვიაზე განლაგების სქემა;
 დ—კანკიკებს შორის უდიდესი მანძილი.

რუნეეყოფილ იქნეს პირაპირის სიმტკიცე, და მეორეც—პირაპირის სიგრძე იქნეს წინიშაღური. ამ მოსაზრებათა საფუძველზე, ტ. 5. და პირობებით დადგენილი ბიჯის უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობები მოცემულია I დანართის 25 ე ცხრილში.

მაგალითი V.1. ვიანგარიშით პირაპირული შეერთება მაღალი სიმტკიცის ქანჭიკებით, აუ მოცემულია (ნახ. V.4):

1. შეერთებაში მოქმედი გამჭიმავი ძალა— $N=560$ კნ;
2. შესაერთებელი ფოლადის ფურცლების ზომები— $b \times l = 200 \times 14$ მმ; ზედდების ფურცლის სისქე— $t = 12$ მმ. ფოლადის მარკა BCY3Cn5—1;
3. მაღალი სიმტკიცის ქანჭიკის ფოლადის მარკა—40X;
4. შესაერთებელი ელემენტების ზედაპირების გაწმენდა ხდება სი-



ნახ. V.4. მაღალი სიმტკიცის ქანჭიკებით შეერთების განგარიშებისათვის.

ლის ქველით. მონაცემების მიხედვით, როდესაც ქანჭიკის ფოლადის მარკა 40X, I დან. 25 ე ცხრილით $R_{b,sn} = 110$ კგ/მ² = 110 კნ/სმ².

V.7 ფორმულით საანგარიშო წინაღობა

$$R_{tA} = 0,7 R_{b,sn} = 0,7 \cdot 110 = 77 \text{ კნ/სმ}^2$$

შესაერთებელი ელემენტების ქველით დამუშავებისას $\mu = 0,58$ (I დან. 24-ე ცხრ.). I-დან. 21 ცხრილი დან. ქანჭიკებით შეერთებას მუშაობის პირობების კოეფიციენტი საორიენტაციოდ ვიღებთ: $\gamma_s = 0,9$. მაღალი სიმტკიცის ქანჭიკის დიამეტრად მივიღოთ $d = 16$ მმ. შესაბამისი ნეტო ფართობი— $A_{b,n} = 1,57$ სმ². (I-დან. მე-20 ცხრ.). შეერთების საიმეჯობის კოეფიციენტი $\gamma_s = 1,12$ (I-დან. 24-ე ცხრ.). კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $\gamma_s = 1,0$ (I დან. მე-4 ცხრ., შენიშვნა 4).

(V.5) ფორმულით, მაღალი სიმტკიცის ქანქიკის საანგარიშო ძალა

$$Q_{\text{მა}} = R_b \cdot \gamma_b A_{\text{ბი}} \frac{\mu}{\gamma_h} = 77 \cdot 0,9 \cdot 1,57 \frac{0,58}{1,12} = 56,34 \text{ კნ.}$$

ქანქიკების საპირო რაოდენობა (V.8)

$$n = \frac{N}{\gamma_c Q_{\text{მა}}} = \frac{560}{1 \cdot 56,34} = 9,9 \text{ ცალი.}$$

რადგან $n = 9,9 < 10$ -ზე, γ_b რჩება უცვლელი (V.6), ამიტომ საბოლოოდ ქანქიკების რაოდენობას ვიღებთ $n = 10$ ც. ვამოწმებთ შეერთების უმკურესი სისქის ელემენტის (ხესაღების) სიქტიკეს თუჯის პირობით.

I დან. მე-5 ცხრ. BC3CII5-1 მარკის ფოლადის დროებითი წინალობა, როდესაც $l = 11 \div 20$ მმ-ს, $R_b = 555$ სპ.

I დან. მე-6 ცხრილით

$$R_{b,r} = 323 \text{ მპ} = 3270 \text{ კგ/სმ}^2.$$

ხესაღების სიმტკიცე თელავზე

$$N_{b,r} = n \cdot l \cdot d \cdot R_{b,r} = 10 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 3270 = 62784 \text{ კგ} > N = 56000 \text{ კგ} = 560 \text{ კნ.}$$

სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ქანქიკის ქანჩის მოსაჭერად საპირო ძალა (V.9)

$$P = R_{\text{მა}} A_b = 77 \cdot 1,57 = 121 \text{ კნ} = 12,1 \text{ ტ. ძ.}$$

ქანქიკების განაწილების სქემა ნაჩვენებია V.4 ნახაზზე.

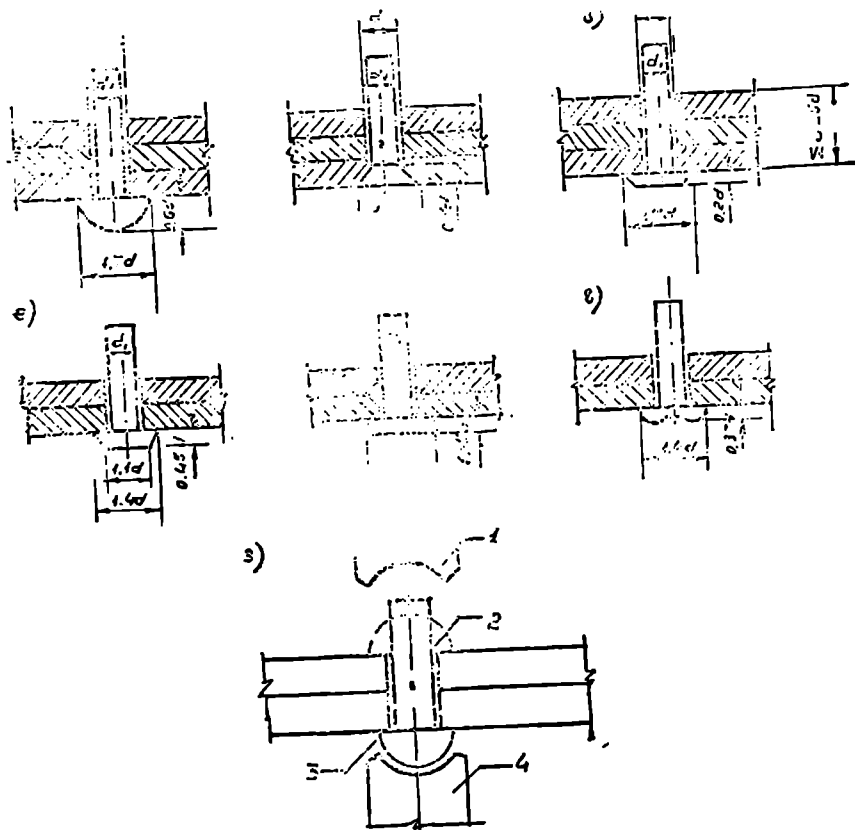
§V.3. მოძღონებით შეერთება

შედულებით შეერთებასთან შედარებით, მოქლონურ შეერთებაში მასალის ხარჯი და ღირებულება $10 \div 15\%$ -ით მეტია, ხასიათდება დიდი შრომატევადობით. ამიტომ ასეთი შეერთება ამჟამად გამოიყენება იშვიათად, ხოლოდ იქ, სადაც მოქმედებენ დიდი ღინამიკური ძალები (მაგ., დიდი ტვირთაწეების ამწისკვეთა კოჭებში, ხიდებში და სხვ.). მოქლონური შეერთება ხორციელდება მოქლონების საშუალებით (ნახ. V.5). მოქლონები წარმოადგენენ პრგვალ ცალინჯრულ ღეროს, თავით. მეორე თავი უკეთდება დამოქლონების დროს. მოქლონები მზადდება სპეციალურ წნებებში, რბილი ფოლადის ცხელ მდგომარეობაში დაწნევით. ჩვეულებრივ, მოქლონები მზადდება Cr2 მარკის ფოლადისაგან (ГОСТ4 19-77). დაბალლევირებული ელექტროდების შესაერთებლად იყენებენ 0,9Г2 მარკის ფოლადს.

თავის მოხაზულობის მიხედვით მოქლონები შეიძლება იქნეს:

1. ნახევრად წრიულთაფიანი (ნახ. V.5. ა);
2. ფარულთაფიანი (ნახ. V.5. ბ);
3. ბრტყელთაფიანი (ნახ. V.5. გ).

ფარულთაფიან მოქლონებს იყენებენ მაშინ, როდესაც საჭიროა შეერთების ხელაპირი (პირაპირი) იქნეს გლ უვი (ამოუბზრცავი). ბრტყელ-



ნახ. V 5. მოქლონების ტიპები:

ა—ფოლადის ნახევრად წრიული თაფი; ბ—ფოლად ს—ფარულთაფიანი; გ—მოქლონი ცივადკეცვისათვის; დ, ე, ვ მოქლონები ილუმინის შენადნობებისაგან; ზ—ჩაპკეტი თაფის გამოკვლევა ცხლად დ. მოქლონების შენადნობისთვის; 1—მონაკეტი; 2—ჩაპკეტი თაფი; 3—მოქლონის თაფი; 4—დამკერი.

თაფიან მოქლონებს—ცივად დამოქლონების დროს. სტანდარტის მიხედვით მოქლონები ნაზადდება დიამეტრით: 16, 20, 22, 24, 27 და 30 მმ. ხვრეტის დიამეტრი აიღება მოქლონის დიამეტრზე 1—1,5 მმ-ით მეტი.

ხერეთის მომზადება ხდება საში წესით: ჩაწყვლევით, გაბურღვით, ან ჯერ ჩაქვლევით და შემდეგ საჭირო დამატებამდე გაბურღვით.

საიოქლონო ხერეთის მომზადება წარმოებს ჩაქვლევით, თუ შესაფერებელი პაკეტის ფურცლების სისქე ≤ 25 მმ-ის. ასეთი ხერხის დადებითი მხარეა: ნაკლები შრომატევადობა, უარყოფითი—ხერეთის კვლავი გამოდის არაგლუვი. ამის გამო, იზრდება ხერეთის ახლოს მცებარე მასალის სიმყიდის უნარიანობა, რაც იწვევს მოქლონის საანგარიშო წინალობის შემცირებას. როდესაც შესაერთებელი ფურცლების სისქე > 25 მმ-ზე, ხერეთები მზადდება „გაბურღვით“ ან ჯერ ჩაქვლევით და შემდეგ გაბურღვით. ხერეთების მომზადების შემდეგ დამოქლონება ხდება ცხელი ან ცივი წესით: დამოქლონების ძირითადი სახეა ცხლად მოქლონვა. ასეთი წესით დამოქლონების დროს 800—1000°-მდე (ღია წითელ ფერამდე) გაბურღვული მოქლონები იღებენ წინასწარ მომზადებულ შესაერთებელი პაკეტის ხერეთებში და შემდეგ ჩაქვლის (ხელის ან პნევმატიკური) საშუალებათ უკეთდება მეორე ჩაქვლით თავი (ნახ. V. 5,3). გაციელების შემდეგ მოქლონები მოკლდება და თავებით მკიდროდ უქერს შესაერთებელ ელემენტებს, რის შედეგად, ძერის დროს პაკეტის შეერთების სიბრტყეში წარმოიპობა დიდი ხახხის ძალები; უკანასკნელი საგრძნობლად ზოდის შეერთების მზიუხარიანობას. ცივად გლინვის შემთხვევაში, მოქლონის ჯდობა და ჩაქვლით თავის გაკეთება წარმოებს დიდწივიანი სპეციალური მანქანების საშუალებით. ასეთი ხერხით დამოქლონების უპირატესობად ითვლება: მოქლონურ საშუალოთა სისწრაფე და სიბრტყე, საწვავის ეკონომია, ხერეთების მკიდროდ შევსება. უარყოფითი მხარეა: დიდწივიანი საიოქლონო მანქანების აუცილებლობა, შესაერთებელი ელემენტების ზედაპირებს შორის მკირე ხახუნის ძალების არსებობა, მოქლონების პლასტიკური თვისებების შემცირება და სიმყიდის უნარიანობის გაზრდა.

მოქლონური შეერთების გაანგარიშება და მათი განაწილება შეერთებაში წარმოებს ქანკიკური შეერთების ანალოგიურად.

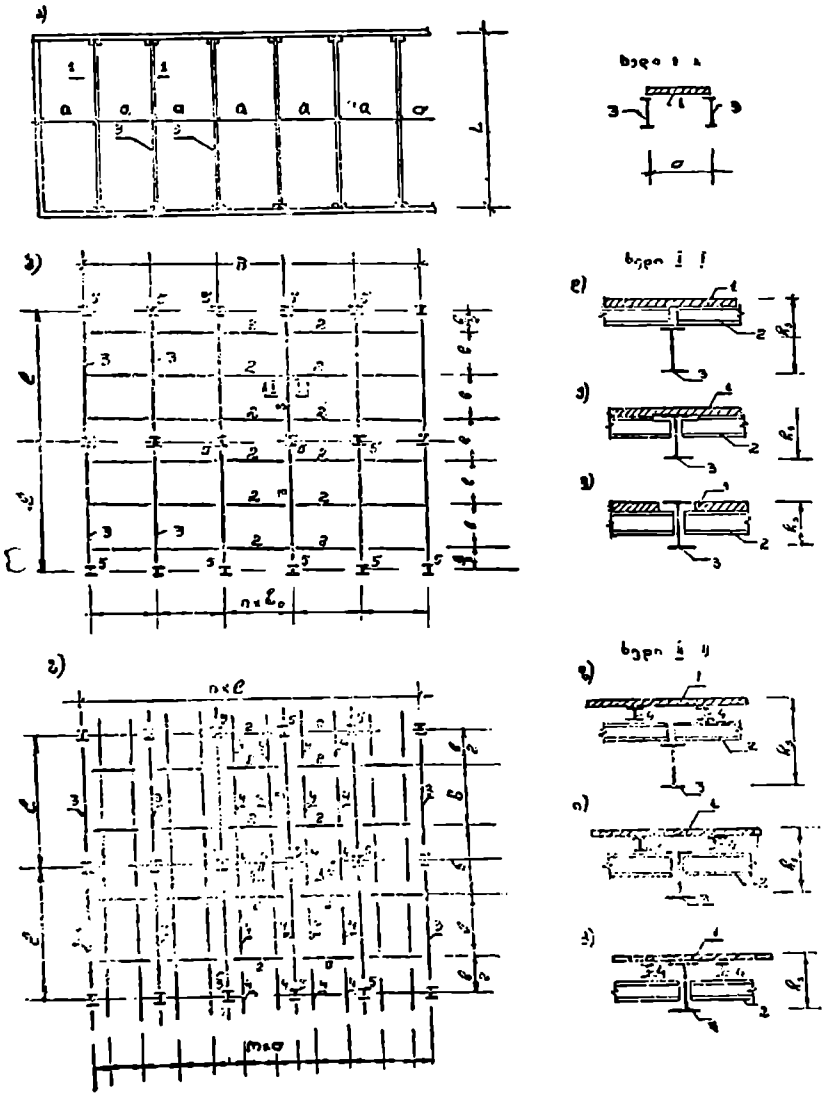
VI თავი

კოჭოვანი გადახურვა

§ VI.1. კოჭოვანი გადახურვის სქემები

კოჭოვა სისტემას, რომლითაც გადახურულია სხედასხვა დანიშნულების მოედნები, კოჭოვანი გადახურვა ეწოდება. ამაჟამად გადახურვა ლითონის კოჭებით გამოიყენება მხოლოდ სამკრეველო სამაქროებში სპეციალური მოედნების მოსაწყობად. სხვა სახის ნაკებობებში, როგორც წესი, გადახურვა ხორციელდება რკინაბეტონის კოჭებით.

გადახურვის მალის, დატვირთვის სიდიდის ფენილის სახის მიხედვით, კოკოვანი გადახურვა შეიძლება იქნეს გამარტივებული, ნორმალური და გართულებული ტიპის (ნახ. VI.).



ნახ. VI.1. კოკოვანი გადახურვის სქემები: ა-გამარტივებული ტიპის; ბ-ნორმალური ტიპის; გ-გართულებული ტიპის. 1-გადახურვის ფენილი; 2-დამხმარე კოკები; 3-შთავარი კოკები; 4-ფენილის კოკები; 5-ხვერტები.

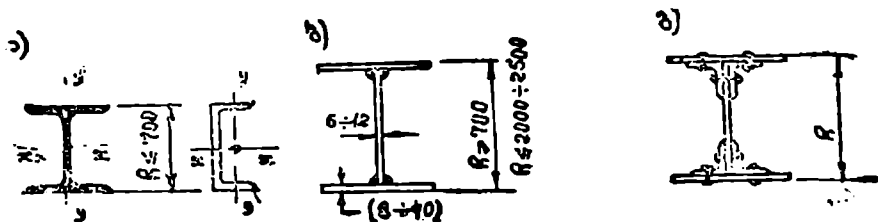
გამართივებული ტიპის გადახურვა (ნახ. VI.1, ა) შედგება გადახურვის ფენილიაგან და ფენილის კოქებისაგან. უკანასკნელნი ეყრდნობიან სკეტებს ან ძვირ კვლუნს. ფენილის კოქება, ჩვეულებოვ, განლაგებულია გადახურვის შვირე გვერდის პარალელურად. გადახურვაზე მოსული დატვირთვები ფენილის საშუალებით გადაეცემა კოქებს, ხოლო კოქებიდან—საყრდენ კონსტრუქციებს.

ნორმალური ტიპის გადახურვა შედგება ურთიერთმარობად განლაგებული კოქებისა და ფენილისაგან (ნახ. VI.1, ბ). კოქებს, რომლებიც განლაგებულია უჯრედის (1×1) გრძილი გვერდის ნიშართულებით, მთავარი კოქები ეწოდება, ხოლო კოქებს, რომლებზედაც დალაგებულია ფენილი და ეყრდნობიან მთავარ კოქებს—დახმარე კოქებს უწოდებენ.

გართულებული ტიპის გადახურვა, მთავარ და დახმარე კოქებს გარდა, დამატებით შედგება ფენილის კოქებისაგან (ნახ. VI.1, ბ). ფენილის კოქები განლაგებულია დახმარე კოქების შართობად და უშუალოდ ეყრდნობა მას.

დახმარე და ფენილის კოქებად გამოიყენება გაგლინული ორტესებრი პროფილი (ნახ. VI.2, ა), მთავარ კოქებად—დიდი ნომრის ორტესებრი გაგლინული პროფილი. თუ ასეთი პროფილის შვიდუნარიანობა საკმარისი არ არის ($h > 70$ სმ), მაშინ გვემარდება შედუღებული ან მოქლონური შედგენილი კოქები (ნახ. VI.2 ბ, გ). მოქლონური კოქების ღირებულება და მასალის ხარჯი, შედუღებულ კოქებთან შედარებით, $10 \div 15\%$ -ით მეტია. ამიტომ გამოიყენება იშვიათად. მოქლონური კოქების გამოყენება მიზანბეწონილია, თუ ადგილი აქვს დიდი დინამიკურ დატვირთვების მოქმედებას.

გადახურვის დანიშნულების ნიხედვით ფენილები შეიძლება იქნეს რკინაბეტონის ან ფოლადის (ნახ. VI.3). რკინაბეტონის ფენები უმეტეს



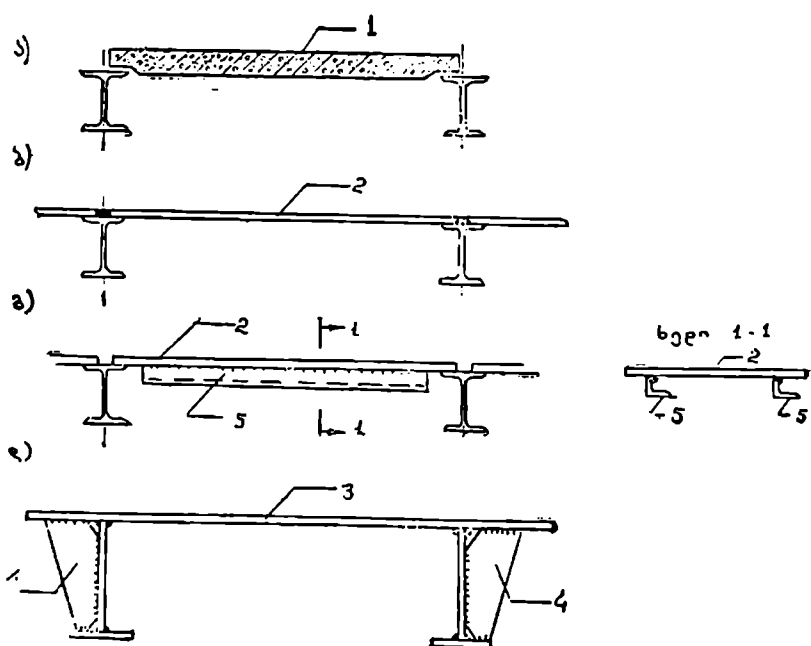
ნახ. VI.2. ორტესებრი კოქის განივეეთის ტიპები:

ა—გაგლინული; ბ—შედუღებული; გ—შედგენილი—მოქლონური.

შემთხვევაში მზადდება მსუბუქი ბეტონისაგან (იშვიათად ჩვეულებრივი ბეტონისაგან) წინასწარდაძებული არმატურით (ნახ. VI.3, ა). ფოლადის ფენილები წარმოადგენენ დაშტამპულ ან ბრტყელ ფოლადის ფურცლებს (ნახ. VI.3 ბ, გ, დ). ისინი მეტად მსუბუქია, რაც ითვლება მათ დიდ უპირატესობად. ამავე დროს, ლითონის ხარჯი ფოლადის ფენილებში დიდია; ამიტომ მათი გამოყენება ნებადართულია მხოლოდ ქიმიურ და მეტალურგიულ საამქროებში.

ფოლადის ფენილი ჩვეულებრივ ედულება ფენილის კოკებს (ნახ. VI.3, ბ). თუ საქარაო ფენილი იქნეს დასაშლელ-დასაწყობი კონსტრუქციის, მაშინ მას აძლიერებენ სიხისტის წიბოებით (მცირე ზომის კუთხოვანებით) (ნახ. VI.3, გ).

კოკებზე მიდებული ფოლადის ბრტყილი ფენილის საკმაო სისქის შემთხვევაში, იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც კოკის ზედა სარტყელი (ნახ. VI.3, დ).



ნ.ხ. VI.3. კოკოვანი უჯრედის თენილი (ა, ბ, გ, დ). 1—კინაბეტონის ფენა; 2—ფოლადის დაღობული ფენილი; 3—ფოლადის ფურცლოვანი ფენილი; 4—შეკული სიხისტის წიბო; 5—ფენის სიხისტის წიბო.

გადახურვის სამშენებლო სიმაღლის მიხედვით, კოკოვანი უჯრედის მთავარი და დამატარე კოქებს ურთიერთშეუღლება შეიძლება იყოს: სართულოვანი (ნახ. VI 1, დ, ზ), ერთ დონეზე (ნახ. VI.1, ე, ი) და დადაბლებული (ნახ. VI 1, ვ, კ).

სართულოვანი შეუღლების დროს დამატარე კოქები უშუალოდ ეყრდნობა მთავარი კოქების ზედა სარტყელს, რაც ანარტივებს მათი ურთიერთშეუღლების კონსტრუქციას. ასეთი შეუღლების უარყოფითი მხარეა დიდი სამშენებლო სიმაღლე. რადგანაც სართულოვანი შეუღლების კონსტრუქციული სიმაღლე არ თავსდება გადახურვის სამშენებლო სიმაღლის ზღვრებში, ნიშნობავენ კოქების შეუღლებას ერთ დონეზე.

ერთ დონეზე შეუღლების შენობებში, დამატარე და მთავარი კოქების ზედა სარტყლები განლაგებულია ერთ თარაზულ სიბრტყეში (ნახ. VI.1, ე, ი). ასეთი შეუღლების დადებითი მხარეა რტირე კონსტრუქციული სიმაღლე, უარყოფითი—კოქების ურთიერთშეუღლების კონსტრუქციის სირთულე.

რკინაბეტონის ფილებით გადახურვის შემთხვევაში, გადახურვის კონსტრუქციული სიმაღლის კიდევ უფრო შემცირების მიზნით, ნიშნობავენ კოქთა შეუღლების დადაბლებულ ტიპს. ასეთი შეუღლების დროს დაბნარე კოქის ზედა სარტყელი მთავარი კოქის ზედა სარტყლიდან დაცილებულია გადახურვის ფილის სისქის ტოლი მანძილით (ნახ. VI.1 ვ, კ).

კოკოვანი უჯრედის ძირითადი ზომები (მთავარი კოქის მალი, მთავარ და დამატარე კოქებს შორის მანძილი) დამუკიდებულობა სვეტების განლაგებაზე ეს უკანასკნელი კი—სათავსის ტექნოლოგიური პროცესის ხასიათზე. თუ სვეტების განლაგება ტექნოლოგიური პროცესით შეზღუდული არ არის, მაშინ ძირითადი ზომები შეირჩევა ისე, რომ გადახურვის ღირებულება (ან ლითონის ხარჯი) დაყვანილი გადახურვის ფართობის 1 მ².ზე იქნეს უმცირესი. ასეთი მოსაზრებით შეირჩეულ ზომებს კოკოვანი გადახურვის ოპტიმალურ ზონება უწოდებენ.

პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევებში, კოკოვანი უჯრედის ოპტიმალურ ზომებად იღებენ

$$l \times l_0 = (12 \times 6) \text{ მ ან } (10 \times 5) \text{ მ-ზე.}$$

l და l₀—კოკოვანი უჯრედის გრძივი და განივი ბიჯებია (ნახ. VI.1).

* გადახურვის სამშენებლო სიმაღლე (h_ს) ითვლება მანძილი გადახურვის ქვედა კედლი წარტლიდან ფენილის ზედაპირამდე (ნახ VI 1). იგი ჩვეულებრივ წინასწარ მოცემულია ტექნოლოგის ან არქიტექტორის მიერ, საჭირო მიწვეობლობათა განლაგების ან არქიტექტურული მოსაზრებით.

§ VI.2. გავლიწული კოპები (ნან. VI.2 ა)

გავლიწული კოპების ძირითად პროფილად გამოიყენება ორტესური ან შექურელი სახე. გავლიწული ორტესური კოპები კარგად შეშაობენ გაბიე ღუვაზე, მაგრამ ხაზათღებთან $y-\mu$ ღუდის მიმართ მცირე სიხიბით, ამიტომ ცუდად ეწინააღმდეგებიან ირიბ ღუნვას. შექურები კი, პირიქით. მათი ასიმეტრიულობის გამო, ღუნვის დროს განიკდიან გრებას, აქვთ $y-\mu$ ღუდისადმი დიდი გვერდითი სიხისტი, რის გამოც კარგად შეშაობენ ირიბ ღუნვაზე.

გავლიწული კოპების გაანგაოიქება ძირითადად მღგომარეობს პროფილას საჭირო გაიეკეთის (ნომრის) შეჩევაში და შემდეგ კოპის სიმტკიცის, სიხიბისა და მღგრაღობის შემოწმებაში.

ა) განიეკეთის შერჩევა

კოპის განიეკეთის შეჩევაშდე, კოპის საანგარიშო სქემის მიხედვით ანგარიშობენ მღუნაეი მოქეტრას უღიდეს შიშენეღობას (M), რის შემდეგ (III.17) ფორმულით სახლეჩაეეი საჭირო წინაღობის მომენტს

$$W_{საგ} = \frac{M_{მღგ}}{R_{y\gamma c}} \quad (VI.1)$$

განიეკეთის ხერტებით შესუსტების შემთხვევაში (მაგ., მოქლონების ან ქანეიების ხერტებით)

$$W_{n, საგ} = \frac{M_{მღგ}}{0,9 R_{y\gamma c}} \quad (VI.2)$$

თუ კოპი საერთო მღგრაღობის დაკარგეოს წინააღმდეგ საიმელოდ დამაგრებულია, აქაეე დროს ფოლადის დენადობის ზღვარი < 580 მმ (590 კკმ/სმ²) და უღიდესი მღუნაეი მომენტის მოქმედების ადგილას მხები ძაეეა არ აღემატება $\tau \leq 0,9 R_{\tau}$ -ს, $W_{საგ}$ განისაზღვრება (III.10) ფორმულით

$$W_{საგ} = \frac{M}{e_1 R_{y\gamma c}} \quad (VI.3)$$

ორტესური კოპებსათვის e_1 დაახლოებით იღება $1,12 \div 1,15$. $W_{საგ}$ -ს განსაზღვრის შექმდეგ სორტამენტრადან არჩეეენ კოპია პროფილის ნომერს. პროფილის ნომრის შეჩევა წაჩმოებს ისე, რომ ამ ნომრის შესახამისი წინაღობის მომენტი ტოლი ან მეტი იქნეს საჭირო წინაღობის მომენტზე.

ბ) სიმტკიცეზე შემოწმება

კოპის განიეკეთის სიმტკიცეზე შემოწმება ტარღება: ნორმალური, მხები, თელვის ადგილობრივი და დაეეანილი ძაბეების მიხედვით.

1. შეპოწმება ნორმალურ ძაბვებზე ხდება (III.17) ფორმულით

$$\sigma = \frac{M}{W_{n, \min}} \leq R_b \gamma_c$$

ან პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით, (III.10) ფორმულით

$$\sigma = \frac{M}{\epsilon_1 W_{n, \min}} \leq R_b \gamma_c$$

სადაც $W_{n, \min}$ არის წინაღობის მოშენტი განივკვეთის (ნეტო) შესუსტების მხედველობაში მრღებრთ.

ϵ_1 — კოეფიციენტი და გამოითვლება (III.11), (III.12) ფორმულებით.

ნორმალური ძაბვების (III.10) ფორმულით შემოწმებისას უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს კოქის საერთო მდგრადობა. გარდა ამისა, უდიდესი მღუნავე მოშენტის ნოქმედების ადგრას მხები ძაბვები $\tau \leq \leq 0,9 R_s$ -ის, ზოლო ფოლადის დენადობის ზღვარი არ უნდა აღემატებოდეს 580 მპ.

2. მხებ ძაბვებზე განივკვეთს ამოწმებენ (III.18) ფორმულით

$$\tau = \frac{QS}{I \cdot l_w} \leq R_s \gamma_c$$

სადაც Q არის საანგარიშო გადაშქრელი ძალა;

S — კოქის განივკვეთის იმ ნაწილის სტატიკური მომენტო (ბრეტო), რომელიც ნეიტრალური ღერძის შიშართ განიცდის ძვრას;

I — კოქის განივკვეთის (ბრეტო) ინერციის მომენტო კოქის ნეიტრალური ღერძის შინართ;

l_w — კოქის კედლის სისიე;

R_s — კოქის საანგარიშო წინაღობა.

თუ განივკვეთი შესუსტებულია ნოქლონებდს ან კანკიკების ზერეტებით

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot l_w} \cdot \frac{a}{a-d} \leq R_s \gamma_c \quad (VI.4)$$

სადაც a არის ზერეტების ბიეი;

d — ზერეტების დიაპეტრი.

3. როდესაც წყურსული დატვირთვა უწულოდ მოქმედებს კოქის თაროზე და კოქის კედელი სიხისტის წიბოთი გაძლიერებული არ არის

(ნახ. VI.4), საჭიროა შეეყრსული ძალის მოქმედების ადგილას კედლო შემოწადეს თელკის ადგილობრივ დაბეებზე

$$\sigma_{10c} = \frac{F}{t_w l_{ef}} \leq R_y \gamma_c \quad (VI.5)$$

სადაც F არის საანგარიშო შეეყრსული დატვირთვა;

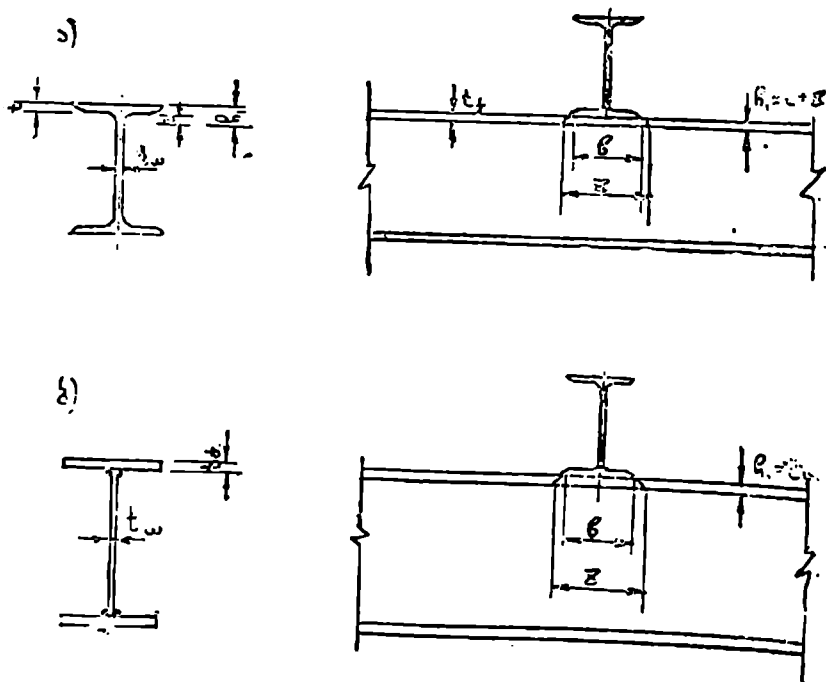
t_w — კოკის კედლის სისქე;

$l_{ef} = b_f + 2l_f$ — დატვირთვის გავრცელების პირობითი სიგრძე (ნახ. VI 4, ა, ბ);

b_f — განივი კოკის თაროს სიგანე;

l_f — დატვირთვის გავრცელების პირობითი სიმაღლე, რომელიც გავლინულ კოკებში ტოლია მანძილისა თაროს ზედაპირიდან შიგა მომოგვალების საწყის წერტილამდე (ნახ. VI.4 ა); შეღულებულ კოკებში—თაროს სისქისა (ნახ. VI.4, ბ).

4. დაყვანილ დაბეებზე კოკის განივევების შემოწმება წარმოებს



ნახ. VI.4. თელკის ადგილობრივ დაბეების გავრცელების პირობითი სიგრძე: ა—გავლინულ კოკის შემთხვევაში; ბ—შეღულებულ კოკის შემთხვევაში.

მხოლოდ მაშინ, თუ მხები ძაბვები $\tau > 0,9 R_s$ და კოქის სიმტკიცე მოწმდება III.17 ფორმულით.

ასეთ შემთხვევებში კოქის კედელი უნდა აკმაყოფილებდეს პირობებს:

$$\sigma_{x1d} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c \quad (VI.6)$$

$$\tau_{xy} \leq R_s \gamma_c \quad (VI.7)$$

ან თელვის ადგილობრივი ძაბვების მოქმედებისას,

$$-\sigma_{x1d} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_{\tau 10c}^2 - \sigma_x \tau_{10c} + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c \quad (VI.8)$$

სადაც σ_x არის განივი კედლის იმ ბოქოში მოქმედი ნორმალური ძაბვა, სადაც σ და τ -ს ერთდროული მოქმედების დროს σ_c უდიდესია. ორტესებრ კოქებში ასეთ ბოქოდ ითვლება კედლისა და თაროს შეერთების ადგილი ($y = \frac{h_w}{2}$)

$$\sigma_x = \frac{M}{I_n} y = \frac{M}{I_n} \cdot \frac{h_w}{2}; \quad (VI.9)$$

τ_{xy} — მხები ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{t_w h_w}; \quad (VI.10)$$

σ_{10c} — თელვის ადგილობრივი ძაბვა (VI.5),

t_w, h_w — კოქა კედლის სისქე და სიმაღლე.

σ_x და τ_{xy} გამოითვლება კოქის ერთსა და იმავე კვეთში და დატვირთვების ერთი და იმავე განლაგების დროს.

გ) საერთო მდგრადობაზე შემოწმება

გაგლინულ კოქს საერთო მდგრადობაზე ამოწმებენ (III.52) ფორმულით

$$\sigma_{\sigma 11} = \frac{M}{\varphi_b W_e} \leq R_y \gamma_c.$$

I დანართის მე-4 ცხრილით $\gamma_c = 0,95$.

კოქის შემოწმება საერთო მდგრადობაზე საჭირო არ არის, თუ:

1. კოქის ზედა სარტყელი დამაგრებულია უწყვეტი ხისტი ფენილით (მაგ., კოკოვან გადახურვებში, დამხმარე კოქების რკინაბეტონის ფილებით ან ლითონის ფურკლებით გადახურვის დროს).

2. $\frac{l_{ef}}{b}$ არ აღემატება I დან. მე-17 ცხრილში მოყვანილ სიდიდეებს.

დ) სიხისტეზე შემოწმება

კოქის სიხისტეზე შემოწმება წ.როებს (III.54) ფორმულით

$$\frac{f_{max}}{l} \leq \frac{1}{n_0}$$

ერთმალისანი კრადი კოქებისათვის თანაბრად განაწილებული დატვირთვით

$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_6 l^4}{EI} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_6 l^4}{nEI} \quad (VI.11)$$

(VI.11) შევიტანოთ (III.54), მივიღებთ

$$\frac{f_{max}}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_6 l^3}{nEI} \leq \frac{1}{n_0} \quad (VI.12)$$

სადაც $n = \frac{q_6}{q_6}$ არის საანგარიშო და ნორმატიული დატვირთვების ფარდობა.

საანგარიშო მღუნავი მომენტი გამოისახება ტოლობით

$$M = \frac{q_6 l^2}{8} = WR_{\nu} \gamma_c = I \frac{2}{h} R_{\nu} \gamma_c$$

$$\text{საიდანაც } q_6 = \frac{16 \cdot I R_{\nu} \gamma_c}{l^2 \cdot h} \quad (VI.13)$$

თუ (VI.13)-ს შევუტანოთ (VI.12)-ში და გამოვრიცხავთ h -ს, მივიღებთ ზღერული ჩაღუვის შესაბამის უმცირეს სიმაღლის განმსაზღვრელ ფორმულას

$$h_{min} = \frac{5}{24} \frac{R_{\nu} \gamma_c}{E} l n_0 \frac{q_6}{q_6} \quad (VI.14)$$

$$\text{დაბალნახშირბადიანი ფოლადისათვის } \frac{R_{\nu} \gamma_c}{E} = \frac{21}{2,1 \cdot 10^4} = \frac{1}{1000}$$

ამიტომ, ნაკლებ (VI.14) ფორმელისა, ზოგჯერ სარგებლობენ ფორმულით

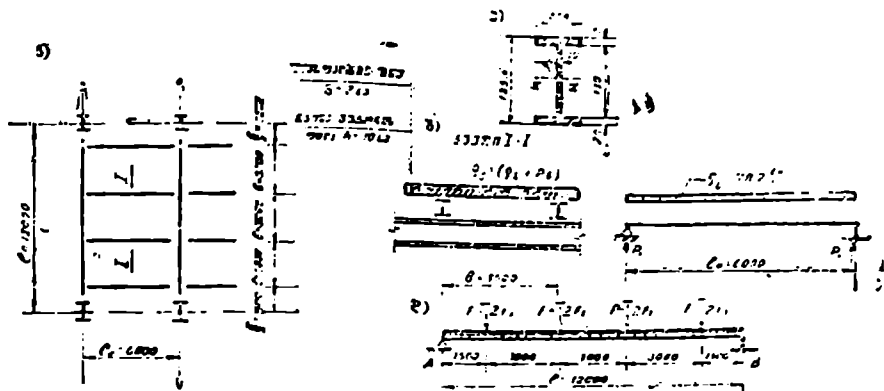
$$h_{min} = \frac{l n_0}{4800} \cdot \frac{q_6}{q_6} \quad (VI.15)$$

n_0 აიღება I დანარ. მე-9 ცხრილიდან

მაგალითი VI.1. VI 5 ნახაზზე ნაჩვენები კოქოვანი გადახურვის სქემის მიხედვით შევარჩიოთ დამამარე კოქის განივკვეთი. გადახურვის I მ²-ზე მოქმედ დოვებითი ნორმატიული დატვირთვა და საიმედოობის (გადატვირთვის) კოეფიციენტი

$$P_6 = 20 \text{ კგ/მ}^2; \quad \gamma_f = 1,2$$

მსგებელი რკინბეტონის ფილის ზოგებია $-h \times b \times l = 0,1 \times 1,5 \times 3,0 \text{ მ}$ ($\gamma = 15 \text{ კგ/მ}^3$).



ნახ. VI.5. გადახურვის II ვარიანტი (ნორმალური ტიპი):

ა—გადახურვის სქემა; ბ—მთავარი და დამხმარე კოქის შეუღლების სქემა; გ—დამხმარე კოქის სქემა; დ—მთავარი კოქის საანგარიშო სქემა.

СНП II-23-81-ის 50-ე ცხრილით, დამხმარე კოქი მიეკუთვნება II ჯგუფის კონსტრუქციების ელემენტებს, რომლის მიხედვითაც ვირჩევთ ფოლადის მარკას—ВСТ31С6.

კოქოვანო უჯრედის სქემის მიხედვით (ნახ. VI.5, ა), დამხმარე კოქის საანგარიშო შალი $l_0=6,0$ მ. კოქებს შორის მანძილი $l_1=3,0$ მ.

I დან. მე-5 ცხრილით, ВСТ31С6 მარკას ფოლადისათვის: როდესაც $t^*=4-20$ მმ, $R_y=235$ მპ, დროებითი წინაღობა $R_{нп}=370$ მპ, დენადობის ზღვარი— $R_{yn}=245$ მპ.

I.1 ცხრილით, $R_s=0,53 \times R_y=0,58 \times 235 \approx 136$ მპ I დანართის მე-9 ცხრილით $\frac{1}{n_0} = \frac{1}{250}$.

გადახურვის 1 მ²-ზე მოქმედი ნორმატიული დატვირთვა (ნახ. VI.5, გ):

ასფალტის ფენის მასა ($h=2$ სმ, $\gamma=18$ კნ/მ³).

$$0,02 \cdot 18 = 0,36 \text{ კნ/მ}^2.$$

მსუბუქი რკინაბეტონის ფილის მასა— $0,1 \cdot 15 = 1,5$ კნ/მ².

მთლიანი მასა

$$g_a = 0,36 + 1,5 = 1,86 \text{ კნ/მ}^2.$$

დამხმარე კოქის 1 გრძივ მეტრზე მოქმედი დატვირთვა:

* ფასონის სისქელ (l) მიიღება გაგლინული პროფილის თაროს სისქე ($l=f_2$).

ნორმატიული

$$q_6 = (g_6 + P_6) l_1 = (1,86 + 20) 3,0 \approx 65,6 \text{ კნ/მ};$$

საანგარიშო

$$q_6 = (\gamma_{f,g} g_6 + \gamma_{f,p} p_6) l_1 = (1,1 \cdot 1,86 + 1,2 \cdot 20) 3 \approx 78,2 \text{ კნ/მ}.$$

უდიდესი საანგარიშო მღუნავი მომენტი (ნაბ. VI.5, გ)

$$M = \frac{q_6 l_0^2}{8} = \frac{78,2 \cdot 6^2}{8} = 351,90 \text{ კნ. მ} = 35190 \text{ კნ. სმ}$$

გადამკრეული ძალა

$$Q = \frac{q_6 l_0}{2} = \frac{78,2 \cdot 6}{2} = 234,6 \text{ კნ.}$$

რადგან ფოლადის დენადობის ზღვარი $R_{yn} = 245 \text{ მპ} < 58 \text{ მპ.ის}$ და დამხმარე კოქის მდგრადობა უზრუნველყოფილია გადახურვის ხისტი ფილგებით, კოქის საკირო წინალობის მომენტს ვსაზღვრავთ (III.10) ფორმულით

$$W_n = W'_{\text{საკ}} = \frac{M}{c_1 R_{\text{ფ}} \gamma_c} = \frac{35190}{1,12 \cdot 235 \cdot 1,0} = 1337 \text{ სმ}^3,$$

სადაც c_1 -ს საორიენტაციოდ ვიღებთ 1,12.

I დანარ. 4 ცხრილით $\gamma_c = 1,0$.

$W_{\text{საკ}}$ -ს მიხედვით ორტესებრი პროფილების სტანდარტული ცხრილიდან (ГОСТ230-72):

$$IN50, W_x = 1598 > 1337 \text{ სმ}^3; I_x = 39727 \text{ სმ}^4; A = 100 \text{ სმ}^2;$$

$$s_x = 919 \text{ სმ}; t_w = 10 \text{ მმ}; g'_1 = 78,5 \text{ კგ/მ}; b_f = 17 \text{ სმ};$$

$$t_f = 1,52 \text{ სმ}.$$

კოქის მასა გადახურვის 1 მ²-ზე

$$g_1 = \frac{g'_1}{l_1} = \frac{78,5}{3} = 26,16 \text{ კგ/მ}^2 \approx 0,26 \text{ კნ/მ}^2.$$

კოქის უმცირესი სიმაღლე (VI.15)

$$h_{\min} = \frac{l_0 n_0 q_6}{4800 q_6} = \frac{600 \cdot 250}{4800} \cdot \frac{65,6}{78,2} = 26,2 \text{ სმ} < 50 \text{ სმ}.$$

რადგან $h_{\min} < h = 50 \text{ სმ}$, ამიტომ ორტესებრი პროფილის ნომერს ვტოვებთ უცვლელად.

ვამოწმებთ კოქის მზიდუნარიანობას:

მხები ძაბვების საშუალო მნიშვნელობა (III.14)

$$\tau = \frac{Q}{ht} = \frac{234,6}{50 \cdot 1} = 4,69 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 47 \text{ მპ}.$$

რადგან $\tau = 47 \text{ მპ} < 0,9 R_s = 0,9 \times 136 = 122 \text{ მპ}$ -ზე და $R_{\gamma n} = 245 \text{ მპ} < 580 \text{ მპ}$ -ის, კოქის სიმტკიცეს ნორმალური დაბეჭდვის მიხედვით ვამოწმებთ (III.10) ფორმულით. ამ მიზნით წინასწარ ვსაზღვრავთ c_1 კოეფიციენტს.

(III.11) ფორმულით, როდესაც $\tau = 4,7 < 0,5 R_s = 0,5 \cdot 136 = 68 \text{ მპ}$ -ის $c_1 = c = 1,19$,

სადაც I დანართის 11 ცხრილით, როდესაც $\frac{A_f}{A} = \frac{17 \cdot 1,52}{100} \approx 0,25$, $c = 1,19$,

A_f — №50 ორტყეობრივი კოქის თაროს განივკვეთის ფართობია ($A_f = -h_f \cdot l_f$);

A — კოქის განივკვეთის ფართობი (ГОСТ 8230-72).
(III.10) ფორმულით

$$\sigma = \frac{M}{c_1 W_{\text{ორმ.}}}} = \frac{35190}{1,19 \cdot 1598} = 18,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 185 \text{ მპ} < R_{\gamma c} = 235 \text{ მპ}.$$

(III.18) ფორმულით

$$\tau = \frac{QS}{I l_w} = \frac{234,6 \cdot 919}{39727 \cdot 1,0} = 5,43 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 54 \text{ მპ} < R_{\gamma c} = 136 \text{ მპ}.$$

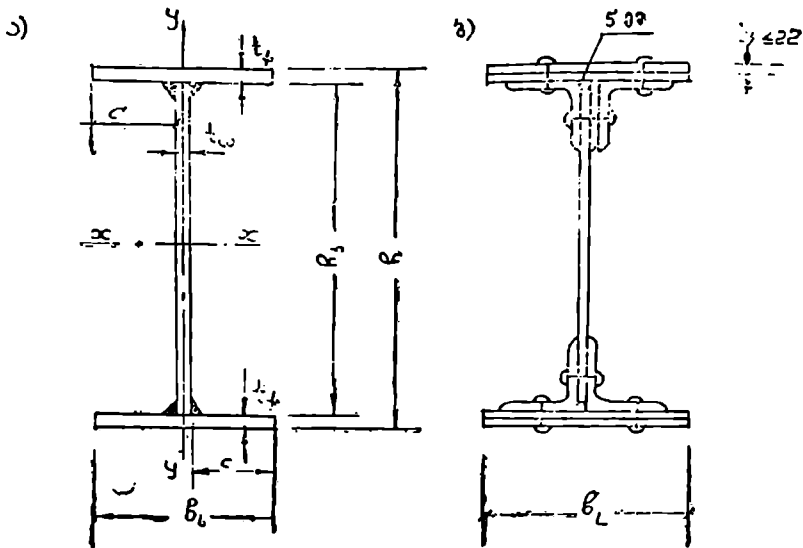
როდესაც $\frac{h}{l} < \frac{1}{5}$ -ზე, შემოწმება შეხებ დაბეჭდვებზე შეიძლება არ ჩატარდეს.

დამხმარე კოქის ზედა სარტყელი დამაგრებულია უწყვეტი რკინა-ბეტონის ხისტი ფენილით, ამიტომ კოქის საერთო მდგრადობაზე შემოწმება საჭირო არ არის (§VI-2, გ).

§ VI.3. უმღვინილი კოქაჟი

როდესაც კოქის სიმაღლე $h > 70 \text{ სმ}$, კოქოვანი გადახურვის მთავარ კოქებად გეგმარდება უმღვინილი შედუღებული ან იშვიათად მოქლონური კოქები (ნახ. VI.6).

შედუღებული კოქები უმეტეს შემთხვევებში შედგება ერთი კედლისა და ორი სარტყლის ჰორიზონტალური ფურცლებისაგან (ნახ. VI.6, ა). სარტყლის ფურცლის სისქე აღემატება $(8 \div 40) \text{ მმ}$ -მდე, კედლის ფურცლის სისქე $(6 \div 12) \text{ მმ}$ -მდე. სარტყლისა და კედლის ფურცლები ერთდებთან შედუღების ნაკერებით. სასურველია სარტყლის ფურცლის სისქე არ აღემატებოდეს $(2,5 \div 3,0)$ კედლის ფურცლის სისქეს. უფრო დიდი სისქის ფურცლების შემთხვევაში, სარტყლის შედუღების ნაკერებში ვითარდება დიდი სიდიდის დამატებითი ჩაჯდომის დაბეჭდვები. მოქლონულ კოქებში ფურცლების რაოდენობა სარტყელში იცვლება



ნახ. VI.6. ა—შედღებული შედგენილი კოქის განივკვეთი; ბ—მოკლონური კოქის განივკვეთი.

(1÷4)-მდე (ნახ. VI.6, ბ): ფურცლის სისქე არ უნდა იქნეს 22 მმ-ზე მეტი. მეტი სისქის ფურცლების გამოყენება არაარაციონალურია, რადგან ძნელდება ხვრეტების გაკეთება და გაბურღვა. სარტყლისა და კედლის შეერთება ხორციელდება კუთხოვანების დახმარებით. მოკლონური კოქების ღირებულება (მასალის ხარჯი), შედღებულ კოქებთან შედარებით, 10÷15%-ით მეტია. ამიტომ იშვიათად იყენებენ.

1. შედღებული შედგენილი კოქების განივკვეთის შერჩევა

ა) კოქის ოპტიმალური სიმაღლის განსაზღვრა

შედგენილი კოქის განივკვეთის შერჩევა ძირითადად მდგომარეობს კოქის ოპტიმალური სიმაღლისა და მისი შემადგენელი ელემენტების განივკვეთის ზომების შერჩევაში.

კოქის სიმაღლეს, რომლის დროს კოქის ღირებულება (მასალის ხარჯი) უმცირესია, კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს უწოდებენ. რაც მცირეა საკირო წინააღობის მომენტის შესაბამისი კოქის განივკვეთის ფართობი, მით მცირეა მასალის ხარჯი (ღირებულება). აქედან გამომდინარე, კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს საზღვრავენ ესე, რომ მოცემულ წე-

ნაღობის მომენტი $(W = \frac{M}{\gamma_c R_y})$ შეესაბამებოდეს უმცირესი განივკვეთის ფართობი (A).

როგორც თეორიული კვლევით მტკიცდება, შედუღებული კოქის საჭირო განივკვეთის უმცირეს ფართობს შეესაბამება კოქის ოპტიმალური სიმაღლე

$$h_{opt} = 1,23 \sqrt{\frac{W}{t_w}} \quad (VI.16)$$

სადაც W არის შედგენილი კოქის განივკვეთის წინაღობის მომენტი.
 t_w — კოქის კედლის ფურცლის სისქე.

ოპტიმალური სიმაღლის $\pm 20\%$ -ით ცვლილება იწვევს განივკვეთის ფართობის (A) არა უმეტეს 5% -ით ცვლილებას. ამიტომ, კოქის ღირებულების შემცირების მიზნით, რეკომენდებულია, (VI.16) ფორმულით გამოთვლილი სიმაღლე აღებულ იქნეს $5 \div 8\%$ -ით ნაკლები (ამით მარტივდება კოქის კონსტრუქცია, მცირდება სიბისტის წიბოებისა და მათ მისაერთებლად საჭირო შედუღების ნაკერების მასალის ხარჯი)

$$h_{opt} = 1,15 \sqrt{\frac{W}{t_w}} \quad (VI.17)$$

(VI.17) ფორმულით სარგებლობისას საჭიროა წინასწარ დაინიშნოს კედლის ფურცლის სისქე (t_w). იგი ინიშნება $8 \div 14$ მმ-ის ზღვრებში

ზოგჯერ კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს და ფურცლის კედლის სისქეს საზღვრავენ ემპირიული ფორმულებითაც

$$h_{opt} = \sqrt[3]{220 W} - 15; \quad (VI.18)$$

$$t_w = 7 + 3h_{opt} \geq 8 \text{ მმ.} \quad (VI.19)$$

(VI.19) ფორმულაში h_{opt} -ის განზომილება აღებდა მეტრებში, შედეგი კი მიიღება მმ-ში. უანგვისადმი უსაფრთხოების მოთხოვნილებათა გათვალისწინებით, კედლის ფურცლის სისქე არ უნდა იქნეს ნაკლები 8 მმ-ისა და კედლის მინიჭალური სისქისა, კრის პირობით

$$t_w \geq t_{min} = \frac{3}{2} \frac{Q}{h_w R_s \gamma_c}, \quad (VI.20)$$

სადაც Q არის კოქის განივკვეთში ზოქმედი უდიდესი განივი ძალა;

R_s — ფოლადის სანგარიშო წინაღობა კრის პირობით (ცხრ. I.1).

კოქის ოპტიმალური სიმაღლის განსაზღვრის შემდეგ, კოქის სიბისტის უზრუნველყოფის მიზნით, აუცილებელია განისაზღვროს კოქის

მინიმალური სიმაღლე. მულდმივკვეთიანი კოქის უმცირესი სიმაღლე განისაზღვრება (VI.14) ფორმულით

$$h_{\min} = \frac{5}{24} \frac{R_{\nu}}{E} \cdot l \cdot n_0 \frac{q_6}{q_5}$$

ცვლადკვეთიანი კოქის მინიმალური სიმაღლე განისაზღვრება იმავე (VI.14) ფორმულით, მხოლოდ აღიღებენ მას 20%-ით.

თუ $h_{0,t} > h_{\min}$, კოქის სიმაღლე აიღება $h_{\text{ცქ}}-ის$ ტოლი, როდესაც $h_{\text{ცქ}} < h_{\min}$, კოქის სიხისტე არ არის საკმარისი და საბოლოო სიმაღლედ აიღება $h = h_{\min}$. ასეთ შემთხვევაში, კოქის განივკვეთი რაციონალურად არ არის შერჩეული და სასურველია კოქოვანი გადახურვის სქემა ისე შეიცვალოს, რომ მივიღოთ $h = h_{0,t} \geq h_{\min}$.

ბ) სარტყლისა და კედლის ფურცლების ზომების განსაზღვრა

კოქის ოპტიმალური სიმაღლის დადგენის შემდეგ საჭიროა განისაზღვროს სარტყლის ფურცლების განივკვეთის ზომები.

სარტყლის უმცირესი საჭირო ფართობი განისაზღვრება ფორმულით

$$A_f = \frac{3}{4} \frac{W}{h} \quad (\text{VI.21})$$

სარტყლის ფურცლის სიგანე აღენიშნოთ b_f -ით, სისქე— t_f -ით, მაშინ

$$A_f = b_f \cdot t_f = \frac{3}{4} \frac{W}{h},$$

საიდანაც

$$b_f = \frac{3W}{4ht_f} \quad (\text{VI.22})$$

(VI.22) ფორმულით გაანგარიშებისას, სარტყლის ფურცლის სისქეს (t_f) წინასწარ ნიშნავენ ($8 \div 40$) მმ-ის ზღვრებში და აჩა უმეტეს ($2 \div 3$) t სა. (t —კედლის ფურცლის სისქეა). სარტყლის ფურცლის მეტი სისქის შემთხვევაში, სარტყლისა და კედლის შემაერთებელ შედუღების ნაკერებში წარმოიშობა დიდი ჩაჯდომის ძაბვები, რაც არასასურველია.

საორიენტაციოდ, სარტყლის ფურცლის სისქე შეიძლება განისაზღვროს ემპირიული ფორმულითაც

$$t_f \approx 0,02 h \quad (\text{VI.23})$$

სარტყლის ფურცლის საბოლოო ზომები შეთანხმებული უნდა იქნეს უნივერსალური ფურცლის სტანდარტულ ზომებთან (ГОСТ 82-57). ამ

მოსაზრებით, 420 მმ-მდე სარტყლის სიგანე აიღება 20 მმ-ის ჯერადი. იმ შემთხვევაში, როდესაც სიგანე მეტია 420 მმ-ზე, b_f აიღება 450, 480, 500 მმ და ა. შ. რაც მეტია კოქის სარტყლის სიგანე, მით კოქი მდგრადია და მოსახერხებელია დამზადებისა და ტრანსპორტირებისათვის. მაგრამ, ამავე დროს დიდი სიგანისა და მცირე სისქის სარტყლის ფურცლებმა მისი სიმტკიცის ამოწურვამდე შეიძლება დაჰკარგოს მდგრადობა (ნახ. VI.10, ა). ტ. ნ. და პირობებით (СННП II 23-81, ცხრ. 30), წიბოებით მოუხარჩობელი სარტყლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია:

$$\begin{aligned} \text{როდესაც } \frac{h_{ef}}{t_w} &> 2,7 \sqrt{\frac{E}{R_v}}, \text{ უდიდესი ფარდობა —} \\ &\frac{b_{ef}}{t_f} \leq 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_v}} \text{-ის;} \\ \text{როდესაც } \frac{h_{ef}}{t_w} &\leq 2,7 \sqrt{\frac{E}{R_v}}, \text{ უდიდესი ფარდობა} \\ &\frac{b_{ef}}{t_f} \leq 0,3 \sqrt{\frac{E}{R_v}}, \end{aligned} \quad (\text{VI.24})$$

ან, პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით,

$$\frac{b_{ef}}{t_f} \leq 0,11 \frac{h_{ef}}{t_w}, \text{ მაგრამ არა უმეტეს } 0,5 \sqrt{\frac{E}{R_v}} \quad (\text{VI.24, ა})$$

სადაც h_{ef} , t_w კოქის კედლის საანგარიშო სიმაღლე და სისქეა. შედუღებულ კოქებში — $h_{ef} = h_w$.

h_w — კედლის მთლიანი სიმაღლეა.

t_w — თაროს კედლიდან გადმოშვების სიგრძე (საანგარიშო სიგრძე, ნახ. VI.6).

ანალოგიურად, კედლის ფურცლის ზომებით (t_w/h_w) ისე უნდა შეირჩეს, რომ მან მდგრადობა არ დაკარგოს.

СННП II-23-81-ის მიხედვით კედლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ: ა) როდესაც კოქის სიმაღლე ≤ 2 მ და კედელი განივი სიხისტის წიბოებით გამაგრებული არ არის

$$t_w \geq \frac{h_w}{6} \sqrt{\frac{R_v}{E}}, \quad (\text{VI.25})$$

ბ) როდესაც კედელი გამაგრებულია სიხისტის წიბოებით და დაცულია VI.39, VI.41 და VI.43 პირობებით.

კონსტრუქციული მოსაზრებით (კოქის დამზადების, გადაზიდვის, დამხმარე კოქის მთავარ კოქზე დაყრდნობის მიხედვით და სხვ.) სარტყლის უმცირესი სიგანე არ უნდა იქნეს 180÷200 მმ-ზე ნაკლები. მაღა-

ლი და ვიწროთაროიანი კოქები ნაკლებად მდგრადია, რის გამოც ასეთი კოქები აუცილებელია შემოწმდეს III.52 ფორმულით საერთო მდგრადობაზე. კოქის საერთო მდგრადობაზე შემოწმება საკირო არ არის, თუ

$$\frac{l_{ef}}{\min b_f} \leq \max \frac{l_{ef}}{b_f},$$

სადაც l_{ef} არის კოქის საანგარიშო სიგრძე (სარტყლის დამაგრების წერტილს შორის მანძილი).

ზღვრული ფარდობა $\max \frac{l_{ef}}{b_f}$ გამოითვლება I დან. მე-17 ცხრილის ფორმულებით.

სასურველია სარტყლის ფურცლის სიგანე ისე იქნეს შერჩეული, რომ დატული იქნეს პირობა

$$\max b_f = 2b_{ef} > b_f > \min b_f. \quad (\text{VI.26})$$

სარტყლის ფურცლის ზომების დადგენის შემდეგ საზღვრავენ კედლის ფურცლის სიმაღლეს

$$h_w = h_w - 2t_f. \quad (\text{VI.27})$$

სტანდარტული ფურცლების გამოყენების მიზნით, კედლის ფურცლის სიმაღლეს ამრგვალებენ ისე, რომ მიიღონ 50 მმ-ის ჯერადი. პირველად დანიშნული კედლის ფურცლის სიმაღლის კორექტირების შემთხვევაში, კოქის სიმაღლეს აზუსტებენ ფორმულით

$$h = h_w + 2t_f.$$

შედგენილი კოქის განივკვეთის შერჩევის შემდეგ კოქის მზილუნარიანობას ამოწმებენ სიმტკიცის, სიხისტისა და მდგრადობის პირობებით.

შ. სიმტკიცეზე შემოწმება

ა) შემოწმება ნორმალურ დაბეჭებზე

შედგენილი კოქის განივკვეთის ელემენტების ძირითადი ზომების დანიშვნის შემდეგ მისი სიმტკიცეზე შემოწმება ნორმალურ დაბეჭებზე წარმოებს (III.17), (III.19) ან (III.10) ფორმულებით.

როდესაც კედლის პირობითი მოქნილობა $\bar{\lambda}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \leq 6$ -ის

$$\sigma = \frac{M}{W_{n, \min}} \leq R_y \gamma_c. \quad (\text{VI.28})$$

როდესაც $\sigma \leq \bar{\lambda}_w \leq 13^2$ -ის და ამავე დროს დენადობის ზღვარი $R_{yn} < 430$ მ.პ.

$$\left(\frac{M}{M_u}\right)^2 + \left(\frac{Q}{Q_u}\right)^2 \leq 1. \quad (\text{VI.29})$$

ან პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით, როდესაც $\tau \leq 0,9 R_s$, $R_{yn} \leq 580$ მპ და დატულია მდგრადობის პირობები

$$\sigma = \frac{M}{c_1 W_{n, \min}} \leq R_y \gamma_c. \quad (\text{VI.30})$$

(VI.29) ფორმულაში

$$M_u = R_y t_w h_w^2 \left[\frac{A_f}{t_w h_w} + \frac{0,85}{\bar{\lambda}_w} \left(1 - \frac{1}{\bar{\lambda}_w} \right) \right]; \quad (\text{VI.31})$$

$$Q_u = R_s t_w h_w \left[\frac{\tau_{cr}}{R_s} + 3,3 \left(1 - \frac{\tau_{cr}}{R_s} \right) \frac{\beta \mu}{1 + \mu^2} \right].$$

სადაც t_w , h_w არის კოქის კედლის ფურცლის სიმაღლე და სისქე;

A_f — კოქის თაროს განივკვეთის ფართობი;

μ — კედლის განივი სიხისტის წიბოებით და კოქის სარტყლის ფურცლით შემოფარგლული უბნის გრძელი გვერდის ფარდობა უმცირესთან (ნახ. VI.11, ა, ბ);

τ_{cr} — კრიტიკული მხები ძაბვა. მისი მნიშვნელობა განისაზღვრება IV.48 ფორმულით;

β — კოეფიციენტი.

$$\text{როდესაც } \alpha \leq 0,03, \quad \beta = 0,05 + 5\alpha \geq 0,15. \quad (\text{VI.32})$$

$$\text{როდესაც } 0,03 < \alpha \leq 0,1, \quad \beta = 0,11 + 3\alpha \leq 0,4.$$

$$\alpha = \frac{8IV_{\min}}{t_w h_w^3 a^2} (h_w^3 + a^3). \quad (\text{VI.33})$$

აქ W_{\min} არის კოქის T-ბრი განივკვეთის მინიმალური წინაღობის მომენტი; შედუღებულ კოქებში ეს განივკვეთი შედგება კოქის შეკუმშული სარტყლის განივკვეთისა და კედლის ფურცლის ნაწილის განივკვეთისა. გან, რომლის სიგრძე $0,5 t_w \sqrt{\frac{t_w}{R_y}}$ -ია. (ნახ. VI.6, ა-ზე დაშტრიხული ნაწილი).

a — განივი სიხისტის წიბოებს შორის მანძილი.

* მოქნილკედლიან კოქებში

ბ) შემოწმება მხებ და ადგილობრივ დაბევებზე

ადგილობრივი თეღვისა და მხები დაბევების მხედვით შედგენილი კოქის განივკვეთის სიმტკიცეზე შემოწმება წარმოებს (VI.5) და (III.18) ფორმულებით:

$$\sigma_{\sigma c} = \frac{F}{l_{\omega} l_{\sigma f}} \leq R_{\sigma} \gamma_{\sigma};$$

$$\tau = \frac{Q_s}{I t_{\omega}} \leq R_{\tau} \gamma_{\tau}.$$

3. სიხისტეზე შემოწმება

გაგლინული კოქების ანალოგიურად, შედგენილი კოქის სიხისტეზე შემოწმება ხდება (III.52) ფორმულით

$$\frac{f_{max}}{l} \leq \frac{1}{n_0},$$

ან თანაბრად განაწილებული დატვირთვების შემთხვევაში, (VI.12) ფორმულით

$$\frac{f}{l} \leq \frac{5}{384} \frac{q_0 l^3}{n EI} \leq \frac{1}{n_0},$$

სადაც I არის შედგენილი კოქის ინერციის მომენტი განივკვეთის სიმძიმის ცენტრში გამავალი თარაზული ღერძის მიმართ.

4. საერთო მდგრადობაზე შემოწმება

როდესაც $\frac{l_{\sigma f}}{b_f}$ მეტია I დანართის მე-17 ცხრილში მოცემულ სიდიდეზე, შედგენილი კოქის საერთო მდგრადობა მოწმდება (III.52) ფორმულით

$$\sigma_s = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_{\sigma} \gamma_{\sigma}.$$

φ_b კოეფიციენტი განისაზღვრება ტ. 5. და პირობების (СНиП II-23-81, დანართი 7, გვ. 83) მითითებათა მიხედვით.

როგორც აღნიშნული იყო, შედუღებული შედგენილი კოქების შემოწმება საერთო მდგრადობაზე საჭირო არ არის, თუ:

ა) კოქის ზედა სარტყელი უწყვეტად დამაგრებულია ხისტი ფენით.

ბ) $\frac{l_{\sigma f}}{b_f}$ ფარდობა არ აღემატება I დან. მე-17 ცხრილში მოცემულ სიდიდეებს.

მაგალითი VI.2. VI.5 ნახაზზე ნაჩვენებო კოქოვანი გადახურვის სქემის მიხედვით შევარჩიოთ შედუღებული მთავარი კოქის* განივკვეთი: მთავარი კოქის მალი $l=12$ მ; მთავარ კოქებს შორის მანძილი $l_0=6$ მ; დამხმარე კოქებს შორის მანძილი $l_1=3$ მ; დროებითი ნორმატიული დატვირთვა და საიმედოობის კოეფიციენტი $p=20$ კნ/მ², $\gamma_{f,r}=1,2$; ფოლადის მარკა ВСт3пс (შერჩეულია СНИП11-23-81 50 ცხრ. მიხედვით);

$$\text{ზღვრული ფარდობითი ჩაღუნვა } \frac{1}{n_0} = \frac{1}{400};$$

ელექტროდის ტიპი 346 (შერჩეულია I დან. მე-18 ცხრილის მიხედვით) გადაწყვეტა:

დატვირთვების გამოთვლა

გადახურვის ნორმატიული მასა, მთავარი კოქის მასის გამოკლებით, $g_6^{**} = g_a + g_b = 1,86 + 0,26 \approx 2,10$ კნ/მ³.

მთავარი კოქის საანგარიშო მასა განისაზღვრება ემპირიული ფორმულით

$$g_{a, \text{კ}} = k_{\text{სფ}} \cdot \gamma_{f,r} = 0,22 \cdot 12 \cdot 1,1 = 2,9 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც $k_{\text{სფ}}$ არის საკუთარი წონის კოეფიციენტი და აიღება (0,15—0,30), საშუალოდ $k_{\text{სფ}} \approx 0,22$.

$\gamma_{f,r}$ — მუდმივი დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი. დამხმარე კოქის გრძივ მეტრზე მოქმედი დატვირთვა:

$$\text{ნორმატიული — } q_6 = (g_6 + p_6) l_1 = (2,1 + 20) 3 = 66,3 \text{ კნ/მ};$$

$$\text{საანგარიშო } q_6 = (\gamma_{f,r} \cdot g_6 + \gamma_{f,r} \cdot p) l_1 = (1,1 \cdot 2,1 + 1,2 \cdot 20) 3 = 78,9 \text{ კნ/მ}.$$

სტატისური გაანგარიშება

დატვირთვები გადახურიდან მთავარ კოქზე გადაეცემა დამხმარე კოქების რეაქციების სახით და უდრის (ნახ. VI.5, დ):

$$\text{ნორმატიული } p_6 = 2p_1^{\text{ს}} = 2 \frac{q_6 \cdot l_0}{2} = 2 \frac{66,3 \cdot 6}{2} = 397,8 \text{ კნ};$$

$$\text{საანგარიშო } p_6 = 2p_1^{\text{ს}} = 2 \frac{q_6 \cdot l_0}{2} = 2 \frac{78,9 \cdot 6}{2} = 473,4 \text{ კნ}.$$

* მთავარი კოქი შეეკუთვნება II ჯგუფის კონსტრუქციებს.

** გამოთვლილია №1 მაგალითში.

მთავარი კოქის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებში VI.5 დ ნახაზზე.
მთავარი კოქის რეაქცია

$$F_A = \frac{g_{\text{ავ}} \cdot l}{2} + 2p_s = \frac{2,9 \cdot 12}{2} + 2 \cdot 473,4 = 964,2 \text{ კნ.}$$

უდიდესი მღუნავი მომენტი (მალის შუაში)

$$M_{\text{max}} = F_A \cdot \frac{l}{2} - \left(\frac{g_{\text{ავ}} l^2}{8} + 2p_s l_1 \right) =$$

$$= 964,2 \cdot \frac{12}{2} - \left(\frac{2,9 \cdot 12^2}{8} + 2 \cdot 473,4 \cdot 3 \right) = 2892,6 \text{ კნ. მ.}$$

განივკვეთის შერჩევა

საკირო წინალობის მომენტი განისაზღვრება (III.17) ფორმულით

$$W = \frac{M_{\text{max}}}{R_y \gamma_c} = \frac{289260}{21,5 \cdot 1,1} = 12230,9 \text{ სმ}^3,$$

სადაც $\gamma_c = 1,1$ კონსტრუქციის გუშაობის პირობების კოეფიციენტია.

I₁ დანართის მე-5 ცხრილით, BC₁3HC მარკის ფოლადისათვის, როდესაც $t^* = 21 \div 40$ მმ-ს, $R_y = 215$ მპ.

კოქის კედლის ფურცლის სისქედ მივიღოთ $t_w = 10$ მმ.

კოქის ოპტიმალური სიმაღლე (VI.17)

$$h_{opt} = 1,15 \sqrt{\frac{W}{t_w}} = 1,15 \sqrt{\frac{12230,9}{1,0}} \approx 128 \text{ სმ.}$$

კოქის უმცირესი სიმაღლე ზღვრული ფარდობითი ჩაღუნვის მიხედვით (VI.14)

$$h_{min} = \frac{5}{24} \frac{R_y \gamma_c}{E} \ln_0 \frac{q_6}{q_s} = \frac{5}{24} \cdot \frac{215 \cdot 1,1}{210000} \cdot 1200 \cdot 400 \frac{66,3}{78,9} =$$

$$= 94,6 \text{ სმ} < 128 \text{ სმ.}$$

რადგან $h_m > h_{min}$, ამიტომ კოქის სიმაღლედ ვიღებთ

$$h = h_m = 128 \text{ სმ.}$$

სარტყლის ფურცლის სისქედ მივიღოთ (VI.23)

$$t_f \approx 0,02 h_m \approx 0,02 \cdot 128 \approx 2,6 \text{ სმ.}$$

კოქის კედლის სიმაღლე

$$h_w = h_{opt} - 2t_f = 128 - 2 \cdot 2,6 = 122,8 \text{ სმ.}$$

* როდესაც $t = 4 - 20$ მმ-ს, $R_y = 215$ მპ, რაც მზღველობაში უნდა მივიღოთ კედლის ფურცლის ზომების შერჩევისას.

h_w -ს ვაშრგვალვით ისე, რომ კედლის სიგანე მივიღოთ 5 სმ ჯგ. რადი

$$h_w = 125 \text{ სმ.}$$

კოქის კედლის სიმაღლის დამრგვალების გამო, კოქის სიმაღლე

$$h_y = h_w + 2t_f = 125 + 2 \cdot 2,6 = 130,2 \text{ სმ.}$$

კოქის კედლის უმცირესი სისქე (VI.20)

$$t_{\min} = \frac{3}{2} \frac{Q}{hR_s \gamma_c} = \frac{3 \cdot 964,2}{2 \cdot 130,2 \cdot 13,0 \cdot 1,1} = 0,81 \text{ სმ} < 1,0 \text{ სმ,}$$

სადაც Q — უდიდესი გადაბქრელი ძალაა საყრდენზე და $Q = F_A = 964,2$ კნ.

$R_s = 0,58$ $R_y = 0,58 \cdot 225 \approx 130$ მპ — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა კრაზე (ცხრ. IV.1). რადგან $t_{\min} < t_w$ -ზე, ამიტომ კედლის ფურცლის სისქეს ვტოვებთ უცვლელად

$$t_w = 10 \text{ მმ.}$$

სარტყლის ფურცლის საჭირო ფართობი (VI.21)

$$A_f = \frac{3}{4} \frac{H'}{h} = \frac{3}{4} \frac{12230,9}{130,2} = 70,4 \text{ სმ}^2.$$

სარტყლის ფურცლის სიგანე

$$b_f = \frac{A_f}{t_f} = \frac{70,4}{2,6} = 27,1 \text{ სმ.}$$

უნებერსალური ფურცლის გამოყენების მიზნით სარტყლის სიგანეს ვიღებთ 20 მმ ჯერადას

$$b_f = 30 \text{ სმ} > \min b_s = 18 \text{ სმ.}$$

ვამოწმებთ სარტყლის ფურცლის ზომებს ადგილობრივი მდგრადობის პირობით (VI.24).

$$\text{რადგან } \frac{h_{sf}}{t_w} = \frac{125}{1} > 2,7 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 2,7 \sqrt{\frac{210000}{215}} = 84,4 \text{ და}$$

უდიდესი ფარდობა

$$\max \frac{b_{sf}}{t_f} = \frac{(b_f - t_w)}{2t_f} = \frac{30 - 1}{2 \cdot 2,6} = 5,58 < 0,5 \sqrt{\frac{210000}{215}} = 15,6,$$

ამიტომ სარტყლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია. კოქის განივიკვეთის ძირითადი ზომებია ნაჩვენებია VI.5, ე ნახაზზე.

ვამოწმებთ შედგენილი კოქის მზიდუნარიანობას.

სიმტკიცეზე შემოწმება

კოქის ინერციის მომენტი (ნახ. VI.5, ე)

$$I_x = \frac{b_f h_f^3}{12} - \frac{(b_f - t_f) h \omega^3}{12} = \frac{30 \cdot 130,2^3}{12} - \frac{(30 - 1,0) 125^3}{12} = 797837 \text{ სმ}^4;$$

წინააღობის მომენტი

$$W_x = \frac{I_x}{0,5 h_f} = \frac{797837}{0,5 \cdot 130,2} = 12256 \text{ სმ}^3;$$

სტატიკური მომენტი (ნახ. VI.5, ე)

$$S = t_f \cdot b_f \frac{h \omega + t_f}{2} + \frac{t_w h \omega^2}{8} = 2,6 \cdot 30 \frac{125 + 2,6}{2} + \frac{1,0 \cdot 125^2}{8} = 6929,5 \text{ სმ}^3;$$

რადგან $\bar{\lambda}_w = \frac{h \omega}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{125}{1} \sqrt{\frac{225}{210000}} < 6$, ამიტომ სიმტკიცეზე გამოწმება (III.17) და (III.18) ფორმულებით:

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{289260}{12256,0} = 23,6 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 236 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 215 \times 1,1 = 237 \text{ მპ};$$

$$\tau = \frac{Q_f}{I t_w} = \frac{964,2 \cdot 6929,5}{797837 \times 1,0} = 8,37 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 84 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 130 \cdot 1,1 = 143 \text{ მპ}.$$

სიმტკიცის პირობები დაკმაყოფილებულია.

სიხისტეზე შემოწმება

თანაბრად განაწილებული ნორმატიული დატვირთვა

$$q_6 = \frac{p_6}{l_1} = \frac{397,8}{3} = 132,6 \text{ კნ/მ} = 1,33 \text{ კნ/სმ}.$$

VI.11 ფორმულით კოქის სიხისტე

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_6 l^3}{EI} \leq \frac{5}{384} \frac{1,33 \cdot 1200^3}{2,1 \cdot 10^4 \cdot 797837} < \frac{1}{400}.$$

სიხისტის პირობა დაკმაყოფილებულია.

საერთო მდგრადობაზე შემოწმება

რადგან I დანართის მე-17 ცხრილის პირობა $15 \leq \frac{b_{sf}}{t_f} < 35$ არ კმა-

ყოფილდება $\left(15 > \frac{b_{sf}}{t_f} = \frac{30}{2,6} = 11,5\right)$, საჭიროა (III.52) ფორმულით კოქის შემოწმება საერთო მდგრადობაზე. ვსაზღვრავთ კოეფიციენტ α -ს (СНП III-23-81 მე-7 დანართის მითითებათა მიხედვით).

კოეფიციენტი $\alpha = 8 \left(\frac{l_{sf} t_1}{h b_f} \right) \left(1 + \frac{a t^3}{b_f t_1^3} \right) = 8 \left(\frac{300 \cdot 2,6}{127,6 \cdot 30} \right) \left(1 + \frac{63,8 \cdot 1^3}{30 \cdot 2,6^3} \right) = 0,372$. სადაც: $l_{sf} = l_1 = 300$ სმ, $t_1 = t_f = 2,6$ სმ; $t = t_w = 1$ სმ; $h = h_3 - t_f = 130,2 - 2,6 = 127,6$ სმ; $a = 0,5$ $h = 0,5 \cdot 127,6 = 63,8$ სმ.

კოეფიციენტი $\varphi_1 = \psi \frac{l_f}{l_x} \left(\frac{h}{b_f} \right)^3 \frac{E}{R_y} = 2,276 \frac{11700}{797837} \left(\frac{127,6}{300} \right)^3 \times \frac{210000}{215} = 5,9$, სადაც $I_y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} = 2 \frac{2,6 \cdot 30^3}{12} = 11700$ სმ⁴.

როდესაც $\varphi_1 = 5,9 > 0,85$, $\varphi_2 = 0,68 + 0,21 \varphi_1 = 0,68 + 0,21 \cdot 5,9 > 1$ -ზე. ამიტომ ვიღებთ $\varphi_2 = 1$ -ს.

ძაბვა $\sigma = \frac{M}{W \varphi_2} = \frac{289260}{122560} = 236 < R_y \gamma_c = 215 \cdot 0,95 = 204$ მპ,

მდგრადობის პირობა არ კმაყოფილდება. გავზარდოთ კოქის სარტყლის სიგანე. შივილოთ $b_f = 38$ სმ. მაშინ I დანართის მე-17 ცხრილით:

$15 = \frac{b_{sf}}{t_f} = \frac{38}{2,6} = 15 < 35$, $1 < \frac{h}{b_f} = \frac{127,6}{38} < 6$ -ზე, შესაბამისი

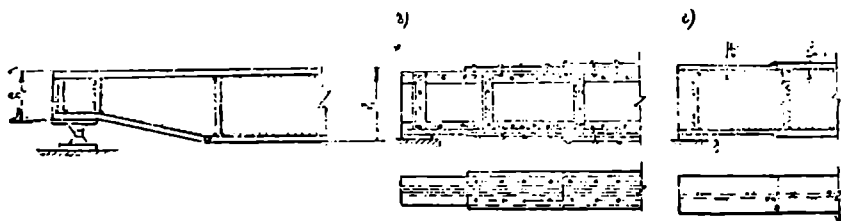
$$\max \frac{l_{sf}}{b_f} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \right] = \left[0,41 + 0,0032 \frac{38}{2,6} + 0,73 - 0,016 \frac{38}{2,6} \right] \sqrt{\frac{210000}{215}} = 19.$$

რადგან $\frac{b_{ss}}{b_{ss}} = \frac{300}{38} = 8 < \max \frac{b_{ss}}{b_f} = 19$ -ს, კოქის საერთო მდგრადობა უზრუნველყოფილია და შემოწმება საჭირო არ არის. საბოლოოდ ვიღებთ $b_f = 38$ სმ.

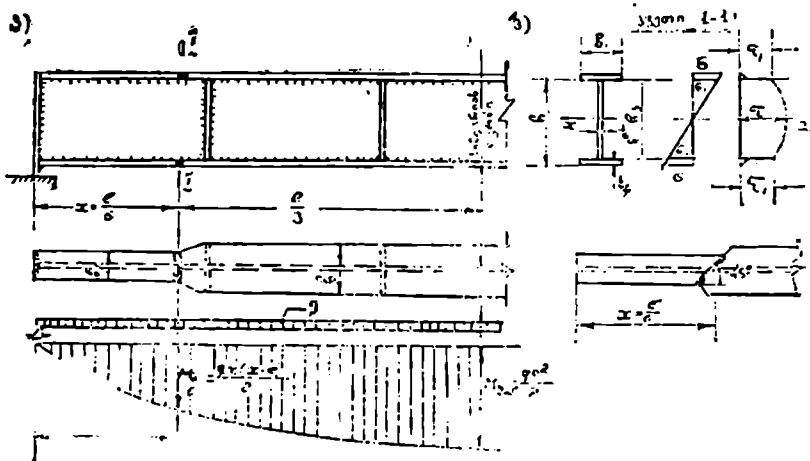
5. შედგენილი კოქის განივკვეთის ცვლილების
ადგილის განსაზღვრა

შედგენილ კოქებში განივკვეთი, შერჩეული მაღლის უდიდესი მღუნავი მომენტის მიხედვით, საყრდენთან ახლოს ზედმეტი მარაგითაა ამიტომ ლათონის ხარჯის შემცირების მიზნით, კოქის განივკვეთს საყრდენთან ახლოს ამცირებენ (ნახ. VI.7 და VI.8).

განივკვეთის შემცირება კოქის ერთ ადგილზე იძლევა მასალის (10—12) %-ით ეკონომიას, ორ ადგილზე დამატებით (3—4) %-ით ეკონომიას.



ნახ. VI.7. ცვლილებით განივკვეთიანი კოქები: ა — შედუღებული; ბ — მოქლონური. ნომიას. ამავე დროს, ცვლადკვეთიანი კოქების დამზადება მუდმივკვეთიანი კოქებთან შედარებით ძნელია. კოქის დამზადების სიაღველისათვის რეკომენდებულია კოქის განივკვეთი შეცვლილ იქნეს მხოლოდ ერთ ადგილას. განივკვეთის შემცირება შეიძლება ორი წესით:



ნახ. VI.8. შედუღებული კოქი ცვლადი სიგანის მქონე სიბრტყის ფურცლებით: ა — ხარტულის ფურცლებს სიგანის ცვლილების ადგილის განსაზღვრა; ბ — ნორმალური და მსებე ძაბვითა ეპიურები განივკვეთის დაყვანილ ძაბვითა შემოწმებისათვის.

1. საყრდენთან ახლოს კოქის სიმაღლის თანდათანობითი შემცირებით (ნახ. VI.7, ა;)

2. კოქის სარტყლის განივკვეთის შემცირებით (ნახ. VI.7, ბ, გ და VI. 8, ა, გ).

განივკვეთის შემცირება პირველი წესით ართულებს კოქის დამზადებას, რის გამოც მიმართავენ იშვიათად. კერძოდ, დიდი მალისა და დატვირთვების შემთხვევაში (მაგ., ხიდებში). კოქის განივკვეთის შემცირება მეორე წესით წარმოებს შემდეგნაირად: თუ სარტყელი შედგება რამდენიმე ფურცლისაგან (მაგ., კანკიკურ კოქებში) განსაზღვრულ ადგილას წყვეტენ ერთ ან რამდენიმე სარტყლის ფურცელს (ნახ. VI 7, ბ). როდესაც სარტყელი შედგება ერთი ფურცლისაგან (მაგ., შედუღებულ კოქებში), მაშინ ამცირებენ სარტყლის ფურცლის სიგანეს ან სისქეს (ნახ. VI.8 ა, გ). სარტყლის ფურცლის სისქის ცვლილების ადგილას შეიძლება მოხდეს დაბვათა კომპენტირაცია, რის შედეგად წარმოიშობა ბზარები. ასეთი არასასურველი დეფორმაციის თავიდან ასაცილებლად რეკომენდებულია შედუღებულ კოქებში განივკვეთი შემცირდეს სარტყლის ფურცლის სიგანის ცვლილების ხარჯზე (ნახ. VI.8). სარტყლის ფურცლის ცვლილების ადგილის განსაზღვრა წარმოებს გრაფიკული ან ანალიზური წესით. ანალიზური წესი შედარებით მარტივია და მდგომარეობს შემდეგში:

შედუღებულ ერთმალიან კოქებში, საყრდენიდან $x = \frac{l}{6}$ მანძილზე,

ნიშნავენ სარტყლის ფურცლის სიგანის შემცირების ადგილს (ნახ. VI.8, ა). ეს მანძილი დადგენილია კოქის წონის მინიმალობის პირობით. ამის შემდეგ, განივკვეთის ცვლილების ადგილას საზღვრავენ კოქის განივკვეთის საკუთარ წინააღობის მომენტს

$$W_x = \frac{M}{R_{wy}}, \quad x = \frac{l}{6} \quad (VI.34)$$

სადაც M არის მლუნაფი მომენტი საყრდენიდან $x = \frac{l}{6}$ მანძი-

ლით დაცილებულ განივკვეთში.

თანაბრად განაწილებული დატვირთვების შემთხვევაში

$$M_{x=\frac{l}{6}} = \frac{qx(l-x)}{2} \quad (VI.35)$$

q არის თანაბრად განაწილებული საანგარიშო დატვირთვა;

l — კოქის მალი;

R_{wy} — შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინააღობა გაკიმვაზე და აიღება $0,85R_f$ -ს ტოლი (ცხრ. IV.1).

ჰორიზონტალური ფურცლის შემცირებული განივევების ფართობი ისაზღვრება (VI.21) ფორმულით, ხოლო სარტყლის სიგანე—(VI.22) ფორმულით. მიღებული სარტყლის სიგანე უნდა აკმაყოფილებდეს ყველა იმ მოთხოვნილებას, რომელიც აღნიშნული იყო კოქის ძირითადი განივევების სარტყლის ზომების შერჩევის დროს. სარტყლის ფურცლის პირაპირები სრულდება სწორი ან დახრილი შედუღების ნაქერით (ნახ. VI.8, ა, გ). ნაქერის სიმაღლე აიღება სარტყლის ფურცლის სისქის ტოლი ($k_f \approx l_f$).

6. შედგენილი კოქის დაყვანილ ძაბვებზე შემოწმება

ცვლადკვეთიან შედგენილ კოქებში, განივევების ცვლილების ადგილას, მოქმედებენ ნორმალური და მხები ძაბვები. მათი ერთობლივი მოქმედებით შეიძლება მოხდეს კოქის რღვევა. ამის გამო საჭიროა განივევების ცვლილების ადგილას კოქის სიმტკიცე შემოწმდეს დაყვანილ ძაბვაზე. შემოწმება დაყვანილ ძაბვაზე წარმოებს VI.6, VI.7 ან VI.8 ფორმულით (ნახ. VI.8, ბ). თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ განივი ღუნვის დროს ყველა კომპონენტი, გარდა $\sigma_x = \sigma_1$ და $\tau_{xy} = \tau_1$, სა. ნულია, გვექნება

$$\sigma_{cM} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c^* \quad (\text{VI.36})$$

სადაც σ_1 და τ_1 არის განივევების ცვლილების ადგილას ნორმალური და მხები ძაბვები სარტყლის შედუღების ნაქერების (ან ჰანჯიკების) ღონეზე (ნახ. VI.8, ბ):

$$\sigma_1 = \sigma \frac{h_{\text{sf}}}{h} \quad (\text{VI.37})$$

$$\tau_1 = \frac{Q S_x}{I_x l_w} \quad (\text{VI.38})$$

Q — გადამჭრელი ძალა კოქის განივევების ცვლილების ადგილას;

S_x — სარტყლის სტატიკური მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. VI.8, ბ);

I_x — კოქის განივევების (შემცირებული) ინერციის მომენტი ამავე ღერძის მიმართ;

l_w — კედლის ფურცლის სისქე;

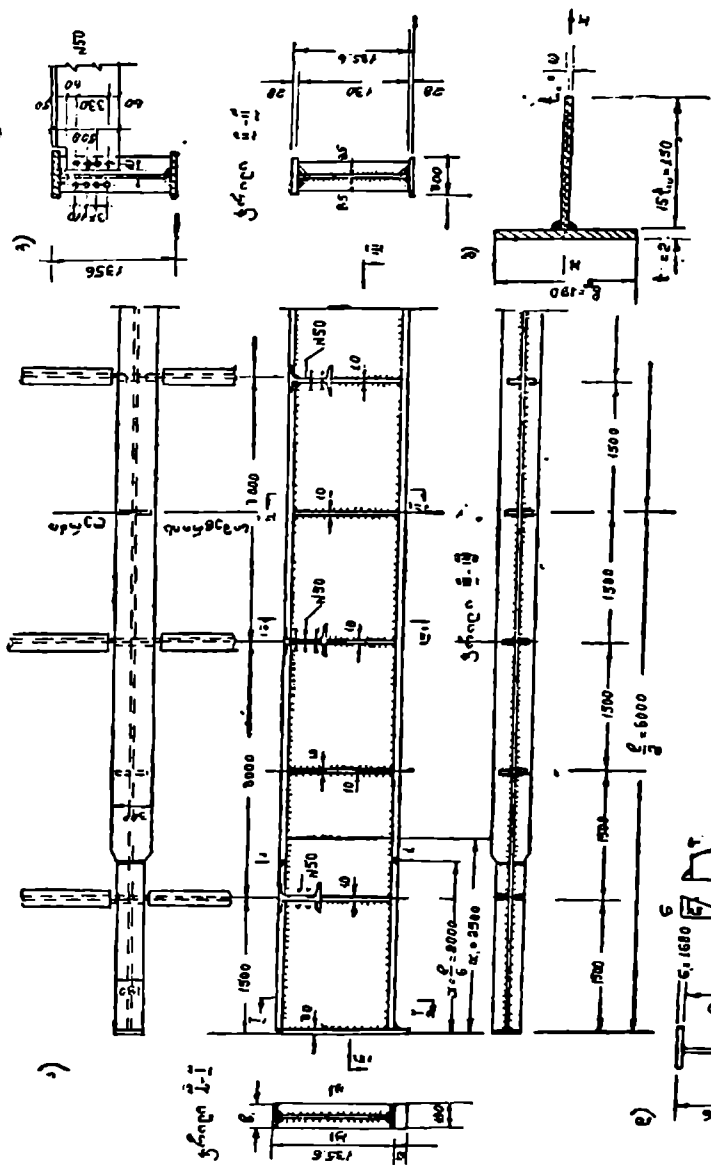
σ_1 და τ_1 განისაზღვრება დატვირთვების ერთი და იმავე სქემის დროს.

* თუ კოქის ზედა სარტყელზე მოქმედებს ადგილობრივი σ_{loc} ძაბვები, მაშინ შემოწმება დაყვანილ ძაბვებზე ხდება VI.8 ფორმულით

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_{loc}^2 - \sigma_1 \sigma_{loc} + 3\tau_1^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c$$

ბეჭები

ჭრილი მ.მ.ში



ნახ. VI.9. ა, ბ, გ, დ-VI.3 მგვალთის კანცარუმბსათვის.

მაგალითი VI.3. საპირობო განისაზღვროს VI.2 მაგალითში შერჩეული მთავარი კოქის განივკვეთის ცვლილების ადგილი და შემოწმდეს კოქის სიმტკიცე დაყვანილ დაბეჭე (ნახ. VI.9).

კოქის განივკვეთს ვამცირებთ სარტყლის ფურცლის სიგანის შემცირების ხარჯზე.

სარტყლის ფურცლის ცვლილების ადგილის დაცილება საყრდენიდან

$$x = \frac{l}{6} = \frac{12}{6} = 2,0 \text{ მ.}$$

მღუნავი მომენტი და გადამტრელი ძალა განივკვეთის ცვლილების ადგილას (ნახ. VI.9, ა და VI.5, დ):

$$M_{x=\frac{l}{6}} = F_A \cdot x - \left[\frac{g_{\text{კ}} x^2}{2} + p_{\text{კ}} \left(x - \frac{l_1}{2} \right) \right] = 964,2 \cdot 2 - \left[\frac{2,9 \cdot 2^2}{2} + 473,4 \left(2 - \frac{3}{2} \right) \right] = 1685,9 \text{ კნ. მ;}$$

$$Q_{x=\frac{l}{6}} = F_A - (g_{\text{კ}} x + p_{\text{კ}}) = 964,2 - (2,9 \cdot 2 + 473,4) = 485 \text{ კნ,}$$

სადაც $p_{\text{კ}}$ არის კოქზე მოქმედი შეყურსული ძალა;

$g_{\text{კ}}$ — თანაბრად განაწილებული მთავარი კოქის მასა.

$p_{\text{კ}}$; F_A და $g_{\text{კ}}$ -ის რიცხვითი მნიშვნელობები გამოთვლილია VI.2 მაგალითში.

საპირობო წინაღობის მომენტი (VI.34)

$$W_x = \frac{M_x}{R_{\text{ავ}}} = \frac{168590}{18,3} = 9212,6 \text{ სმ}^2.$$

$R_{\text{ავ}}$ — შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინაღობაა. ВСТ310 მარკის ფოლადისა და შედუღების ხერხის მიხედვით, IV.1 ცხრილით $R_{\text{ავ}} = -0,85 R_y = 0,85 \cdot 215 = 183 \text{ მპ.}$

სარტყლის განივკვეთის საპირობო ფართობი (VI.21)

$$A_{f1} = \frac{3}{4} \frac{W_x}{h} = \frac{3}{4} \frac{9212,6}{130,2} = 53,1 \text{ სმ}^2.$$

სარტყლის შემცირებული სიგანე

$$b_{f1} = \frac{A_{f1}}{t_f} = \frac{53,1}{2,6} = 20,4 \text{ სმ } \min b_f = 20 \text{ სმ.}$$

რადგან სარტყლის სიგანე თითქმის ტოლია მინიმალური კონსტრუქციული სიგანისა (20 სმ), ამიტომ ვიღებთ $b_{f1} = 200 \text{ მმ.ს.}$

ვამოწმებთ $\frac{l_{ef}}{b_{1f}}$ ფარდობას (VI.25) პირობით. I დან. მე-17 ცხრი-
ლით, როდესაც $15 \leq \frac{l_{ef}}{b_{1f}} = \frac{300}{20} < 35$ და $1 \leq \frac{h_1}{b_{1f}} = \frac{127,6}{20} \approx 6 \leq 6$ -ის,

$$\max \frac{l_{1f}}{b_{1f}} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{20}{2,6} + \left(0,73 - 0,016 \frac{20}{2,6} \right) \frac{20}{127,6} \right] \sqrt{\frac{210000}{215}} \approx$$

$$\approx 17. \text{ რადგან } \frac{l_{ef}}{b_{1f}} = \frac{300}{20} = 15,0 \text{ სმ} < \max \frac{l_{ef}}{b_{1f}} \approx 17, \text{ კოქის საერთო}$$

მდგრადობა უზრუნველყოფილია და კოქის შემცირებულ სივანეს ვტო-
ვებთ უცვლელად.

სარტყლის პირაპირი სრულდება შედუღების სწორი ნაკერით

$$k_f = t_f = 2,6 \text{ სმ.}$$

რადგან $R_{wy} = 0,85 R_y$ -ს, პირაპირის ნაკერის სიმტკიცის შემოწმება სა-
ჭირო არ არის.

კოქის განივკვეთის ცვლილების ადგილს ვამოწმებთ დაყვანილ ძაბ-
ვაზე.

კოქის შემცირებული განივკვეთის ინერციის მომენტი (ნახ. VI.9, ა;
ქრ. 1-1)

$$I_x = \frac{b_{1f} h^3}{12} - \frac{(b_{1f} - t_w) h_w^3}{12} = \frac{20 \cdot 130,2^3}{12} - \frac{(20 - 1) 125^3}{12} = 586145 \text{ სმ}^4.$$

წინალობის მომენტი

$$W_x = \frac{I_x}{0,5h} = \frac{586145}{0,5 \cdot 130,2} = 9004 \text{ სმ}^3;$$

ნორმალური ძაბვა

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} = \frac{168590}{9004} = 18,72 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 187 \text{ მპ} < R_y \gamma_c \approx 215 \text{ მპ. } (\gamma_c = 1).$$

ნორმალური და მხები ძაბვები კოქის სარტყლისა და კედლის შე-
მაერთებელი ნაკერის ღონეზე (ნახ. VI. 9, დ)

$$\sigma_1 = \sigma \frac{h_w}{h} = 18,72 \frac{125}{130,2} = 17,97 \text{ კნ/სმ}^2 = 180 \text{ მპ};$$

$$\tau_1 = \frac{Q_x S_{f1}}{I \cdot t_w} = \frac{485 \cdot 3318}{586145 \cdot 1,0} = 2,74 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 27 \text{ მპ},$$

სადაც S_{f1} — შემცირებული განიკვეთის სარტყლის სტატიკური მომენტი (ნახ. VI.9, ბ; კრ. 1.1):

$$S_{f1} = b_{f1} t_f \cdot \frac{h_w + t_f}{2} = 20 \cdot 2,6 \frac{125 + 2,6}{2} = 3318 \text{ სმ}^2.$$

დაყვანილი ძაბვა (III.15) ფორმულით

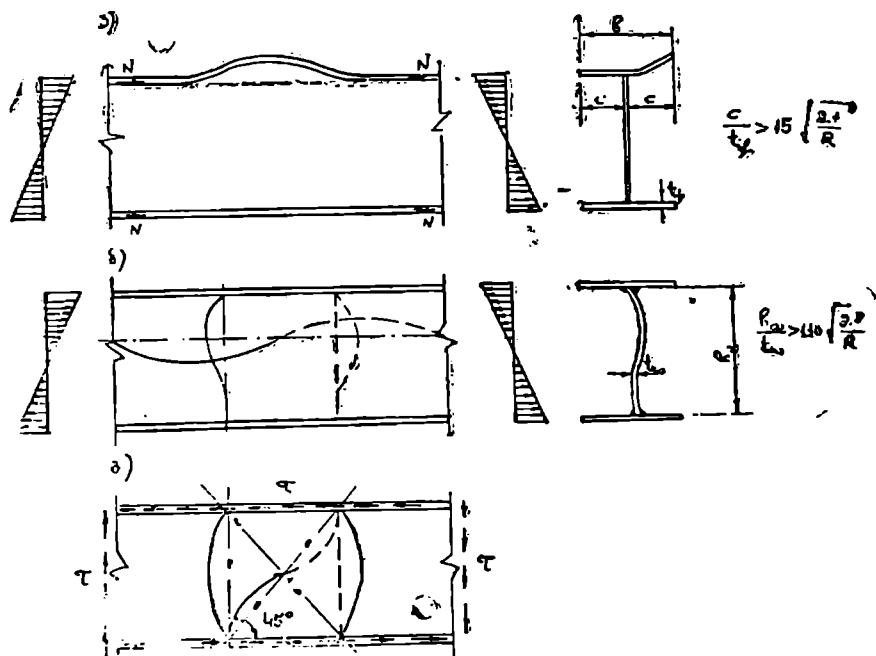
$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_1^2 + 3\tau_1^2} = \sqrt{180^2 + 3 \cdot 27^2} = 186 < 1,15 R_y \gamma_c = 1,15 \cdot 225 = 259 \text{ მპ.}$$

სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია.

7. შემოწმება ადგილობრივ მდგრადობაზე

კოქის ცალკეულმა ელემენტებმა (სარტყელი, კედელი) არასაკმარისი სისქისა და დამაგრების გამო შეიძლება დაკარგოს საწყისი მდებარეობა და ამობურცოს (ნახ. VI,10).

კოქის ცალკეული ელემენტების ამობურცვას ელემენტების ადგილობრივი მდებარეობის დაკარგვას უწოდებენ. ხშირად კოქის ელემენტე-



ნახ. VI.10. კოქის ადგილობრივი მდგრადობის დაკარგვა:

ა—სარტყლის მდგრადობის დაკარგვა ნორმალური ძაბვებისაგან; ბ—კედლის მდგრადობის დაკარგვა ნორმალური ძაბვებისაგან; გ—კედლის მდგრადობის დაკარგვა მხები ძაბვებისაგან.

ბის ადგილობრივი მდგრადობის დაკარგვა ხდება უფრო ადრე, ვიდრე კოქის საერთო მდგრადობისა.

კოქის სარტყლის მდგრადობის დაკარგვას იწვევს სარტყლის განივკვეთში მოქმედი ნორმალური ძაბვები (ნახ. VI.10, ა). კოქის კედელმა კი მდგრადობა შეიძლება დაკარგოს როგორც ნორმალური და მხები ძაბვების ერთდროული მოქმედებით, ისე მათი ცალკეული მოქმედებითაც. VI.10, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია ნორმალური ძაბვების ზეგავლენით ამობურცული კედელი. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, კედლის ზედა ნაწილი მუშაობს როგორც ზედა კონტურით დრეკადად ჩამაგრებული შეკუმშული ფირფიტა: ქვედა ნაწილი კი განიცდის გაჭიმვას და ასრულებს ამობურცვის საწინააღმდეგო დამჭერის მოვალეობას. VI.10, გ ნახაზზე ნაჩვენებია კედლის მდგრადობის დაკარგვა მხები ძაბვების ზეგავლენით. ასეთ შემთხვევაში, ამობურცვის შესაძლო ტალღები თარაზულ სიბრტყესთან ადგენს 45° -იან კუთხეს. სარტყლის ფურცლის მდგრადობა დამოკიდებულია კედლიდან გადმოშვებული ნაწილის სიგრძის (b_f) სარტყლის სისქესთან შეფარდებაზე $\left(\frac{b_f}{t}\right)$ (ნახ. VI.10, ა). თეორიული კვლევით მტკიცდება, რომ სარტყლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ დაცულია VI.24 პირობები.

ტ. ნ. და პირობებით (СНиП II-23-81 § 7.3), როდესაც დაცულია (VI.6) ან (VI.8) პირობები და კედელი გამოაგრებულია განივი სიბისტის წიბოებით (ნახ. VI.II), კედლის ფურცლის მდგრადობაზე შემოწმება საჭირო არ არის, თუ:

ა) კოქებში, ორმხრივი სარტყლის შედუღების ნაკერებით, როდესაც $\sigma_{loc} = 0$:
დაყვანილი მოქნილობა

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \sqrt{\frac{R_w}{E}} \leq 3,5; \quad (VI.39)$$

ერთი მხრიდან დადუღებული სარტყლის ნაკერებით

$$\bar{\lambda}_w \leq 3,2\text{-ზე}. \quad (VI.40)$$

ბ) ორივე შემთხვევაში, როდესაც ადგილობრივი თელვის ძაბვა $\sigma_{loc} \neq 0$,

$$\lambda_w \leq 2,5 \text{ ს}. \quad (VI.41)$$

კოქის სიბისტის წიბოები მზადდება ვიწრო ფოლადის ფურცლებისაგან: იდგმება შეეულად და განლაგებულია კოქის შევული ლერძის სიმეტრიულად (ნახ. VI.11, ა).

ტ. ნ. და პირობებით, სიბისტის წიბოების დაყენება აუცილებელია

ლია, თუ უძრავი დატვირთვების შემთხვევაში დაყვანილი მოქნილობა $\bar{\lambda}_w > 3,2$ -ზე, მოძრავი დატვირთვების შემთხვევაში $\bar{\lambda}_w > 2,2$ -ზე.

სიხისტის წიბოების სივანე გამოითვლება ფორმულით

$$b_h \geq \frac{h_{sf}}{30} + 40 \text{ მმ};$$

სისქე

$$t_h \geq 2b_h \sqrt{\frac{R_y}{E}}. \quad (\text{VI.42})$$

საარტყლის შედუღების უწყვეტი ნაკერის გასატარებლად, სიხისტის წიბოების ორი კუთხე ჩამოჭრილია (40×60 მმ-ით) (ნახ. VI.11, ა).

ტ. ნ. და პ. სიხისტის წიბოებს შორის მანძილი „ა“ არ უნდა იქნეს მეტი:

$$\text{როდესაც } \bar{\lambda}_w \leq 3,2; \quad a_{max} \leq 2,5 h_{sf}. \quad (\text{VI.43})$$

$$\text{როდესაც } \bar{\lambda}_w > 3,2; \quad a_{max} \leq 2,0 h_{sf}.$$

სიხისტის წიბოებით კოჭის კედელი იყოფა ცალკეულ უბნებად. თითოეული უბანი წარმოადგენს ოთხი კონტურით ჩამაგრებულ თხელ ფირფიტას. ამიტომ შედგენილი კოჭის კედლის მდგრადობაზე გაანგარიშება წარმოებს ისე, როგორც ცალკეული თხელი ფირფიტებისა. ფირფიტების მდგრადობა დამოკიდებულია მასზე მოქმედ დატვირთვებზე (ნორმალურ და მხებ ძაბვებზე) და მათი ნაპირების ჩამაგრების სახეზე.

ნორმალური და მხები ძაბვების მნიშვნელობას, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ელემენტის მდგრადობის დაკარგვას, კრიტიკული ნორმალური (σ_{cr}) და მხები (τ_{cr}) ძაბვები ეწოდება. ელემენტის (ფირფიტის) მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ მართო ნორმალური ან მხები ძაბვების მოქმედებისას:

$$\sigma < \sigma_{cr},$$

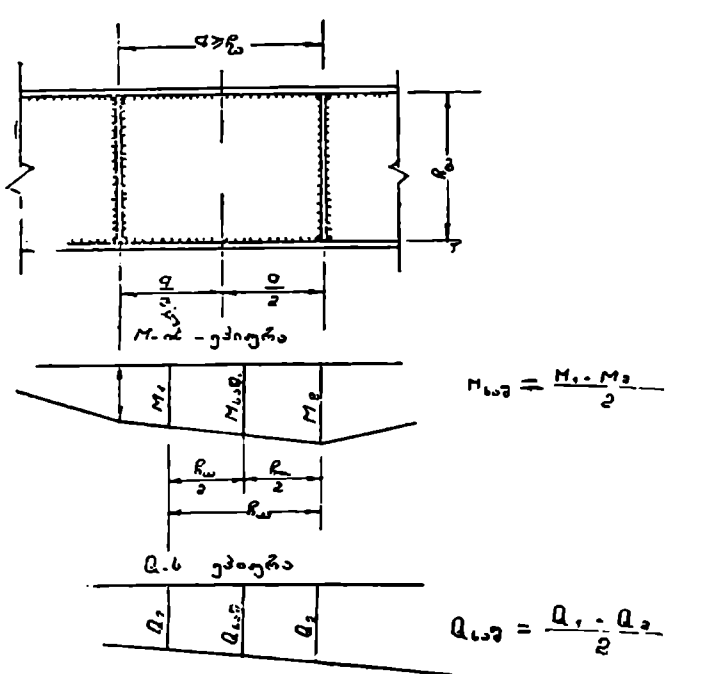
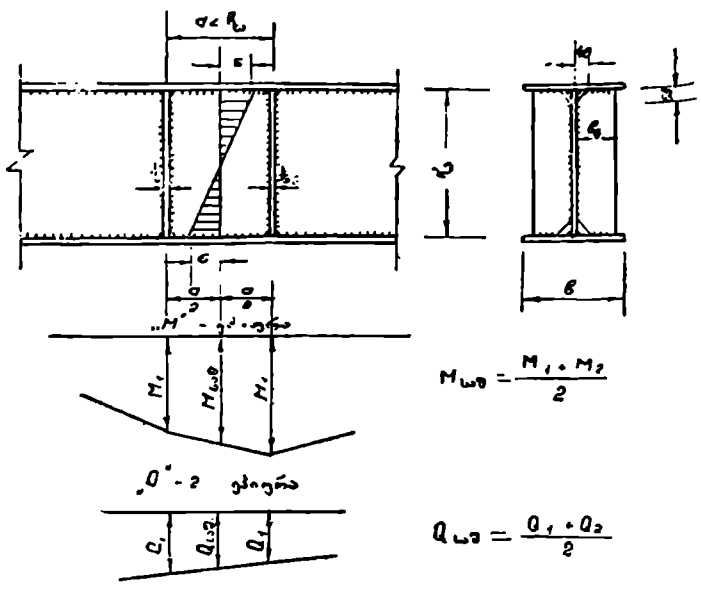
$$\tau < \tau_{cr},$$

სადაც σ და τ არის ნორმალური და მხები ძაბვის უდიდესი მნიშვნელობა.

σ და τ -ს ერთდროული მოქმედებისას, როდესაც $\sigma_{10c} = 0$ და $\bar{\lambda}_w \leq 6$ -ის, ცალკეული უბნების მდგრადობა მოწმდება ფორმულით

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq \gamma_c^*, \quad (\text{VI.44})$$

* აიღება I დანართის მე-4 ცხრილიდან.



ნახ. VI.11. ნორმალური ძაბვის (σ) განსაზღვრისათვის, კელის მდგარობაზე შემოწმების დროს.

სადაც σ არის განივკვეთის განაპირა ბოქვოში მოქმედი უდიდესი მკუმ-
შავი ნორმალური ძაბვა და აიღება (+) ნიშნით. თუ კედლის უბნის სი-
მაღლე შეტია სიგანეზე ($h_w > a$ -ზე), ნორმალური ძაბვა (σ) განისაზღვრე-
ბა უბნის სიგრძის შუაში მდებარე განივკვეთში (ნახ. VI.11, ა). როდეს-
აც უბნის სიმაღლე ნაკლებია სიგრძეზე ($h_w < a$ -ზე), σ გამოითვლება იმ
განივკვეთში, რომელიც დაცილებულია უბნის მაქსიმალურად დაძაბული
წიბოდან კედლის სიმაღლის ნახევრის ტოლი მანძილით (ნახ. VI.11 ბ).
ამ მითითებათა გათვალისწინებით, კოქის კედელში მოქმედი ნორმალუ-
რი ძაბვის უდიდესი მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \cdot \frac{h_w}{h}, \quad (\text{VI.45})$$

სადაც M_{\max} არის უბნის ზღვრებში მოქმედი მღუნავი მომენტის საშუა-
ლო მნიშვნელობა (ნახ. VI.11).

(VI.44) ტოლობაში

τ — მხები ძაბვაა.

$$\tau = \frac{Q_{\max}}{h_w \cdot t_w}, \quad (\text{VI.46})$$

სადაც Q_{\max} არის უბნის ზღვრებში მოქმედი გადაბქრელი ძალის საშუა-
ლო მნიშვნელობა (ნახ. VI.11);

h_w, t_w — კოქის კედლის სიმაღლე და სისქე.

ნორმალური და მხები კრიტიკული ძაბვები განისაზღვრებიან ტო-
ლობით:

$$\sigma_{cr} = \frac{C_{cr} R_y}{\lambda_w^2}; \quad (\text{VI.47})$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\lambda_{ef}^2}, \quad (\text{VI.48})$$

სადაც $\lambda_{ef} = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}}$.

μ — უბნის უდიდესი გვერდის ფარლობაა უმცირესთან:

$$\text{როდესაც } a < h_w, \quad \mu = \frac{h_w}{a};$$

$$\text{როდესაც } a > h_w, \quad \mu = \frac{a}{h_w}.$$

d — უბნის გვერდის უმცირესი სიგრძეა, როდესაც $a < h_w$;

$d = a$, როდესაც $a > h_w$; $d = h_w$ -ს.

c_{cr} - კოეფიციენტი აიღება (VI.1) ცხრილიდან δ პარამეტრის მიხედვით

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{1f}} \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^2 = 0,8 \frac{b_f}{h_{1f}} \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^2. \quad (VI.49)$$

b_f და t_f კოქის შეკუმშული სარტყლის სიგანე და სისქეა.

ცხრილი VI 1

		c _{cr} კოეფიციენტის მნიშვნელობები					
δ	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	≥ 30
c_{cr}	30,0	31,6	33,3	34,6	34,9	35,1	35,5

თუ კოქის ზედა სარტყელი დამაგრებულია ხისტი უწყვეტი ფენილით

$$\beta = \sim.$$

როდესაც $2,2 < \lambda_w \leq 6$ -ზე, $\sigma_{10c} = 0$, $\tau \leq 0,9 R_s$ და $\frac{A_f}{A_w} \geq 0,25$ -ს;

პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინების შემთხვევაში, (VI.44) ფორმულის ნაცვლად კოქის კედლის ფურცლის მდგრადობას ამოწმებენ ფორმულით

$$M \leq R_v \gamma_c h_{ef}^2 t_w \left(\frac{A_f}{A_w} + \alpha \right), \quad (VI.50)$$

სადაც

$$\alpha = 0,24 - 0,15 \left(\frac{\tau}{R_s} \right)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3} (\lambda_w - 2,2)^2. \quad (VI.51)$$

τ — გამოითვლება (VI.46) ფორმულით.

კოქის კედელზე ადგილობრივი ძაბვების (σ_{10c}) ზემოქმედების დროს, კოქის კედლის მდგრადობის შესამოწმებლად, სარგებლობენ ფორმულით

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{10c}}{\sigma_{10c, cr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} \leq \gamma_c, \quad (VI.52)$$

სადაც σ_{10c} არის ძაბვა ადგილობრივ თელვაზე და გამოითვლება (VI.5) ფორმულით.

$\sigma_{10c, cr}$ — ადგილობრივი თელვის კრიტიკული ძაბვა.

$\sigma_{10c, cr}$ და σ_{cr} -ის მნიშვნელობები ისაზღვრება ტექნიკური ნორმებისა და პირობების СНиП II-23-81 § 7.6 გვ. 27) მითითებათა მიხედვით. კოქოვანი გადახურვის მთავარ კოქებში სიხისტის წიბოები იღებება დამზარე კოქების დამაგრების ადგილებში (ნახ. VI.9), რის გამოც

კოქის კედლის ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმება (VI.44) ან (VI.50) ფორმულებით წარმოებს მხოლოდ კოქის ორ უბანში: მალის შუაში უდიდესი მლუნავი მომენტების მოქმედების ადგილას და საყრდენთან ახლოს, იქ სადაც გადამჭრელი ძალა უდიდესია. ცვლადკვეთიანი კოქის კედელი ადგილობრივ მდგრადობაზე დამატებით მოწმდება განივკვეთის ცვლილების ადგილას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც VI.44 ან VI.50, VI.52 პირობები არ კმაყოფილდება, საჭიროა სიხისტის წიბოების დადგმა დამხმარე კოქების დაყრდნობის ადგილებს შორისაც (ნახ. VI.9, ა). სიხისტის წიბოების ახალი განლაგებისას, აუცილებელია, კოქის კედლის ცალკეული უბნების განმეორებითი შემოწმება მდგრადობაზე.

მაგალითი VI.4. საჭიროა შემოწმდეს VI.2 მაგალითში შერჩეული კოქის განივკვეთის ელემენტები ადგილობრივ მდგრადობაზე.

გადაწყვეტა:

$$\text{ვამოწმებთ სიხისტის წიბოების საჭიროებას; რადგან } \bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \times \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{125}{1} \sqrt{\frac{215}{210000}} = 4 > 3,2, \text{ სიხისტის წიბოების დაყენება}$$

აუცილებელია. წიბოებს შორის უდიდესი მანძილი განისაზღვრება (VI.43) ფორმულით. $a_{max} = 2 \times h_{ef} = 2,0 \cdot 125 = 2,5$ მ. დამხმარე კოქებს შორის მანძილი $l_1 > a_{max}$, ამიტომ სიხისტის წიბოებს ვაყენებთ როგორც დამხმარე კოქების მიერთების ადგილას, ისე მათ შორისაც (ნახ. VI.9); საბოლოოდ ვიღებთ $a = 1,5$ მ.

რადგან $\bar{\lambda}_w = 4 > 3,2$ -ს (VI.40), ამიტომ საჭიროა განივკვეთის ცვლილების ადგილას და მალის შუა უბანში კოქის კედელი შემოწმდეს ადგილობრივ მდგრადობაზე.

მლუნავი მომენტი და გადამჭრელი ძალა განივკვეთის ცვლილების ადგილას:

$$M_x^* = 168590 \text{ კნ. სმ}; \quad Q_x^* = 485 \text{ კნ.}$$

ნორმალური და მხები ძაბვები ამავე განივკვეთში (VI.45 და VI.46)

$$\sigma_1 = \frac{M_x}{W_x} \frac{h_w}{h} = \frac{168590}{9004} \frac{125}{130,2} = 17,98 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 180 \text{ მპ};$$

$$\tau_1 = \frac{Q_x}{h_w t_w} = \frac{485}{125 \cdot 1,0} = 3,88 \text{ კნ/სმ}^2 = 39 \text{ მპ}.$$

* M_x, Q_x გამოთვლილია VI.3 მაგალითში.

$$\text{რადგან } \tau = 39 < 0,9 K_1^* = 0,9 \cdot 128 = 115,2, \quad \frac{A_f}{A_w} = \frac{20 \times 2,6}{125 \cdot 1,0} = 0,416 >$$

$> 0,25$ და $2,2 < \bar{\lambda}_w = 4 < 6$ -ის, კედლის მდგრადობას ვამოწმებთ (VI.50) ფორმულით

$$\alpha = 0,24 - 0,15 \left(\frac{\tau}{R_c} \right)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3} (\bar{\lambda}_w - 2,2)^2 = 0,24 - 0,15 \left(\frac{39}{128} \right)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3} (4 - 2,2)^2 \approx 0,2;$$

$$M = 168590 < M_{\text{ბ.ე.}} = R_{\text{v}} \gamma_c h_{ef}^2 l_w \left(\frac{A_f}{A_w} + \alpha \right) = 21,5 \cdot 1,1 \cdot 125^2 \cdot 1,0 (0,416 + 0,2) = 227631 \text{ კმ. მ.}$$

სადაც $h_{ef} = h_w = 125$ სმ.

კედლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

ვამოწმებთ კედლის მდგრადობას შალის შუა უბანში. რადგან $a = 1,5 > h_w = 1,25$ მ, ამიტომ კედლის მდგრადობას ვამოწმებთ შალის შუა წერტილიდან $\frac{h_w}{2}$ მანძილით დაცილებულ ადგილას (კრილი 2-2 ნახ. VI.9-ზე).

მლუნავეი მომენტი და განავეი ძალა შალის შუაში (უბნის საწყის განივკვეთში):

$$M_2 = \max M^* = 2892,6 \text{ კმ. მ; } Q_2 = 0.$$

უბნის საწყისიდან h_w მანძილით დაცილებულ განივკვეთში

$$M_1 = F_A^* \left(\frac{l}{2} - h_w \right) - P_c^* \left(\frac{3}{2} l_1 - h_w \right) - P_c^* \left(\frac{l_1}{2} - h_w \right) - g_a^* \frac{(l - h_w)^2}{2} = 964,2 \left(\frac{12}{2} - 1,25 \right) - 473,4 \left(\frac{3}{2} \cdot 3 - 1,25 \right) - 473,4 \left(\frac{3}{2} \cdot 3 - 1,25 \right) - 2,9 \frac{(12 - 1,25)^2}{2} = 2755,6 \text{ კმ. მ;}$$

$$Q_1 = F_A - 2P_c - g_a \left(\frac{l}{2} - h_w \right) = 964,2 - 2 \cdot 473,4 - 2,9 \left(\frac{12}{2} - 1,25 \right) = 3,65 \text{ კმ.}$$

* განსაზღვრულია VI.2 მაგალითში.

მლუნავი მომენტისა და განივი ძალის საშუალო მნიშვნელობა

$$M_{ს.ა} = \frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{2755,6 + 2892,6}{2} = 2824,1 \text{ კნ. მ};$$

$$Q_{ს.ა} = \frac{0 + 3,65}{2} = 1,82 \text{ კნ.}$$

$$\text{რადგან } \tau = \frac{Q_{ს.ა}}{h_w f_w} = \frac{1,82}{125 \cdot 1,0} = 0,01 \text{ კნ/სმ}^2 = 0,1 \text{ მპ} < 0,9 R_{\tau}, \frac{A_f}{A_w} =$$

$$= \frac{30 \times 2,6}{125} = 0,624 > 0,25 \text{ და } 2,2 < \bar{\lambda}_w < 6\text{-ის, კედლის მდგრადობას ვა-}$$

ნოწმებთ (VI.50) ფორმულით. შემოწმება ტარდება ზემოთ მოყვანილი განგარისებების ანალოგიურად

$$M_{ს.ა} = 2824,1 < M_{ს.ლ} = 21,5 \cdot 1,1 \cdot 125^2 \cdot 1(0,624 + 0,21) = 308189 \text{ კნ.მ,}$$

$$\text{სადაც, } \alpha = 0,24 - 0,15 \left(\frac{0,1}{128} \right)^2 - 8,5 \cdot 10^{-3} (4 - 2,2)^2 \approx 0,21.$$

კედლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

სიხისტის წიბობების ზომების ისაზღვრება (VI.42) ფორმულებით:

$$b_h = \frac{h_w}{30} + 40 = \frac{1250}{30} + 40 \approx 82 \text{ მმ}; t_h = 2b_h \sqrt{\frac{R_v}{E}} =$$

$$= 2 \cdot 82 \sqrt{\frac{215}{210000}} \approx 5,2 \text{ მმ-ს.}$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით, წიბოს ფურცლის სისქეს ვიღებთ კედლის ფურცლის სისქის ტოლს $t_h = t_w = 10$ მმ-ს.

მაგალითი. VI.5 (ვარიანტი, როდესაც $\bar{\lambda}_w \leq 6$ -ის და პლასტიკურ დეფორმაციებს მხედველობაში არ ვიღებთ).

VI.44 პირობით, შემოწმდეს №2 მაგალითში შერჩეული კოქის კედლის მდგრადობა მალის შუა უბანში:

გაღწევა:

რადგან $a = 1,5 > h_w = 1,25$ მ, კედლის მდგრადობას ვამოწმებთ მალის

შუა წერტილიდან $\frac{h_w}{2}$ მანძილით დაცილებულ ადგილას.

უბნის ზღვრებში მოქმედი მლუნავი მომენტისა და განივი ძალის საშუალო მნიშვნელობები

$$M_{ს.ა}^* = 2824,1 \text{ კნ. მ}; Q^* = 1,82 \text{ კნ.}$$

* გამოთვლილია VI.4 მაგალითში.

ნორმალური და შხები ძაბვები:

$$\sigma = \frac{M_{\omega a}}{W_x} \frac{h_{\omega}}{h} = \frac{282410}{12256,0} \frac{125}{130,2} \approx 22,1 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 221 \text{ მპ};$$

$$\tau = \frac{Q_x}{h_{\omega} t_{\omega}} = \frac{1,82}{125 \cdot 1,0} = 0,014 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 0,14 \text{ მპ}.$$

W_x გამოთვლილია VI.2 მაგალითში.

კრიტიკული ნორმალური ძაბვა (VI.47)

$$\sigma_{cr} = \frac{C_{cr} R_y}{\bar{\lambda}_{\omega}^2} = \frac{34,2 \cdot 215}{4^2} \approx 460 \text{ მ. პ.},$$

სადაც:

$$\text{როდესაც } \bar{\omega} = 0,8 \frac{b_f}{h_{\omega}} \left(\frac{t_f}{t_{\omega}} \right)^3 = 0,8 \cdot \frac{30}{125} \cdot \left(\frac{2,6}{1} \right)^3 = 3,37,$$

VI. ცხრილით $C_{cr} = 34,2$ (ინტერპოლაციით).

კრიტიკული წხები ძაბვა (VI.48)

$$\tau_{cr} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_y}{\bar{\lambda}_{\omega}^2} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{1,2^2} \right) \frac{125}{4^2} = 123 \text{ მპ.},$$

სადაც:

$$\text{როდესაც } e = 1,5 < h_{\omega} = 1,25 \text{ მ}; \mu = \frac{a}{h_{\omega}} = \frac{1,5}{1,25} = 1,2; \quad d =$$

$$= 1,25 \text{ მ}; \quad \bar{\lambda}_{\omega} = \frac{d}{t_{\omega}} \sqrt{\frac{R}{E}} = \frac{125}{1,0} \sqrt{\frac{215}{210000}} \approx 4;$$

$$R_y = 0,58 R_y = 0,58 \cdot 215 \approx 125 \text{ მ.პ.}$$

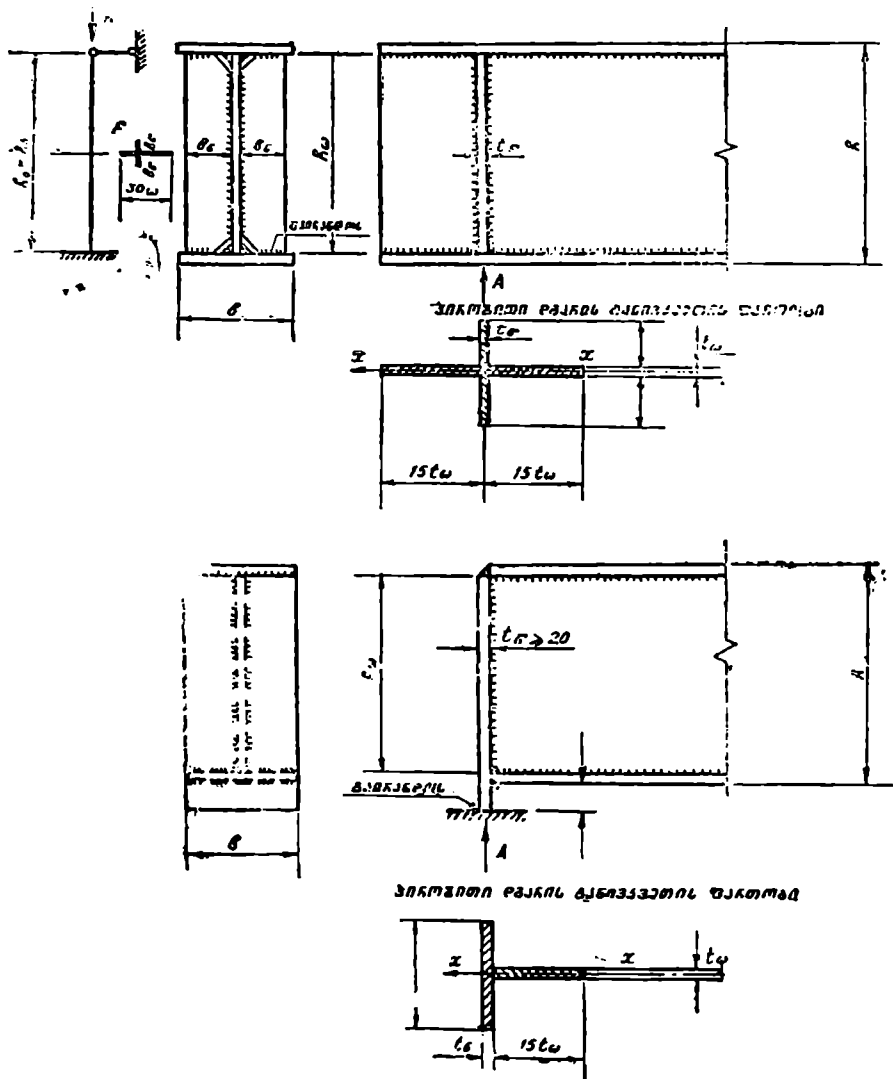
გამოწმებთ (VI.44) პირობას

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} = \sqrt{\left(\frac{221}{460} \right)^2 + \left(\frac{0,14}{123} \right)^2} \approx 0,46 < 1.$$

კელის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

8. საყრდენი სიხისტის წიბოება

საყრდენი რეაქციის გადაცემა კოქიდან საყრდენზე წარმოებს საყრდენი სიხისტის წიბოების საშუალებით (ნახ. VI. 12). რეაქციის უკეთ გადაცემის მიზნით, საყრდენი სიხისტის წიბოები მჭიდროდ მიერთებული უნდა იქნეს კოქის ქვედა სარტყელთან (ნახ. VI.12, ა). წყვილი სიხისტის წიბო შეიძლება შეიცვალოს ერთი საყრდენი ტორსის ფურც-



ნახ. VI 12. ა, ბ — შედგენილი კოქსის საყრდენი სხისტის წიბოები.

ლით (ნახ. VI.12, ბ). საყრდენი ფურცლის საყრდენ კონსტრუქციაზე შკიდროდ დაყრდნობის მიზნით, ტორსის ფურცლის ქვედა ბოლო ირანდება. საყრდენი სიხისტის წიბოს ან საყრდენი ფურცლის საკირო განივკვეთის ფართობი ისაზღვრება სემტიკის პირობით თელვაზე

$$A_p = \frac{F}{R_p \gamma_c}, \quad (\text{VI.52}^a)$$

სადაც F არის კოქის საყრდენი რეაქცია;

R_p^* — სიხისტის წიბოს ქვედა ტორსულ ზედაპირზე თელვის ძაბვა.

A_p ფართობის გამოთვლის შემდეგ, საყრდენი წიბო მოწმდება მდკრადობაზე

$$\sigma = \frac{F}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c, \quad (\text{VI.53})$$

სადაც R_y არის ფოლადის საანგარიშო წინაღობა (ცხრ. I.1 ან I-დან. მე-5 ცხრ.);

γ_c — კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და აიღება $\gamma_c = 1$,

A — პირობითი დვარის განივკვეთის ფართობი და შედგება საყრდენი სიხისტის წიბოს განივკვეთის ფართობისა და კედლის ზოლის ფართობისაგან. ზოლის სიგრძე სიხისტის წიბოს ორივე მხარეს აიღება $l_s = 0,65 l_w \sqrt{\frac{E}{R_p}}$

(ნახ. VI.12);

φ არის გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი. იგი, მოქნილობის $\lambda = \frac{l_{ef}}{i}$ და სა-

ანგარიშო წინაღობის (R_p) მიხედვით ისაზღვრება I დან. მე-12 ცხრილით;

l_{ef} — საყრდენი წიბოს საანგარიშო სიგრძე და აიღება კედლის სიმაღლის ტოლი ($l_{ef} = h_w$);

i — პირობითი დვარის განივკვეთის ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. VI.12).

კუთხური შედუღების ნაკერის ზომები, რომლითაც საყრდენი წიბოები უერთდება კოქის კედელს, განისაზღვრება (IV.4) და (IV.5) ფორმულებით.

მაგალითი VI.6. საკიროა შეირჩეს შედგენილი კოქ-ს საყრდენი

* როდესაც ტორსის ფურცლის α , მანძილი მეტია 1,5 მ-ს (ნახ. IV.12, ბ), VI.52-ში, R_p -ს ნაცვლად აიღება R_y (СНП-II-23-81 §7.12).

სიხისტის წიბოს ზომები (ნახ. VI.9). საყრდენი რეაქცია $F_A = 964,2^*$ კნ.
ფოლადის კლასი BCт3пс6.

გადაწყვეტა: ფოლადის მარჯის მიხედვით საანგარიშო წინა-
ლობები: როდესაც $l = 4 - 20$ ნმ,

ქვეშეაზე $R_p = 225$ მპ, $R_u = 350$ მპ. (I დან. 5 ცხრ.).

თელვაზე $R_p = R_u = 350$ მპ (ცხრ. I.1).

საყრდენი წიბოს საპირო ფართობი (VI.52)

$$A_p = \frac{F_A}{R_{\gamma c}} = \frac{964,20}{35 \cdot 1,1} \approx 25,0 \text{ სმ}^2.$$

წიბოს ფურცლის სიგანეს საყრდენთან ვიღებთ სარტყლის სიგანის
ტოლს

$$b_{\text{ფ}} = b_{f_1} = 20 \text{ სმ.}$$

საყრდენი წიბოს ფურცლის საპირო სისქე

$$t_{\text{ფ}} = \frac{A_p}{b_{\text{ფ}}} = \frac{25}{20} = 1,25 \text{ სმ} \approx 14 \text{ მმ.}$$

პირობითი დგარის საანგარიშო სიგრძე

$$l_{ef} = h_w = 125 \text{ სმ.}$$

პირობითი კედლის სიგრძე $l_3 = 0,65 t_w \sqrt{\frac{E}{R_p}} = 0,65 \cdot 1,0 \sqrt{\frac{210000}{21,5}} =$
 $= 20,3 \text{ სმ.}$ პირობითი დგარის განიკვეთის ინერციის მომენტი $x-x$
ღერძის მიმართ (ნახ. VI.9, ბ)

$$I_x = \frac{b_{\text{ფ}}^3 t_{\text{ფ}}}{12} + \frac{l_{ef}^3 t_w}{12} = \frac{20^3 \cdot 1,4}{12} + \frac{20,3 \cdot 1,0^3}{12} = 935,0 \text{ სმ}^4.$$

პირობითი დგარის განიკვეთის ფართობი

$$A = b_{\text{ფ}} t_{\text{ფ}} + l_{ef} t_w = 20 \cdot 1,4 + 20,3 \cdot 1,0 = 48,3 \text{ სმ.}$$

პირობითი დგარის ინერციის რადიუსი $x-x$ ღერძის მიმართ

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{935}{48,3}} = 4,4 \text{ სმ.}$$

შოქნილობა

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{125}{4,4} \approx 28,4 \text{ სმ.}$$

* F_A გამოთვლილია VI.2 მაგალითში.

შესაბამისი გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი (I დან. 12 ცხრ. ინტერპოლაციით)

$$\varphi = 0,943.$$

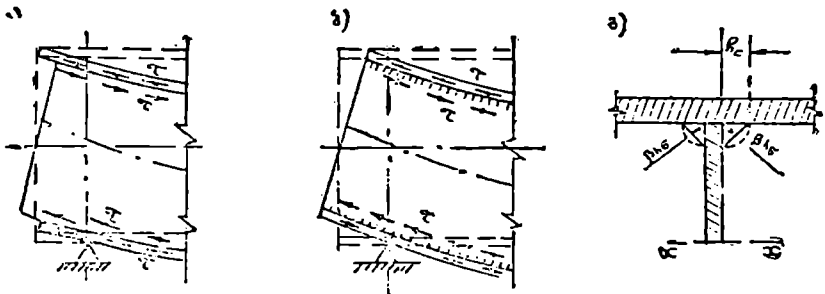
ვამოწმებთ საყრდენი ღვარის მდგრადობას (III.29)

$$\sigma = \frac{F' A}{\varphi A} = \frac{964,20}{0,943 \cdot 48,3} = 21,17 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 212 \text{ მპ} < R_y = 225 \text{ მპ}.$$

რადგან მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია, ამიტომ საყრდენის სიხისტის წიბოს ზომებს ვტოვებთ უცვლელად.

9. შედგენილი კოქის ხარტყლის კედელთან შეერთების გაანგარიშება

განივი ლუნვის დროს შედგენილი კოქის კედელსა და სარტყელს შორის წარმოიარება მხები ძაბვები. იმისათვის, რომ არ მოხდეს კედლისა და სარტყლების ურთიერთთერა (ნახ. VI.13, ა), შედუღებულ კოქებში მუები ძაბვები ათვისებული უნდა იქნენ სარტყლებისა და კედლის შეიარტეიელი 'ედუღების ნაკერების მიერ (ნახ. VI.13, ბ). სარტყლის



ნახ. VI.13 ა, ბ, გ—სარტყლის კედელთან შედუღების გაანგარიშებისათვის.

შედუღების ნაკერების დონეზე მოქმედი მხები ძაბვები განისაზღვრება ფორმულით

$$\tau = \frac{Q \cdot S_f}{I \cdot l_w}, \quad (\text{VI.53})$$

სადაც S_f — სარტყლის ფურცლის სრატკური მომენტია კოქის ნეიტრალური ღვრძის მიმართ (იმ ნაწილისა, რომელიც განიცდის ძვას).

I — კოქის განივეუთის ინერციის მომენტი.

ნაკერის გრძივ სანტიმეტრზე მოქმედი ძერის ძალა

$$T = \tau \cdot l \omega = \frac{Q \cdot S_f}{I} \quad (\text{VI.54})$$

T ძალა ათვისებული უნდა იქნეს სარტყლის 1 სმ სიგრძის მქონე ორი შედუღების ნაკერის მიერ; ნაკერების ძეშა ფართობი (ნახ. VI.13 გ)

$$A_k = 2p_k f.$$

ადგილი რომ არ ექნეს სარტყლის შედუღების ნაკერების რღვევას, დაცული უნდა იქნეს სიმტკიცის პირობა:

$$\begin{aligned} T &\leq 2\beta_f k_f \gamma_{af} \gamma_c; \\ T &\leq 2\beta_s k_f \gamma_{sz} R_{sz} \gamma_c. \end{aligned} \quad (\text{VI.55})$$

თუ (VI.55)-დან გამოვრიცხავთ k_f -ს, მივიღებთ კუთხური ნაკერის კათეტის სიმაღლის საანგარიშო ფორმულებს:

$$\begin{aligned} k_f' &= \frac{T}{2p_f \gamma_{af} R_{af} \gamma_c}; \\ k_f'' &= \frac{T}{2\beta_s \gamma_{sz} R_{sz} \gamma_c}. \end{aligned} \quad (\text{VI.56})$$

k_f' და k_f'' დან კუთხური ნაკერის სიმაღლედ აიღება უდიდესი. მოყვანილ ფორმულებში:

β — უმცირესი რიცხვითი მნიშვნელობის კოეფიციენტია β_f და β_s კოეფიციენტებიდან.

β_f და β_s განისაზღვრება IV.3 ცხრილით § IV.2.2 ში მოყვანილ მითითებათა გათვალისწინებით.

γ_{af} , γ_{sz} — ნაკერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი. მათი რიცხვითი მნიშვნელობა განისაზღვრება ისე, როგორც ეს განმარტებულია § IV.2.2 ში. γ_c — კონსტრუქციის ძუშაობის პირობების კოეფიციენტი (დან. I, ცხრ. 4); R_{af} , R_{sz} — კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინაღობანია. მათი მნიშვნელობა აიღება IV.I ცხრილის მიხედვით.

(VI.56) ფორმულით, სარტყლის ნაკერების სიმაღლის (კათეტის) განსაზღვრა წაშობებს კოჭას საყიდრთან (აღად გადამკრელ ძალას აქვს უდიდესი მნიშვნელობა). საყიდრთან განსაზღვრული შედუღების ნაკერების სიმაღლე კოჭას მთელ სიგაძეზე რჩება უცვლელი. რეკომენდებულია, თუ სარტყლის ნაკერი სიმაღლე მეტია 10 მმ-ზე, ნაკერის მასალის ეკონომიის მიზნით, მისი სიმაღლე კოჭას სიგაძეზე აღებულ იქნეს

* როდესაც $R_{sz} \leq 295$ ში და გამოყვანილია (IV.11) პირობა, k_f -ის გამოთვლა საჭირო არ არის $k_f = k_f'$, იხ. § IV.2.2).

ცვლადი. ასეთ შემთხვევებში, ნაკერის სიმაღლე ცალკეულ უბნებში ისაზღვრება (VI.50) ფორმულებით.

მაგალითი VI.7. საკაროა განისაზღვროს VI.2 მაგალითში შერჩეული შეჯენილი კოქის სარტყლისა და კედლის შენაერთებული მუდღუბის ხავეის სიმაღლე. შედუღება წარმოებს ავტომატურად. 346 ტიპის ელექტროდით. ფოლადის მარკაა ВСТ3016. გადამქოელი ძალის მნიშვნელობა საყრდენზე

$$Q = F_A^* = 964,2 \text{ კნ.}$$

გადაწყვეტა:

შედუღების ხერხის, შესაღუღებელი ფოლადის მარკის (ВСТ3016) და ელექტროდის ტიპის მიხედვით, კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინაღობები:

I დან. ზე-19 ცხრ.— $R_{\omega f} = 200$ მპ;

I დან. მე 5 ცხრ.— $R_{\mu n} = 370$ მპ; $R_{\mu n} = 235$ მპ. (როდესაც $f = 4 - 20$ მპ-ს)

IV 1 ცხრილით— $R_{\omega z} = 0,45$ $R_{\mu n} = 166$ მპ.

კოქის შემციარებული განივკვეთის სარტყლის სტატიკური მომენტი

$$S_{J1}^{**} = 3318 \text{ სმ}^3.$$

კოქის შემციარებული განივკვეთის ინერციის მომენტი

$$I^{**} = 586145 \text{ სმ}^4.$$

სარტყლის ნაკერში მოქმედი ძვრის ძალა (VI.54)

$$T = \frac{Q^{**} S_{J1}}{I} = \frac{964,2 \cdot 3318}{586145} = 5,46 \text{ კნ.}$$

რადგან IV.11 პირობა არ კმაყოფილდება, კუთხური ნაკერის კათეტს ვსაზღვრავთ VI 56 ფორმულით

$$k_f' = \frac{T}{2\beta_z \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{5,46}{2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 0,12 \text{ სმ} < \min k_f = 0,7 \text{ სმ};$$

$$k_f'' = \frac{T}{2\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} \gamma_c} = \frac{5,46}{2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,16 \cdot 5 \cdot 1,0} = 0,14 \text{ სმ} < \min k_f = 0,7 \text{ სმ},$$

სადაც

IV.2 ცხრილით, როდესაც ВСТ3016 მარკის ფოლადის $R_{\mu n} = 235$ მპ < 580 მპ-ს, ელექტროდის დიამეტრი $d = 5$ მპ-ს და ნაკერის სიმაღლე არ აღემატება 8 მპ-ს. კოეფიციენტები:

$$\beta_f = 1,1; \beta_z = 1,15.$$

* გამოთვლილია VI.2 მაგალითში.

** S, Q, I გამოთვლილია VI.3 მაგალითში.

§ VI.2,2-ს შითიუებათა მიხედვით,

$$\gamma_{ა1} = \gamma_{ა2} = 1.$$

I დანართის მე 4 ცხრ. $\gamma_c = 1,0$;

IV 2 ცხრილით, როდესაც $R_{\text{შ}} = 235 \text{ მპ} < 430 \text{ მპ-ზე}$, ფურცლის სისქე შეტია 23 მპ ზე და ნაკლები 32 მპ-ზე, ავტობატური შედღების დროს ნაეკრის შინიმაღური სიმაღლე $\text{თიიკ} = 7 \text{ მპ}$ ს. ამიტომ, საბოლოოდ, სარტელის ნაეკრის სიმაღლეს კოქის მთელ სეგრძეზე ვიღებთ

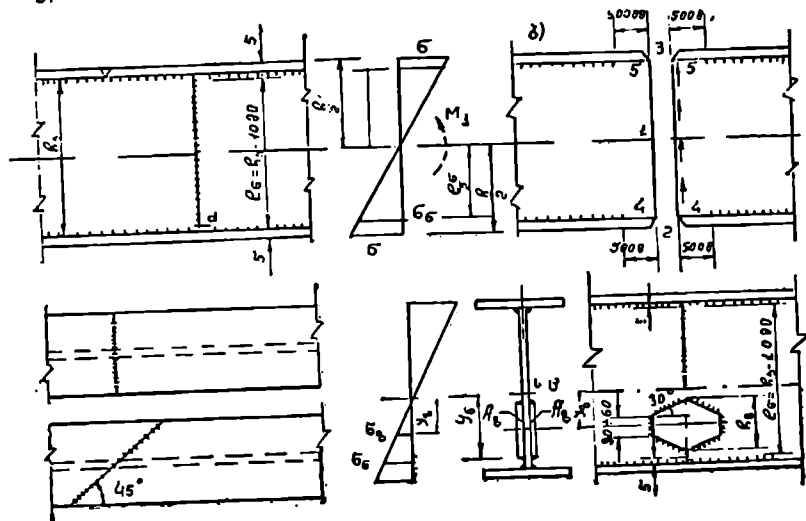
$$k_f = 7 \text{ მპ}.$$

10. შედღებული კოქების პირაპირება

შედგენილი შედღებული კოქების პირაპირები იყოფა ორ ჯგუფად: სამონტაჟო და სექარხნო პირაპირებად (ნახ. VI.14).

სამონტაჟო პირაპირები ეწყობა შაშინ, როდესაც კოქის მასა და

ა)



ნახ. VI.14. შედღებული კოქების პირაპირება:
 ა - სექარხნო პირაპირი; ბ - სამონტაჟო პირაპირი.

ზომები იღებება ქარხიდან მშენებლობის ადგილზე გადასაზიდად სა-
 ქირო ტრანსპორტის ტვირთამწეობას და გაბარითულ ზომებს*. ასეთ-

* რეკონსტრუქციის დროს, სამონტაჟო ერთეულის სიგრძე შეიძლება იქნეს (18 ÷ 17) მ, სიმაღლე 3,9 მ, სიგანე 3,2 მ. მასა (51) - (60) ტონა. ავტო-
 ტრანსპორტით გადაზიდვის დროს $L < 18$ მ, სიმაღლე 3,8 მ, სიგანე 3,6 მ.

შემთხვევაში, შედგენილი კოქები ქარხანაში მზადდება რამდენიმე გადასაზიდი ერთეულის სახით. კოქის ცალკეული ერთეულების შეერთება ხდება მინერბლობის ადგილზე. სამონტაჟო პირაპირები აღიღება კოქის ღირებულებას. ამიტომ მათი რიცხვმ უნდა იქნეს რაც შეიძლება ნაკლები.

საქარხნო პირაპირების მოწყობა განპირობებულია იქეთი სტანდარტული ელემენტების გამოყენებით, რომელთა სიგრძე ნაკლებია კოქის ელემენტების საპროექტო სიგრძეზე. საქარხნო პირაპირების შეერთების ძირითად ტიპად მიღებულია შეერთება სწორი შედულების ნაკრით (ნახ. VI.14 ა).

როდესაც სწორი პირაპირული შედულების ნაკერები სრულდება ავტომატურად, ნახევრად ავტომატურად ან ხელით და შედულების ხარისხი მოწმდება ფიზიკური ხერხით, შედულების ნაკერისა და ძირითადი ელემენტის სიმტკიცე ტოლია. ასეთ შემთხვევაში, კოქის კედლისა და სარტყლის პირაპირები შეიძლება განლაგდეს კოქის სიგრძის ნებისმიერ ადგილას და მათი სიმტკიცეზე შემოწმება საჭირო არ არის.

ჩვეულებრივ, მუდმივკვეთიან შედულებულ კოქებში, სარტყლის ფურცლის საქარხნო პირაპირები ეწყობა საყრდენიდან $\frac{l}{4}$ მანძილზე, კედლის ფურცლის პირაპირები კი—კოქის შუა ნაწილში (იქ, სადაც გადანაკრელი ძალა მღუნავ მომენტთან შედარებით მცირეა).

ცვლადკვეთიან კოქებში, სარტყლის ფურცლის პირაპირები განლაგებულია კოქის განივკვეთის ცვლილების ადგილას (ნახ. VI.9, ა).

პირაპირა შედულების ნაკერის ხელით შესრულების დროს, როდესაც ნაკერის ხარისხი მოწმდება ვიზუალურად, შედულების ნაკერის სიმტკიცე შესაერთებელ ელემენტების სიმტკიცეზე ნაკლებია. ასეთ შემთხვევაში, კოქის ელემენტების სწორი პირაპირული შედულების ნაკერები განლაგებული უნდა იქნეს კოქის სიგრძის ისეთ ადგილას, სადაც ძაბვა ნაკერში (σ_n) ტოლი ან ნაკლებია შედულების ნაკერის საანგარიშო წინალობაზე გაჭიმვის დროს (R_{ω})

$$\sigma_n \leq R_{\omega} \gamma \epsilon^* \quad (VI.57)$$

კოქის კედლის სწორი პირაპირული ნაკერის განაპირა ბოქოში მოქმედი უდიდესა ძაბვა (σ_{ω}) გამოითვლება ფორმულით (ნახ. VI.14, ა)

$$\sigma_{\omega} = \frac{M_3}{W_3} \cdot \frac{l_{\omega}}{h} \quad (VI.58)$$

* როდესაც $\frac{R_{\omega n}}{\gamma \epsilon} > R_{\omega}$, (VI.57)-ში და, შესაბამისად, (VI.60)-ში, ნაცვლად R_{ω}

ნახული უნდა იქნეს $\frac{R_{\omega n}}{\gamma \epsilon}$.

(VI.58) შეეიტანოთ (VI 57)-ში, მივიღებთ კედლის სწორ პირაპირა ნაკერის სიმტკიცის შესამოწმებელ ფორმულას

$$\sigma_{\omega} = \frac{M_3}{W_3} \cdot \frac{l_{\omega}}{h} \leq R_{\omega\sigma}\gamma_c. \quad (\text{VI.59})$$

აქედან. მღუნავი მომენტის სიდიდე, რომლის ატანაზე შეუძლია კოჭის სწორ პირაპირს, განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. VI.15, ა)

$$M_3 = W_3 \cdot R_{\omega\sigma}\gamma_c \frac{h}{l_{\omega}}, \quad (\text{VI.60})$$

სადაც W_3 არის კოჭის იმ განივეკვეთის წინაღობის მომენტი, სადაც ნაკერის სიღრმე პირაპირის მოწყობა;

h — კოჭის სიმაღლე;

l_{ω} — სწორი პირაპირა ნაკერის სიგრძე, როდესაც ნაკერის გადაყვანა არ ხდება კოჭის კედლის სიმაღლის გარეთ.

$$l_{\omega} = h_{\omega} - 2t_{\omega},$$

სადაც h_{ω} და t_{ω} კოჭის კედლის ფურცლის სიმაღლე და სისქეა.

კედლის ფურცლის პირაპირის ადგილის განსაზღვრა ხდება გრაფიკული ან ანალიზური ხერხით; პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევაში მაშართავენ ანალიზურ ხერხს. ეს ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: კოჭის საყრდენიდან x მანძილით დაცილებულ კვეთში, იქ სადაც ნაკერის სიღრმეა კედლის ნორმალური პირაპირის მოწყობა, საზღვრავენ მღუნავი მომენტის სიდიდე — M_x -ს და უტოლებენ მას (VI.60) ფორმულით განსაზღვრულ მომენტის მნიშვნელობას, რის შედეგად მიიღება განტოლება, საიდანაც განისაზღვრება საყრდენიდან x მანძილით დაცილებული კოჭის კედლის პირაპირის მდებარეობა. მაგალითად, კოჭზე თანაბრად განაწილებული დატვირთვის შემთხვევაში

$$M_x = \frac{q \cdot x(l-x)}{2} = M_3,$$

საიდანაც

$$x = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - \frac{2M_3}{q}}. \quad (\text{VI.61})$$

როდესაც კედლის სწორი პირაპირული ნაკერო ეწყობა მალის შუა ნაწილში და ნაკერის სიმტკიცე, განსაზღვრული (VI.58) ფორმულით, საკმარისი არ არის, პირაპირის ქვედა ნაწილს აძლიერებენ ორი ზესადებით (ნახ. VI.14, დ). ზესადების ზომები ისაზღვრება შედუღების ნაკერის სიმტკიცის პირობით

$$\sigma_c = \frac{M_3}{I} y_{\omega} \leq R_{\omega\sigma}\gamma_c. \quad (\text{VI.62})$$

სადაც M_3 არის კოქის განივევეთში მოქმედი მღუნავე მომენტი პირაპირის ადგილას.

I — კოქის განივევეთის ინერციის მომენტი;

y_w — მანძილი კოქის განივევეთის სიმძიმის ცენტრიდან ზესადების ქვედა განაპირა წერტილამდე (ნახ. VI.14, დ).

შედულების ნაკერის ზონები, როდესაც ერთი ზესადების ნახევარი ედღება კოქის კედელს, განისაზღვრება ნაკერის სიმეტრიის პირობით (V.4, V.5):

$$N_b \leq \beta_1 k_f \Sigma l_w R_{wf} \gamma_c;$$

$$N_b \leq \beta_2 k_f \Sigma l_w R_{wf} \gamma_c;$$

$$N_b = \sigma_b d_b;$$

(VI.63)

$$\sigma_b = \frac{2(u_b - 0.5 b_b)}{h} \frac{M_3}{W_3},$$

სადაც A_b არის ერთი ზესადის განივევეთის ფართობი;

b_b — ზესადის ფურცლის სიგანე;

Σl_w — ორი ზესადის კუთხური ნაკერის ჯამური სიგრძე პირაპირის ცალ მხარეს (ან ერთი ზესადის კონტურის სიგრძე).

(VI.63)-ში მოქვანილი დანარჩენი აღნიშვნები განმარტებულია §IV.2.2-ში. პირაპირების კონსტრუქცია ზესადებთან შენელებს კოქის დამზადებას, ამიტომ მშვიდად იყენებენ.

ხელით შედულების დროს, საჭიროების შემთხვევაში, კოქის სარტყლის ფურცლის სწორი პირაპირების შედულების ნაკერის სიმეტრიულ მოწყობება ძალაზე (ნახ. VI 14, ა)

$$N_f = \frac{M_3 - M_w}{h},$$

(VI.64)

სადაც M_3 არის კოქის განივევეთში მოქმედი მღუნავე მომენტი სარტყლის პირაპირის ადგილას.

M_w — კოქის კედლის განივევეთში მოქმედი მომენტი.

იგი გამოითვლება ფარდობიდან:

$$\frac{\sigma_w}{\sigma} = \frac{h_w}{h} = \frac{M_w}{M_3} = \frac{M_w}{W R_y \gamma_c},$$

საიდანაც

$$M_w = W R_y \gamma_c \frac{h_w}{h}.$$

(VI.65)

R_y არის კედლის ფურცლის საანგარიშო წინაღობა (ცხრ. I.1).

როდესაც სარტყლის სწორი პირაპირული ნაკერის სიმეტრიულ საკ-

მარისი არ არის, სარტყლის ფურცლებს აერთებენ ირიბი პირაპირა ნაკერით (ნახ. VI.14, გ) ნაკერია დახრის კუთხეს პორიზონტთან იღებენ $\alpha = 45^\circ$. ასეთი დახრის კუთხის დროს სარტყლის ფურცლისა და ნაკერის წინაღობა ტოლია. ამიტომ პირაპირი გაანგარიშებას არ საჭიროებს.

სამონტაჟო პირაპირების კონსტრუქცია და გაანგარიშება საქარხნო პირაპირების ანალოგიურია; განსხვავებაა მხოლოდ სარტყლისა და კედლის პირაპირების განლაგებაში. სამონტაჟო პირაპირების კონსტრუქციებში სარტყლისა და კედლის პირაპირები შეთავსებულია ერთ ვეულ სიბრტყეში (ნახ. VI.14, ბ).

სამონტაჟო პირაპირების არასწორი შედუღებით შეიძლება წარმოიშვას დიდი სრდილის შედუღების ჯდომითი ძაბვები. უკანასკნელისთავეიდან აცლების მიზნით, სამონტაჟო პირაპირების შედუღება წარმოებს იმ თანამიმდევრობით, როგორც ეს აღნიშნულია (VI.14, ბ) ნახაზზე ციფრებით.

მაგალითი VI.8. საჭიროა განისაზღვროს VI.2 მაგალითში შერჩეული მთავარი კოქის კედლის სწორი პირაპირის მდებარეობა (ნახ. VI.9, ა).

პირაპირის შედუღება წარმოებს ნახევრად ავტომატური ხერხით. ელექტროდის მარკა—346 ფოლადის მარკა—BC7MII. ნაკერი მოწმდება ვიზუალურად. $\gamma_c = 1$ (I დან. მე-4 ცხილი).

გ ა დ ა წ ყ ვ ე ტ ა :

ფოლადის მარკის, შედუღების ხერხის და მისი ხარისხის შეზომების შეთოდის მიხედვით, IV.1 ცხრილიდან ვიღებთ შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინაღობას გაკრეპაზე

$$R_{\omega\gamma} = 0.85 R_{\gamma} = 0.85 \cdot 225 = 191 \text{ მ}.$$

მთავარი კოქის ერთ გრძივ მეტრზე მოქმედი დატვირთვა

$$q = \frac{P^*}{l_1} = \frac{473,4}{3} = 157,8 \text{ კნ/მ}.$$

მღუნავე მომენტის მნიშვნელობა, რომლის ათვისებაც შეუძლია კოქის კედლის პირაპირს (VI.60)

$$\begin{aligned} M_3 &= W_3 R_{\omega\gamma} \gamma_c \frac{h}{l_{\omega}} = 9004 \cdot 19,1 \cdot 1,0 \cdot \frac{130 \cdot 2}{123} = \\ &= 182043,3 \text{ კნ,სმ} \approx 1820,4 \text{ კნ. მ}, \end{aligned}$$

სადაც W_3 არის კოქის შემკარებული განიჯვეეთის წინაღობის მომენტი. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა განსაზღვრულია VI.3 მაგალითში.

* P მნიშვნელობა განსაზღვრულია VI.2 მაგალითში.

შედულების ნაკერის სიგრძე

$$l_w = h_w - 2t_w = 125 - 2 \cdot 1 = 123 \text{ სმ.}$$

კოქის კედლის პირაპირის დაცილება საყრდენიდან განისაზღვრება VI.62 ფორმულით (ნახ. VI.9, ა)

$$x = \frac{l}{2} - \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - \frac{2M_3}{q}} = \frac{12}{2} - \sqrt{\left(\frac{12}{2}\right)^2 - \frac{2 \cdot 1820,4}{157,8}} \approx 2,4 \text{ მ.}$$

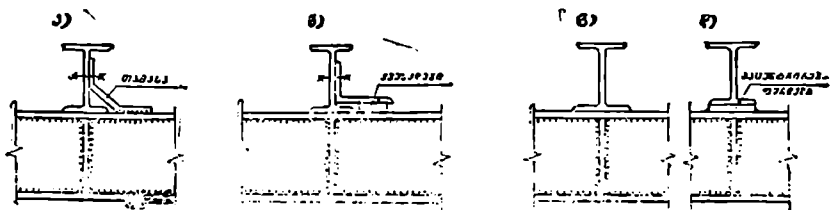
რადგან ნახევრად ავტომატური შედულების დროს კედლის ფურცლისა და ნაკერის წინაღობა ტოლია ($\sigma = R_w$), ამიტომ პირაპირის სიმტკიცის შემოწმება საჭირო არ არის.

13. კოქების ურთიერთშეუღლებიბის კონსტრუქცია და გაანგარიშება

როგორც VI თავის §1-ში იყო აღწერილი, მთავარი და დანხმარე კოქების შეუღლება შეიძლება იქნეს სართულოვანი, ერთ დონეზე და დადაბლებული (ნახ. VI.1).

სართულოვანი შეუღლების კონსტრუქცია, დამზადებისა და მონტაჟის მიხედვით, ყველაზე მარტივი და მოსახერხებელია.

ასეთი შეუღლების დროს დანხმარე კოქები უშუალოდ ლაგდება მთავარი კოქებისა ზედა სარტყელზე. დანხმარე და მთავარი კოქებში



ნახ. VI 15. კოქების სართულოვანი შეუღლება:

ა—შეერთება ფურცლოვანი თ.მასით; ბ—შეერთება კუთხოვანით; გ, დ—შეერთება სამონტაჟო შედულების ნაკერით.

ერთმანეთთან ერთდებიან სამონტაჟო შედულების ნაკერებით (ნახ. VI.15 გ, დ) ან კანკიკებით (ნახ. VI.15, ა, ბ). კანკიკებით შეერთების შემთხვევაში, მთავარი კოქის ზედა სარტყელზე მიდრეკილია ფურცლოვანი თამასა (ნ.ხ. VI.15, ა) ან კუთხოვანას ჩამონაკერი (ნახ. VI.15, ბ). დამხმარე კოქების დიდი საყრდენი რეაქციების მოქმედებისას, მათი

დაყრდნობის ადგილებში, შედგენილი მთავარი კოქის კედელი ძლიერდება სიხისტის წიბოებით (ნახ. VI.15) იმისათვის, რომ არ მოხდეს მთავარი კოქის კედლის ამობურცვა, საჭიროა სიხისტის წიბოები კოქის სარტყელთან მკიდროდ იქნეს მოკვებულნი. თუ მთავარი კოქი გაგლიწული პოთილისაა, სიხისტის წიბოების დადგმა აუცილებელი არ არის. ზოგჯერ მთავარი კოქის გრების თავიდან ასაცილებლად, დამხმარე კოქის საყრდენი რეაქციის მთავარ კოქზე გადაცემა ხდება სპეციალური მაყენტირებელი ფურცლის საშუალებით (ნახ. VI.15, დ).

და ზვირთვების დამხმარე კოქიდან მთავარი კოქის ზედა სარტყელზე უშუალოდ გადაცემის გამო, სართულოვანი შეუღლების კონსტრუქციის გაანგარიშება საჭირო არ არის. ასეთი სახის შეერთებისას, სამონტაჟო შედუღების წაკერების ან ჭანჭიკების ზონები აიღება კონსტრუქციული მოსახრებით.

კოქების ერთ ღონეზე შეუღლების კონსტრუქცია ნაჩვენებია VI.16 ნახაზზე.

ერთ ღონეზე შეუღლების დროს დამხმარე კოქები განლაგებულია მთავარი კოქების სიხისტის წიბოების გასწვრივ და უერთდება მას სამონტაჟო ჭანჭიკების საშუალებით (ნახ. VI.16, ა). მთავარი კოქის ზედა სარტყლის გასატარებლად, დამხმარე კოქის ზედა თარო ამოჭრილია მთავარი კოქის თაროს სივანეზე. მთავარი კოქის სიხისტის წიბოზე დამხმარე კოქის მისამაგრებლად საჭიროა ჩამოიჭრას დამხმარე კოქის ქვედა თაროც (ნახ. VI.16, დ).

დამხმარე და მთავარი კოქის შესაერთებლად საჭირო ჭანჭიკების რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით (V.4)

$$n = 1,2 \frac{F_p}{\gamma_c N_{\min}} \quad (VI.66)$$

სადაც F_p არის ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე დამხმარე კოქის საყრდენი რეაქცია (ნახ. VI.16, ა);

N_{\min} — ერთკრადი ჭანჭიკის ამტანუნარიანობა კრის ან თელვის პირობით. გამოითვლება (V.1), (V.2) ფორმულების მიხედვით.

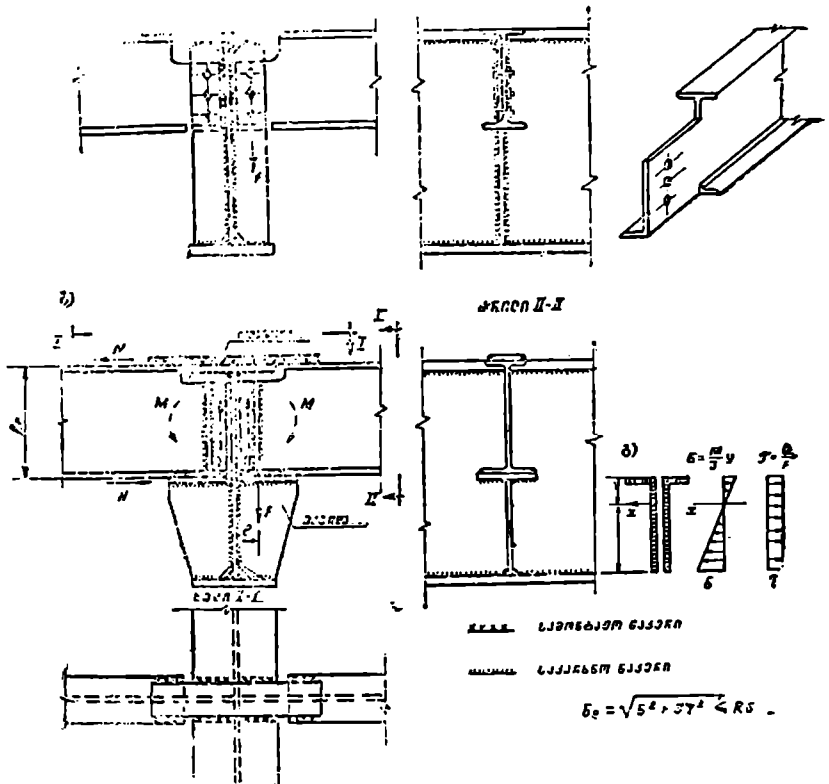
1,2 — კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს F_p რეაქციის მთავარი კოქის კედელზე ექსცენტრული გადაცემის გავლენას. ზოგჯერ, დამხმარე კოქის რეაქციის დიდი სიდიდის გამო, (VI.66) ფორმულით გამოთვლილი ჭანჭიკების რაოდენობა დამხმარე კოქის კედლის სიმაღლის ფარგლებში არ ეტევა. ასეთ შემთხვევაში კოქებს ურთიერთ აუღლებენ მაგიდისა და თევზურის დახმარებით (ნახ. VI.16, ბ).

მთავარი და დამხმარე კოქების თევზურით შეერთებისას დამხმარე

კოჭები განიხილება როგორც უკრი ელემენტი. ჩამაგრების საყრდენ მოძენები, რომლებიც გადაეცემა თევზურასა და მაგიდას, გამოითვლება ფორმულით

$$M = 0,6 M_0, \quad (VI.67)$$

სადაც M_0 არის კრილი კოჭის უდიდესი მდუნავი მომენტი. თევზურაში და მაგიდის ჰორიზონტალურ ფურცლებში შოგმედი ძალა, როლის მი-



ნ.ხ VI.16. კოჭის ერთ ღონზე შეჯღუება:

ა — ქაჩიკებით შეერთება; ბ — შეჯღუებით (ხისტად შეერთება); გ — მგლისა და კედლის შემაერთებელი შეჯღუება ნაწილის სიხვედრით სქემა.

ხედვით წარმოებს მათი განიკვეთის შერევა, გამოითვლება ფორმულით (ნახ. VI.16, ბ)

$$N = \frac{M}{h_2}; \quad (VI.68)$$

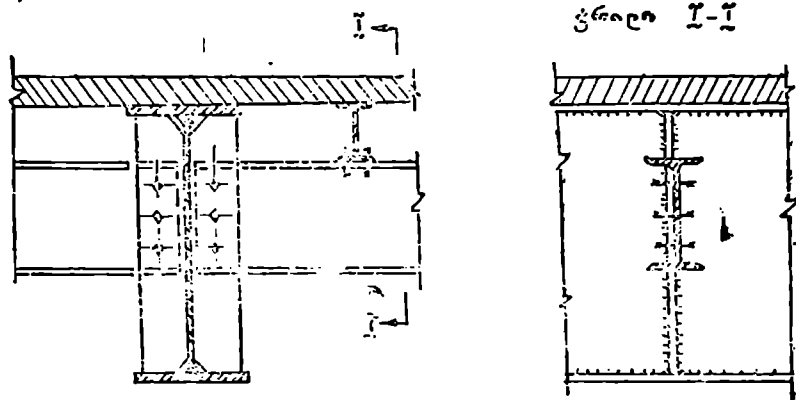
h_2 — დინამარე კოჭის სიმაღლეა.

დამხმარე კოქის ვერტიკალური რეაქცია მთლიანად გადაეცემა მაგიდას. შედუღების ნაკერების ზომები, რომლითაც მაგიდა უერთდება კოქის კედელს, იანგაოიწება $Q = F_p$ უგადამკრელი ძალისა და $M = F_p \cdot l$ მოძენტის მიხედვით (ნახ VI.16, ბ, გ).

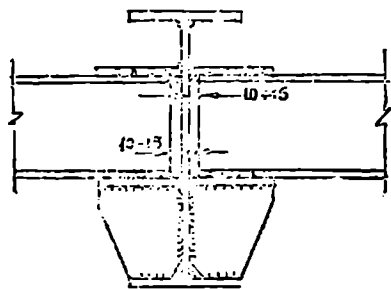
კოქების შეუღლების კონსტრუქცია მაგიდისა და ზესადების საშუალებით საკმაოდ რთულია, ამიტომ იშვიათად მიზართავენ.

კოქების შეუღლების დადაბლებული კონსტრუქცია ანალოგიურია

ა)



ბ)



სამონტაჟო - ნაკერი
საქანძრო - ნაკერი

ნახ. VI.17. კოქების დადაბლებული შეუღლება:
ა - ჭანკიებით შეერთება; ბ - ხისტა შედუღებით შეერთება.

კოქების ერთ დონეზე შეუღლების კონსტრუქციისა. განსხვავებაა მხოლოდ დამხმარე კოქების განლაგებაში.

კოქების დადაბლებული შეუღლება ჭანკიებით ნაჩვენებია VI.17, ა ნახაზზე, ხოლო დამხმარე კოქის მთავარ კოქთან ხისტად მიერთების

კონსტრუქცია—VI.17, ბ ნახაზზე. ასეთი კონსტრუქციის დროს სასურველია დაიხმარე კოქის ტროსსა და კოქის კეფელს შორის დატოვებულ იქნეს (5 ÷ 10) მმ ღრეჩო. წინააღმდეგ შეცთხევაში, დამხმარე კოქები მოითხვის სიგრძეზე ზუსტად დაკრას*, რაც ართულებს გადახურვის კონსტრუქციას და მ-ნტაეს.

მაგალითი VI 9. საპირობა ვიანგარიშით VI.9 ნახაზზე ნაჩვენებ მთავარი და დამხმარე კოქების შეუღლება. სამონტაჟო ჭანკიკების კლასი—4.6; ჭანკიკები მზადდება ნორაალური სიზუსტით.

გ ა და წ ყ ე ე ტ ა :

მთავარ და დამხმარე კოქებს ვეერთებთ ერთ დონეზე ნორმალური სიზუსტის ჭანკიკებით. დამხმარე კოქის ოეაქცია

$$P = \frac{q_s^{**}/\sigma}{2} = \frac{78,2 \cdot 6}{2} = 234,6 \text{ კგ.}$$

ჭანკიკის დიამეტრს ვიღებთ $d=30$ მმ-ს.

I დანართის მე-20 ცხრილით, ჭანკიკის განივეყეთის ბრუტო და ნეტო ფართობი

$$A_b = 7,06 \text{ სმ}^2; A_{bn} = 5,60 \text{ სმ}^2.$$

ჭანკიკის საანგარიშო წინაღობები:

I დანართის 22-ე ცხრილით $R_{bs} = 150$ მპ; $R_{bf} = 175$ მპ;

I დანართის 22-ე ცხრილით, ჭოღესაც $R_{un} = 370$ მპ-ს, $R_{bp} = 370$ მპ;

I დანართი 21-ე ცხრილით, $\gamma_b = 0,90$.

ჭანკიკის მზიდუნარიანობა:

ქრის პირობით $N_{bs} = R_{bs} \gamma_b A_{bn} = 150 \cdot 0,90 \cdot 7,06 \cdot 1 = 95,31$ კგ;

თელვის პირობით $N_{bp} = R_{bf} \gamma_{ul} A_{bn} = 175 \cdot 0,90 \cdot 3,0 \cdot 1 = 59,90$ კგ;

გაქიძვის პირობით $N_{uz} = R_{un} \cdot A_{bn} = 17,5 \cdot 5,6 = 98,0$ კგ.

ჭანკიკის მინიმალური მზიდუნარიანობა $N_{min} = N_{bp} = 95,31$ კგ.

ჭანკიკების საპირობა რაოდენობა (VI 6)

$$n = \frac{1,2P}{\gamma_c N_{min}} = \frac{1,2 \cdot 231,6}{1,1 \cdot 95,31} = 2,7 \approx 3 \text{ ცალი.}$$

ჭანკიკების განაწილება ნაჩვენებია VI 9, გ ნახაზზე.

§VI.4. გიჟოლალური კოპეები

სამშენებლო კონსტრუქციებში ლითონის ეკონომიის ერთ-ერთი საშუალებაა, ჩვეულებრივ ნახშირბადმცირე ფოლადთან ერთად, ამაღლებული სიმტკიცის ფოლადების გამოყენება. მთლიანად ასეთი ფოლადე-

* დამხმარე კოქია სიგრძე ზუსტად ტოლი უნდა იყოს მთავარი კოქის კვლებს შორის მ.ქილისა.

** q_s გამოთვლილია VI.1 მაგალითში.

ბისაგან დამზადებული კოქები, ნახშირბადმცირე ფოლადისაგან დამზადებულ კოქებთან შედარებით, ნაკლებად ეფექტურია. ეს აიხსნება, უპირველეს ყოვლისა, იმიუ, რომ კრილ კოქებში, საყრდენებთან ახლოს მდებარე განივკვეთებში (მლუნავი მომენტების სიმციკრის გამო) ნორმალური დაბევიები გაცილებით ნაკლებია სიმტკიცის ფოლადის საანგარიშო წინააღმდეგობაზე და, მეორეც, მაღალი სიმტკიცის ფოლადებისაგან დამზადებული ელემენტების მდგრადობა, ნახშირბადმცირე ფოლადის ელემენტების მდგრადობასთან შედარებით, გაცილებით დაბალია.

ამიტომ, მიზანშეწონილია, შედგენილი კოქის ელემენტები დამზადდეს სხვადასხვა სიმტკიცის მქონე ფოლადებისაგან. ასეთ კოქებს ბიფოლადურ კოქებს უწოდებენ. ბიფოლადურ კოქებში ამაღლებული სიმტკიცის ფოლადები გამოიყენება მისი სარტყლების მხოლოდ შაქსიმალურად დაძაბულ უბნებში, ხოლო კოქის კედელი და კოქის საყრდენების მახლობლად მდებარე სარტყლები (იქ, სადაც ნორმალური დაბევიების გავლენა გაცილებით ნაკლებია) გეკმარება ნახშირბადმცირე ფოლადისაგან (ნახ. VI.18).

ჩვეულებრივი კოქებისაგან განსხვავებით, ბიფოლადურ კოქებში მაღალი სიმტკიცის ფოლადის სარტყლებთან მიმდებარე კედლის განაპირა უბნებში შეიძლება ადგილი ექნეს მასალის დენადობას. უკანასკნელი არ წარმოადგენს საშიშ დეფორმაციას, რადგან კედლის ეს უბნები იმყოფება დრეკად სტადიაში მომუშავე სარტყელსა და კედლის დანარჩენ ნაწილს შორის, რის გამო მასალის დენადობის გავრცელების ზონა შეზღუდულია. მიუხედავად ამისა, ბიფოლადური კოქების გაანგარიშებისას ითვალისწინებენ კედლის განაპირა უბნების პლასტიკური დეფორმაციების გავლენას.

ნორმალურ დაბევათა ეპიურა, რომელიც საფუძველად უდევს ბიფოლადური კოქების გაანგარიშებას, ნაჩვენებია VI 18 ნახაზზე.

ამ ეპიურის მიხედვით, კოქის სარტყლები და მათთან მიმდებარე კედლის განაპირა უბნები იმყოფება პლასტიკურ ზონაში, ხოლო ნაწილი კედლისა მუშაობს დრეკად. სარტყლის ფურცლის მთელ სიმაღლეზე დენადობის ზღვრის დაბევიები მუდმივია და რიცხობრივად ტოლია ამაღლებული სიმტკიცის ფოლადების საანგარიშო წინააღმდეგობისა (R_u), ხოლო კედლის ფურცლის მასალის დენადობის ზღვარი ტოლია ნახშირბადმცირე ფოლადების (CT3; საანგარიშო წინააღმდეგობისა (R_p) (ნახ. VI.18, ა).

ნაჩვენები ეპიურის საფუძველზე, ბიფოლადური კოქის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით (ნახ. VI.18, ა)

$$M = R_u A_1 h_1 + \frac{R_u' \omega h \omega^2}{4} - \frac{R_u' \omega a^2}{3} \leq R_u W_{\text{ავ}}, \quad (\text{VI.69})$$

სიღაც R_u არის ამოღებული სიმტკიცის ფოლადის საანგარიშო წინა-
ლობა;

R_y — ნახშირბადმცირე ფოლადის საანგარიშო წინალობა;

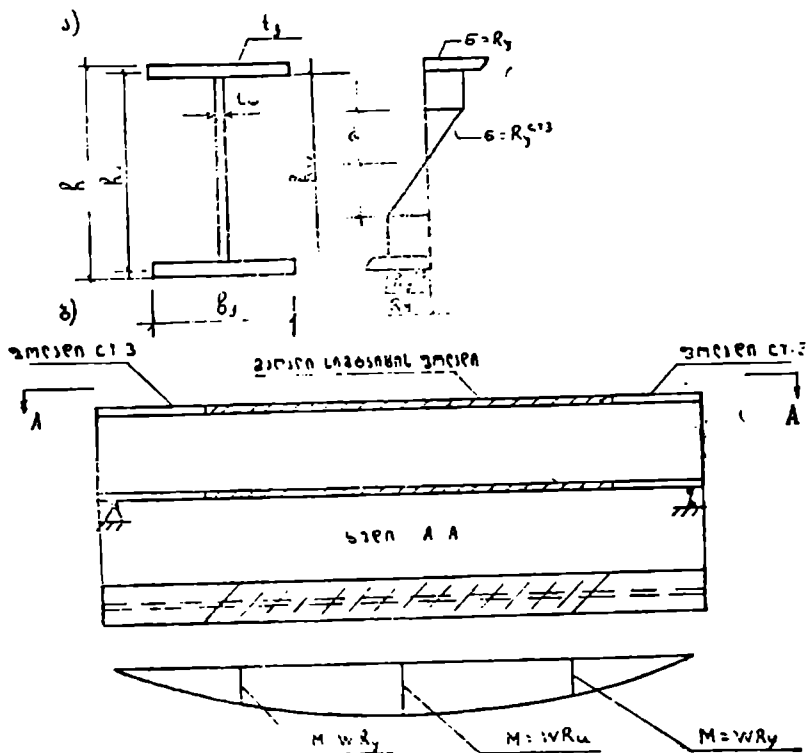
A_f — კოქის სარტყლის განივკვეთის ფართობი;

l_w — კოქის კედლის სისქე;

h_1 — კოქის სარტყლების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი;

h — კოქის სიმაღლე;

a — ეპიურის დრეკადი ნაწილის სიმაღლე კოქის ნეიტრალურ-
რი ლერძიდან. VI.18 ნახაზზე ნაჩვენებია ეპიურის მახედვით



ნახ. VI.18. ბოქოლადის კოქი:

ა—ნორმალურ ძაბვათა ეპიურა; ბ—სხედლისზე მარჯის ფოლაღებს განაწილების
სქემა.

$$a = \frac{R_y}{R_u} \cdot \frac{h}{2}$$

$W_{\text{ფოკ}}$ — კოქის დაყვანილი წინალობის მომენტია.

$$W_{\text{ავ}} \approx A_1 \cdot h_1 + W_{\omega} \cdot m, \quad (\text{VI.70})$$

სადაც $W_{\omega} = \frac{t_{\omega} h_{\omega}^2}{6}$ არის კედლის ფურცლის წინაღობის მომენტი;

m — ძაბვების ეპიურის გამოყენების კოეფიციენტი და გამოითვლება ტოლობით

$$m = \frac{3}{2} \frac{R_{\text{II}}}{R_{\text{II}}} \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{R_{\text{V}}}{R_{\text{II}}} \right)^2 \right].$$

ბიფოლადის კოქების განივკვეთის შერჩევა ხდება ჩვეულებრივი კოქების ანალოგიურად.

ანგარაშს ვიწყებთ (VI.14) ფორმულით, კოქის მინიმალური სიმაღლის განსაზღვრათ, მხოლოდ აქ ჩასმული უნდა იქნეს ამჟღავნებული სიმტკიცის ფოლადის საანგარიშო წინაღობა

$$h_{\text{მინ}} = \frac{5}{24} \frac{\gamma_c R_{\text{II}}}{E} \ln_0 \frac{q_{\text{ფ}}}{q_{\text{ს}}}. \quad (\text{VI.71})$$

$h_{\text{მინ}}$ გამოთვლის შემდეგ კოქის ოპტიმალური სიმაღლე ისაზღვრება კოქის მინიმალური ღირებულების პირობით.

სარტყლის ამჟღავნებული სიმტკიცის ფოლადისა და კედლის ნახშირბადმცირე ფოლადის სხვადასხვა ღირებულების გათვალისწინებით, ბიფოლადური კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს საზღვრავენ ფორმულით

$$h_{\text{opt}} = u \sqrt[3]{\frac{3}{2} k_{\omega} \frac{M}{R_{\text{II}}}}; \quad (\text{VI.72})$$

$$u = \sqrt[3]{\frac{2}{3\alpha\beta - m}}; \quad k_{\omega} = \frac{h}{t_{\omega}}.$$

სადაც k_{ω} არის კოეფიციენტი და აიღება VI.2 ცხრილიდან.

$\alpha = \frac{t_{\omega}}{t_f}$ — კედლისა და სარტყლის მასალების ღირებულებათა ფარდობა

$\beta = \frac{\psi_{\omega}}{\psi_f}$ — კედლისა და სარტყლის მასების კონსტრუქციული კოეფიციენტების ფარდობა.

ცხრილი VI.2

კოქის სიმაღლესა და კედლის სისქის რეკომენდებული ფართობი (R_{II})

$h, \text{მ}$	1	1.5	2	3	4	5
$t_{\omega}, \text{მმ}$	8—10	10—12	12—14	16—18	20—22	22—24
$\frac{h}{t_{\omega}} = k_{\omega}$	100—125	125—150	145—165	165—185	185—200	210—230

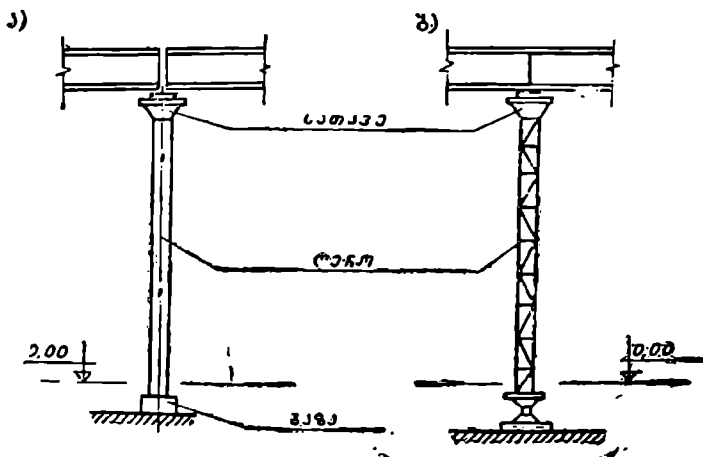
თუ $h_{min} > h_{opt}$, აუცილებელია სარტყლებისათვის ამაღლებული სიმტკიცის ფოლადის გამოყენების ეფექტურობის (ხელსაყრელობის) დამატებითი ანალიზი.

კოჭის განიჯკვეთის შემდგომი შემოწმება სიმტკიცესა და მდგრადობაზე თითქმის არ განსხვავდება ჩვეულებრივი შედგენილი კოჭების ანალოგიური შემოწმებისაგან. მხოლოდ აქ შესამოწმებელ ფორმულებში ჩასმული უნდა იქნეს სარტყლისა და კედლის შასალის საანგარიშო წინალობის შესაბამისი მნიშვნელობები.

§ VI.5. ცენტრალურ კუთხვამაზე მოქმედავი სვეტები

სვეტი ეწოდება კონსტრუქციას, რომლის საშუალებით დატვირთვა მასზე დაყრდნობილი კონსტრუქციიდან გადაეცემა საძირკველს.

სვეტი შედგება სამი ნაწილისაგან (ნახ. VI.19):



ნახ. VI.19. სვეტების საერთო სახე:

ა—მთლიანკედლიანი სვეტი; ბ—გამჭოლკედლიანი სვეტი.

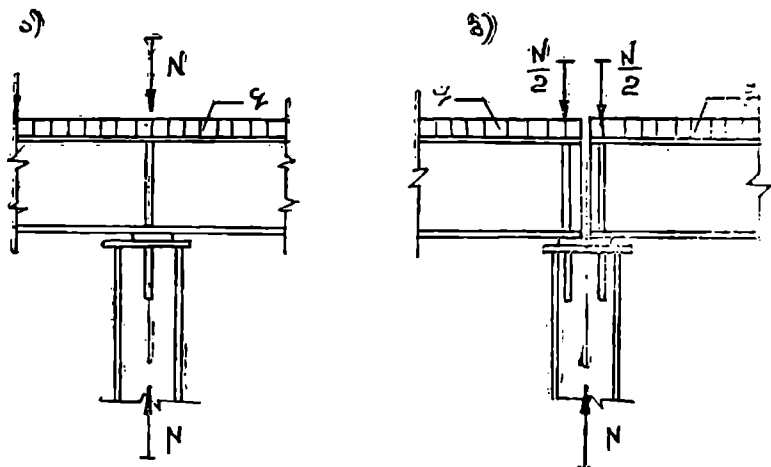
1. სათავეს, 2. ღეროსს და 3. ბაზისაგან.

სვეტის სათავე წარმოადგენს სვეტის ზედა გაგანიერებულ ბოლოს, რომელზედაც ეყრდნობა გადახურვის კონსტრუქცია.

სვეტის ღეროს უწოდებენ ელემენტს, რომლის საშუალებით დატვირთვა სვეტის სათავეიდან გადაეცემა სვეტის ბაზის.

სვეტის ღერო კონსტრუქციის მიხედვით იყოფა მთლიან და გამკოლკელდიან სვეტებად (ნახ. VI.19 ა, ბ).

სვეტის ბაზა წარმოადგენს სვეტის ქვედა გაჯანიერებულ ბოლოს, რომლითაც დატვირთვა ღეროდან გადაეცემა საძირკველს. სვეტის ბაზა შეიძლება აღიქმეს ხისტი (ნახ. VI.19, ა) ან სახსროვანი (ნახ. VI.19, ბ), სახსროვანი ბაზის უარყოფითი მხარეა მისი კონსტრუქციის სირთულე და სვეტის მონტაჟის სიძნელე, რის გამო ასეთი ბაზები გამოიყენება



ნახ. VI.20. ცენტრალურად შეკუმშული სვეტები:

ა—დატვირთვა მოქმედებს ღერძის გასწვრივ; ბ—დატვირთვა მოქმედებს ღერძის სიმეტრიულად.

იშვიათად, მხოლოდ ყამირების დიდი ჯდომის დროს. ცენტრალურ კუმშვაზე მომუშავე სვეტებს დატვირთვა შეყურსული ძალის სახით გადაეცემა უშუალოდ მისი ღერძის გასწვრივ (ნახ. VI.20, ა), ან სვეტის ღერძის სიმეტრიულად (ნახ. VI.20, ბ).

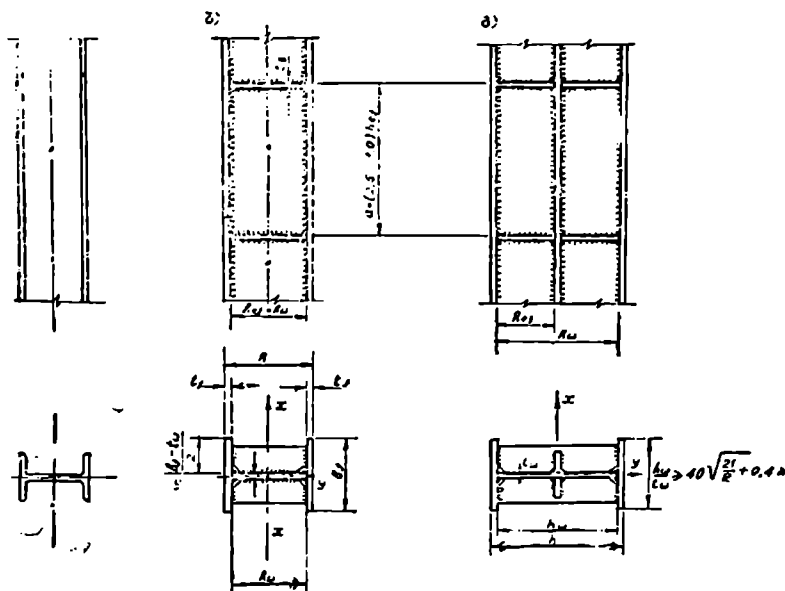
ცენტრალურ კუმშვაზე მომუშავე სვეტები ძირითადად გვეგმარდება კოქოვანი გადახურვის მთავარი კოქების საყრდენებად.

1. მთლიანკელდიანი სვეტები

ა) სვეტის ღეროს კონსტრუქცია

შერთების სახის მიხედვით მთლიანკელდიანი სვეტები იყოფა ორ ტიპად: მოქლონურ და შედუღებულ სვეტებად. მოქლონური სვეტები შედუღებულ სვეტებთან შედარებით 15—20% ძვირი და შრომატევადია, ამიტომ გამოიყენება იშვიათად. სვეტის ღერო, პრაქტიკის უმეტეს

შემთხვევებში, გეგმარდება გაგლინული (ნახ. VI.21, ა) ან შედგენილი შედუღებული ორტესებრი პროფილის (ნახ. VI.21, ბ, გ). შედგენილი ორტესებრი განივკვეთი შედგება ორი სარტყლისა და ერთი კედლის ფურცლისაგან (ნახ. VI.21, ბ). სარტყლის ფურცლის სისქე აიღება $t_f' = (8 \div 40)$ მმ, კედლის ფურცლის სისქე — $t_w' = (6 \div 12)$ მმ. სარტყლის ფურცლები კედელს უერთდება უწყვეტი შედუღების ნაკერებით.



ნახ. VI.21. მთლიანკედლიანი სვეტების ღეროს კონსტრუქციები:

ა—სვეტები გაგლინული პროფილისაგან; ბ, გ—სვეტები შედგენილი პროფილისაგან.

სვეტის სარტყლისა და კედლის შემაერთებელი ნაკერის სიმაღლე აიღება $k_f \approx 0,5 t_w$.

სვეტის განივკვეთის სიმაღლეს საზღვრავენ ტოლობით

$$h \geq \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{25} \right) H.$$

H — სვეტის სიმაღლეა.

სვეტის განივკვეთის სიგანეს იღებენ $b_f \approx h$. ტ. ნ. და პირობები მოითხოვს ორტესებრი პროფილის სვეტის სარტყლის ფურცლების ზომები ისე იქნეს შერჩეული, რომ დაკული იქნეს პირობა: როდესაც $0,8 \leq \bar{\lambda} \leq 4$,

$$\frac{b_{ef}}{t_f} \leq (0,36 + 0,10 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \quad (\text{VI.73})$$

სადაც b_{ef} — სარტყლის ფურცლის გადმოშვება კედლის ფურც-
ლიდან (ნახ. VI.21).

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_v}{E}} — სვეტის პირობითი მოქნილობა,$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} — სვეტის მოქნილობა,$$

l_{ef} — საანგარიშო სიგრძე,

i — სვეტის განივკვეთის ინერციის რადუსი.

სვეტის კედლის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად, მას აძლიერებენ წყვილი განივი ან, იშვიათად, განივი და გრძივი (ნახ. VI.21, ბ) სიხის-
ტის წიბოებით. სიხისტის წიბოებს შორის უდიდესი მანძილი აიღება
 $a \leq (2,5-3,0) h_{ef}$ -ის.

სარტყლის ფურცლის ანალოგიურად, კედლის ფურცლის მდგრა-
დობის კარგვის ასაცილებლად, საჭიროა მისი ზომები ისე შეირჩეს, რომ
ორტესებრი პროფილის სვეტებში* დაკული იქნეს პირობა:

$$\text{როდესაც } \bar{\lambda} < 0,8; \frac{h_{ef}}{t_w} \leq \sqrt{\frac{E'}{R_v}}. \quad (\text{VI.74})$$

$$\text{როდესაც } \bar{\lambda} > 0,8; \frac{h_{ef}}{t_w} \leq (0,36 + 0,8\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_v}} \text{ და არა უმეტეს}$$

$$2,9 \sqrt{\frac{E}{R_v}}; \quad (\text{VI.75})$$

h_{ef} — კედლის ფურცლის საანგარიშო სიმაღლეა და რიცხობრივად
კედლის სიმაღლის (h_w) ტოლია;

როდესაც გრძივი ძალის (N) სიმცირის გამო, განივკვეთის შერჩევა

ხდება ზღვრული მოქნილობის მიხედვით, $\frac{h_{ef}}{t_w}$ მრავლდება $\sqrt{\frac{R_{\sigma\varphi}}{\sigma}}$ ზე

(სადაც $\sigma = \frac{N}{A}$). ორტესებრი პროფილის სვეტებში ეს სიდიდე არ

უნდა აღემატებოდეს $3,5 \sqrt{\frac{E}{R_v}}$, ხოლო სხვა ტიპის სვეტებში — 1,25-ს.

გისოსურკედლიან სვეტებთან შედარებით, მთლიანკედლიანი სვე-
ტების დადებითი მხარეა: დამზადებისა და მონტაჟის სიადვილე; უარ-
ყოფითი — ლითონის მეტი ხარჯი; ამიტომ მთლიანკედლიანი სვეტის და-
გეგმარება მიზანშეწონილია, როდესაც განივკვეთის სიმაღლე არ აღემა-
ტება (1,1 ÷ 1,2) მეტრს.

* შევლერული, პირტყუბა და კვარტული ყუთისებრი განივკვეთის მქონე სვეტ-
ბის შემთხვევაში, $\frac{h_{ef}}{t_w}$ აიღება СНиП-23-81 27-ე ცხრილიდან.

ბ) სვეტის ღეროს გაანგარიშება

მთლიანკედლიანი სვეტის ღეროს განივკვეთი სიმტკიცესა და ზღვარდობაზე მოწმდება (III.26) და (III.31) ფორმულებით:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_{\nu} \gamma_{ci} \quad (VI.76)$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_{\nu} \gamma_{ci} \quad (VI.77)$$

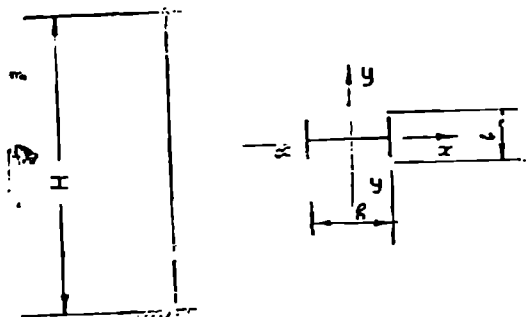
სადაც N სვეტის ღერძის გასწვრივ მოქმედი ნორმალური საანგარიშო ძალაა (ნახ. VI.22).

φ — გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი გამოითვლება III.33—III.36 ფორმულებით ან აიღება I დანართის მე-12 ცხრილიდან უდიდესი შოქნილობისა და საანგარიშო წინალობის (R_{ν}) მიხედვით. უდიდესი მოქნილობის დასადგენად საზღვრავენ $\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x}$ და $\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}$ შოქნილობებს და ამ ორი მნიშვნელობიდან იღებენ უდიდესს.

λ_x -სა და λ_y -ის გამოსახულებებში:

l_{efy} და l_{efx} არის სვეტის საანგარიშო სიგრძეები სვეტის კედლის ($x-x$) და კედლის მართობ ($y-y$) სიბრტყეში (ნახ. VI.22).

i_x და i_y სვეტის განივკვეთის ინერციის რადიუსებია ($x-x$) და



ნახ. VI.22. სვეტის ღეროს საანგარიშო სქემა.

($y-y$) ღერძების მიმართ (ნახ. VI.22).

სვეტების საანგარიშო სიგრძე დამოკიდებულია მისი ბოლოების დამაგრების სახეზე. მაგალითად, კოკოვან გადახურვებში, როდესაც სვე-

ტი ქვედა ბოლოთი ხისტად და ზედა ბოლოთი სახსროვნადაა დამაგრებული (ნახაზი VI.22)

$$l_{fx} = l_{fy} = 0,7 H. \quad (VI.78)$$

სვეტის ორივე ბოლოთი სახსროვნად დამაგრების შემთხვევაში

$$l_{fx} = l_{fy} = H. \quad (VI.79)$$

(VI.76) ფორმულით, სვეტის სიმტკიცის შემოწმება საჭიროა მხოლოდ მაშინ, თუ სვეტის განივკვეთი შესუსტებულია ხერცტებით (მაგ., რომელიმე კონსტრუქციული ელემენტის სვეტთან ქანკიკებით მიმაგრების შემთხვევაში).

მცირე სიხისტის მქონე სვეტებმა გადაზიდვისა და მონტაჟის დროს შეიძლება მიიღონ დეფორმირებული სახე; ამიტომ ტ. ნ. და პ. მოითხოვს სვეტის უდიდესი მოქნილობა არ აღემატებოდეს 120-ს.

მთავარი კოჭის კედლის ანალოგიურად, ორტყეობრი პროფილის მქონე სვეტის სარტყლებისა და კედლის ფურცლების ადგილობრივი მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ დაკუთვლია (VI.73) და (VI.74) ან

$$(VI.75) \text{ პირობები. როდესაც } h_{ef}/t_w \geq 2,2 \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \text{ აუცილებელია სვეტის კედელი გაძლიერდეს წყვილი განივი სიხისტის წიბოებით. მათ შორის მანძილი აიღება } (2,5 \div 3,0) h_{ef}\text{-ის ტოლი. წიბოების ზომები } b_n, t_n \text{ ისაზღვრება (VI.42) ფორმულებით.}$$

(VI.77) ფორმულით, სვეტის განივკვეთის ძირითადი ზომების შერჩევა ხდება თანდათანობითი მიახლოების ხერხით, შემდეგნაირად:

რადგან (VI.77)-ში ორი უცხოებია (A და φ), ამიტომ ნიშნავენ ერთ-ერთ მათგანს; ჩვეულებრივ, ნიშნავენ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტს ($\varphi = 0,7 \div 0,8$), რის შემდეგ საზღვრავენ სვეტის განივკვეთის საჭირო ფართობს

$$A_{საჭ} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_s}. \quad (VI.80)$$

ზილებული $A_{საჭ}$ მიხედვით ისაზღვრება განივკვეთის ძირითადი ზომები (h, b_f, t_f, t_w, h_w). ძირითადი ზომების დანიშვნის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული განივკვეთის ელემენტების ადგილობრივი მდგრადობის უზრუნველყოფის (VI.73), (VI.74), (VI.75) პირობები. განივკვეთის ელემენტის ზომების დადგენის შემდეგ (VI.76) და (VI.77) ფორმულებით ამოწმებენ განივკვეთის მზიდუნარიანობას. თუ სვეტის მდგრადობისა და სიმტკიცის პირობები არ კმაყოფილდება, ახდენენ მისი განივკვეთის ძირითადი ზომების სათანადო კორექტირებას და სვეტის ღეროს მზიდუნარიანობის ხელახალ შემოწმებას. აღწერილი წესით

განგარიშება წარმოებს მანამ, სანამ (VI.76) და (VI.77) ფორმულების მარცხენა და მარჯვენა მხარეს განსხვავება არ იქნება $\pm 5\%$.

მაგალითი VI.10. საკიროა შეირჩეს VI.9 ნახაზზე ნაჩვენები კოკონი გადახურვის სვეტის განივკვეთი. სვეტის ზედა ბოლო ჩამაგრებულია სახსროვნად, ქვედა ბოლო—ხისტად (ნახ. VI.23).

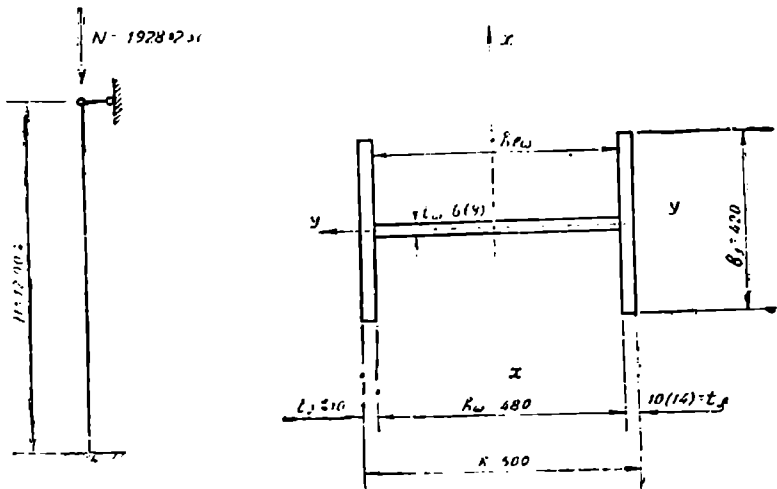
სვეტის ღერძის გასწვრივ მოქმედი ნორმალური ძალა

$$N = 2F^* = 2 \times 964,2 = 1928,2 \text{ კნ.}$$

სვეტის სიგრძე $H = 12,0 \text{ მ.}$

ფოლადის მარკა ВСТ3ПС6.

გ ა და წ ყ მ ე ტ ა: სვეტის განივკვეთი გეგმარდება შედგენილი ორ-



ნახ. VI.23 №10 მაგალითის განგარიშებისათვის.

ტესტბრი პროფილის (ნახ. VI.23). ფოლადის მარკისა და ფურცლის სისქის $t = 4-20 \text{ მმ-ის მიხედვით საანგარიშო წინალობა (I დან. მე-5 ცხრილი)}$

$$R_y = 225 \text{ მპ.}$$

კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $\gamma_c = 1$ (დან. I, 4 ცხრილი).

სვეტის ბოლოების ჩამაგრების მიხედვით მისი საანგარიშო სიგრძე (VI.78)

$$l_f = l_x = l_y = 0,7 \cdot H = 0,7 \cdot 12 = 8,4 \text{ მ.}$$

ენიშნავთ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტს $\varphi = 0,7$.

* F^* გამოთვლილია VI.2 მაგალითში.

სვეტის განივკვეთის საკირო ფართობი (VI.80)

$$A_{სკ} = \frac{N}{\varphi R_{\sigma} \gamma_c} = \frac{1928,20}{0,7 \cdot 22,5 \cdot 1,0} = 122,4 \text{ სმ}^2.$$

სვეტის განივკვეთის სიმაღლეს ვიღებთ

$$h = \frac{H}{25} = \frac{1200}{25} \approx 50 \text{ სმ.}$$

სვეტის განივკვეთის სიგანელ მივიღოთ

$$b_f = 42 \text{ სმ.}$$

$A_{სკ}$, h და b_f -ის მიხედვით ენიშნავთ განივკვეთის ელემენტის დანარჩენ ზომებს (ნახ. VI.23):

სარტყლის ორი ფურცელი — $2 \times 42 \times 1,2 = 100,8 \text{ სმ}^2$.

კედლის ფურცელი — $\frac{48 \times 0,8 = 38,4 \text{ სმ}^2}{\text{სულ } A = 139,2 \text{ სმ}^2 \approx A_{სკ} = 122,4 \text{ სმ}^2}$.

განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

ინერციის მომენტები $x-x$ და $y-y$ ღერძის მიმართ (ნახ. VI.23)

$$I_x = \frac{b_f h^3}{12} - \frac{(b_f - t_w) h_w^3}{12} = \frac{42 \cdot 50^3}{12} - \frac{(42 - 0,8) 48^3}{12} = 51801 \text{ სმ}^4;$$

$$I_y = 2 \frac{t_f b_f^3}{12} = 2 \frac{1,2 \cdot 42^3}{12} = 14818 \text{ სმ}^4.$$

ინერციის რადიუსები:

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{57801}{139,2}} = 20,4 \text{ სმ};$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{14818}{139,2}} = 10,32 \text{ სმ.}$$

მოქნილობის უდიდესი მნიშვნელობა

$$\lambda_{max} = \frac{l_{ef}}{i_{min}} = \frac{840}{10,32} \approx 81.$$

I დანართის ზე-12 ცხრილიდან ვიღებთ $\varphi = 0,704$ (ინტერპოლაციით). ვამოწმებთ განივკვეთის მდგრადობას (VI.77) ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} = \frac{1928,20}{0,704 \cdot 139,2} = 19,6 \text{ კნ/სმ}^2 = 196 \text{ მპ} < R_{\sigma} \gamma_c = 225 \text{ მპ } (\gamma_c = 1)$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ვაშოწმებთ სარტყლისა და კედლის ფურცლის ზომებს (VI.73) და (VI.74) ან (VI.75) პირობების მიხედვით:

$$\text{პირობითი მოქნილობა } \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 81 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,65.$$

როდესაც $0,8 < \lambda = 2,65 < 4$, უდიდესი ფარდობა (VI.73)

$$\begin{aligned} \max \frac{b_{ef}}{t_f} &= (0,36 + 0,1\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \\ &= (0,26 + 0,1 \cdot 2,65) \sqrt{\frac{210000}{225}} = 16,04; \end{aligned}$$

რადგან

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{b - t_w}{2t_f} = \frac{42 - 0,8}{2 \cdot 1,2} = 17,11 > \max \frac{b_{ef}}{t_f} = 16,04,$$

სარტყლის ფურცელი არამდგრადია. გავადილოთ სარტყლის ფურცლის სისქე. მივიღოთ $t_f = 1,4$ მმ-ს, მაშინ

$$\frac{b_{ef}}{t_f} = \frac{42 - 0,8}{2 \cdot 1,4} = 14,7 < \max \frac{b_{ef}}{t_{ef}} = 16,04.$$

სარტყლის ფურცლის მდგრადობის პირობა დატულია.

ვაშოწმებთ კედლის ფურცლის მდგრადობას. როდესაც $\bar{\lambda} = 2,68 > 0,8$, (VI.75) ფორმულით უდიდესი ფარდობა

$$\begin{aligned} \max \frac{h_{ef}}{t_w} &= (0,36 + 0,8\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \\ &= (0,36 + 0,8 \cdot 2,65) \sqrt{\frac{210000}{225}} = 76. \end{aligned}$$

რადგან

$$\frac{h_{ef}}{t_w} = \frac{h_w}{t_w} = \frac{h - t_f}{t_w} = \frac{50 - 2 \cdot 1,4}{0,8} = 59 < \max \frac{h_{ef}}{t_w} = 76,$$

სარტყლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია. საბოლოოდ სარტყლისა და კედლის ფურცლებს ზომებს ვიღებთ:

სარტყელი — $2 \times 420 \times 14$ მმ,

კედელი — 480×8 მმ.

მიღებული ზომების მიხედვით სვეტის განივკვეთის საბოლოო სიმაღლე ტოლია

$$h = h_w + 2t_f = 48 + 2 \cdot 1,2 = 50,4 \text{ სმ.}$$

რადგან $\frac{h_{ef}}{t_w} = 59 < 2,2 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 67,2$, განივი სიხისტის წიბოებს ვაყენებთ კონსტრუქციული მოსაზრებით.

წიბოებს შორის უდიდესი მანძილი

$$a = 3,0 \cdot h_{ef} = 3 \times 48 \approx 140 \text{ სმ.}$$

განივი წიბოს ფურცლის სიგანე და სისქე (VI.42)

$$b_h = \frac{h_{ef}}{30} + 40 = \frac{480}{30} + 40 \approx 60 \text{ მმ.}$$

$$t_h = 2b_h \sqrt{\frac{R_v}{E}} = 2 \cdot 60 \sqrt{\frac{225}{210000}} = 3,93 \text{ მმ.}$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით წიბოს ფურცლის სისქეს ვიღებთ სვეტის ფურცლის სისქის ტოლს $t_h = t_w = 8 \text{ მმ.ს.}$

2. გამქოლკედლიანი ხვეტები

ა) სვეტის ღეროს კონსტრუქცია

გამქოლკედლიანი სვეტის ღერო გეგმარდება ორი შტოსაგან. შტოები წარმოადგენენ შველერებს („ან დიდი დატვირთვების შემთხვევაში—ორტესებს); შტოები ერთმანეთთან დაკავშირებულია გისოსებით (ნახ. VI.24 ა) ან თამასებით (ნახ. VI.24 ბ). შტოებს შორის მანძილი (ბ) აიღება ისე, რომ ღეროს სიმტკიცე $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ იყოს თანატოლი.

შტოების გამკვეთად, განივკვეთის სიმძიმის ცენტრში გამავალ $x-x$ ღერძს მატერიალური ღერძი ეწოდება. შტოების პარალელურ $y-y$ ღერძს—თავისუფალი ღერძი. შტოების დამაკავშირებელი ირბინები და თამასები შტოებთან ერთდება შედუღებით, იშვიათად—მოქლონებით. მოქლონებით შეერთების შემთხვევაში, ღეროს შველერები იდგმება თაროებით გარეთ (დამოქლონების მოხერხებულობისათვის).

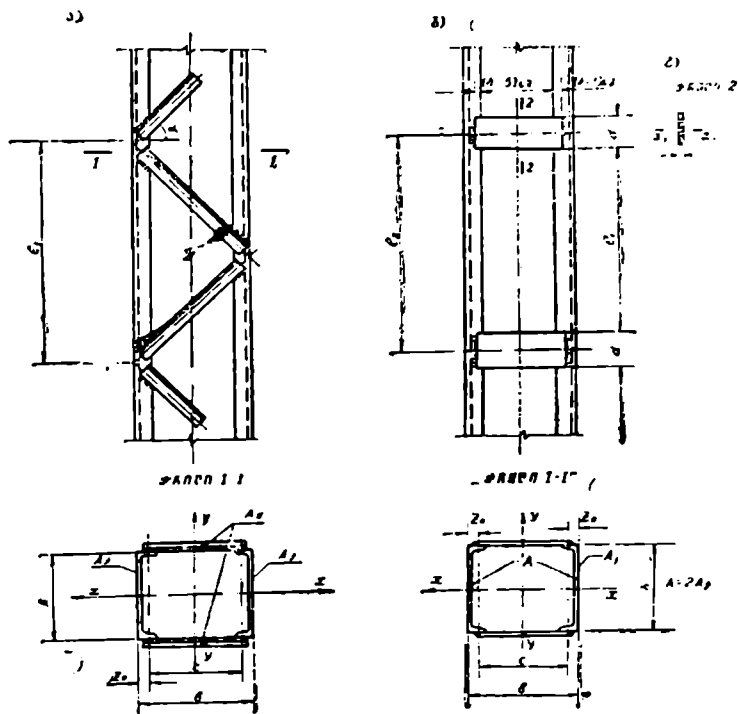
გისოსების მიმაგრება შტოებთან ხდება საკვანძო ფურცლების გამოყენების გარეშე. მათი ცენტრირება წარმოებს შტოების გარე წიბოების მიმართ (ნახ. VI.24, ა). სვეტის ღეროები ირიბანიანი სისტემის გისოსებით, თამასებიან ღეროებთან შედარებით ხისტია, მაგრამ ხასიათდება დამზადების მეტი შრომატევადობით. გისოსურკედლიანი სვეტების დადებითი მხარეა: მასალის მცირე ხარჯი. განივკვეთი $x-x$ და $y-y$ მთავარი ღერძების მიმართ თანაბარი სიმტკიცისაა, აქვს ლამაზი გარეგანი სახე. უარყოფითი მხარეა—დამზადების სიძნელე, გისოსების მოკლე ნაკერები არ იძლევა ავტომატური შედუღების გამოყენების საშუალებას.

ბ) ღეროს გაანგარიშება

გისოსურკედლიანი ღეროს შემოწმება სიმტკიცესა და მდგრადობაზე წარმოებს (VI.76) და (VI.77) ფორმულებით. გაანგარიშება ძირით

თაღად წარმოებს მთლიანკედლიანი სვეტების ანალოგიურად. განსხვავებაა მხოლოდ თავისუფალი ღერძის ($y-y$) მიმართ მოქნილობის განსაზღვრაში. მოქნილობას $y-y$ ღერძის მიმართ, დაყვანილ მოქნილობას უწოდებენ. იგი განისაზღვრება ფორმულით:

შტოების ორ სიბრტყეში თამასებით შეერთებისას (ნახ. VI.24, ბ):



ნახ. VI.24. გამჟოლკედლიანი სვეტის ღერძის კონსტრუქციები: ა—ორბინებიათ ღერძის კონსტრუქცია; ბ—კონსტრუქცია თანხებით.

$$\text{როდესაც } \frac{I_{sl}}{I_{sb}} \geq 5, \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2};$$

$$\text{როდესაც } \frac{I_{sl}}{I_{sb}} < 5, \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82 \lambda_1^2 (1+n)}.$$

(VI.81)

შტოების ორ სიბრტყეში გისოსებით შეერთების შემთხვევაში*

* შტოების თამასებით ან გისოსებით ოთხ სიბრტყეში შეერთებისას, λ_{ef} გამოითვლება СНИП III-23-81, §5.6-ის მე-7 ცხრილში მოყვანილი ფორმულით.

$$\lambda_{y'} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_d}}, \quad (\text{VI.82})$$

სადაც λ_y არის მოქნილობა თავისუფალი ($y-y$) ლერძის მიმართ და გამოითვლება გისოსების დამყოლობის გაუთვალისწინებლად

$$\lambda_y = \frac{l_{y'}}{i_y}, \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}, \quad I_y = 2 \left[I_{b1} + \left(\frac{b}{2} \right)^2 A_f \right].$$

- A — სვეტის ლეროს განივკვეთის ფართობია;
 A_d — წვეილი ირიბნის განივკვეთის ფართობი (ნახ. VI.24);
 A_f — ერთი შტოს განივკვეთის ფართობი;
 α_1 — კოეფიციენტი. გამოითვლება ტოლობით

$$\alpha_1 = 10 \frac{a^3}{b^3 l}.$$

λ_1 — ერთი შტოს მოქნილობა y_1-y_1 ლერძის მიმართ (ნახ. VI.24 ბ);

I_s — ერთი თამასის განივკვეთის ინერციის მომენტი საკუთარი x_1-x_1 ლერძის მიმართ (ნახ. VI.24, გ).

I_{b1} — ერთი შტოს განივკვეთის ინერციის მომენტი საკუთარი y_1-y_1 ლერძის მიმართ;

a — ირიბანას სიგრძე;

n — კოეფიციენტი;

$$n = \frac{I_{b1} b}{I_s l}.$$

b — შტოების გეომეტრიულ ლერძებს შორის მანძილი;

l — სვეტის გისოსების პანელის სიგრძე (ნახ. 24 ა) ან თამასების ცენტრებს შორის მანძილი (ნახ. VI.24 ბ).

გისოსურკედლიანი სვეტის ლეროს განივკვეთის შერჩევა წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით:

წინასწარ ინაშნება გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი $\varphi = (0.7 \div 0.8)$. საზღვრავენ ერთი შტოს განივკვეთის საკვირო ფართობს

$$A_f = \frac{N}{2\varphi R_y \gamma_c}. \quad (\text{VI.83})$$

A_f -ის მიხედვით, სორტამენტადან იღებენ შესაბამის შეეღერის ნომერს და შესაბამის A_f , i_x , i_y -ს.

აღებული შეეღერის განივკვეთის მდგრადობას ამოწმებენ ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{2A_f \varphi_x} \leq R_y \gamma_c. \quad (\text{VI.84})$$

μ_x — ისახლელება λ_x -ისა და ფოლადის საანგარიშო წინალობის (R_y) მიხედვით I დანართის მე-12 ცხრილით.

λ_x — მოქნილობაა მატერიალური ლერძის მიმართ

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x};$$

l_{ef} — სვეტის ლერძის საანგარიშო სიგრძე $y-y$ გრძივი ლუნვის საბრტყეში. იგი გამოითვლება სვეტის ბოლოების ჩამატრების მიხედვით (VI.78 ან VI.79).

თუ (VI.84) მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია, სახლერავენ შტოებს შორის მანძილს. ეს მანძილი განისაზღვრება განივკვეთის მატერიალური და თავისუფალი ლერძის მიმართ სიხისტეების ტოლობის პირობით

$$\lambda_{ef} = \lambda_x. \quad (VI.85)$$

(VI.85)-ში შევიტანოთ λ_{ef} მნიშვნელობა, მივიღებთ: შტოების ორ საბრტყეში თამასებით შეერთების შემთხვევაში

$$\text{როდესაც } \frac{I_1 I}{I_{b1} b} \geq 5, \text{ ს, } \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} = \lambda_x,$$

საიდანაც

$$\lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2}. \quad (VI.86)$$

$$\text{როდესაც } \frac{I_1 I}{I_{b1} b} < 5, \text{ ის, } \lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + 0,82 \lambda_1^2 (1+n)} = \lambda_x,$$

საიდანაც

$$\lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 - 0,82 \lambda_1^2 (1+n)}. \quad (VI.87)$$

შტოების ორ საბრტყეში ირიბნებით შეერთების შემთხვევაში

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_d}} = \lambda_x,$$

საიდანაც

$$\lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 - \alpha_1 \frac{A}{A_d}}. \quad (VI.88)$$

(VI. 81-87) ან (VI-88) ფორმულებით სარგებლობის დროს წინასწარ იღებენ:

$$\lambda_1 = (30 \div 40), \quad \alpha_1 \approx 30; \quad \frac{A}{A_d} \approx 10.$$

λ_y -ის განსაზღვრას შემდეგ შტოებს შორის მანძილი განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. (VI.25):

$$b = h - 2z_0;$$

$$h_1 = \frac{i_y}{\alpha_2}; \quad (\text{VI.89})$$

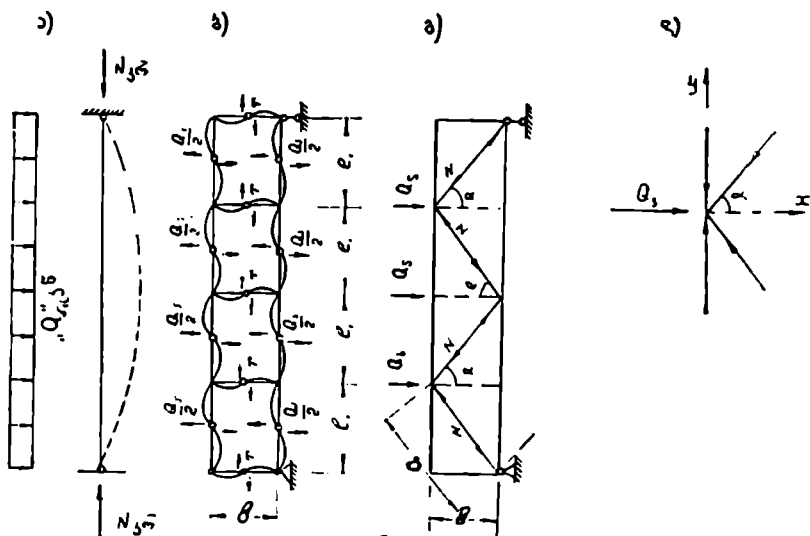
$$i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda_y}.$$

α_2 — კოეფიციენტი და აიღება I დანართის 24-ე ცხრილიდან.

r_0 — მანძილი შტოს განივკვეთის განაპირა წიბოდან მისი სიმძიმის ცენტრამდე (ნახ. VI.24 ბ).

ბ) სვეტის შტოების შემაერთებელი ელემენტების გაანგარიშება

სვეტის ღეროს შტოების თამახებით შეერთების შემთხვევაში, სვეტის ღერო განიხილება როგორც უძირბნო წაშწი დატვირთული თანახ-



ნახ. VI.25. ა, ბ, გ, დ—თამახებთან და ირბნებთან ღეროს გაანგარიშებისთვის.

რად განაწილებული პირობითი დატვირთვით (ნახ. VI.25 ა). ეს დატვირთვა ტ. ნ. და პირობებით გამოითვლება ტოლობით

$$Q_{IIc} = 7,15 \cdot 10^{-6} A \cdot E \cdot \beta \left(2330 \frac{R_y}{E} - 1 \right), \quad (\text{VI.90})$$

სადაც β არის კოეფიციენტი და წარმოადგენს უმცირესს $\frac{\varphi_{\text{მი}}}{\varphi}$ და

$\frac{\sigma}{\varphi R_y}$ სიდიდეებიდან;

φ — გამპოლკედლიანი სვეტის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა აიღება მე-12 ცხრილიდან λ_e და R_y -ის მიხედვით.

$\varphi_{\text{მი}}$ — φ_x და φ_y კოეფიციენტებიდან უმცირესი მნიშვნელობაა.

φ_x, φ_y — გრძივი ღუნვის კოეფიციენტებია სვეტის მატერიალური ($x-x$) და თავისუფალი ($y-y$) ღერძების მიმართ (აიღება I დანართის მე-12 ცხრილიდან).

$\sigma = \frac{N}{A}$ — სვეტში მოქმედი მკუმშავი დაბევა;

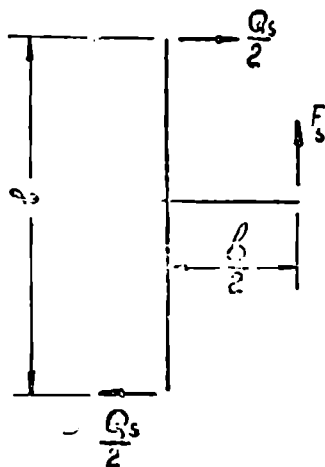
A — სვეტის განივკვეთის ფართობი;

N — ელემენტში მოქმედი მკუმშავი ძალა.

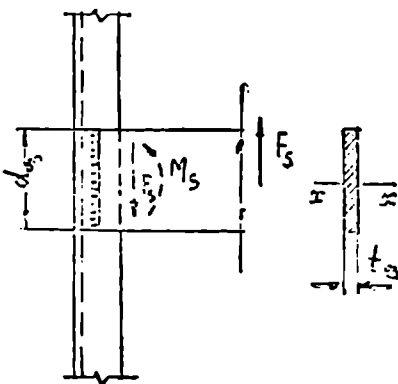
უირიბნო წამწებში წერტილების მდებარეობა, სადაც მღუნავი მომენტები ნულია, დაახლოებით მდებარეობენ პანელების შუაში (ნახ.

VI 25, ბ) ნულოვანი წერტილების მდებარეობის განსაზღვრის შემოგე თამასებიანი სვეტის ღერო იანგარიშება ისე, როგორც სტატიკურად რკვევადი უირიბნო წამწე თუ ღეროდან ამოვკრით კვანძს და განვიხილავთ მისი წონასწორობის პირობას, მივიღებთ (ნახ. VI.26 ა)

ა)



ბ)



ნახ VI.26. ა, ბ — თამასების განგარიშებისათვის.

$$\frac{Q_s}{2} l = F_s \frac{b}{2}, \quad (\text{VI.92})$$

საიდანაც თამასის განივკვეთში მოქმედი გადამჭრელი ძალა

$$F_s = Q_s \frac{l}{b}. \quad (\text{VI.93})$$

თამასის განივკვეთში მოქმედი მღუნავი მომენტი

$$M_s = F_s \frac{b}{2} = Q_s \frac{l}{2}, \quad (\text{VI.94})$$

სადაც $Q_s = \frac{Q_{\text{for}}}{2}$ — ერთ თამასაზე მოქმედი პირობითი განივი ძალაა.

F_s და M_s განსაზღვრის შემდეგ თამასას სიმტკიცეს ამოწმებენ ფორმულებით

$$\sigma = \frac{M_s}{W_s} \leq R_y; \quad (\text{VI.95})$$

$$\tau = \frac{F_s S_s}{I_s t_s} \leq R_s, \quad (\text{VI.96})$$

სადაც W_s არის თამასის განივკვეთის წინაღობის მომენტი;

I_s და S_s — თამასის განივკვეთის ინერციისა და სტატიკური მომენტები $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. VI 26, ბ);

R_y — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა ლუნვის დროს;

R_s — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა კრის დროს.

კუთხური ნაქერის სიმტკიცე, რომლითაც თამასა ედღულება სვეტის შტოებს, მოწმდება ფორმულებით (ნახ. VI.26)

$$\tau_1 = \sqrt{\left(\frac{6 M_s}{\beta_1 k_{1l} \omega^3}\right)^2 + \left(\frac{F_s}{\beta_1 k_{1l} \omega}\right)^2} \leq R_{1\omega} \gamma_{\omega 1} \gamma_c; \quad (\text{VI.97})$$

$$\tau_2 = \sqrt{\left(\frac{6 M_s}{\beta_2 k_{2l} \omega^3}\right)^2 + \left(\frac{F_s}{\beta_2 k_{2l} \omega}\right)^2} \leq R_{2\omega} \gamma_{\omega 2} \gamma_c; \quad (\text{VI.97}')$$

$R_{1\omega}$, $R_{2\omega}$ — საანგარიშო წინაღობებია ნაქერის ლითონში და მის საზღვარზე;

β_1 , β_2 — კოეფიციენტებია (აიღება IV.3 ცხრილის მხებეღვით);

$\gamma_{\omega 1}$, $\gamma_{\omega 2}$ — ნაქერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტები;

ω , k_l — კუთხური ნაქერის სიგრძე და კათეტის სიმაღლე.

შტოების ირიბანაირი სისტემის გისოსებით შეერთების შემთხვევა-

ში, ირიბანებში მოქმედი მკუმშავი ძალა განისაზღვრება პარალელურ-სარტყლებიანი წამწების ირიბანების ანალოგიურად (ნახ. VI.25 დ)

$$N_d = \frac{Q_0}{\epsilon \alpha z} \quad (\text{VI.98})$$

ჯვარედინა სისტემის გისოსების შემთხვევაში (ნახ. VI.25)

$$N_f = \frac{Q_0}{z \epsilon \alpha s \alpha} \quad (\text{VI.99})$$

შტრების ჯვარედინა სისტემის გისოსებით შეერთების დროს, ირიბანებში, გარე და შიდა ზედაპირებით წარმოშობილი ძალის გარდა, დამატებით მოქმედებს სვეტის შტრების კუმშვის დეფორმაციის შედეგად წარმოშობილი გრძივი ძალა (A_{II}), რაც გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ირიბანას მკუმშავი ძალის გამოთვლის დროს.

დანატებითი მკუმშავი ძალა გამოითვლება ფორმულით

$$N_{II} = \alpha N \frac{A_I}{A}; \quad (\text{VI.100})$$

$$\alpha = a l^2 / (a^3 + 2b^2),$$

სადაც N არის სვეტის ერთ შტოში მოქმედი გრძივი მკუმშავი ძალა;

A — ერთი შტოს განივი ფართობი;

A_{II} — ირიბანას განივი ფართობი.

დანარჩენი აღნიშვნები ნაჩვენებია VI.25 ნახაზზე.

N_{II} -ს გათვალისწინებით, ჯვარედინა სისტემის ირიბანაში მოქმედი მკუმშავი ძალა

$$N_{tot} = N_d + N_{II} \quad (\text{VI.101})$$

ირიბანას მდგრადობაზე შემოწმება ხდება (III.31) ფორმულით

$$\sigma = \frac{N_{tot}}{F A_d} \leq \gamma_c R_{\sigma}$$

მაგალითი VI.11. №10 მაგალითის მონაცემების მიხედვით შევარჩიოთ გისოსურკედლიანი სვეტის ღეროს განივი ფართობი.

როდესაც ნაკლინის სისხე $l = 4-20$ მმ-ს და ფოლადის მარკა არის ВСТ30Н, I დანართის მე-5 ცხრილით $R_{\sigma} = 235$ მპ, $R_{\sigma II} = 370$ მპ.

სვეტის ღერო გვემარდება ორი შევლერისაგან (ნახ. VI.27). საორიენტაციოდ. φ კოეფიციენტს ვიღებთ 0.8-ს.

ერთი შტოს განივი ფართობი (VI 83)

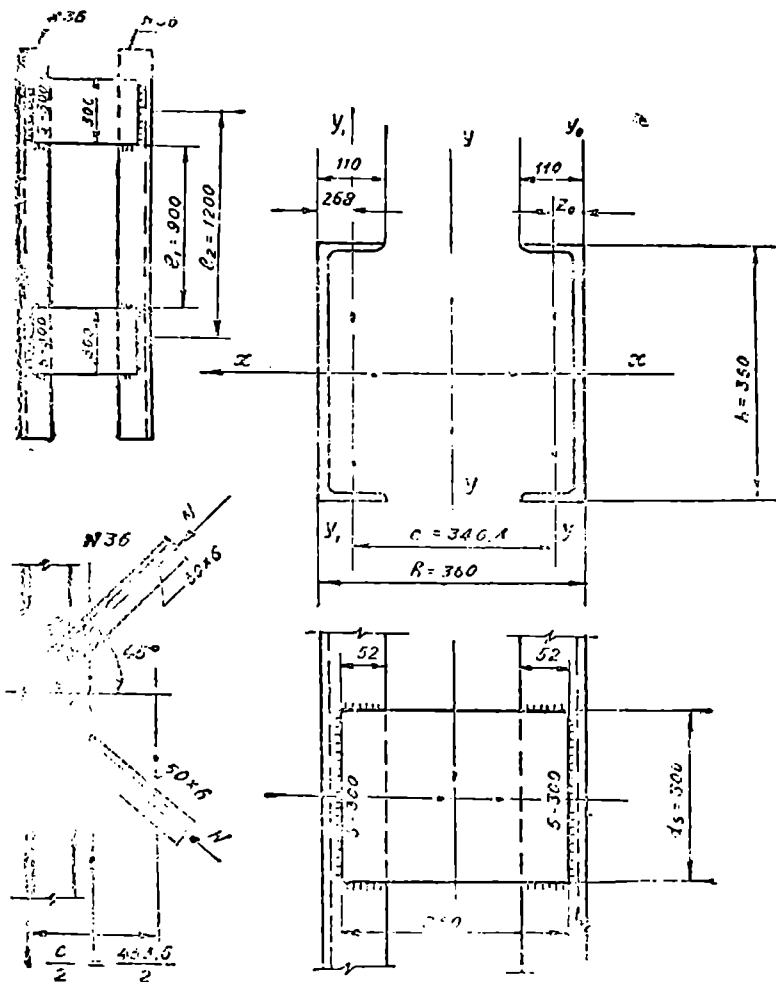
$$A_f = \frac{N}{2\varphi R_{\sigma} \gamma_c} = \frac{197820}{2 \cdot 0,8 \cdot 23,5 \cdot 1,0} = 51,3 \text{ სმ}^2.$$

შილებულ A_1 ფართობს შევლერების სტანდარტულ ცხრილში (ГОСТ 8240-72) შეესაბამება ზეველერის ნომერი №36 [$h=36$ სმ]. მისი გეომეტრიული მახასიათებლებია:

$A_1=53,4$ სმ²; $i_x=14,2$ სმ; $I_{fy}=513$ სმ⁴; $i_{fy}=3,1$ სმ; $I_{fx}=10820$ სმ⁴.

ღეროს საანგარიშო სიგრძე (VI.75)

$$l_{fy}=l_{fx}=l_{fy}=0,7H=0,7 \cdot 12=8,4 \text{ მ.}$$



ნახ. VI.27. №11 ნივთის განვარიშებისათვის

შოქნილობა მატერიალური ლერძის $(x-x)$ მიმართ

$$\lambda_x = \frac{l_{x1}}{i_{x1}} = \frac{847}{14,2} \approx 60.$$

შესაბამისი გრძივი ლენვის კოეფიციენტი, როდესაც $R_p = 235$ მმ (I დანართის მე 12 ცხრილით)

$$\varphi_x = 0,814.$$

ლეროს მდგრადობას ვამოწმებთ ფორმულით (VI 84)

$$\sigma = \frac{N}{2A_1 \varphi_x} = \frac{1978,20}{2 \cdot 53,4 \cdot 0,814} = 22,18 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 222 \text{ მპ} < R_{b, \gamma_c} = 235 \text{ მპ}.$$

შტოებს ერთიმეორესთან ვაერთებთ თამასებით (ნახ. VI.27 ა);

ვნიშნავთ: თამასის ზომებს $t_x \times b_x = 10 \times 300$ მმ-ს და შტოს შოქნი-

ლობას $\lambda_1 = 30$, ფარლობას $\frac{l_{x1}}{l_{b1} b} \approx 5$ -ს.

ლეროს შოქნილობა თავისუფალი ლერძის $(y-y)$ მიმართ, როდესაც $\frac{l_{x1}}{l_{b1} b} = 5$ -ს, $\lambda_y = \sqrt{\lambda_x^2 - \lambda_1^2} = \sqrt{60^2 - 30^2} = 52$, (VI.86) ინერციის რადიუსი $y-y$ ლერძის მიმართ

$$i_y = \frac{l_y}{\lambda_y} = \frac{840}{52} = 16,2 \text{ სმ}.$$

შტოებს შორის მანძილი (ნახ. VI. 27, ბ)

$$h = \frac{i_y}{\alpha_2} = \frac{16,2}{0,44} \approx 36 \text{ სმ}.$$

შტოების ლერძებს შორის მანძილი

$$b = h - 2z_0 = 36 - 2 \cdot 2,68 = 30,64 \text{ სმ}.$$

ვამოწმებთ ლეროს საერთო მდგრადობას თავისუფალი ლერძის მიმართ. განვიყვევთ ინერციის მომენტი $y-y$ ლერძის მიმართ (ნახ. VI. 27, ბ):

$$I_y = 2 \left(I_{y1} + \frac{A_1 b^3}{4} \right) = 2 \left(513 + 53,4 \frac{30,64^3}{4} \right) = 26092 \text{ სმ}^4;$$

ინერციის რადიუსი

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{2A}} = \sqrt{\frac{26092}{2 \cdot 53,4}} = 15,63 \text{ სმ};$$

შოქნილობა

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{840}{15,63} \approx 54;$$

თამასებს შორის მანძილი დაენიშნოთ (ნახ. VI.27, ა)

$$l \approx 30 \cdot i_y = 30 \cdot 3,1 \approx 90 \text{ სმ};$$

თამასის ინერციის მომენტი საკუთარი $x_1 - x_1$ ღერძის მიმართ

$$I_s = \frac{i_s I_s^3}{12} = \frac{1 \cdot 30^3}{12} = 2250 \text{ სმ}^4;$$

მოქნილობა

$$\lambda_{s1} = \frac{l}{i_{y1}} = \frac{90}{3,1} \approx 29;$$

ფარდობა

$$\frac{I_{s1}}{I_{b1b}} = \frac{I_{s1} l}{I_{b1b}} = \frac{2250 \cdot 90}{513 \cdot 30,64} \approx 13.$$

რადგან $\frac{I_{s1}}{I_{b1b}} > 5$ -ზე, ამიტომ ღეროს დაყვანილ მოქნილობას განესაზღვრავთ (VI.82) ფორმულით

$$\lambda_{e1} = \sqrt{i_{y1}^2 + 0,82 \lambda_{s1}^2 (1+n)} = \sqrt{54^2 + 0,82 \cdot 30^2 (1+0,077)} \approx 60,5,$$

სადაც

$$n = \frac{I_{b1b}}{I_{s1}} = \frac{1}{13} \approx 0,077.$$

რადგან $\lambda_{e1} \approx \lambda_{e2}$, ამიტომ ღეროს საერთო მდგრადობის შემოწმება თავისუფალი $y - y$ ღერძის მიმართ საკირო არ არის.

გამოწმებთ ერთი შტოს მდგრადობას (VI.84)

$$\sigma = \frac{N}{2A_1 \varphi_1} = \frac{1928 \cdot 20}{2 \cdot 53,4 \cdot 0,935} = 19,31 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 193 \text{ მპ} < R_{y1} = 245 \text{ მპ},$$

სადაც I დან. მე-12 ცხრილით, როდესაც $\lambda_1 = 29$ და $R_y = 235 \text{ მპ}$, $\varphi_1 = 0,935$.

სვეტის ღეროს როგორც საერთო, ისე ცალკეული შტოს მდგრადობა უზრუნველყოფილია, ამიტომ ღეროს შველერის ნომერს ვტოვებთ უცვლელად.

შტოების შემაერთებელი თამასების გაანგარიშება (ნახ. VI.27. ა) (I ვარიანტი)

(VI.90) ფორმულით ვანგარიშობთ პირობით გადაშვებულ ძალას. ამ მიზნით წინასწარ ვსა⁹ჯ⁹რავთ:

$$1) \text{ კუმშვის ძაბვას} - \sigma = \frac{N}{A} = \frac{1928 \cdot 2}{2 \cdot 53,4} = 19,05 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 180 \text{ მპ}.$$

2) თამასების $(x-x)$ და მის მართობ $(y-y)$ სიბრტყეებში გრძივი ლუნვის შესაბამის φ_y და φ_x კოეფიციენტებს:

როდესაც $\lambda_y = 60,5$ და $R_y = 225$ მმ, I დანართის მე-12 ცხრილით $\varphi_y = 0,814$.

როდესაც $\lambda_x = 60,0$, ამავე ცხრილით $\varphi_x = 0,81$ (ინტერპოლაციით).

3) ფარლობას:
$$\frac{\sigma}{R_y \gamma_s} = \frac{180}{225 \cdot 1,1} = 0,73; \quad \frac{\varphi_{min}}{\varphi} = \frac{0,81}{0,814} \approx 1,0.$$

4) β კოეფიციენტს, როგორც მინიმალურს $\frac{\sigma}{R_y \gamma_s}$ და $\frac{\varphi_{min}}{\varphi}$ სი-
ლიღებიდან:

$$\beta = 0,73.$$

(VI.90) ფორმულით პირობითი გადამჭრელი ძალა

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot A \cdot E \cdot \beta \left(2330 \frac{R_s}{E} - 1 \right) = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 53,4 \times \\ \times 21000 \cdot 0,73 \left(2330 \frac{225}{210000} - 1 \right) \approx 17,5 \text{ კნ.}$$

განივქვეთის ცალ მხარეს განლაგებული თამასების სიბრტყეში მოკმედი პირობითი გადამჭრელი ძალა

$$Q_s = \frac{Q_{fic}}{2} = \frac{17,5}{2} = 8,76 \text{ კნ.}$$

თამასების ზომები დანიშნული გვექონდა: $t \times l_s = 10 \times 300$ მმ. თამასის განივქვეთში მოკმედი გადამჭრელი ძალა (VI.93) და მღუნავე მოკმენტი (VI.94):

$$F_s = \frac{Q_s \cdot l}{b} = \frac{8,76 \cdot 0,9}{0,303} = 25,8 \text{ კნ;}$$

$$M_s = \frac{Q_s \cdot l}{2} = \frac{8,76 \cdot 0,9}{2} = 3,94 \text{ კნ.მ.}$$

თამასის წინალობის მომენტი $-W_s = \frac{t \cdot b^3}{6} = \frac{1 \cdot 30^3}{6} = 150$ სმ³. თამასის სიმტკიცეს ვამოწმებთ (VI.95) ფორმულით:

$$\sigma = \frac{M_s}{W_s} = \frac{3,94}{150} = 2,63 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 26 \text{ მპ} < R_y \gamma_s = 225 \text{ მპ.}$$

შედულების კუთხური ნაკერის სიმაღლეს (კაოეტს), რომლითაც თამასე-
ბი უერთდება სვეტის შუობს, ენიშნაეთ

$$k_f = 0,5 \text{ მპ}$$

ნაკერის სიგრძე

$$l_{\omega} = l_r - 2r_r = 30 - 2,1 = 28 \text{ სმ.}$$

I დანართის მე-19 ცხრილით 346 ტიპის ელექტროდით შედღეულებისას კუთხური ნაკერის ლითონის საანგარიშო წინაღობა $R_{\omega f} = 200$ მპ. IV.1 ცხრილით

$$R_{\omega r} = 0,45 R_{\omega f} = 0,45 \cdot 370 = 167 \text{ მპ.}$$

როდესაც (IV.11)

$$1,1 R_{\omega z} = 1,1 \cdot 167 = 183 \text{ მპ} < R_{\omega f} = 200 \text{ მპ} < \frac{\beta_r}{\beta_f} R_{\omega r} = \frac{1}{0,7} R_{\omega z} = 238 \text{ მპ,}$$

ნაკერის სიმტკიცე მოწმდება მხოლოდ VI.97 ფორმულით

$$\begin{aligned} \tau &= \sqrt{\left(\frac{6M_s}{\beta_f k l_{\omega}^2}\right)^2 + \left(\frac{F_r}{\beta_f k l_{\omega}}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{6 \cdot 394}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 28^2}\right)^2 + \left(\frac{25,8}{0,7 \cdot 0,5 \cdot 28}\right)^2} = \\ &= 8,9 \text{ კნ/სმ}^2 = 89 < l_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_s = 200 \text{ მპ.} \end{aligned}$$

ნაკერის სიმტკიცის პირობა დაკუთვლია, ამიტომ ნაკერის კათეტის სიმაღლეს ვტოვებთ უცვლელად.

შტოების შემაერთებელი ირიბანების გაანგარიშება (ნახ. VI.27, დ) (II ვარიანტი)

შტოებს ვაერთებთ ირიბანანი სისტემის გისოსებით (ნახ. VI.27 დ). ირიბანას დახრის კუთხე ჰორიზონტთან $\alpha = 45^\circ$.

ირიბანას საანგარიშო სიგრძე

$$a = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{30,64}{0,71} = 43,2 \text{ სმ.}$$

ირიბანები გეგმარდება კუთხოვანებისაგან, ზომით 50×5 მმ.

$$A_s = 4,8 \text{ სმ}^2; i_{min} = 0,98 \text{ სმ.}$$

მოქნილობა

$$\lambda_s = \frac{a}{i_{min}} = \frac{43,20}{0,98} \approx 44.$$

I დანართის მე-12 ცხრილით, როდესაც $\lambda_s = 44$ და $R_p = 235$ მპ, $\varphi = -0,675$ (ინტერპოლაციით).

ირიბანაში მოქმედი მკუმშავი ძალა

$$N = \frac{Q_s}{\cos \alpha} = \frac{8,76}{0,71} = 12,3 \text{ კნ;}$$

ძაბვა ირიბანაში

$$\sigma = \frac{N}{A_{\varphi}} = \frac{12.3}{4.8 \cdot 0.875} = 2.9 \text{ კნ, სმ}^2 = 29 \text{ მპ} < R_{\gamma, \epsilon} = 235 \cdot 0.75 = 176 \text{ მპ.}$$

ირიბანას მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

ვამოწმებთ სვეტის მდგრადობას. დაყვანილი მოქნილობა (VI.82)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_1}} = \sqrt{54^2 + 9.54 \frac{2.53.4}{4.8}} \approx 56.$$

სადაც

$$\alpha_1 = 10 \frac{a^2}{b^2 l} = 10 \frac{43.2^2}{30.64^2 \cdot 90} \approx 9.54.$$

λ_y, A განსაზღვრულია შტოების თამასებით შეერთების შემთხვევაში. რადგან $\lambda_{ef} = 56 < \lambda = 60.5$ -ის, ამიტომ სვეტის საერთო მდგრადობაზე შემოწმება საჭირო არ არის.

ვანგარიშობთ კუთხური შედუღების ნაკერის სიმაღლეს, რომლითაც ირიბანები ედუღება სვეტის შტოებს.

კუთხური ნაკერის სიმაღლე ვნიშნავთ $k_f = 5$ მმ-ს.

კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინააღობები:

I დანართის მე-19 ცხრილით $\varnothing 46$ ტიპის ელექტროდისათვის $R_{wf} = 200$ მპ. IV.1 ცხრილით $R_{wz} = 0.45 R_{un} = 0.45 \cdot 370 = 165$ მპ.

ხელით შედუღების დროს, როდესაც $k_f < 8$ მმ, $\beta_f = 0.7$, $\beta_z = 1.0$ (VI.2 ცხრილი). როდესაც $R_{un} = 580$, მუშაობის პირობების კოეფიციენტები:

$$\gamma_{wz} = \gamma_{wf} = 1.0.$$

ვანგარიშობთ კუთხედის ყუასთან და ფრთასთან მიმდებარე კუთხურ ნაკერებში მოქმედ ძალებს

$$N' \approx 0.7N = 0.7 \cdot 12.3 \text{ სმ} = 8.61 \text{ კნ};$$

$$N'' \approx 0.3N = 0.3 \cdot 12.3 \text{ სმ} = 3.69 \text{ კნ.}$$

ვამოწმებთ (IV.11) პირობას.

$$1.1 R_{wz} = 1.1 \cdot 165 = 181 \text{ მპ} < 200 \text{ მპ} < \frac{\beta_z R_{wz}}{\beta_f} = \frac{1}{0.7} 165 = 236 \text{ მპ.}$$

რადგან პირობა დაცულია, ელექტროდის ტიპი შერჩეულია სწორად და ნაკერის სიგრძე შეიძლება განისაზღვროს ნაკერის ლითონის სიმტკიცის პირობით. ნაკერის სიგრძე კუთხედის ყუასთან

$$l_w'' = \frac{N'}{\beta_f k_f \gamma_{wf} \gamma_c R_{wf}} = \frac{8.61}{0.7 \cdot 0.5 \cdot 1.1 \cdot 200} = 1.23 \text{ სმ} < 4 \text{ სმ.}$$

ტ. ნ. და პირობებით, კუთხური ნაკერის სიგრძე არ უნდა იქნეს ნაკლები 4 მმ-ზე, ამიტომ ნაკერის სიგრძეს ვიღებთ 4 მმ-ს.

ნაკერის სიგრძე კუთხედის ფრთასთან

$$l''_{\omega} = \frac{N''}{\beta_1 k_1 \gamma_{\omega} \gamma_{\epsilon} Z_{\omega}} = \frac{3.69}{0.7 \cdot 0.5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2} = 0.53 \text{ სმ.}$$

რადგან $l''_{\omega} = 0.53 \text{ სმ} < 4 \text{ სმ}$, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ

$$l''_{\omega} = l'_{\omega} = 4 \text{ მმ-ს.}$$

დ) სვეტის ბაზის კონსტრუქცია და გაანგარიშება

მთლიანკედლიანი სვეტის ბაზის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VI 28 ნახაზზე. ანალოგიურად გეგმარდება გმზოლკედლიანი სვეტის ბაზაც (ნახ. VI.29). არსებობს ბაზის კონსტრუქციის სხვა ვარიანტებიც [1].

სვეტის ბაზა შედგება საყრდენი ფილის, ტრავერსის, სიხისტის წიბოების, ზოგჯერ დიაფრაგმების ფურცლებისა და საანკერო ქანკიკებისაგან.

ტრავერსის დანიშნულებაა: ა) დატვირთვა გადასცეს ლეროდან საყრდენ ფილას გაშლილად, ბ) საყრდენი ფილა დაყოს მცირე ზომის ოთხი და სამი კონტურით დაყრდნობილ ფილებად (ნახ. VI 28—29).

ტრავერსისა და სიხისტის წიბოების ფურცლების სისქე აიღება $t = (12 \div 16) \text{ მმ}$.

დატვირთვა ლეროდან ტრავერსის ფურცლებს გადაეცემა ოთხი შვეული შედუღების ნაკერის საშუალებით. საყრდენი ფილა გეგმარდება სქელი ფოლადის ფურცლებისაგან და წარმოადგენს ბაზის კონსტრუქციის ძირითად ელემენტს. მისი დანიშნულებაა: ღეროში მოქმედი ლეროძალი ძალა გაანაწილოს საძირკვლის ზედაპირზე თანაბრად. სვეტის ქვედა ბოლო (ფრეზირების გარეშე) კონტურით ედუღება საყრდენ ფილას.

ბაზა საძირკველს ევაგრება ორი საანკერო ქანკიკით. ქანკიკების დიამეტრი აიღება გაანგარიშების გარეშე $(20 \div 25) \text{ მმ}$. მონტაჟის დროს, სვეტის საპროექტო მდებარეობაში დდგმის მიზნით, ფილის ხერხები ქანკიკების დიამეტრზე $(2 \div 3) \text{ მმ-ით}$ მეტია. სვეტის ბაზა იდგმება $(2 \div 3) \text{ სმ}$ სისქის, საძირკვლის ზედაპირის გამასწორებელ ცემენტის ხსნარის ფენაზე.

სვეტის გაანგარიშება იწყება საყრდენი ფილის ზომების განსაზღვრით. ფილის საჭირო ფართობი გამოითვლება საძირკვლის მასალის საანგარაშო წინაღობის მიხედვით

$$A_{f_0} = \frac{N}{R_{sp}}$$

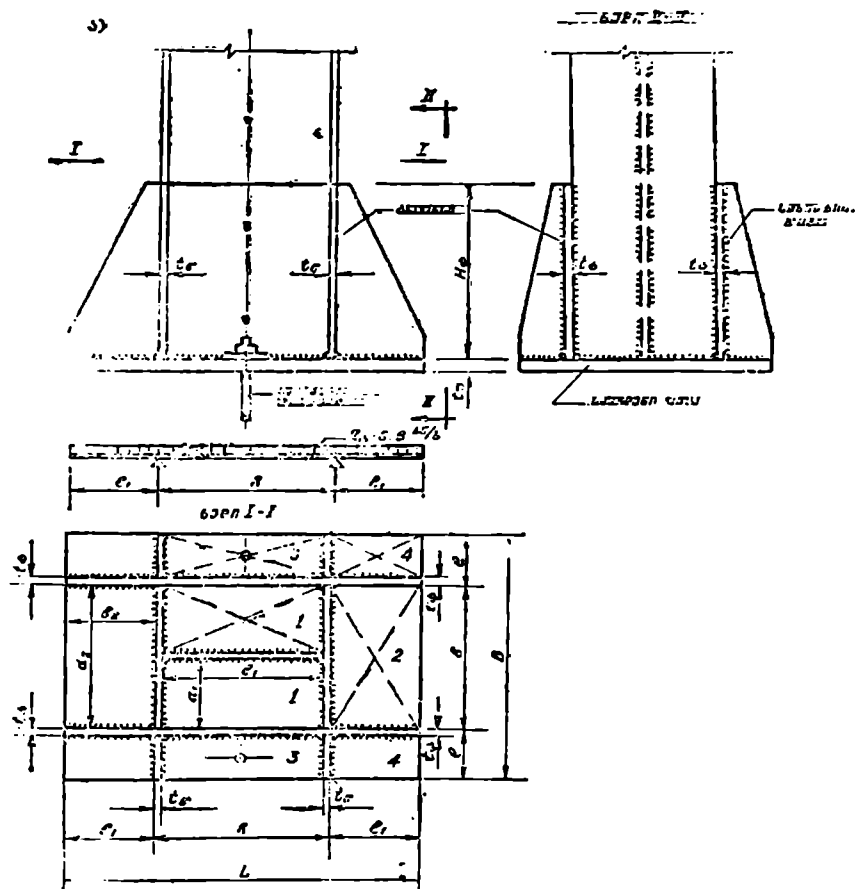
სადაც N არის სვეტის ღერძული ძალა;

$R_{\text{ეს}} = \psi R_c$ — ბეტონის საანგარიშო წინაღობა ადგილობრივ კუმშვაზე.

R_c — ბეტონის პრიზმული წინაღობა.

100, 150, 200 მარკის ბეტონისათვის R ტოლია 4,0; 7 და 9 მპ. კოეფიციენტი

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{A_f}{A_{f,0}}} \quad (\text{VI.102})$$



ნაი, VI 28. ა—სვეტის ბაზა; ბ—ტრავერსის საანგარიშო სვეტი.

b_f -- სვეტის სარტყლის სიგანე;

e — ტრავერსიდან ფილის თავისუფალი გადმონაშვერი და აილება.
(80÷140) მმ.

ფილის სისქის განსასაზღვრავად მას იხილავენ როგორც ფირფიტას, რომელიც დაყრდნობილია ტრავერსებზე და სიხისტის წიბოებზე. ფილის დატვირთვად ლებულობენ საძირკვლის რეაქციულ თანაბრად განაწილებულ დაწოლას. როგორც VI.28 ნახაზიდან ნათლად ჩანს, ტრავერსით და სიხისტის წიბოებით ფილა იყოფა ცალკეულ უბნებად. უბნები მუშაობენ როგორც ოთხი (უბანი 1), ისე სამი (უბანი 2). კონტურით დაყრდნობილი და აგრეთვე კონსოლური (უბანი 3 და 4) ფილები (ნახ. VI.28, ბ). ცალკეულ უბნებში მოქმედი მლუნაეი მომენტების განსასაზღვრავად უბნიდან გამოყოფენ 1 სმ სიგანის ზოლს და განიხილავენ მას როგორც ორ საყრდენზე დაყრდნობილ კოქს. ასეთი-საანგარიშო სქემის მხედვით კოქსის განივ-ვეთში მოქმედი მლუნაეი მომენტები განისაზღვრება აქად. ბ. გალიორკინის მიერ შედგენილი ფორმულებით და ცხრილებით. მაგალითად: ოთხი კონტურით დაყრდნობილი ფირფიტებისათვის

$$M_1 = \alpha_1 q l_1^2; \quad (VI.105)$$

სამი კონტურით დაყრდნობილი ფირფიტებისათვის

$$M_2 = \alpha_2 q a_2^2; \quad (VI.106)$$

კონსოლური ფირფიტებისათვის

$$M_3 = 0.5 q a_3^2, \quad (VI.107)$$

სადაც q საძირკვლის რეაქციული წნევაა, კნ/სმ.

$$q = \sigma \cdot b = \frac{N}{A \cdot b}; \quad (VI.108)$$

$$b = 1 \text{ სმ.}$$

α_1 და α_2 კოეფიციენტები არღება VI.3 ცხრილიდან, უბნების გვერდების სიგრძეების ფარდობის მიხედვით.

a_1 და b_1 ოთხივე გვერდით დაყრდნობილი ფირფიტის მოკლე და გრძელი გვერდებია; a_2 და b_2 —საი გვერდით დაყრდნობილი ფირფიტის თავისუფალი და დაყრდნობილი გვერდები. a_3 —კონსოლურა ფირფიტის სიგანე.

საყრდენი ფილის სისქე განსაზღვრება უბნის უდიდესი მლუნაეი მომენტის საშუალებით

$$\sigma = \frac{M_{max}}{W_{y,e}} = \frac{\sigma M_{max}}{I_{y,e}^2} \leq R_y \gamma_e.$$

ა₁, ა₂, ა₃ კოეფიციენტების ცხრილი ოთხი და ხუთი კონტურით დაკრუნობილი ფალები, მათი ლუნვაზე გაანგარიშებისათვის

ოთხი გვერდით დაკრუნობილი ფალები	გვერდების ფარდობა a/b	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2-ზე მეტი
	a_1	0,04	0,055	0,065	0,075	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098	0,101	
a_2	0,0,5	0,049	0,051	0,050	0,0	0,050	0,0,9	0,0,8	0,0,8	0,017	0,045	0,037	

სამი გვერდით დაკრუნობილი ფალები	გვერდების ფარდობა a_1/a_2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	2	2-ზე მეტი	
	a_3	0,060	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,120	0,126	0,132	0,133	—

საიდანაც

$$t_{1,0} = \sqrt{\frac{6 M_{max}}{I_y \gamma_c}} \quad (VI.109)$$

ტრავერსის ფურცლის ზომების დადგენა წარმოებს ტრავერსისა და სვეტის ლეროს შემაერთებელი შევული შედღების ნაკერის სიგრძის მიხედვით. თუ ნაკერის სიმაღლეს (k_f) წინასწარ დავინიშნავთ, მაშინ ერთი შევული ნაკერის სიგრძე განისაზღვრება (VI.6), (VI.7) ფორმულებით:

$$l_{\omega'} = \frac{N}{4 \beta_1 k_f \gamma_{as} \gamma_c R_{\omega}} \quad (VI.110)$$

$$l_{\omega''} = \frac{N}{4 \beta_2 k_f \gamma_{as} \gamma_c R_{\omega}}$$

$l_{\omega'}$ და $l_{\omega''}$ -დან ნაკერას სიკრძე აღემა უდიდესი ($\max l_{\omega}$). ნაკერის სიგრძის მიხედვით, ტრავერსის სიმაღლე

$$h_{1,0} = \max l_{\omega} + 1 \text{ სმ.}$$

ტრავერსის ფურცლის სისქე კონსტრუქციული მოსაზრებით იიღება

$$t_{1,0} = (12 \div 16) \text{ მმ.}$$

ტრავერსის ფურცლის სიმკტიცის შემოწმების მიზნით, ტრავერსი განი-
ზილება როგორც ორკონსოლიანი კოქი (ნახ. VI.23, ბ) კონსოლის ჩამაგ-
რების სიბოტყეში მოქმედი ინტენსივი იძენტი განოთვლება ფორმულით

$$M_{tr} = \frac{q_{tr} l^2}{2}, \quad (VI.111)$$

სადაც

$$q_{tr} = \sigma_{tr} \frac{B_s}{2} = \frac{N B_s}{2 A_s}$$

M_{tr} -ის განსაზღვრის შემდეგ ტრავერსის ფურცლის სინტიცე მოწმდება
ფორმულით

$$\sigma = \frac{M_{tr}}{W_{tr}} \leq R_{tr} \gamma_c \quad (VI.112)$$

ტრავერსის განიევეთის წინაღობის მომენტი

$$W_{tr} = \frac{t_{tr} h_{tr}^3}{6} \quad (VI.113)$$

შედულების ნაკრების სიმაღლე რომლითაც სიხისტის წიბოები უერთდება
ტრავერსის ფურცელს. გამოიხველება (VI 8) ფორმულებით:

$$k_f' = \frac{N_s}{2 \beta_f (h_{tr} - 1) \gamma_{af} \gamma_c R_{af}}; \quad k_f'' = \frac{N_s}{2 \beta_z (h_{tr} - 1) \gamma_{az} \gamma_c R_{az}} \quad (VI.114)$$

სადაც N_s სიხისტის წიბოზე მოქმედი საძირკვლის რეაქციული ძალაა
(ნახ. VI.28-29)

$$N_s = (l - t_{tr}) \left(\frac{h}{2} + l_1 \right) \sigma_{tr} \quad (VI.115)$$

$$\sigma_{tr} = \frac{N}{A_s}$$

k_f' და k_f'' -დან ნაკერის სიმაღლედ აილება უდიდესი ($\max k_f$).

შედულების ნაკერის სიმაღლე, რომლითაც ტრავერსები და სიხის-
ტის წიბოები ედულება საყრდენ ფილას

$$k_f' = \frac{N}{\beta_f \Sigma l_{af} \gamma_{af} \gamma_c R_{af}}; \quad k_f'' = \frac{N}{\beta_z \Sigma l_{az} \gamma_{az} \gamma_c R_{az}} \quad (VI.116)$$

სადაც ნაკერის სიგრძე (ნახ. VI.28. ბ-29, ბ)

$$\Sigma l = 2[(4l + 4l_1 + h) - (2t_{tr} + 2t_s)] - 18 \text{ სმ.} \quad (VI.117)$$

k_f' და k_f'' -დან ნაკერის სიმაღლედ აილება უდიდესი ($\max k_f$).

მაგალითი VI.12. საქირო დაგეგმარდეს VI.29 ნახაზზე ნაჩვენებ-
გამპოლკედლიანი სვეტის ბაზა. სვეტას ღეროში მოქმედი ღერძული ძა-
ლა $N^* = 1928,4$ კნ; ფოლადის მარკა BC23HC6; ელექტროდის ტიპი
„ $\Theta 46$ “; შედუღება წარმოებს ხელით.

საძირკვლის მასალა — 100 მარკის ბეტონი.

გადაწვევტა:

სვეტის ბაზის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VI.29 ნახაზზე. მოცემუ-
ლობის მიხედვით:

საძირკვლის 100 მარკის ბეტონის პრიზმული წინალობა

$$R_c = 0,44 \text{ კნ/სმ}^2.$$

I დანართის მე-5 ცხრილით ფოლადის საანგარიშო წინალობები,
როდესაც $l = 4 \div 20$ მმ-ს და ფოლადის მარკა BC23HC6:

$$R_y = 225 \text{ მპ}; R_x = 0,53. R_y = 130 \text{ მპ}; R_{yn} = 370 \text{ მპ}; R_{yn} = 235 \text{ მპ}.$$

შედუღების კუთხური ნაქერის საანგარიშო წინალობები:

I დანართის მე-19 ცხრილით $\Theta 46$ ელექტროდისათვის $R_{af} =$
 $= 200$ მპ.

V.1 ცხრილით $R_{ax} = 0,45$ $R_{yn} = 0,45 \cdot 370 = 165$ მპ.

საორიენტაციოდ მივიღოთ $\psi = 1,2$.

საძირკვლის საანგარიშო წინალობა

$$R_{c,p} = \psi R_c = 1,2 \cdot 0,44 = 0,53 \text{ კნ/სმ}^2 = 5,3 \text{ მპ}.$$

საყრდენი ფილის საქირო ფართობი

$$A_{f,e} = \frac{N}{R_{c,p}} = \frac{1928,40}{0,53} = 3638,5 \text{ სმ}^2.$$

საძირკვლის ზომები:

$$A_e = 100 \times 80 = 8000 \text{ სმ}^2;$$

ვახსტებთ ψ კოეფიციენტს (VI.102)

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{Af}{A_e}} = \sqrt[3]{\frac{8000}{3638,5}} = 1,48.$$

რადეს 1,48 მეტია წინასწარ დანიშნულ 1,2 კოეფიციენტზე. ამიტომ
ხელახლა ვსაზღვრავთ საძირკვლის მასალის საანგარიშო წინალობას

$$R_{c,p} = \psi R_c = 1,48 \cdot 0,44 = 0,65 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 6 \text{ მპ}.$$

* $N = F_A$ — სვეტზე დარღობილი მთავარი კოქების რეაქციების წაშლა. რეაქცია
 F_A გამოთვლილია VI. ნიგალითში.

საყრდენი ფილის შესაბამისი ფართობი

$$A_{f1} = \frac{N}{R_{cp}} = \frac{1928,40}{0,65} = 2967 \text{ სმ}^2 < 8000 \text{ სმ}^2.$$

ტრავერსის და სიხისტის წიბოს ფურცლების სისტემის ვნიშნავთ $t_{tr} = 1,2$ სმ.

საყრდენი ფილის გადმოშვერას ტრავერსიდან

$$e = 100 + 12 = 112 \text{ მმ.} \quad (\text{ნახ. VI.29, ბ})$$

საყრდენი ფილის სიგანე

$$B_{f1} = b_f + 2e = 36 + 11,2 \cdot 2 = 58,4 \text{ სმ};$$

საყრდენი ფილის სიგრძე

$$L_{p1} = \frac{A_{f1}}{B_{f1}} = \frac{2967}{58,4} \approx 51 \text{ სმ.}$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით მივიღოთ $L_{f1} = 60$ სმ (ნახ. VI.29), მაშინ

$$l_1 = \frac{L_{f1} - h^*}{2} = \frac{60 - 45,4}{2} = 7,3 \text{ სმ};$$

$$A_{f1} = B_{p1} \cdot L_{p1} = 58,4 \times 60 = 3504 \text{ სმ}^2.$$

ბეტონის საანგარიშო წინალობა

$$R_{cp} = R_c \sqrt[3]{\frac{A_f}{A_{f1}}} = 0,44 \sqrt[3]{\frac{8000}{3504}} = 0,665 \text{ კნ/სმ}^2 = 6,7 \text{ მპ.}$$

ძაბვა საძირკვლის ზედაპირზე

$$\sigma_{p1} = \frac{N}{A_{p1}} = \frac{1928,4}{3504} = 0,55 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 6 \text{ მპ} < R_{p1} \approx 6,7 \text{ მპ.}$$

ვსაზღვრავთ საყრდენი ფილის ცალკეულ უბნებში მღუნავი მომენტის მნიშვნელობებს:

პირველ უბანში (ოთხივე გვერდით დაყრდნობილი ფირფიტა)

$$a_1 = b_f = 36 \text{ სმ}; \quad b_1 = (h - 2l) = (45,4 - 2 \cdot 0,7) = 44 \text{ სმ};$$

ფარლობა

$$\frac{b_1}{a_1} = \frac{44}{36} = 1,22.$$

VI.5 ცხრილიდან $\alpha_1 = 0,064$ (ინტერპოლაციით) მღუნავი მომენტი (VI.105)

$$M_1 = \alpha_1 q \cdot a_1^2 = 0,064 \times 0,55 \times 36^2 = 45,60 \text{ კნ/სმ},$$

* b_f და h შერჩეულია VI.10 მაგალითში.

სადაც

$$q = 0,55 \cdot 1 \text{ სმ} = 0,55 \text{ კნ/სმ.} \quad (\text{VI.108})$$

მეორე უბანში (სამი გვერდით დაყრდნობილი ფირფიტა)

$$a_1 = b_1 = 36 \text{ სმ}; \quad b_2 = l_1 = 7,3 \text{ სმ.}$$

ფარდობა

$$\frac{b_2}{a_2} = \frac{7,3}{36} = 0,2.$$

რადგან $0,2 < 0,5$ -ზე, ამიტომ ფილა ამ უბანში იანგარიშება როგორც კონსოლი-რი კოჭი, სადაც $l_1 = a_3 = 73$ მმ.

მღუნავი მომენტი (VI.107)

$$M_1 = 0,5q \cdot a_3^2 = 0,50 \cdot 0,55 \cdot 7,3^2 = 14,65 \text{ კნ. სმ.}$$

მესამე უბანში (კონსოლური ფირფიტა) $a_3 = l - l_1 = 11,2 - 1,2 = 10$ სმ;

$$M_3 = 0,5 \cdot q \cdot a_3^2 = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 10^2 = 27,5 \text{ კნ. სმ.}$$

უდიდესი მნიშვნელობის მღუნავი მომენტი

$$M_{max} = M_1 = 45,60 \text{ კნ. სმ.}$$

საყრდენი ფილის სისქე

$$t_{f1} = \sqrt{\frac{6M_{max}}{R_{vc}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 45,60}{22,5 \cdot 1,0}} \approx 3,48 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ $t_{f1} = 35$ მმ.

ტრავერსისა და სვეტის შტოების შემაერთებელი შვეული ნაკერების სიმაღლეს წინასწარ ვნიშნავთ $k_f = 0,8$ სმ. ნაკერის სიგრძე (VI-10)*:

$$l_w = \frac{N}{4\beta_f k_f \gamma_w \gamma R_{wf}} = \frac{1928,4}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 20} = 43 \text{ სმ,}$$

სადაც ხელით შედუღების დროს $\beta_f = 0,7$; $\beta_w = 1,0$ (ცხრ. IV.2). როდესაც $R_{wf} = 370$ მპ < 580 მპ, $\gamma_w = \gamma_w z = 1,0$.

ტრავერსის ფურცლის სიმაღლე

$$h_{fr} = l_w + 1 \text{ სმ} = 43 + 1 = 44 \text{ სმ.}$$

ტრავერსის ფურცლის სისქედ ვნიშნავთ $t_{fr} = 12$ მმ-ს. ვამოწმებთ ტრავერსის ფურცლის სიმტკიცეს. ტრავერსის 1 გრძ. სმ მოქმედი საძირკვლის რეაქციული დატვირთვა

$$q_{fr} = \sigma_{p1} \frac{B_{f1}}{2} = 0,55 \frac{58,4}{2} = 16,06 \text{ კნ/სმ.}$$

* რადგან, $1,1 R_{wp} < R_{wf} < \frac{\beta_f}{\beta_f} R_{wp}$, პირობა დატულია, ნაკერის სიგრძეს ვანგარიშობთ ნაკერის ლითონის სიმტკიცის მიხედვით.

მლუნავი მომენტი (VI.111)

$$M_{lr} = \frac{q_0 l_1^2}{2} = \frac{16,06 \cdot 7,3^2}{2} = 428,0 \text{ კნმ.}$$

ტრავერსის წინალობის მომენტი

$$W_{lr} = \frac{t_{lr} B_{lr}^3}{6} = \frac{1,2 \cdot 44^3}{6} = 387,2 \text{ სმ}^3.$$

ძაბვა (VI.112)

$$\sigma = \frac{M_{lr}}{W_{lr}} = \frac{428,0}{387,2} = 1,10 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 11 \text{ მპ} < R_{\sigma} = 225 \text{ მპ.}$$

სიხისტის წიბოზე მოქმედი საძირკვლის რეაქციული ძალა

$$N_s = (e - t_{lr}) \left(\frac{h}{2} + l_1 \right) \gamma_s = (11,2 - 1,2) \left(\frac{45,4}{2} + 7,3 \right) 0,55 = 165,0 \text{ კნ.}$$

სიხისტის წიბოს ტრავერსთან შემაერთებული ნაკერის სიმაღლე* (VI.114):

$$k_f = \frac{N_s}{2\beta_f (h_{lr} - t) \gamma_{\omega} \gamma_{\sigma} R_{\omega f}} = \frac{165}{2 \cdot 0,7 (43 - 1) \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20} = 0,14 \text{ სმ.}$$

ტ. ნ. და პირობების მიხედვით, როდესაც $k_{\gamma\omega} = 235 < 430$ მპ-ზე და $t < 11 - 16$ მმ-ზე (IV.2 ცხრილი), ნაკერის უმცირესი სიმაღლე არ უნდა იქნეს ნაკლები 6 მმ, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ

$$k_f = 6 \text{ მმ.}$$

შედულების ნაკერის სიმაღლე, რომლითაც ტრავერსისა და სიხისტის წიბოების ფურცლები ედულება საყრდენ ფილას (VI.116)*:

$$k_f' = \frac{N}{\beta_f \Sigma l_{\omega} \gamma_{\omega} \gamma_{\sigma} R_{\omega f}} = \frac{1928,4}{0,7 \cdot 120,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 20} = 0,11 \text{ სმ} \approx 12 \text{ მმ};$$

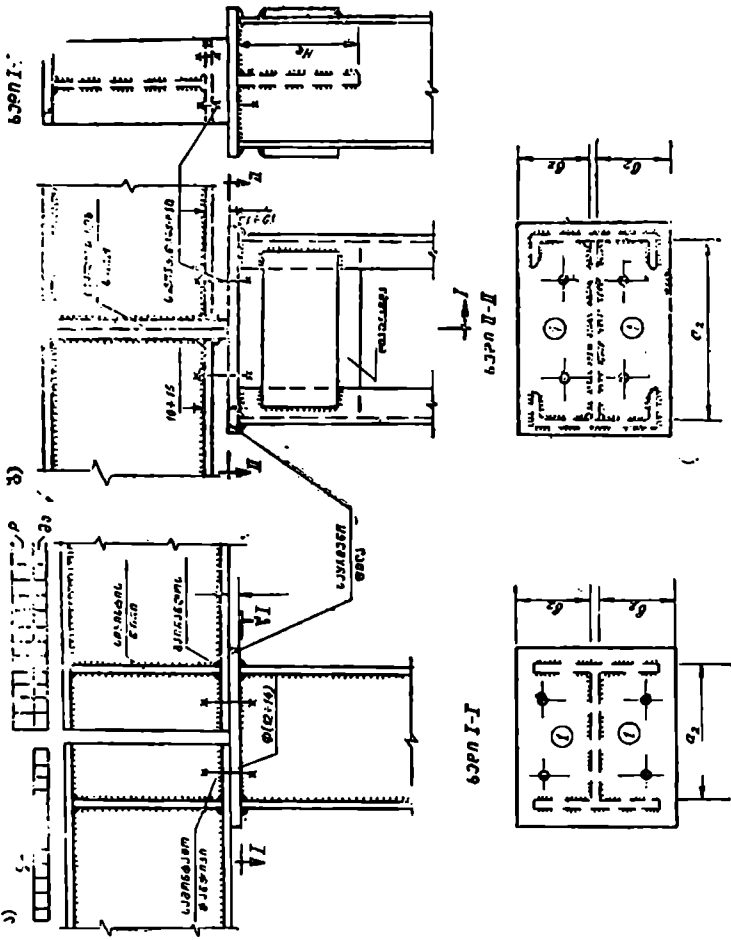
$$k_f = 12 \text{ მმ} > \min k_f = 6 \text{ მმ},$$

სადაც, VI.29 ნახაზის მიხედვით, $\Sigma l_{\omega} = 2[(4 \cdot 11,2 + 4 \cdot 7,3 + 45,4) - (2 \cdot 1,2 + 2 \cdot 1,2)] - 18 = 120,4$ სმ.

3. ხვეტიხ ხათავის კონსტრუქცია

კოკოვინი გაღებუვის სვეტის სათავის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VI.30 ნახაზზე. სათავის კონსტრუქცია ძირითადად შედგება ფოლადის ფილისაგან, რომელიც ქმნის თარაზულ მოედანს კოკების დასაყრდნო-

* რადგან (VI.11) პირობა $1,1 R_{\omega} < R_{\omega f} < \frac{\beta_f}{\beta_f} R_{\omega}$ დაცულია, ნაკერის სიმაღლე განგარშობთ ნაკერის ლითონის სიმტკიცის მიხედვით.



ნახ. VI.30. სვეტის სათავეს კონსტრუქცია:

ა — მოლიანჯელის სათავე; ბ — გისოსურკელიანი სვეტის სათავე.

ბარ. საყრდენი ფილა ედულება სვეტის ზედა ბოლოს მთელი კონტურით. შედულების ნაკერის სიმაღლე განისაზღვრება (IV.8) ფორმულებით:

$$k_1' = \frac{N}{\beta_1 \Sigma l_{\omega} \gamma \omega \gamma R_{\omega 1}}$$

$$k_1'' = \frac{N}{\beta_2 \Sigma l_{\omega} \gamma \omega \gamma R_{\omega 2}}$$

სადაც N არის სვეტზე მოკმედი ნორმალური ძალა,
 Σl — სვეტის სათავეს განივკვეთის კონტურის სიგრძე.

k_f' და k_f'' -დან ნაკერის სიმაღლედ აიღება უდიდესი $\max k_f$.

ჩვეულებრივ, საყრდენი ფილის სისქე აიღება კონსტრუქციული მოსაზრებით (20÷30) მმ-მდე. თუ საჭიროა მისი სიმტკიცის შემოწმება, მაშინ ფილის განივკვეთში მოქმედი მღუნავი მომენტი განისაზღვრება ისე, როგორც საპი ვერდით დაყრდნობილ ფილებში (ნახ. VI.30, ა, ბ). ფილის უბნებში მოქმედი მომენტები გამოითვლება აკად. გალიორკინის ცხრილებით (VI.105). გისოსურკედლიან სვეტებში სვეტის სათავეს აძლიერებენ წყვილი თამასით და შვეული დიაფრაგმით (ნახ. VI.30, ბ). დიაფრაგმა განლაგებულია სვეტის შტოებს შორის კოჭის კედლის სიბრტყეში. შედუღების ნაკერის სიმაღლე, რომლითაც დიაფრაგმა უერთდება სვეტის შტოებს, განისაზღვრება (IV.8) ფორმულებით:

$$k_f' = \frac{F_A}{4\beta_f(H_s-1)\gamma_{af}\gamma_c R_{af}}; \quad k_f'' = \frac{F_A}{4\beta_z(H_s-1)\gamma_{az}\gamma_c R_{az}}, \quad (\text{VI.119})$$

სადაც H_s — დიაფრაგმის სიგრძეა.

k_f' , k_f'' -დან ნაკერის სიმაღლედ აიღება უდიდესი ($\max k_f$).

როდესაც მთავარი კოჭის რეაქცია $F_A > (1000 \div 1500)$ კნ-ზე, კოჭი სვეტის სათავეს ეყრდნობა ქვედა სარტყლით (ნახ. VI.30, ა). ასეთი კონსტრუქციის დადებითი მხარეა მისი სიმარტივე და საყრდენ ფილაზე კოჭის რეაქციის თანაბარი განაწილება, უარყოფითი კი — სვეტი მუშაობს ექსცენტრულ კუმშვაზე (დროებითი დატვირთვის ერთ მალზე განლაგების შემთხვევაში). ამიტომ, როდესაც $F_A \leq 1000$ კნ, კოჭის საყრდენი რეაქციის გადაცემა სვეტის სათავეზე წარმოებს კოჭის საყრდენი სიბისტის წიბოს საშუალებით (ნახ. VI.30, ბ). რეაქციის ცენტრალურად გადაცემის მიზნით, საყრდენი წიბო კოჭის ქვედა სარტყლიდან დაცილებულია (10÷15) მმ-ით. კოჭის შემთხვევითი გადაადგილების საწინააღმდეგოდ, იგი სვეტის სათავეს ემაგრება სამონტაჟო ქანქიკებით ($d = 10 \div 12$ მმ).

VII თავი

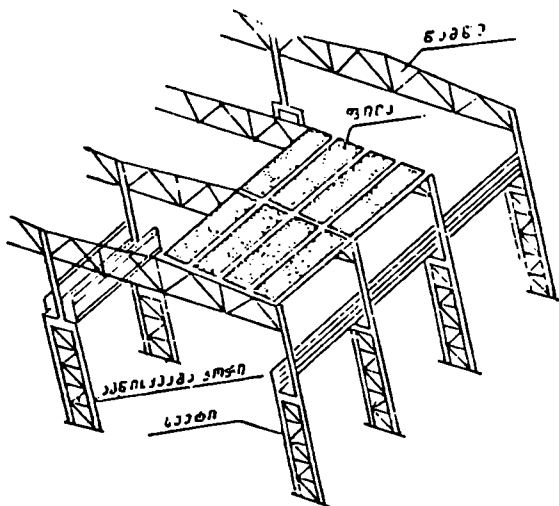
მსუბუქი წამწები

§ VII.1. გადახურვა მსუბუქ წამწებზე

როდესაც სამრეწველო ან სამოქალაქო ნაგებობათა გადახურვის მალი არ აღემატება 42 მ-ს, გადახურვა ხორციელდება მსუბუქ წამწებზე, ანუ, როგორც მათ ხშირად უწოდებენ, ნივნივებზე.

სამრეწველო ნაგებობებში წამწები ემაგრება ფოლადის სვეტებს

(ნახ. VII.1) ან ეყრდნობა რკინაბეტონის ან ფოლადის სვეტებს (ნახ. VII.3). პირველ შემთხვევაში ნივნიური წამწები სვეტებთან ერთად ქმნიან სამრეწველო საამქროს ხისტ კვანძოვან განივ ჩარჩოებს, მეორე შემთხვევაში—განივ ჩარჩოებს ზედა სახსროვანი კვანძებით. სამოქალაქო ნაგებობებში წამწები ეყრდნობა კედლებს, ხშირად სვეტებს.



ნახ. VII.1. უგრძივო გადახურვა.

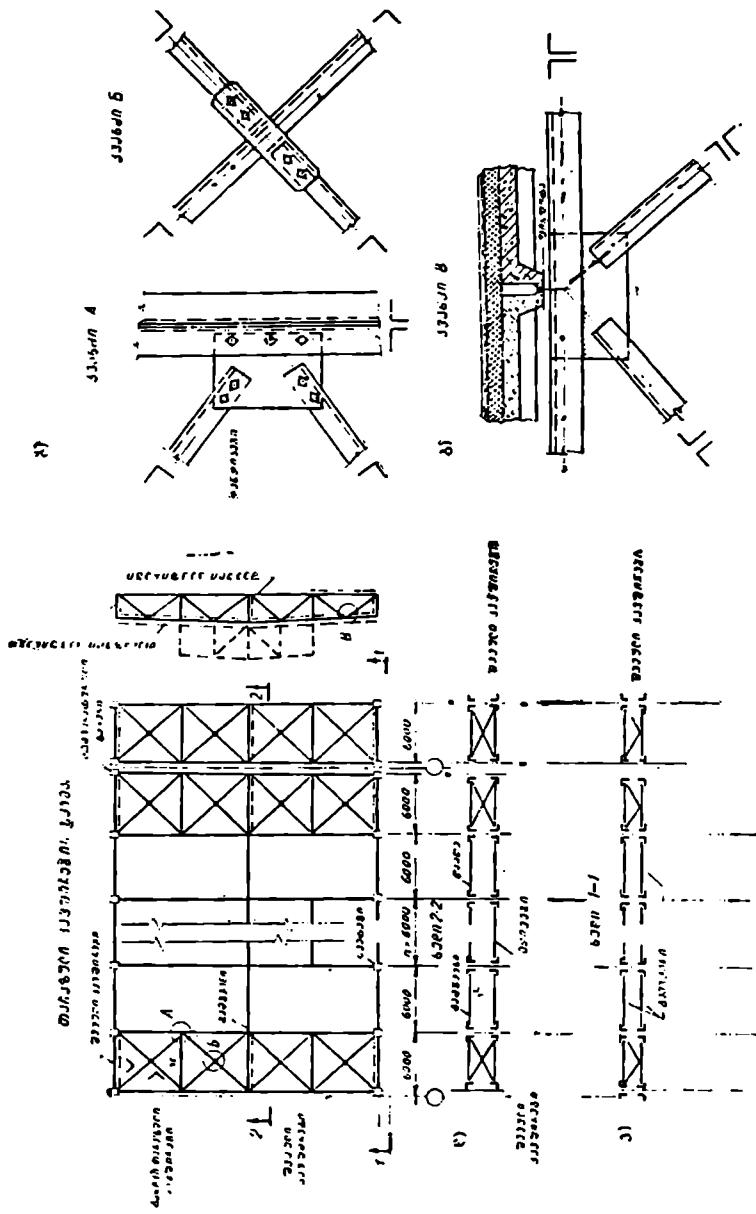
ნაგებობათა გადახურვა შედგება: სახურავის გრძივების, წამწების, ნივნიკვებში წამწების, შუქფარების და კავშირებისაგან.

კოქოვანი გადახურვის ანალოგიურად, გადახურვა წამწებზე გეგმარდება:

- ა) უგრძივო, ანუ მარტივი, ბ) გრძივებით, ანუ ნორმალური და
- გ) გართულებული ტიპის.

1. უგრძივო გადახურვა

უგრძივო გადახურვის სქემა ნაჩვენებია VII.2, ა ნახაზზე. ასეთი ტიპის გადახურვა გეგმარდება როდესაც ჰიდროსაიზოლაციო მასალა რუბეროიდი, ტოლი ან პერგამინია. როგორც VII.1 და VII.2 ნახაზებიდან ჩანს, გადახურვა შედგება: წამწების, რკინაბეტონის ფილებისა და კავშირებისაგან; რკინაბეტონის უნიფიცირებული ზომის ფილები (1,5×Xც; 3×6; 1,5×12; 3×12 მ-ზე) უშუალოდ ლაგდება წამწების ზედა სარტყლებზე (ნახ. VII.1). ფილებში წინასწარ ჩაბეტონებულია ფოლადის დიფიტები, რომელთა საშუალებით ფილები ედულება წამწის



ნახ. VII 2. ა, ბ, გ, დ, ე—უწყბ-ეო გადახერვის სქემები.

სარტყლებს (ნახ. VII.2, გ). წამწეებს შორის მანძილი წარმოადგენს გადახურვის ფილების მალს, ამიტომ მათ შორის მანძილი (გრძივი ბიჯი) გადახურვის ფილების სიგრძის ტოლია (6 ან 12 ზ). რკინაბეტონის ფილების წამწეების ზედა სარტყლებთან მიმაგრებისა და მათ შორის მდებარე ღრეჩოების ცემენტის ხსნარით ამოვსების შემდეგ, გადახურვა წარმოადგენს ხსტ ფისკოს. ასეთი დისკოთი წამწეების მდგრადობა თარაზულ სიბრტყეში უზრუნველყოფილია. მიუხედავად ამისა, კონსტრუქციული მოსაზრებით, გადახურვის განაპირა პანელებში და ტემპერატურულ ნაკერებთან დამატებით იდგმება თარაზული განივი კავშირები (ნახ. VII.2 ა). განივი კავშირები განლაგებულია ორი მეზობელი წამწის ზედა სარტყელს შორის სახურავის სიბრტყეში და წარმოადგენს პარალელურ-სარტყლებთან წამწეს ჯვარედინა სისტემის გისოსებით. განივი კავშირის დგარები იდგმება წამწეების თითო კვანძის გამოშვებით და სრულდება ორი კუთხედისაგან, ირიბანები—ერთი კუთხედისაგან.

განივი კავშირების დანიშნულებაა: 1) ფილების ცალმხრივი დაღების დროს თავიდან აცილებული უნდა იქნეს ზედა სარტყლის შეხაძლო გრება. 2) უზრუნველყოს წამწეების ზედა სარტყლების მდგრადობა წამწეების მართობ სიბრტყეში ფილების დალაგებისა და მონტაჟის პროცესში; ამავე მოსაზრებით, წამწეების კეხისა და საყრდენ კვანძებს შორის იდგმება განმბრჯენები. უკანასკნელნი წარმოადგენენ ორი კუთხედისაგან შემდგარ ჯვარედინა განივკვეთის მქონე ელემენტებს (ნახ. VII.2. დ). გადახურვის შვეულ სიბრტყეში სიხისტის უზრუნველსაყოფად და მონტაჟის დროს წამწეების შვეულად დამაგრების მიზნით ეწყობა შვეული კავშირები, რომლებიც წარმოადგენენ ჯვარედინად განლაგებულ ირიბნებს და იდგმება მეზობელი წამწეების შუალედი და საყრდენი დგარების სიბრტყეებში (ნახ. VII.2 დ, ე). როგორც წესი, საიმპროს გრძივი მიმართულებით შვეული კავშირები იდგმება იმ პანელებში, სადაც განლაგებულია თარაზული განივი კავშირები. კავშირის ელემენტების მიმაგრება წამწეებთან ხორციელდება სამონტაჟო კანქიკებით (ნახ. VII.2, ბ).

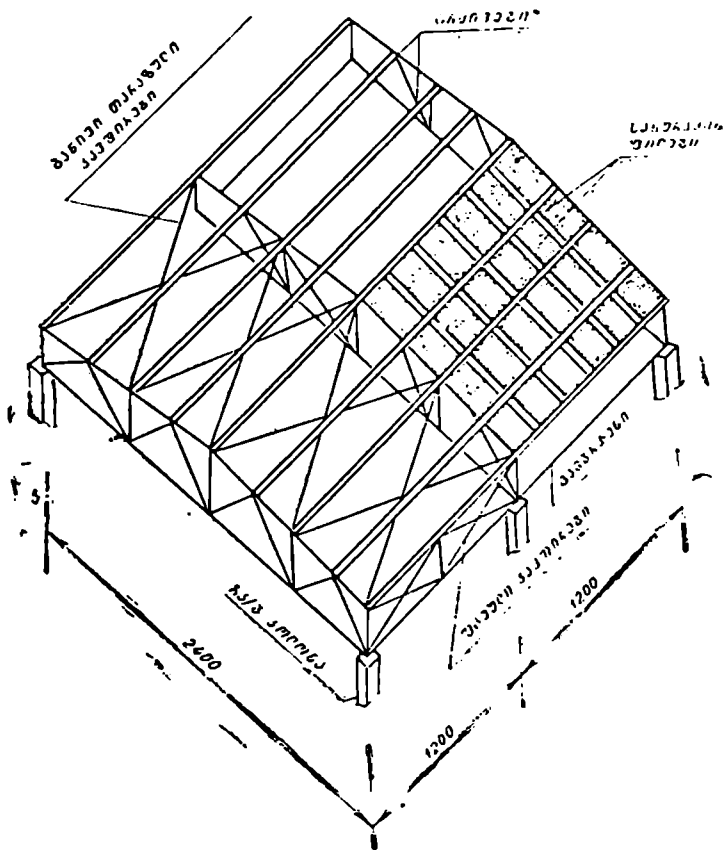
წამწეების ქვედა სარტყლის პორიზონტალური სიხისტის გაზრდის მიზნით, ქვედა შუა კვანძებს შორის იდგმება მქიშები (ნახ. VII.2, ლ).

2. გრძივებით გადახურვა

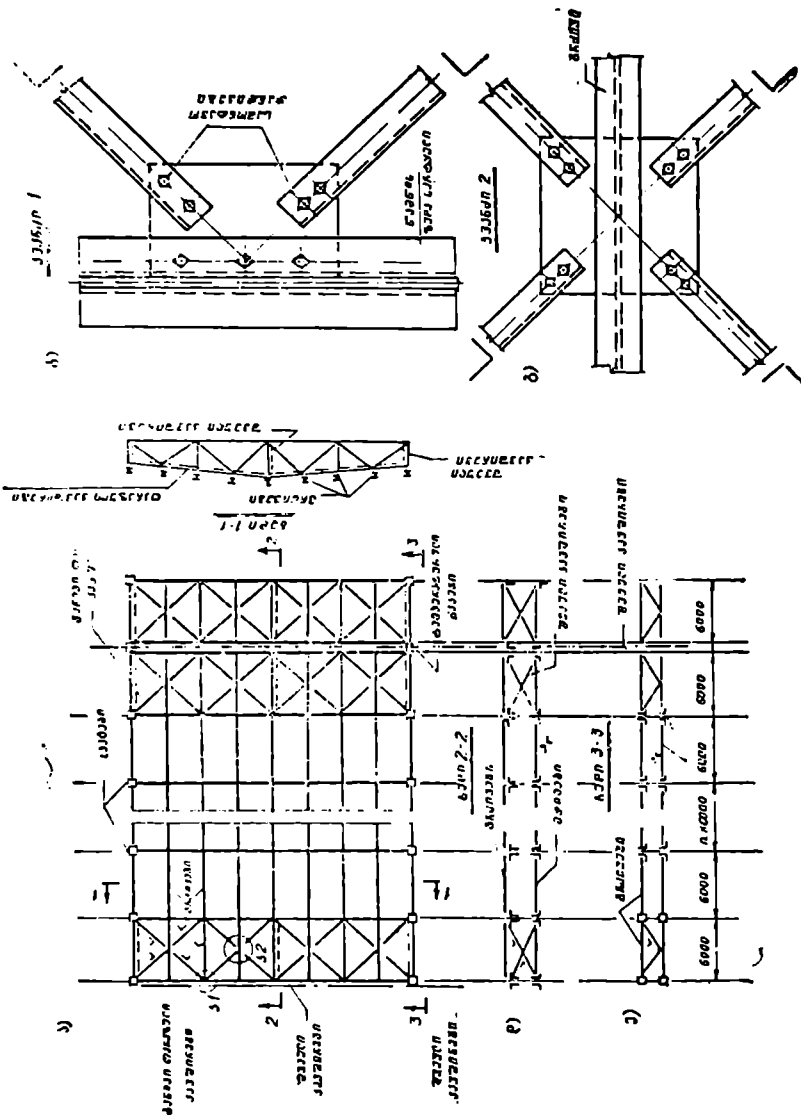
გრძივებით გადახურვა გამოიყენება ტალღოვანი აზბესტცემენტის ან, იშვიათად, 3 მ-ის სიგრძის მსუბუქი რკინაბეტონის ფილებით გადახურვის დროს (ნახ. VII. 3, 4). აზბესტცემენტის ფილების სტანდარტული სიგრძე იცვლება $1,75 \div 2,5$ მ-მდე. გრძივები წარმოადგენენ

ორტესები ან შევლერული პროფილის მქონე კოქებს, რომლებზე-
დაც უშუალოდ ლაგდება გადახურვის ფილები. რკინაბეტონის ფილე-
ბით გადახურვის შემთხვევაში, იმისათვის, რომ არ მოხდეს წამ-
წეს ზედა სარტყლის განივი დუნვა, გრძივებს დგამენ წამწეს ზედა კვან-
ძებზე (ნახ. VII.3—4, ა). აზბესტცემენტის ფილებით გადახურვი-
სას, გრძივების მასა მცირეა, აქიტომ მათი დაყრდნობა შეიძლება
როგორც კვანძებზე, ისე კვანძებს შორისაც. გადახურვის წამწების
ზედა სარტყლებს შორის, სახურავის და დგარების შვეულ სიბრტყეებში
იღებება თარაზული და შვეული კავშირები (ნახ. VII.3 და 4). თარაზუ-
ლი განივი კავშირების დანიშნულებაა:

- ა) უზრუნველყოს გადახურვის სიხისტე თარაზულ სიბრტყეში.
- ბ) მიიღოს საამქროს განივ კედელზე მოქმედი ქარის დატვირთვა.



ნახ. VII 3. გრძივებით გადახურვის სქემა.



ნ.ხ. VII.4. გრძივები და სარკმლის და მათი კავშირების მოწყობის სქემა.

გ) შეამციროს სანინეო წამწების ზედა სარკმლის საანგარიშო სივრცეები მათი თარაზულ სივრცეში გაანგარიშების დროს.

უგრძელო გადახურვის კავშირების ანალოგიურად. აქაც განივი კავშირები წარმოადგენს პარალელურსარკმლებიან წამწებს; იღებება

გადახურვის (ან ტემპერატურული ბლოკის) განაპირა პანელებში (ნახ. VII.4, ა). თუ გადახურვის (ან ტემპერატურული ბლოკის) სიგრძე მეტია 60 მ-ზე, მაშინ განივი კავშირები იდგმება სათავისის შუალედ პანელებშიც, ისე რომ კავშირებს შორის მანძილი არ აღემატებოდეს $50 \div 60$ მ-ს. განივ კავშირებს შორის მდებარე წამწეები ერთმანეთთან დაკავშირებულია გრძივებით. კავშირთა ასეთი სისტემით წამწეების ყველა ზედა კვანძი დამაგრებულია. ამის გამო, ზედა სარტყლის ელემენტების მდგრადობაზე გაანგარიშებისას წამწეს მართობ სიბრტყეში ელემენტის საანგარიშო სიგრძედ (l_y) იიღება ზედა პანელის გეომეტრიული სიგრძე.

ტექნიკური ნორმებით, წამწეს ქვედა სარტყლის მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს 400-ს. ამ მოთხოვნის დასაცავად, წამწეების ქვედა განაპირა კვანძებს შორის იდგმება განმბრჯენები (ნახ. VII.4, ე), ხოლო შიგა კვანძებს შორის—შკიშები (ნახ. VII.4, დ) ჩვეულებრივ, განმბრჯენები წარმოადგენენ კუთხოვანებს, შკიშები—წრიული კვეთის ღრეკად ღეროებს ($d = 20 \div 22$ მმ).

შეუღლი კავშირების დანიშნულება და კონსტრუქციული სქემა ანალოგიურია უგრძივო გადახურვის ასეთივე სახის კავშირებისა (ნახ. VII.4, ე, დ). თარაზული კავშირების მიმაგრების დეტალები ნაჩვენებია VII.4, ბ, გ ნახაზზე.

ჰ. გადახურვის გართულებული ტიპი

სამრეწველო საამქროს დაგეგმარების დროს, ზოგჯერ, ტექნოლოგიური ან ეკონომიური მოსაზრებით, სვეტებს შორის მანძილი იიღება ≥ 12 მეტრზე. ასეთ შემთხვევებში გადახურვა გეგმარდება გართულებული ტიპის (ნახ. IX.3).

გართულებული ტიპის გადახურვა შედგება: წამწეების, ნივნიქვებზე წამწეებისა და კავშირებისაგან. ზემოთ განხილული გადახურვებისაგან განსხვავებით, ასეთი ტიპის გადახურვებში განივ ჩარჩოებს შორის მდებარე ნივნივები ეყრდნობა პარალელურსარტყლებიან წამწეებს (ნახ. IX.3).

ეს უკანასკნელი ემაგრება ჩარჩოს სვეტებს.

გადახურვის სქემა დეტალურად განხილულია სამრეწველო საამქროს კარკასის განხილვის დროს.

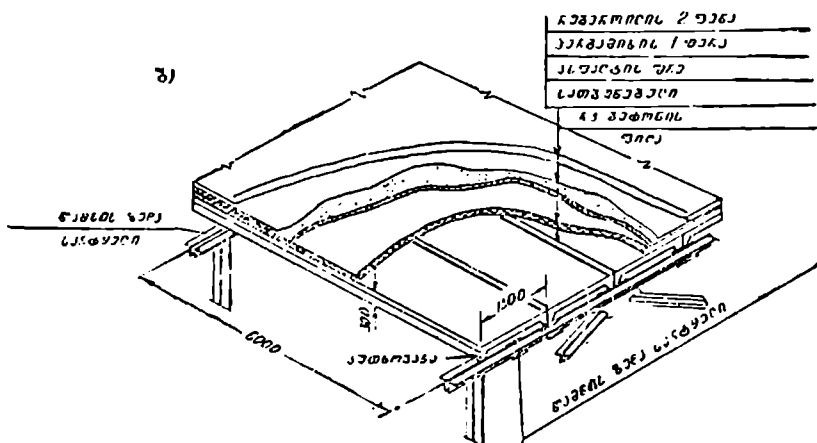
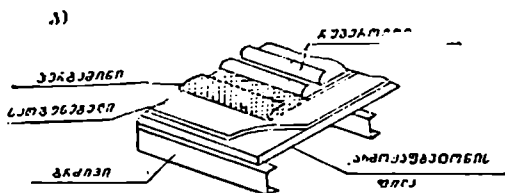
§ VII.2. სახურავის კონსტრუქცია

როგორც აღნიშნული იყო, გადახურვის წამწეების ზედა სარტყლებზე ან გრძივებზე ლაგდება სახურავის ფილები (ნახ. VII.5).

გადახურვის წამწეების ზემოთ განლაგებულ კონსტრუქციას სახურავის კონსტრუქციას უწოდებენ.

სათაესის დანიშნულების მიხედვით, სახურავის კონსტრუქცია შეიძლება იქნეს თბილი ან ცივი. თბილი სახურავი შედგება ჰიდროსაინზულაციო ფენილის (პერგამინი, რუბეროიდი) ასფალტის შრის, სათბუნებლის (ფიბროლიტი, მინერალური ბამბა და სხვ.) და მზიდი ფილებისაგან (ნახ. VII.5). ცივი სახურავი გეკმარდება სათბუნებლის გარეშე.

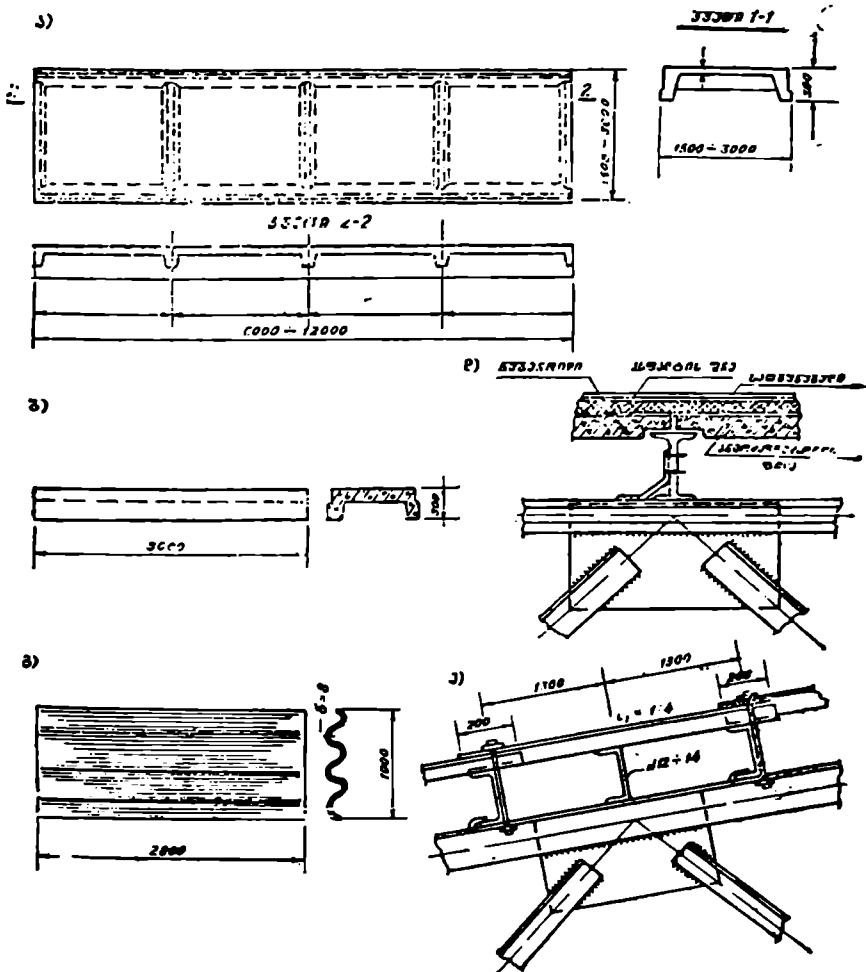
თბილი სახურავის ფილებად გამოიყენება: უნიფიცირებული წიბოვანი რკინაბეტონის ფილები (ნახ. VII.5, ბ, VII. 6, ა), არმოქაფბეტონისა და არმოქაფსილიკატური ფილები (ნახ. VII.5, ა. VII.6, ბ). არმოქაფბეტონის ფილების მასა რკინაბეტონის ფილებთან შედარებით გაცილებით



ნახ. VII.5. ა—თბილი სახურავი გრძივებზე; ბ—თბილი სახურავი უგრძივო გადახურვებში.

მცირეა. გარდა ამისა, ასეთ ფილებში შეთავსებულია ფილის მზიდუნარიანობისა და თბომდეგობის თვისებები, რაც მათ დიდ უპირატესობად ითვლება.

არმოქაფბეტონის ფილები მზადდება სიგრძით 1,5 ÷ 3 მ და ლაგდება სახურავის გრძივებზე (ნახ. VII.5, ა). ფილის გრძივებზე დაყრდნობის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.6, დ ნახაზზე. წიბოვანი ლილქანე-



ნახ. VII.6. სახურავის ფილები:

- ა-წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის წებოვანი ფილა;
- ბ-არმოქმედებონის ფილა;
- გ-ტალღოვანი აბზესტ(ე)მენტის ფილა;
- დ-ფილის გრძივებზე დაყრდნობის ლეტალი;
- ე-სახურავის ლეტალი (ტალიოვანი).

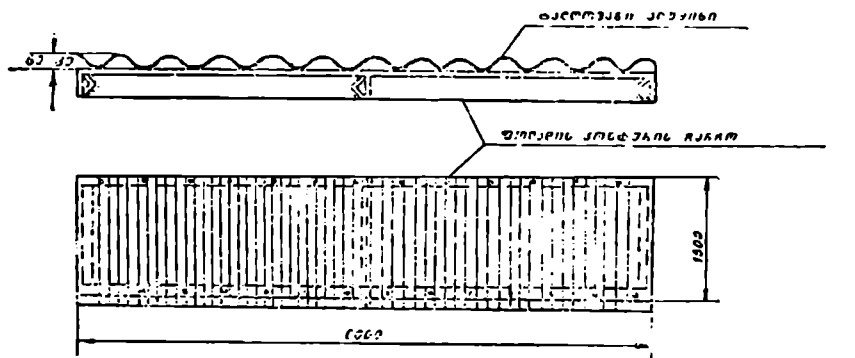
ლოვანი რკინაბეტონის ფილების სტანდარტული ზომებია 3×6 მ ან 3×12 მ-ზე (ნახ. VII.6, ა). ასეთი ფილებით წამყვებს შორის სივრცე იხურება უშუალოდ, გრძივების გამოყენების გარეშე (ნახ. VII.5, ბ).

რკინაბეტონის ფილებით გადახურვის უარყოფითი მხარეა მათი დიდი მასა. სახურავის კონსტრუქციის მასის შემცირების მიზნით, უკ-

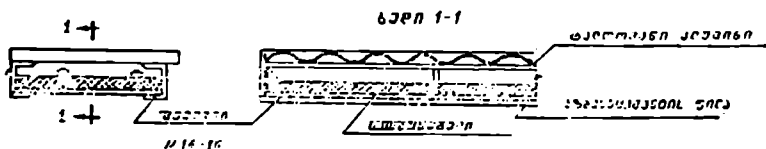
ნასკნელ ხანებში ფართოდ გამოიყენება აზბესტცემენტის ან ალუმინის ტალღოვანი ფილები, ან ფოლადის პროფილოვანი ფენილები. აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფილების ზომებია $1125 \times 2800 \times 8$ მმ ან $1125 \times 2500 \times 8$ მმ, $1125 \times 1750 \times 8$ მმ (ნახ. VII.6, გ). მისი მცირე სისქის გამო, თითოეული ფილა მოითხოვს ორ გრძივზე დაყრდნობას. ამიტომ, ასეთი ფილებით გადახურვის დროს, გრძივებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს $800 \div 1300$ მმ-ს (ნახ. VII.6, ე).

ალუმინის ცივი სახურავე შედგება ალუმინის ტალღოვანი ფურცლებისა და ფოლადის გრძივებისაგან. გრძივებს შორის მანძილი $1,25 \div 1,6$ მეტრია. ხშირად იგი გეგმარდება ცალკეული პანელების სახით ($1,5 \times 3,0$ მ, ნახ. VII.7).

ალუმინის თბილი სახურავე წარმოადგენს ორფენოვან ფილას უნი-



ბ)

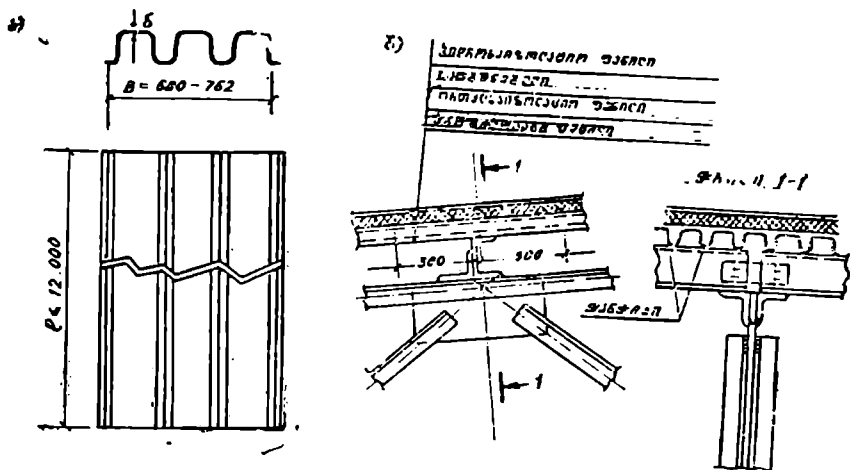


ნახ. VII.7. ალუმინის სახურავე ფილები:
ა—ცივი სახურავე; ბ—თბილი სახურავე.

ფიცირებული ზომებით ($1,5 \times 3,0$ მ, $5 \times 6,00$ მ, ნახ. VII.7, ბ). ზედა ფენა—ალუმინის ტალღოვანი ფილებია, ქვედა ფენა—აზბესტცემენტის ან ალუმინის ბრტყელი ფურცლები. უკანასკნელზე ლაგდება თბოსაიზოლაციო ფილები. პანელის ზედა და ქვედა ფურცლები ჩამაგრებულია შველერებისაგან შემდგარ კონტურულ ჩარჩოში და მასთან ერთად ქმნის

სახურავის ხისტ ელემენტს. ალუმინისა და ფოლადის შეხების ადგილებში ინტენსიურად ვითარდება კოროზია. კოროზიის თავიდან აცილების მიზნით, აუცილებელია ალუმინის ფურცლებისა და გრძივების შეერთებები განხორციელდეს საფოლადო სადებებისა და მოთუთიებული ან მოკადამიუმებული ქანკიკებით.

უქანასკნელ ხანებში, განსაკუთრებით სამრეწველო სამკროების გადახურვებში, ფართოდ გავრცელდა ფოლადის პროფილოვანი ფენილები (ნახ. VII.8, ა). ასეთი ფენილები იშტამპება ფოლადის თხელი



ნახ. VII.8. თბილი სახურავი პროფილოვანი ფენილით.

($t = 0,8 \div 1$ მმ) მოთუთიებული ფურცლებისაგან. ფენილის სიგანე $B = 680 \div 762$ მმ, სიგრძე $l \leq 12$ მეტრის. ისინი ლაგდება გრძივებზე. გრძივებს შორის მანძილი 3 მ-ია.

VII.8, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია პროფილოვანი ფენილის დაყრდნობის კონსტრუქცია წამწის ზედა კვანძზე.

წყლის გადასაყვანად სახურავებს ეძლევა ცალმხრივი ან ორმხრივი ქანობი. ქანობის სიდიდე (i_1) დამოკიდებულია ჰიდროსაიზოლაციო მასალაზე.

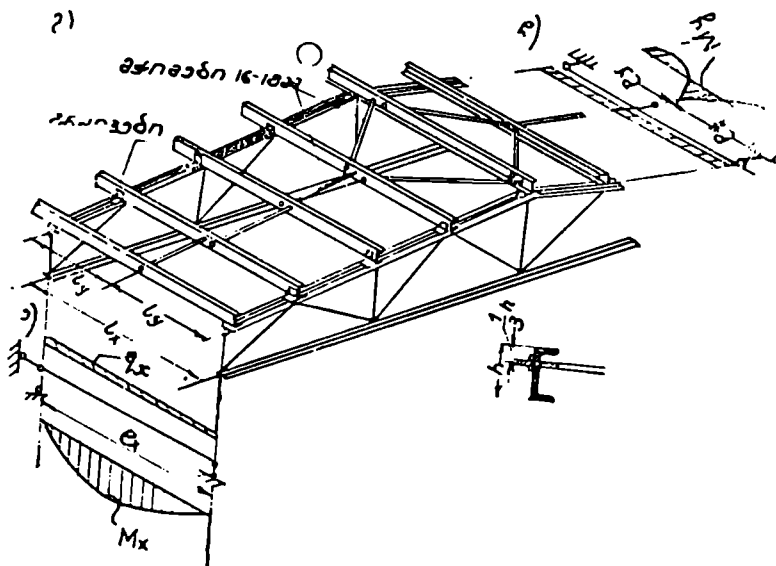
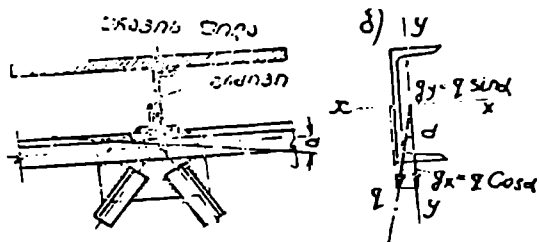
რუბეროიდით გადახურვის დროს $i_1 = 1,5 \div 12\%$. აზბესტცემენტის ან ალუმინის ფილებით გადახურვის შემთხვევაში $i_1 = 25-33\%$.

§ VII.3. გრძივები

სახურავის გრძივებად გამოიყენება გაგლინულო ორტესებრი ან შევლერული სახის პროფილები (ნახ. VII.9). მონტაჟის სიადვილის მიზნით გეგმარდება კრილი გრძივები—ერთმალისანი კოქების სახით. ისინი იდგ-

მება წამწის ზედა სარტყლის ნორმალურად და მუშაობს ირიბ ღუნვაზე (ნახ. VII.9, გ).

გრძივების განივი ღუნვით გამოწვეული ძაბვების შემცირების მიზნით, სახურავის ქანობის სიბრტყეში, გრძივებს შორის იდგმება კავშირები (ნახ. VII.9, გ). კავშირები სრულდება წრიული კვეთის ფოლადის ღეროებისაგან და წარმოადგენენ ჩვეულებრივ მკიშებს ($d = 16 \div 18$ მმ). ქანობის სიბრტყეში მკიშების საშუალებით გრძივები მუშაობენ როგორც ორმალიანი კოჭები (ნახ. VII.9, დ). ასეთ გრძივებში,



ნახ. VII 9. ა, ბ, გ, დ - სახურავი მკიშებით.

ერთმალეან გრძივებთან შედარებით, სახურავის ქანობის სებრტყეში მლუნავი მომენტები ოთხჯერ მცირდება.

გრძივების გაანგარიშება წარმოებს სახურავის საკუთარ მასაზე და თოვლის დატვირთვაზე.

სახურავის პარალელურ და მის მართობ სიბრტყეში მოქმედი დატვირთვის მდგენელები განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. VII.9, ბ)

$$q_y = q \sin \alpha; \quad (VII.1)$$

$$q_x = q \cos \alpha,$$

სადა q არის გრძივის 1 მეტრზე მოქმედი შევეული საანგარიშო დატვირთვა;

α — სახურავის დახრის კუთხე თარაზულ სიბრტყესთან (ქანობი);

q_x და q_y — დატვირთვებით განოწვეული მლუნავი მომენტები (ნახ. VII.9, დ)

$$M_x = \frac{q_x l_x^3}{8}; \quad (VII.2)$$

$$M_y = \frac{q_y l_y^3}{8} = \frac{q_y l_x^2}{32}, \quad (VII.3)$$

სადაც l_x და l_y არის გრძივების მალი $x-x$ და $y-y$ სიბრტყეში (ნახ. VII.9. ე, დ).

შეიმებით და სახურავი ფილებით გრძივების საერთო მდგრადობა უზრუნველყოფილია, ამიტომ გრძივების სიმტკიცე შეიძლება შემოწმდეს მასალის პლასტიკური დეფორმაციების გათვალისწინებით (I ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობა)

$$\sigma = \frac{M_x}{c_x W_x} + \frac{M_y}{c_y W_y} \leq R_{\sigma} \gamma_c. \quad (VII.4)$$

აქ W_x და W_y არის გრძივის წინაღობის მომენტები მისი მთავარი ღერძების მიმართ (ნახ. VII.9, ბ); c_x , c_y — კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებს მასალის პლასტიკურობას. მათი სიდიდე აიღება I დან. მე-11 ცხრილიდან. სიმტკიცის გარდა საკუთრა გრძივების სიბრტყეზე შემოწმება VI.12 ფორმულით (II ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობა)

$$f_{max} = \frac{5}{324} \frac{q_x l^4}{EI_x} \leq |f|, \quad (VII.5)$$

სადაც q_x არის ნორმატიული დატვირთვის მდგენელი ქანობის მართობ სიბრტყეში.

I_x — გრძივის ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ;

$|f| = \frac{1}{200}$ — გრძივის ჩალუნვის დასაშვები მნიშვნელობა (I დანართის მე-9 ცხრილი).

§ VII.4. გადახურვის წამწეები

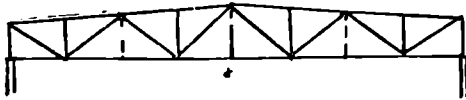
წამწეები წარმოადგენს გადახურვის ძირითად მზიდ ელემენტებს მათი საშუალებით სახურავეზე მოქმედი დატვირთვები გადაეცემა კედლებს ან სვეტებს.

წამწეები ელემენტებში მოქმედი ძალების სიდიდის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: მსუბუქ და მძიმე წამწეებად.

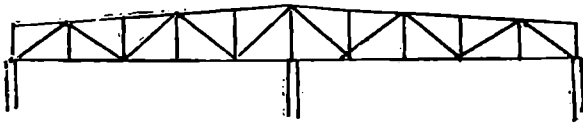
მსუბუქი ეწოდება ისეთ წამწეებს. სადაც უდიდესი ძალების მნიშვნელობები სარტყლებში არ აღემატება 3500 ÷ 5000 კნ, ხოლო მალი—42მ-ს. მალების რაოდენობის მიხედვით წამწეები იყოფა: კრილ—ერთმალიან, უკრ—მრავალმალიან და კონსოლურ წამწეებად (ნახ. VII.10).

დამზადებისა და მონტაჟის სიადვილის მიხედვით ყველაზე რაციონალურია კრილი წამწეები. მასალის მინიმალური ხარჯის მიხედვით (თუ

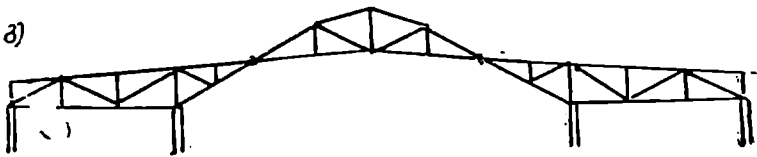
ა)



ბ)



გ)



ნახ. VII.10. კოჭიანი წამწეების სქემები:

ა—კრილი—ერთმალიანი; ბ—უკრი—ორმალიანი; გ—კონსოლური.

ტემპერატურისა და ყაშირის ჯდომის გავლენა (მცირეა)—უკრი წამწეები. კონსოლურ წამწეებს, კრილ და უკრ წამწეებს შორის, უკირავს საშუალო ადგილი.

კონსოლურ წამწეში სახსრების მოწყობა ართულებს მის კონსტრუქციას, ამიტომ გამოიყენება იშვიათად. მათი გამოყენება შეიძლება გამართლებულ იქნეს მხოლოდ მაშინ, თუ ტემპერატურის ცვალებადობით და ყაშირის ჯდომით გამოწვეული დაზიანებები დიდი.

მცირე დატვირთვებისა და შალის შემთხვევაში ($l \leq 42$ მ) ფოლადის ზარჯი და ღირებულება კრილ, უკრ და კონსოლურ წამწეში თითქმის ტოლია, ამიტომ საშოკალაქო და საპრეწველო ნაგებობების გადასახურავად ძირითადად გამოიყენება კრილი მსუბუქი წამწები. კონსტრუქციის მიხედვით მსუბუქი წამწები იყოფა:

დაუძაბავ (ნახ. VII.11—13) და წინასწარ დაძაბულ წამწებად (ნახ. VIII.9) სარტყლის მოხაზულობის მიხედვით—ტრაპეციულ, პარალელურსარტყლებიან და სამკუთხა მოხაზულობის წამწებად.

1. ტრაპეციული მოხაზულობის წამწები

ტრაპეციული მოხაზულობის წამწები გამოიყენება, როდესაც ჰიდროსაინჰოლაციო მასალა რუბეროიდი, ტოლი ან პერგამინია. წამწის მოხაზულობა განპირობებულია რულონური მასალის საკირო ქანობით და წამწის მასის მინიმალობის პირობით. VII.11 ნახაზზე ნაჩვენებია ტიპური ტრაპეციული წამწები უნიფიცირებული ზომებით.

წყლის უქეთ გადაყენის მიზნით, წამწის ზედა სარტყლის ქანობა აიღება $i_1 = \frac{1}{8} \div \frac{1}{12}$. ზედა სარტყლის პანელის სიგრძეზე $l_m = 3,0$ მ.

წამწის მასა უმცირესია, როდესაც მისი სარტყლებისა და გისოსების მასა დაახლოებით ტოლია. აღნიშნულ პირობას ადგილი აქვს, როდესაც წამწის სიმაღლე $h \approx \frac{1}{5}l$ -ის. ასეთი დიდი სიმაღლის მქონე

წამწის ტრანსპორტირება და მონტაჟი ძნელდება. ამიტომ ტრაპეციული წამწების ოპტიმალურ სიმაღლედ მიღებულია მისი სიმაღლე სიხისტის პირობით

$$h = \left(\frac{1}{7} \div \frac{1}{9} \right) l. \quad (\text{VII.6})$$

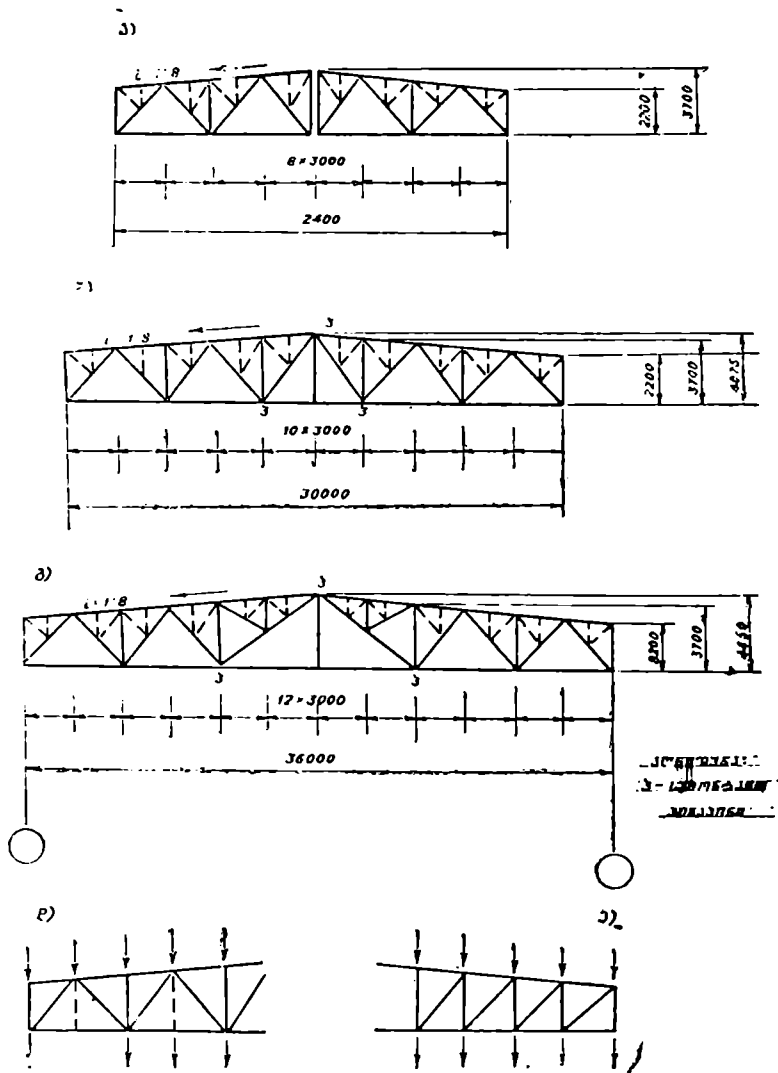
წამწის სიმაღლე საყრდენზე განისაზღვრება სახურავის ქანობის სიდიდის მიხედვით

$$h_0 = h - i \frac{l}{2}. \quad (\text{VII.7})$$

წამწების ტიპიზაციისა და უნიფიცირების მიზნით, წამწების მალეობი (l) 6-ის ჯერადია:

$l = 18, 24, 30, 36$ და 42 მეტრს.

როდესაც ტრაპეციული წამწების ქვედა სარტყლები დაუტვირთავია, წამწის შესავსებად გეგმარდება სამკუთხა სისტემის ირიბანები დამატებითი ღვარებით (ნახ. VII.11 ა, ბ, გ). ასეთი გისოსებიანი სისტემის წამწების მასა, ელემენტების და კვანძების რაოდენობა, სხვა სის-



ნახ. VII. 11. ა, ბ, გ, დ, ე — ტიპური ტრაპეციული სისტემის წარწეცნი.

ტემის გისოსებიან წამწეებთან შედარებით, მცირეა, რაც ითვლება მათ ღიდ უპირატესობად. როდესაც დატვირთვები მოქმედებენ წამწის ქვედა სარტყლის კვანძებზე, ხამუთხა სისტემის გისოსებში დამატებით დგამენ წრიული კვეთის ფოლადის საკიდებს (ნახ. VII.11 დ). საკიდები ზრდის

წამწის მასას, ამიტომ ზოგჯერ წამწის შესავსებად მიზანშეწონილია დაღმავალირიბანიანი გისოსთა სისტემა (ნახ. VII.11, ე). ტრაპეციული წამწეები ძთლადნად მზადდება ლითონის კონსტრუქციების ქარხნებში. მათი გადაზიდვა ეშენებლობის ადგილზე წარმოებს ცალკეული სამონტაჟო ერთეულების სახით (ნახ. VII.11); რკინიგზით ტრანსპორტირების დროს, წამწეები, მალით 30 და 36 მ, ბაქანზე იდგმება შეუულად. გადმობრუნებულ მდგომარეობაში ორი ნახევარწამწის სახით (ზედა სარტყლებით ძირს). ტიპური ტრაპეციული წამწეები გათვალისწინებულია (3×6) მ ან (3×12) მ ზომის რკინაბეტონის ფილებით გადახურებისათვის. $1,5 \times 6$ მ ფილებით გადახურვის დროს ტრაპეციული წამწეების გისოსები გეგმარდება შპრენგელებით (ნახ. VII.11-ზე ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზით).

როდესაც წაწის მალი მეტია 36 მ-ზე, წამწეს ეძლევა სამშენებლო აწევა. აწევის ისარი აიღება მუდმივი და ხანგრძლივი დროებითი დატვირთვის შესაბამისი წამწის ჩალუნვის ისრის ტოლი.

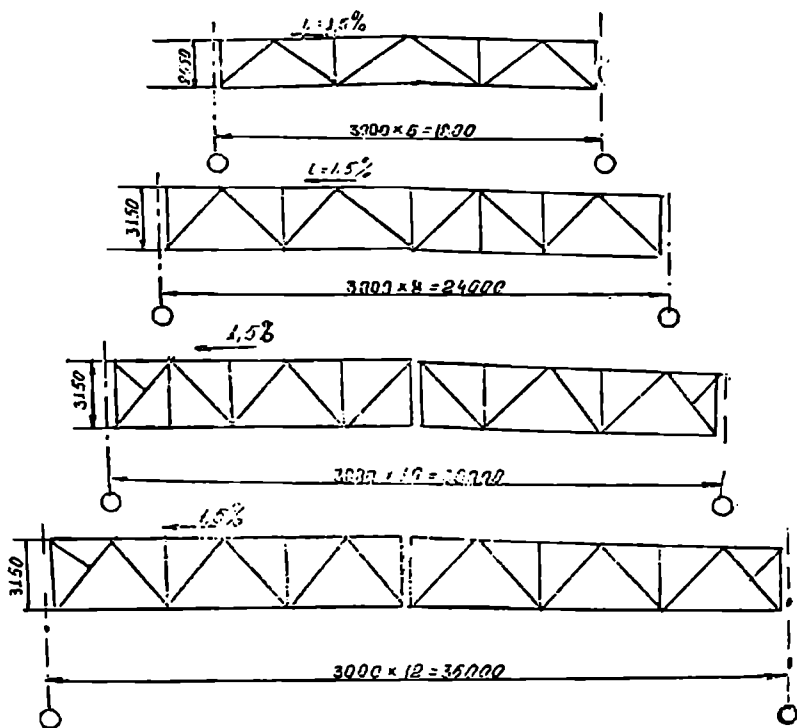
ტრაპეციული წამწეების ძირითადი დადებითი მხარეა (სხვა ტიპის წამწეებთან შედარებით) ლითონის მინიმალური ხარჯი. უარყოფითი — გისოსთა ელემენტების სიგრძეების სხვადასხვაობა. უკანასკნელი აძნელებს წამწის დაშადებას. აღნიშნული ნაკლის თავიდან აცილების მიზნით, აქემად ფართოდ გავრცელდა პარალელურსარტყლებიანი წამწეები სამკუთხა სისტემის გისოსებით.

2. პარალელურსარტყლებიანი წამწეები

ტიპური პარალელურსარტყლებიანი მსუბუქი წამწეები უნიფიცირებული ზომებით ნაჩვენებია VII.12 ნახაზზე.

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, წამწის ზედა სარტყლის ქანობი მინიმალურია ($i_1 = 1,5\%$ -ს). როდესაც $l = 24, 30, 36$ მ, წამწის სიმაღლე აიღება $h = 3,15$ მ. როდესაც $l = 18$ მ-ს, წამწის სიმაღლედ აღებული უნდა იქნეს $h = 2,55$ მ; წამწის პანელის სიგრძე და გისოსთა სისტემა ანალოგიურია ტრაპეციული წამწეების გისოსთა სისტემისა. თანამედროვე ტიპის სამრეწველო საამქროების ჩარჩოს რიგელებად, როგორც წესი, გეგმილდება პარალელურსარტყლებიანი წამწეები.

ტრაპეციული წამწეების ანალოგიურად, ნებისმიერი მალის პარალელურსარტყლებიანი წამწეებზე ზდება სამშენებლო აწევა. აწევის ისარი აიღება ტოლი ჯამური (მუდმივი + დროებითი) ნორმატიული დატვირთვის შესაბამის ჩალუნვის ისრის დამატებელი მალის $\frac{1}{200}$.



ნახ. VII.12. პარალელსართლებიანი ტიპური წამწეები.

3. სამკუთხა მოხაზულობის წამწეები

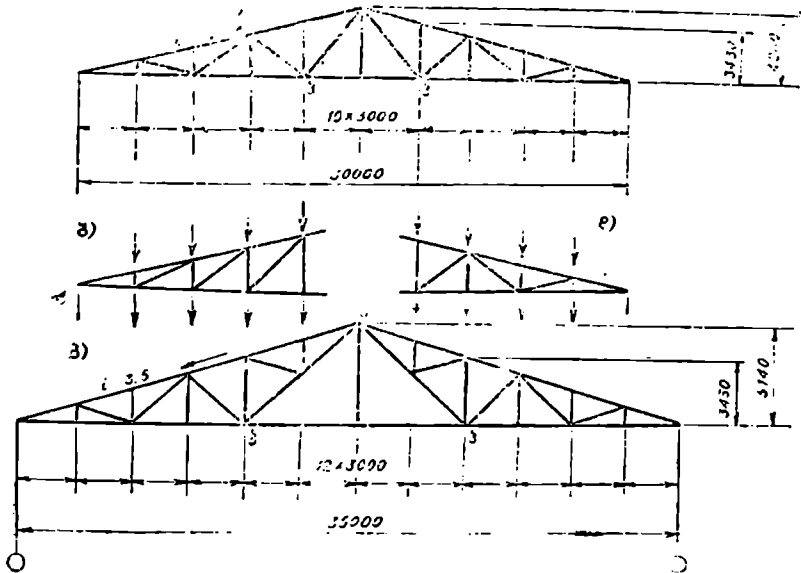
ასეთი წამწეები გამოიყენება დიდქანობიანი სახურავებისათვის, როდესაც $i_1 = \left(\frac{1}{2} \div \frac{1}{4}\right)$ (ნახ. VII.13). წამწის ოპტიმალური სიმაღლე* აიღება

$$h = \left(\frac{1}{7} \div \frac{1}{8}\right) l. \quad (\text{VII.8})$$

ეს სიმაღლე არ უნდა იქნეს ნაკლები სახურავის ქანობისათვის საკურო სიმაღლეზე $h = i \frac{l}{2}$ და მეტად გადასაზიდი ტრანსპორტის გაბარიტულ სიმაღლეზე (3,85 მ).

* სიმაღლე, რომლის დროს წამწის მასა მინიმალურია.

ტრაპეციული წამწის ანალოგიურად, როდესაც წამწის ქვედა სარტყელზე დატვირთვები არ მოქმედებენ, წამწის შესავსებად აიღება სამკუთხა სისტემის გისოსები დამატებითი დგარებით (ნახ. VII.13 ა, გ). დატვირთვების ქვედა სარტყელზე მოქმედებისას, სამკუთხა სისტემის გისოსები გვემარდება დგარებით და საკიდებით (ნახ. VII.13 დ). საკიდები ართულებს წამწის დამზადებას, ამიტომ ზოგჯერ შეიძლება მიზან-



ნახ. VII.13 ა, ბ, გ, დ—ტიპური სამკუთხა სისტემის წამწეები.

შეწონილი გახდეს ირიბანიანი სისტემის წამწეები აღმავალი ირიბანეობით (ნახ. VII.12 ბ).

VII.13 ნახაზზე ნაჩვენებია ტიპური სამკუთხა მოხაზულობის წამწეები უნიფიცირებული ზომებით.

სამკუთხა სისტემის წამწეები ეყრდნობა რკინაბეტონის სვეტებს ან პილასტრებით გაძლიერებულ კაპიტალურ კედლებს.

ტრაპეციულ წამწესთან შედარებით, ფოლადის ხარჯი (ღირებულება) სამკუთხა სისტემის წამწეში გაცილებით მეტია. ამიტომ მათ იყენებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც აუცილებელია დიდიანობიანი სახურავების დაგეგმარება (მაგალითად, აზბესტცემენტის და თუნუქის ფურცლებით გადახურვის დროს).

წამწების გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი თანაბმდევრობით: ანგარიშობენ წამწის კვანძებზე მოქმედ შეყურსულ დატვირთვებს, რის შემდეგ, სამწინებლო მექანიკის ერთ-ერთი მეთოდით, საზღვრავენ მის ელემენტებში მოქმედ ძალებს. ამ ძალების მიხედვით არჩევენ წამწის ელემენტების განივკვეთებს და ახდენენ წამწის კვანძებისა და პირაბირების კონსტრუირებას და გაანგარიშებას.

1. დატვირთვები

წამწებზე მოქმედი დატვირთვებო იყოფა ორ ჯგუფად: მუდმივ და დროებით დატვირთვებად.

მუდმივ დატვირთვებს მიეკუთვნება: წამწების, შუქქარნების, გრძივების, კავშირების, სახურავის ფილების, თბო-და ჰიდროსაინჰოლა-ციო ფენილების და შეკიდული ქერის მასები. სამრეწველო ნაგებობებში ამ დატვირთვებს ემატება შეკიდული ამწის საკუთარი მასაც.

დროებით დატვირთვებში შედის: თოვლის, ქარისა და სამრეწველო ნაგებობებში—ამწე მექანიზმების დატვირთვები.

ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით გაანგარიშების დროს, ზემოთ აღნიშნული დატვირთვების ნორმატიული მნიშვნელობანი მრავლდება საიმედოობის კოეფიციენტებზე დატვირთვების მიხედვით. დროებითი ნორმატიული დატვირთვების სიდიდეები და შესაბამისი საიმედოობის კოეფიციენტები მოცემულია ტ. ნ. და პირობებში (СНП III-6-74).

მუდმივი და დროებითი დატვირთვები, შეყურსული ძალების სახით, წამწეს გადაეცემა კვანძებში და მათ კვანძური დატვირთვები ეწოდება (ნახ. VII.14).

წამწის ზედა კვანძებზე მოქმედი მუდმივი დატვირთვები გამოითვლება ფორმულით

$$F_p = \left[1.1 \left(\frac{g_{\text{საბ}}}{\cos \alpha} + g_{\text{ფ}} \right) + 1.2 \frac{g_{\text{თბ}}}{\cos \alpha} \right] l_m l_0, \quad (\text{VII.9})$$

სადაც $g_{\text{საბ}}$, $g_{\text{თბ}}$ არის სახურავისა და სათბუნებელი ფილების საკუთარი მასები წამწის ქანობის სიბრტყის 1 მ²-ზე;

$g_{\text{ფ}}$ — წამწების, შუქქარნების და კავშირების მასები, დაყვანილი გადახურვის პორიზონტალური ფართობის 1 მ²-ზე;

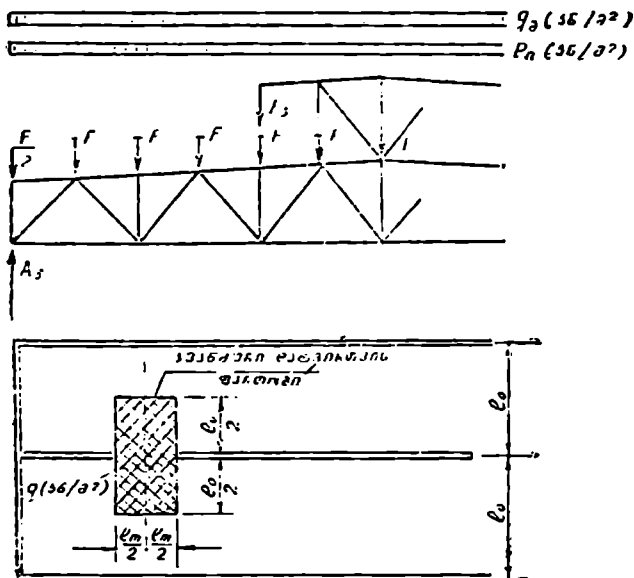
α — წამწის ზედა სარტყლის დახრის კუთხე პორიზონტალთან;

l_m — წამწის ზედა პანელის სიგრძე;

l_0 — წამწებს შორის მანძილი (გრძივი ბიჯი);

1,1 და 1,2 — საიშედოობის კოეფიციენტები დატვირთვების მიხედვით.

გადახურვის ცალკეული ელემენტების (წამწეების, შუქფარების, კავშირების, სახურავი ფილებისა და ა. შ.) ნორმატიული მასები განისაზღვრება სამშენებლო კონსტრუქციებისა და მისი ნაწილების კატალოგებისა და ცნობარების მიხედვით.



ნახ. VII.14. წამწის კვანძური დატვირთვა.

ტიპური წამწეების მასები გადახურვის ფართობის 1 მ²-ზე შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ემპირიული ფორმულებითაც:
როდესაც წამწის მალი $l = 18$ მ,

$$g_{\text{ფ}} = 0,04 + 0,014q \text{ (კვ.მ}^2\text{);}$$

როდესაც წამწის მალი $l = 24$ მ,

$$g_{\text{ფ}} = 0,04 + 0,03q; \tag{VII.10}$$

როდესაც $l = 30$ მ,

$$g_{\text{ფ}} = 0,05 + 0,03q;$$

როდესაც $l = 36$ მ,

$$g_{\text{ფ}} = 0,05 + 0,04q.$$

სადაც q არის გადახურვის 1 მ²-ზე მოქმედი მთლიანი საანგარიშო დატვირთვა (სახურავის მასა და თოვლის დატვირთვა).

შეკიდული ქერის არსებობის შემთხვევაში, წამწის მასის ნახევარი გადაეცემა ზედა კვანძებს, ხოლო წამწის მასის ნახევარი—ქვედა კვანძებს. უსხვეწი გადახურვის დროს, წამწის მასა ითვლება მის ზედა კვანძებზე მოდებულიად.

კვანძური დატვირთვა თოვლისაგან გამოითვლება ფორმულით

$$F_p = \gamma_p \rho_n l_n l_s, \quad (\text{VII-11})$$

სადაც ρ_n არის თოვლის ნორმატიული დატვირთვა გადახურვის პორიზონტალური ფართობის 1 მ²-ზე, ხოლო γ_p —მისი საიმედოობის კოეფიციენტი. მათი სიდიდე განისაზღვრება ტ. ნ. და პ. მიხედვით (СННПН-6-74), l_n , l_s —წამწის ზედა პანელის სიგრძე და წამწების შორის მანძილი.

უშუქჯარნო ერთმალთან სახურავებში ნახევარ მალზე მოქმედმა თოვლის დატვირთვამ შეიძლება გამოიწვიოს ირიბანებში უდიდესი საანგარიშო ძალები. ამიტომ წამწის გაანგარიშება ხდება დატვირთვების ორი სქემის მიხედვით: ა) როდესაც წამწე მთელი მალის სიგრძეზე დატვირთულია მუდმივი და თოვლის დატვირთვით; ბ) როდესაც მუდმივი დატვირთვა მოქმედებს მთელ მალზე, ხოლო თოვლის დატვირთვა—მალის სიგრძის ნახევარზე.

2. ძალები განსაზღვრა წამწის ღეროებში

წამწის არამექანიზებული წესით (ხელით) გაანგარიშების დროს იგულისხმება, რომ: ა) წამწის კვანძები წარმოადგენენ იდეალურ სახსრებს; ბ) ყველა ღეროს ღერძები სწორხაზოვანია და კვანძებში იკვეთებიან ერთ წერტილში; გ) დატვირთვები მოქმედებენ კვანძებზე. ასეთი იდეალური წამწის ღეროები მუშაობენ მხოლოდ გამკვირვებულ ან მკუმშავ ღერძულ ძალებზე.

წამწის ღეროებში ძალების ხელთ განსაზღვრა მარტივად წარმოებს სამშენებლო მექანიკის გრაფიკული ან ანალიზური ხერხით. იმისათვის, რომ განსაზღვრონ წამწის ღეროებში დატვირთვების ყველაზე არახელსაყრელი შეხამების შესაბამისი უდიდესი საანგარიშო ძალები, მუდმივ, თოვლის და ამწის დატვირთვებზე ძალებს საზღვრავენ ცალ-ცალკე. ცალკეული დატვირთვების შესაბამისი ძალები შეაქვთ საანგარიშო ძალვათა ცხრილში, რის შემდეგ ამ ცხრილის მიხედვით, წამწის თითოეული ღეროსათვის ადგენენ დატვირთვების ისეთ კომბინაციას, რომელთა ძალების შეჯამებით მიიღება ღეროში მოქმედი საანგარაშო ძალების უდიდესი მნიშვნელობა. ამჟამად, გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებასთან დაკავშირებით, დიდ საპროექტო ორგანიზაციებსა და ინსტიტუტებში, წამწების გაანგარიშება წარმოებს ელექ-

ტრო-გამომთვლელი მანქანებით, როგორც ხისტკვანძოვანი სისტემებისა. გაანგარიშების ასეთი გზა შედარებით ზუსტია, საანგარიშო სქემა უკეთ შეესაბამება წამწის რეალური მუშაობის სქემას. ასეთი გაანგარიშების შედეგად მასილის ხარჯის ეკონომია აღწევს $5 \div 10\%$ -ს.

3. წამწის ელემენტების საანგარიშო სიგრძე და ზღვრული მოქნილობა

წამწის შეკუმშულმა ღეროებმა მდგრადობა შეიძლება დაკარგონ როგორც წამწის სიბრტყეში, ისე მის მართობ სიბრტყეშიაც. ღეროს მდგრადობის შემოწმება წარმოებს (III.31) ფორმულით. ამ ფორმულით სარგებლობის დროს საჭიროა წინასწარ ვიცოდეთ ღეროს უდიდესი მოქნილობა (III.32)

$$\lambda_{max} = \frac{l_{ef}}{i},$$

სადაც i არის წამწის ღეროს განიკვეთის უმცირესი ინერციის რადიუსი.

l_{ef} — ღეროს საანგარიშო სიგრძე

$$l_{ef} = \mu l.$$

(VII.12)

l — ღეროს გეომეტრიული სიგრძე (კვანძებს შორის მანძილი).

μ — კოეფიციენტი. რომელიც დამოკიდებულია ელემენტის ბოლოების ჩაზაგრების სახეზე. ამ კოეფიციენტის (ან წამწის ღეროების საანგარიშო სიგრძის) დასადგენად, განვიხილოთ წამწის ზედა სარტყლის მდგრადობის კარგით გამოწვეული წამწის დეფორმირებული სახე (ნახ. VII.15).

როგორც VII.15 ა, ბ ნახაზიდან ჩანს, წამწის სიბრტყეში ზედა სარტყლის ღეროები მდგრადობას კარგავს, ისე როგორც ორივე ბოლოთი სახსროვნად ჩამაგრებული ელემენტები; ჩამაგრების ასეთი სქემის დროს $\mu = 1$. ელემენტების საანგარიშო სიგრძე $l_{ef} = \mu l = l_m$.

წამწის მართობ სიბრტყეში ზედა სარტყლის ელემენტების საანგარიშო სიგრძე დამოკიდებულია ზედა კვანძების კავშირებით დამაგრების სქემაზე.

როდესაც წამწის ზედა კვანძები დამაგრებულია გრძივებით ან უგრძივო გადახურვის შემთხვევაში—სახურავის ფილებით, მაშინ $\mu = 1$ და საანგარიშო სიგრძე (ნახ. VII.15, გ)

$$l_{ef} = l_y = l_m.$$

(VII.13)

როდესაც წამწის ზედა კვანძები დამაგრებულია თითო კვანძის გამოშვებით, მაგ. შუქფარის ზღვრებში (ნახ. VII.15 ა, ბ)

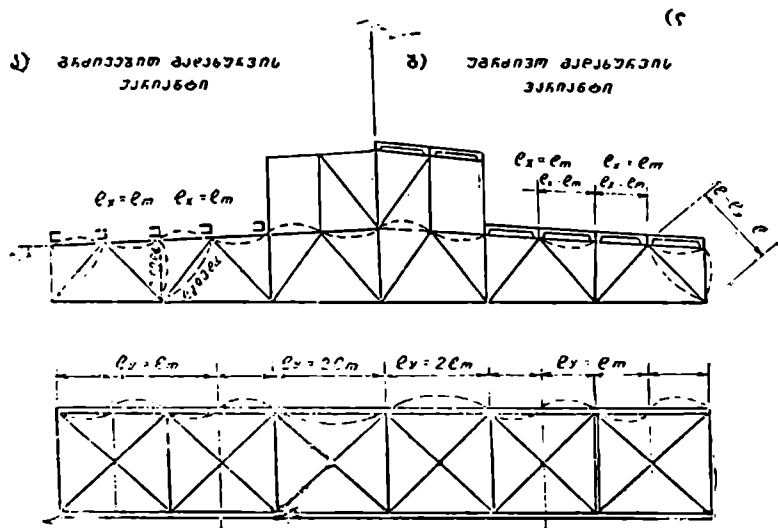
$$l_{ef} = l_y = 2l_m.$$

(VII.14)

წამწის შეკუმშული შუალედი ირიბანებო და დგარები წამწის სიბრტყეში მდგრადობის კარგვისას ცდილობენ კვანძების მობრუნებას (ნახ. VII.15, ა). ასეთ მობრუნებას ეწინააღმდეგება გაქიმული ელემენტები, რის გამო შუალედი შეკუმშული რიკულები მუშაობენ ისე, როგორც ნაწილობრივ ჩამაგრებული ლეროები. ლეროების ნაწილობრივი ჩამაგრების გათვალისწინება წარმოებს 0,8 კოეფიციენტით. აქედან გამომდინარე, შუალედი ირიბანებისა და დგარების საანგარიშო სიგრძეს იღებენ

$$l_{ef} = l_x = 0,8l_d. \quad (\text{VII.15})$$

საყრდენი ირიბანებისა და დგარების მუშაობის პირობები ანალო-



ნახ. VII.15. ა, ბ, გ—წამწის ზედა სარტყლის საანგარიშო სიგრძის განსაზღვრისათვის.

გიურია ზედა სარტყლის მუშაობის პირობებისა, ამიტომ მათთვის $\mu = 1$ და შესაბამისად, საანგარიშო სიგრძე

$$l_x = l_d. \quad (\text{VII.16})$$

წამწის მართობ სიბრტყეში ირიბანებისა და დგარების საანგარიშო სიგრძე ტოლია მისი გეომეტრიული სიგრძისა ($\mu = 1$)

$$l_{ef} = l_y = l. \quad (\text{VII.17})$$

ტექნიკური პირობებითა და ნორმებით (СНП II-23-81) წამწის ელემენტების მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს ნორმებით გათვალისწინებულ ზღვრულ მოქნილობას (დანართი 1, ცხრ. 10).

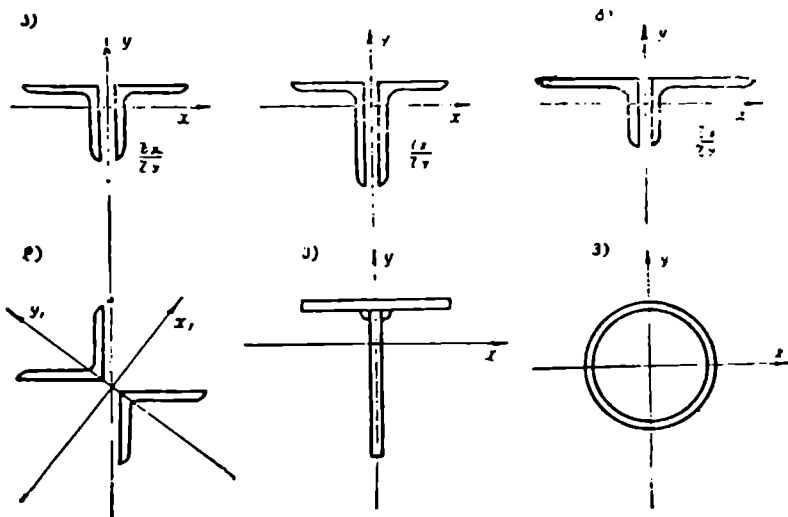
ეს პირობა მოითხოვს მოქნილობა განსაზღვრულ იქნეს წამწის გაჭიმული ელემენტებისათვისაც. ასეთი ელემენტების (ქვედა სარტყელი; გაჭიმული ირიბანები და ღვარები) საანგარიშო სიგრძედ აღიღება მისი გეომეტრიული სიგრძე ($\mu=1$)

$$l_{ef} = l_n = l.$$

4. წამწის ღეროების განივკვეთის ტიპები

წამწის ელემენტების განივკვეთის ძირითად ტიპებად მიღებულია ტესტბრი პროფილი, შემდგარი ორი თანაბართაროიანი ან არათანაბართაროიანი კუთხოვანებისაგან (ნახ. VII.16 ა, ბ, გ).

გაწონაკლისს წარმოადგენს წამწის საყრდენი და კეხის ღვარები. ამ ელემენტებისათვის განივკვეთად აღიღება ჯვარედინად განლაგებული



ნახ. VII.16. ა, ბ, გ, დ, ე, ვ—შუბლზე წამწის ღეროების განივკვეთის ტიპები.

ორი თანაბართაროიანი კუთხოვანა (ნახ. VII.16, დ). ასეთი პროფილი მეტად ხელსაყრელია კავშირების, ღვარებისა და მკვიშების მისამაგრებლად. ღეროების კუთხოვანების შეფუთული თაროები ერთმანეთისაგან დაცილებული უნდა იქნან საკვანძო ფურცლის სისქის ტოლი შანძილით. სასურველია ზედა სარტყლის ელემენტების განივკვეთები ისე შეირჩეს, რომ შათი მოქნილობანი განივკვეთების მთავარი ღერძების მიმართ იქნეს ტოლი ($\lambda_x = \lambda_y$). განივკვეთი იქნება ტოლხისტიანი, თუ

$$\frac{l_x}{i_x} = \frac{l_y}{i_y} \text{ ან } \frac{i_x}{i_y} = \frac{l_x}{l_y}; \quad (\text{VII.18})$$

აქედან გაიძლინარე, თუ წამწის ზედა სარტყელი პორიზონტალურ სიბრტყეში დამაგრებულთა თითო კვანძის გამოშვებით (მაგ. უგრძივო გადახურებში), $l_x = 2l_y$ და, მაშასადამე, $\frac{l_x}{l_y} = \frac{i_y}{i_x} = 2$. ინერციის რადიუსების ასეთ ფარდობას ყველაზე უკეთ შეესაბამება ორი არათანაბართაროიანი კუთხოვანა, განლაგებული დიდი თარობით თარაზულ სიბრტყეში $(2,6 \leq \frac{i_y}{i_x} \leq 2,8)$. ზედა სარტყლის ყველა კვანძში დამაგრების შემთხვევაში $l_x = l_y$ და შესაბამისად: $\frac{l_y}{l_x} = \frac{i_x}{i_y} = 1$.

ინერციის რადიუსების ასეთ ფარდობას შეესაბამება ორი თანაბართაროიანი კუთხოვანა $(1,4 \leq \frac{i_y}{i_x} \leq 1,5)$ ან არათანაბართაროიანი კუთხოვანები განლაგებული დიდი თარობით შევულ სიბრტყეში $(1,2 \leq \frac{i_y}{i_x} \leq 1,3)$. უქანასკნელი ორი სახის პროფილიდან აიღება ის, რომელსაც უმცირესი მასა ექნება. გარდა ამისა, არათანაბართაროიანი კუთხოვანები 5÷10%-ით ძვირია თანაბართაროიან კუთხოვანებზე, ამიტომ, უმეტეს შემთხვევაში უპირატესობას ანიჭებენ უქანასკნელს. ქვედა სარტყლის ელემენტების განიკვეთის ძირითად პროფილად მიიღება იგივე, რაც წამწის ზედა სარტყლისათვის.

წამწის შუალედი ირიბანების და დგარების $l_x = (1 \div 0,8) l$ -ს და $l_y = l$ -ს, რის გამო $\frac{l_y}{l_x} = \frac{i_y}{i_x} \approx (1,25 \div 1,0)$. ინერციის რადიუსების ასეთ ფარდობას უკეთ შეესაბამება ტესებრი პროფილი შემდგარი ორი თანაბართაროიანი კუთხოვანისაგან (ნახ. VII.16 ა).

უქანასკნელ ხანებში წამწის ზედა და ქვედა სარტყლებად გეგმა რღება შედუღებული ტესებრი ან მილისებრი პროფილები (ნახ. VII.16 ბ, გ).

შედუღებული ტესებრი პროფილის დადებითი მხარეა: მცირე წონა, შედგების სიადილე. უარყოფითი—დამზადების სიძნელე. მილისებრი პროფილები ხაზათდებიან მასალის მცირე ხარჯით და ურთიერთმართობ სიბრტყეებში თანაბარი მდგრადობით; მაგრამ ასეთი პროფილის გამოყენებისას რთულდება წამწის კვანძების კონსტრუქცია.

ბ. წამწის ღეროების განიკვეთის შერჩევა

წამწის ზედა და ქვედა სარტყლის განიკვეთის შერჩევა წარმოებს სარტყლის პანელებში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალის მიხედვით.

მიღებული განიკვეთის კალიბრი ვრცელდება სარტყლის ყველა პანელზე. ირიბანებისა და დგარების განიკვეთი შეიძლება ცალ-ცალკე, მათში მოქმედა საანგარიშო ძალებების მიხედვით.

პროფილების დაკვეთის გაადვილების მიზნით, სასურველია სხვადასხვა კალიბრის პროფილების ჩაოდნობა იქნეს უზიარესი. ამ მიზნით, ჯერ არჩევენ წაწმის თითოეული ელემენტის განიკვეთს და შემდეგ შეარჩეული კვეთების ნაწილს ცვლიან უდიდესი ფართობის მქონე პროფილით ისე, რომ სხვადასხვა კალიბრის კუთხედების ჩაოდნობა არ აღემატებოდეს 6 ± 8 -ს. ამავე დროს, პროფილების ასეთი უნიფიცირება არ უნდა იწვევდეს წაწმის მასის $3-5\%$ -ზე მეტი სიდიდით გაზრდას.

წაწმის შეკუმშული ღეროების განიკვეთის შეარჩევა წარმოებს (III.31) ფორმულით. ანგარიში ტარდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

ა) ღეროების საანგარიშო სიგრძეების l_x და l_y -ის ფარდობას მიხედვით იღებენ VII.16 ნახაზზე ნაჩვენებ ერთ-ერთ პროფილს.

ბ) ნიშნავენ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტ φ -ს. წაწმის ზედა სარტყლისათვის აიღება $\varphi = 0,75 \pm 0,8$; დგარებისა და ირიბანებისათვის $\varphi = (0,6-0,7)$;

გ) (III.31) ფორმულით საზღვრავენ განიკვეთის საჭირო ფართობს

$$A_n = \frac{N}{\varphi R_{\psi} \gamma_c} \quad (\text{VII.19})$$

დ) A_n მიხედვით, აღებული პროფილის სორტამენტის ცხრილიდან იღებენ უახლოესი კალიბრის ნომერს და მის შესაბამის გეომეტრიულ მახასიათებლებს (A , i_x , i_y და ა. შ.).

ე) (III.31) ფორმულით ამოწმებენ კვეთის მდგრადობას შემდეგი თანამიმდევრობით: საზღვრავენ შეარჩეული პროფილის კალიბრის უდიდეს მოქნილობას, რის მიხედვით i -დან. 12 ცხრილიდან იღებენ φ -ს მნიშვნელობას და ამოწმებენ მიღებულ კვეთის მდგრადობას. თუ ეს პირობები არ კმაყოფილდება, ახდენენ განიკვეთის კორექტირებას და ისი მზიდუნარიანობის ხელახალ შემოწმებას.

აღწეოილი წესით გაანგარიშება წარმოებს მანამდე, სანამ (III.31) ფორმულის მარცხენა და მარჯვენა მხარეებს შორის განსხვავება არ იქნება $\pm 3 \pm 5\%$. ღეროს განიკვეთის შეარჩევის შემდეგ უნდა შეიწმინდეს ტექნიკური ნორმებისა და პირობების მოთხოვნა (დან. I, ცხრ. 10).

$$\lambda_{max} \leq \lambda_u \quad (\text{VII.20})$$

სადაც λ_u მოქნილობის ზღვრულ მნიშვნელობაა.

გაკვირული ელემენტების (ქვედა სარტყელი, ირიბანები, დგარები) განიკვეთის შეარჩევა წარმოებს (III.6) ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_{\psi} \gamma_c$$

ამ ფორმულით სარგებლობის დროს, ჯერ ნიშნავენ გაკეპული ელემენტების პროფილის სახეს და შემდეგ საზღვრავენ აღებული პროფილის განივკვეთის საკუთრივ ნეტო ფართობს

$$A_n = \frac{N}{R_y \gamma_c}; \quad (\text{VII.21})$$

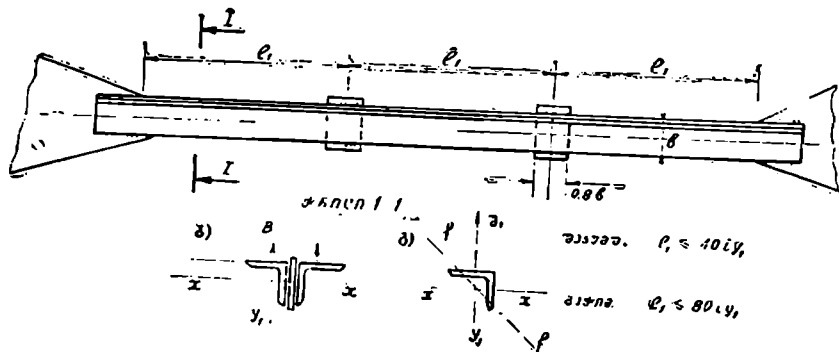
$$A \approx 1,2 A_n. \quad (\text{VII.22})$$

სადაც A განივკვეთის ბრუტო ფართობია.

მიღებული A -ს მიხედვით, სორტამენტის ცხრილიდან იღებენ უახლოესი პროფილის კალიბრის ნომერს და მის შესაბამის გეომეტრიულ მახასიათებლებს.

ტექნიკური ნორმებითა და პირობებით, შედუღებულ წამწეებში კუთხოვანების უმცირესი კალიბრი არ უნდა იქნეს ნაკლები 50×5 -ზე,

ა)



ნახ. VII.17. ა, ბ—წამწის ღეროებში შეუსაღების განლაგების სქემა.

მოკლონურ წამწეებში— 65×5 -ზე; ამავე დროს, წამწის ნებისმიერი დეროს მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს I დანართის მე-10 ცხრილის მოცემულ ზღვრულ მოქნილობას. იმისათვის, რომ ორი კუთხოვანისაგან შედგენილმა ღერომ იმუშაოს როგორც ერთმა მთლიანმა ელემენტმა, კუთხოვანების ვერტიკალურ თაროებს შორის იდგმება ფოლადის შეუსაღები (ნახ. VII.17).

შეუსაღების ღეროებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს:

$$\text{შეკუმშულ ღეროებში } l_1 \leq 40 i_y; \quad (\text{VII.23})$$

$$\text{გაჭიმულ ღეროებში } l_1 \leq 80 i_y; \quad (\text{VII.24})$$

სადაც i_y არის განივკვეთის შემადგენელი ერთი კუთხოვანის ინერციის

რადიუსი მისი სრმდომის ცენტრში გამავალი შუასადების პარალელური ღერძის მიმართ (ნახ. VII.17, გ).

შუასადების უმცირესი სიგანე არ უნდა იქნეს ნაკლები 0,8 ხ₁-სი ან 60 მმ ის, სადაც ხ₁ კუთხოვანას თაოს სიგანეა. შუასადების სივრცე წამწის შეველ სიბრტყეში 20÷30 მმ-ით მჭირ უნდა იქნეს შედგენილი პროფილის სიმაღლეზე (შედულების ნაკერების უკეთ განლაგების მიზნით).

§ VII.6. მახუბში წამწების კონსტრუქციები

1. ზოგადი მითითებანი

წამწების კონსტრუქციებს იწყებენ მათი გეომეტრიული სქემების გამოხატვით, რის შემდეგ წარმოებს კვანძების კონსტრუქციების დამუშავება.

შედულებული წანწის სქემა ისე უნდა იქნეს გამოხატული, რომ წამწის ღეროების გეომეტრიული ღერძები (მათი განივკვეთების სინდომის ცენტრებში გამავალი ღერძი) შეთავსებულ იქნენ წამწის გეოეტრიულ ღერძებთან და იკვეთებოდნენ კვანძების ცენტრებში (ნახ. VII.18, ა). თუ ეს წესი არ იქნა დაკული, კვანძებში წარმოიშობა დამატებითი მღუნავი მომენტი ($M = Ne$), რაც საგრძნობლად აუარესებს კვანძებისა და ღეროების ნუშაობას (ნახ. VII.18, ბ).

მოქლონურ წამწებში კვანძების დაცენტრება წარმოებს ღეროების საკვანძო ფურცლებთან მისამაგრებლად საჭირო მოქლონების განლაგების ხაზებზე (რისკებზე). ღეროების დაცენტრება მოქლონების განლაგების ღერძებზე (რისკებზე) იწვევს კვანძებში ისეთ მომენტებს. რომელთა გავლენა მუშაობაზე უმნიშვნელოა. წანწის ღეროების გადაჭრა წარმოებს მისი ღერძის მართობად. საკვანძო შედულების ნაკერების განლაგების მიზნით, ირიბანებისა და დგარების ბოლოებსა და წანწის სარტყლების კუთხოვანებს შორის თავისუფალი მანძილი უნდა იქნეს $a = 6l - 20$ მმ და არა ლეგეს 50 მმ სა l - საკვანძო ფურცლის სისქე მმ-ში) (ნახ. VII.18, გ). სასურველია ღეროების გეომეტრიული სიგრძეები, გამოხატული მმ ში, ბოლოვდებოდეს 0 ან 5 მმ-ით.

საკვანძო ფურცლის მოხატულობა განისაზღვრება კვანძის სქემითა და ღეროების მისამაგრებლად საჭირო შედულები ნაკერების ზომებით ან მოქლონების რაოდენობით. საკვანძო ფურცელი უნდა იქნეს რაც უკიდურესად მარტივი მოხატულობის. საკვანძო ფურცლის მარტივი მოხატულობის დროს მარტივდება მისი კონსტრუქცია და დამზადება, იცირდება ჩამონაკერის რაოდენობა. საკვანძო ფურცლის ყველაზე მარტივი მოხატულობაა სწორკუთხა, ტრაპეციული და პარალელო-

გრამისკბრი (ნახ. VII.18—19). სასურველია, ერთნაირი ტიპის კვანძებისათვის გამოყენებულ იქნეს ერთი ზომის საკვანძო ფურცლები, დაძალებული ერთი თარგით. ტესტები ან ჯვრისებრი ღეროების შემადგენელი კუთხოვანების ერთობლივი მუშაობისათვის, კუთხოვანების შვეულ თაოებს შორის იდგეფია მცარე ზოპის სწორკუთხა მოაზულობის ფურცლები — შუასადები (ნახ. VII. 17). თითო ულ ღეროპი შუასადების რაოდენა უნდა იქნეს არა ნაკლები 2-სა. წააწეების ლითონის კონსტრუქციების ქაიზნიდან მკენებლობის ადვილზე გადაზიდვის მიზნით, აუცილებელია მათი დაგვემარების დროს გათვალისწინებულ იქნეს სამონტაჟო პიზაპირების განლაგების სქემა და კონსტრუქცია. სამონტაჟო პირაპირები ისე უნდა დაიპინოს, რომ გადააზიდი ერთეულის ზოფები და მასა არ აღემატებოდეს გადასაზიდი ტრანაპორტის გაბარეტულ ზოფებსა და ტვირთაწეობას. ამ ცოთხოვნილებათა გათვალისწინებით, ტიპური ნაუბუქი წააწეებისათვის რეკომენდებულია პირაპირები განლაგდეს ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია VII 11, 12 და 13 ნახაზებზე.

ტ. ნ. და პირობებით შედულების ფლანგური ნაკერები, რომლითაც გისოსები უერთდება საკვანძო ფურცელს. გადაყვანილი უნდა იქნეს გისოსის ტორსზე, სიგრძით არა ნაკლები 20 მმ-სა.

2. შუალედი კვანძების კონსტრუქცია და გაანგარიშება

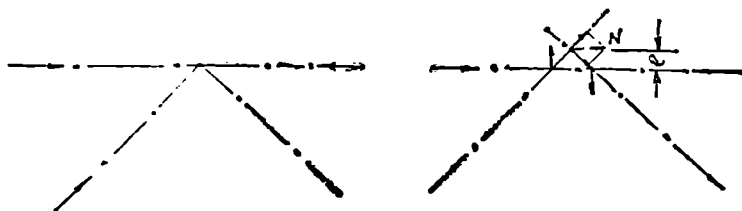
შუალედი კვანძების კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.18, გ და VII.19 ნახაზებზე. როგორც ამ ნახაზებიდან ჩანს, კვანძში შეძავალი ღეროების ერთმანეთთან დაკავშირება წარმოებს საკვანძო ფურცლის დახმარებით. ირიბანები და დარები საკვანძო ფურცელს ემაგრება ფლანგური და შებლა შედულების ნაკერებით. საკვანძო ფურცლები სარტყლის კუთხოვანებს უერთდება ფლანგური შედულების ნაკერებით. გისოსების შებლა ნაკერებს აქვთ კონსტრუქციული დანიშნულება და ანგაზიშში არ შედის. საკვანძო ფურცლების ზოფები და მონაზულობა განისაზღვრება კვანძის სქემით და შედულების ნაკერების სიგრძეებით. ტ. ნ. და პირობებით კვანძის შედულების ნაკერების სიგრძე არ უნდა იქნეს 4 კმ-ზე და 40 მმ-ზე, სიმაღლე ϵ, γ — IV.2 ცხრილში მოცემულ სიდიდეებზე ნაკლები.

გრძივების ან სახურავის რკინაბეტონის ფილების ზედა სარტყელზე დაყრდნობის მიზნით, ზედა კვანძების საკვანძო ფურცლები არ გადიან ზედა სარტყლის კუთხოვანების თარაზული თაროების ნაპირებიდან და დაცილებულია მისგან (5÷10) მმ-ით (ნახ. VII.8, გ). საკვანძო ფურცლის ზედა ზედაპირსა და კუთხოვანების თარაზულ თაროს შორის წარმოშობილი სიციხიეღე ივსება შედულების ნაკერით. ამ ნაკერის ხარისხის შეშოწმება ძნელია, ამიტომ მისი სიმტკიცე ნაკერების გაანგარიშების დროს მხედველობაში არ მიიღება.

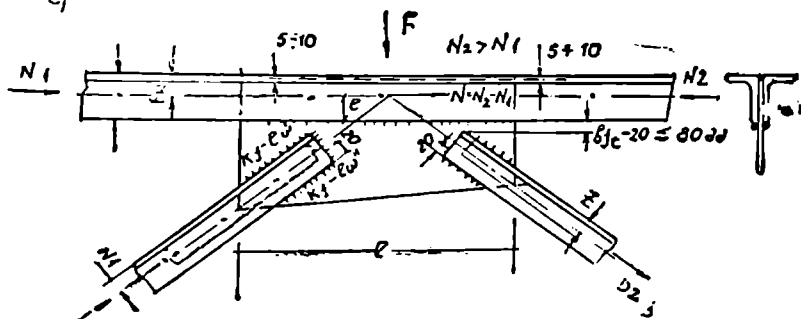
ქვედა სარტყლის შუალედ კვანძებში საკვანძო ფურცლები სარტყლის კუთხოვანებიდან (10-15) მმ-ით გარეთ გამოდის და სარტყლის კუთხოვანებს ედღეება მთლიანი ან წყვეტილი ფლანგური ნაკერებით (ნახ. VII.19, ა). კვანძში შეშავალ ღეროებში მოქმედი ძალის მიხედვით, საკვანძო ფურცლის სისქე აიღება $t = (8 \div 14) \text{ მმ}$. სახურავის ფილების დაყოვნობის ადვილას ზედა სარტყლის კუთხოვანები ძლიერდება (10-14) მმ-ის სისქის საყრდენი ფურცლებით (ნახ. VII.2, გ).

ზედა კვანძების ნაკერები, რომლებითაც საკვანძო ფურცლები მიღლებულია ზედა სარტყლის კუთხოვანებთან, იანგარიშდება $N = N_2 - N_1$

ბ)



ვ)



ნახ. VII.18. ა, ბ, გ—წამწის კვანძების ელექტრობისა და განგარიშებისათვის.

ძალაზე, $M = (N_2 - N_1)e$ მომენტზე და F კვანძურ შეუყრისულ დატვირთვაზე (ნახ. VII.18, გ).

ამ ძალები მიხედვით ნაკერის სიმტკიცე ნაკერის ღიბოვანში და მის საზღვარზე მოწმდება ფორმულებით*:

$$\sqrt{\tau_{afN}^2 + (\tau_{afM} + \tau_{afF})^2} \leq R_{af} / \gamma_{af} \quad (\text{VII.25})$$

* როდესაც ელექტრობის ტიპი ისეა შეჩვენული, რომ დაეულია VI.1.1 პირობა, VII.25, ა ფორმულით განგარიშდება საკვირო არ არის.

$$\sqrt{\tau_{\omega Z N}^2 + (\tau_{\omega Z M} + \tau_{\omega Z F})^2} \leq R_{\omega Z} \gamma_{\omega Z} \gamma_{\omega Z} \quad (\text{VII } 25, \text{ ა})$$

სადაც:

$$\tau_{\omega Z N} = \frac{N}{2\beta_1 \beta_2 k_1 k_2 \omega}; \quad \tau_{\omega Z M} = \frac{N}{2\beta_2 k_1 k_2 \omega}$$

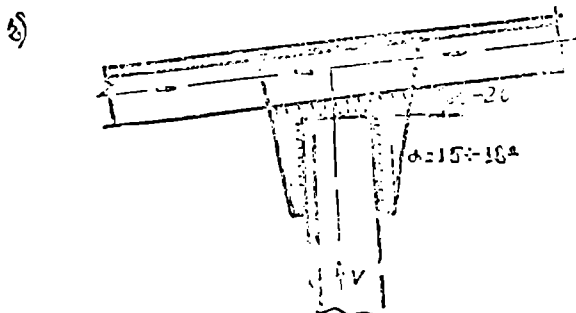
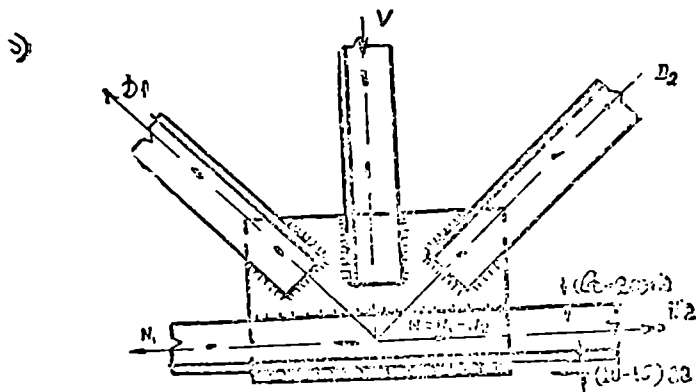
არის N ძალის მიერ გამოწვეული ძაბვები ერთი ნაკერის ლითონში და მის საზღვარზე;

$$\tau_{\omega Z M} = \frac{3N \cdot e}{\beta_1 k_1 k_2 \omega^2}, \quad \tau_{\omega Z F} = \frac{3N \cdot e}{\beta_2 k_1 k_2 \omega^2},$$

M მომენტით გამოწვეული ძაბვები ნაკერის იმავე კვეთებში;

$$\tau_{\omega Z F} = \frac{F}{\beta_1 k_1 k_2 \omega}, \quad \tau_{\omega Z F} = \frac{F}{\beta_2 k_1 k_2 \omega},$$

F ძალით გამოწვეული ძაბვები ნაკერის ლითონში და მის საზღვარზე.
 β_1, β_2 — კოეფიციენტები და აიღება IX.3 ცხრილიდან;



ნახ. VII 19 წინების შეღებვის ნაკები:
 ა — ქველა კვანძი; ბ — ზელა კვანძი.

k_f, l_w — შედუღების ნაკერის სიმაღლე და სიგრძე;

γ_{wf}, γ_{wz} — ნაკერის შეშაობის პირობების კოეფიციენტი, მათი მნიშვნელობა აიღება §IV.22 მითითებითა მიხედვით.

R_{wf}, R_{wz} — ნაკერის საანგარიშო წინალოები (ცხრ. IV.1);

N_1 და N_2 — ზედა სარტყლის კვანძთან მიმდებარე მარცხენა და მარჯვენა პანელებში მოქმედი მკვშავეი საანგარიშო ძალები.

ქვედა კვანძების საკვანძო ფურცლებთან სარტყულის კუთხოვანების მისამაგობლად საჭირო შედუღების ფლანგური ნაკერების სიატყიკე მოწოდება ფორმულებით:

$$\text{ნაკერის ლითონში } \frac{N}{\beta_f k_f \Sigma l_w} \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_{ci} \quad (\text{VII.26})$$

$$\text{ნაკერის ლითონის საზღვარზე* } \frac{N}{\beta_z k_z \Sigma l_w} \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_{ci} \quad (\text{VII.26, ა})$$

სადაც Σl_w — ფლანგური შედუღების ნაკერების ჯამური სიგრძე;

$N = N_1 - N_2$ — ქვედა კვანძის სა-ცხნივ და მარჯვნივ მიძღებარე პანელების სარტყულებში მოქმედა ძალკათა სხკაობა (ნახ. VII.19, ა).

ირიბანებისა და დგარების საკვანძო ფურცლებთან მისამაგრებლად საჭირო შედუღების ნაკერის ზომების შერჩევა წარაობს მათში მოქმედი საანგარიშო ძალების მიხედვით. ასეთი ნაკერის სიპტყიკე მოწოდება ფორმულებით (IV. 4—5):

$$\text{ნაკერის ლითონში } \sigma = \frac{D}{\beta_f k_f \Sigma l_w} \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_{ci} \quad (\text{VII.27})$$

$$\text{ნაკერის ლითონის საზღვარზე* } \sigma = \frac{n}{\beta_z k_z \Sigma l_w} \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_{ci} \quad (\text{VII.27, ა})$$

სადაც D ირიბანაში (დგარში) მოქმედი გრძივი ძალაა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, კონსტრუქციული მოსაზრებით, გისოსების (ირიბანების, დგარების) ფლანგური ნაკერები გადაყვანილი უნდა იქნეს გისოსების ტრანსებზე 20 სმ-ით.

საკვანძო ფურცლების მოხაზულობისა და ზოქების საბოლოოდ დადგენის დროს მხეუელობაში უნდა გექონდეს, რომ საკვანძო ფურცლის მოხაზულობა შეესაბამებოდეს კვანძში მოქმედი მთავარ ძაბუების ღეროდან სარტყელზე გავრცელების ტრანექტორიას. ამ მიზნით, საკვანძო ფურცლის კიდესა და დგარის კუთხოვანის წიბოს შოოს კუთხე არ უნდა იქნეს $< (15-18)^\circ$ -ზე (ნახ. VII.19, ბ).

* როდესაც ელექტროლის ტიპი სხვა შერჩეული, რომ აღუთლა IV.11 პირობა, VII.26, ა და VII.27, ა ფორმულებით გაანგარიშება საჭირო არ არის.

მაგალითი VII.1 განესაზღვროთ შედუღების ნაქერის ზომები, რომლითაც საკვანძო ფურცელი ედუღება ზედა სარტყლის კუთხოვანებს (ნახ. VII.18, გ).

მოცემულია: შეყურსული კვანძური დატვირთვა $F=60$ კნ.

კვანძის მარცხნივ და მარჯვნივ მდებარე სარტყელში მოქმედი ძალები:

$$N_1=500 \text{ კნ}, N_2=600 \text{ კნ}.$$

სარტყლის კუთხოვანების ზომებია $2 \perp 100 \times 10$. საკვანძო ფურცლის სისქე და სიგრძე: $t=10$ მმ-ს, $l=400$ მმ-ს ფოლადის ხარკაა BC π 3 π 5, ელექტროდის ტიპი $\text{E}42$. შედუღება წარმოებს ხელით.

გადაწყვეტა. I დან. 5 ცხრილით BC π 3 π 5 მარჯვ. ფოლადისათვის, როდესაც $l=4 \div 20$ მმ, ფოლადის ფურცლის დროებითი წინაღობა $R_{\text{გ}}=370$ მპ;

დენადობის ზღვარი— $R_{\text{გ}}=235$ მპ;

I დან. 19 ცხრილით $\text{E}42$ ტიპის ელექტროდის $R_{\text{ოქ}}=180$ მპ;

IV 1 ცხრილით $R_{\omega z}=0,45 R_{\text{გ}}=0,45 \cdot 370=166$ მპ.

IV 2 ცხრილით ხელით შედუღების დროს, როდესაც $R_{\text{გ}}=235$ მპ < 580 მპ-ის და ნაქერის სიმაღლე $k_f=3 \div 8$ მმ-ს, $\beta_f=0,7$, $\beta_z=1,0$;

IV 2.2 მითითებათა მიხედვით $\gamma_{\text{ოქ}}=\gamma_{\omega z}=1$;

I-დან. 4 ცხრილით $\gamma_c=1,0$.

ნაქერში მოქმედი ძალა

$$N=N_2-N_1=600-500=100 \text{ კნ}.$$

ექსცენტრისიტეტი— $e=b_f-z=10-3=7$ სმ (ნახ. VII.18, გ).

შედუღების ნაქერის ს.მაღლედ დავნიშნოთ $k_f=6$ სმ.

ნაქერის ს-გრძე $l_{\omega}=l-1=40-1=39$ სმ.

ვამოწმებთ IV.11 პირობას. რადგან $R_{\text{გ}}=235$ მპ < 295 მპ და

$1,1 R_{\omega z}=1,1 \cdot 166 < R_{\text{ოქ}}=180 < \frac{\beta_z}{\beta_f} R_{\omega z}=\frac{1}{0,7} 166=237$ მპ, ელექტროდის ტიპი შერჩეულია სწორად და საკმარისაა ნაქერის სიმტკიცე შემოწმდეს ნაქერის ლითონში

$$\tau_{\text{ოქ}} N = \frac{N}{2\beta_f k_f l_{\text{ოქ}}} = \frac{100}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 39} = 3,05 \text{ კნ/სმ}^2 = 30,5 \text{ მპ};$$

$$\tau_{\text{ოქ}} M = \frac{3 \cdot N \cdot e}{\beta_f k_f l_{\text{ოქ}}^2} = \frac{3 \cdot 100 \cdot 7}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 39^2} = 3,29 \text{ კნ/სმ}^2 = 32,9 \text{ მპ};$$

$$\tau_{\text{ოქ}} F = \frac{F}{2\beta_f k_f l_{\text{ოქ}}} = \frac{60}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 39} = 1,83 \text{ კნ/სმ}^2 = 18,3 \text{ მპ};$$

$$\sqrt{\tau_{\omega N}^2 + (\tau_{\omega M} + \tau_{\omega P})^2} = \sqrt{30,5^2 + (32,9 + 18,3)^2} = 59,6 \text{ მმ} =$$

$$= R_{\omega} \tau_{\omega} \gamma_c = 180 \cdot 1 \cdot 1 = 180 \text{ მმ.}$$

ნაქერის სიმტკიცე უზრუნველყოფილია, ამიტომ მის სიმაღლეს ვტოვებთ უცვლელად.

მაგალითი VII 2. განვსაზღვროთ შედუღების ნაქერის ზომები, რომლითაც ირიბანა ემაკრება ზედა საკვანძო ფურცელს (ნახ. VII.18, გ). ირიბანას კუთხოვანების ზომებია $2 \lfloor 80 \times 8$.

ირიბანაში მოქმედი ძაბა $D = 400$ კნ. საკვანძო ფურცლის ფოლადის მარკა—BC13CH5; ელექტროდის ტიპი—342.

შედუღება წარმოებს ხელით. ნაქერის ხარისხი მოწმდება ვიზუალურად.

გადაწყვეტა: ფოლადის მარკისა და ელექტროდის ტიპის მიხედვით კუთხური ნაქერის საანგარიშო წინალოცები და შესაბამისი კოეფიციენტები გამოთვლილია VII 1 მაგალითში. $k_f = 0,7$; $k_z = 1,0$; $\gamma_{\omega} = \gamma_{\omega z} = 1,0$; $\gamma_c = 1,0$; $R_{\omega} = 180$ მმ; $R_{\omega z} = 166$ მმ. ირიბანას კუთხილები საკვანძო ფურცელს ედუღება კუთხოვანას ყუასთან და ფრთასთან მიმდებარე ნაქერებით. კუთხური ნაქერის სიმაღლეს ვნიშნავთ $k_f = 6$ მმ-ს.

რადგან ელექტროდის ტიპი ისეა შერჩეული, რომ დაცულია IV.11 პირობა $1,1 R_{\omega z} < R_{\omega} < \frac{\beta_z}{\beta_f} R_{\omega z}$, ფლანგური ნაქერების სიგრძეებს ვსაზღვ-

რავთ ნაქერის ლითონის სიმტკიცის პირობით.

ნაქერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega}' = \frac{D_1}{2\beta_f k_f \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} = \frac{280}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 180 \cdot 1,0} = 13,5 \text{ სმ} < l_{\text{მომ}} = 35,7 \text{ სმ.}$$

ნაქერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega}'' = \frac{D_1}{2\beta_f k_f \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} = \frac{120}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 180 \cdot 1,0} = 7,9 \text{ სმ} < l_{\text{მომ}}.$$

ტ. ნ. და პირობებით, ფლანგური ნაქერების სიგრძე არ უნდა იქნეს მეტი $l_{\text{მომ}} = 85\beta_f k_f = 85 \cdot 0,7 \cdot 0,6 = 35,7$ სმ და ნაკლები 40 მმ-ზე, რაც დატულია.

საბოლოოდ, ფლანგური ნაქერის კონსტრუქციული სიგრძეები ყუასთან— $l_{\omega} = l_{\omega}' + 10 = 35,7 + 10 \approx 370$ მმ.

ფრთასთან— $l_{\omega} = l_{\omega}'' + 10 = 7,9 + 10 \approx 90$ მმ.

8. ხაყრდენი კვანძები

კონსტრუქციის მიხედვით წანწის საყრდენი კვანძები შეიძლება იქნეს სახსროვანი და ხისტი. პირველი ტიპის საყრდენი კვანძი გეგმარღე-

ბა წამწის კედლებზე ან სვერებზე დაყრდნობის შემთხვევაში (ნახ. VII.20, 21) მეორე ტიპის—წაწის სვეტებთან ხი:ტ.დ მიერთებისას (ნ.ხ. VII.22).

ტრაპეციული და პარალელურსართულებიანი მობაზულობის წამწების სვერებზე დაყრდნობის შემთხვევაში საყრდენი კვანძი შედგება (ნახ. VII.20): საყრდენი ფილის, საკვანძო ფურცლისა და სიხისტის წიბოებისაგან. საკვანძო ფურცელი გაზომის სართულის კუთხედების თარაზული თაროებიდან და მიდულეულია საყრდენ ფილასთან. სიხისტის წიბოების დანიშნულებაა გადასცეს წამწის შვეული რეაქცია საყრდენ ფილას განშლილად და ამავე დროს უზრუნველყოს კვანძის სიხისტე წაწის სიბრტყის გარეთ. ამ მიზნით, სიხისტის წიბოები მიდულეულია როგორც საკვანძო, ისე საყრდენ ფურცლებთან. საკვანძო ფურცელში ღებვითა კონცენტრაციის თავიდან აცილებისა და შედუღების ნაკერების მოწყობის მახერხებულობის მიზნით, მანძილი (ა) ქვედა სართულის კუთხოვანას თარაზული თაროებიდან საყრდენ ფურცლამდე აიღება თაროების სიგნის ტოლი და არანაკლები 13) მმ-სა (ნახ. VII 20, ა).

საყრდენი ფილის საჭირო ფართობი განისაზღვრება საყრდენი მასალის სიმტკიცის პირობით კუმშვაზე

$$A \geq \frac{F A}{R}, \quad (\text{VII.28})$$

სადაც F_A არის წამწის საყრდენი რეაქცია.

R — საყრდენის მასალის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე (მაგალითად, რკინაბეტონის სვეტებზე დაყრდნობის შემთხვევაში—ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა კუმშვაზე. კედლებზე დაყრდნობის შემთხვევაში—კედლის წყობის საანგარიშო წინაღობა თვლავაზე).

საყრდენი ფილის სისქე განისაზღვრება მისი სიმტკიცის პირობით ღუნვაზე.

უდიდესი ღლუნავი მომენტის მნიშვნელობა, რომელიც მოქმედებს 1—1 კვეთაში, ტოლია (ნახ. VII.20, ბ)

$$M_{1-1} = A \cdot R_{cp} \cdot \frac{h}{3} \leq \frac{c l_{\sigma}^2}{6} R_{\nu} \gamma_c$$

საიდანაც

$$l_{11} = \sqrt{\frac{2Ah}{c} \frac{R_{cp}}{R_{\nu} \gamma_c}} = h \sqrt{\frac{R_c}{R_{\nu} \gamma_c}}; \quad (\text{VII.29})$$

კვადრატული საყრდენი ფილის შემთხვევაში

$$b_{pl} = \frac{B}{2} \sqrt{\frac{R_{cp}}{2R_{\nu} \gamma_c}}, \quad (\text{VII.30})$$

სადაც A, c, h — იმ სამკუთხედის ფართობი, ფუძე და სიმაღლეა, რომელიც შემოფარგლულია ფილის წახნაგებით და 1—1 კვეთით (ნახ. VII 20. ბ).

R_v — ფილის სახნაგარიშო წინალობა;

R_{cp} — სიბრტყლის მას ლის სახნაგარიშო წინალობა;

B — კვადრატული საყრდენი ფილის გვერდის სიგრძე.

ტ. ნ. და პირობებით (VII.23) და (VII.30) ფორმულებით გამოთვლილი საყრდენი ფილის სისქე არ უნდა იქნეს ნაკლები 20 მმ ს.

შეჯულების ნაკერის სიმ ლღე, როდლითაც საყრდენი ფილა ემაგრება საკვანძო და სიხისრის ფურცლებს, იანგარიშება წანწის საყრდენი რეაქციის მიხედვით (IV.8):

$$k_f' = \frac{FA}{\beta \sum l_{\omega} \gamma_{\omega} \gamma_c R_{\omega f}}; \quad k_f'' = \frac{FA}{\beta z \sum l_{\omega} \gamma_{\omega} z \gamma_c R_{\omega z}}, \quad (\text{VII.31})$$

სადაც $\sum l_{\omega}$ არის იმ ნაკერების ჯამური სიგრძე, რომლითაც საყრდენი ფილა ედღლება საკვანძო და სიხისრის ფურცლებს.

k_f' და k_f'' დან ნაკერის სიმაღლედ აიღება უდიდესი ($\max k_f$) სიხისრის წიბოებისა დ. საკვანძო ფურცლის ურთიერთშემერთებელი შედღლების ნაკერების სიშტეციე მოწიღება (IV.4—5) ფორმულებით:

$$\frac{N}{4 \beta_j k_f' l_{\omega h}} \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega} \gamma_c, \quad (\text{VII.32})$$

$$\frac{N}{4 \beta_z k_f'' l_{\omega h}} \leq R_{\omega z} \gamma_{\omega} z \gamma_c$$

სადაც N არის ნაკერებში მოქვედი ძალა,

$$N = FA \frac{\sum l_{\omega h}}{\sum l_{\omega h} + \sum l_{\omega}}. \quad (\text{VII.33})$$

$l_{\omega h}$ — სიხისრის წიბოსა და საკვანძო ფურცლის შემაერთებელი ნაკერის სიგრძე

$$l_{\omega h} = h + 10 \text{ მმ};$$

h — წიბოს, ან, რაც იგივეა, საკვანძო ფურცლის სიმაღლე;

$\sum l_{\omega}$ — სიხისრის წიბოების საყრდენ ფილასთან შემაერთებელი შედღლების ნაკერების სიგრძეების ჯამი.

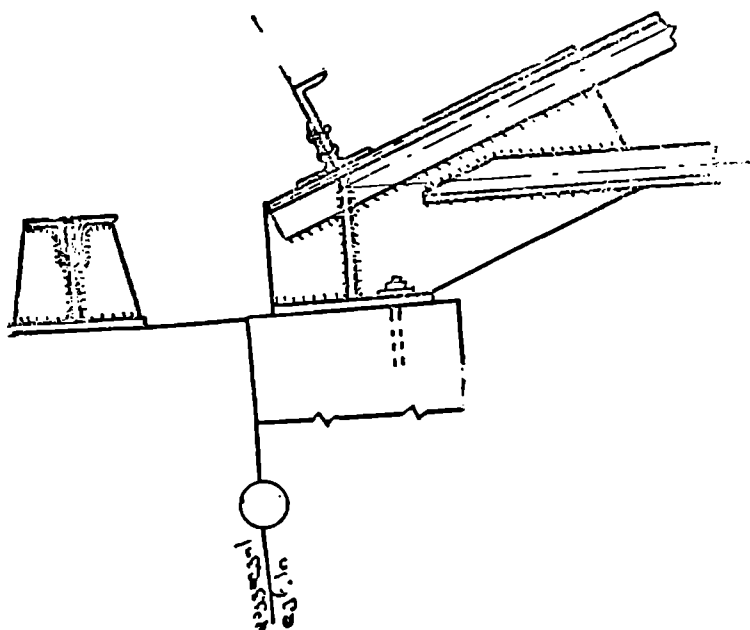
$\sum l_{\omega h}$ — სიხისრის წიბოების საკვანძო ფურცელთან შემაერთებელი შედღლების ნაკერების სიგრძეების ჯამი.

კვადრატული საყრდენი ფილის შემთხვევაში $\sum l_{\omega h} = \sum l_{\omega}$, ამიტომ

$$N = \frac{FA}{2}. \quad (\text{VII.34})$$

სამკუთხე მოხაზულობის წამწის საყრდენი კვანძის კონსტრუქცია. ნახევრებია VII.21 ნახაზზე. ასეთი კვანძის გაანგარიშება წარმოებს ტრაპეციული წამწის საყრდენი კვანძის ანალოგიურად.

წამწის (რიგელის) სვეტთან ხისტად მიერთებს კონსტრუქცია მოყვანილია VII.22 ნახაზზე. ასეთი კონსტრუქციის კვანძში ზოქცედებენ რიგელის შვეული (F) და თარაზული (H) რეაქციები. შვეული რეაქციის გადაცემა წაიწიდან სვეტზე ხდება შიგნითი საყრდენი ფუტისა და შავის საშუალებით. ამ მიზნით, საყრდენი ფურცელი მიდრეკილია საკვანძო ფურცელთან და მჭიდროდ ეყრდნობა მასს. უკანასკნელად



ნახ. VII.21. სამკუთხე წამწის საყრდენი კვანძი.

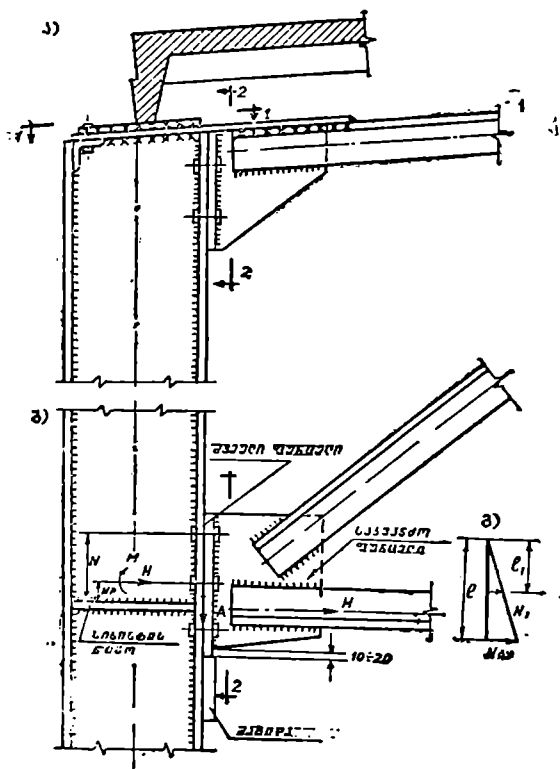
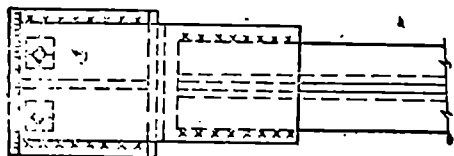
წარმოადგენს სვეტზე წინასწარ მიდრეკილ სქელი ფურცლის ნაქერს ან კუთხოვანას ჩანონაქერს. წაწის შვეული რეაქციის (F) შავიდაზე არათანაბარი გადაცემის შესაძლებლობის გამო, შავიდას სვეტთან შემკერებელი შედუღების ფლანგუ-ი ნაქერები იანგარიშება ძალაზე

$$N = \frac{3}{2} F. \quad (\text{VII.35})$$

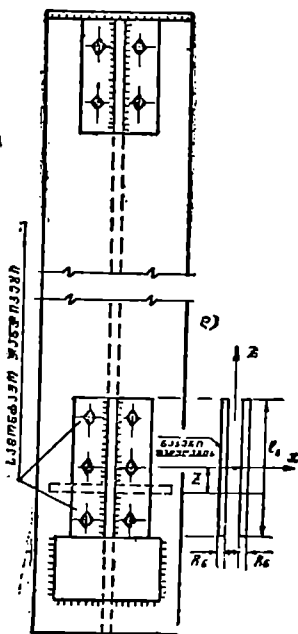
თარაზული H რეაქციის გადაცემა სვეტზე ხორციელდება საყრდენი

ფურცლისა და სვეტის სარტყლის შიგნითგზომი კონსტრუქციის საშუალებით. ივეულებრივ, H ძალა მ. კმედებს წაძრის ქვედა სარტყლის დერძის გასწვრივ და მოღებულია ტანკიკუი მერთებია სიძიის ცენტრის დაბლა. ამის გამო, ტანკიკუო შვეოთებიაში წაოძოიშობა მომენტი $M = Hx_0$, როელიც კლილოას კანქის იობოუებსას. აიოობით მიღებულია, რომ კანქის მობოუების ცენტოი მდებოეის ზედა თოახული ტანკიკის დეოძ.

სურთ 1-1



სურთ 2-2



ნახ. VII.22. ა, ბ, გ, დ—წაძრის სვეტთან ხსტად შიერთების კონსტრუქცია.

ზე (ნახ. VII.22, ბ). ასეთი დაშვების საფუძველზე, ქვედა განაპირა კანკიკში მოქმედი უდიდესი გარკიმი ძალა გამოითვლება შემდეგი მოსახრებით: კვანძის ურღვევადობისათვის კვანძური მომენტი $M = Hx_0$ გაწონასწორებული უნდა იქნეს კანკიკში მოქმედი ჰორიზონტალური ძალებით წარმოქმნილი რეაქციული მომენტებით. აქედან გამომდინარე, დიკული უნდა იქნეს ტოლობა

$$N_{max}l + N_1l_1 \geq \frac{1}{2} M = \frac{1}{2} H \cdot x. \quad (VII.36)$$

როგორც VII.22, გ ნახაზიდან ჩანს,

$$\frac{N_{max}}{N_1} = \frac{l}{l_1},$$

საიდანაც

$$N_1 = N_{max} \frac{l_1}{l}.$$

თუ N_1 -ის მნიშვნელობას შევიტანთ (VII.36)-ში და მიღებული განტოლებიდან გამოვრიცხავთ N_{max} , მივიღებთ

$$N_{max} = \frac{1}{2} \frac{H \cdot x \cdot l}{\Sigma l_i^2}; \quad (VII.37)$$

$$\Sigma l_i = l^2 + l_1^2 + l_2^2 + \dots$$

სადაც x არის მანძილი H ძალის მოქმედების წერტილიდან განაპირა

კანკიკის ღერძამდე (ნახ. VII.22, ბ);

l — მანძილი განაპირა კანკიკებს შორის;

l_i — მანძილი თითოეულ კანკიკსა და განაპირა კანკიკს შორის.

(VII.37) ტოლობანი კოეფიციენტი ორი (2) მნიშვნელში

წარმოადგენს კანკიკების რაოდენობას თარახულ რიგში.

ინიშნათვის, რომ თარახულმა კანკიკებმა იმუშაოს მხოლოდ H ძალაზე, აუცალკეულია ხერცების დიანეტრი საკენძო შეეულ ფურცელში (3—4) იმ-ით ძეტი იყოს კანკიკების დიანეტრზე. საყრდენი ფურცლის მაგიდაზე მკადროდ დაყოფილების მიზნით, ბისი ქვედა ტორსი ფრეზირებულია და დიკა-ებლია საკვანძო ფურცლის ნაპირიდან (10 ÷ 20) მმ-ით. საყრდენი ფურცლის სისქე უნდა პასუხობდეს შიგარებრსათვის საჭირო სიმტკიცის პირობებს და აიღება (10 ÷ 20) მმ-მდე. შეეული საყრდენი და საკვანძო ფურცლების შემადგენელი შედუღების ნაკერის გაანგარიშება ხდება წინის რეველი F რეაქციის, თარახული H და ამ რეაქციის ექსცენტრული მოქმედებით გამოწვეული მომენტის ($M = H \cdot x$) მიხედვით.

ნაკერის ლითონში და მის საზღვარზე, ქვედა მაქსიმალურად და-
 ძაბული ბოქვის სიმეტრიულ მოწმდება ფორმულებით (ნახ. VII.22, დ):

$$\tau_f \ll R_{\omega} \gamma_{\omega} \gamma_{\tau}; \quad \tau_z \ll R_{\omega} \gamma_{\omega} \gamma_{\tau} \quad (\text{VII.38})$$

სადაც τ_f , τ_z — ნაკერის ლითონში და მის საზღვარზე მოქმედი ძაბვა-
 თა ტოლქმედია, გამოწვეული გრძივი (H), განივი (K) ძალებით და მო-
 მენტის (M) ზემოქმედებით:

$$\tau_f = \sqrt{\sigma_f^2 + \tau_{\sigma f}^2}; \quad \tau_z = \sqrt{\sigma_z^2 + \tau_{\sigma z}^2}; \quad (\text{VII.39})$$

$$\sigma_f = \frac{H}{2\beta_k k_f l_{\omega}} + \frac{3H\alpha_1}{\beta_k k_f l_{\omega}^2};$$

$$\tau_{\sigma f} = \frac{F}{2\beta_k k_f l_{\omega}};$$

$$\sigma_z = \frac{H}{\beta_k k_f l_{\omega}} + \frac{3H\alpha_1}{\beta_k k_f l_{\omega}^2}; \quad (\text{VII.40})$$

$$\tau_{\sigma z} = \frac{F}{2\beta_k k_f l_{\omega}}.$$

მოყვანილ ფორმულებში: α_1 — მანძილია H ძალიდან ნაკერის სიმძიმის
 ცენტრამდე დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც ზემოთ.

ზედა კვანძის სამონტაჟო კანკიები, რომლითაც საკვანძო ფურცე-
 ლი მიმაგოებულია სვეტის სარტყელთან, თანგაოიშება ძალაზე (ნახ.
 VII.22, ა)

$$N = \frac{H}{n}, \quad (\text{VII.41})$$

სადაც n არის სიმეტრიულად განლაგებული კანკიების რიცხვი (ჩვეუ-
 ლებოვიად, $n=4$);

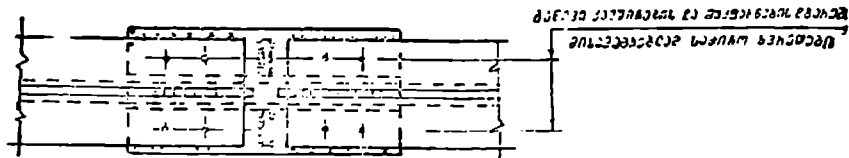
N ის განსაზღვრის შედეგ კანკიის მზიდუნარიანობა მოწმდება
 V.1, V.2 და V.3 ფორმულებით.

4. წამწის სარტყლების პირაპირები

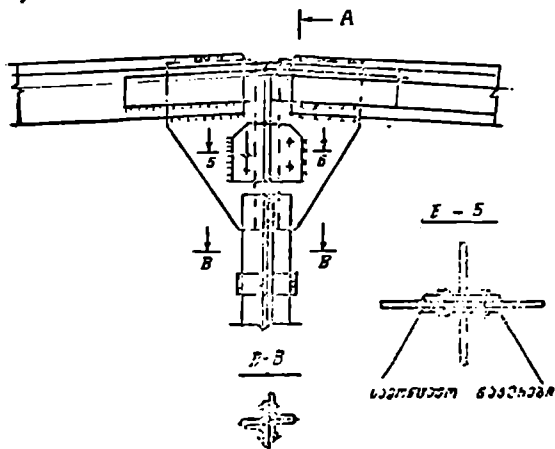
VII.11 და VII. 13 ნახაზებზე ნაჩვენებია წამწის სამონტაჟო პირა-
 პირების განლაგების სქემა.

სარტყლის პირაპირები შეიძლება მოთავსდეს როგორც პანელის
 ფარგლებში, ასევე წამწის კვანძებში. ჩვეულებრივ, ქვედა სარტყლის პირა-
 პირები ეწყობა ქვედა შუალედ კვანძებში (ნახ. VII. 23. ბ); ზედა
 სარტყლის პირაპირი — წამწის კეხის კვანძში (ნახ. VII.23, ა). პირაპირე-
 ბის ასეთი კონსტრუქციის დროს საკვანძო ფურცელი გამოყენებულია

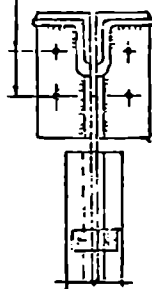
როგორც პირაპირის შემაერთებელი ელემენტი. ხშირად, საკვანძო ფუოკლის გადაძაბვის თავიდან აცილების იმნით, პირაპირები დაძაბვბით გადახურულია ორი კუთხოვანას ჩამოთაპრებით. პირაპირების კუ-



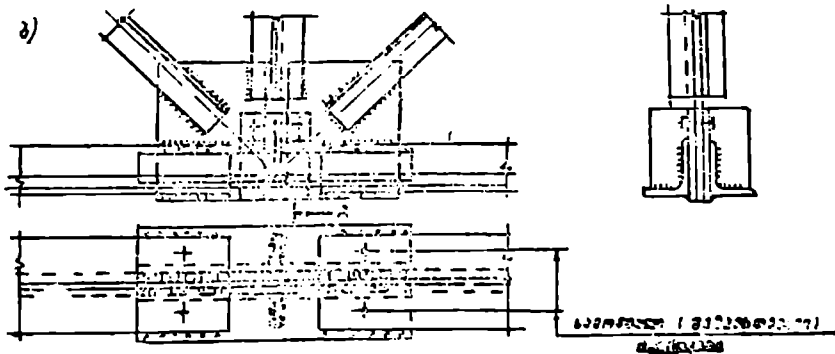
ა)



უკანა კაუჩუკის ჩამოთაპრის დაძაბვის შემთხვევაში



ბ)



ნახ. VII. 23. წაშლის პირაპირები:

ა—პირაპირი კეხის ქვ წაშლი; ბ—ქვედა სარტლის შუა კვანძის პირაპირი.

თხოვანების (ზესადების) ზომები აიღება იგივე, რაც სარტყლის კუთხოვანებისა პირაპირების კვანძებში მოწყობის შემთხვევაში, კვანძში შემავალი სარტყლების. ირიბანებისა და დგარების საკვანძო ფურცელთან მისამარებლად საჭირო შედუღების ნაკერების ზომების შერჩევა წარმოებს. მათში მოქმედი საანგარიშო ძალების მიხედვით. ასეთი ნაკერების სიმტკიცე მოწმდება (IV.4—5) ფორმულებით.

§ VII.7. მილოვანი წამწები

წამწების ერთ-ერთი რაციონალური სისტემაა მილოვანი წამწები.

§VII.4-ში განხილულ წამწებთან შედარებით, მილოვანი წამწების დადებითი მხარეებია: ფოლადის ხარჯისა და ღირებულების სიმცირე (10÷30%), კოროზიისადმი მაღალი მედეგობა, სამონტაჟო და შედუღებითი სამუშაოების ნაკლები რაოდენობა, შესრულებული სამუშაოების ხარისხის შეპოვნების სიადვილე, ღეროების ურთიერთმართობის ბრტყელებში თანაბარი მდგარობა, გაწმენდისა და შეღების სიადვილე, კარგი გარეგანი სახე და სხვა. ამავე დროს. მათი უარყოფითი მხარეებია: კვანძების კონსტრუქციებისა და მუშაობის სირთულე, ბოლოების დასამუშავებელი სპეციალური ჩარხების საჭიროება.

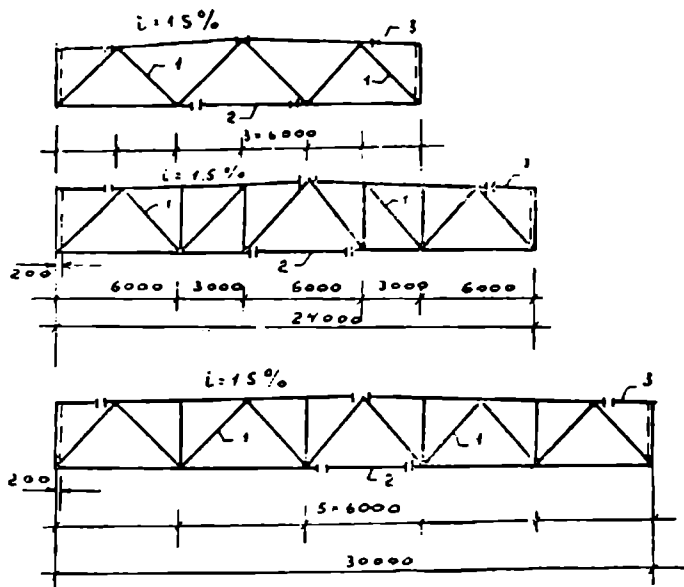
წამწების ღეროები გვემარება უნაიკო (ГОСТ 8732-58) ან ელექტროშენაული მილებისაგან (ГОСТ 10704-63).

მილოვანი წამწების ტიპური სქემები უნიფიცირებული ზომებით ნაჩვენებია VII.24 ნახაზზე წამწის ზედა და ქვედა სარტყლები გვემარდება ერთნაირი განივკვეთის და სიკრძის. სარტყლების მილის კედლის

სისქე რეკომენდებულია არანაკლები $\frac{1}{40} \div \frac{1}{50}$ მილის დიამეტრისა

და, როგორც წესი, 1÷2 მმ-ით მეტი მილოვანი გისოსების კედლის მინიმალური სისქისა. სარტყლის მილების კედლის მინიმალური დასაშვებ სისქე 3 მმ-ია, ხოლო გისოსებისა.—2,5 მმ მილოვანი ელემენტების კვანძში შეუღლების კოროზიისაგან დაცვის მიზნით, უხრუნველყოფილი უნდა იქნეს წამწის შიგნით ზედაპირის სრული პერმეტიზაცია. VII.25, 27 ნახაზებზე მოყვანილია მილოვანი წამწების კვანძების კონსტრუქციების რამდენიმე ვარიანტი. აქედან ყველაზე რაციონალურია კვანძები გისოსებ სარტყლებთან უშუალო შეერთებით (ნახ. VII.25, ა, ბ, გ, დ). ელემენტების დაცენტრება ხდება გეომეტრიული ღეროების მიხედვით (ნახ. VII.25, ა) სარტყლას მხარეებთან დასარტყლად გამოყენებისას დასაშვებია კვანძის დაცენტრება 1/4 სარტყლის დიამეტრის სიდიდის ექსცენტრაციით. გისოსების კვანძებთან უშუალოდ შეერთებისას, მათი ფაქტურული ამოქნა ხდება სპეციალური მანქანებით, რაც უზრუნველყოფს შეერთების მაღალ ხარისხს, ნაკლებად პრობლემატულია და მცირე მასალის ხარჯიც. ასეთი კვანძურა შეუღლების თეორიული

განგარიშება რთული ამოცანაა; იგი მიეკუთვნება ურთიერთგადაკვეთი-
ლი ცილინდრული გარსების განგარიშების სფეროს. განგარიშება
რთულდება იმითაც, რომ მილოვანი წამწეების კვანძებში შეღულების
ნაკერის სიმძიმის ცენტრი არ ემთხვევა ძაღვის მოქმედების წირს; ამ-
ტომ ძაღვების განაწილება კვანძის შეღულების ნაკერებში არათანაბ-
რია. მათი მზიდუნარიანობა მოწმდება ცალკეულ უბნებში. გისოსის მი-



ნახ. VII.24. მილოვანი უნიფიცირებული წამწეები:

- 1—გადსახილდ სამონტაჟო ერთეული; 2—ქველა სარტყლის ჩანამატი;
3—ზელა სარტყლის ჩანამატი.

ლოვანი ღეროს მისიერებელი კუთხური შეღულების ნაკერის სიმტკი-
ცე ნაკერში და ნაკერის საზღვარზე მოწმდება ფორმულებით:

$$\frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{af} \gamma_{af} \gamma_c; \quad \frac{N}{\beta_z k_f l_w} \leq R_{az} \gamma_{az} \gamma_c, \quad (\text{VII.42})$$

სადაც R_{af} , R_{az} არის კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინალობები;

γ_{af} , γ_{az} — ნაკერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

$\gamma_c = 0,85$ — კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

k_f და l_w — ნაკერის სიმაღლე და სიგრძე.

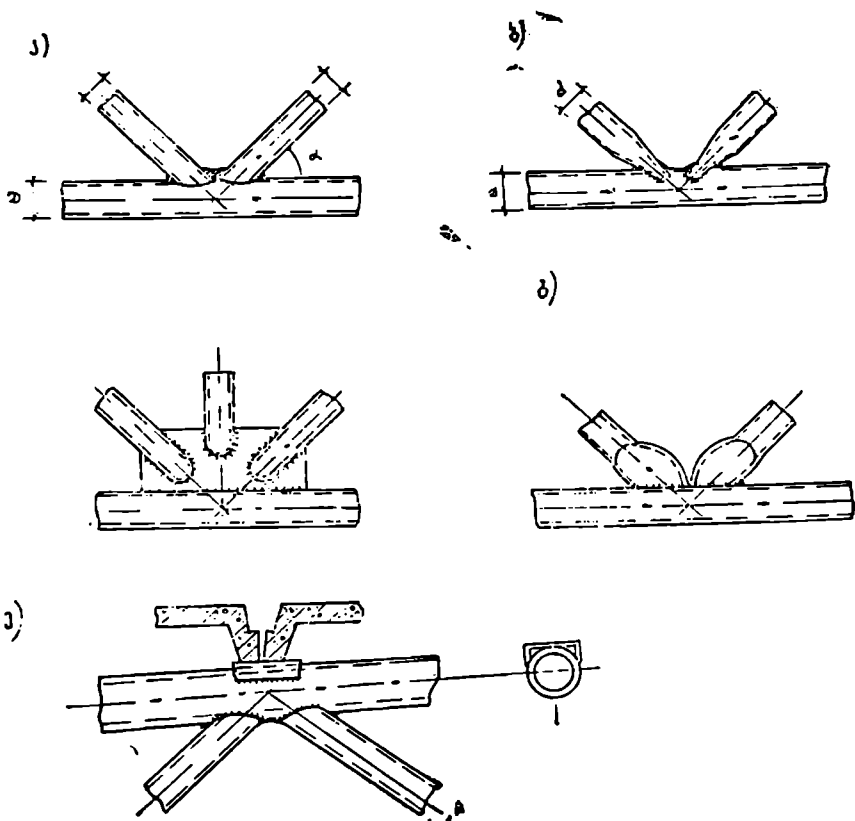
უკანასკნელი განისაზღვრება ფორმულით

$$l_w = \frac{\pi d \xi}{2} \left[\frac{3}{2} (1 - \operatorname{cosec} \alpha) - \sqrt{\operatorname{cosec} \alpha} \right], \quad (\text{VII.43})$$

სადაც α — კუთხეა ირიბანასა და სარტყელს შორის.

ξ — კოეფიციენტი და მისი მნიშვნელობა ირიბანასა და სარტყელის მიღების დიამეტრების ფარდობის მიხედვით აიღება ქვემოთ მოყვანილი VII.1 ცხრილიდან (ნახ. VII.25, ა).

შილის ბოლოების ფიგურულად დამამუშავებელი ჩარხის უქონლობისას, კვანჩებში ღეროების შეერთება შეიძლება გისოსების ბოლოების შეტყულებით (ნახ. VII.25 ბ, გ); გამონაკლის შემთხვევაში—საკვანძო



ნახ. VII.25. მიღოვანი წაპწეების კვანძები:

ა — უშუალო შეერთებით; ბ, გ — გისოსების ბოლოების შეტყულებით; დ — საკვანძო ფურცლით; ე — შესაურსელი დატვირთვის სიმეტრიულად გადაცემა.

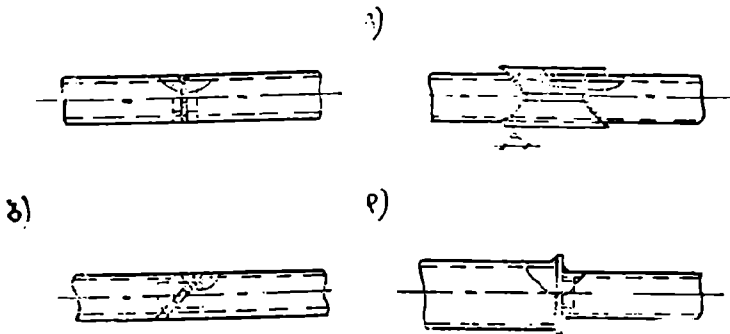
ფურცლებით (ნახ. 25, დ). ბოლოების შეტყუევა დასაშვებია ნახშირბად-
ბირე ფოლადის მილებისათვის. გადახურვის წიბოვანი ფილების კვან-
ძებზე დაყრდნობის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.25, ე ნახაზზე.

ტ ბ რ ი ლ ი VII.1

$\gamma = \frac{d}{D}$	0,2	0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,90	0,95	1,0
ξ	1	1,01	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06	1,08	1,12	1,22

d — გისოსის ელემენტის დიამეტრი, D — სარტყლის ელემენტის დიამეტრი

VII.26 ნახაზზე მოყვანილია სარტყლის მილების პირაპირების
კონსტრუქციები. ერთი სიდიდის დიამეტრის მილების პირაპირული
შეერთება სრულდება მილში ჩატოვებული რგოლის — სარჩულის საშუა-



VII.26. მილოვანი ღეროების პირაპირება:

ა — სარჩულის საშუალებით; ბ — ირიბი შედღეუბის ნაკერით; გ — წყვილი, რგო-
ლური ფიგურული ამოკრით; დ — ტორსილი შესაღებით.

ლებით (ნახ. VII.26, ა). ასეთი შეერთების სიმტკიცე გაკვიმვასა და
კუმშვაზე იანგარიშება ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{\pi D_{\text{საშ}}^2} \leq R_{\text{ფ}} \gamma \xi \quad (\text{VII.44})$$

სადაც $D_{\text{საშ}}$ არის შესაერთებელი მილებიდან უმცირესი სისქის მილის
საშუალო დიამეტრი;

ξ — შესაერთებელი მილების კედლის უმცირესი სისქე.

პირაპირულ შეერთებაში სარჩულით (ნახ. VII.26, ა) ნაკერი და
შესაერთებელი ელემენტები თანაბარი სიმტკიცისაა, თუ შედღეუბის ნა-
კერის საანგარიშო წინაღობა არ არის ნაკლები მილის ფოლადის საან-

გარიშო წინაღობაზე. თუ შედეგების ნაკერის საანგარიშო წინაღობა ნაკლებია მილის ფოლადის საანგარიშო წინაღობაზე, მაშინ შეერთებას რგოლურ სარჩულზე ასრულებენ ირიბი შედეგების ნაკერით (ნახ. VII.26, ბ). როდესაც ირიბი ნაკერის სიმტკიცეც საკმარისი არ არის, შეერთება სრულდება წყვილი ფიგურულად ამოჭრილი რგოლური ზესადებით (ნახ. VII.26, ვ).

ფიგურულად ამონაჭერი ზესადებით შეერთებისას, შედეგების ნაკერის მიახლოებითი სიგრძე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$l_{\omega} \approx 2\pi \sqrt{a^2 + \left(\frac{\pi D}{2n}\right)^2}, \quad (\text{VII.45})$$

სადაც a — ზესადების ფიგურული ამონაჭრის სიღრმეა მილის ღერძის გასწვრივ;

n — ამონაჭრების რიცხვი.

სხვადასხვა სიდიდის დიამეტრის მილების პირაპირული შეერთება, რომლებიც განიცილიან კუმშვას, ან მაშინ, როდესაც მილები ერთდება კუთხით, შეერთება ხორციელდება ტორსული შუასადების საშუალებით (ნახ. VII.26, დ).

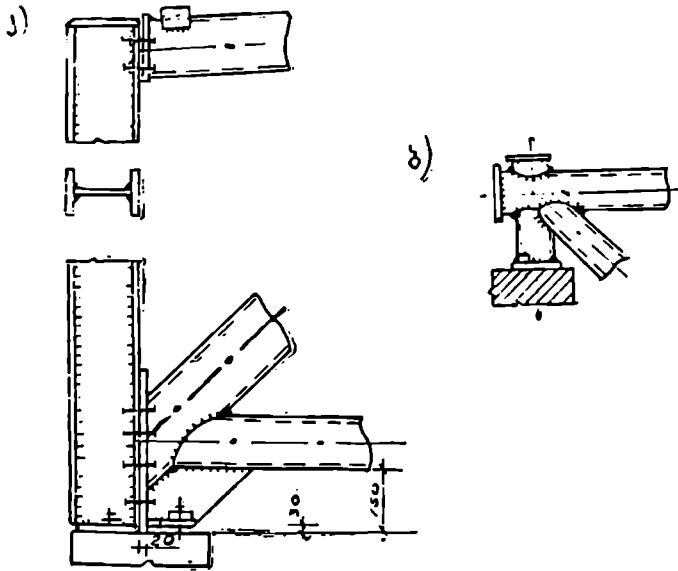
მილოვანი წამწეების საყრდენი კვანძები, ისე როგორც ჩვეულებრივ წამწეებში, აუცილებელია დაგეგმარდეს ხისტო საყრდენი დგარებით. ასეთი დგარებით ხდება საყრდენი რეაქციების გადაცემა საყრდენ კონსტრუქციებზე.

საყრდენი დგარი შეიძლება დაგეგმარდეს ორტესებრი პროფილის შედგენილი სამი ფურცლისაგან (ნახ. VII.27, ა), ან მილის გადანაჭრისაგან (ნახ. VII.27, ბ). საყრდენი დგარი ეყრდნობა ფილას. უკანასკნელის დანიშნულებაა წამწის საყრდენი რეაქცია საყრდენ კონსტრუქციას გადასცეს განშლილად.

წამწის შეკუმშული ელემენტების განივკვეთის შერჩევა წარმოებს (III.31) ფორმულით. ამ ფორმულით გაანგარიშების დროს, მოქნილობა λ -ს განსაზღვრისას, წამწის ელემენტების საანგარიშო სიგრძე l_0 აიღება: 1) წამწის სიბრტყეში სარტყლების, საყრდენი ირიბანებისა და დგარებისათვის $l_{ef} = l_x = l$. სხვა ელემენტებისათვის შეუტყლეთავი ბოლოებით $-l_x = 0,9l$; თუ ბოლოები შეტყლელია $-l_x = l$; 2) წამწის სიბრტყიდან გაანგარიშებისას: სარტყლების, საყრდენი ირიბანებისა და დგარებისათვის $l_{ef} = l_1$. სხვა ელემენტებისათვის შეუტყლეთავი ბოლოებით $-l_{ef} = l_y = 0,9l_1$. როდესაც ბოლოები შეტყლელია $l_y = l_1$.

მოყვანილ ტოლობებში l არის მანძილი მეზობელი კვანძების ცენტრებს შორის წამწის სიბრტყეში (ელემენტის გეომეტრიული სიგრძე);

l_1 — მანძილი დამაგრების წერტილებს (კვანძებს) შორის წამწის სიბრტყიდან.



ნახ. VII.27. მილოვანი წამწეების საყრდენი კვანძები:

- ა—საყრდენი ღვარი ფურცლებისაგან, ორტუხები განიეკეთის სახით;
 ბ—საყრდენი ღვარი შილის გადანაჭრისაგან.

გადახურვის სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად იწყობა მილოვანი, თარაზული და შვეული კავშირები. კავშირების სქემა და განლაგება ანალოგიურია ზემოთ განხილული წამწეების კავშირებისა. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ კავშირის ღეროებს აქვს შეტყლელი ბოლოები და ჰანკიკებით ემაგრება წამწის საკვანძო ფურცელს. მილოვანი წამწის კონსტრუქცია, ტიპური კვანძებით, ნაჩვენებია II დანართის VII.2 ნახაზზე.

§ VII.8. წამწის სამუშაო ნახაზები შედგენა

წამწის სამუშაო ნახაზები შედგება: 1. გადახურვის სამონტაჟო სქემისაგან; 2. გადასაზიდი სამონტაჟო ერთეულების დეტალური ნახაზებისა და 3. სიეიფიკაციისაგან.

გადახურვის სამონტაჟო სქემაზე ნაჩვენებია წამწეებისა და კავშირების განლაგება. სამონტაჟო სქემები გამოიხატება 1:200 ან 1:400 მასშტაბში.

გადასაზიდი ერთეული ჩვეულებრივ წარმოადგენს წამწის ნახევრის დეტალურ ნახაზს და გამოიხატება 1:20 მასშტაბში. ასეთი გადასაზიდი

ერთეულის დეტალური ნახაზის ნიმუშები ნაჩვენებია II დანართის VII.1—2 ნახაზებზე.

ამ ნახაზებზე მოყვანილ სპეციფიკაციაში მოცემულია წამწის ელემენტების გეომეტრიული ზომები, რაოდენობა და მასა.

გადახურვის სამონტაჟო სქემა, გადასაზიდი ერთეულის დეტალური ნახაზი და მასალის სპეციფიკაცია გამოიხაზება ერთ სტანდარტულ სახაზავ ფორმატზე.

შავალითი VII.3. დაგეგმარდეს მსუბუქი წამწე სამრეწველო საამქროს გადახურვისათვის შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. წამწის მალი $l=30$ მ;
2. წამწეებს შორის მანძილი (გრძივი ბიჯი) $l_0=6$ მ;
3. მუდმივი დატვირთვები (გადახურვის საკუთარი მასა);

საანგარიშო თანაბრად განაწილებული $q_p=15,84$ კნ/მ;

საანგარიშო შეყურსული (შუქფარნის შემინვისა და გვერდითი რკინაბეტონის ფილის მასა) $F=12,5$ კნ/მ;

4. თოვლის თანაბრად განაწილებული საანგარიშო დატვირთვა

$q_p=4,2$ კნ/მ;

5. წამწის კუთხოვანების მასალა* ВСТЗКС, საკვანძო ფურცლების*—ВСТЗКС, I დანართის მე-5 ცხრილით, როდესაც $t=4 \div 20$ მმ, $R_y=235$ მპ, $R_{yn}=245$ მპ, $R_{un}=370$ მპ, $R_u=350$ მპ;

6. წამწის ელემენტების შეერთება-შედუღება ხელით. ელექტროდის ტიპი 346 (I დან. მე-18 ცხრ.); ნაკერის ხარისხი მოწმდება ვიზუალურად.

7. რკინაბეტონის სვეტის ბეტონის მარკა M300 ($R_{c,0}=11,5$ მპ). გადახურვის სქემა ნაჩვენებია VII.28 ნახაზზე. წამწის გაანგარიშება ტარდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

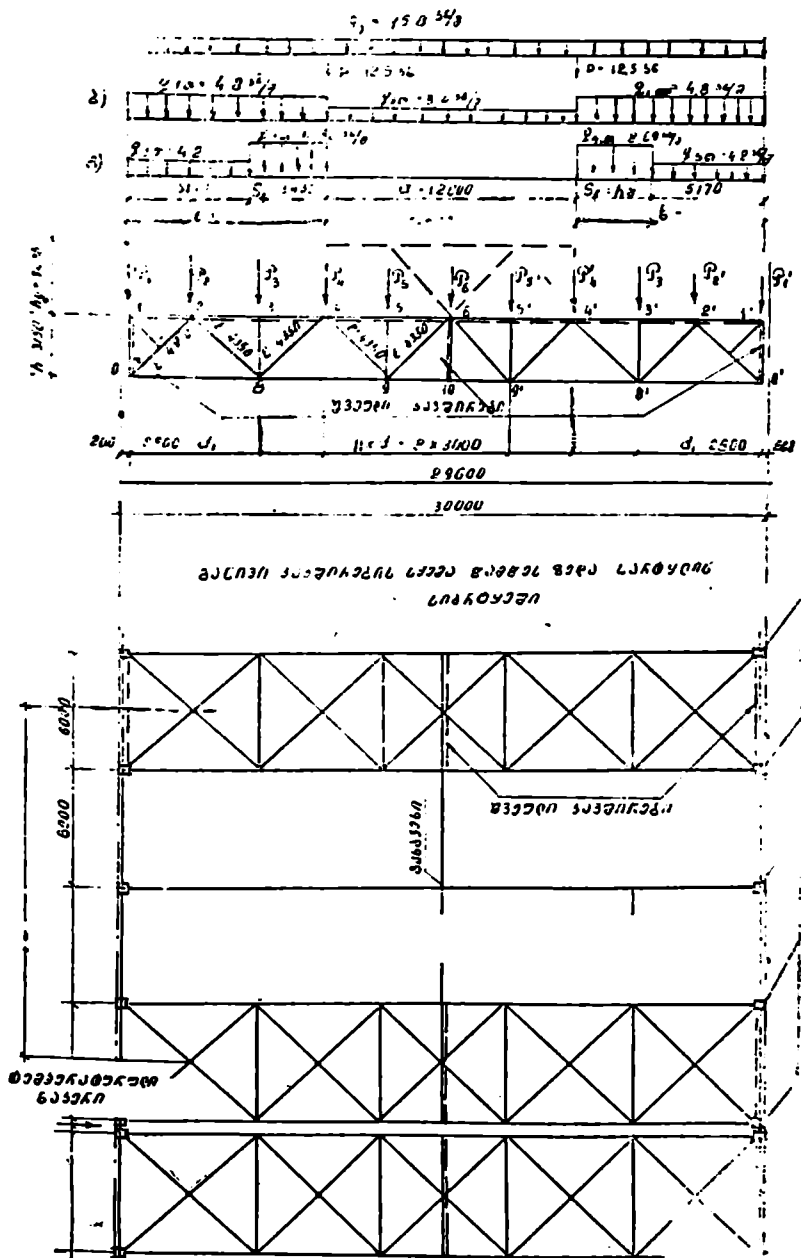
1. კვანძური დატვირთვების განხაზღვრა

VII.28 ნახაზზე ნაჩვენებია წამწის საანგარიშო სქემის მიხედვით მუდმივი კვანძური დატვირთვები (ნახ. VII.28, ა):

$$F_{1p}=F_{1p}'=q_p \frac{l_{m1}}{2} = 15,84 \cdot \frac{2,8}{2} = 22,2 \text{ კნ:}$$

$$F_{2p}=F_{2p}'=q_p \frac{l_{m1}+l_m}{2} = 15,84 \cdot \frac{2,8+3,0}{2} = 45,94 \text{ კნ;}$$

* აღებულია СНиП II-22-81 50-ე ცხრილის მიხედვით. ტემპერატურული რეჟიმი— $30 > t \geq -40^{\circ}\text{C}$ -ზე.



ნახ. VII.28. ა, ბ, გ—წამწის ჰემგალთის ვანგარისუბისთვის.

$$F_{3g} = F_{6g} = F_{9g} = F_{3g}' = F_{3g}' = q_g \cdot l_m = 15,84 \cdot 3 = 47,5 \text{ კვ};$$

$$F_{4g} = F_{4g}' = q_g \cdot l_m + F = 15,84 \cdot 3 + 12,5 = 60,02 \text{ კვ}.$$

წამწის საყრდენი რეაქციები:

$$F_A = F_B = F_{1g} + F_{2g} + F_{3g} + F_{4g} + F_{6g} + \frac{F_{6g}}{2} = 246,91 \text{ კვ}.$$

ტ. 5. და პირობებით (СННП II-6-74), როდესაც წამწებზე უქფარანა დგას, განხილული უნდა იქნეს თოვლის დატვირთვის ორი სქემა (ნახ. VII.28, ბ, გ);

თოვლის I და II სქემის დატვირთვის მახასიათებელი კოეფიციენტები (СННП II-6-74 §5.1, გვ. 11):

$$c = 1 + 0,1 \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \cdot \frac{12}{9} = 1,13 < 2,0;$$

$$c_1 = 1 + 0,6 \frac{a}{s_{\phi}} = 1 + 0,6 \cdot \frac{12}{4,5} = 2,6;$$

$$c_2 = 1 + 0,4 \frac{a}{s_{\phi}} = 1 + 0,4 \cdot \frac{12}{4,5} = 2,07.$$

a , b , s_{ϕ} -ის მნიშვნელობები ნაჩვენებია VII.28 ბ, გ—ნახაზზე. c -ს გამოთვლის დროს მხედველობაში უნდა გვექონდეს შემდეგი: СННП II-6-74 §5 მიხედვით, გადახურვის გრძივების ნებისმიერი მალის შემთხვევაში ან როდესაც გადახურვის ნორმატიული წონა $> 1,5$ კვ/მ²-ისა, ან როდესაც გადახურვის რკინაბეტონის ფილის მალი > 6 მ-ის, c კოეფიციენტი არ უნდა იქნეს მეტი 2,5-ზე; როდესაც ფილის მალი ≤ 6 მ-ის, $c \leq 2$ -ის.

c , c_1 , c_2 კოეფიციენტების გათვალისწინებით, თოვლის დატვირთვის I სქემის შემთხვევაში (ნახ. VII.28, ბ):

$$q_{1,p} = c \cdot q_p = 1,13 \cdot 4,2 \approx 4,8 \text{ კვ/მ};$$

$$q_{2,p} = 0,8 q_p = 0,8 \cdot 4,2 = 3,4 \text{ კვ/მ}.$$

თოვლის დატვირთვის II სქემის შემთხვევაში (ნახ. VII.28, გ):

$$q_{3,p} = c_1 \cdot q_p = 2,6 \cdot 4,2 \approx 10,92 \text{ კვ/მ};$$

$$q_{4,p} = c_2 \cdot q_p = 2,07 \cdot 4,2 = 8,69 \text{ კვ/მ};$$

$$q_{6,p} = q_p = 4,2 \text{ კვ/მ}.$$

თოვლის კვანძური საანგარიშო დატვირთვები:

დატვირთვის I სქემის დროს (ნახ. VII.28, ბ):

$$F_{1,p} = F_{1,p}' = q_{1,p} \frac{l_{m1}}{2} = 4,8 \cdot \frac{2,8}{2} = 6,72 \text{ კვ};$$

$$F_{2p} = F_{2p}' = q_{1p} \frac{l_{m1} + l_m}{2} = 4,8 \cdot \frac{2,8 + 3,0}{2} = 13,92 \text{ კნ};$$

$$F_{3p} = F_{3p}' = q_{1p} l_m = 4,8 \cdot 3 = 14,4 \text{ კნ};$$

$$F_{4p} = F_{4p}' = (q_{1p} + q_{2p}) \frac{l_m}{2} = (4,8 + 3,4) \cdot \frac{3}{2} = 12,3 \text{ კნ};$$

$$F_{5p} = F_{6p} = F_{6p}' = q_{6p} \cdot l_m = 3,4 \cdot 2 = 10,2 \text{ კნ}.$$

წამწის საყრდენი რეაქციები

$$F_A^I = F_B^I = F_{1p} + F_{2p} + F_{3p} + F_{4p} + F_{5p} + \frac{F_{6p}}{2} = 62,64 \text{ კნ}.$$

წამწის ელემენტებში უდიდესი საანგარიშო ძალები წარმოიშობა მუდმივი და I სქემის თოვლის დატვირთვის ერთობლივი მოქმედებისას. გამონაკლისს წარმოადგენს ძალები 3—8 და 3'—8' დგარებში. ამ ელემენტებში უდიდესი საანგარიშო ძალები წარმოიშობა მუდმივი და თოვლის II სქემის დატვირთვის მოქმედების დროს. ამის გამო თოვლის დატვირთვის II სქემის შემთხვევაში ვანგარიშობთ მხოლოდ 3 და 3' კვანძებზე მოქმედ შეყურსულ საანგარიშო დატვირთვებს (ნახ. VII.28, გ):

$$F_3^{II} = q_{3p} \left[\frac{3}{2} - (3,43 - 3) \right] = 10,92 \cdot 1,93 = 21,08 \text{ კნ};$$

$$F_3'^{II} = q_{4p} \left[\frac{3}{2} - (3,43 - 3) \right] = 8,69 \cdot 1,93 = 16,77 \text{ კნ}.$$

წამწის ჯამური კვანძური დატვირთვები (მუდმივი + თოვლის I სქემა):

$$F_1 = F_1' = F_{1p} + F_{1p}' = 22,2 + 6,72 = 28,92 \text{ კნ};$$

$$F_2 = F_2' = F_{2p} + F_{2p}' = 45,94 + 13,92 = 59,86 \text{ კნ};$$

$$F_3 = F_3' = F_{3p} + F_{3p}' = 47,5 + 14,4 = 61,9 \text{ კნ};$$

$$F_4 = F_4' = F_{4p}' + F_{4p} = 60,02 + 12,3 = 72,32 \text{ კნ};$$

$$F_5 = F_5' = F_{5p} + F_{5p}' = 47,5 + 10,2 = 57,7 \text{ კნ};$$

$$F_6 = \frac{F_{6p} + F_{6p}'}{2} = \frac{47,5 + 10,2}{2} = 28,85 \text{ კნ};$$

$$\text{რეაქცია } F_A = 246,91 + 62,24 = 309,55 \text{ კნ}.$$

თოვლის დატვირთვის II სქემის დროს

$$F_3 = F_{3p} + F_3^{II} = (47,5 + 21,08) = 68,58 \text{ კნ}.$$

2. ძალების განსაზღვრა წამწის ელემენტებში

პარალელურსართყლებიან წამწის ღეროებში ძალები შედარებით მარტივად და ზუსტად ისაზღვრება ანალიზური (სამომენტო წერტილების და დაგეგმილების) მეთოდებით.

როგორც ცნობილია სამშენებლო მექანიკის კურსიდან, ამ მეთოდებით ძალების განსაზღვრა ხდება შემდეგნაირად:

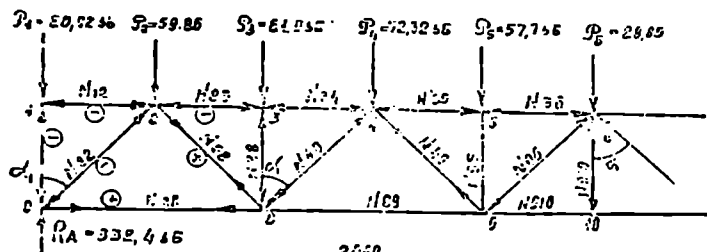
წინასწარ ვაკვებთ მარტივი კოქის მლუნავი მომენტებისა და განივი ძალების ეპიურებს შეუურსული დატვირთვების იმავე განლაგების მიხედვით, რაც წამწებზე (ნახ. VII.29).

დატვირთვების სიმეტრიულობის გამო, VII.29, ბ, გ ნახაზზე ასეთი ეპიურები აგებულია მხოლოდ ნახევარი კოქისათვის.

ა)

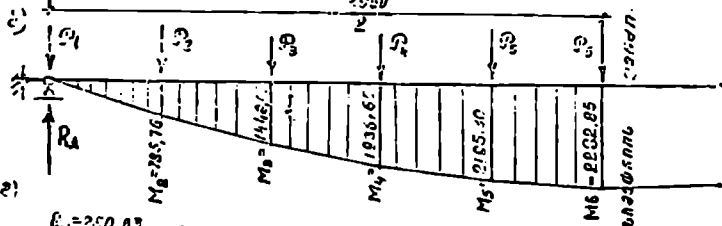
$CCE\alpha = 0,7$

$Ccs\alpha$



ბ)

$M = 1,5 \cdot e$



გ)

$G = 1,5$



ნახ. VII.29. წამწის მაგალითის გაანგარიშებისათვის;

- ა—წამწის საანგარიშო სქემა; ბ—მარტივი კოქის მლუნავი მომენტების ეპიურა;
- გ—განივი ძალების ეპიურა.

ამის შემდეგ ძალები სართყლების პანელებში გამოითვლება მარტივი კოქის სამომენტო წერტილებს შესაბამისი კვეთის მლუნავი მომენტების გაყოფით წამწის სიმაღლეზე.*

* წამწის მცირე ქნობს ($\epsilon_1 \approx 1,5\%$) მხედველობაში არ ეიღებთ.

ასე, მაგალითად, ქვედა სარტყელში:

$$N_{0,8} = \frac{M_2}{H} = \frac{785,76}{3,15} = 249,45 \text{ კნ};$$

$$N_{8,9} = \frac{M_1}{H} = \frac{1936,65}{3,15} = 614,81 \text{ კნ};$$

$$N_{9,10} = \frac{M_6}{H} = \frac{2282,85}{3,15} = 724,71 \text{ კნ}.$$

ზედა სარტყელში:

$$N_{1,2} = \frac{M_1}{H} = 0;$$

$$N_{8,4} = N_{3,2} = -\frac{M_2}{H} = -\frac{1448,07}{3,15} = -459,7 \text{ კნ};$$

$$N_{5,6} = N_{5,4} = -\frac{M_5}{H} = -\frac{2196,3}{3,15} = -697,24 \text{ კნ}.$$

ძალეა ირიბანაში გამოითვლება მარტივი კოქის ირიბანას პანელის შესაბამისი კვეთის განივი ძალის გაყოფით ირიბანას ვერტიკალთან დახრის კუთხის კოსინუსზე:

$$N_{0,7} = N_{7,2} = -\frac{Q_1}{\cos \alpha_1} = \frac{280,63}{0,747} = -375,68 \text{ კნ};$$

$$N_{1,7} = 0;$$

$$N_{2,8} = \frac{Q_2}{\cos \alpha} = \frac{220,77}{0,723} = 305,35 \text{ კნ};$$

$$N_{8,4} = -\frac{Q_3}{\cos \alpha} = -\frac{158,87}{0,723} = -219,37 \text{ კნ};$$

$$N_{4,0} = \frac{Q_4}{\cos \alpha} = \frac{86,55}{0,723} = 119,71 \text{ კნ};$$

$$N_{9,6} = -\frac{Q_5}{\cos \alpha} = -\frac{28,85}{0,723} = -39,90 \text{ კნ}.$$

ძალები წამწის დგარებში კვანძური დატვირთვების ტოლია:

$$N_{1,0} = F_1 = -28,92 \text{ კნ};$$

$$N_{5,0} = F_5 = -57,7 \text{ კნ};$$

$$N_{6,10} = 0.$$

რაგელის ელემენტების შერჩეული განვიკვებების ცხრილი

რაგელის ელემენტები	ლურჯების ილნიშვნა	საანგარიშო ძალეუბა, კნ	განივკვეთი	ფართობი, სმ ²	საანგარიშო სიგრძე		ინერციის რადიუსი		მოქნილობა		ფაინ	m	ძაბვა (კნ/სმ ²)
					l _x სმ	l _y სმ	r _x	r _y	λ _x	λ _y			
ზედა საბრკელი	1-2	0	} 160 × 100 × 12	60	280	280	2,82	7,82	106	77	0,54	—	—
	2-3	-459,7			300	300							
	3-4	-459,7			300	300							
	4-5	-697,24			300	600							
	5-6	-697,24			300	600							
შველი საბრკელი	0-8	+249,45	} 69 × 5	12,26	580	580	1,94	3,04	299	191	—	—	20,04
	8-9	614,81	} 140 × 90 × 8	36	600	1800	2,58	6,79	116	265	—	—	20,01
	9-10	724,71			300	1800							
ირიბანები	0-7	-375,68	} 125 × 80 × 8	9,6	211	422	2,28	6,13	93	69	0,633	—	—
	7-2	-375,68	211		422								
	1-7	○	} 50 × 5 + (56 × 5)	167	211	1,53	2,53	109	83	—	0,8	—	
	2-8	305,35	} 70 × 6 (75 × 5)	18,76	3,8	435	2,15	2,33	162	187	—	—	20,35
	8-4	-219,37	} 100 × 7	27,6	348	435	3,08	4,52	113	96	0,493	0,8	20,15
	4-9	119,71	} 50 × 5 + (56 × 5)	9,6	348	435	1,53	2,5	227	172	—	0,9	15,62
9-6	-39,97	} 75 × 5	348	435	2,31	3,57	150	123	0,305	0,8	10,9		
დგარები	1-0	-25,92	} 70 × 5 (75 × 5)	3,54	315	315	—	—	—	—	—	—	0,8
	3-8	-68,58	} 65 × 5 (75 × 5)	—	252	315	—	—	—	—	—	—	0,8
	5-9	-57,7	} 56 × 5	10,82	252	315	1,72	2,77	147	114	0,318	0,8	20,96
	6-10	○	} 56 × 5	10,82	252	315	r _{ფაინ} = 2,166 ლა.კნ = 146		—	—	—	—	0,8

შენიშვნა: კუთხოვანების სხვადასხვა გადახრის რაოდენობის შემცირების მაჩვენებლებში მოცემულია კუთხოვანის ნომრები საბოლოოდ აღებული კონსტრუქციული მოსაზრებით.

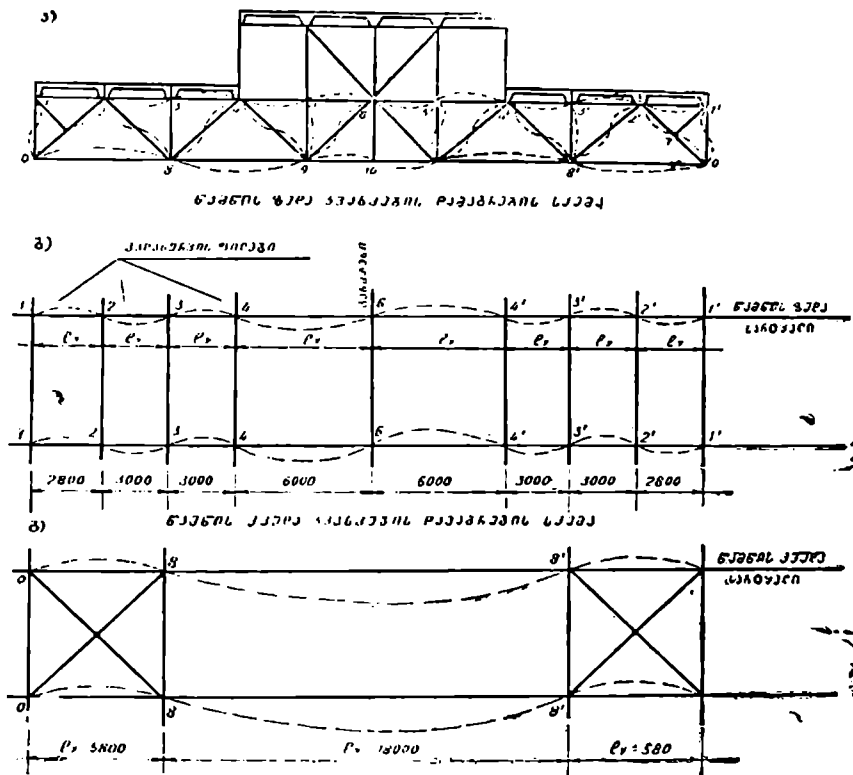
რაც შეეხება 3—8 ღვარს, აქ, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, უდიდესი საანგარიშო ძალა მოქმედებს თოვლის დატვირთვის II სქემის დროს

$$N_{3,4} = -I''_3 = -68,58 \text{ კნ.}$$

ზემოთ გამოთვლილი საანგარიშო ძალების მნიშვნელობები შეგვაქვს VII.2 ცხრილის 3 სვეტში. შემდგომ გაანგარიშების ყველა ძირითადი ფაქტორები შეგვაქვს ამავე ცხრილში. ასეთი ცხრილით ვჯერ ერთი გაანგარიშება ტარდება კომპაქტური სახით და მეორეც საშუალებას იძლევა ადვილად გაკონტროლდეს ყველა ძირითადი ფაქტორი.

3. წამწის ღეროების საანგარიშო სივრძეები

წამწის ღეროების განივკვეთის შერჩევის მიზნით აუცილებელია წინასწარ განისაზღვროს მათი საანგარიშო სივრძეები (ნახ. VII.30).



ნახ. VII.30. წამწის საანგარიშო სივრძეების განსაზღვრისათვის:

ა—ღეროების საანგარიშო სივრძეები წამწის სიბრტყეში; ბ—ზედა სართლის ღეროების საანგარიშო სივრძეები წამწის მართობ ხიბრტყეში; გ—ქვედა სართლის ღეროების საანგარიშო სივრძეები წამწის მართობ სიბრტყეში.

წამწის ლეროების საანგარიშო სიგრძეები დამოკიდებულია კვანძების დამაგრების სქემაზე და განისაზღვრება VII.12 ფორმულით

$$l_{ij} = \mu \cdot l.$$

СНПН-13.3-72, § 5.1 მიხედვით, ლეროების წამწის სიბრტყეში მდგრადობაზე გაანგარიშებისას:

სარტყლის ლეროებისა და საყრდენი ირიბანასათვის $\mu = 1,0$. და-
ნარჩენი ელემენტებისათვის— $\mu = 0,8$.

ლეროების გეომეტრიულ სიგრძედ მიიღება მანძილი კვანძებს შორის. შესაბამისად, საანგარიშო სიგრძეები (ნახ. VII.30, ა):

$$l_{x1,2} = \mu l_{m1} = 2,8 \text{ მ};$$

$$l_{x2,3} = l_{x3,4} = l_{x4,5} = l_{x5,6} = \mu l_m = 3,0 \text{ მ};$$

$$l_{x0,8} = \mu (l_{m1} + l_m) = 2,8 + 3,0 = 5,8 \text{ მ};$$

$$l_{x8,11} = \mu 2l_m = 6 \text{ მ};$$

$$l_{x9,10} = \mu l_m = 3 \text{ მ};$$

$$l_{x0,7} = l_{x7,2} = \mu \frac{l_{08}}{2} = 2,11 \text{ მ};$$

$$l_{x2,8} = l_{x8,1} = l_{x1,0} = l_{x0,6} = 0,8 l = 0,8 \cdot 4,35 = 3,48 \text{ მ};$$

$$l_{x3,8} = l_{x5,9} = l_{x6,10} = 0,8 \cdot l = 0,8 \cdot 3,15 = 2,52 \text{ მ};$$

$$l_{x0,1} = l'_{x0,1} = 3,15 \text{ მ};$$

$$l_{x1,7} = l'_{x1,7} = 1,67 \text{ მ}.$$

ლეროების წამწის მართობ სიბრტყეში მდგრადობაზე გაანგარიშებისას ყველა ელემენტისათვის $\mu = 1,0$.

შუქჟარნის მალის გარეთ ზედა სარტყელი ფილებით დამაგრებულია ყველა კვანძში. ამიტომ სარტყლის ამ ლეროებისათვის გეომეტრიულ სიგრძედ იღება პანელის სიგრძეები. შესაბამისად, საანგარიშო სიგრძეები იქნება (ნახ. VII.30, ბ):

$$l_{y1,2} = \mu l_{m1} = 2,8 \text{ მ};$$

$$l_{y2,3} = l_{y3,4} = \mu l_m = 3,0 \text{ მ}.$$

შუქჟარნის ზღვრებში კეხის კვანძი დამაგრებულაა განბრჯენით, ხოლო 4 და 4' კვანძები—ფილებით, ამიტომ (ნახ. VII.30, ბ)

$$l_{y1,5} = l_{y5,8} = \mu \cdot 2l_m = 2 \cdot 3 = 6 \text{ მ}.$$

ქვედა სარტყელი კავშირებით დამაგრებულია 8 ÷ 8 კვანძებში (ნახ. VII.30, გ); ამის გამო გეომეტრიულ სიგრძეებად მიიღება 5,8 მ და 18 მ. შესაბამისად:

$$l_{y0,8} = \mu \cdot l_{0,8} = 5,8 \text{ მ};$$

$$l_{y8,9} = l_{y9,10} = \mu \cdot 3l_m = 6 \cdot 3 = 18 \text{ მ}.$$

ირიბანების გეომეტრიული სიგრძეებია კვანძებს შორის მანძილი, ამიტომ ამ ელემენტების საანგარიშო სიგრძეები ტოლია მათი გეომეტრიული სიგრძეებისა.

გამოთვლილი საანგარიშო სიგრძეები შეგვაქვს VII.2 ცხრილის 6, 7 სვეტებში.

4. წამწის ღეროების განივკვეთის შერჩევა

წამწის ელემენტებს ვაგვემარებთ ტესტბრი პროფილის შემდგარს ორი კუთხოვანისაგან (ცხრ. VII.2, სვ.4). კუთხოვანების მიმდებარე თაროებს შორის მანძილი ტოლია საკვანძო ფურცლის სისქისა. რეკომენდებულია, როდესაც $N \leq 750$ კნ, საკვანძო ფურცლის სისქე აღებულ იქნეს 12 მმ.

ჩვენს შემთხვევაში $N_{max} = 724$ კნ < 750 კნ, ამიტომ ყველა საკვანძო ფურცლის სისქეს ვიღებთ $t_f = 12$ მმ-ს. СНиП III-23-81 მიხედვით, ღეროების მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს (დან. I, მე-10 ცხრილი): ზედა სარტყელში და საყრდენ ირიბანაში $\lambda_u \leq 120$; დანარჩენ შეკუმშულ ღეროებში $\lambda_u \leq 150$; გაკეიბულ ღეროებში $\lambda_u = 400$.

კუთხოვანას უმცირესი კალიბრი არ უნდა იქნეს 50×5 . ზე ნაკლები.

ზედა სარტყელი. კონსტრუქციული მოსაზრებით (წამწის დამზადების სიადვილისათვის) ზედა სარტყელი მთელ სიგრძეზე გვემარდება მუდმივი კვეთის. განივკვეთის შერჩევა ხდება 5—6 ღეროში მოქმედი უდიდესი ძალის მიხედვით (ცხრილი VII.2, სვეტი 3)

$$N_{5,6} = -697,24 \text{ კნ.}$$

საანგარიშო სიგრძეები $l_x = 3,0$ მ, $l_y = 6,0$ მ (ცხრ. VII.2, სვეტი 5, 6). მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $\gamma_c = 0,95$ (I დან, 4 ცხრ.). საიმედოობის კოეფიციენტი კონსტრუქციის დანიშნულების მიხედვით $\gamma_n = 0,95$ (СНиП III-23-81).

l_x და l_y -ის ფარდობას ყველაზე უკეთ შეესაბამება ორო არათანაბარტაროიანი კუთხოვანები დიდი თაროებით წამწის მართობ სიბრტყეში.

განივკვეთის შერჩევა ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით: ენიშნავთ მოქნილობას $\lambda = 100$, როდესაც $R_y = 235$ მპ, შესაბამისი გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი $\varphi = 0,58$ (დანარ. I, მე-12 ცხრილი).

განივკვეთის საკირო ფართობი

$$\Delta_n = \frac{\gamma_n N_{5,6}}{\gamma_c \varphi R_y} = \frac{0,95 \cdot 697,24}{0,95 \cdot 0,58 \cdot 22,5} = 51,15 \text{ სმ}^2.$$

საპირო ინერციის რადიუსები:

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{300}{100} = 3 \text{ სმ}; \quad i_y = \frac{l_y}{\lambda} = \frac{600}{100} = 6 \text{ სმ}.$$

აქ, i_x და i_y -ის მიხედვით კუთხოვანების სორტამენტის ცხრილიდან ვიღებთ (III დანარ. მე-4 ცხრ.):

$$2 < 160 \times 100 \times 12; \quad A = 2 \cdot 30 = 60 \text{ სმ}^2; \quad i_x = 2,82 \text{ სმ}; \quad i_y = 7,82 \text{ სმ}.$$

ვამოწმებთ ღეროს მდგრადობას.

ნამდვილი მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{2,82} \approx 106 < |\lambda| = 120;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{600}{7,82} \approx 77 < |\lambda| = 120.$$

უდიდესი მოქნილობის $\lambda = 106$ მიხედვით, როდესაც $R_y = 235$ მპ, I დანარ. მე-12 ცხრილით $\varphi = 0,534$ (ინტერპოლაციით).

$$\text{მაბეა } \sigma = \frac{N_{5,6}}{\varphi \cdot A} = \frac{697,24}{0,534 \cdot 60} = 21,8 \text{ კნ/სმ}^2 = 219 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} < 235 \text{ მპ}.$$

რადგან $\sigma = 219 \text{ მპ} < 235 \text{ მპ}$, კუთხოვანას კალიბრს ეტოვებთ უცვლელად.

ქვედა სარტყელი. კონსტრუქციული მოსაზრებით, 8—10 კვანძების ზღვრებში ქვედა სარტყელი გეგმარდება მუდმივი კვეთის, რომელიც შედგება ორი არათანაბართარიონი კუთხოვანისაგან (დიდი თაროებით პორიზონტალურ სიბრტყეში). განივკვეთს ვარჩევთ უდიდესი ძალის მიხედვით $N_{9,10} = 724,71 \text{ კნ}$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 3). საანგარიშო სიგრძეები: $l_x = 3,00 \text{ მ}$; $l_y = 18,00 \text{ მ}$ (ცხრ. VII.2, სვ. 5, 6). მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $\gamma_c = 0,95$; კოეფიციენტი $\gamma_n = 0,95$.

განივკვეთის საპირო ფართობი

$$A_n = \frac{\gamma_n N_{9,10}}{\gamma_c R_y} = \frac{0,95 \cdot 724,71}{0,95 \cdot 23,5} = 30,8 \text{ სმ}^2.$$

A_n -ს მიხედვით სორტამენტის ცხრილიდან ვიღებთ (III დან. ცხრ.4)-

$$2 < 140 \times 90 \times 8; \quad i_x = 2,58 \text{ სმ}; \quad i_y = 6,79 \text{ სმ}; \quad A = 2 \cdot 18 = 36 \text{ სმ}^2.$$

ვამოწმებთ ღეროს სიმტკიცეს:

$$\sigma = \frac{N_{9,10}}{A} = \frac{724,71}{36} = 20,13 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 201 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 235 \text{ მპ};$$

ვაშროშებთ ღეროს მოქნილობას

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{300}{2,58} < 400; \lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{1800}{6,73} < 400.$$

ქვედა სარტყლის 0-8 ღეროში მოქმედი საანგარიშო ძალა:

$$N_{0,8} = 249,45 \text{ კნ}; \quad l_x = l_y = 5,8 \text{ მ}; \quad \gamma_c = 0,95; \quad \gamma_m = 0,95.$$

საპირო განიევკეთი

$$A_m = \frac{0,95 \cdot 249,45}{0,95 \cdot 23,5} = 10,61 \text{ სმ}^2.$$

სორტამენტის ცხრილიდან ვიღებთ 2L 63×5 (III დანართი, 3 ცხრ.):

$$A = 2 \cdot 6,13 = 12,26 \text{ სმ}^2; \quad i_x = 1,94 \text{ სმ}; \quad i_y = 3,04 \text{ სმ};$$

$$\sigma = \frac{249,45}{12,26} = 20,3 \text{ კნ/სმ}^2 = 203 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_m} = 235 \text{ მპ};$$

$$\lambda_x = \frac{580}{1,94} = 299 < 400; \quad \lambda_y = \frac{580}{3,04} < 400.$$

საყრდენი ირიბანა 0-7 (7-2)-განიევკეთის შერჩევა ხდება ზედა სარტყლის განიევკეთის შერჩევის ანალოგიურად.

საანგარიშო ძალა $N_{0,7} = N_{7,2} = 375,68 \text{ კნ}$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 3):
 $l_x = 2,11 \text{ მ}; \quad l_y = 4,22 \text{ მ}; \quad \gamma_c = 0,95; \quad \gamma_m = 0,95$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 5, 6, 13).

ენიშნავთ $\lambda = 90$; როდესაც $R_y = 235 \text{ მპ}$, $\varphi = 0,67$ (დან. I, ცხრ. 12).

განიევკეთად ვიღებთ ორ არათანაბართარიოიან კუთხოვანებს (დღე-ღი თაროებით წამწის მართობ სიბრტყეში):

$$A_m = \frac{N_{0,7} \gamma_m}{\varphi R_y \gamma_c} = \frac{375,68 \cdot 0,95}{0,67 \cdot 23,5 \cdot 0,95} = 23,80 \text{ სმ}^2;$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{211}{90} = 2,34 \text{ სმ}; \quad i_y = \frac{422}{90} = 4,7 \text{ სმ}.$$

A_m , i_x , i_y მიხედვით ვიღებთ 2L 125×80×E(III დან. 4 ცხრ.):

$$A_m = 2 \cdot 16 = 32 \text{ სმ}^2; \quad i_x = 2,28 \text{ სმ}; \quad i_y = 6,13 \text{ სმ}.$$

ნამდვილი მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{211}{2,28} = 93 < 120;$$

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{422}{6,13} = 69 < 120.$$

I დანართის მე-12 ცხრილით, როდესაც $R_y = 235$ მპ და $\mu_{0.5} = 93$, $\varphi = 0,59$ (ინტეკპოლაციით).

$$\text{ძაბვა } \sigma = \frac{N_{0,7}}{\varphi A} = \frac{375 \cdot 68}{0,59 \cdot 32} = 19,9 \text{ კნ/სმ}^2 = 199 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 235 \text{ მპ.}$$

კვეთი ზედმეტი მარაგითაა, მიუხედავად ამისა, კუთხოვანას კალიბრს ვტოვებთ უცვლელად, რადგან უახლოესი მცირე ზონის კუთხოვანას შემთხვევაში ($110 \times 70 \times 8$) $\sigma > R_y \gamma_c$ ის.

ორიბანა 1—7

ძალეა ირიბანაში $N_{1,7} = 0$; $l_x = 1,67$ მ; $l_y = 2,11$ მ. განიეკვეთს ვარჩევთ ზღვრული მოქნილობის მიხედვით. საჭირო ინერციის რაღიუხები:

$$i_x = \frac{l_x}{|\lambda|} = \frac{167}{150} = 1,11 \text{ სმ}; \quad i_y = \frac{l_y}{|\lambda|} = \frac{211}{150} = 1,41 \text{ სმ.}$$

i_x და i_y -ის მიხედვით ვიღებთ $2 \lfloor 50 \times 5$ (III დან. მე-3 ცხრ.).

ორიბანა 2—8. განიეკვეთის შერჩევა ხდება ქვედა სარტყლის ანალოგიურად.

$N_{2,8} = 305,35$ კნ; $l_x = 3,4$ მ; $l_y = 4,35$ მ; $\gamma_c^* = 0,8$; $\gamma_n = 0,95$ (ცხრილი VII.2, სვეტი 3, 6, 7, 13).

$$A_n = \frac{\gamma_n N_{2,8}}{\gamma_c R_y} = \frac{0,95 \cdot 305,35}{0,8 \cdot 23,5} = 15,43 \text{ სმ}^2.$$

ვიღებთ $2 \lfloor 80 \times 6$; $A = 2 \times 9,38 = 18,76 \text{ სმ}^2$; $i_x = 2,47 \text{ სმ}$; $i_y = 3,72 \text{ სმ}$ (III დან. მე-3 ცხრილი)

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{N_{2,8}}{A} = \frac{305,35}{18,76} = 18,8 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 190 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \\ &= 235 \frac{0,8}{0,95} = 198 \text{ მპ;} \end{aligned}$$

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{348}{2,15} < 400 = |\lambda|; \quad \lambda_y = \frac{445}{2,33} < 400 = |\lambda|,$$

სადაც $|\lambda| = 400$ ზღვრული მოქნილობაა (I დან. მე 10 ცხრილი).

ორიბანა 8—4.

$N_{8,4} = -219,37$ კნ; $l_x = 3,48$ მ; $l_y = 4,350$; $\gamma_c^* = 0,8$; $\gamma_n = 0,95$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 3, 6, 7, 13).

ენიშნავთ $\lambda = 120$, შესაბამისად $\varphi = 0,415$ (დან. I, ცხრ. 12, $R_y = -235$ ცპ).

*I დან. მე-4 ცხრილის მიხედვით, როდესაც $\lambda \geq 60$ -ის; $\gamma_c = 0,8$. СНиП III-6-74 მ.-ზელით, $\gamma_n = 0,95$.

$$A_n = \frac{N_{\beta,1} \gamma_n}{\varphi R_{\beta} \gamma_c} = \frac{219,37 \cdot 0,95}{0,415 \cdot 23,5 \cdot 0,8} = 26,71 \text{ მ}^2;$$

$$i_x = \frac{l_x}{\lambda} = \frac{348}{120} = 2,9 \text{ სმ}; \quad i_y = \frac{l_y}{\lambda} = \frac{435}{120} = 3,62 \text{ სმ}.$$

A , i_x , i_y -ის მიხედვით ვიღებთ $2 \llcorner 100 \times 7$ (დაწ. III, მე-3 ცხრილი)
 $A = 2 \times 13,8 = 27,6 \text{ სმ}^2$; $i_x = 3,03 \text{ სმ}$; $i_y = 4,521 \text{ სმ}$:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{i_x} = \frac{348}{3,08} = 113 < 120.$$

I დანართის მე-12 ცხრილით, როდესაც $R_{\beta} = 225 \text{ მპ}$ და $\lambda_x = 113$ -ს, $\varphi = 0,497$.

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{435}{4,52} = 96 < 120.$$

$$\sigma = \frac{N_{\beta,1}}{\varphi A} = \frac{219,37}{0,497 \cdot 27,6} = 16,22 \text{ კნ/სმ}^2 = 162 \text{ მპ} < R_{\beta} \frac{\gamma_c}{\gamma_n} =$$

$$= 235 \frac{0,8}{0,95} = 198 \text{ მპ}.$$

ირიზანა 4-8.

$N_{1,0} = 119,97 \text{ კნ}$; $l_x = 3,48 \text{ მ}$; $l_y = 4,35 \text{ მ}$; $\gamma_c = 0,8$, $\gamma_n = 0,95$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 3, 6, 7, 13).

$$A_n = \frac{\gamma_n N_{1,0}}{\gamma_c R_{\beta}} = \frac{0,95 \cdot 119,97}{0,8 \cdot 23,5} = 6,06 \text{ სმ}^2.$$

A_n მიხედვით ვიღებთ:

$2 \llcorner 50 \times 5$: $A = 2 \times 4,8 = 9,6 \text{ სმ}^2$; $i_x = 1,531 \text{ სმ}$; $i_y = 2,531 \text{ სმ}$ (III დაწ. მე-3 ცხრ.)

$$\sigma = \frac{119,97}{9,6} = 12,6 \text{ კნ/სმ}^2 = 126 \text{ მპ} < R_{\beta} \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 235 \cdot \frac{0,8}{0,95} = 198 \text{ მპ}.$$

ქვეთი დიდი მარაგითაა, მიუხედავად ამისა, კუთხოვანას კალიბრს ვტოვებთ უცვლელად. რადგან СНИП II-23-81-ის მიხედვით, 50×5 -ზე ნაკლები კალიბრის კუთხოვანას აღება არ შეიძლება.

ირიზანა 9-8.

$N_{0,0} = -39,9 \text{ კნ}$; $l_x = 3,48 \text{ მ}$; $l_y = 4,35 \text{ მ}$; $\gamma_c = 0,8$; $\gamma_n = 0,95$ (ცხრილი VII.2, სვეტი 3, 6, 7, 13).

ენიშნავთ $\lambda = 150$; როდესაც $R_{\beta} = 235 \text{ მპ}$, შესაბამისად $\varphi = 0,276$. (დანარ. I, მე-12 ცხრილი).

$$A_n = \frac{0.95 \cdot 39.9}{0.8 \cdot 0.276 \cdot 23.5} = 7.3 \text{ სმ}^2; \quad i_x = \frac{348}{150} = 2.32 \text{ სმ}; \quad i_y =$$

$$= \frac{435}{150} = 2.9 \text{ სმ}.$$

A_n , i_x , i_y -ის მიხედვით ვიღებთ:

$2 \lfloor 75 \times 5$; $A = 2 \times 7.39 = 14.78 \text{ სმ}^2$; $i_x = 2.31 \text{ სმ}$; $i_y = 3.57 \text{ სმ}$ (დან. III, ცხრ. 3). ნამდვილი მოქნილობა

$$\lambda_x = \frac{348}{2.31} = 150 \approx 150;$$

$$\lambda_y = \frac{435}{3.57} = 123 < 150;$$

$$\sigma = \frac{39.3}{0.276 \cdot 14.78} = 9.64 \text{ კვ/სმ}^2 = 96.4 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 235 \times$$

$$\times \frac{0.8}{0.95} \approx 198 \text{ მპ}.$$

ქვეთი დიდი შარავითაა, მიუხედავად ამისა, კუთხოვანას კალიბრს ეტოვებით უცვლელად, რადგან უახლოესი მცირე ზოპის კუთხოვანას შემთხვევაში $\lambda > |\lambda| = 150$ -ზე.

დგარი #—8.

$N_{3.8} = -68.58 \text{ კვ}$; $l_x = 252 \text{ სმ}$; $l_y = 315 \text{ სმ}$; $\gamma_c = 0.8$; $\gamma_n = 0.95$ (ცხრილი VII.2, სვეტი 3, 6, 7, 13).

ვნიშნავთ $\lambda = 150$, შესაბამისად $\varphi \approx 0.276$ (დანარ. I, ცხრ. 12, $R_y = 235 \text{ მპ}$):

$$A_n = \frac{0.95 \cdot 68.57}{0.8 \cdot 0.276 \cdot 23.5} = 12.55 \text{ სმ}^2; \quad i_x = \frac{252}{150} =$$

$$= 1.68 \text{ სმ}; \quad i_y = \frac{315}{150} = 2.11 \text{ სმ}.$$

A_n , i_x , i_y -ის მიხედვით ვიღებთ (დან. III, ცხრ. 3):

$2 \lfloor 63 \times 5$; $A = 2 \times 4.96 = 9.92 \text{ სმ}^2$; $i_x = 1.95 \text{ სმ}$; $i_y = 3.05 \text{ სმ}$. ნამდვილი მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{252}{1.95} = 129 < 150;$$

$$\lambda_y = \frac{315}{3.12} = 101 < 150.$$

როდესაც $R_y = 235$, $\lambda = 129$ -ს; I დან. მე-12 ცხრილით $\varphi = 0.372$ -ს.

$$\sigma = \frac{68.57}{0,372 \cdot 9,92} = 18,58 \text{ კნ/სმ}^2 = 186 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} =$$

$$= 235 \cdot \frac{0,8}{0,95} = 198 \text{ მპ.}$$

დგარი 8-9.

$N_{8,9} = -57.7 \text{ კნ}; l_x = 252 \text{ სმ}; l_y = 315 \text{ სმ}; \gamma_c = 0,8; \gamma_n = 0,95$
(ცხრ. VII.2, სვ. 3, 6, 7, 13).

ენიწნავთ $\lambda = 150$, შესაბამისად $\varphi \approx 0,276$ (დან. I, ცხრ. 12, $R_y = 235 \text{ მპ}$):

$$A_n = \frac{0,95 \cdot 57,7}{0,8 \cdot 0,276 \cdot 23,5} = 11,12 \text{ სმ}^2; i_x = \frac{250}{150} = 1,68 \text{ სმ}; i_y =$$

$$= \frac{315}{150} = 2,1 \text{ სმ.}$$

A_n, i_x და i_y -ის მიხედვით ვიღებთ $2 \lfloor 56 \times 5$ (დანართი III, ცხრ. 3)

$A = 2 \cdot 5,41 = 10,8 \text{ სმ}^2; i_x = 1,72 \text{ სმ}; i_y = 2,77 \text{ სმ.}$

ნამდვილი მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{252}{1,72} = 147 < 150;$$

$$\lambda_y = \frac{315}{2,77} = 114 < 150;$$

$$\sigma = \frac{57,7}{0,282 \cdot 10,82} = 18,90 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 189 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} =$$

$$= 235 \cdot \frac{0,8}{0,95} = 198 \text{ მპ,}$$

როდესაც $R_y = 235 \text{ მპ}$ და $\lambda = 147$ -ს, I დანართ. მე-12 ცხრ. $\varphi = 0,282$.

დგარი 8-10.

ნის კვანძში ეწყობა სამონტაჟო პირამიდი და ეპაკება შეუღლი კავშირები ამიტომ კონსტრუქციული მოსაზრებით დგარის განივკვეთად ვიღებთ ჯვარედინა პროფილს (ცხრ. VII.2, სვ. 4).

$N_{8,10} = 0; l_x = 252 \text{ სმ}; l_y = 315 \text{ სმ}; \gamma_c = 0,8; \gamma_n = 0,95$ (ცხრ. VII.2, სვეტი 3, 5, 7). განივკვეთს ვირჩევთ ზღვრული მოქნილობის მიხედვით. ენიწნავთ $|\lambda| = 150$. შესაბამისად $\varphi \approx 0,276$ (დან. I, ცხრ. 12, $R_y = 235 \text{ მპ}$).

$$\text{საჭირო ინერციის რადიუსის } i_{min} = i_{ox} = \frac{l_y}{150} = \frac{315}{150} = 2,1 \text{ სმ.}$$

i_{min} -ის მიხედვით ვიღებთ (დანართ. III, ცხრ. 3):

$$2 \lfloor \text{ } \text{ } 56 \times 5; A = 2 \cdot 5,41 = 10,82 \text{ სმ}^2; i_{x0} = 2,16 > 2,10 \text{ სმ.}$$

ხაყრდენი ღვარი 1—0.

$N = -28,92$ კნ; $L_x = l_y = 315$ სმ; $\gamma_c = 0,95$; $\gamma_n = 0,95$ (ცხრილი VII 2, სვეტი 3, 6, 7, 13). ვნიშნავთ $\lambda = 120$ -ს, შესაბამისად $\varphi \approx 0,419$ (დან. I, ცხრ. 12, $R_y = 235$ მპ)

$$A_n = \frac{28,92}{0,419 \cdot 23,5} = 2,94 \text{ სნ}^2; i_x = i_y = \frac{315}{120} = 2,62 \text{ სმ.}$$

A_n ; i -ის მიხედვით ვიღებთ (დანარ. III, ცხრ. 3):

$2 \lfloor 90 \times 6$; $A = 2 \times 10$; $6 = 21,2$ სნ²; $i_x = 2,75$ სმ; $i_y = 4,11$ სმ.
ნამდვილი მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{315}{2,75} = 114 < 120; \lambda_y = \frac{315}{4,11} < 120.$$

როდესაც $\lambda_x = 114$ და $R_y = 235$ მპ, $\varphi = 0,448$ (I დან. მე-12 ცხრ.)

$$\sigma = \frac{28,92}{0,448 \cdot 21,2} = 3,81 \text{ კნ/სმ}^2 = 33 \text{ მპ} < R_y \frac{\gamma_c}{\gamma_n} = 235 \text{ მპ.}$$

წამწის დამზადების გაადვილების მიზნით რეკომენდებულია სხვადასხვა კალიბრის კუთხოვანები არ იქნეს (5—6) ზე მეტი. აი შითითებათა გათვალისწინებით VII.1 ცხრილის მე-4 სვეტში, ფრჩხილებში მოყვანილია კუთხოვანების კალიბრი, აღებული კონსტრუქციული მო. აზრებით. შევნიშნავთ, რომ პრაქტიკული ამოცანების გაანგარიშების დროს გაანგარიშება ხდება VII.2 ცხრილის მიხედვით შუალედი გამოთვლების მოყვანის გარეშე.

4. კვანძების კონსტრუქცია და გაანგარიშება

წამწის ლეროების შეერთება კვანძებში ხდება შედუღებით. ტ. ნ. და პირობებით, როდესაც ფოლადის მარკა ВСТ30С-ია, რეკომენდებულია ელექტროდის ტიპი Э46 (დან. I, ცხრ. 18). შედუღების ნაყერების გაანგარიშება ხდება (IV. 6—7) ფორმულებით.

კუთხური შედუღების ნაყერების საანგარიშო წინაღობები კრაზე Э46 ელექტროდის ტიპის მიხედვით: ნაყერის ლითონში $R_{ა1} = 200$ მპ (I დან. ცხრ. 19). ნაყერის ლითონის საზღვარზე $R_{ა2} = 0,45 R_{ა1} = 0,45 \times 200 = 90$ მპ (ცხრ. IV. 1). IV-ე ცხრილით, ხელით შედუღების დროს, როდესაც $R_{ა1} = 245$ მპ < 580 მპ-ის, მაშინ კოეფიციენტები $\beta_1 = 0,7$; $\beta_2 = 1,0$. ნაყერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტები

$$\gamma_{ა1} = \gamma_{ა2} = 1,0.$$

კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $\gamma_c = 1$ (დანართი I, მე 4 ცხრილი)
ვამოწმებთ IV.11 პირობას.

რადგან $R_{\gamma\alpha} = 245 < 295$ მზ-ზე და

$$1,1R_{\omega z} = 1,1 \cdot 165 < R_{\omega f} = 200 < \frac{\beta z}{\beta f} R_{\omega z} = \frac{1}{0,7} 165 = 236 \text{ მ},$$

ელექტროდის ტიპი შერჩეულია სწორად და საკმარისია ყველა საკვანძო შედუღების ნაქერების გაანგარიშება ჩატარდეს ნაქერის ლითონის სიმტკიცის პირობით.

კვანძების გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით: ვანგარიშობთ კვანძში შემავალი კუთხოვანების საკვანძო ფუძელებთან მიმაგრების შედუღების ნაქერების ზოგებს, ამის შემდეგ ნაქერების საანგარიშო სიგრძეების მიხედვით ხდება საკვანძო ფუძელების კონტურების შემოხაზვა გრაფიკულად და იხის ზომების დადგენა.

საკვანძო ფურცლების ზომების დადგენის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს შემდეგი მითითებანი (იხ. თავი VII. 5ნ):

ა) ძაბვათა კონცენტრაციის თავიდან აცილების მიზნით, გვერდითი ნაქერები გადაყვანილი უნდა იქნეს ტროსის წიბოზე, არ.ნაკლები 20 მმ.

ბ) საკვანძო ფურცლის წიბოს დახრის კუთხე ნაქერთან არ უნდა იქნეს 15° -ზე ნაკლები.

გ) შედუღების ტემპერატურული ძაბვათა გავლენის შექცირების მიზნით, გისოსების ტროსების უკიდურესი წერტილები დაკიდებული უნდა იქნეს სარტყლებიდან $a = 6t - 20$ მმ $= 6 \cdot 12 - 20 \approx 55$ მმ (a არ უნდა იქნეს მეტი 80 სმ-ის). t , საკვანძო ფურცლის სისქეა.

დ) შედუღების ნაქერის სიმაღლე არ უნდა იქნეს ნაკლები VI 2 ცხრილში მოყვანილ სიდიდეებზე და მეტი 1,2 t -სი (t — შესაერთებელი ელემენტების უკიდურესი სისქეა). ნაქერის სიგრძე არ უნდა იქნეს ნაკლები $4k_f$ ან 40 მმ-ის.

რეკომენდებულია, როდესაც თაროს სისქე $t \leq 6$ მმ-ის, კუთხოვანას ფრთასთან მიმდებარე ნაქერის სიმაღლე (კათეტი) k_f აღებული უნდა იქნეს 4 მმ. როდესაც $t = 7 - 16$ მმ, $k_f = t - 2$ მმ; როდესაც $t > 16$ მმ-ის, $k_f = t - 4$ მმ. ჩვეულებრივ კუთხოვანას ყუასთან ნაქერის სიმაღლე ინიშნება $k_f = (1 - 0,8)t$ მმ. საკვანძო ფურცლის კონტურის მოხაზულობის და მისი ზომების დადგენის შემდეგ, კვანძის ნახაზზე იწერება კონსტრუქციულად მიღებული ფურცლისა და შედუღების ნაქერების ზომები.

საყრდენი კვანძი

კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.31 ნახაზზე. გაანგარიშებას ვიწყებთ 0—7 ირიბანას საკვანძო ფურცელთან მისაღულენელი ნაქერების ზომების განაზღვრით. ზენოთ აღნიშნული მგოთხე პუნქტის მითითებათა გათვალისწინებით, ვნიშნავთ კუთხოვანას ფრთასა და ყუასთან

შიმდებარე ნაკერების სიმაღლეებს— $k_j'' = 8 - 2 = 6$ მმ; $k_j' \approx 1 = 8$ მმ-ის. (IV. 6—7) ფორმულებით ვანგარიშობთ ერთი კუთხოვანას მისამაგრებლად საკირო კუთხერი ნაკერების სიგრძეებს. ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{0,7}}{2\beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_{\epsilon}} + 1 = \frac{0,25 \cdot 375,65}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 6,6 \text{ სმ.}$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 N_{0,7}}{2\beta_j k_j' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_{\epsilon}} + 1 = \frac{0,75 \cdot 375,65}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1} + 1 = 13,6 \text{ სმ;}$$

მოყვანილ ტოლობებში: $0,25N$ და $0,75 N$ ძალის გადანაწილების კოეფიციენტებია კუთხოვანას ყუასთან და ფრთასთან შიმდებარე ნაკერებზე.

ვანგარიშობთ 0—8 სარტყლის ერთი კუთხოვანას საკვანძო ფურცელთან შიმაგრების შედუღების ნაკერების ზომებს:

ენიწნავთ $k_j'' = 6$ მმ-ს, $k_j' = 8$ მმ-ს. შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{0,8}}{2\beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_{\epsilon}} + 1 = \frac{0,25 \cdot 249,45}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 4,7 \text{ სმ.}$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 N_{0,8}}{2\beta_j k_j' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_{\epsilon}} + 1 = \frac{0,75 \cdot 249,45}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 9,4 \text{ სმ;}$$

VII.28 ფორმულით ვსაზღვრავთ საყრდენი ფურცლის საკირო ფართობს

$$A_{pl} = \frac{F_A}{R_{c''}} = \frac{332,4}{1,15} = 289 \text{ სმ}^2,$$

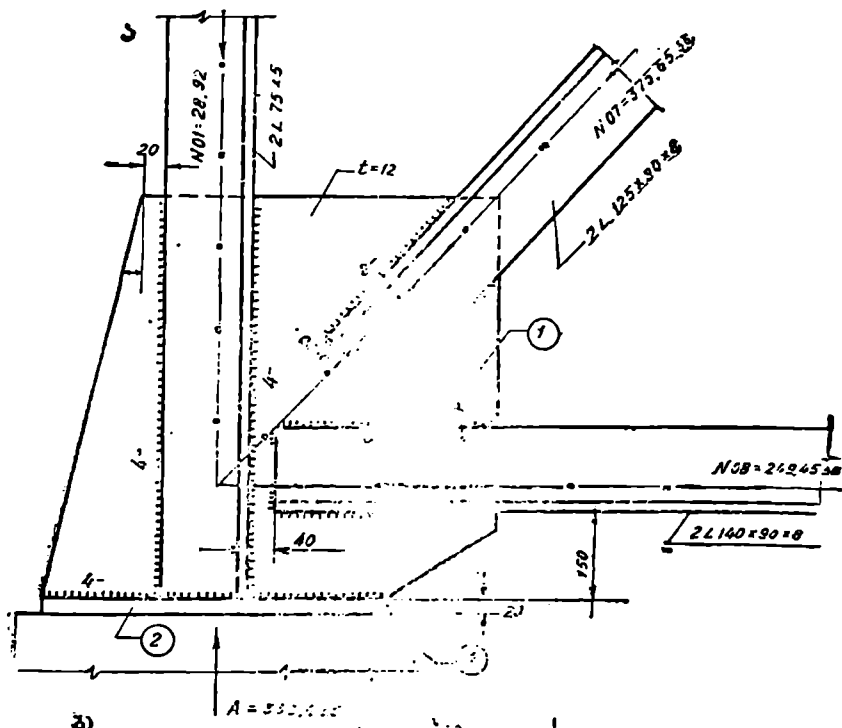
სადაც $R_{c''} = 1,15$ კნ/სმ² რკინაბეტონის სვეტის საინგარიშო წინაღობაა კუნჭვაზე ($M = 300$). კონსტრუქციული მოსაზრებით ფილის ზომებს ვნიშნავთ (ნახ. VII.31 ბ);

$$t_{pl} \cdot b_{pl} \cdot l_{pl} = 20 \times 300 \times 400 \text{ მმ ს;}$$

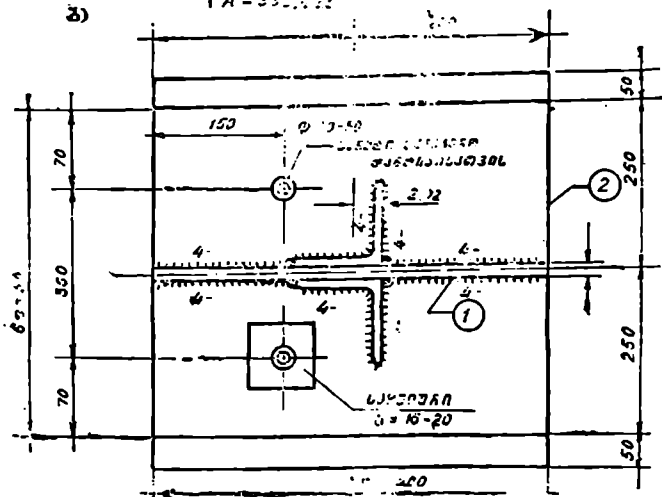
$$A = 30 \times 40 = 1200 > A_{pl} = 289 \text{ სმ}^2.$$

საყრდენი რეაქცია საყრდენ ფილას (2) გადაეცემა საკვანძო ფურცლისა (1) და ღვარის კუთხოვანების ტორსებით.

საყრდენი ფილის ღვართან და საკვანძო ფურცელთან შემაერთე-



ბ)



ნახ. VII. 31. ა, ბ—საყრდენი კედლის განვარაუბებისთვის:
 1—საკენძო ფურცელი; 2—საყრდენი ფილა; 3—სეტი.

ზელი ნაკერის სიმაღლეს ვნიშნავთ $m_{i,k_j} = 7$ მმ ს (ცხრ. IV.2). ვანგარიშობთ ნაკერების სანაგარიშო ჯამურ სიგრძეს

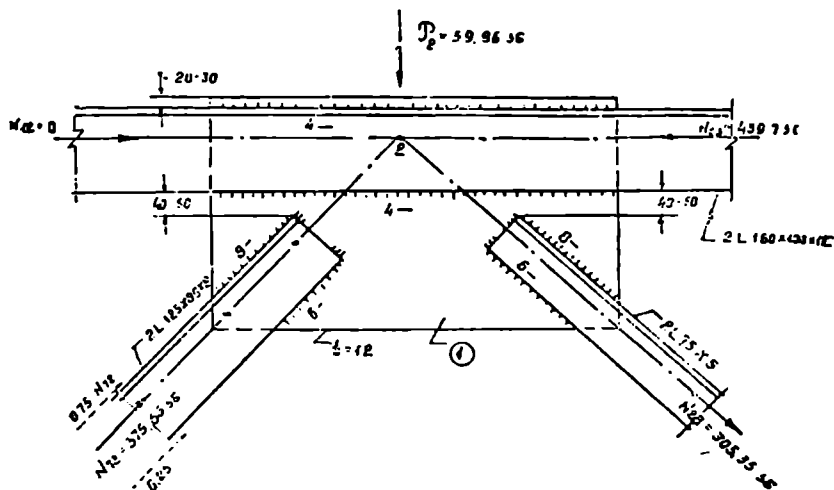
$$\Sigma l_{\omega_2} = \frac{F_A}{\beta_j k_j' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} = \frac{332,4}{0,7 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 34,00 \text{ სმ;}$$

VII.31, ბ ნახაზის მიხედვით

$$\Sigma l_{\omega} \approx 2(40 + 7,5 + 7,5 + 7,5) \approx 125 > \Sigma l_{\omega} = 34 \text{ სმ.}$$

ამიტომ ნაკერის სიგრძეს ვტოვებთ უცვლელად

შუალედო კვანძი № 2. კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.32 ნახაზზე. ვანგარიშობთ ზედა სარტყლის ეოთი კუთხოვანას საქვანძო ფურცელთან შემაერთებელი შედუღების ნაკერების ზომებს. რო-



ნახ. VII.32. №2 კვანძის გაანგარიშებისათვის:

1 — საქვანძო ფურცელი.

დესაც კვანძზე სარტყლების მართობულად მოქმედებს კვანძური დატვირთვა. ეს ნაკერები იანგარიშება $\Delta N = N_{1,2} - N_{2,3}$ და F_p ძალების ტოლქმედის მიხედვით [2].

$$F_p = \sqrt{(N_{1,2} - N_{2,3})^2 + F_p^2} = \sqrt{459,72^2 + 59,86^2} = 463,6 \text{ კნ.}$$

ვნიშნავთ $k_j'' = 6$ მმ; $k_j' = 6$ მმ. შესაბამისად:

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega_1} = \frac{0,25 F_p}{2 \beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 463,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 7,9 \text{ სმ;}$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0.75 F_p}{2\beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 463,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 21,7 \text{ სმ};$$

ჩვეულებრივ, $l_{\omega 1}$ და $l_{\omega 2}$ გაცილებით ნაკლებია საკვანძო ფურცლის სიგრძეზე; ამიტომ კონსტრუქციულად მათ იღებენ საკვანძო ფურცლის სიგრძის ტოლს $l_{\omega 1} = l_{\omega 2} = l_j$

ვანგარიშობთ 7—2 ირიბანას ერთი კუთხოვანას საკვანძო ფურცელთან მისამაგრებელი ნაკერის ზომებს.

ირიბანაში მოქმედი ძალა $N_{7,2} = 375,68$ კნ. ვენიშნავთ $k_j' = 6$ მმ-ს; $k_j'' = 8$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0.25 N_{7,2}}{2\beta_j k_j' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0.25 \cdot 375,68}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 6,6 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0.75 N_{7,2}}{2\beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 375,68}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 13,6 \text{ სმ};$$

ვანგარიშობთ 2—8 ირიბანას ერთი კუთხოვანას მისამაგრებელი ნაკერის ზომებს.

$N_{2,8} = 305,35$ კნ. ვენიშნავთ $k_j' = 6$ მმ-ს, $k_j'' = 8$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0.25 \cdot N_{2,8}}{2\beta_j k_j' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0.25 \cdot 305,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 5,6 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0.75 N_{2,8}}{2\beta_j k_j'' \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0.75 \cdot 305,5}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 11,2 \text{ სმ};$$

ნაკერის საანგარიშო სიგრძეების მიხედვით გრაფიკულად შეჰიხიზება საკვანძო ფურცლის კონტური და განისაზღვრება მისი ზომები.

შუალედლი კვანძი №4—კვანძის კონსტრუქცია და ანგარიში ანალოგიურია №2 კვანძისა.

კვანძი №3—კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.33 ნახაზზე. სარტყლებში მოქმედ ძალეათა სხვაობა $\Delta N = 0$, ამიტომ კვანძის ნაკერების გაანგარიშება ხდება დგარში მოქმედ ძალაზე

$$N_{38} = 68,58 \text{ კნ.}$$

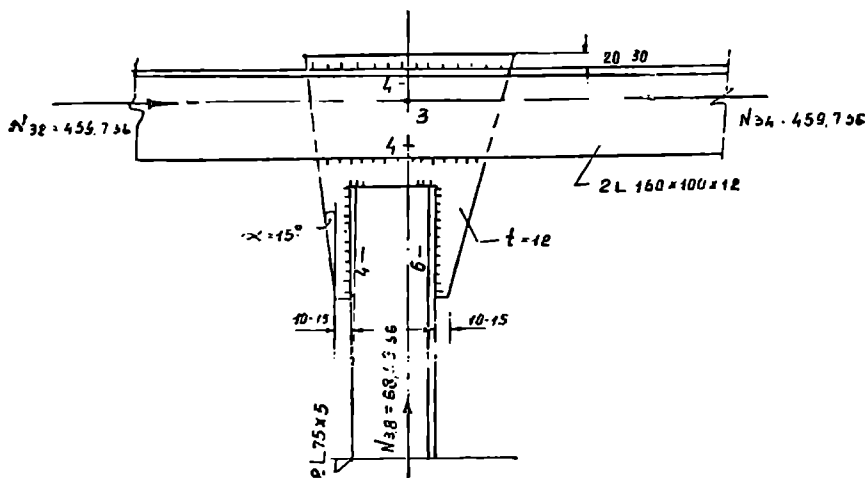
ვანგარიშობთ საკვანძო ფურცლის სარტყლებთან მიმაგრების ნაკერებს. ვენიშნავთ $\min k_j = k_j' = k_j'' = 6$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე:

$$l_{\omega} = \frac{N_{38}}{4\beta_j k_j \gamma_{\omega} R_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{68,58}{4 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 3,0 \text{ სმ};$$

ტ. 5. და პირობებით ნაკერის უმცირესი სიგრძე $\min l_w = 4 \cdot k_f = 24$ მმ და არ უნდა იქნეს ნაკლები 40 მმ-ზე ამიტომ ვიღებთ $l_w = 40$ მმ-ს.

ნაკერის სიგრძე l_w გაცალებით ნაკლებია საკვანძო ფურცლის სიგრძეზე, ამიტომ კონსტრუქციულად ნაკერის სიგრძეს იღებენ საკვანძო ფურცლის სიგომის ტოლს ($l_w = l_g$).

ვანგარიშობთ ღვარის ერთი კუთხოვანას საკვანძო ფურცელთან მიმაგრების ნაკერებს.



ნახ. VII 33. №3 კვანძის ვანგარიშებისათვის.

ვნიშნავთ $k_f' = k_f'' = 6$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{w1} = \frac{0,25 N_{2,8}}{2\beta_f k_f' \gamma_w \beta_w \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 68,58}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 2,0 \text{ სმ} < 4,0 \text{ სმ};$$

რადგან ნაკერის სიგრძე ნაკლებია ტ. 5. და პირობებით დადგენილი ნაკერის მინიმალურ სიგრძეზე ($\min l = 40$ მმ-ს), ამიტომ ვიღებთ $l_w' = 40$ მმ-ს.

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

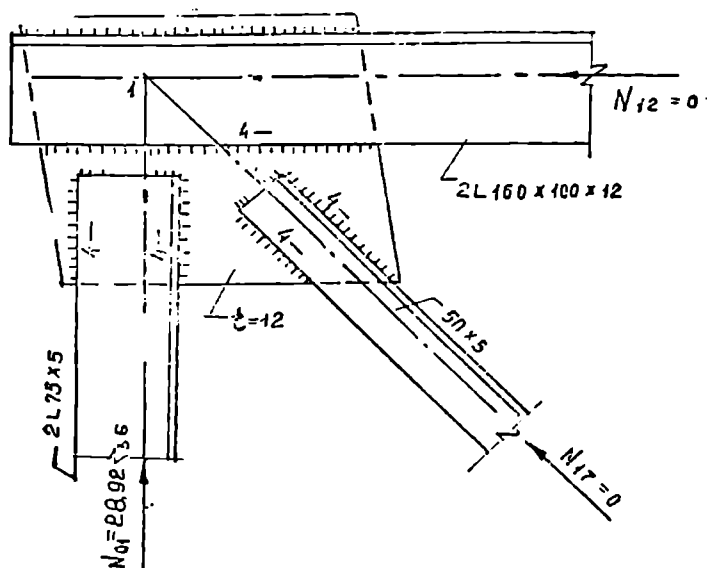
$$l_{w2} = \frac{0,75 N_{2,8}}{2\beta_f k_f'' \gamma_w \beta_w \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 68,58}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 4,1 \text{ სმ} > 4,0 \text{ სმ};$$

ნაკერების საანგარიშო სიგრძის მიხედვით გრაფიკულად მოიხაზება საკვანძო ფურცლის კონტური და ისაზღვრება მისი ზომები.

კვანძი №1—კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII 34 ნახაზზე. ვანგაროშობთ საკვანძო ფურცლის სარტყლის კუთხოვნებთან შეერთების ნაქერის ზომებს. რადგან სარტყელში $N_{12} = 0$, ამიტომ ამ ნაქერების ზომებად ვიღებთ ტ. 6. და პირობებით დადგენილი კუთხოვანი ნაქერის მინიმალური ზომების ტოლს:

$$\min k_f = 6 \text{ მმ}, \quad \min l_\omega = 40 \text{ მმ}.$$

ვანგარიშობთ დგარის ერთი კუთხოვნას საკვანძო ფურცელთან მისამართებელი ნაქერის ზომებს. $N_{01} = 28,92$ კნ.



ნახ. VII.34. №1 კვანძის ვანგარიშები სათავეს.

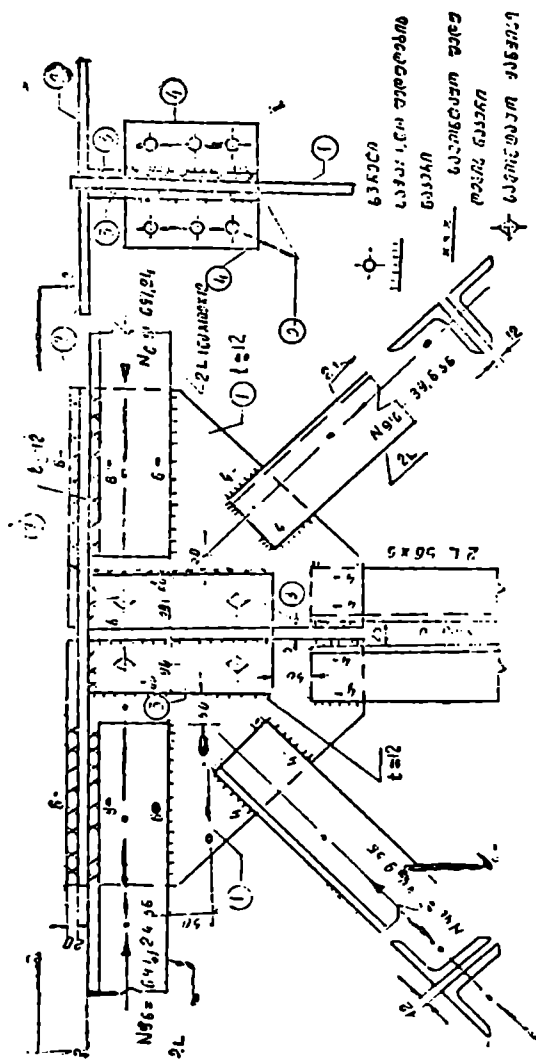
ვინშნავთ $k_f' = k_f'' = 6$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაქერის სიგრძე კუთხოვნას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{01}}{2\beta_f k_f' \gamma_{af} k_{af} \gamma_e} + 1 = \frac{0,25 \cdot 28,92}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 1,43 \text{ სმ} < 4 \text{ სმ};$$

ნაქერის სიგრძე კუთხოვნას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 \cdot N_{01}}{2\beta_f k_f'' \gamma_{af} k_{af} \gamma_e} + 1 = \frac{0,75 \cdot 28,92}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 2,3 \text{ სმ} < 4 \text{ სმ};$$

რადგან ნაქერის სიგრძე < 40 მმ ს, ამიტომ ვიღებთ $l_\omega = 40$ მმ-ს.



ნახ. VIII 35. №5 კვანძის გაანგარიშებისთვის:

- 1—საკანო ფურცელი; 2—თარიღული ზესაღები; 3 —ფურცელი ზესაღი; 4—საკანო ფურცელი მუქული კუმპოლიფიკის; 5—ხერცე მუქული კუმპოლის მისამგრებლად; 6—ხერცე მუქუმპოლის დასამგრებლად; 7—საკანოს კონტეინერი.

1-7 ირიბანაში $N_{17}=0$, ამიტომ ამ ელემენტის საკვანძო ფურცელთან შეერთების ნაკეობს ვნიშნავთ კონსტრუქციული მოსაზრებით:

$$\min k_f = k_f'' = k_f' = 6 \text{ მმ}; \min l_w = l_w' = l_w'' = 40 \text{ მმ.}$$

ნაკერების საანგარიშო სიგრძეების მიხედვით მოიხაზება საკვანძო ფურცლის კონტური.

კვანძი №6. კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.35 ნახაზზე. №6 და №10 კვანძებში ეწყობა სამონტაჟო პირაპირები. ეს კვანძები ისეა დაგეგმარებული, რომ წამწის ორი სამონტაჟო ერთეული (ნაბეჭად-წამწეები) ზუსტად ერთმანეთის სიმეტრიულია. ამ მოსაზრებით, №6 კვანძის საკვანძო ფურცელი გაქრილია სინეტრიის ღერძზე და გადახურულია წყილი თარაზული (2) და ბეჭული (3) ფოლადის ფურცლოვანი ზესადებით. ძაბვათა კონცენტრაციის თავიდან აცილების და შედუღების ნაკერების სიგრძეების გაზოდის მიზნით, თარაზული ზესადების (2) ორი გვერდი ირიბად ჩამოჭრილია. შეეული ზესადები (3) წამწის ერთ სამონტაჟო ერთეულს ედუღება ქარხანაში, ხოლო მეორე ერთეულს—მონტაჟის პროცესში. შეეული კავშირების მისამაგრებლად, შეეულ ზესადებს ედუღება კავშირების საკვანძო ფურცელი (4). აკრების პროცესში წამწის სამონტაჟო ბლოკები ჯერ ერთდებიან სამონტაჟო კანკიკებით (7) და შემდეგ—სამონტაჟო შედუღების ნაკერებით.

კვანძის გაანგარიშებას ვიწყებთ თარაზული ზესადების ზომების შერჩევით. წინასწარ ვნიშნავთ თარაზული ზესადების ფურცლის ზომებს: $A_6 = b_6 \times l_6 = 140 \times 12 \text{ მმ} = 1680 \text{ მმ}^2$. რეკომენდებულია ზესადების ზომები დაინიშნოს ისე, რომ განივკვეთი არ იქნეს ნაკლები სარტყლის თარაზული თაროს ფართობისა.

გამოწმებთ კვანძის პირაპირის სიმტკიცეს ფორმულით

$$\sigma = \frac{N_6}{A_{106}} = \frac{1,2 N_{0,6}}{2(b_6 \cdot l_6 + l_p h_{კვანძი})} = \frac{1,2 \cdot 697,24}{2(14 \times 1,2 + 1,2 \cdot 10)} = 14,52 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 145 \text{ მპ} < R_{p\gamma c} = 235 \text{ მპ,}$$

სადაც A_{106} პირობითი ფართობია, l_p — საკვანძო ფურცლის სისქე. თარაზულ ზესადებში მოქმედი ძალა

$$N_6 = \sigma \cdot A_6 = 14,5 \times 14 \times 1,2 = 243,60 \text{ კნ.}$$

ვანგარიშობთ შედუღების ნაერის ზომებს, რომლითაც ერთი თარაზული ზესადები ედუღება სარტყლის კუთხოვანას თაროს.

ვნიშნავთ ნაკერის სიმაღლეს $k_f = 6 \text{ მმ}$ -ს; ნაკერის საკირო ჯამური სიგრძე

$$\Sigma l_w = \frac{N_6}{\beta_f k_f \gamma_{af} R_{af\gamma c}} = \frac{243,6}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 29,4 \text{ სმ.}$$

VII.35 ნახაზის მიხედვით, ზესაღების კონსტრუქციული კონტურის სიგრძე, რომლითაც იგი ედღლება კუთხოვანას:

$$\Sigma l_{\omega}' = 25 + 5 + 20 + 5 = 55 \text{ სმ} > \Sigma l_{\omega} = 29,4 \text{ სმ.}$$

ამიტომ ზესაღების ზომებს ვროვებთ უცვლელად.

ვანგარიშობთ ზედა სარტყლის საკვანძო ფურცელთან მისამაგრებელი ნაკერის ზომებს. საანგარიშო ძალი, რომელზედაც ეს ნაკერები უნდა იქნეს გაანგარიშებული, აიღება N_{ρ}' და N_{ρ}'' ძალებიდან უდიდესი [3]:

$$N_{\rho}' = 1,2 N_{5,0} - 2N_{\delta} = 1,2 \cdot 697,24 - 2 \cdot 243,6 = 349,5 \text{ კნ};$$

$$N_{\rho}'' = \frac{1,2 N_{5,0}}{2} = \frac{1,2 \cdot 697,24}{2} = 418,34 \text{ კნ};$$

საბოლოოდ ვიღებთ $\max N = N_{\rho}'' = 418,34 \text{ კნ.ს.}$

ვნიშნავთ ნაკერების ზომებს $k_f' = 6 \text{ მმ}$, $k_f'' = 8 \text{ მმ}$; შესაბამისად ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 \max N}{2\beta_f k_f'' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 418,34}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 7,2 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,75 \max N}{2\alpha_f k_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 418,34}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 15,0 \text{ სმ.}$$

ვნიშნავთ შვეული ზესაღების ზომებს. კონსტრუქციული მოსაზრებით ვიღებთ (სამონტაჟო პანკიების განლაგების მიხედვით) $t_b \times b_b = 12 \times 180 \text{ მმ}$. ზესაღების სინტიციუს ვამოწმებთ $\max N = 418,36 \text{ კნ}$ ძალის მიხედვით:

$$\sigma = \frac{\max N}{2 A_b} = \frac{418,36}{2 \times 18 \times 1,2} = 9,68 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 97 \text{ მპ} < R_{\nu} \gamma_c = 235 \text{ მპ.}$$

ვანგარიშობთ შედუღების ნაკერის ზომებს, რომლითაც ერთი შვეული ზესაღები ედღლება სამონტაჟო წამწის საკვანძო ფურცელს.

ვნიშნავთ $k_f = 8 \text{ მმ}$; ნაკერის საკირო სიგრძე

$$l_{\omega 1} = \frac{\max N}{2\beta_f k_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{418,3}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 19,7 \text{ სმ} \approx 200 \text{ მმ.}$$

l_{ω} ძიხვდვით საბოლოოდ ვიღებთ ზესაღების სიგრძეს $l_b = l_{\omega 1} = 200 \text{ მმ}$.

ვანგარიშობთ 9—6 ირიბანას ერთი კუთხოვანას საკვანძო ფურცელთან მიმაგრების შედუღების ნაკერის ზომებს.

ენიშნავთ $k_f'' = k_f' = 6$ მმ-ს; შესაბამისად, ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{9,6}}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega} l_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 39,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 1,6 \text{ მმ} < 4 \text{ სმ. ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუისთან}$$

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 N_{9,6}}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega} l_{\omega} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 39,9}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 2,8 \text{ მმ} < 4 \text{ სმ.}$$

რადგან $l_{\omega 2}$ ნაკლებია ტ. ნ. და პ. დადგენილი უმცირესი სიგრძისა ამიტომ ვიღებთ $l_{\omega 2} = \min l_{\omega} = 40$ მმ-ს.

6—10 დგარში $N_{6,10} = 0$, ამიტომ დგარის ერთი კუთხოვანას საკვანძო ფურცელთან მისამაგრებელი ნაკერის ზომებს ვიღებთ კონსტრუქციული მოსაზრებით

$$\min k_f = 6 \text{ მმ}; \quad \min l_{\omega} = 40 \text{ მმ.}$$

კვანძი №10. კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.36 ნახაზზე.

№6 კვანძის ანალოგიურად, კვანძში ეწყობა სამონტაჟო პირაპირი. კვანძში შემავალი ქვედა სარტყლის ელემენტებში მოქმედი ძალა ნაკლებია ზედა სარტყლის №6 კვანძში შემავალი ძალისა

$$N_{9,10} < N_{6,6}.$$

ამიტომ, ანგარიშის გარეშე, კონსტრუქციული მოსაზრებით (სხვადასხვა ზომის სამონტაჟო ელემენტების ჩაოდენობის უმცირეების მიზნით), თარაზული ზესადებების, საკვანძო ფურცლებსა და მათი შედუღების ნაკერების ზომებს ვიღებთ იგივეს, რაც №6 კვანძის შემთხვევაში.

კვანძი №8. კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია VII.37 ნახაზზე. ფოლადის ხარჯის უმცირეების მიზნით, კვანძში ეწყობა საქარბნო პირაპირი, კვანძის გაანგარიშებას ვიწყებთ ზესადების ზომების შვრჩევით.

ენიშნავთ ზესადების ფურცლის ზომებს $b_8 \times l_8 = 120 \times 12$ მმ. პირობითი ფართობი

$$A_{108} = 2 (h_8 \cdot l_8 + b_{კუთხო} l_f) = 2 (12 \cdot 1,2 + 9 \cdot 1,2) = 50,4 \text{ სმ}^2. [3]$$

გამოწმებთ პირაპირის სიმტკიცეს

$$\sigma = \frac{N_{max}}{A_{108}} = \frac{1,2 \cdot N_{0,8}}{A_{108}} = \frac{1,2 \cdot 249,45}{50,4} = 5,9 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 60 \text{ მპ} < l_{f \gamma_c} = 235 \text{ მპ.}$$

ზესადებში მოქმედი ძალა

$$N_8 = \sigma \times A_8 = 5,9 \times 12 \times 1,2 = 85 \text{ კნ.}$$

განგარიშობთ შედუღების ნაკერების ზომებს, რომლითაც ერთი

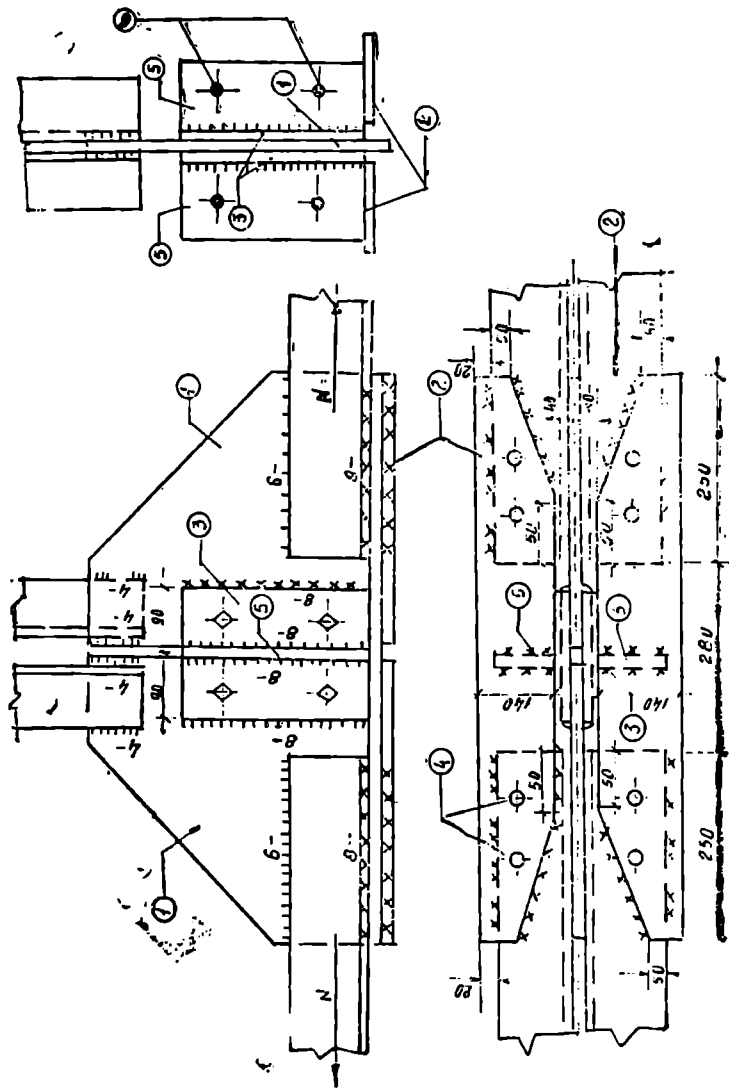


Fig. VII.36. №10 კანის განჯიგებისთვის.

1-საკენი ფრეცი; 2-თარბული ზესიფი ფრეცი; 3-მედი ზესიფი ფრეცი; 4-ხეტიფი ოპიფი.
 5-საკენი ფრეცი; 6-საკენი ფრეცი.

ზესადები ედღეება 0—8 პანელის სარტყლის კუთხოვანას (63×5). ნაკერის სიმაღლეს ვნიშნავთ $k_f=6$ მმ. შესაბამისად, საანგარიშო ნაკერის ჯამური სიგრძე

$$\Sigma l_{\omega} = \frac{N_{\omega}}{\beta_f k_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{85,0}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 10,1 \text{ სმ};$$

VII.37 ნახაზის მიხედვით, ზესადების კონტურის კონსტრუქციული სიგრძე, რომლითაც იგი ედღეება 0—8 სარტყლის კუთხოვანას

$$\Sigma l_{\omega'} = 20 + 20 = 40 \text{ სმ} > 10,1 \text{ სმ}.$$

ვანგარიშობთ ნაკერის ზომებს, რომლითაც ზესადები ედღეება 8—9 პანელის კუთხოვანას (140×80×8).

ვნიშნავთ $k_f=6$ მმ-ს; შესაბამისად,

$$\Sigma l_{\omega} = \frac{N_{\omega}}{\beta_f k_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{85,0}{0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 10,1 \text{ სმ};$$

VII.37 ნახაზის მიხედვით, ამ ნაკერის კონსტრუქციული ჯამური სიგრძე

$$\Sigma l_{\omega} = 20 + 20 = 40 \text{ სმ} > 11,6 \text{ სმ}.$$

ვანგარიშობთ შედუღების ნაკერის ზომებს, რომლითაც საკვანძო ფურცლები ედღეება 0—8 პანელის სარტყლის კუთხოვანებს. ამ ნაკერების გაანგარიშება ხდება ძალაზე:

$$N_p' = 1,2 N_{c,8} - N_{\omega} = 1,2 \cdot 249,45 - 85,00 = 214,30 \text{ კნ};$$

$$N_p'' = \frac{1,2 N_{0,8}}{2} = \frac{1,2 \cdot 249,45}{2} = 149,67 \text{ კნ}.$$

საანგარიშოდ ვიღებთ $\max N_p' = N_p' = 214,30 \text{ კნ}$.

ნაკერების სიმაღლეებს ვნიშნავთ $k_f''=6$ მმ, $k_f'=8$ მმ-ს. შესაბამისად:

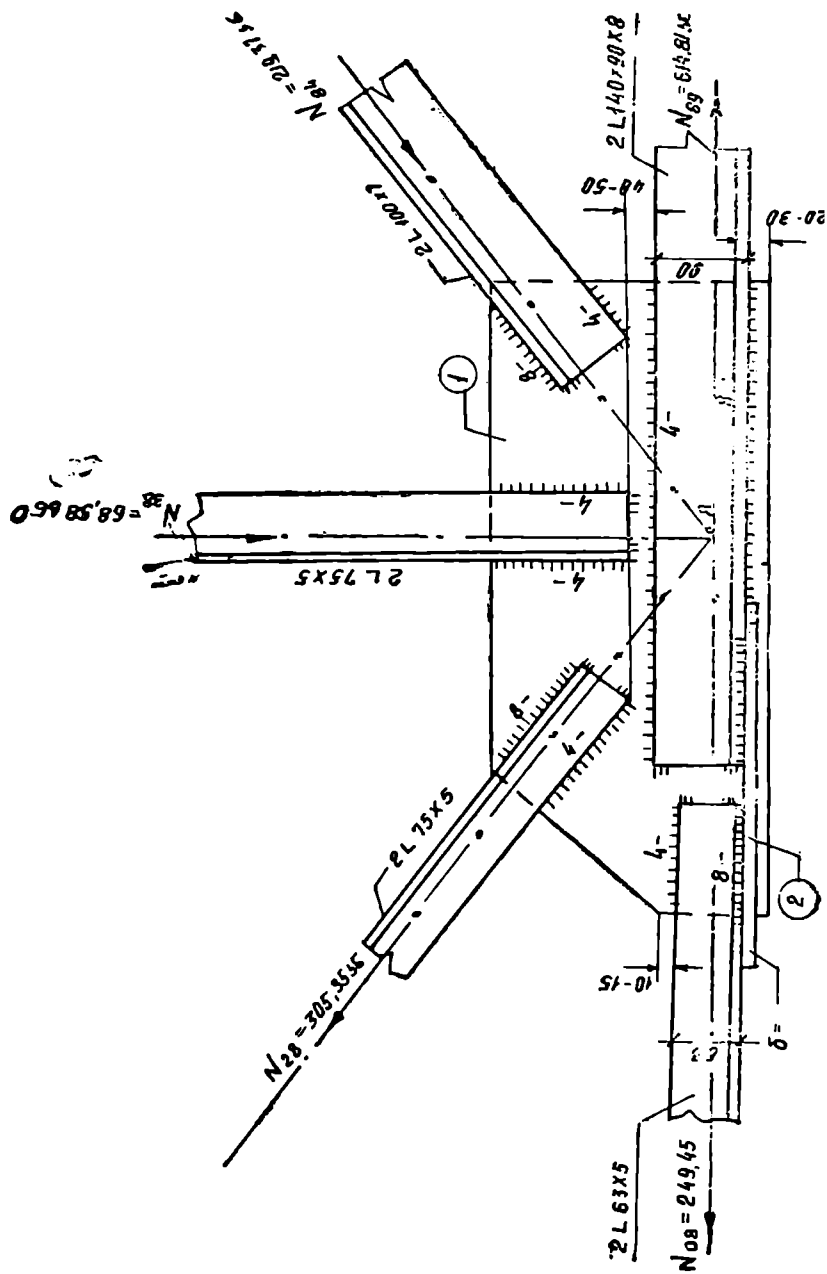
ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთხილად

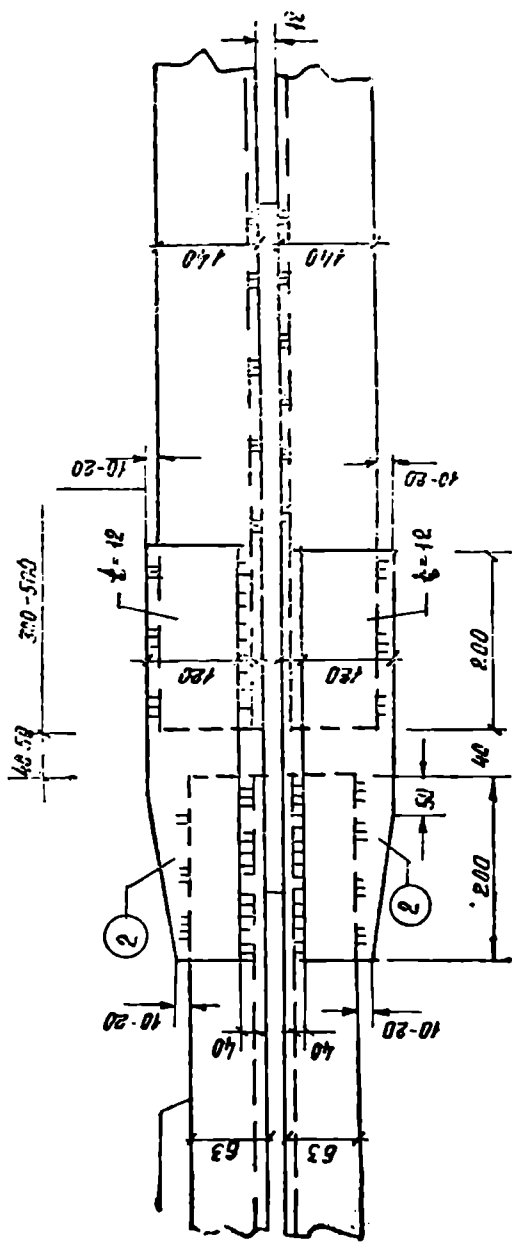
$$l_{\omega_1} = \frac{0,25 \max N}{2 \beta_f k_f'' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 207,18}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 4,1 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega_2} = \frac{0,75 \max N}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 207,18}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 7,9 \text{ სმ}.$$

ვანგარიშობთ ნაკერის ზომებს, რომლითაც საკვანძო ფურცელი ედღეება 8—9 სარტყლის კუთხოვანებს (140×90×8).





ნახ. VII.37. 168 კენის განჯარუმბისთვის:
 1—საქანო ფურცელი; 2—საკანბი ფურცელი.

ნაკერების განგარიშება წარმოებს ძალაზე:

$$N_p' = 1,2 N_{8,0} - N_8 = 1,2 \cdot 614,81 - 85,0 = 652,8 \text{ კნ};$$

$$N_p'' = \frac{1,2 N_{8,0}}{2} = \frac{1,2 \cdot 614,81}{2} = 368,88 \text{ კნ}.$$

საანგარიშო ძალად ვიღებთ $\max N = N_p' = 652,80$ კნ; ენაშნავეთ ნაკერების სიმაღლეებს $k_f'' = 6$ მმ, $k_f' = 8$ მმ-ს. შესაბამისად:

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 \max N}{2 \beta_f k_f'' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 652,80}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 10,7 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ულასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 \max N}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 652,80}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 22,9 \text{ სმ};$$

ჩვეულებრივ, $l_{\omega 1}$ და $l_{\omega 2}$ ნაკლებია საკვანძო ფურცლის კონსტრუქციულ სიგრძეზე, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ:

$$l_{\omega 1} = l_{\omega 2} = l_f.$$

ენგარიშობთ შედუღების ნაკერის ზომებს, რომლითაც 2—8 ირიბანის ერთი კუთხოვანა ედუღება საკვანძო ფურცელს. $N_{2,8} = 305,35$ კნ. ენაშნავეთ $k_f'' = 6$ მმ; $k_f' = 8$ მმ-ს; შესაბამისად:

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{2,8}}{2 \beta_f k_f'' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 305,35}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 5,5 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ულასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 N_{2,8}}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 305,35}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 11,2 \text{ სმ}.$$

ენგარიშობთ ნაკერის ზომებს, რომლითაც 8—4 ირიბანის ერთი კუთხედი ემაკრება საკვანძო ფურცელს.

$N_{8,4} = 219,37$ კნ. ენაშნავეთ $k_f'' = 6$ მმ, $k_f' = 8$ მმ-ს; შესაბამისად: ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 N_{8,4}}{2 \beta_f k_f'' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 219,37}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 4,3 \text{ სმ};$$

ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ულასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 \cdot N_{8,4}}{2 \beta_f k_f' \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 219,37}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 8,4 \text{ სმ};$$

ვანგარიშობთ ნაკერის ზომებს, რომლითაც დგარის ერთი კუთხოვანა მდლდება საკვანძო ფურცელს.

$N_{3,8} = 68,58$ კნ. ვნიშნავთ $k_j'' = k_j' = 6$ მმ-ს; შესაბამისად: ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ფრთასთან

$$l_{\omega 1} = \frac{0,25 \cdot N_{3,8}}{2 \cdot \beta_j k_j \gamma_{\omega 1} R_{\omega 1} \gamma_c} + 1 = \frac{0,25 \cdot 68,58}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 2,0 \text{ სმ} < 4 \text{ სმ};$$

რადგან $l_{\omega 1} < 40$ მმ-ის, ამიტომ ნაკერის სიგრძედ ვიღებთ $\min l_{\omega} = 40$ მმ-ს. ნაკერის სიგრძე კუთხოვანას ყუასთან

$$l_{\omega 2} = \frac{0,75 N_{3,8}}{2 \beta_j k_j \gamma_{\omega 2} R_{\omega 2} \gamma_c} + 1 = \frac{0,75 \cdot 68,58}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} + 1 = 4,1 \text{ სმ};$$

შედულების ნაკერების საანგარიშო სიგრძეების მიხედვით გრაფიკულად იხაზება საკვანძო ფურცლის კონტური და ისაზღვრება მისი ზომები.

VIII თავი

წინასწარ დაძაბული ლითონის კონსტრუქციები

§ VIII.1. წინასწარ დაძაბული ლითონის კონსტრუქციების ზოგიერთი მონაცემი

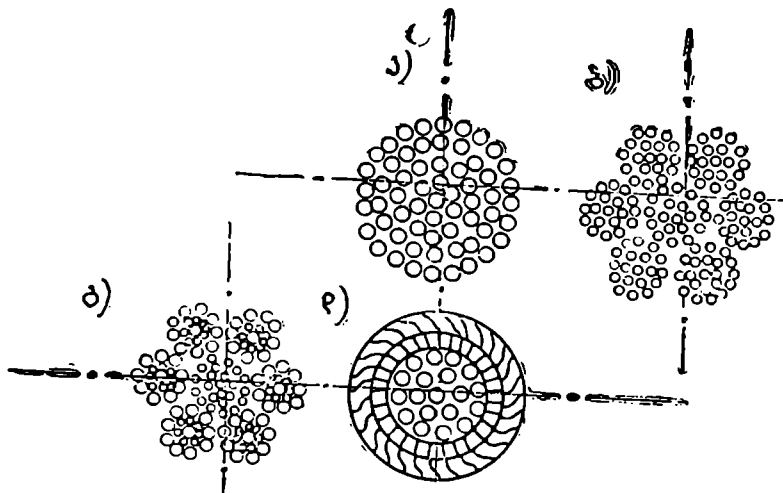
ლითონის წინასწარ დაძაბულ კონსტრუქციებს უწოდებენ ისეთ კონსტრუქციებს, სადაც მისი დამზადების ან მონტაჟის პროცესში, წინასწარ, ხელოვნურად ქმნიან საანგარიშო დატვირთვებით წარმოშობილ ძაბვათა საწინააღმდეგო ნიშნის დაძაბულ მდგომარეობას.

სამშენებლო კონსტრუქციების წინასწარი დაძაბვა და საერთოდ ძაბვათა რეგულირება არის ასეთი კონსტრუქციების ეფექტურობის ამაღლების ერთ-ერთი საშუალება.

დაუძაბავ კონსტრუქციებთან შედარებით, დაძაბულ კონსტრუქციებში, ხშირად შასალის დაძაბვითი ხარჯის მნიშვნელოვანი გაზრდის გარეშე, მისი მზიდუნარიანობა ან სიხისტე (ან ორივე ერთად) მკვეთრად იზრდება, რაც ძირითადად განაპირობებს მათ ეკონომიურობას.

ამავე დროს, კონსტრუქციების წინასწარი დაძაბვა დაკავშირებულია დაძაბვითი სამუშაოების მაღალ შრომატევადობასთან, დაძაბვითი ელემენტების მასალის ხარჯთან (მკიშები, ანკერები), მკითხოვს დიდი სიმძლავრის დამკვიდრების დამკრატების გამოყენებას (50—100 ტ), რაც ზოგჯერ ზღუდავს მათი გამოყენების არეს.

არსებობს კონსტრუქციების დაძაბვის სხვადასხვა ხერხები. მაგ., კონსტრუქციების ცალკეულო ელემენტების ან მთლიანად კონსტრუქციების წინასწარი დაძაბვა მჭიმებით (კოკები, წამწები და ა. შ.), სტატიკურად ურკვევ სისტემებში საყრდენის იძულებითი გადაადგილება მომენტთა ოპტიმალური* გადანაწილების მიზნით (კოკები, ჩარჩოები, თაღები), მონტაჟის პროცესში კონსტრუქციების ან მისი ნაწილების დროებითი დატვირთვა და მისი გახისტების შემდეგ განტვირთვა (გარსები, კონსოლური სისტემები და სხვა.) და სხვა. აქედან, ყველაზე მეტად დამუშავებული და გავრცელებულია კონსტრუქციების წინასწარი დაძაბვა მჭიმებით.



ნახ. VIII.1. მჭიმების სახეები:

ა—სპირალური; ბ—შვიდწნულა TK7×19 ტიპის ბაგირი; გ—შვიდწნულა T:IKPO ტიპის ბაგირი; დ—სპირალური დახურული ბაგირი.

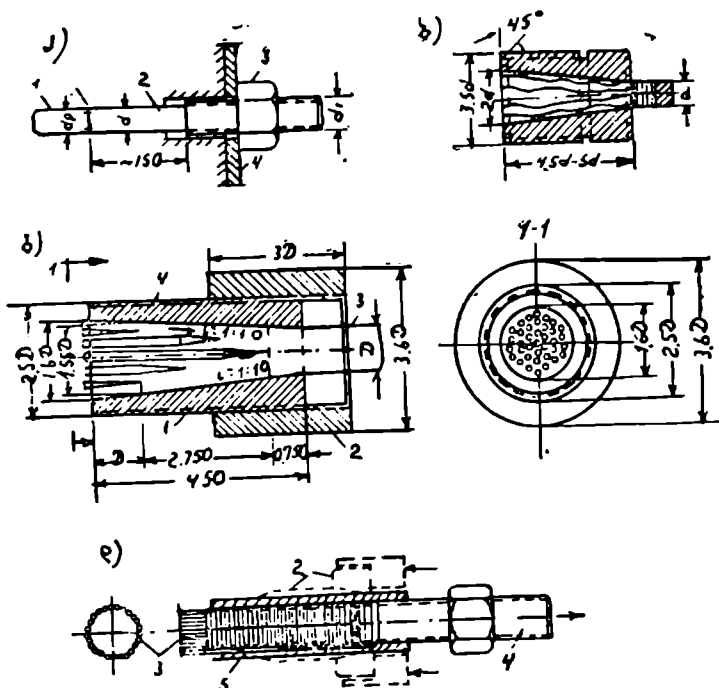
მჭიმებად გამოიყენება: წრიული ან ჰრგვალი კვეთის მაღალი სიმტკიცის შავთულთა კონა (ნახ. VIII. 1, ა), შვიდწნულა მაღალი სიმტკიცის ბაგირები (ნახ. VIII.1, ბ, გ), სპირალური დახურული ტიპის ბაგირები (ნახ. VIII.1, დ).

როგორც წესი, მჭიმები უნდა წარმოადგენდნენ კოროზიამდე ელემენტებს [ГОСТ 7348-63, 3064-66, 3067-66, 3068-66, 3079-69, 2685-99].

მაღალი სიმტკიცის მჭიმების (შავთულთა კონის, ბაგირების) საან-

* მღენიე მომენტთა ისეთი გადანაწილება, რომლის დროს მასალის ზარცი მინიმალურია.

გარიშო წინალობა მიიღება მათი დროებითი წინალობის ან პრღვევი ძა-
ლის გაყოფით მასალის საიშედროობის კოეფიციენტზე— $\gamma_m = 1,6$. დამკე-
მიწეღმენტების დრეკადობის მოდული ტოლია: მავთულთა კონის ტი-
პის მკიშემბის— $E_a = 2 \cdot 10^4$ კნ/სმ²; სპირალური დახურული ბაგირე-



ნახ. VIII.2. მკიშის ანკერების ტიშები:

- ა—ქანჩი ბრახნით; 1—მკიშის ღერი; 2—ანკერის ღერი ბრახნით; 3—ქანჩი;
- 4—საყრდენი კონსტრუქცია; ბ—ქიქური ანკერი. ჩისამელი ბარბით; გ—ან-
კერი მკირე ზომის სოლებით; 1—ანკერის კიქა; 2—ქერი; 3—მავთულთა
კონა; 4—სოლები; დ—მასრული ანკერი ა.წინეხილ მკიშით: 1—მავთულები;
- 2—მასრა და მომკერი რგოლი ჩაწნეხამდე; 3—მასრა ჩაწნეხის შემდეგ;
- 4—ანკერის ღერი კანჩით.

ბის — $E_a = 1,7 \cdot 10^4$ კნ/სმ²; სპირალურის ფოლადის გულით — $E_a =$
 $= 1,5 \cdot 10^4$ კნ/სმ².

მკიშემბის ბოლოების დამაგრება დასაკიმ კონსტრუქციაზე ხღება
სპეციალური ანკერებით (ნახ. VIII.2).

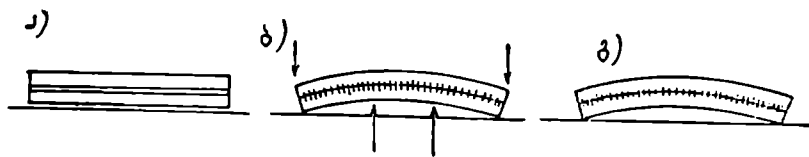
როდესაც მკიშემბი წარმოადგენენ წრიული კეეთის მაღალი სიმტკი-
ცის ეღემენტებს, გამოიყენება ანკერები ქანჩებით (ნახ. VIII.2, ა). რო-
დესაც მკიშემბი ბაგირები (ტროსები) ან მავთულთა კონაა, ჩაანკერება
ხღება ქიქური ან მასრული ტიპის ანკერებით (ნახ. VIII.2, ბ—ღ).

§ VIII.2. წინასწარ დაძაბული კოქები

წინასწარი დაძაბვით კოქების მზიდუნარიანობა დრეკადობის ზღვრებში შევეთრად იზრდება. ამის გამო მასალის ხარჯი ასეთ კოქებში მცირდება 10—15% ით, ხოლო ღირებულება—5—10%-ით.

არსებობს კოქების წინასწარი დაძაბვის სხვადასხვა ხერხები, აქედან ყველაზე მეტად გავრცელებულია კოქების დაძაბვა ალუნვით ან კოქების გაკიმულ მხარეს განლაგებული მკიშების მოქიმვით.

პირველ შემთხვევაში, ერთმანეთზე დადგმულ კოქის ელემენტებს წინასწარ ალუნავენ გარე დატვირთვების შესაბამისი ჩალუნვების საწი-



ნახ. VIII.3. წინასწარ ალუნული დაძაბული ელემენტი:

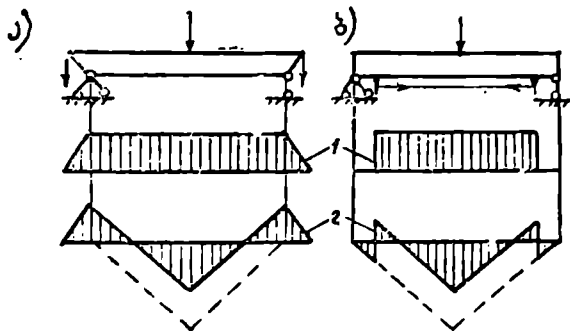
ა—საწყისი მდებარეობა; ბ—ორი ელემენტის ალუნვა და შედუღება; გ—წინასწარ დაძაბული კონსტრუქცია.

ნააღმდეგო მიმართულებით და ასეთ დეფორმირებულ მდგომარეობაში აერთებენ გრძივი შედუღების ნაკერებით (ნახ. VIII.3). კოქის იძულებითი ალუნვისაგან განთავისუფლების შემდეგ, მის განივკვეთში რჩება ე. წ. საკუთარი ძაბვები, რომლებსაც გარე დატვირთვებით აღძრული ძაბვათა საწინააღმდეგო მიმართულება აქვთ. ამის შედეგად იზრდება კოქის დრეკადი მუშაობის ზღვრები, მცირდება დროებითი დატვირთვებით გამოწვეული ძაბვათა მნიშვნელობები და შესაძლებელი ხდება მასალის გამოყენება მეტი ეფექტურობით.

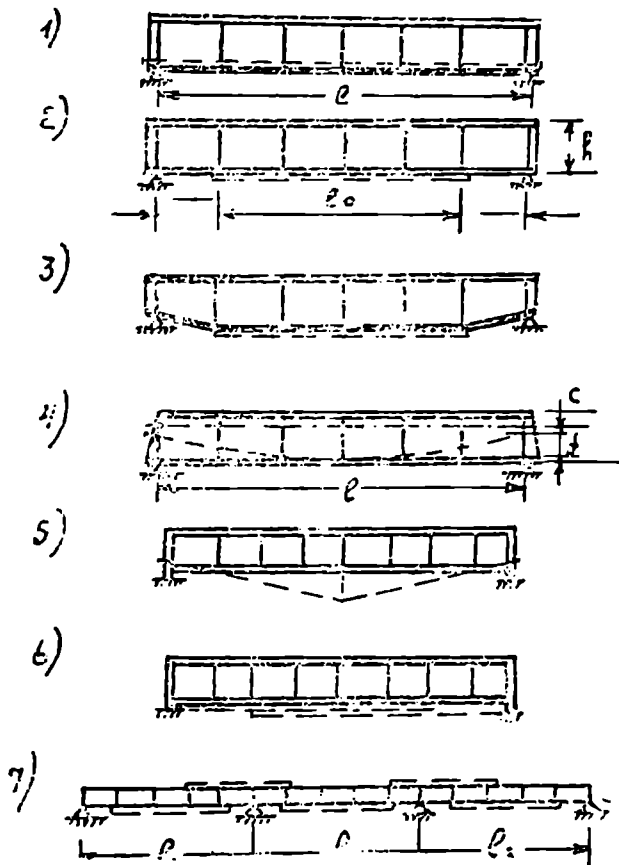
მიუხედავად წინასწარი დაძაბვის ასეთი ხერხის სიმარტივისა, მისი გამოყენების არე შეზღუდულია, რაც აიხსნება, უპირველეს ყოვლისა, უწყვეტი გრძივი შედუღების ნაკერების არასასურველ გავლენით. ზოგჯერ, განსაკუთრებით გრძელი კოქების შემთხვევაში, შედუღების ტემპერატურული ძაბვების ზეგავლენით კოქი ღებულობს არასასურველ დეფორმირებულ სახეს.

კოქის დაძაბვის ყველაზე გავრცელებული და ეფექტური საშუალებაა დაძაბვა მკიშების საშუალებით.

არსებობს კოქის მკიშებით დაძაბვის ორი ხერხი: დაძაბვა კონსოლების მოქიმვით (ნახ. VIII.4, ა) ან კოქების გაკიმული სარტყლის მხარეს განლაგებული მკიშების მოქიმვით (ნახ. VIII.4, ბ). ნახ. VIII.5-ზე ნაჩვენებია წინასწარ დაძაბული კოქების სხვადასხვა ვარიანტი. წინასწარი დაძაბვა ხდება ორმაგი მოქმედების ჰიდრაულიკური დომკრატებით.



ნახ. VIII.4. კოქის წინასწარი დაძაბვის მაგილობითი: ა—კონსოლების მოქმედებით; ბ—მოქმედივი ელემენტით; 1—მღუნავი მომენტების ვიწრო წინასწარი დაქმელობის ძალისაგან. 2—მღუნავი მომენტების ეპიურა საანგარიშო დატვირთვის მოქმედებისას.

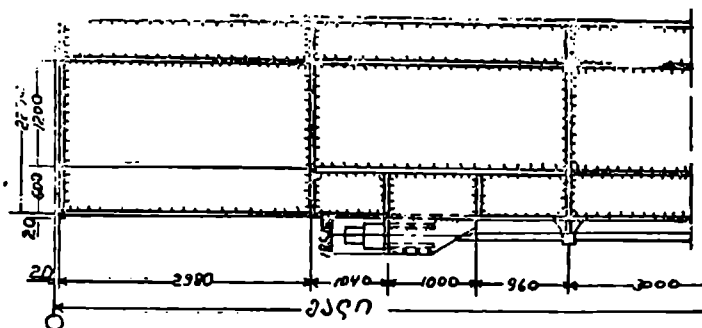


ნახ. VIII.5. წინასწარ დაძაბული ლითონის კოქების სქემები.

ლომკრავტი ებჯინება კოქზე მიმაგრებულ სპეციალურ საყრდენ კონსოლებს და კიმავეს ბოლოებით ჩაანკერებულ მკიმიებს (ნახ. VIII.6). იმის შემდეგ, როდესაც მკიმიში გამკიმავეი ძალა მიაღწევს დაკიმივის საკონტროლო ძალას, ანკერებსა და საყრდენ კონსოლებს შორის იდგმება ჩანგლისებრი ფოლადის საყელურები ან საყრდენამდე მკიდროდ ეკირება საანკერო ქანჩი. ამის შემდეგ ლომკრავტი იხსნება. მკიმიში მოქმედი ძალის ექსცენტრული მოქმედებით, კოქის განივკვეთებში წარმოისახება წინასწარ დაკიმიულობის ნორმალური ძაბვები, რომლებსაც დაკიმიულობის საკუთარ ძაბვებს უწოდებენ (ნახ. VIII.7, ბ). საკუთარ ძაბვებს ღრობითი დატვირთვის ნორმალური ძაბვების საწინააღმდეგო მიმართულება აქვთ და ამცირებენ მათ მნიშვნელობას. წინასწარ დაძაბული კოქის კონსტრუქციის ერთ-ერთი ვარიანტი ნაჩვენებია VIII.6 ნახაზზე.

კოქის წინასწარი დაძაბვის არსის უკეთ გაგებისა და საანგარიშო ფორმულების გამოყვანის მიზნით, განვიხილოთ კოქის მუშაობა ქვედა სწორხაზოვანი მკიმიით (ნახ. VIII.7).

მუშაობის პირველ ეტაპზე, მოკიმივის შედეგად კოქი აიღუნება (ნახ. VIII.7 ბ). წინასწარ დაკიმიულობის N_a ძალის ექსცენტრული



ნახ. VIII.6. წინასწარ დაძაბული კოქის კონსტრუქცია.

მოქმედებით ზედა სარტყელი იკიმიება, ქვედა კი—იკუმშება. კოქის მუშაობის ამ ეტაპზე ნორმალურ ძაბვათა ეპიურას აქვს VIII.7, გ ნახაზზე ნაჩვენები სახე.

განაპირა ბოქკოებში მოქმედი უდიდესი ძაბვები ტოლია:

$$\sigma'_s = -\frac{\gamma_c N_a}{A} + \frac{\gamma_c N_a \cdot l}{W_s} \leq R_{\gamma}; \quad (\text{VIII.1})$$

$$\sigma'_j = -\frac{\gamma_c N_a}{A} - \frac{\gamma_c N_a l}{W_j} \leq R_{\gamma}; \quad (\text{VIII.2})$$

სადაც λ არის მანძილი მკობის ღერძიდან კოქის ნეიტრალურ ღერძამდე (ეკსცენტრისიტეტი, ნახ. VIII.7, ა);

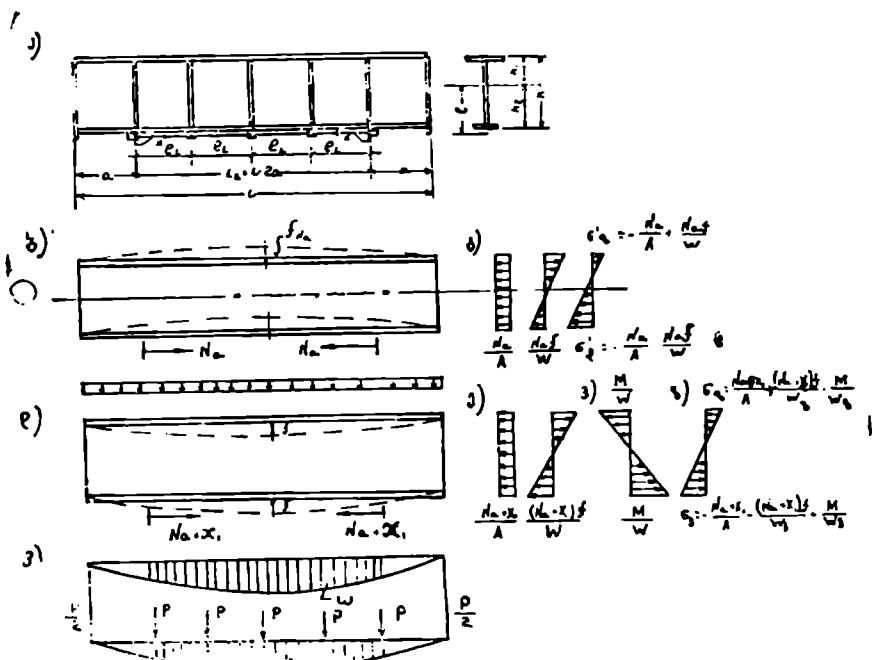
N_a — დაჭიმულობის საკონტროლო ძალა;

A — კოქის განივკვეთის ფართობი;

W_1, W_2 — განივკვეთის ზედა და ქვედა განაპირა ბოქვების წინა-
ლობის მომენტები;

$\gamma_c = 1,1$ — კოქის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი.

იმისათვის, რომ დაძაბვის პროცესში არ მოხდეს კოქის რღვევა,



ნახ. VIII.7. წინასწარ დაძაბული კოქი.

ა — კონსტრუქციული სქემა; ბ, გ, დ, ე, ე — მუშაობის ეტაპები.

N_a ისე უნდა შეირჩეს, რომ დაეუღ იქნეს სარტყლების სიმტკიცისა და ქვედა სარტყლის მდგრადობის პირობები:

$$\sigma'_x \leq R_y; \quad \sigma'_y \leq R_y; \quad \sigma'_y \leq \varphi R_y, \quad (\text{VIII.3})$$

სადაც R_y არის კოქის მასალის საანგარიშო წინაღობა (დან. I. ცხრ. 5);

φ — კოქის ქვედა სარტყლის გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი კოქის მართობ სიბრტყეში.

ამ კოეფიციენტის განსაზღვრისას, საანგარიშო სიგრძელ (l_i) აიღება მკვირვალის კვეთა სარტყელთან მიმაგრების წერტილებს შორის მანძილად (ნახ. VIII.7, ა). კოქის მუშაობის მეორე ეტაპზე, დროებითი საანგარიშო დატვირთვის ზეგავლენით, კოქი ჩაიღუნება (ნახ. VIII.7, დ).

ამ დატვირთვის შესაბამის ნორმალურ დაბჯათა ეპიურას აქვს VIII.7 ნახაზზე ნაჩვენებ სახე. უდიდესი ნორმალური დაბჯები გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma' = \pm \frac{M}{W}, \quad (\text{VIII.4})$$

სადაც M —საანგარიშო დატვირთვის (მუდმივი და დროებითი) შესაბამისი მღუნავი მომენტის უდიდესი მნიშვნელობაა (ჩვეულებრივად მაღის შუაში). დაუძაბავ კოქებში განივკვეთის შერჩევა ხდება $\pm \sigma' \leq T_i$, დაბჯების მიხედვით. წინასწარ დაშაბულ კოქებში კი $\pm \sigma'$ დაბჯები მცირდება $\pm \sigma'$ დაბჯების ზეგავლენით. გარდა ამისა, დროებითი დატვირთვის მოქმედებისას მკვირი განიცდის დამატებით გაჭიმვას და კოქი მუშაობს როგორც ერთჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემა (ნახ. VIII.7, ა). დამატებით გამჭიმავ ძალას მკვირის თვითდაქიმულობის ძალას უწოდებენ და აღინიშნება x_1 -ით.

თუ თვითდაქიმულობის ძალას მივიღებთ ზედმეტ უცნობად, მაშინ x_1 განისაზღვრება ძალთა მეთოდის კანონიკური განტოლების გადაწყვეტილი

$$x_1 = -\frac{\Delta_1 P}{\delta''} = \frac{\int_a^{l-a} \frac{M_1 M}{EI} dx}{\int_a^{l-a} \frac{M_1^2}{EI} dx + \frac{l_a}{EA} + \frac{l_a}{E_s A_s}}, \quad (\text{VIII.5})$$

სადაც M არის გარე დატვირთვებით გამოწვეული ძირითადი სისტემის (ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქის, ნახ. VIII.7), მღუნავი მომენტების ეპიურის ორდინატები;

M_1 — იგივეა, მხოლოდ $x_1 = 1$ -საგან;

E, E_s — კოქისა და მკვირის მასალის დრეკადობის მოდულები;

A, A_s — კოქისა და მკვირის განივკვეთის ფართობი;

l — კოქის განივკვეთის ინერციის მომენტი;

l_a — მკვირის გეომეტრიული სიგრძე.

სიმეტრიული დატვირთვების მოქმედებისას (ნახ. VIII.7, დ), x_1 -ის გამოსათვლელი ფორმულა ლებულობს მარტივ სახეს

$$x_1 = \frac{\omega \cdot l}{\left(l^3 + \frac{EI}{E_a A_a} + \frac{l}{A} \right) l_a}, \quad (\text{VIII.6})$$

სადაც ω — მკობის ზღვრებში მდებარე მლუნავე მომენტის ეპიურის ფართობია (ნახ. VIII.7, დ).

კოქის მუშაობის მეორე ეტაპზე მკობში მოქმედი გამკიმი ძალის საბოლოო მნიშვნელობა იქნება

$$N = N_a + x_1. \quad (\text{VIII.7})$$

ამ ძალის ექსცენტრული მოქმედებით გამოწვეული უდიდესი ძალების ეპიურას აქვს VIII.7 ნახაზზე ნაჩვენები სახე.

N და გარე დატვირთვების ერთდროული მოქმედებით გამოწვეული უდიდესი ნორმალური ძაბვები გამოითვლება VIII.7 გ. ე. ვ ეპიურების შეჯამებით:

$$\sigma_6 = - \frac{\gamma_c N_a + x_1}{A} + \frac{(\gamma_c N_a + x_1) l}{W_6} - \frac{M}{W_6} \leq R_{\gamma}; \quad (\text{VIII.8})$$

$$\sigma_3 = - \frac{\gamma_c N_a + x_1}{A} - \frac{(\gamma_c N_a + x_1) l}{W_3} + \frac{M}{W_3} \leq R_{\gamma}. \quad (\text{VIII.9})$$

მკობის განიკვეთში მოქმედი ძაბვა

$$\sigma_a = \frac{\gamma_c N_a + x_1}{A_a} \leq R_a. \quad (\text{VIII.10})$$

იმისათვის, რომ არ მოხდეს წინასწარ დაქიმილი კოქის რღვევა, დატული უნდა იქნეს I ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის სიმტკიცის პირობებში:

$$\sigma_6 \leq R_{\gamma}; \quad \sigma_3 \leq R_{\gamma}; \quad \sigma_a \leq R_a.$$

წინასწარ დაძაბული კოქების დაგეგმარების დროს უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ოპტიმალური წინასწარი დაძაბულობის (N_a) ძალების დადგენას, ანუ ამ ძალის ისეთი მნიშვნელობის განსაზღვრას, რომლის დროს კოქის მასა (მასალის ხარჯი) მინიმალურია. როგორც გამოირკვა, წინასწარ დაქიმების ძალის მნიშვნელობა ოპტიმალურია, თუ N_a ძალის მოქმედების დროს σ_6' და σ_3' ტოლია ფოლადის საანგარიშო წინაზობისა (R_{γ}), ხოლო ამ ძალისა და დროებითი დატვირთვის ერთდროული მოქმედებით გამოწვეული ძაბვები $\sigma_6 = R_{\gamma}$ და $\sigma_3 = R_{\gamma}$.

ოპტიმალობის აღნიშნულ პირობას შეესაბამება კოქი არასიმეტ-

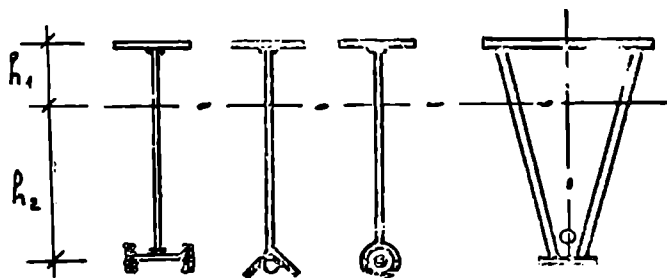
რიული განივკვეთით (ნახ. VIII.7, ა და VIII.8). პროფილის არასიმეტრიულობის მახასიათებლად იღებენ კოეფიციენტებს

$$k = \frac{W_x}{W_y} = \frac{h_x}{h_y} \quad (\text{VIII.11})$$

ოპტიმალური განივკვეთის არასიმეტრიულობის კოეფიციენტი იცვლება $1,6 \div 1,8$ ზღვრებში, ხოლო მისი განივკვეთის ფართობი (A) ნაწილდება შემდეგი პროპორციით:

$$\begin{aligned} \text{კოქის ზედა სართული} &- A_1 = (0,3 - 0,35) A; \\ \text{ქვედა სართული} &- A_2 = (0,1 - 0,15) A; \\ \text{კედელი} &- A_3 = (0,55 - 0,6) A. \end{aligned} \quad (\text{VIII.12})$$

წინასწარ დაძაბული კოქი. შერჩეული (VIII.12) ფარდობათა დაცვით, ხასიათდება მინიმალური საკუთარი მასით და მასალის ხარჯით ($10 \div 15\%$). VIII.8 ნახაზზე მოტანილია წინასწარ დაძაბული კოქების განივ-



ნახ. VIII.8. წინასწარ დაძაბული კოქების განივკვეთების ზოგიერთი ტიპი.

კვეთის რეკომენდებული ტიპები. მათი კონსტრუქცია და გაანგარიშება დეტალურად განხილულია [21] სახელმძღვანელოში.

კოქის განივკვეთის შერჩევისა და სიმტკიცეზე შემოწმების შემდეგ კოქებს ამოწმებენ სიხისტეზე

$$f = f_n - f_{N_a} - f_{x_1} \leq |f|, \quad (\text{VIII.13})$$

სადაც f_n არის ნორმატიული დატვირთვებით გამოწვეული კოქის უდიდესი ჩაღუნვა მკიშის გაუთვალისწინებლად;

f_{N_a} , f_{x_1} — კოქის აღუნებები, გამოწვეული წინასწარი დაკვიმულობისა (N_a) და თვითდაკვიმულობის (x_1) ძალების მიერ;

$|f|$ — ჩაღუნვის ზღვრული მნიშვნელობა (დანართი I, ცხრ.9);

f_n , f_{x_1} — გამოითვლება მორის მეთოდით, ისე როგორც ჩვეულებრივ მარტივ კოქებში.

f_{N_0} განისაზღვრება ტოლობით

$$f_{N_0} = \frac{N_0 l (2l'_0 - l_0^2)}{8EI} \quad (\text{VIII.14})$$

წინასწარ დაძაბული კოქები მზადდება შვირენახშირბადიანი დაბალ ლეგირებული ფოლადებისაგან.

უაღრესად ეფექტურია ალუმინის შ ნაღობებისაგან დანზადებული კოქების წინასწარი დაძაბვა ფოლადის მაღალი სიმტკიცის მქონებით. ფოლადის კოქებთან შედარებით, ალუმინის კოქები ხასიათდება დაბალი დრეკადობის მოდულით და კოქისა და მქიმის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტების სხვადასხვაობით, ამიტომ ასეთი კოქების დაგეგმარების დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ტემპერატურული ძაბვების გაელენას და მდგრადობის უზრუნველყოფის საკითხებს.

§ VIII. 8. წინასწარ დაძაბული წამწეები

1. კონსტრუქციული ხქემები

ისე, როგორც ფოლადის წინასწარ დაძაბულ კოქებში, წამწეების წინასწარი დაძაბვა წარმოადგენს ამ სისტემების ფოლადის ხარჯის ემციირების ერთ-ერთ ეფექტურ საშუალებას.

წამწეებს ან მის ელემენტებს ექსპლუატაციურა დიტვირთვების გადაცემამდე დაბავენ ისე, რომ დამატებით გამოწვეულ ძაბვებს ჰქონდეთ საანგარიშო დიტვირთვის შესაბამისი ძაღვების საწინააღდეგო მიმართულება.

დაძაბვა შეძლება განხორციელდეს ორი წესით: უკრ წამწეებში—საყრდენების გ დაადგილებით, კრილ წამწეებში—ბქიმების მოქიმვით აქედან ყველაზე გავრცელებულია დაძაბვა მქიმებით (ნახ. VIII 9). მქიმებად გამოიყენება მაღალი სიმტკიცის მეთულთა კონა ან ბაგირები (ნახ. VIII.1). დაქიმულობის ძალის სიდიდის მიხედვით, მქიმის ბოლოები მაგრდება კიქური ან მასრული ტიპის ანკერებში (ნახ. VIII.2). მქიმების მოქიმვა ხდება ორმაგი მოქიმედების პიდრავლიკური დომკრატებით. დომკრატებით დაბავენ წამწეების ცალკეულ ელემენტებს (ნახ. VIII 9, ა) ან მთლიანად წამწეებს (ნახ. VIII.9. ბ—ვ). დაძაბვის პირველი სახე გამოიყენება იშვიათად, ხოლოდ მძიმე წამწეების შემთხვევაში, მაშინ, როდესაც მათი თითოეული ელემენტი მზადდება ლითონის კონსტრუქციების საამქროებში და წარმოადგენს სამონტაგო გადისაზიდ ელემენტებს.

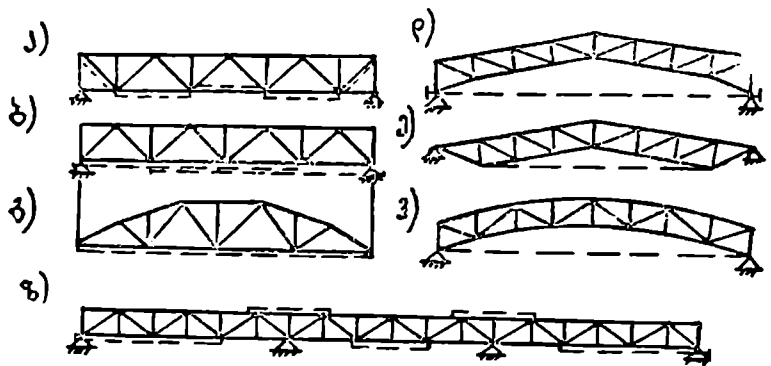
VIII.9 ნახაზზე მოყვანილია მსუბუქი წინასწარ დაძაბული წამწეების სქემები ბქიმებით.

VIII.9, ა ბ, გ, დ ნახაზზე მქიმები განლაგებულია წამწის გაქიმუ-
18. გ. მსხლაქე ო. ფაღაე

ლი სარტყლების მხარეს. ასეთ სისტემებში წინასწარი დაქიმულობის ძალის გავლენა ვრცელდება მხოლოდ გაკეპული სარტყლის ელემენტებზე. წამწეები დაძაბული სარტყლებით გეგმავრდება იაშინ, როდესაც სარტყლების მასა ბევრად სკარბობს დანაოგენი ელემენტების მასებს და საჭიროა მათი შემცირება (მაგ. სეგმენტურ წაწეებში, ხაი. VIII.9, გ).

დაძაბვის ყველაზე ეფექტური საშუალებაა წამწეების დაძაბვა მის ფარგლებს გარეთ გამოტახილი მკიშებით.

VIII 9. დ ნახაზე ნაჩვენებია წინასწარ დაძაბული თალოვანი წამწეები ეკიშებით. ასეთ წამწეებში, სკიშების დაქიმულობის ძალის ზეგავლენით, წაწმის როგორც სარტყლები, ისე გისოსების უმეტეს ელემენტებში მოქმედებენ საექსპლუატაციო დატვირთვების შესაბამისი ძალები.



ნახ. VIII 9. წინასწარ დაძაბული წამწეების სქემები:

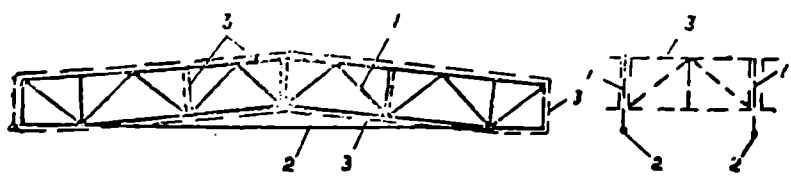
ა—ცალკეული დაძაბული ელემენტებით; ბ, გ, დ—დაძაბული სარტყლებით;
 ე, ვ, ზ—თალოვანი წამწე მკიშით.

მის საწინააღრდეგო ნიშნის ძალები. ამის შედეგად, ფოლადის ხარჯი „თალოვანმკიშებიან“ წამწეებში მცირდება 38—45%-მდე.

წამწეების წინასწარ დაძაბვა ხორციელდება მკიშების ერთჯერ ან მრავალჯერ მოკიშვით.

პირველ შემთხვევაში ჯერ წამწეებს წინასწარ ძაბვენ და შემდეგ გადასცემენ მათ (საპროექტო მდგომარეობაში) მუდმივ და დროებით დატვირთვებს. დაძაბვის ასეთი წესის დადებითი მხარეა დაძაბვისა და საწარმოო სამუშაოთა სიმარტრევე (წინასწარ დაძაბული წამწეები მზა ნაწარმის სახით გადააქვთ ადგილზე და იდგება საპროექტო მდგომარეობაში). ამავე დროს, ასეთ წამწეებში წინასწარი დაქიმულობის ძალა იზღუდება შეკუმშული ელემენტების მდგრადობის პირობით, რაც მათი ჟარკოფითი მხარეა.

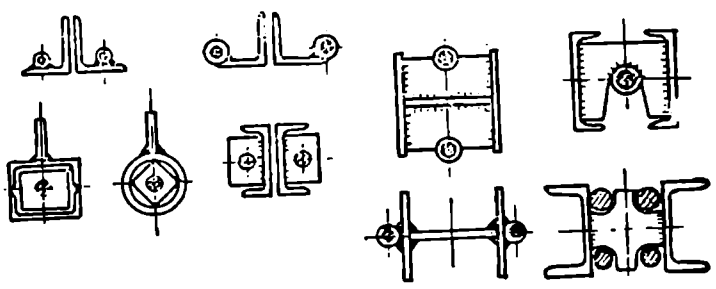
მეორე შემთხვევაში ჯერ წამწის დაბევენ ისე, რომ მისმა შეკუმ-
შულმა ელემენტებმა (სარტეული, ირიბანა) აო დაკარგოს მდგრადობა
და შექადვ გადასცემენ მას მედბოვი დატვირთვის ნაწილს, ამით წამწის
ელემენტებში შკიბის დაქი ვით წარმოშობილი ეკუმპავი ძალები მცირ-
დება. ახდენენ ჟეიის ხელმეორედ დაქრმვას გახსაზღვრულ ძალაიდე და
ისევ გადასცემენ მას შთლიას მუღმევ და ევირთვის (მკუძმავი ძალების
შემცირების მიზნით). ამის შემდეგ აკომელებენ წამწის დაძაბვას ჟეიის



ნახ. VIII.10. წინასწარ დაძაბული სერკით ბლკის სქემა:
1-წაწევა; 2-შკიბე; 3-კეშივები

წინასწარ დაძაბულობის ოპტიზალურ საკონტროლო ძალაშდე. ამით
შთაერდება წაწის წიხასწარო დაძაბვის პროცესი და სისტემა მზადაა
საექსპლუატაციო დატვირთვების მისაღებად.

დაძაბვის ასეთი მრავალსაფეხურიანი წესი წარმოადგენს ფოლადის
შარჯის შემცირების უაღრესად ეფექტურ საშუალებას, მაგამ დაკეში-

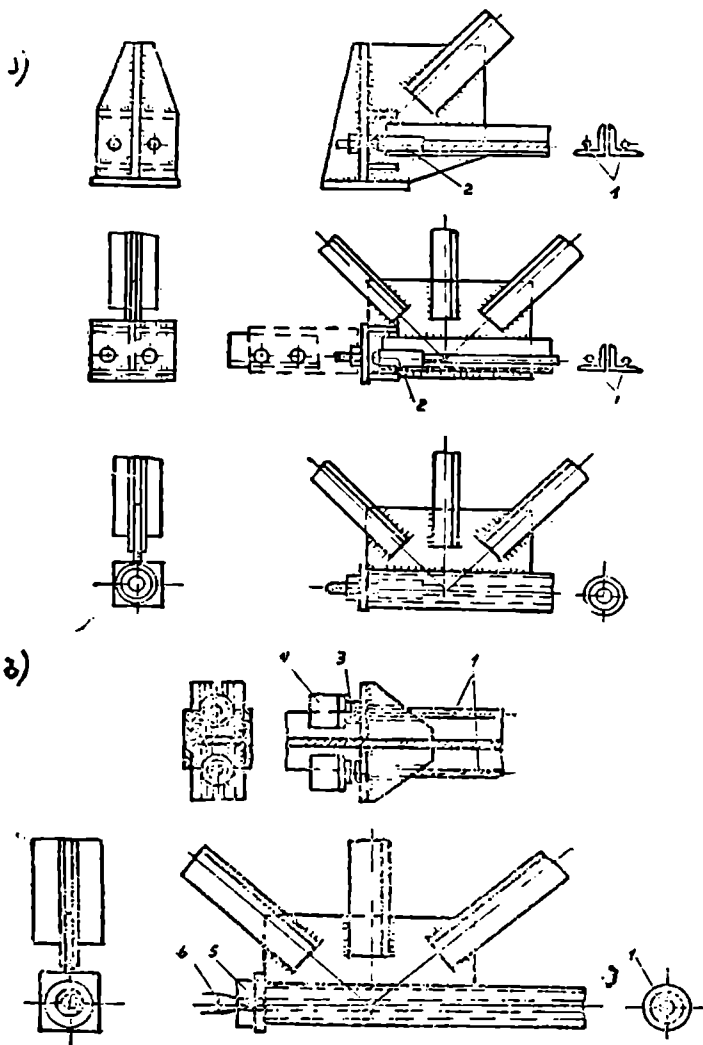


ნახ. VIII.11. ღროების განივევებში მკეშების განლაგების სქემები.

რებულია საწაზმო სანის სიძნელებთან. ასე. მაგალითად, ასეთი
წესით დაძაბვის დროს წამწების დაძაბვა შესაძლებელია მხოლოდ იმის
შემდეგ, როდენაჲ ისინი დადგმულია საპროექტო მდგომარეობაში და
შეკრულია კეშივებით ან დადგმულია მაწაზე წყელი წამწებისაგან
შემდგარი ბლკების სახით (ნახ. VIII 10) პირველ შემთხვევაში რთულ-
დება დაძაბვითი საშუაო (დაძაბვა წარმოებს ზეით, საპროექტო ნიშ-

ნულის დონეზე). მეორე შემთხვევაში ძველდება სამონტაჟო საშუალება (დიდი მასის სამონტაჟო ბლოკები მოითხოვს დიდი ტვირთაწეობის ამწეებს).

წინასწარ დაძაბულ წაწეებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა



ნაი. VIII.12. ა, ბ — მურების ანკერებით ჩამოკრება: 1 — შავთლასი კოა; 2 — მასრთებრი ანკერი; 3 — ა გლიცბრი ჩას დები საყე-
 ლუები; 4 — ტიკარბრი ანკერი; 5 — საანკერო ბუნდი; 6 — საანკერო საცობი.

დაძაბვის პროცესში ვაქინძალურად შეეუქმული ელექტების (სარტყ-
ლეხის) ძვკრადობის უზუნუნეუქუაფია ღონისძიებას. ამ ელექტების
შდგრადობის გაზრდის მიზნით, მოკრე წყი, მქაები იყუება მათზე
მიდღელებულ დიაფრაგებებში და განლაგებულია განივეეთის შეეული
ღერძის სიმეტრიულად (ნახ. VIII.11). დიაფრაგებებს შარის მაძიღი
აიღება (1.2—1.5) მ.

წინასწარ დაძაბული წამწეების ელემენტების განივეეთის ტიებ
და კვანძების კონსტრუქციები თითქმის ანალოგიურია მსუაქი წამწე-
ების კონსტრუქციებისა; განსაუვაებაა მხოლოდ იმ ელემენტებსა და კვან-
ძებში, რომლებიც დაქვემორებულია მქიმებთან.

VIII 11 ნახაზზე ნაჩენებია ღეოების რეკომენდებული ტაქები
და მქიმების განლაგება. VIII.12 ნახაზზე—კვანძების კონსტრუქცია, სა-
დაც იღგება დომქოატები და ხდება დაქიქა.

წაწეების დაძაბვა ორმაგი მოქიღების ქადრეალურ დრქა-
ტებით ხდება კოქების ანალოგიურად. დომქრატე იყრუნაბა წამწის
კვანძებში მონყობილ საბჯენ კონსტრუქციას (ნახ. VIII 12) და დაქიმ-
ვის შედგებად წაომ.შობილი ღრეზო (აიქეუსი და კვანძის საყრდენ ფერ-
ცელს შოის) იესება ჩანგლისებოი საყელურებით (ნახ. VIII.12, ბ) ან
შქადროდ ექაბება საანქერო ქანჩი (ნახ. VIII.12, ა).

2. წინასწარ დაძაბული წამწეების გაანგარიშების ძირითადი ხაზუქვლები

გაანგარიშება წარმოება ზღერული მღეკარეობის შეოღო. პი-
ველი ჯგუფის ზღერული მღეკარეობით წაქწის ანკარაქიქენ საანგა-
რიშო დატეირთეების მიხეღიქ, მქოქე ჯეუქენ ზღერული მღეკარე-
ობით—ნორმატული დატეირთეებით.

წინასწარ დაძაბული წამწეების ძეშაიბა შექიქება დაყრან ორეტა-
ქად.

პირველ ეტაპზე კიილი წამწეები წინასწარ დაქიქეღობის ძალა
და გარე დატეირთეების ზეგაღენიქ მქეზაღენ ის, რეკრე სტრუ-
ქურად რევევადი სისტემები. ძაღების მნიშენღობები მის ელქენებ-
ში განისაზღერება საბენებლო სექანიქის გრეფიქული (ქრეკონის დაკ-
რამა) ან ანალიზურე (სამომენტო წქეტლის, კვანძთა აძეკქეთა, და-
გეგარების) ხერაით.

მეორე ეტაპზე წამწეები მქეზაღენ ისე, რეკრე ერეჯერ სტრუქ-
რად ურევეი სისტეები.წინასწარ დაძაბული კოქების ანალოგიურად, დრო-
ებითი დატეირთეებია ზეკაღლიქთ მქაძებქა ვიქარღება თქრეღაქმე-
ღობის (r) ძაღები. ეს ძაღები იანზღერება ძაღთა მქოღის კანონიქრე
განტოღების გაღაქქეუქით. რეკრე სამშენებლო მქეანიქეღაანა ცნობი-

ლ. სისტემის ძალთა გეოდეზიკური გაანგარიშებების დროს, საჭიროა ელემენტების სიხშირების (ან ნათი ფარდობის) წინასწარი დანიშვნა.

აქედან აბსოლუტურად წინასწარ დაძველებული წარწერების გაანგარიშებას იწყებენ წაშლის ძირითადი სისტემის ელემენტებში საანგარიშო დატვირთვებით და წინასწარ დაძველობის ძალის (1) შესაბამისად N_p და N_s ძალების განსაზღვრით. დაძველობის x ძალას წინასწარ ნიშნავენ და ტოლია: თალისებრი წარწერებში $x = (0,4 \dots 0,5) N_p^{0,75}$; წამწებებში, სადაც მჭიდროდ განლაგებულია სარტყლის გაწვრივ. $x = (0,7 \dots 0,8) N_p^{0,75}$; $N_p^{0,75}$ — წამწის ძირითადი სისტემის ქვედა სარტყლში მოქმედი საანგარიშო დატვირთვებით წარმოშობილი უდიდესი ძალაა.

განგარიშების ამ ეტაპზე წამწის ძირითადი სისტემის სტრუქტურით გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც ჩვეულებრივი სტრუქტურად რკვევადი წანწისა. ამის შემდეგ ახდენენ წამწის ელემენტების განიკვეთის შერჩევას განიკვეთის შერჩევა წარმოებს დაძვევის პროცესში წარმოშობილი N_x ან დატვირთვების შესაბამის $N_x = 0,9 N_p^*$ (შეკუმშულ ელემენტებში) ან $N_x + 1,1 N_p^*$ (გაქიხულ ელემენტებში) ძალებიდან, იმ ძალის მიხედვით, რომელსაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს.

მჭიმის განიკვეთის არჩევენ 1,5 x ძალაზე. კოეფიციენტები 0,9; 1,1; 1,5 გაანგარიშების პირველ ეტაპზე დაახლოებით ძლიერხავეს მჭიმის თვითდაქიხულობის ძალის (x_1) გაფუნას.

იმის შედეგ, როდესაც შერჩეული იქნება ძირითადი სისტემის ელემენტების განიკვეთი, ანუ დადგეხილი იქნება ელემენტების სიხშირები (F_d), წამწის გაანგარიშება წარმოებს ისე, როგორც ერთჯერად სტრუქტურად ურკვევი სისტემისა.

ქრად ერთმალთან წარწერებში (ნახ. VIII.9 ბ, ვ) თვითდაქიხვის ძალა (x_1) განისაზღვრება ტოლობით

$$x_1 = \frac{\sum \frac{\bar{N}_{xi} N_i l_i}{E_i A_i}}{\sum \frac{\bar{N}_i^2 x_i l_i}{E_i A_i} + \frac{l_n}{E_n A_n}}, \quad (\text{VIII.15})$$

სადაც \bar{N}_{xi} და N_{pi} არის ძალა წამწის ძირითადი სისტემის i -ე ელემენტში $x_i = 1$ და გარე საანგარიშო დატვირთვებისაგან;

l_i, A_i, E_i — წამწის i -ე ელემენტის სიგრძე, განიკვეთის ფართობი და დრეკადობის მოდული;

l_n, A_n, E_n — მჭიმის სიგრძე, განიკვეთის ფართობი და დრეკადობის მოდული.

* საანგარიშო დატვირთვის შენეკენელებით წარმოშობილი ძალები.

x_1 ძალის განსაზღვრის შემდეგ მკიშის განიკვეთში მოქმედი ჯაშური ძალა

$$N_0 = \gamma_{11} x + x_1. \quad (\text{VIII.16})$$

დაკიშვის პროცესში შესაძლებელია მკიშის ჩელაქსაციის, ანკერების მოთელვის ან სხვა გაუთვალისწინებელი დეფორმაციების შედეგად მკიში მოეშვას (დაკიშვის ძალა x შემცირდეს), ამიტომ მკიშის დაკიშვის საკონტროლო ძალად ღებულობენ x საანგარიშო ძალაზე მეტს

$$F = \frac{x}{0,95} + \Delta a \frac{E_1 A_0}{l_0}, \quad (\text{VIII.17})$$

სადაც 0,95 კოეფიციენტი აღრიცხავს მკიშის ჩელაქსაციას*;

Δa — ანკერების დამულობით (ათთელვით) წარმოქმნილი დეფორმაციაა და ანკერის სახის მიხედვით აიღება $\Delta a = 0,1$ — $0,2$ სმ.

საკონტროლო F ძალის მიხედვით მოწმდება წამწის ყველა ელემენტის მზიდუნარიანობა მისი დაძაბვის პროცესში. იმის შემდეგ, როდესაც (VIII 15) ფორმულით გამოთვლილი იქნება თვითდაკიშვებიც ძალის მნიშვნელობა x_1 , წამწის ელემენტების მზიდუნარიანობას ამოწმებენ ფორმულებით:

ა) ძირითადი სისტემის იმ ელემენტებში, სადაც საანგარიშო დატვირთვისაგან და წინასწარ დაძაბულობის x ძალისაგან აღძრულ ძალებს აქვთ სხვადასხვა ნიშნები:

შეუქმებულ ღეროებში

$$N_p - (\gamma_{12} x + x_1) \bar{N}_x \leq \varphi R_y \gamma_c A; \quad (\text{VIII.18})$$

გაქიმულ ღეროებში

$$N_p - (\gamma_{12} x + x_1) \bar{N}_x \leq R_y \gamma_c A_n. \quad (\text{VIII.19})$$

ბ) ძირითადი სისტემის იმ ელემენტებში, სადაც გარე დატვირთვისაგან და x ძალისაგან წარმოშობილ ძალებს აქვთ ერთი და იგივე ნიშნები:

$$N_p + (\gamma_{11} x + x_1) \bar{N}_x \leq \varphi R_y \gamma_c A; \quad (\text{VIII.20})$$

$$N_p + (\gamma_{11} x + x_1) \bar{N}_x \leq R_y \gamma_c A_n. \quad (\text{VIII.21})$$

სადაც (VIII 18) და (VIII.19) ფორმულებში N_p — წამწის ძირითადი სისტემის ელემენტში მოქმედი ძალეა, წარმოშობილი საანგარიშო დატვირთვებისაგან; N_x — ძალეა ელემენტში, წარმოშობილი მკიშში მოქმე-

* დეფორმაციის (დაგრძელების) ზრდას დატვირთვის გაუზრდელად ჩელაქსაციას უწოდებენ.

დი ერთეული ძალვისაგან; $\gamma_{12}=0,9$ და $\gamma_{11}=1,1$ — საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვების მიხედვით; φ — გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი კუმშვისას.

შკიმის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით

$$\gamma_{12}x + x_1 \leq R_{\gamma} \gamma_c A_{cs} \quad (\text{VIII.22})$$

IX თავი

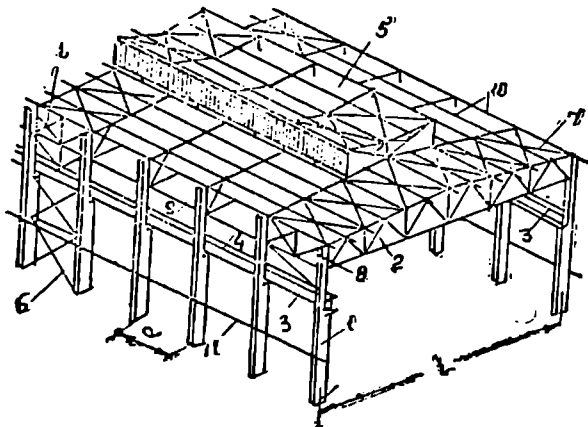
სამრეწველო შენობების ლითონის კარკასი

§ IX.1 ზოგადი დახასიათება

სპეციალურ ნაგებობებს, სადაც წარმოებს სხვადასხვა სახის სამრეწველო პროდუქციის დამზადება, საირეწველო შენობებს ან სააბკროებს უწოდებენ.

დანიშნულების მიხედვით სამრეწველო ნაგებობები იყოფა ერთ- და შრავალსართულიან შენობებად. აქედან ყველაზე გავრცელებულია ერთსართულიანი სამრეწველო შენობები ელექტროხიდიური ამწეებით.

სამრეწველო შენობების შექადკერიელი მზიდი ელემენტების ერთობლიობას შერ იბია კარკასი ეწოდება (ნახ. IX.1). კარკასის საშუალებით შენობაზე მოქმედი ყველა დატვირთვა (კონსტრუქციის მასა, ატმოსფე-



ნახ. IX.1. შენობის კარკასი:

- 1—სვეტი; 2—წამწე; 3— იმწიქეუმი კოქი; 4—არღსი; 5—შექტარანი; 6—სვეტების შვეულო კეწმირები; 7—განაფი კეწმირები; 8—გაღახურვის შვეულო კეწმირები; 9—განმბრეწენები; 10—გრძივები.

რული დატვირთვები, ამწეების დატვირთვები, ზოგიერთ შემთხვევაში დატვირთვები სპეციალური მოწყობილობებისაგან) გადაეცემა ყაიხს.

კარკასის სქემა და მისი შემადგენელი ელემენტების კონსტრუქცია, ძირითადად, დამოკიდებულია: სააპქროს ტექნოლოგიური პროცესის ხასიათზე, ამწის მბიდუნარიანობასა და ნუშაობის რეჟიმზე. კლინატურ და ტოპოგრაფიულ ფაქტორებზე, მშენებლობის ხანგრძლივობის ვადაზე და შენობის გეომეტრიულ ზომებზე.

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, სამრეწველო შენობების კარკასი მთლიანად ლითონის, რკინაბეტონის ან შეიწველი* ტიპის გეგმარდება.

მიუხედავად სამრეწველო შენობების მრავალსახეობისა, მათი ლითონის კარკასი ძირითადად შედგება ერთი და იგივე დანიშნულების მზიდი ელემენტებისაგან. როგორცაა (ნახ. IX.1): სვეტები (1), გადახურვის წაწეები (2), ამწისქვეშა კოჭები (3), სახურავის ფრები, შექაფარნები (5), სხვადასხვა სახის სიხისტის კავშირები (6, 7, 8, 9), მეორეხარისხოვანი კონსტრუქციული ნაწილები (კბებები, კედლების ფახვერკო, კარტანჯრების ალათები და სხვ).

კარკასის სვეტებისა და გადახურვის წამწეების ურთიერთშეუღლებით სააპქროს გრძივი და განივი მიმართულებით იქმნება ჩარჩოები, რომელთაც გრძივი და განივი ჩარჩოები ეწოდება.

განივი ჩარჩოები წარმოადგენს კარკასის ძირითად მზიდ ელემენტებს (ნახ. IX.1,7). მათი საშუალებით შენობაზე მოქმედი დატვირთვები გადაეცემა ყაიხს. განივი ჩარჩოს სვეტების შეუღლება რიგელთან წარმოებს სახსროვნად ან ხისტად.

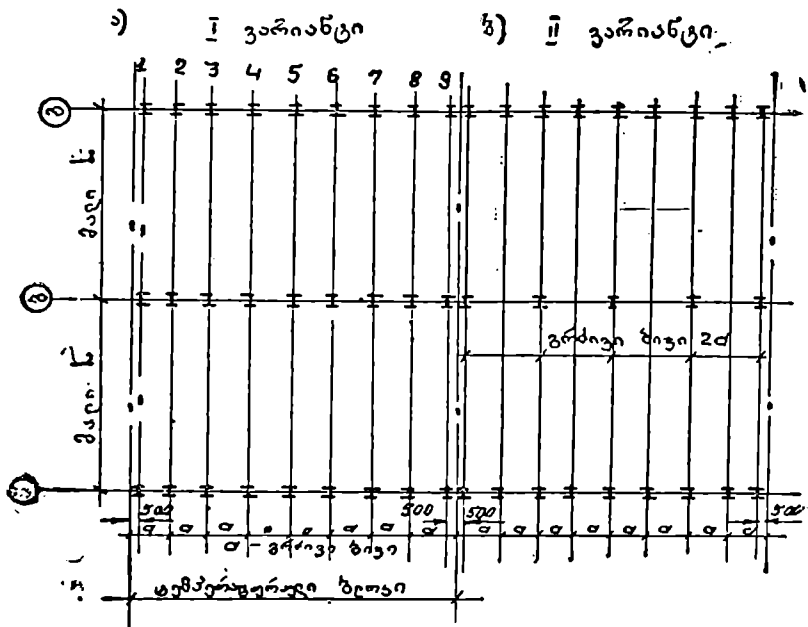
გრძივი ჩარჩოები იქმნება სვეტებისა და გრძივი კავშირების ურთიერთსახსროვანი შეერთებით. მათი დანიშნულებაა: უზრუნველყოს კარკასის სიხისტე გრძივი კედლების შეუღლ სიბრტყეში და მიიღოს ამწის გრძივი სამუხრუჭო ძალები.

თუ სვეტების განივევითის სიმაჰიმის ცენტრებს გეგმაში შავერთებთ წრფეებით, მივიღებთ სწორკუთხოვან ბაღეს, რომელსაც დაკვალვის ბაღეს უწოდებენ (ნახ. IX.2).

სვეტებს შორის მანძილს დაკვალვის გრძივი და განივი ღერძების შიმართლებით სვეტების (ჩარჩოების) გრძივი და განივი ბიჯები ეწოდება.

კარკასის შემადგენელი ელემენტების უნიფიცირების მიზნით, გრძივი და განივი ბიჯები მოდულიოებულია. ბიჯის ძოდულად მიღებულია 6 მ. განივი ჩარჩოს მალი უმეტეს შემთხვევაში ზილება 13, 24, 30, 36, 42 მ.

* რიგელზე—ფოლდის წამწეებია, სვეტზე—რკინაბეტონისაა.



ნახ. IX.2. სვეტების დაქველვის ბაღე. ა—როდესაც გარე და შიგა რიგის სვეტების ბიჭი ტოლია; ბ—როდესაც გარე და შიგა რიგის სვეტების ბიჭი სხვადასხვაა.

სამრეწველო შენობების კარკასის მუშაობაზე უდიდეს გავლენას ახდენს ხიდური აპურა ბუჰაოხის რეჟიმა. ეს უჟანასკნელი ხშირად განაპირობებს კარკასის კონსტრუქციულ და საანგარიშო სქემას.

საბჭოთა კავშირის მინის ერთა საბჭოსთან არსებული სახელმწიფო კომიტეტის (Госгортехнадзор) მიერ დაგენილია ელექტროხიდური ამწეების ოთხი რეჟიმი: მსუბუქი, საშუალო, მძიმე და ზემდომე.

სააპკროში მომუშავე ამწის მუშაობის რეჟიმი განისაზღვრება კონსტრუქციის მიერ დამტკიცებული ცხრილით.

ერთსართულიანი სამრეწველო შენობები იყოფა ერთ- და მრავალჭალიან სააპკროებად.

§ IX.2. ერთსართულიანი ერთბაღიანი სამრეწველო შენობების ლითონის კარკასი

ერთბაღიანი სამრეწველო შენობების ლითონის კარკასი წარმოადგენს სივრცით კონსტრუქციას (ნახ. IX.1). კარკასის ძირითადი ელემენტებია განივი ჩაოჩოები. განივი ჩაოჩოები შედგება ლითონის სვეტებისა (1) და რიგვლებისაგან (2). ჩვეულებრივ, რიგვლები წარმოადგენენ ისუბუქ წაწეებს.

იშვითად მთლიანკედლიან ზედგენილ ან გაღრმულ კოქებს. წამწეები სვეტებთან ზერცებულთა სახროვანად ან სიტად. რიგულების კონსტრუქცია ანალოგიურია ზემოთ განხილული ნსუბუქი წანწეების კონსტრუქციისა (ნახ VII 11-13). განსხვავებაა ზოლოდ საყრდენ კვანძებში (ნახ IX. 23-25). ხიდური ანწერს ტვირთაწწეობის მიხედვით, ჩარჩოს სვეტები (1) გეგმარდება მდამივი კვითით (ნახ. IX.16), ან ამწის დაყრდნობის ადგილას კვითის ცვლადებით (ნახ. IX.1, IX.17). როგორც წესი. სვეტები აძირკველში ჩამაგრებულია ხიტად, ზოლო ზედა ბოლოები რიგულებს უერთდება სახროვანად ან ხრცად. პირველ შენთხევაში ჩარჩოებს უწოდებ;ნ სახსროვანს (ნახ. VII.4), მეორე შემთხვევაში—ხისტკვანძოვ.ნს (ნახ. IX 1).

ხისტკვანძოვანი განივი ჩარჩოები წარმოადგენენ სანრწველო შენობების ჩარჩოებს ძირითად ტიპს. მათი დადებთი ნხარეა: დიდი განივი სიხისტე, დამზადებისა და აკრეფის ხადვილე. ამივე დროს მასზე. როგორც სტატუკურად რკავე სისტმანზე, არასასურველ გაღენის ახდენს რემეირატურის ცვლადობა და ჯამირის ჯდონა. ამიტომ რეკომენდებულია, ხისტკვანძოვანი ერთმალრანი ჩარჩოვი დავგეგმარდეს შემდეგ შემთხვევაში: 1) ამწის ნებრსიერი ტვირთაწწეობის დროს. როდესაც საამქროს მალი (1) აღეპატება 36 მ. ან სიმალღე $H \geq 1.5L$; 2) საამქროს ნებისმიერი სიმალღის დროს. როდესაც საამქროში მოძრაობს მძიმე და ქვემძიმე რეივით მომუშავე ხიდური ანწეები, ან ნებისმიერი რეივით მომუშავე ხიდური ამწის ტვირთაწწეობა აღემატება 1000 კნ.

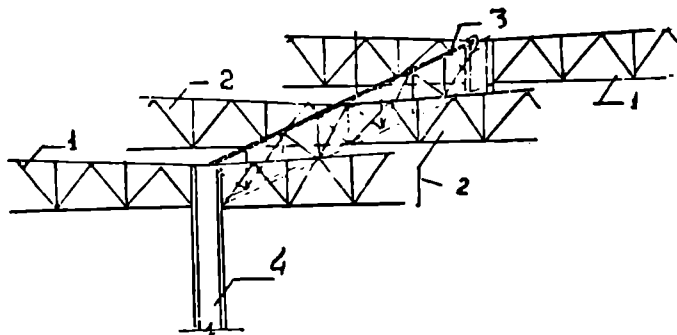
დანაოჩენ შემთხვევაში, როგორც წესი, გეგმარდება მთლიანადლითონის ან შერკული ტიპის ჩარჩოები ზედა სახსროვანი კვანძებით. სახსროვანი ჩარჩოები საშუალებას იძლევა ფართოდ იქნეს გაოყენებული უნიფიცირებული ტიპის სვეტები და წამწეები, რაც მათ დიდ უპირატესობად ითვლება.

საამქროს გრძივი შიმართულებით განივ ჩარჩოებს ეყრდნობა ამწის-ქვეშა კოქეი (3), გადახურვცს მზიდი კონსტრუქციები (2, 7, 10) და შექქფარნები (5) (ნახ. IX.1).

ამწისქვეშა კოქეები, რომლებზედაც მოძრაობს ხიდური ამწეები, ეყრდნობა სვეტებს და საყრდენი რეაქციების სახით გადასცემა მათ ამწის დატვიოთვებს. აწწი ქვეშა კოქეები გეგმარდება შედგენილი ორტესებრი პროფილის, იშვითად გავლინული ან გიოსურკედლიანი. მისი კონსტრუქცია თითქმის ანალოგიურია კოქოვანი უჯრდღის მთავარ კოქის კონსტრუქციისა (ნახ. VI 10 და IX.38-39).

ზოგჯერ, როდესაც გრძივი ბიჯი აღემატება გადახურვის ფილის სიგრძეს, საამქროს გრძელი გვერდის მიწართულებით, ჩარჩოს სვეტებს ემაგრება ნივნიექვეშა წანწეები (ნახ. IX 3). ნივნიექვეშა წამწეები წარ-

შოდგენენ პარალელურსართლებიან ელემენტებს სამკუთხა სისტემის გისოსებით. მაოზე განივ ჩარჩოებს შორის (გადახურვის ფილების სიგრძის ტოლი მანძილით) იდკება გადახურვის ძსუბუქი წამწები. წამწების მოხაზულობა და გისოსთა სისტემა ანალოგიურია რიგელის ბოხაზულობისა და გისოსთა სისტემის. რიგელისა და წამწების ზედა სართლებზე ლაგდება გადახურვის რკინაბეტონის ფილები (როდესაც პიდროსაიხოლაკიო მასალა რუხეოიდი ან ტოლია) ან გრაჟიები (აზბესტ-ცენენტის ტალღოვანი ფილების შეკბხევაში). ასეთი ტიპის გადახურვას ხჩირად გადახურვის გართულებულ ტიპს უწოდებენ. გადახურვის სქემა ნაჩვენებია IX.4 ნახახზე. სამოეწკლ ა ძენ ობები ა ლით ონის კარკასის სიგრძითი სიხიატის უზრუნველყოფად იდკება კავშირები (ნახ. IX.5). მღებარეობის მიხედვით, კავშირები იყოფა: შვეულ და წამწების (რიგელების) სართლების სიბრტყეში გახლაგებულ კავშირებად. რიგელების სართლების კავშირები შედგება განივი და გოძივი კავშირებისაგან

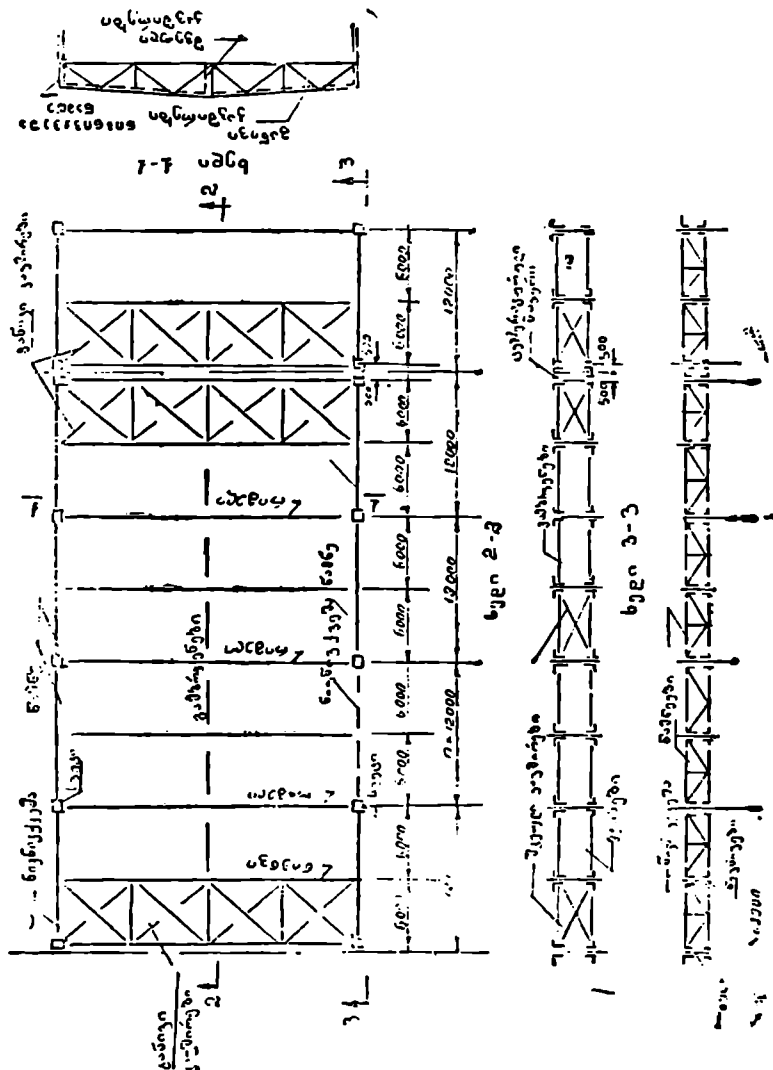


ნახ. IX.3. 1—რიგელი; 2—შეალდი წამწი; 3—ნიწიწკეწა წამწი; 4—ჩარჩოს სეღო.

(ნახ. IX.1 და IX.5, ა. ბ). ზედა განივ კავშირებს შორის მანძილი არ უნდა აღკმატებოდეს 50—50 მ და ეყუზა ის, როკოკ მსუბუქი წამწებით გადახურვის შეძბხევაში (ნახ. VII 2, 4 და IX.5, ე). ქვედა თარაზული კავშირები შედგება განივი და გოძივი კავშირებისაგან (ნახ. IX 5, ბ). როგოოც წესი, ქვედა განივი კავშირები განლაგებულია იმავე პანელებში, სადაც ზედა განივი კავშირებია. გოძივი კავშირები ეწყობა საამქროს გოძივი მიშართულებით რიგელების განაპირა პანელებში და წარმოადგენს ჯვარედინად განლაგებულ ლეზოთა სისტემას. ჯვარედინა ღეროები, რიგელების ქვედა სართლებთან ერთად, ქმნის კავშირის განივ და გოძივ წაიწებს. კავშირის წამწებით უზრუნველყოილია კავშირის სიხისტე თარაზულ სიბრტყეში; გარდა ამისა, გოძივი კავშირები

ინაწილებენ ქარისა და ხილური ამწის თარაზულ დატვირთვებს განივ ჩარჩოებზე და წარმოადგენენ ზედა საყრდენებს გრძივი კედლის ფაბრიკის დგარებისათვის.

ქარქარისი ზეგული კავშირები იდგმება სვეტებისა და გადახურვის წამწვების განაპირა და შუალედ დგარებს შორის, შენობის გრძივი მი-

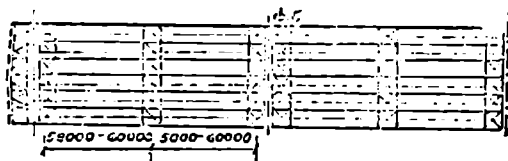


ნახ. IX-1. გადახურვის გარეთაგული სვეტი.

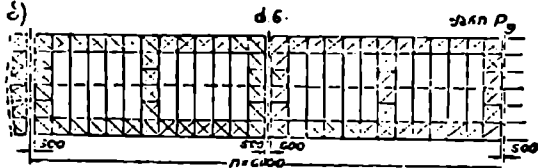
მართულებით. შვეული კავშირების სქემა და მდებარეობა ნაჩვენებია IX.4 და IX.5, გ ნახაზებზე.

გადახურვის შვეული კავშირების დანიშნულებაა: უზრუნველყოს გადახურვის სიბრტყეზე შვეულ სიბრტყეში, მონტაჟის დროს დაიკიოს წამწები (ჩაოჩობი) შვეულ მდგომარეობაში. ასეთი კავშირები, როგორც წესი, იდგმება კარკასის იმ პანელებში, სადაც განლაგებულია განივი კავშირები (ნახ. IX.1 და IX.5, გ).

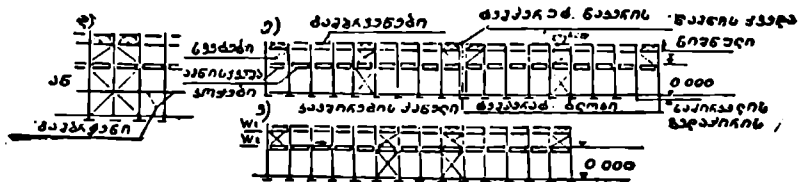
ა)



ბ)



გ)

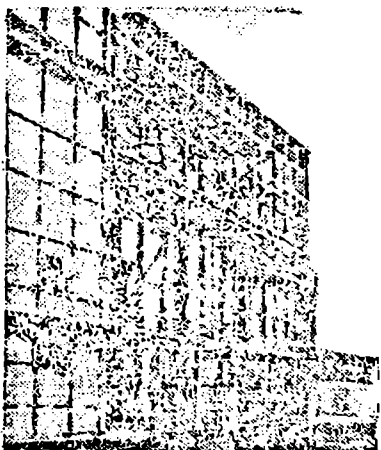
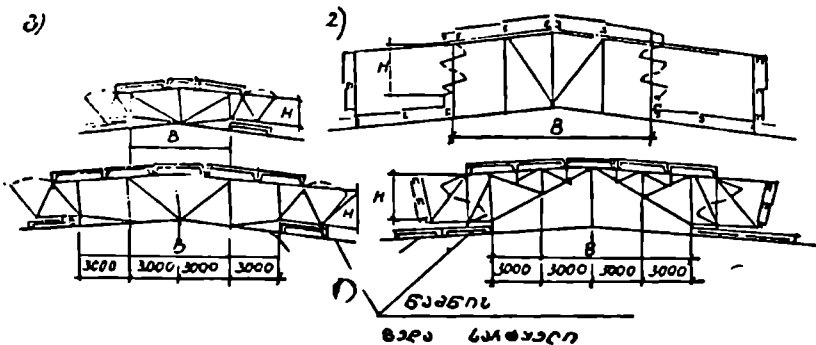
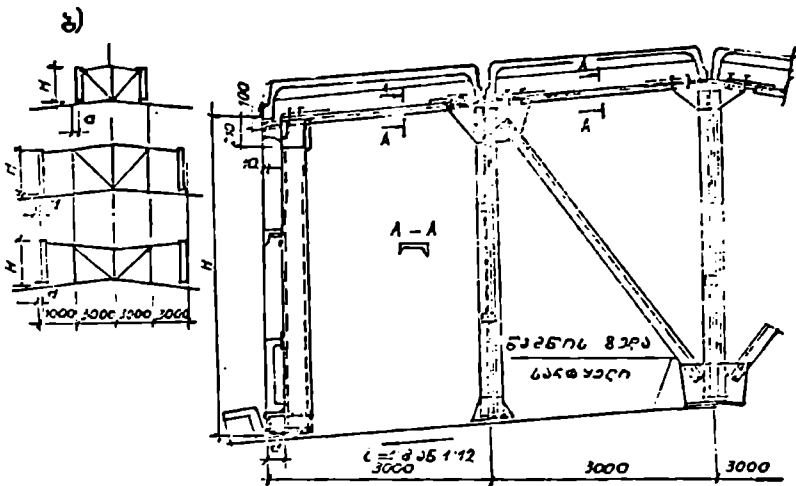


ნახ. IX 5. კარკასის კავშირები:

- ა—ზედა განვი კავშირები; ბ—ქვედა ვიწრო და გრძელი კავშირები;
- გ—შვეული კავშირების ვარიანტები.

სიყრების შვეული კავშირები შედგება ამწისქვეშა კოქის ზემოთ და ქვემოთ განლაგებული კავშირებისაგან (ნახ. IX 5, გ).

სვერის ზედა კავშირების დანიშნულებაა: 1. მიიღოს შენობის განივი კედელზე მოქმედი ქარის (P_{Σ}') დატვირთვები და ამწისქვეშა კოქის საშუალებით გაოსცეს იგი ქვედა შვეულ კავშირებს. 2. უზრუნველყოს კარკასის ზედა ნაწილის სიბრტყეზე შვეულ სიბრტყეში. 3. წარმოადგინს ზეც



ნახ. IX 6. ა - კედლის ფიხბერკე; ბ - ტიპური სააერაციო შექვირანი; გ - ტიპური სააერაციო ფარანი; დ - 1 მბრუნავი კარსაწინაილმდეგო ფარებით; ე - 2 შიდა რაფე ფარებით.

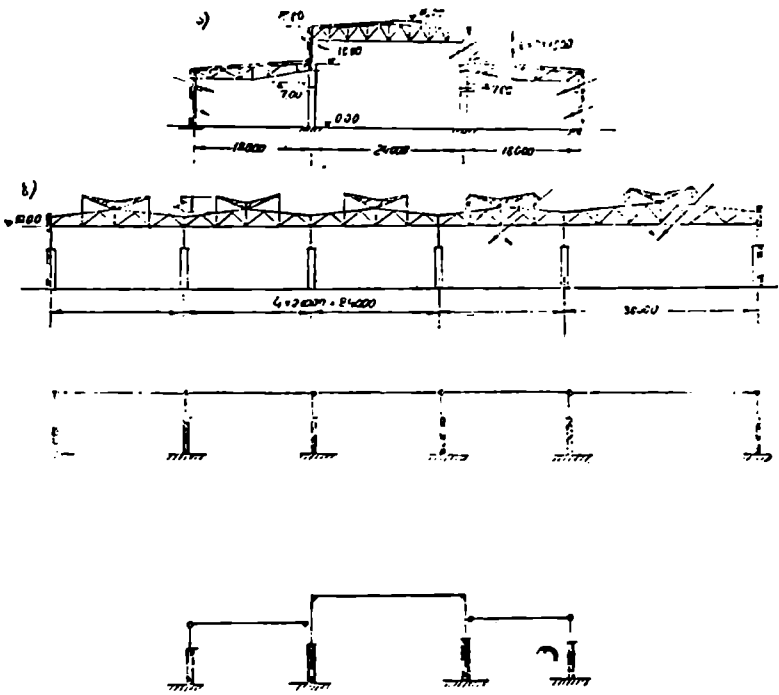
სამონტაჟო კავშირებს სვეტების დადგმის პროცესში. სვეტის ქვედა კავშირების დანიშნულებაა: 1.—მიიღოს და გადასცეს სვეტების საძირკველს ამწის გრძივი სამუხრუჭე ძალები და განივ კედელზე მოქმედი ქარის (P_3) დატვირთვები 2. შეამკიროს სვეტის საანგარიშო სიგრძე ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში. 3. წარმოადგენს სამონტაჟო კავშირებს სვეტების დადგმის დროს კარკასის ონტაჟის სიადვილისათვის უზღობესია შევული კავშირები დაიდგას შენობის განაპირა პანელებში, მაგრამ კავშირების ასეთი განლაგებისას, ხშირად ტემპერატურის ზეგავლენით აღძრული ძაბვები კარკასის ელემენტებში ახდენენ არასასურველ გავლენას. ამ მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით, როგორც წესი, სვეტის კავშირებს დგამენ შენობის (ან ტემპერატურული ბლოკის) კარკასის შუალედ პანელებში, ისე რომ მათ შორის მანძილი არ აღემატებოდეს 60—90 მ. რეკომენდებულია, როდესაც შენობის (ტემპერატურული ბლოკის) სიგრძე $L \leq 120$ მ, სვეტის კავშირები დაიდგას შენობის (ბლოკის) შუა ადგილას (ნახ. IX.5, გ), როდესაც $L > 120$ მ, კარკასის შუა წერტილიდან სიმეტრიულად განლაგებულ ორ პანელში (ნახ. IX.5, დ). კარკასის ზედა ნაწილის შვეულ სიბრტყეში სიხისტის გაზრდის მიზნით სასურველია ზედა კავშირების მოწყობა შენობის (ბლოკის) განაპირა პანელებშიც.

სვეტების შვეული კავშირების განლაგების ტიპური სქემა და სისტემები ნაჩვენებია IX.5, გ, დ, ე ნახაზზე. არსებობს შვეული კავშირების სხვა სქემებიც.

სააშქროს კედლების აბზესტცემენტის ფილებით ან აგურის ბლოკებით შევსების დროს აუცილებელია კედლების გამაგრება სპეციალური ლითონის ჩონჩხით. უქანასენელს კედლის ფახვერკი ეწოდება (ნახ. IX.6, ა). ფახვერკი შედგება ლითონის დგარებისა და რიგელებისაგან. ეს ელემენტები საკუთარი მასისა და შევსების წონით გამოწვეულ დატვირთვებზე მუშაობენ ისე, როგორც მარტივი კოკები. სააშქროს ზევიდან განათებისა და აერაციისათვის, ჩარჩოს რიგელებზე იდგმება შუქფარნები (5). ისინი წარმოადგენენ ტრაპეციული მოხაზულობის ფოლადის წამქეებს დაომავალი და აღნაეული ირიბნებით. შუქფარნების სქემები ნაჩვენებია IX.6, ბ ნახაზზე.

§ IX.3. მართკუთხა მონტაჟის მონტაჟის სპეციალური შენიშვნის კარკასი

ასეთი ტიპის შენობები ძირითადად იყოფა ორ ჯგუფად: შენობები, რომელთა სიმაღლე ყველა მალში ერთი და იგივეა (ნახ. IX.7, ბ) და შენობები—ერთჯერადი ან ორჯერადი ცვლადი სიმაღლით (ნახ. IX.7, ა). სტანდარტული ელემენტების უკეთ გამოყენების თვალსაზრისით, უპირა-



ნახ. IX.7. შრავალმალიანი ლითონის კარკასი:

ა, ბ — სხვადასხვა დონეზე განლაგებული რიგელებით; ბ, გ — ერთ დონეზე განლაგებული რიგელებით.

ტესობა ეძლევა შენობების კარკასს მუდმივი სიმალით და ტოლი მა-
ლებით (ნახ. IX.7, ბ).

ასეთი კარკასი საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნეს შრავალ-
ჯერ მეორეული ტიპური წამწეები და სვეტები. გარდა ამისა, ერთი და
იმავე სიგრძის განაპირა დგარების გამოყენებისას, შესაძლებელი ხდება
რიგელების სვეტებთან შეუღლების კვანძები დაგეგმარდეს უნიფიცირე-
ბული ტიპის. როდესაც ტექნოლოგიური პროცესი მოითხოვს შრავალ-
მალიანი კარკასის დაგეგმარებას ცვლადი სიმალით, მაშინ ცდილობენ
სიმალითა ცვლილებას ადგილი არ აღემატებოდეს ერთს ან ორს.

შრავალმალიანი ლითონის კარკასები ძირითადად შედგება იმავე
ელემენტებისაგან, რაც ერთმალიანი შენობების კარკასი. განსხვავებაა
მხოლოდ განივი ჩარჩოების საანგარიშო და კონსტრუქციულ სქემებში.

ასე, მაგალითად, შრავალმალიანი განივი ჩარჩოები ერთ დონეზე განლა-
19. გ. მსხილაძე, ი. ფალავა

გებულო რიგელებით, როგორც წესი, გეგმარდება ზედა სახსროვანი კვანძებით (ნახ. IX.7, გ).

ორი, იშვიათად სამშალიანი ჩარჩოები შეიძლება იქნეს როგორც სახსროვანი, ისე ხისტი ზედა კვანძებით.

ხისტი კვანძები ართულებენ კონსტრუქციის დაშლადებას და აკრებას, ყოველთვის არ იძლევიან ლითონის ხარჯის შემცირების საშუალებას. ამიტომ ორი ან სამშალიანი ჩარჩოები ხისტი კვანძებით გეგმარდება მხოლოდ მაშინ, თუ სახსროვანი ჩარჩოებით შეუძლებელია საამქროს განივი სიხისტის უზრუნველყოფა. რთული კონფიგურაციის კარკასების შემთხვევაში. კონსტრუქციის გაშარტივების მიზნით, რეკომენდებულია კარკასიდან გამოყოფილ იქნეს ერთი ან რამდენიმეშალიანი ჩარჩო, დაგეგნარდეს იგი ხისტო ან სახსროვანი კვანძებით. ხოლო დანარჩენი შალის რიგელები ძირითად ჩარჩოზე და სვეტებზე შეერთდეს სახსროვნად (ნახ. IX.7, დ).

შრავალშალიან კარკასებში შეეული და თარაზული კავშირები ეწყობა, ისე, როგორც ერთშალიანი კარკასების შემთხვევაში (ნახ. IX.4 5).

§ IX.4. შანივი ჩარჩოების შანგარიშების თაშინებუარებაანი

განივი ჩარჩოები წარშოადგენენ სტატიკურად ურკვევ სისტემებს. შათი შანგარიშების შიხნით, წინასწარ ნიშნავენ ჩარჩოების ძირითად შომებს, ადგენენ შათ საანგარიშო სქემებს, საზღვრავენ ჩარჩოებზე შოქშიდლ დატვირთვებს, შტარებენ ჩარჩოების სტატიკურ შანგარიშებას და ადგენენ უდიდესი საანგარიშო ძალების კომბინაციებს.

უდიდესი საანგარიშო ძალების მიხედვით ხდება ჩარჩოს ელემენტების განივეკვითის შერჩევა.

1. განივი ჩარჩოს ძირითადი შომები (ნახ. IX.8, ა)

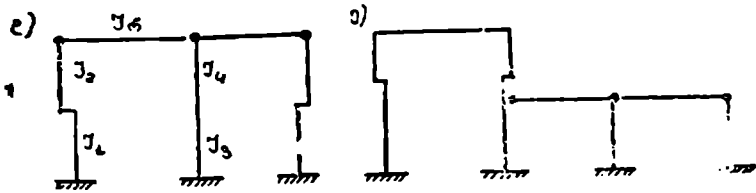
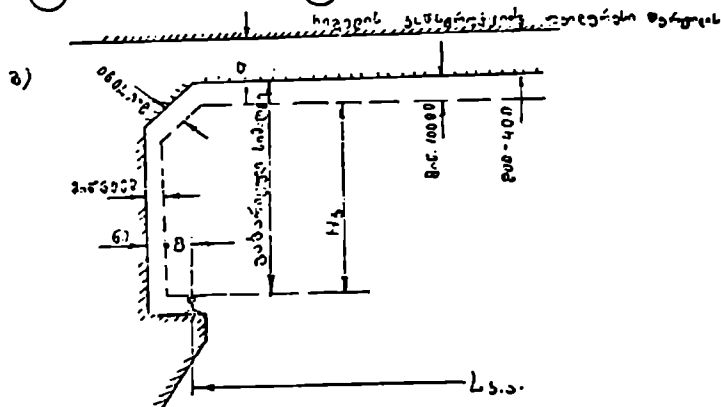
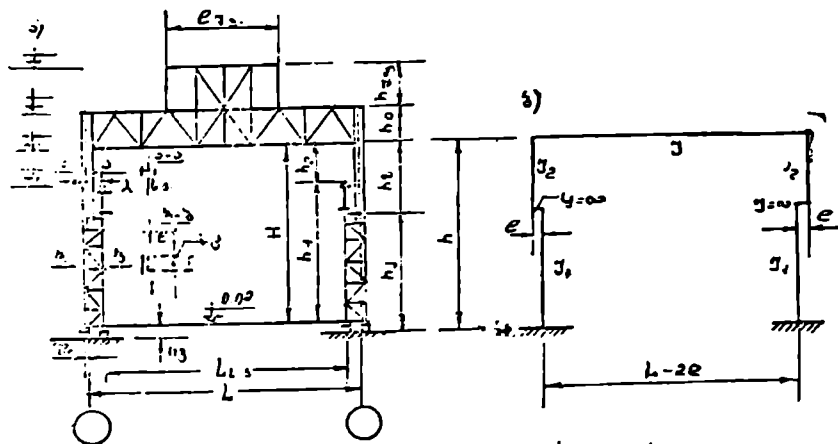
ტექნოლოგიური პროცესების გათვალისწინებით, უპირველეს ყოვლისა, ადგენენ: ხიდური ამწის რელსის თავის ნიშნულს (h_1), ჩარჩოს შალის სიდიდეს (L), შის რაოდენობას (n), ხიდური ამწის მუშაობის რეჟიმს და ტვირთაშწეობას (Q).

h_1 წარშოადგენს სიშაღლეს საამქროს იატაკის ზედაპირიდან (ნულოვანი ნიშნული) ამწისქვეშა კოჭის რელსის თავამღე. შისი სიდიდის დადგენა ხდება საამქროს ტექნოლოგიური პროცესის სასიათის მიხედვით. სიშაღლე ამწისქვეშა კოჭის რელსის თავიდან რიგელის ქვედა სარტყლის განაპირა კიდემღე ისაზღვრება ტოლობით (ნახ. IX.8, ა).

$$h_2 = (H_2 + 100) + a, \quad (IX.1)$$

სადაც H_2 არის გაბარითული სიშაღლე ამწისქვეშა კოჭის რელსის თავ-

ვიდან ურიკის ზედა წერტილამდე (ნახ. IX.8, გ); 100 მმ—უსაფრთხოების ტექნიკით დადგენილი მინიმალური შანძილია ურიკის ზედა წერტილიდან რიგელის კონსტრუქციის ქვედა უკიდურეს წერტილამდე (ნახ. IX.8, გ). ა—თავესუფილი არეს სიმაღლე, ეს სიმაღლე ითვალისწინებს



ნახ. IX.8. შრავალმალიანი ჩარჩოს საანგარიშო სქემები:

ა, ბ—ერთმალიანი ჩარჩოს კონსტრუქციული და საანგარიშო სქემა; გ—ხიდური ამწის გიბარტული სიმაღლე; დ, ე—მრავალმალიანი ჩარჩოების საანგარიშო სქემები.

გადახურვის კონსტრუქციის შესაძლო ჩალუნვას და ინიშნება $a = (200-400)$ მმ.

საბოლოოდ, h_2 ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ იგი ჯერად იყოს 200 მმ-ს.

h_2 -ს დადგენის შემდეგ ისაზღვრება სათავის სიმაღლე იატაკის ზედაპირიდან (ნულოვანი ნიშნული) რიგელის ქვედა კიდემდე

$$H = h_1 + h_2. \quad (IX.2)$$

უნიფიკაციების ძირითად დებულებათა მოთხოვნილებით (სტანდარტული კედლის ფილების გამოყენების მიზნით), როდესაც $H = 10,8$ მ, იგი უნდა იქნეს 1,2 მ ჯერადი, ხოლო მეტი სიმაღლის შემთხვევაში -- 1,8 მეტრის ჯერადი.

სვეტების ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების სიგრძეები გამოითვლება ტოლობით:

$$h_5 = h_{ა.ვ} + h_6 + h_2; \quad (IX.3)$$

$$h_3 = H - h_5 + h_2.$$

სიდაც $h_{ა.ვ}$ არის ამწისქვეშა კოქის სიმაღლე, აიღება კოქის შალის

$$\frac{1}{8} \div \frac{1}{10}.$$

h_6 — ამწის რელსის სიმაღლე და დაახლოებით ტოლია 200 მმ-ის.

h_3 — სიმაღლე იატაკის ზედაპირიდან საძირკვლის ზედაპირამდე (ინიშნება 600—1000 მმ-ის ზღვრებში).

ჩარჩოს სვეტის მთლიანი სიმაღლე საძირკვლის ზედაპირიდან რიგელის ქვედა უკიდურეს წერტილამდე

$$h = h_5 + h_3. \quad (IX.4)$$

ხისტკვანძოვან ჩარჩოებში სვეტის სიგრძე დამოკიდებულია რიგელის საყრდენის სიმაღლეზე (h_6). ტიპურ პარალელურსართყლებიან წამწეებში $h_6 = 3150$ მმ-ს, ტრაპეციულ წამწეებში — $h_6 = 2200$ მმ-ს. ამ ზომების გათვალისწინებით ხისტკვანძოვანი ჩარჩოების სვეტის სიმაღლე

$$h = h_5 + h_3 + h_6. \quad (IX.5)$$

თუ რიგელზე დადგებულია შუქფარანი, მაშინ მისი სიმაღლე განისაზღვრება განათების ტექნიკური გადაადგილებით და უნიფიკაციის მოთხოვნილებათა გათვალისწინებით.

იმის შემდეგ, როდესაც დადგენილი იქნება განივი ჩარჩოს შვეული ზომები, ინიშნება მისი თარაზული ზომები.

მანძილი (l_1) ამწისქვეშა კოქის შვეული ღერძიდან სვეტის ამწის ზედა ნაწილის ღერძამდე აიღება (ნახ. IV.8, ა):

როდესაც ამწის ტვირთამწეობა $Q \leq 50$ ტ, $l_1 = 750$ მმ;

როდესაც $Q = (50 \div 125)$ ტ, $l_1 = 1000$ მმ;

როდესაც $Q > 125$ ტ, $l_1 = 1250$ მმ.

სვეტის ამწისზედა (b_6) და ამწისქვეშა (b_3) ნაწილების განივკვეთის სიგანე მათი ზღვრული სიხისტეების პირობით ინიშნება:

$$b_6 \approx \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12} \right) h_2; \quad (\text{IX.6})$$

$$b_3 \approx \left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{20} \right) h.$$

სვეტის ამწისქვეშა ნაწილის შიგა შტოს ღერძი, ჩვეულებრივ, ემთხვევა ამწისქვეშა კოქის ღერძს, რის გამოც b_3 საბოლოოდ ისე უნდა შეირჩეს, რომ დატული იქნეს პირობა

$$b_3 \geq l_1 + b_0, \quad (\text{IX.7})$$

სადაც b_0 მანძილია სვეტის ამწისზედა ნაწილის ღერძიდან დაკვალვის ღერძამდე. ეს მანძილი ინიშნება 250 ან 500 მმ.

ხიდური ამწის შალი (L_2) გამოითვლება ტოლობით

$$L_2 = L - 2l_1. \quad (\text{IX.8})$$

შრავალმალიანი კარკასების შუა რიგის სვეტების ზომები ინიშნება ისე, როგორც ზემოთ, მხოლოდ ამწისქვეშა ნაწილის სიგანე აიღება

$$b_3 = 2l_1.$$

2. განივი ჩარჩოს საანგარიშო სქემა

განივი ჩარჩოს გაანგარიშებისათვის ჩარჩოს კონსტრუქციული სქემა დაყვანილი უნდა იქნეს საანგარიშო სქემაზე.

IX.8, ბ, გ ნახაზზე ნაჩვენებია ერთმალიანი ხისტკვანძოვანი განივი ჩარჩოს კონსტრუქციული და საანგარიშო სქემები. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ჩარჩოს საანგარიშო სქემის რიგვლის ღერძად მიიღება წამწის ქვეშა სარტყლის გეომეტრიული ღერძი. სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ღერძები შეთავსებულა მათი განივკვეთების სიმძიმის ცენტრებთან. ჩარჩოს განაპირა სვეტების ზედა და ქვედა ნაწილების სიმძიმის ცენტრები არ მდებარეობენ ერთ წრფეზე. ამიტომ სვეტის ღერძის მდებარეობა ამწისქვეშა კოქის დაყრდნობის ადგილას იცვლება ექსცენტრისობით

$$l \approx (0,55 \dots 0,5) b_3 - 0,5 b_6. \quad (\text{IX.9})$$

კონსტრუქციული სქემის მიხედვით, ერთ ან ორმალიანი ჩარჩოს საანგარიშო სქემების ზედა კვანძები ხისტი ან სახსროვანია.

ორ- ან მრავალმალიან ჩარჩოებში რიგელებით ერთ ან სხვადასხვა დონეზე, საანგარიშო სქემად მიღებულია ჩარჩოები, ზედა სახსროვანი კვანძებით (ნახ. IX.8, დ და IX.7, გ) ან საანგარიშო სქემა შემდგარი I-ური და II-ური ჩარჩოებისაგან (ნახ. IX.8, ე, IX.7, დ).

სტატიკურად ურკვევე ჩარჩოს ანგარიშისათვის აუცილებელია წინასწარ დანიშნულ იქნეს შემადგენელი ელემენტების განივკვეთების ინერციის მომენტების ფარდობა (ერთი და იგივე ღრეკალობის მოდულის შემთხვევაში).

ჩვეულებრივ, ინერციის მომენტთა ფარდობა ინიშნება (ნახ. IX.8, ბ, დ):

$$\frac{I_1}{I_2} = 7 \div 10; \quad \frac{I_6}{I_2} = 20 \div 40;$$

მრავალმალიან ჩარჩოებში, განაპირა და შიგა სვეტების ერთი და იმავე გარშვი ბიჯის შემთხვევაში (ნახ. IX.8, დ):

$$\frac{I_3}{I_2} = 10 \div 30; \quad \frac{I_4}{I_2} = 1,5 \div 3.$$

როდესაც სვეტების შიგა ბიჯი ორჯერ მეტია განაპირა სვეტების ბიჯზე:

$$\frac{I_3}{I_2} = 20 \div 60; \quad \frac{I_4}{I_2} = 2,5 \div 7.$$

ჩარჩოს ელემენტების განივკვეთის შერჩევის შემდეგ, თუ ფაქტიური ინერციის მომენტების ფარდობა არ აღემატება წინასწარ დანიშნული ინერციის მომენტების ფარდობას 30%-ით, ჩარჩოს ხელახალი გადაანგარიშება შეიძლება არ ჩატარდეს.

8. ჩარჩოზე მოქმედი დატვირთვები

განვიჩინოთ ჩარჩოზე მოქმედი დატვირთვები იყოფა მუდმივ და დროებით დატვირთვებად.

მუდმივ დატვირთვებს ეკუთვნის: კარკასის კონსტრუქციის, კედლის შევსების და დახურვების მასები.

დროებით დატვირთვებში შედის: თოვლის, ქარის, ხილური ამწის დატვირთვები. ზოგჯერ ამ დატვირთვებს ეკუთვნის განსაკუთრებული დატვირთვები (სეისმური, საყრდენის ჯდომა და სხვა).

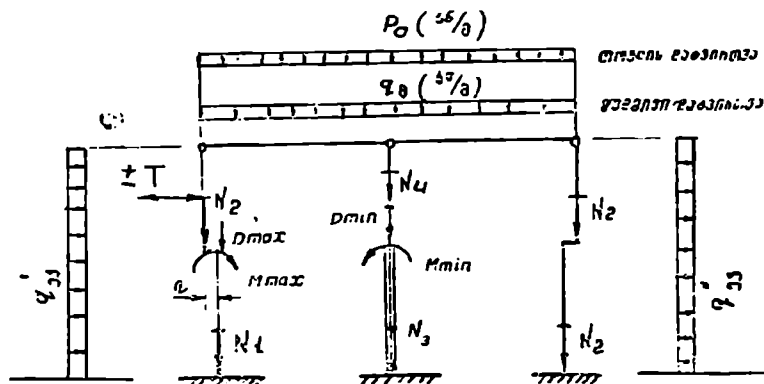
დატვირთვების საანგარიშო და ნორმატიული მნიშვნელობები განისაზღვრება ტექნიკური ნორმების მითითებათა საფუძველზე

[СННП-6-74]. ჩარჩოს ელემენტებში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალებების (M, N, Q) გამოსათვლელად ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშება თითოეულ დატვირთვაზე წარმოებს ცალ-ცალკე. ცალკეული დატვირთვების ძალეათა სათანადო კომბინაციით მიიღება საანგარიშო ძალეათა უდიდესი მნიშვნელობები.

1. მუდმივი დატვირთვა

სააქროს სახურავის კონსტრუქციის მასა (პიდროსაიზოლაციო მასალა, რკინაბეტონის ფილები, გრძივები და სხვა) განისაზღვრება მსუბუქი წამწეების სახურავების კონსტრუქციების ანალოგიურად (§VII.2—3).

ფოლადის კარკასის შემადგენელი ელემენტების მასა შეიძლება აღემატებოდეს 1 დანართის ცხრილიდან. სვეტის ამწისქვეშა ნაწილის მასა აიღება ამავე ცხრილში მოყვანილი სვეტის მასის 15—25%.



ნახ. IX.9. ჩარჩოს საანგარიშო სქემა.

გადახურვის მასა ჩარჩოს რიგელებზე მოქმედებს თანაბრად განაწილებული დატვირთვის სახით (ნახ. IX.9).

რიგელის 1 გრძივ შეტრზე მოქმედი მუდმივი დატვირთვის ინტენსიურობა გამოითვლება ფორმულით

$$q_p = \gamma_{fp} q_0 \cdot l_0 \text{ (კნ/მ)}, \quad (\text{IX.10})$$

სადაც γ_{fp} არის საიმედოობის კოეფიციენტი q დატვირთვის მიხედვით, q_0 — თარაზული ფართობის 1 მ²-ზე მოქმედი მუდმივი დატვირთვის ინტენსიურობა (კნ/მ²).

l_0 — რიგელებს შორის მანძილი.

განაპირა სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების მასები, მათზე შეკიდებული კედლის შევსების მასის ჩათვლით, მიიღება შეყურ-

სული F_1 და F_2 ძალების სახით. ისინი მოქმედებენ სვეტის ზედა და ქვედა ნაწილების გეომეტრიული ღერძების გასწვრივ* (ნახ. IX.9).

ცხრილი IX.1

ხერათ დანიშნულების ხარჯველო შენობების ელემენტების ფოლადის ხარჯი

ხილური ამწის ტვირთამწეობა, ტ	ფოლადის ხარჯი, კგ/მ ²			
	გადახურვა	სვეტები	ამწისქვეშა კოქები	საერთო
50-მდე	30-45	25-35	20-30	80-130
75-100	40-45	45-65	30-60	100-150
125-150	30-45	55-75	40-70	140-200
175-250	30-45	70-90	60-160	180-260

შუა რიგის სვეტების F_1 და F_2 დატვირთვები ტოლია სვეტის ზედა და ქვედა ნაწილების მასების. ამწისქვეშა კოქის მასა აიღება I დანართ. 3 ცხრილის მიხედვით ან განისაზღვრება ტოლობით:

როდესაც $Q = (5 \div 15)$ ტ, $g = 2 \div 6$ კნ/მ;

როდესაც $Q = (20 \div 50)$ ტ, $g = 4 \div 8$ კნ/მ;

როდესაც $Q > 50$ ტ, $g = 6 \div 12$ კნ/მ.

Q — ამწის ტვირთამწეობაა.

2. თოვლის დატვირთვა

განივი ჩარჩოს გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, თოვლის მასა რიგელის 1 გრძივ მეტრზე მიიღება თანაბრად განაწილებულად (ნახ. IX.9). დატვირთვის ინტენსიურობა გამოითვლება ტოლობით

$$P = \gamma_{fH} \cdot P_0 \cdot l_0 \quad (\text{IX.11})$$

სადაც γ_{fH} — საიმედოობის კოეფიციენტი P დატვირთვის მიხედვით;

P_0 — გადახურვის თარაზული ფართობის 1 მ²ზე მოქმედი თოვლის ნორმატიული დატვირთვა და განისაზღვრება ისე, როგორც მსუბუქი წამწეებით გადახურვის შემთხვევაში.

3. ხილური ამწის დატვირთვები

ასეთი დატვირთვები შედგება ამწის ბორბლებზე მოქმედი შვეული (F') და თარაზული ($\pm T$) დატვირთვებისაგან (ნახ. IX.10).

კარკასის ელემენტების უდიდესი ძალების განსაზღვრის მიზნით, ამწის მთავარ კოქზე ურიკის აყენებენ ერთ-ერთ სვეტთან რაც შეიძლე-

* კვლის მასის ექსცენტრული მოქმედებით გამოწვეული მომენტების გავლენა იმდენად უნიშვნელოა, რომ მას მხედველობაში არ იღებენ.

ბა ახლოს (ნახ. IX,11). ურიკის ასეთი მდებარეობისას, ურიკისთან ახლოს მდებარე ამწის ბორბლებზე მოქმედებს უდიდესი შეეწული ძალები ($\max F'$), ხოლო მეორე მხარეს—უმცირესი შეეწული ძალები ($\min F'$) (ნახ. IX,10).

ამწის ზაღისა (L_s) და ტვირთამწეობის (Q) შიხედვით, $\max F$ განისაზღვრება სტანდარტული ამწეების კატალოგიდან, $\min F$ კი გამოითვლება ტოლობით

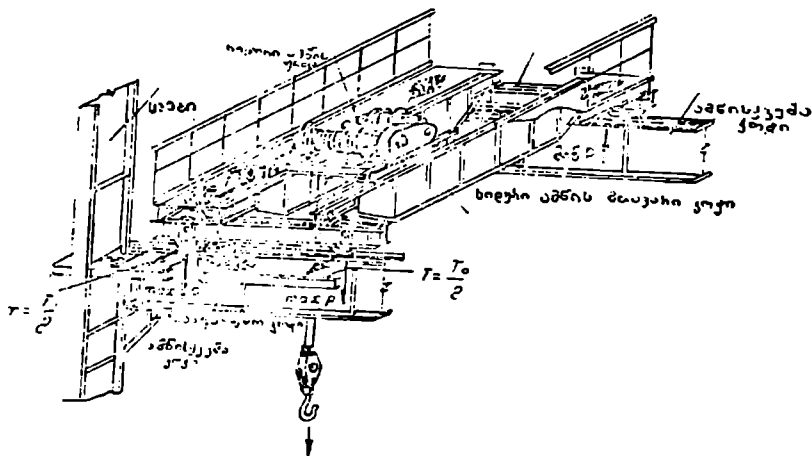
$$\min F = \frac{Q+G}{n_1} - \max F, \quad (\text{IX.12})$$

სადაც n_1 არის ბორბლების რიცხვი ამწის ერთ მხარეს;

Q — ამწის ტვირთამწეობა;

G — ამწის მისა ურიკით.

ამწისა და ურიკის დამუხრუჭებით წარმოიშობა განივი (T) და გრძივი ($T_{\text{გ}}$) სამუხრუჭო ძალები (ნახ. IX.10.11). პირველი მათგანი



ნახ. IX.10. ხილური ამწის სქემა.

მოქმედებს კარკასის განივი მიმართულებით, მეორე—გრძივი მიმართულებით. T და $T_{\text{გ}}$ ითვლება მოდებულად ამწის ბორბლებზე და ტოლია

$$T = \frac{Q+g}{20 n_1}; \quad (\text{IX.13})$$

$$T_{\text{გ}} = 0,1 \gamma_{ff} n_2 \max P, \quad (\text{IX.14})$$

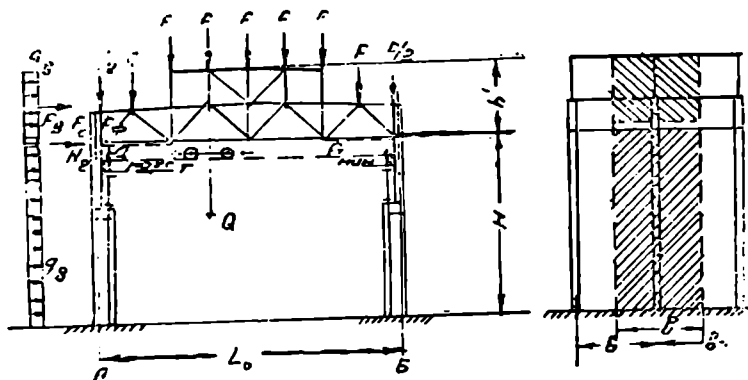
სადაც g არის ამწის ურიკის მისა;

n_2 — ამწის სამუხრუჭო ბორბლების რიცხვი ამწის ერთ მხარეს;

γ_{ff} — საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვის შიხედვით.

გრძივი სამუხრუქო ძალა (T_{α}) გადაეცემა კარკასის სვეტების შვეულ კავშირებს (ნახ. IX.1).

სამრეწველო საამქროებში ხშირად მოქმედებს რამდენიმე ხილური ამწე. ჩარჩოს ელემენტებში უდიდესი ძალის წარმოშობა რამდენიმე ამწის ერთდროული მოქმედებით თითქმის შეუძლებელია. ამიტომ СНИИ-6-74 მიხედვით, ერთმალისანი განივი ჩარჩოების სტატიკური გაანგარიშება ხდება მხოლოდ ორი ერთმანეთთან მიახლოებული ამწის დატვირთვებზე. მრავალმალისანი ჩარჩოების შვეულ დატვირთვებზე გაანგარიშება ტარდება ოთხი ამწის მიხედვით. მხოლოდ ამწეები არახელ-



ნახ. IX.11. განივი ჩარჩოზე მოქმედი დატვირთვების სქემა.

საყრელ მდგომარეობაში ისე უნდა განლაგდეს, რომ ერთ მალში არ იქნეს ორზე მეტი. ამავე ჩარჩოების გაანგარიშება თარაზულ საპუნტო ძალებზე წარმოებს ორი ამწისაგან. ხილური ამწის დატვირთვები განივი ჩარჩოს სვეტებს გადაეცემა ამწისქვეშა კოკების რეაქციების სახით (ნახ. IX.11--12). სვეტზე მოქმედი უდიდესი საანგარიშო დაწოლა (D) განისაზღვრება ამწისქვეშა კოკების რეაქციების გავლენის წირების საშუალებით (ნახ. IX.12).

გავლენის წირებზე ორი ამწე იღებება ისე, რომ D -ს მნიშვნელობა იქნეს უდიდესი. ურავის ძელოს მდგარ სვეტზე მოქმედი უდიდესი დაწოლა გამოითვლება ტოლობით (ნახ. IX.12)

$$\max D = \gamma_{fn} \sum \max F \cdot y + G_{a, \gamma} \quad (\text{IX.15})$$

ჩარჩოს მეორე სვეტზე მოქმედი უმცირესი დაწოლა

$$\min D = \gamma_{fn} \sum \min F \cdot y + G_{a, \gamma} \quad (\text{IX.16})$$

სადაც y აჩის ძალების ქვეშ მდებარე გავლენის წირის ორდინატების ჯამი (ნახ. IX.12);

$G_{ა,კ}$ — ამწისქვეშა კოქის მასა;

$n_{ა}$ — შეხამების კოეფიციენტი. ამ კოეფიციენტით აღირიცხება ორი ან ოთხი ამწის ერთდროული მოქმედების ალბათობა და ტოლია:

ერთი ამწის მოქმედებისას — $n_{ა} = 1$. მსუბუქი და საშუალო რეჟიმის

ორი ამწის მოქმედების დროს $n_{ა} = 0,85$.

ამავე რაოდენობის მძიმე და ზემძიმე ამწეების შემთხვევაში

$n_{ა} = 0,95$; ოთხი მსუბუქი და საშუალო რეჟიმის ამწეების მოქმედებისას

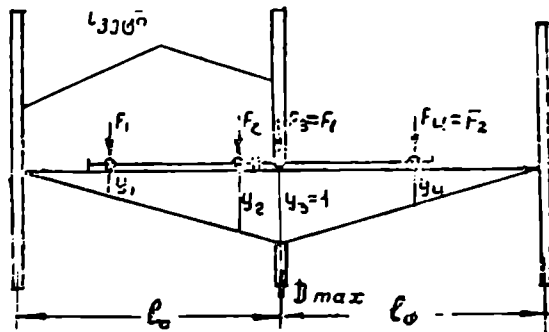
$n_{ა} = 0,7$; ამავე რაოდენობის მძიმე და ზემძიმე ამწეების

შემთხვევაში $n_{ა} = 0,8$.

$\max D$ და $\min D$ სვეტებს გადაეცემა ექს-

ცენტრულად, ამიტომ მათი ექსცენტრული მოქმედებით გამოწვეული მო-

მენტები გამოითვლება ტოლობებით (ნახ. IX.9—11):



ნახ. IX.12. ამწისქვეშა კოქის რეაქციების გავლენის წირი და შეჯღლი დატვირთვების განლაგების სქემა.

$$\max M = \max D \cdot e; \quad (\text{IX.17})$$

$$\min M = \min D \cdot e,$$

სადაც e — სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების ღერძებს შორის მანძილია (IX.8—9).

უდიდესი განივი სამუხრუჭო ძალა სვეტს ($\max T$) გადაეცემა ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყლის დონეზე. მისი მნიშვნელობა გავლენის წირით განისაზღვრება ბორბლების იმავე განლაგების მიხედვით, რაც D -ს შემთხვევაში

$$\max T = \gamma_j n_{ა} \sum T_j. \quad (\text{IX.18})$$

გულისხმობენ, რომ $\max T$ მოქმედებს მხოლოდ ერთ სვეტზე (ნახ. IX.11).

ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშება წარმოებს $\max M$, $\min M$ და $\max T$ დატვირთვებზე ცალ-ცალკე (ნახ. IX.9).

4. ქარის დატვირთვა

ქარის დატვირთვა საამქროზე მოქმედებს ზედაპირის ნორმალურად და მიმართულია: ქარპირა მხარეს—საამქროს გარედან შიგნით, უკანა მხარეს—შიგნიდან გარეთ (ნახ. IX.13).

პირველს, მშირად, ქარის აქტიურ დატვირთვას უწოდებენ, მეორეს—ქარის გამწოვ დატვირთვას.

СНП II-6-74 მიხედვით, ქარის ნორმატიული დატვირთვა ფართობის 1 მ²-ზე გამოითვლება ტოლობით

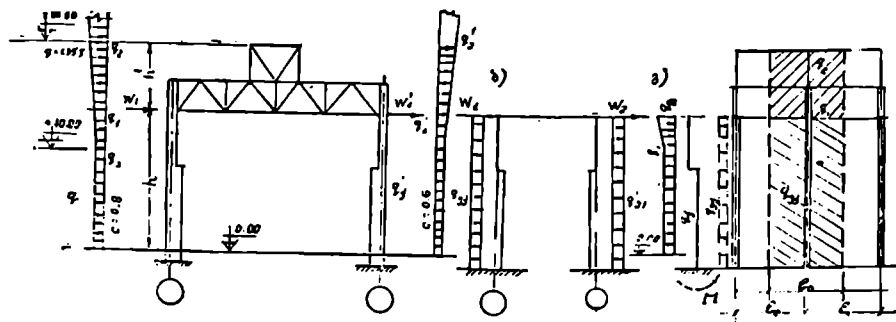
$$q_j^{\text{н}} = q_0 \cdot k \cdot c, \quad (\text{IX.19})$$

სადაც q_0 არის ქარის ნორმატიული სიჩქარითი წნევა ფართობის 1 მ²-ზე.

k — კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს სათავის სხვადასხვა სიმაღლეზე ქარის სიჩქარითი წნევის გავლენას.

c — კოეფიციენტი და აიღება სათავის მოხაზულობის მიხედვით.

q_0, k, c — აიღება СНП II-6-74, §6 მითითებათა მიხედვით.



ნახ. IX.13. ქარის დატვირთვის სქემა:

ა—ტექნიკური ნორმების მიხედვით; ბ—დაუვანილი თანაბრად განაწილებულ ეკვივალენტურ დატვირთვაზე; გ— $q_{\text{ვკ}}$ -ს გამოსათვლელი სქემა.

მარტივი მოხაზულობის საამქროსათვის ქარპირა მხარეს $c=0,8$. გამწოვ მხარეს $c=0,6$ (ნახ. IX.13, ა).

ქარის საანგარიშო დატვირთვა განივი ჩარჩოს სვეტებზე გამოითვლება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} \text{ქარპირა მხარეს } q_s &= \gamma_j \cdot q_0 \cdot l_0; \\ \text{გამწოვ მხარეს } q_s' &= \gamma_j' \cdot q_0' \cdot l_0. \end{aligned} \quad (\text{IX.20})$$

ქარის დატვირთვა სათავის სიმაღლის 10 მ-მდე ითვლება თანაბ-

რად განაწილებულად. 10 მ-ს ზემოთ მისი ინტენსიურობა იცვლება (ნახ. IX.10, ა).

განივი ჩარჩოების სტატიკური გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, ტექნიკური ნორმებითა და პირობებით, ნებადართულია:

ა) რიგელის ქვედა სარტყლიდან შუქფარნის კეხამდე ქარის განაწილებული დატვირთვა შეეცვლილ იქნეს შეყურსული დატვირთვით. იგი ითვლება მოდებულიად რიგელის ქვედა სარტყლის გასწვრივ და გამოითვლება ფორმულით (ნახ. IX.13, ა):

$$\text{ქარპირა მხარეს } W_1 = \frac{q_1 + q_2}{2} h'; \quad (\text{IX.21})$$

$$\text{გამწოვ მხარეს } W_1' = \frac{q_1' + q_2'}{2} h',$$

სადაც h' სიმაღლეა რიგელის ქვედა სარტყლიდან შუქფარნის კეხამდე.

ბ) ქარის დატვირთვა საძირკვლის ზედაპირიდან რიგელის ქვედა სარტყლებამდე მიიღება თანაბრად განაწილებული ეკვივალენტური დატვირთვის სახით (ნახ. IX.13, ბ)

$$q_{0a} = \frac{2M}{h^2}, \quad (\text{IX.22})$$

სადაც h არის სვეტის სიმაღლე საძირკვლის ზედაპირიდან რიგელის ქვედა სარტყლამდე.

M — მღუნავე მომენტი სვეტის ქვედა ჩამაგრების სიბრტყეში. მისი მნიშვნელობა გამოითვლება ისე, როგორც ცალკე მდგარ კონსოლურ ელემენტებში, რომლებიც დატვირთულია ქარის ფაქტიური დატვირთვით (ნახ. IX.13, გ).

4. ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების თავიხებუბებანი

ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშება ცალკეულ დატვირთვაზე, როგორც შრავალჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემისა, წარმოადგენს რთულ და შრომატევად სამუშაოს. ამიტომ დიდ საპროექტო ორგანიზაციებში და სასწავლო ინსტიტუტებში, როგორც წესი, ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშება სრულდება ელემენტოგამომთვლელი მანქანებით (ЭВМ). ასეთ შემთხვევებში, საწყისი მონაცემების (ინფორმაციის) სახით გამომთვლელ ცენტრებს ეძლევა:

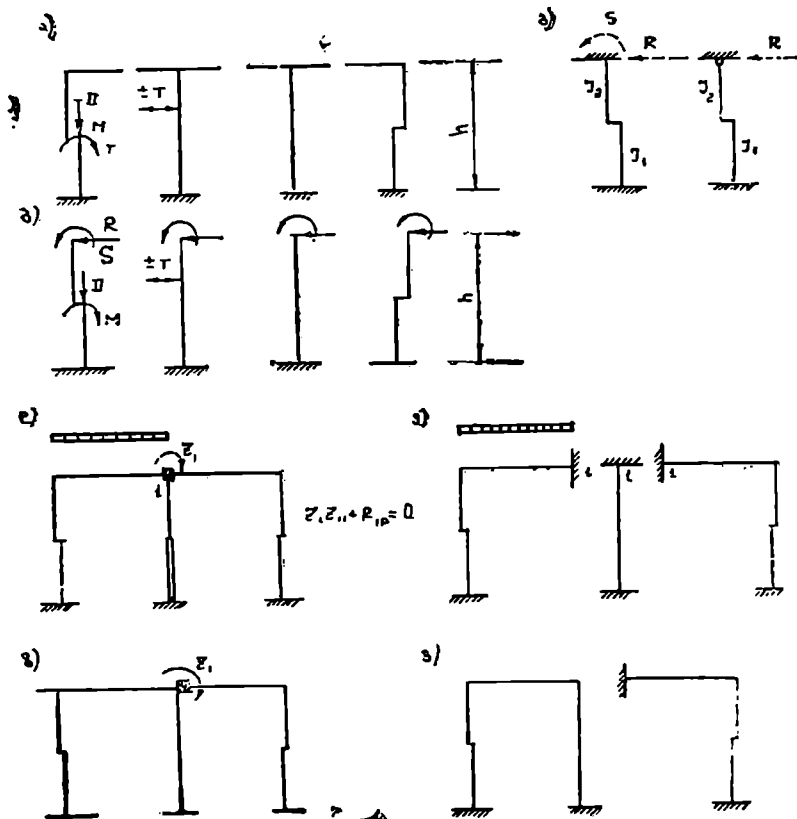
1) ჩარჩოს საანვარიშო სისტემის ელემენტების სიხისტეები (EI , EA) ან მათი ფარდობა;

2) ჩარჩოზე მოქმედი ცალკეული დატვირთვების რიცხვითი მნიშვნელობები (დატვირთვების მატრიცა-სვეტები);

3) საანგარიშო სქემის გეომეტრიული პარამეტრები (ძირითად ზომები).

ამ მონაცემების მიხედვით, სტატიკური გაანგარიშების მთელი პროცესი ავტომატურად სრულდება გამოთვლით მანქანებზე, სპეციალური პროგრამით.

იმ შემთხვევაში, როდესაც რაიმე მიზეზით შეუძლებელია ელექტრო-მანქანების გამოყენება ან საჭირო მანქანის მიერ მოცემული შედეგების



ნახ. IX.14. ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების სქემები.

შემოწმება (გაანგარიშება), მიმართავენ ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების გამართივებულ (პრაქტიკულ) ხერხებს.

სტატიკური გაანგარიშების პრაქტიკული ხერხები დაფუძნებულია გაანგარიშების გადაადგილებათა მეთოდზე და მდგომარეობს შემდეგში: როდესაც ჩარჩოების რიგელები განლაგებულია ერთ ღონეზე და დატვირთვები მოქმედებენ სვეტებზე (ნახ. IX 14, ა), ცნობარებში მო-

ცემული ფორმულებით და შესაბამისი ცხრილებით წინასწარ ისაზღვრება სვეტების ზედა ბოლოებზე მოქმედი რეაქციები (ნახ. IX.14, ბ). ამის შემდეგ სვეტების განვკვეთში მოქმედი ძალები (M , N , Q) გამოითვლება ისე, როგორც ცალკე მდგარ ერთკონსოლიან დგარებში.

სხვადასხვა დონეზე განლაგებული რიგელებიანი ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშება ტარდება გადაადგილებათა მეთოდით, ისე როგორც ეს მოკვეთულია სამშენებლო მექანიკის კურსში.

ჩარჩოების ამ მეთოდით გაანგარიშების დროს, როდესაც დატვირთვები მოქმედებენ სვეტებზე, რიგელების სიხისტე მიიღება უსასრულოდ დიდი, რაც საგრძნობლად ამარტივებს ახგარიშს. როდესაც გაანგარიშება წარმოებს რიგელზე მოქმედ დატვირთვებზე (გადახურვია მასა, თოვლის დატვირთვა), რიგელის სიხისტე სასრული სიდიდისაა, ამის გამო ანგარიში ჩთულდება. ამ შემთხვევაში რეკომენდებულია ანგარიში ჩატარდეს გადაადგილებათა მეთოდით, მხოლოდ გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, გადაადგილებათა მეთოდის ძირითადი სისტემა (ნახ. IX.14 დ, ზ) იშლება I , II და სვეტებისაგან შემდგარ სისტემებად (ნახ. IX.14, ე, ვ). I' და II' ჩარჩოების მლუნავი მომენტების (M) და განივი ძალების (Q) ეპიურები მარტივად იგება ცნობარში მოცემული ფორმულები-სა და შესაბამისი ცხრილების დახმარებით [13]*. ამ ეპიურების აგების შემდეგ, ჩვეულებრივი წესით, ისაზღვრება გადაადგილებათა მეთოდის კანონიკურ განტოლებათა კოეფიციენტები (r , R_r) და უცნობი კუთხური და ხაზობრივი გადაადგილებანი (z) [17].

გაანგარიშების ასეთი ხერხი საგრძნობლად ამარტივებს ანგარიშს. ჩარჩოების სვეტებზე მოქმედ დატვირთვებზე ანგარიშისას ნებადართულია:

1) როდესაც

$$k = \frac{I_k}{l} : \frac{I_1}{h} \gg \frac{6}{1 + 1,1 \sqrt{\frac{I_1}{I_k} - 1}},$$

რიგელის სიხისტე მივიღოთ უსასრულოდ დიდი ($I_k = \infty$). მოყვანილ ფორმულაში: I_1 და I_k არის სვეტის ამწისქვეშა და ამწისზედა ნაწილების ინერციის მომენტები;

I_k — რიგელის ინერციის მომენტი;

h — სვეტის მთლიანი სიმაღლე;

l — რიგელის მალი.

2) მრავალმალის ჩარჩოებში, ოთხი და შვიტი სვეტის შემთხვევაში, სვეტების ზედა ბოლოების თარაზული გადაადგილებები მხედველობაში არ მიიღება (შათი სიმპიარის გამო).

* Справочник проектировщика, том. II, 19 [13].

გარდა ამისა შეიძლება:

1) რიგელზე მოქმედ სიმეტრიულ ან მცირედ ასიმეტრიულ დატვირთვებზე გაანგარიშების დროს რიგელების ზედა კვანძების ხაზობრივი გადაადგილება უგულებელვყოთ.

2) რთული კონფიგურაციის ჩარჩოები დაეყოს ცალკეულ მარტივ საანგარიშო სქემებად (სახსროვან და ხისტკვანძოვან ჩარჩოებად) და თუ მათი ურთიერთგავლენა უმნიშვნელოა, ვიანგარიშოთ ისინი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად.

3) როდესაც ამწისქვეშა კოქის სიმაღლე არ აღემატება 1 მ-ს, ამწის განივი სამუხრუტო ძალა მოედოს კოქის დაყრდნობის ადგილას და კოქის მასით გამოწვეული საყრდენი რეაქციები დაემატოს ამწის დატვირთვებით გამოწვეულ რეაქციებს.

ზემოთ აღნიშნული დაშვებანი საგრძნობლად ამარტივებს ჩარჩოს სტატიკურ გაანგარიშებას და უმნიშვნელო გავლენას ახდენს საანგარიშო ძალების სიზუსტეზე.

ჩარჩოს საანგარიშო ძალების განსაზღვრის შემდეგ გამოითვლება გისოსურკედლიანი რიგელების (წამწეების) ელემენტებში მოქმედი ძალები.

რიგელის სვეტებთან სახსროვნად მიერთების შემთხვევაში, რიგელები განიხილებიან როგორც ორ საყრდენზე მდებარე წამწეები, დატვირთული სახურავის საკუთარი მასით, თოვლის დატვირთვისა და რიგელის გრძივი ძალით (ნახ. IX.15 ა).

სტატიკური და კონსტრუქციული გაანგარიშებანი ტარდება მსუბუქი წამწეების გაანგარიშების ანალოგიურად (VII. §5, 6).

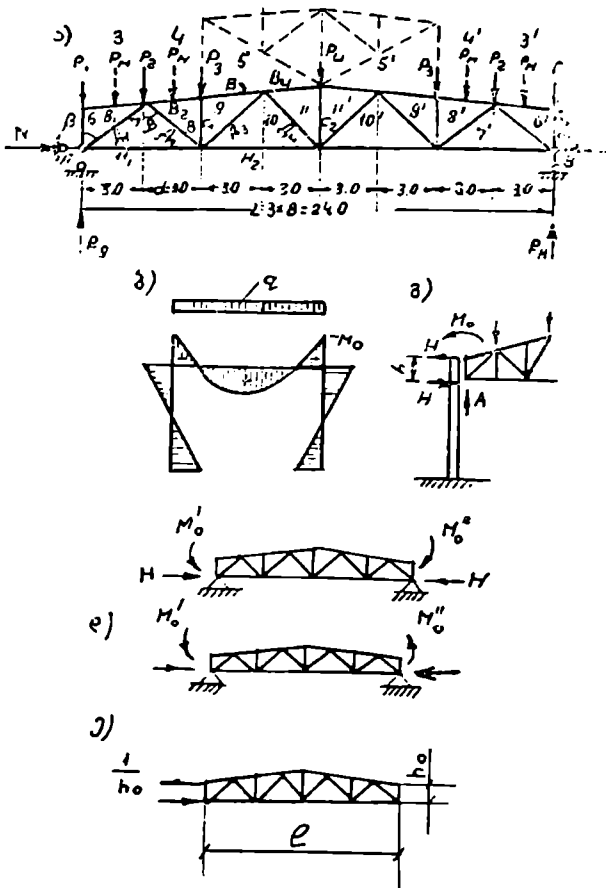
ხისტკვანძოვან ჩარჩოებში რიგელების (წამწეების) ელემენტების ძალების სიდიდეებზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს ჩარჩოს სვეტებზე მოქმედი დატვირთვები. ეს დატვირთვები წამწეებს კვანძური მომენტების სახით გადაეცემა საყრდენ კვანძებში (ნახ. IX.15, ბ, გ). ასეთ შემთხვევაში, რიგელები განიხილება როგორც ორ საყრდენზე მდებარე წამწეები, დატვირთული რიგელის შვეული დატვირთვებით, ჩარჩოს კვანძური მომენტებითა და რიგელის ვრძივი ძალებით (ნახ. IX.15, დ). ეს უკანასკნელი ითვლება მოღებულად რიგელის ქვედა სარტყლის გასწვრივ.

წამწეში (რიგელში) მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალების დადგენის მიზნით, წამწის სტატიკური გაანგარიშება ტარდება მუდმივ და დროებით (თოვლის, ქარის და ხილური ამწის) დატვირთვებზე ცალ-ცალკე. გაანგარიშება წარმოებს ელექტროგამომთვლელი მანქანებით ან სამშენებლო მექანიკის წამწის გაანგარიშების ერთ-ერთი ხერხით. ანგარიშის გამარტივების მიზნით, წამწის სტატიკური გაანგარიშება ტარდება დატვირთვების სამ სახეობაზე: მუდმივ, თოვლის და ერთ-

თველ საყრდენ მომენტზე (ნახ. IX.15, ე). ერთეული მომენტი იცვლება წვევილძალით (H), რომლის მხარია რიგელის სიმაღლე საყრდენზე

$$H = \frac{M_0}{h_0} = \frac{1}{h_0}.$$

მედმივ, თოვლისა და $M_0=1$ -ის შესაბამის ძალეათა გამოყენებით, სპე-



ნახ. IX.15. რიგელის სტატიკური გაინგარიშებისათვის:

- ა—რიგელის საინგარიშო ზემა რიგელს სვეტებთან სახტოუნდ შეერთებისას; ბ—ხისტკეანძოვანი ჩარჩოს რიგელის საინგარიშო სქემა;
- გ, დ—საყრდენი მოშენების სხვადასხვა კომბინაცია; ე—ერთეული მომენტის ეკვივალენტური წვევილი ძალა.

ციალური საანგარიშო ცხრილის დახმარებით, ისაზღვრება რიგელის ელემენტებში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალები. ამის შემდეგ რიგელის კონსტრუქციული გაანგარიშება ტარდება ისე, როგორც ეს აღწერილია გადახურვის წამწების გაანგარიშების დროს (§VII. 5, 6, 7).

§ IX.5. განივი ჩარჩოს ელემენტების კონსტრუქციული გაანგარიშების თავეთაშორისი

განივი ჩარჩოს ელემენტებში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალების დადგენის შემდეგ ტარდება ამ ელემენტებისა და კვანძების კონსტრუქციული გაანგარიშება.

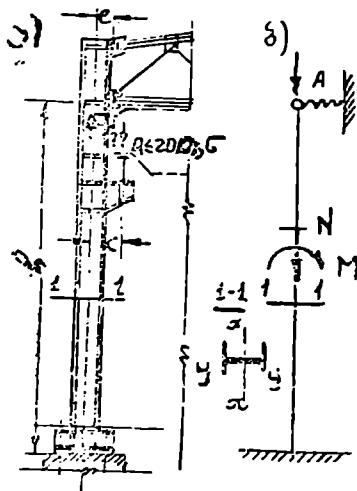
როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გამკოლკედლიან განივი ჩარჩოს რიგელი წარმოადგენს ჩვეულებრივ წაწვებს. ამიტომ მათი ელემენტების კვანძების შერჩევა, საყრდენი და შუალედი კვანძების გაანგარიშება და კონსტრუქცია წარმოებს ისე, როგორც ეს აღწერილია VII თავის § 5 და 6-ში; განივი ჩარჩოს სვეტები წარმოადგენენ ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ელემენტებს. მათი გაანგარიშება მოყვანილია ქვემოთ.

§ IX.6. ძისცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტები

1. სვეტის ტიპები და დროს კონსტრუქცია

კონსტრუქციის მიხედვით განივი ჩარჩოს სვეტები იყოფა სამ ტიპად:

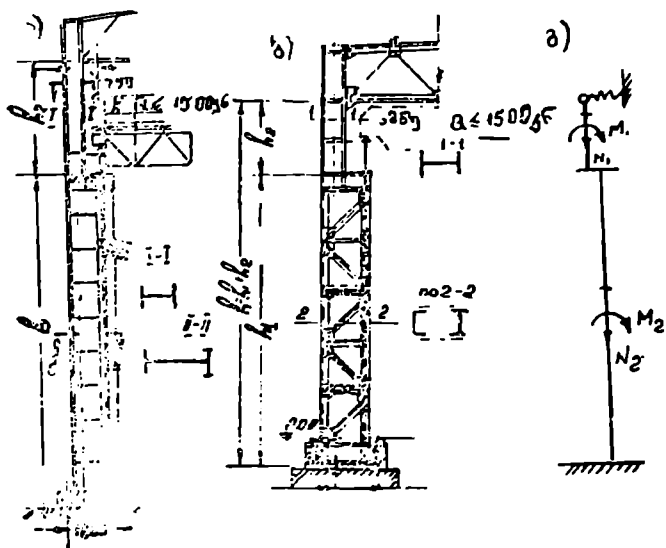
1. მულტიკვეთიანი (ნახ. IX.16);
2. ცვლადკვეთიანი (ნახ. IX.17).
3. განცალკევებულ (გაყოფილ) სვეტებად (ნახ. IX.20).



ნახ. IX.16 მულტიკვეთიანი სვეტის: ა—კონსტრუქციული სქემა; ბ—სი.ა.გარიშო სქემა.

მულტიკვეთიანი სვეტები უმეტეს შემთხვევაში ვეგმარდება ისეთი საამქროების კარკასის ელემენტებად, სადაც ხილური ამწის ტვირთამწობა არ აღემატება (150—200) კნ. სვეტის დროს კონსტრუქცია და განივი კვეთის ტიპები ანალოგიურია ცენტრალურ კუმშვაზე მომუშავე სვეტებისა. განსხვავებაა მხოლოდ მასში, რომ ზოგჯერ ამწისკვეთა კოჭის დასაყრდნობად ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტებს ემაგრება კონსოლი (ნახ. IX.16).

ლითონის ეკონომიის მიზნით, ამჟამად, მულტიკვეთიანი სვეტები ვეგმარდება რკინაბეტონისაგან.



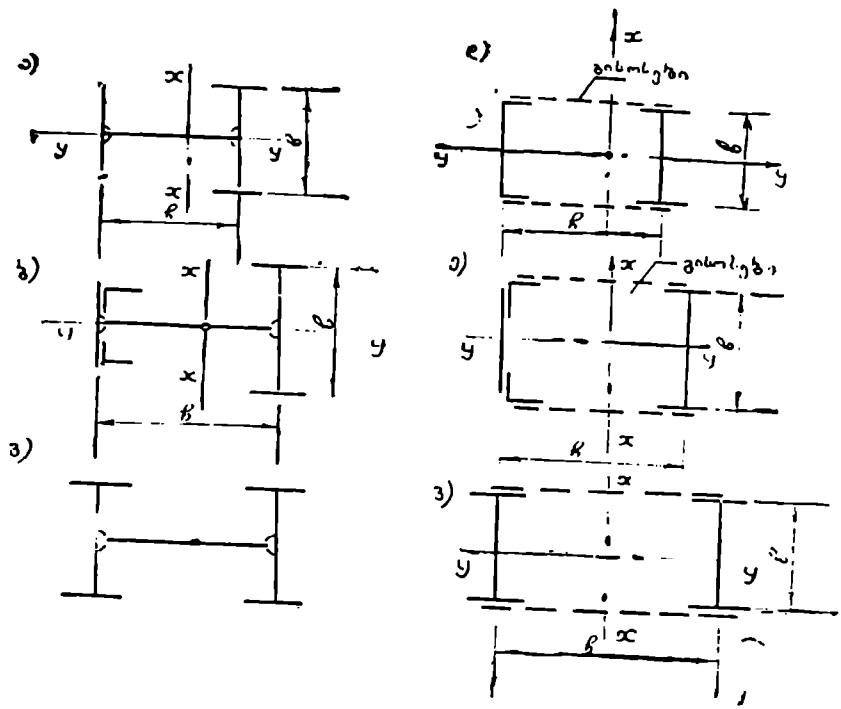
ნახ. IX.17 ცვლადკვეთიანი სვეტები:
 ა—მთლიანი კედლით; ბ—გისოსურთა კედლით; გ—საანგარიშო სვეტა.

ცვლადკვეთიანი სვეტები წარმოადგენენ სამრეწველო საამქროების კარკასის სვეტების ძირითად ტიპს. ასეთი სახის სვეტების განივკვეთი იცვლება ამწისქვეშა კოქის დაყრდნობის ღონეზე და შედგება ორი ნაწილისაგან: ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილებისაგან (ნახ. IX.17, ა, ბ).

სვეტის ამწისზედა ნაწილის განივკვეთი გეგმარდება ორტესებრი სახის, შემდგარი სამი ფურკლისაგან. ხილური ამწის ტვირთამწეობის მიხედვით, სვეტის ამწისქვეშა ნაწილი შეიძლება ჩქნეს როგორც მთლიან-კედლიანი (ნახ. IX.17, ა), ისე გისოსური კედლით (ნახ. IX.17, ბ).

გისოსურკედლიან სვეტებთან შედარებით, მთლიანკედლიანი სვეტების დადებითი მხარეა: დამზადებისა და მონტაჟის სიადვილე. უარყოფითი—ლითონის შეტი ხარჯი. როგორც გამოიჩვენა, გისოსურკედლიანი სვეტების დაგეგმარება მიზანშეწონილია, როდესაც სვეტის განივკვეთის სიგანე $\geq (1,2-1,5)$ მ-ის. ნაკლები სიგანის შემთხვევაში კი, როგორც წესი, სვეტის ამწისქვეშა და ამწისზეშა ნაწილი გეგმარდება მთლიანი კედლით (ნახ. IX.17, ა). სვეტების ამწისქვეშა ნაწილების განივკვეთის ძირითადი ტიპები ნაჩვენებია IX.18 ნახაზზე.

ა, ბ ტიპი გამოიყენება სამრეწველო საამქროს განაპირა რიგის მთლიანკედლიანი სვეტებისათვის. რადგან ასეთ სვეტზე ამწისქვეშა კო-



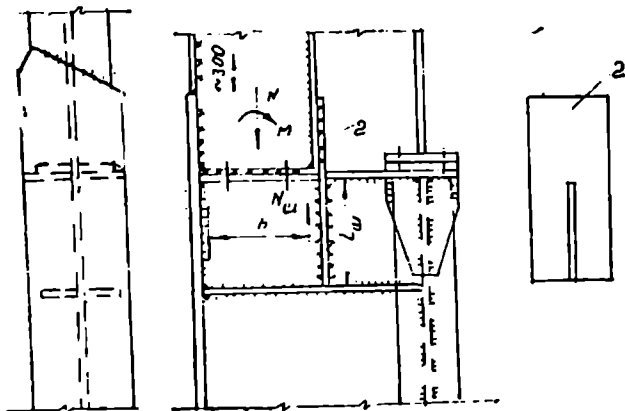
ნახ. IX.18. ცვლადკვეთიანი სვეტის განივკვეთის ტიპები:

- ა, ბ — განაპირა რიგის შთლიანკედლიანი სვეტისათვის;
- გ — შუა რიგის შთლიანკედლიანი სვეტისათვის;
- დ, ე — განაპირა რიგის გისოსურკედლიანი სვეტისათვის;
- ვ — შუა რიგის გისოსურკედლიანი სვეტისათვის.

კის რეაქციის გადაცემა ხდება ერთ შტოზე, მისი განივკვეთი ასიმეტრიულია.

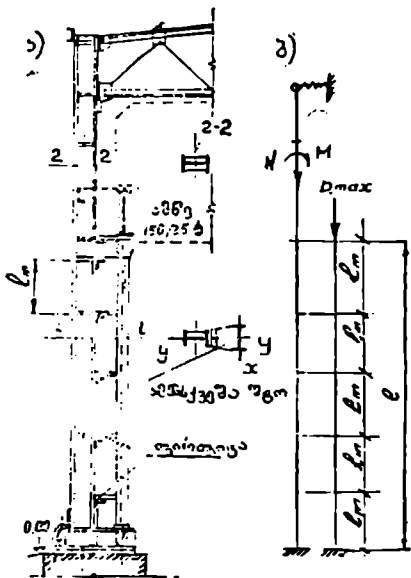
გ ტიპი წარმოადგენს შუა რიგის სვეტების ამწისქვეშა ნაწილების განივკვეთის ძირითად სახეს.

IX.18, დ, ე, ვ ნახაზზე ნაჩვენებ ტიპები გამოიყენება გისოსურკედლიანი სვეტებისათვის; ასეთი სვეტის ღერო შედგება ორი შტოსაგან. შტოები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჯვარედნა ან სამკუთხასისტემის გისოსებით (ნახ. IX.17, ბ). გისოსები სვეტებს ემაგრება უშუალოდ, საკვანძო ფურცლების გამოყენების გარეშე. ცვლადკვეთიანი სვეტების დამზადების ადგილიდან მშენებლობის ადგილამდე ტრანსპორტირებისათვის, სვეტის განივკვეთის ცვლილების ადგილას ეწყობა სამონტაჟო პირაპირები. პირაპირის ადგილი ამავე დროს წარმოადგენს ამწისქვეშა კოჭის დაყრდნობის ადგილს (ნახ. IX.19). როდესაც ბილური ამ-



ნახ. IX.19. ცვლილქვეთიანი სვეტის სამონტაჟო პირაპირი.

წის ტვირთამწეობა შერთა 1500 კნ-ზე, გამოიყენება განცალკევებული ტიპის სვეტები ასეთი სვეტები შედგება ორი ერთმანეთისაგან და-მოუკიდებელი შტოსაგან (ნახ. IX.20, ა). სვეტის გარე შტოს გა-დადევება საამქროს სახურავ-ზე მოქმედი ყველა დატვირთვა, რის გამოც ის მუდმივქვეთიანი მთლიანქელლიანი სვეტების ანა-ლოგიურად გვეგმარდება. სვეტის შიგა შტოზე მოქმედებს მხოლოდ ამწისქვეშა კოკის რეაქციები. ში-გა შტო უმეტეს შემთხვევაში წარმოადგენს გაგლინულ ორტე-სებრ პროფილს (ნახ. IX.20), იშ-ვიათად—შედენილს, შემდგარს სამი ფურკლისაგან. განცალკე-ვებული (გაყოფილი) სვეტების შტოები ერთმანეთთან დაკავში-რებულია (8-10) მმ-ის სისქის ლითონის ფურკლებით (ნახ. IX.20). ფურკლებს შორის მან-ძილი ინიშნება იმ ანგარიშით, რომ სვეტის შიგა შტოს მდგრა-ლობა განივ ჩარჩოლა და მის მარ-თობ სიბრტყეში იქნეს ტოლი.



ნახ. IX.20. განცალკევებული სვეტი:
 ა-კონსტრუქციული სქემა; გ-საანგარიშო სქემა.

2. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტების გაანგარიშება

ა) სვეტების საანგარიშო სიგრძეების განსაზღვრა

განივი ჩარჩოს სვეტები მუშაობენ ექსცენტრულ კუმშვაზე. მათი გაანგარიშება მდგრადობაზე წარმოებს (III—40) ფორმულით. ამ ფორმულით გაანგარიშებისას საჭიროა წინასწარ განესაზღვროთ სვეტების საანგარიშო სიგრძეები:

$$l_{ef} = \mu \cdot h,$$

სადაც h არის სვეტის (მულტივეკეთიან სვეტებში) ან მისი ნაწილების (ცვლადვეკეთიან სვეტებში) გეომეტრიული სიგრძე.

μ — დაყვანის კოეფიციენტი.

μ -ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია სვეტის ბოლოების ჩამაგრების სახეზე, ანუ, რაც იგივეა, სვეტის საანგარიშო სქემაზე.

ჩარჩოს სიბრტყეში მდგრადობაზე გაანგარიშებისას μ კოეფიციენტების განსაზღვრის მიზნით ტ. ნ. და პირობებით (CHII III-23-81) მიერ დადგენილია სვეტის ოთხი საანგარიშო სქემა:

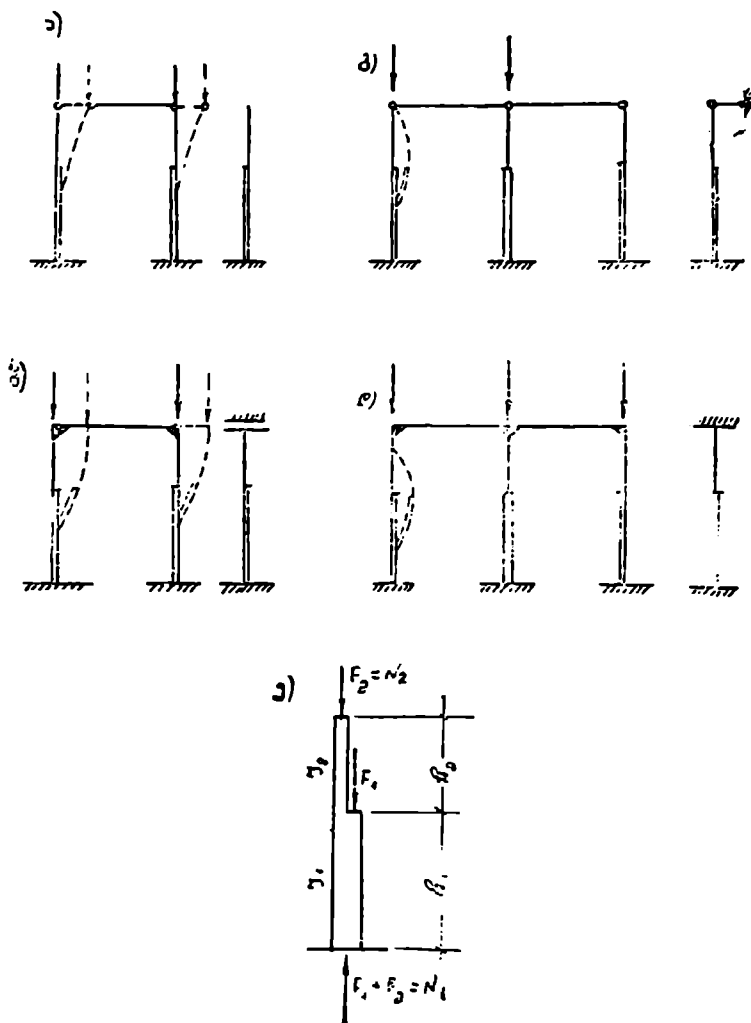
1. ითვლება, რომ ერთმალთან ჩარჩოში ზედა სახსროვანი კვანძებით, სვეტები კარგავენ მდგრადობას ერთდროულად. მდგრადობის კარგვისას სვეტის ზედა ბოლოები გადაადგილდებიან თავისუფლად (ნახ. IX.21, ა).

აქედან გამომდინარე, ასეთი ჩარჩოების სვეტების საანგარიშო სქემად მიიღება ელემენტი, კონსოლური დგარის სახით (ნახ. IX.21, ბ).

2. ერთმალთან ხისტკვანძოვან ჩარჩოებში სვეტები კარგავენ მდგრადობას ერთდროულად; სვეტების ზედა ბოლოები განიცდიან ხაზობრივ გადაადგილებებს (ნახ. IX.21, გ). ამიტომ ერთმალთან ხისტკვანძოვანი ჩარჩოების სვეტების საანგარიშო სქემად მიიღება ელემენტი, რომელიც ქვედა ბოლოთი ჩამაგრებულია ხისტად, ზედა ბოლო კი განიცდის თანაზულ გადაადგილებას კვეთის მობრუნების გარეშე (ნახ. IX.21, დ).

3. გულისხმობენ, რომ ორი ან მრავალმალთან სახსროვანი ჩარჩოების სვეტები მდგრადობას კარგავენ არაერთდროულად. განსახილველი სვეტის მდგრადობის კარგვას ეწინააღმდეგება დანარჩენი მდგრადი სვეტების სიხისტეები (ნახ. IX.21, ე). აქედან გამომდინარე, ასეთი ტიპის ჩარჩოების სვეტების საანგარიშო სქემად მიიღება ელემენტი, ჩამაგრებული ქვედა ბოლოთი ხისტად, ზედა ბოლოთი—სახსროვნად.

4. მრავალმალთან სახსროვანი ჩარჩოების ანალოგიურად ითვლება, რომ ორ ან მეტმალთან ხისტკვანძოვან ჩარჩოებში მდგრადობას კარგავს მხოლოდ განსახილველი სვეტი. დანარჩენი სვეტები მდგრადია და ეწინააღმდეგებიან ზედა კვანძების კუთხურ და ხაზობრივ გადაადგილებებს



ნახ. IX.21. სვეტების საანგარიშო სფერძების გაანგარიშებისათვის:

ა—სვეტი თავისუფალი ზედა ბოლოთი; б—სვეტის ზედა ბოლო დამაგრებულია მხოლოდ კუთხური გადაადგილები; в—სვეტის ზედა ბოლო დამაგრებულია მხოლოდ ხაზობრივი გადაადგილების საწინააღმდეგოდ; გ—სვეტის ზედა ბოლო დამაგრებულია მხოლოდ ხაზობრივი გადაადგილების საწინააღმდეგოდ; დ—სვეტის ზედა ბოლო დამაგრებულია ხისტი უძრავი საყრდენით; ე—პირობითი ილნიშენა.

(ნახ. IX.21, ზ). ასის გამო, მრავალმალიან ხისტკვანძოვან ჩარჩოებში სვეტის საანგარიშო სქემად მიღებულია ელემენტი, ორივე ბოლოთი ჩამაგრებული ხისტად.

$$\mu_1 \text{ და } \mu_2 \text{ კოეფიციენტების ცხრილი, როდესაც } \frac{l_2}{l_1} \leq 0,6 \text{ და } \frac{N_1}{N_2} \geq 3 \text{ - ზე}$$

სვეტის ზედა ბოლოს ჩამაგრების პირობები	კოეფიციენტები სვეტის ნაწილისათვის		
	ქვედა μ_1 , როცა $\frac{l_2}{l_1}$		ზედა (μ_2)
	ტოლია		
	0,1-დან 0,3-მდე	0,05-დან 0,1-მდე	
თაისუფალი	2,5	3,0	3,0
ზედა ბოლო დამაგრებულია მხოლოდ მობრუნების საწინააღმდეგოდ	2,0	2,0	3,0
უძრავი, სახსროვნად ჩამაგრებული ბოლოთი	1,4	2,0	2,5
უძრავი, ხისტად ჩამაგრებული ბოლოთი	1,2	1,5	2,0

IX.2 ცხრილში მიღებული აღნიშვნები (ნახ. IX.21):

l_1 ; I_1 ; N_1 — შესაბამისად, სვეტის ქვედა ნაწილის სიგრძე, ჭანკვეთის ინერციის მომენტი და ამ ნაწილზე მოქმედი გრძივი ძალა

l_2 ; I_2 ; N_2 — იგივე, სვეტის ზედა ნაწილისათვის

როდესაც $\frac{l_2}{l_1}$ და $\frac{N_1}{N_2}$ განსხვავდება IX.2 ცხრილის ფარდობებისაგან, μ_1 და μ_2 იძლევა

СНП II-23-81, 67, 68, 69, 70 ცხრილებიდან.

ზემოთ მოყვანილი სვეტების საანგარიშო სქემის მიხედვით, მოშენების მოქმედების სიბრტყეში ცვლადკვეთიანი სვეტის ზედა და ქვედა ნაწილების საანგარიშო სიგრძეები განისაზღვრებიან ცალ-ცალკე.

$$l_{e2} = \mu_2 \cdot h_2$$

$$l_{e1} = \mu_1 \cdot h_1, \quad (\text{IX.23})$$

სადაც h_2 და h_1 — სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების გეომეტრიული სიგრძეებია.

μ_2 და μ_1 — ამავე ნაწილების დაყვანის კოეფიციენტები.

როდესაც $\frac{h_2}{h_1} \leq 0,6$ და $\frac{N_1}{N_2} \geq 3$ -ის, $\frac{l_2}{l_1}$ ფარდობის მიხედვით

μ_1 და μ_2 -ს მნიშვნელობები აიღება IX.2 ცხრილიდან, სადაც h_1, I_1, N_1 — სვეტის ქვედა ნაწილის სიგრძე, განივკვეთის ინერციის მომენტი და სვეტის ამ ნაწილზე მოქმედი გრძივი ძალაა (ნახ. IX.21).

$$N_1 = F_1 + F_2.$$

h_2, I_2, N_2 — იგივეა, მხოლოდ სვეტის ზედა ნაწილისათვის

$$N_2 = F_2.$$

F_1 და F_2 სვეტის ამწისქვეშა და ამწისზედა ნაწილებზე მოქმედი ნორმალური შეუქრსული დატვირთვებია (ნახ. IX.21, ე).

როდესაც $\frac{h_2}{h_1}; \frac{N_1}{N_2}$ და $\frac{I_2}{I_1}$ არ ემთხვევა IX.2 ცხრილის პარამეტრებს, μ_1 და μ_2 აიღება СНИП II-23-81, 73 გვერდზე მოყვანილ მითითებათა მიხედვით.

$$\text{ამ ცხრილებით } \mu = \frac{i_2}{i_1} = \frac{I_2 \cdot h_1}{I_1 \cdot h_2}; \alpha_1 = \frac{h_2}{h_1} \sqrt{\frac{I_1}{I_2 \beta}} \text{ და } \beta = \frac{F_1 + F_2}{F_2}$$

პარამეტრების მიხედვით განისაზღვრება μ_1 , ხოლო შემდეგ ამწისზედა ნაწილის კოეფიციენტი

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} \leq 3. \quad (\text{IX.24})$$

μ_2 არც ერთ შემთხვევაში არ უნდა იქნეს მიღებული სამზე მეტი. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ერთსართულიანი ჩარჩოების მულტიკვეთიანი სვეტების დაყვანის კოეფიციენტი (μ) განისაზღვრება სვეტის ბოლოების ჩამაგრების სახის მიხედვით. ასე, მაგალითად:

ერთსართულიან ხისტკვანძოვან ერთ- და მრავალმალიან ჩარჩოებში, როდესაც სვეტებს შორის დატვირთვები* ნაწილდება თანაბრად და მოქმედებენ ზედა კვანძებზე (ნახ. IX.21, დ)

$$\mu = \sqrt{\frac{\frac{n+0.56}{n+0.14}}{n+0.14}}; \quad (\text{IX.25})$$

სვეტის საძირკველში სახსროვნად ჩამაგრების შემთხვევაში

$$\mu = \sqrt{1 + \frac{38}{n}}. \quad (\text{IX.25}')$$

ჩარჩოებში ზედა სახსროვანი კვანძებით μ კოეფიციენტი გამოითვლება IX.25 ფორმულით, მხოლოდ ჩასმული უნდა იქნეს $n=0$ (ნახ. IX.21).

* ივლისსმკბა რიგელებიდან გადმოკეპული დატვირთვება (სვეტის ზედა კვანძური რეაქციები).

ამავე ტიპის ჩარჩოებში, როდესაც დატვირთვები სვეტებს შორის ნაწილდება არათანაბრად (ნახ. IX.21), ყველაზე მეტად დატვირთული სვეტისათვის კოეფიციენტი μ გამოითვლება (IX.25), (IX.25') ფორმულებით, შემცირებული $\sqrt{\frac{\Sigma N}{N_c} \cdot \frac{l_c}{\Sigma I}}$ მამრავლით. იგი არ უნდა იქნეს ნაკლები 0,7-ის.

მოყვანილ ტოლობებში

$$n = \frac{l_c}{I_c} \left(\frac{I_{r1}}{l_{r1}} + \frac{I_{r2}}{l_{r2}} \right), \quad (\text{IX.26})$$

სადაც I_c , l_c იმ სვეტის განივკვეთის ინერციის მომენტი და სიგრძეა, რომლის მდგრადობაც მოწმდება (ნახ. IX.21. დ).

I_{r1} , I_{r2} , l_{r1} , l_{r2} — იმ რიგელების განივკვეთის ინერციის მომენტი და სიგრძეა, რომელიც ერთვის ამ სვეტს.

სვეტების ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში გაანგარიშებისას, სვეტის საანგარიშო სიგრძედ აიღება მანძილი დამაგრების წერტილებს შორის, ასე, მაგალითად, ცვლადკვეთიანი სვეტების ამწისქვეშა ნაწილის საანგარიშო სიგრძედ (l_{efy}) აიღება მანძილი საძირკვლის ზედაპირიდან ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყლამდე (ნახ. IX.17). ამწისზედა ნაწილის საანგარიშო სიგრძე ტოლია მანძილისა ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყლიდან ნივნივქვეშა წამწის ქვედა სარტყლამდე. თუ ასეთი წამწე არ დგას, საანგარიშო სიგრძედ იღებენ მანძილს წამწის ქვედა სარტყლის ღონეზე ჩადგმული გამბრჯენიდან ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყლამდე*.

ბ) მთლიანკედლიანი სვეტების გაანგარიშება

სვეტის გაანგარიშება წარმოებს მისი ლეროს გასწვრივ მოქმედი N ნორმალური ძალისა და M მომენტის მიხედვით (ნახ. IX.16, ბ და IX.17 ბ). მუდმივკვეთიანი და ცვლადკვეთიანი მთლიანკედლიანი სვეტების გაანგარიშება ერთმანეთს ანალოგიურია. განსხვავებაა მხოლოდ მასში, რომ ცვლადკვეთიანი სვეტების გაანგარიშების დროს მისი ზედა და ქვედა ნაწილები იანგარიშება ცალ-ცალკე. თითოეული ნაწილის გაანგარიშება ტარდება ისე, როგორც მუდმივკვეთიანი სვეტისა.

მუდმივკვეთიანი სვეტის გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით (ნახ. IX.16, ბ):

წინასწარ ვნიშნავთ IX.18 ნახაზზე ნაჩვენებ განივკვეთის ერთ-ერთ ტიპს და მის ძირითად ზომებს, რის შემდეგ ვამოწმებთ სვეტის ლეროს მზიდუნარიანობას სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობებით.

* თუ მათ შორის ჩადგმული არ არის საანგარიშო ხიჯრძის შესამცირებლად რაიმე ელემენტი (განზრახვა).

ღეროს მზიდუნარიანობის შემოწმება სიმტკიცის პარობით წარ-
მოებს III.25 ფორმულით*

$$\sigma = \frac{N}{A_n} + \frac{M_x}{W_n} \leq R_y \gamma_c.$$

სადაც A_n და W_n განიკვეთის ნეტო ფართობი და წინალობის მომენ-
ტია $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. IX.16, ა);

M_x — ჩარჩოს სიბრტყეში მოქმედი სვეტის უდიდესი მღუნავი
მომენტი (ნახ. IX.16, ბ);

N — ნორმალური ძალა.

სვეტის მდგრადობა მომენტის მოქმედების სიბრტყეში მოწმდება
(III.40) ფორმულით

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_e A} \leq R_y \gamma_c.$$

აქ φ_e ძაბვის შემამსირებელი კოეფიციენტია ექსცენტრული კუმშვის
ღროს. მისი მნიშვნელობა დაყვანილი ექსცენტრისიტეტის ($m_x = \eta m_x$)

და დაყვანილი მოქნილობის $\left(\bar{\lambda}_x = \lambda_x \sqrt{\frac{R}{E}} \right)$ მიხედვით აიღება I
დანართის 13 ცხრილიდან.

$$m_x = \frac{M}{N} \cdot \frac{A}{W'} - \text{ფარდობითი ექსცენტრისიტეტია.}$$

სვეტის მდგრადობა მომენტის მოქმედების პართობ სიბრტყეში
მოწმდება (III.46) ფორმულით:

$$\sigma = \frac{N}{c \varphi_y d} \leq R_y \gamma_c.$$

სადაც c კოეფიციენტია და m_x -ის მიხედვით გამოითვლება (III.47),
(III.48), (III.49) ფორმულებით.

სვეტის ღეროს სიმტკიცისა და მდგრადობის შემოწმების შემდეგ
მოწმდება მისი თაროების და კედლის ფურცლების მდგრადობა.

ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტის თაროს ფურცლის ადგილობ-
რივი მდგრადობა დამოკიდებულია ფოლადის მარკაზე და თაროს მოქ-
ნილობაზე $\left(\frac{b_{ef}}{l_f} \right)$.

* როდესაც ღუნადობის ზღვარი < 580 მმ (5900 კგ/სმ²), $\tau < 0,5 R_e$ და $\frac{N}{A_n R_y} > 0,1$, სვეტის ღეროს სიმტკიცე მოწმდება (III.24) ფორმულით.

თაროს ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ ფარდობა $\left(\frac{b_{ef}}{t_f}\right)$ არ აღემატება ტ. ნ და პირობებით დადგენილ უდიდეს ფარდობას $\left(\max \frac{b_{ef}}{t_f}\right)$. უკანასკნელი გამოითვლება IV.73 ფორმულით:

$$\text{როდესაც } 0,8 \leq \bar{\lambda}_f \leq 4\text{-ის, } \max \frac{b_{ef}}{t_f} = (0,36 + 0,1 \bar{\lambda}_f) \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \quad (\text{IX } 27)$$

სადაც $\bar{\lambda}_f = \lambda_f \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ — სვეტის პირობითი მოქნილობა;

$$\lambda_f = \frac{l_{ef}}{i} \text{ — სვეტის მოქნილობა;}$$

b_{ef} — თაროს საანგარიშო სიგანე (თაროს ფურცლის გადმოშვება კედლიდან);

$$b_{ef} = \frac{b_f - t_w}{2}.$$

b_f — თაროს ფურცლის სიგანე;

იმ შემთხვევაში, როდესაც სვეტის განივკვეთის შერჩევა ხდება ზღვრული მოქნილობის მიხედვით, ე. ი. მაშინ, როდესაც განივკვეთის მზიდუნარიანობა სრულყოფილად გამოყენებული არ არის (ძაბვები განივკვეთში გაცილებით ნაკლებია საანგარიშო წინალობაზე), ტ. ნ. და პირობებით ნებადართულია უდიდესი ფარდობა $\max \frac{b_{ef}}{t_f}$ გამოთვლილი

(IV.73) ფორმულით გადიდებულ იქნეს $\sqrt{\frac{R_y \varphi_m}{6}}$ -ჯერ, მაგრამ არა უნეტეს 1,25-ჯერ,

სადაც φ_m არის უმცირესი სიდიდე φ და φ_y კოეფიციენტებიდან;

$$\sigma = \frac{N}{A} \text{ — კუმშვის ძაბვა;}$$

N — სვეტის ნორმალური გრძივი ძალა;

A — სვეტის განივკვეთის ფართობი.

სვეტის კედლის ფურცლის მდგრადობა დამოკიდებულია ფოლადის მარკაზე, კედლის მოქნილობაზე $\left(\frac{h_{ef}}{t_w}\right)$ და ფარდობით ექსცენტრისი-

$$\text{ტიტზე } \left(m_x = \frac{M}{N} \frac{A}{W}\right).$$

სვეტის III.40 ფორმულით მომენტის მოქმედების სიბრტყეში საერთო მდგრადობის შემოწმებისას იგულისხმება, რომ ამ ფორმულით გაან-

გარიშების დროს კედლის ფურცლის მდგრადობის კარგვის შესაძლებლობა გამოიციხულია. ამიტომ ტ. ნ. და პირობები მოითხოვს, რომ სვეტის ამ სიბრტყეში გაანგარიშებისას კედლის ფურცლის ზომები ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ კედლის მოქნილობა $\left(\frac{h_{ef}}{t_{\omega}}\right)$ არ აღემატებოდეს IX.3 ცხრილში მოყვანილ უდიდეს მოქნილობას $\left(\max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}}\right)$. ანალოგიურად, (III.46) ფორმულით მომენტის მოქმედების მართობ

ცხრილი IX.3

$\max \frac{h_{ef}}{t}$ -ს მნიშვნელობები

ფარდობითი ექსცენტრისიტეტის მნიშვნელობა	დეროს პირობითი მოქნილობის მნიშვნელობათა მიხედვით, $\frac{h_{ef}}{t}$ -ს უდიდესი შეფარდება:	
	$\bar{\lambda} \leq 0,9$	$\bar{\lambda} > 0,8$
$m \leq 0,3$	$\frac{h_{ef}}{t} = \sqrt{\frac{E}{R_y}}$	$\frac{h_{ef}}{t} = (0,36 + 0,8 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ მაგრამ არა უმეტეს $2,9 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$
$m \geq 1$	$\frac{h_{ef}}{t} = 1,3 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$	$\frac{h_{ef}}{t} = (0,9 + 0,5 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ მაგრამ არა უმეტეს $3,1 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$

შენიშვნა: ფარდობითი ექსცენტრისიტეტის $0,3 < m < 1$ მნიშვნელობებისათვის უდიდესი შეფარდება $\frac{h_{ef}}{t}$ ხაჭირაო განისაზღვროს $m = 0,3$ და $m = 1$ -ის შესაბამის $\frac{h_{ef}}{t}$ მნიშვნელობებს შორის წრფევი ინტერპოლაციით.

სიბრტყეში სვეტის საერთო მდგრადობაზე გაანგარიშებისას, კედლის ფურცლების ზომები ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ სვეტის მზიდუნარობის ამოწურვამდე აღცილი არ ექნეს კედლის ფურცლის მდგრა-

დობის კარგვას. ამ სიბრტყეში კედლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ კედლის მოქნილობა არ აღემატება ტ. ნ. და პირობებით დადგენილ უდიდეს მოქნილობას $\left(\max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}} \right)$ მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში.

კედლის უდიდესი მოქნილობა ძირითადად დამოკიდებულია სვეტის განივკვეთში მოქმედ ძაბვათა განაწილების (ეპიურის) სახეზე და განისაზღვრება $\alpha = \frac{\sigma - \sigma_1}{\sigma}$ კოეფიციენტისა და $\frac{\tau}{\sigma}$ ფარდობის მიხედვით.

ორტესებრივი განივკვეთის მქონე სვეტებისათვის, როდესაც $\alpha \leq \leq 0,5$ -ის, $\max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}}$ განისაზღვრება ისე, როგორც ცენტრალური კუშვის შემთხვევაში:

$$\bar{\lambda} \leq 8\text{-ის}; \max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}} = \sqrt{\frac{E}{R_y}}; \quad (\text{IX.28})$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda} > 8\text{ ის}; \max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}} &= (0,36 + 0,8\bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} \leq \\ &\leq 2,9 \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \end{aligned} \quad (\text{IX.29})$$

მაღაც $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ სვეტის პირობითი მოქნილობაა. როდესაც $\alpha \geq 1$ -ის,

$$\max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha - 1) E}{\sigma(2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\sigma^2})}} \leq 3,8 \sqrt{\frac{E}{R_y}}, \quad (\text{IX.30})$$

სადაც

$$\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\tau}{\sigma}; \quad (\text{IX.31})$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{N}{A} + \frac{M}{W} y_{\alpha}; \\ \sigma_1 &= \frac{N}{F} - \frac{M}{W} (h_{\omega} - y_{\alpha}); \\ \tau &= \frac{Q}{t_{\omega} h_{\omega}}. \end{aligned} \right\} \quad (\text{IX.32})$$

როდესაც $0,5 < \alpha < 1$ -ზე, $\max \frac{h_{ef}}{t_{\omega}}$ განისაზღვრება $\alpha = 0,5$ და $\alpha = 1,0$ -ის შესაბამის $\frac{h_{ef}}{t_{\omega}}$ სიდიდეებს შორის ხაზობრივი ინტერპოლაციით.

მოყვანილ ტოლობებში:

σ — სვეტის კედლის განაპირა ბოქვოში მოქმედი უდიდესი მკუმშავი ძაბვაა;

σ' — σ -ს შიდაპირი მხარის კედლის განაპირა ბოქვოში მოქმედი ძაბვა;

y_a — მანძილია სვეტის განივკვეთის სიმძიმის ცენტრიდან კედლის განაპირა უდიდესად შეკუმშულ ბოქვომდე;

τ — კედლის განივკვეთში მოქმედი მხემა ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა.

სვეტებში, რომელთა განივკვეთის პროფილი განსხვავებულია ორტესებრი პროფილისაგან, ტესებრი პროფილის გამოყლებით, $\max \frac{h_{ef}}{t_w}$ გამოითვლება (IX.28—IX.30) ფორმულებით. მხოლოდ გადამრავლებული 0,75 კოეფიციენტზე.

ტესებრი კვეთის სვეტებისათვის $\max \frac{h_{ef}}{t_w}$ გამოითვლება ტ. ნ. და პირობების (CHHIII-23-81, §7.18) მითითებით მიხედვით.

როდესაც სვეტის განივკვეთის შერჩევა ხდება ზღვრული მოქმედობის მიხედვით, IX.3 ცხრილში მოყვანილი მნიშვნელობები მრავლებულია $\sqrt{\frac{R_{y\sigma}}{\sigma}}$ კოეფიციენტზე და არა უმეტეს $3,2 \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ სიდიდებზე.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კედლის ფურცლის მდგრადობის პირობები $\frac{h_{ef}}{t_w} \leq \max \frac{h_{ef}}{t_w}$ -ზე არ კმაყოფილდება, კედელს აძლიერებენ

გრძივი სიხისტის წიბოებით. ასეთი წიბოები ართულებენ სვეტის კონსტრუქციას (დამზადებას) და მიმართავენ იშვიათად. ამიტომ, როდესაც ადგილი აქვს კედლის მდგრადობის კარკვას და გრძივი წიბოების დაყენება არასასურველია, (III.40) ფორმულებით სვეტის განივკვეთის შერჩევას ახდენენ ისე, თითქოს კედლის არამდგრადი შუა ნაწილი გამორთულია საერთო მუშაობიდან. ასეთ შემთხვევაში საანგარიშო განივკვეთი შედგება მხოლოდ თაროებისა და თაროებთან მიმდებარე კედლის განაპირა ნაწილებსაგან, რომელთა სიგრძე არ აღემატება

$0,85t_w \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ -ს (ნახ. IX. 18). როდესაც ასეთი გზით შერჩეული სვეტის საერთო მდგრადობა უზრუნველყოფილია, მისი კედლის ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმება საჭირო არ არის.

ტ. ნ. და პირობებით, როდესაც $\frac{h_{ef}}{t_w} \geq 2,2 \sqrt{\frac{E}{R}}$, აუცილებელია

განივი სიხისტის წიბოების დაყენება. ასეთი წიბოები მკვეთრად ზრდის განივკვეთის სიხისტეს და უზრუნველყოფს სვეტის მდგრადობას სვეტის გრების შემთხვევაში. სიხისტის წიბოებს შორის მანძილი არ უნდა აღე-
 ატებოდეს $(2,5-3)h_{ef}$ -ს და არ უნდა იქნეს 2-ზე ნაკლები თითოეულ
 გასაგზავნ სამონტაჟო ერთეულზე.

რეკომენდებულია სვეტის კედლის სისქე იქნეს არანაკლები
 8 მმ-ს, ხოლო სვეტის ზღვრული მოქნილობა—მეტი 120-სა.

გ) გისოსურკედლიანი სვეტების გაანგარიშება
 (ნახ. IX.17, ბ)

მთლიანკედლიანი სვეტის ანალოგიურად, თუ გისოსურკედლიანი
 სვეტი ცვლადკვეთიანია, სვეტის ქვედა და ზედა ნაწილებს ანგარიშობენ
 ცალ-ცალკე. თითოეული ნაწილის გაანგარიშება ტარდება ისე, როგორც
 მუდმივკვეთიანი გისოსური სვეტებისა. გაანგარიშება ხდება შემდეგი
 თანამიმდევრობით: ნიშნავენ სვეტის განივკვეთის ერთ-ერთ ტიპს (ნახ.
 IX.18 დ, ე, ვ) და საზღვრავენ სვეტის ღეროს ელემენტებში მოქმედ
 ძალებს. ამის შემდეგ, ჯერ ამოწმებენ სვეტის ღეროს ცალკეული შტოე-
 ბის მზიდუნარიანობას სიმტკიცეზე და მდგრადობაზე, ხოლო შემ-
 დგე—ღეროს მზიდუნარიანობას მთლიანად. სვეტის ღეროს ელემენტებში
 ძალების განსაზღვრა წარმოებს ისე, როგორც პარალელურსარტყლე-
 ბიან წამწეებში. მაგალითად, გისოსურკვეთიან სვეტებში სამომენტო
 წერტილთა მეთოდის საფუძველზე, სვეტების შტოებში მოქმედი ძალები
 ტოლია: ასიმეტრიული განივკვეთის შარცხენა შტოში (ნახ. IX, 22, ა)

$$N_{გარბ} = N \frac{h_0 - z_0}{b_0} - \frac{M}{b_0}. \quad (IX.33)$$

მარჯვენა შტოში

$$N_{გარბ} = N \frac{z_0}{b_0} + \frac{M}{b_0}. \quad (IX.34)$$

თუ განივკვეთი სიმეტრიულია, $z_0 = \frac{b_0}{2}$ და შესაბამისად

$$N_{გარბ} = \frac{N}{2} - \frac{M}{b_0}; \quad (IX.35)$$

$$N_{გარბ} = \frac{N}{2} + \frac{M}{b_0}, \quad (IX.36)$$

სადაც b_0 არის შტოების ღერძებს შორის მანძილი;

z_0 — მანძილი განივკვეთის სიმძიმის ცენტრიდან გარე შტოს
 ღერძამდე.

სვეტების ირიბანებში მოქმედი ძალეა განისაზღვრება კვანძთა ამო-
კვეთის მ. თოლით.

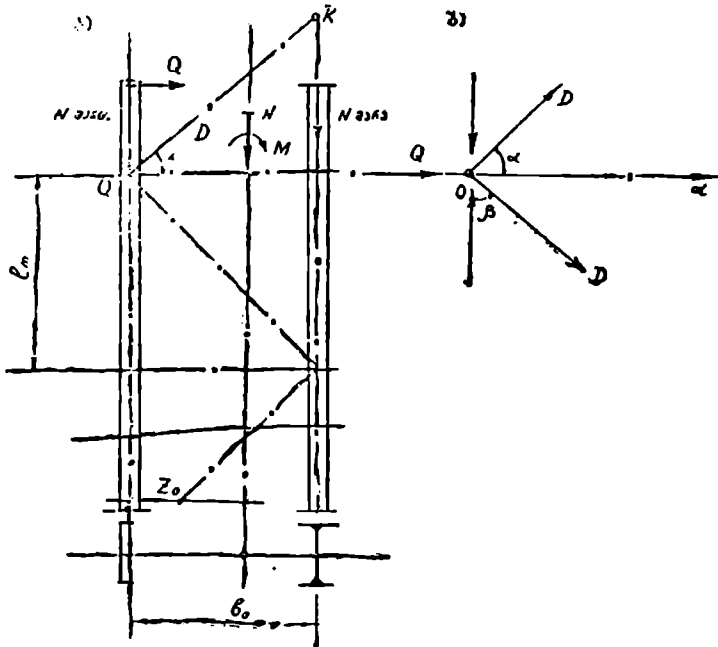
ირიბანიანი სისტემის ღეროში (ნახ. IX.22, ბ)*

$$D = \pm \frac{Q}{\cos \alpha} = \pm \frac{Q}{\sin \beta}; \quad (\text{IX.37})$$

$$\beta = 90 - \alpha,$$

სადაც Q განივი ძალაა და აიღება უდიდესი ფაქტიური და პირობითი
განივი ძალების მნიშვნელობებიდან. სვეტის ღეროში მოქმედი ფაქტიუ-
რი განივი ძალა Q განისაზღვრება სიამქროს განივი ჩაოჩოს გაანგარი-
შების დროს. პირობითი-ფაქტიური განივი ძალის სიდიდე გამოითვლე-
ბა (V1.90) ფორმულით (§ IV.5, 2)

$$Q_{\text{ჩ.ე.}} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot A \cdot E \beta \left(2330 \frac{R_V}{E} - 1 \right).$$



ნახ. IX.22. ა, ბ — გოსოტრეკუიანი ღეროს გაანგარიშებისათვის.

* ქვარცინა ხე ტუმს გოსოტის ირიბანაში ძალა გამოითვლება (IX.37) ფორმულით
შლოლდ ხნიშენელში რაბატებით იქეტაბე 2.

სვეტის ლეროს ელემენტებში ძალების განსაზღვრის შემდეგ მათი მზიდუნარიანობის შემოწმება ან განიკვეთის შერჩევა ხდება VI.76—77 და VI.46 ფორმულებით:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_{y\gamma c}, \quad \sigma = \frac{N}{\varphi_x A_n} \leq R_{y\gamma c}, \quad \sigma = \frac{N}{\epsilon \varphi_y A_n} \leq R_{y\gamma c}.$$

ამ ფორმულებით გაანგარიშებისას, სვეტის ცალკეული შტოების საანგარიშო სიგრძედ განივი ჩარჩოს სიბრტყეში (l_{efx}) იღება ლეროს გისოსების კვანძებს შორის მანძილი ($l_{efx} = l_m$, ნახ. IX.22, ა), ხოლო მომენტის ნოქმედების მართობ სიბრტყეში გაანგარიშების დროს:

სვეტის ქვედა ნაწილისათვის—მანძილი სვეტის ბაზიდან ამწისქვეშა კოქის ქვედა სარტყლაძდე (ნახ. IX.17, ბ)

$$l_{efy} = h_1.$$

სვეტის ზედა ნაწილისათვის—მანძილი სამუხრუტო კოქიდან რიგელის ქვედა სარტყლის დონეზე განლაგებულ გამზარჯენამდე (ან თუ ნივნიკეში წაწე დგას, მის ქვედა სარტყლაძდე) $l_{efy} = h_2$ (ნახ. IX.17, ბ).

სვეტის ცალკეული ელემენტების (შტოების, გისოსების) განიკვეთის შერჩევის შემდეგ, მისი მზიდუნარიანობის შემოწმება, როგორც ერთი მთლიანი ელემენტისა, წარმოებს (III.40) და (III.46) ფორმულებით. ამ ფორმულებით სარგებლობისას ფარდობითი ექსცენტრისიტეტის

$$\left(m = \frac{M_x}{N} \frac{F}{IV} \right) \text{ და პირობითი დაყვანილი მოქნილობის } \left(\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{\frac{h_y}{E}} \right) \text{ მიხედვით, კოეფიციენტი } \varphi_e \text{ განისაზღვრება I დანართის}$$

14 ცხრილით, ხოლო კოეფიციენტი ϵ —III.47—49 ფორმულებით.

შტოების თამასებით შერთებისას, დაყვანილი მოქნილობა (λ_{ef}) გამოითვლება VI.81 ფორმულებით, ან შტოების გისოსებით შერთების დროს—VI.82 ფორმულით.

ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტის ზღვრული მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს 120-ს.

დ) განცალკევებული ტიპის სვეტების გაანგარიშება

როგორც აღნიშნული იყო, ასეთი ტიპის სვეტები შედგება 2 შტოსაგან (ნახ. IX.22). უმეტეს შემთხვევაში, გარე შტო წარმოადგენს სამი ფურკლისაგან შემდგარ ორტესებრი პროფილის შედუღებულ ელემენტს. შიგა (ამწისქვეშა) შტო—გაგლინულ ორტესებრ ლეროს (ნახ. IX.20, ა)

განიე ჩარჩოზე მოქმედი დატვირთვები, ხიდური ამწის შვეული

დატვირთვების გამოკლებით, გადაეცემა სვეტის გარე შტოს. ამ დატვირთვების ზეგავლენით, გარე შტოში მოქმედებენ M და N ძალები (ნახ. IX 20, ბ).

ამწის შვეული დატვირთვები, ამწისქვეშა კოჭის უდიდესი რეაქციების სახით ($\max D$), გადაეცემა სვეტის შიგა შტოს.

შტოების გაანგარიშება წარმოებს ცალ-ცალკე.

M და N -ის ზეწოქმედებით, გარე შტო მუშაობს ექსცენტრულ კუმშვაზე, ამიტომ მისი გაანგარიშება ანალოგიურია ზეწოთ ძიუყანილი მუდმივკუთხის სვეტების გაანგარიშებისა (§ IX.3, ბ).

$\max D$ ს ზეწოქმედებით ამწისქვეშა შტო მუშაობს ცენტრალურ კუმშვაზე. შტოს მდგრადობა მოწმდება როგორც ჩარჩოს, ისე მის მართობ სიბრტყეში.

შემოწმება ხდება (VI.76) ფორმულით:

ჩარჩოს სიბრტყეში

$$\sigma = \frac{\max D}{\varphi_{y-1}} \leq R_y \gamma_c; \quad (\text{IX.38})$$

ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში

$$\sigma = \frac{\max D}{\varphi_{x-1}} \leq R_y \gamma_c; \quad (\text{IX.39})$$

სადაც φ_y და φ_x გრძივი ღუნვია კოეფიციენტი. მათი მნიშვნელობა λ_y და λ_x მოქნილობის ძიხვლით აიღება I დანართის 12 ცხრილიდან:

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}; \quad \lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x}. \quad (\text{IX.40})$$

აქ i_y და i_x შტოს განივკუთხის ინერციის რადიუსებია $y-y$ და $x-x$ ღერძების მიმართ (ნახ. IX.20, ა).

l_{efy} — საანგარიშო სიგრძე ჩარჩოს სიბრტყეში. იგი ტოლია შტოების შედარებულ ფირფრტებს შორის მანძილისა (ნახ. IX.21, ბ).

$$l_{efy} = l_m; \quad (\text{IX.41})$$

l_{efx} — საანგარიშო სიგრძეა ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში. ამ სიბრტყეში გაანგარიშებისას, ამწისქვეშა შტო განიხილება როგორც ქვედა ბოლოთი ხისტად, ზედა ბოლოთი სასწონენად დამაგრებული ელემენტი. ასეთი საანგარიშო სქემისათვის

$$l_{efx} = 0,7 h_1. \quad (\text{IX.42})$$

h_1 — შიგა შტოს გეომეტრიული სიგრძეა.

ამწისქვეშა შტოს ოპტიმალური განივკუთხის მისაღებად ფირფრ-

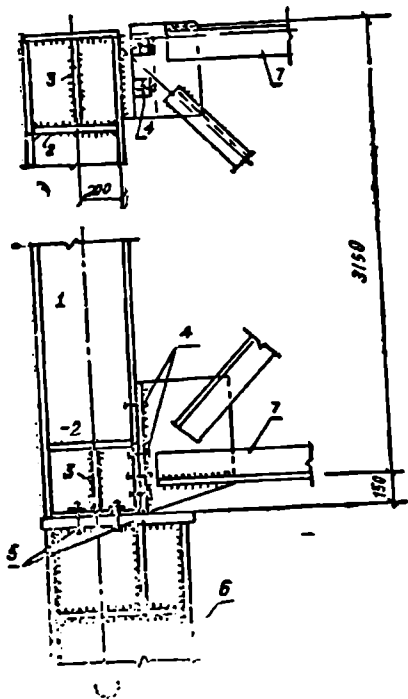
ტებს შორის ზანძილს (l_m) ნიშნავენ ისე, რომ ღეროს სიხისტე $y-y$ და $x-x$ ღერძების ბ. შ.ით იყოს ტოლი ($\lambda_y = \lambda_x$) (ნახ. IX.20).
 ღერო ტოლს.ბ.ს.ტანია, თუ

$$l_m = \frac{i_y}{i_x} \cdot h_1.$$

§ IX.7. სვეტის კვანძები

1. ჩაკელების სვეტებთან შეერთების კვანძები

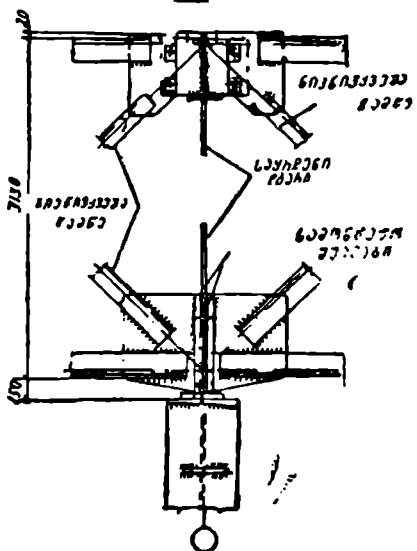
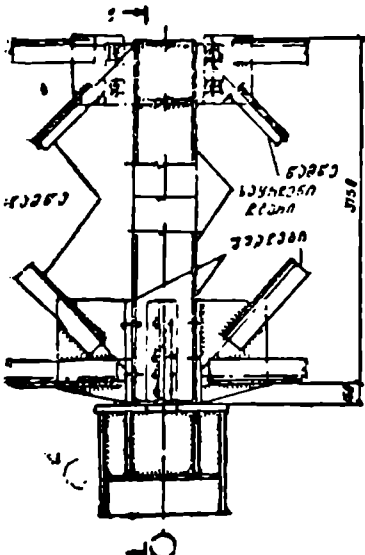
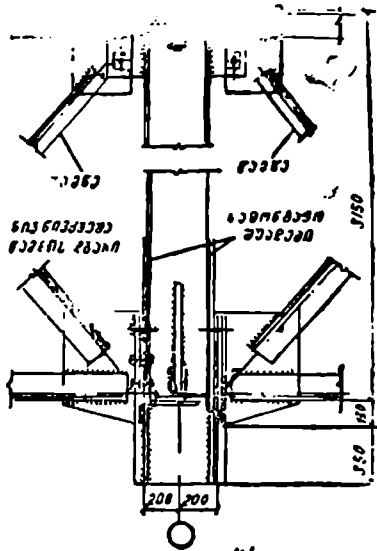
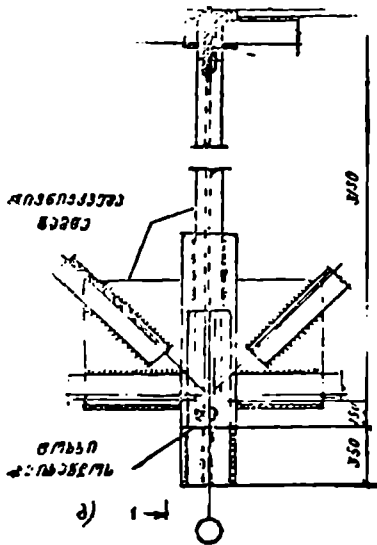
სამწვეწვლუ შრეების განივი ჩარჩოების რიგელებისა და სვეტების შეერთებ ნაკონსტრუქცია გევმარდება სახსროვანი ან ხისტი. ასეთი სახის შეერთებები ხორციელდება რიგელის სვეტის სათავეებზე უშუალო



დაყრდნობით ან მილტუჩების საშუალებით სვეტის თარი სთან შეერთებით. პირველი ტიპის შეერთება, როგორც წესი, გევმარდება რიგელების (წამწვეების), ჩკინაბეტონის ან ფოლადის სვეტებზე სახსროვნად დაყრდნობის დროს; მეორე ტიპის კონსტრუქცია—რიგელების სვეტებთან ხისტად ან სახსროვნად შეერთების შემთხვევაში.

რიგელების სვეტებზე სახსროვნად დაყრდნობის კონსტრუქცია და გაანგარიშება მოყვანილია § VII.6 ში (ნახ. VII. 20). IX. 23 ნახაზე ნაჩვენებია ტიპური გისოსურკედლიანი რიგელების (წამწვეების) სვეტებზე დაყრდნობის უნივერსალური კონსტრუქცია. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, შეერთება ხორციელდება ორტყეობრივ პროფილის საყრდენი ღვარის (1) გამოყენებით. რიგელის ზედა და ქვედა საყრდენი კვანძები სპონტანო კონკრეტით (4) უწყალოდ უერთდება საყრდენ ღვარს, ხოლო ეს უკანასკნელი

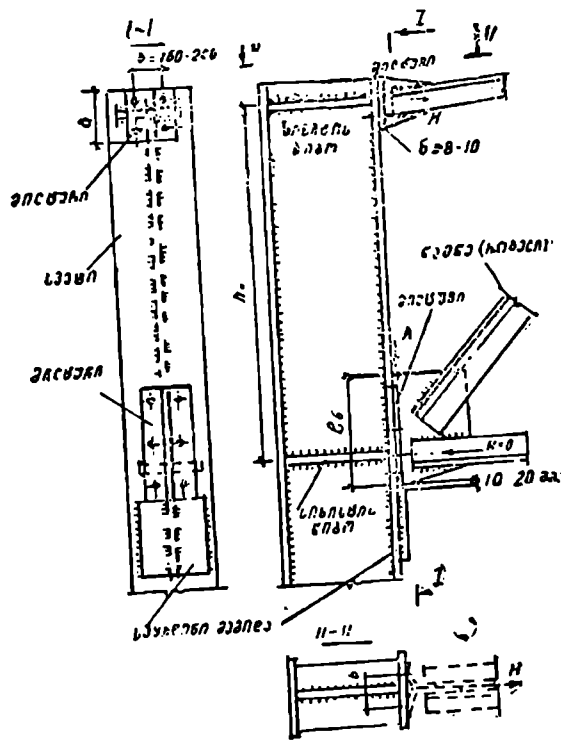
ნახ. IX 23. ტიპური წამწვის სვეტზე დაყრდნობის კონსტრუქცია: 1—საყრდენი ღვარი; 2,3—სახსრის ნიშნები; 4—სპონტანო კონკრეტით; 5—საყრდენი კონკრეტით; 6—სვეტი; 7—წვეტი.



ნახ. IX.24. ტიპური წამწვების სვეტებში დაერღობის კონსტრუქციები:
 ა-საბრუნავი ჯირკმელი წაწმენის დაერღობის კონსტრუქცია;
 ბ-საბრუნავი ჯირკმელი სვეტებში დაერღობის კონსტრუქცია.

საანკერო კ. ნჭიკებით (5)—სვეტებს. რიგელის სარტყლებთან შიერთების ადგილებში საყრდენი ღვარაჟი ძლიერდება ფუტკლოვანი სისისტის წიბოებით (2, 3) (ნახ. IX 23).

ასეთი ტიპის შვერთების უპირატესობაა მისი უნივერსალობა. ასე, მაგალითად, უნივერსალური ტიპის კონსტრუქციით შეიძლება განხორციელდეს როგორც რიგელების სვეტებზე (ნახ. IX.23), ისე ნივნიკეზე წაიწეებზე დაყრდნობის (ნახ. IX.24, ა) ან ნივნიკეზე წაიწეების სვეტებზე დაყრდნობის კონსტრუქციები (ნახ. IX.24. ბ). ჩარჩოს რიგელები-სა და სვეტების ურთიერთშვერთების ძირითადი სახეა—შვერთება სვეტისა წამწის სარტყლებთან საყრდენი მაგილითა და მილტუჩების საშუალებით (ნახ. VII.22. IX.25). ასეთი ტიპის შვერთების დადებითი ხასიათია: კონსტრუქციისა და მონტაჟის სიმატივე, იერთება შეიძლება განხორციელდეს როგორც ხისტად, ისე სახსოვნად.



ნახ. IX 25. რიგელის სვეტთან სახსოვნად შიერთების კონსტრუქცია.

საყრდენი მილტუჩების საშუალებით რიგელის სვეტებთან ხისტად შეერთების კონსტრუქცია და გააზვარიშება ანალოგიურია ნსუბუქი წამწების სვეტებთან ხისტად შეერთების კონსტრუქციისა და ღეტალურად აღწერილია §VII.6-ში.

რიგელების სვეტებთან მილტუჩებით სახსროვნად შეერთების კონსტრუქცია მსგავსია ხისტად შეერთების კონსტრუქციისა (ნახ. IX.25). განსხვავებაა მხოლოდ საყრდენი მილტუჩების ფურცლის სისქეში და მათი სვეტთან შემაერთებელი კანქიკების განლაგებაში. როდესაც რიგელის ზედა კვანძის მილტუჩის სისქე $t = 8 - 10$ მმ-ია და მის ბისამაგრებლად საჭირო კანქიკების რიგებს შორის მანძილი $b = 160 - 200$ მმ-ს, მილტუჩი იმდენად მოქნილია, რომ იგი ადვილად იღუნება და შეერთება ქვედა კვანძის მიმართ განიცდის მობრუნებას (ნახ. IX.25, კრილი II-11). შედეგად რიგელისა და სვეტის შემაერთებელი კვანძი მუშაობს ისე, როგორც სახსარი. სახსროვანი შეერთებას დროს რიგელის ქვედა კვანძის მილტუჩისა და საკვანძო ფურცლის შემაერთებელი შედუღების წაყრის სიგომე გამოითვლება (IV.6-7) ფორმულებით (ნახ. IX.25 და VI.22, დ).

$$l_a'' = \frac{A}{2\beta k_f \gamma \omega R \omega' \gamma c}; \quad l_a' = \frac{A}{2\beta k_f \gamma \omega z R \omega' \gamma c}.$$

l_a'' და l_a' -დან აიღება უდიდესი ($\max l_a$).

A —რიგელის საყრდენი რეაქციაა.

2. ამწისქვეშა კოქების ხვეთებზე დაყრდნობის კვანძები

მუდმივევითიან სვეტებში ამწისქვეშა კოქები ეყრდნობა სპეციალურ კონსოლებს (ნახ. IX.26).

მთლიანკედლიანი სვეტების კონსოლები წარმოადგენენ ორტესებრივ პროფილის სამი ფოლადის ფურცლისაგან შემდგარ ელემენტებს (ნახ. IX.26, ა, ბ). გისოსურკედლიან სვეტებში—შტოებზე მიღუღებულ ორ შეელერს (ნახ. IX.26, გ).

ამწისქვეშა კონსოლის გაანგარიშება ხდება მის ჩამაგრების სიბრტყეებში მოქმედ მომენტზე და განივ ძალაზე (ნახ. IX.27).

$$\begin{aligned} \max M &= \max D \cdot l_1; \\ \max Q &= \max D, \end{aligned} \quad (\text{IX.43})$$

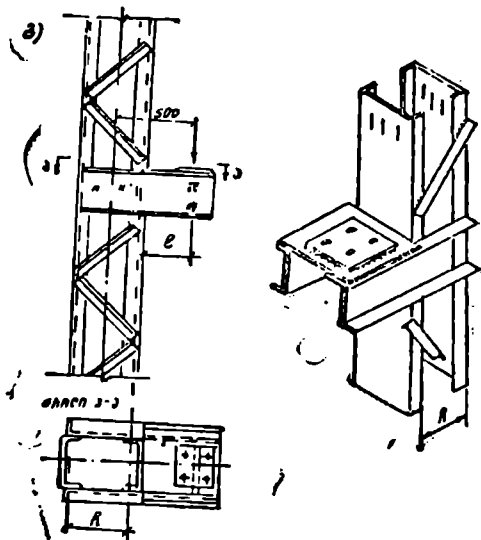
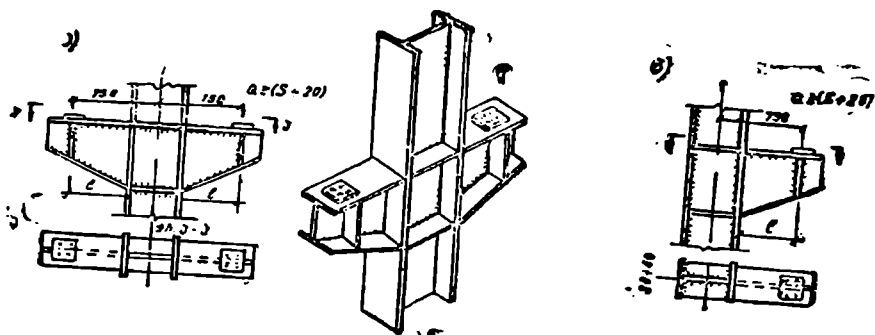
სადაც $\max D$ ამწისქვეშა კოქის უდიდესი საყრდენი რეაქციაა;

l_1 — მანძალი D ძალიდან კონსოლის ჩამაგრების სიბრტყემდე (ნახ. IX.27, ა, ბ).

მთლიანკედლიანი საყრდენი კონსოლის გაანგარიშება ხდება შედგენილი შედუღებული კოქების ანალოგიურად (§VI.3).

გაანგარიშებას იწყებენ (VI.17), (VI.20), (VI.22), (VI.23) ფორმულებით, კონსოლის შემაღლებელი ელემენტების ძირითადი ზომების დანაშენით, რის შემდეგ (III.16—17) ფორმულებით ამოწმებენ მის მზიდუნარიანობას (ნ.ბ. IV.27, ბ), ხოლო (VI.97) ფორმულით—კონსოლის სვეტთან შედარებითელი ნაკერების სიმტკიცეს (ნახ. IX 27 ბ).

გისოსურკედლიანი სვეტების კონსოლების გაანგარიშება ხდება



ნახ. IX.26. აშუბიქვეშა კონსოლები

ა—შუბი რიგის ზღირანკედლიანი სვეტის კონსოლები; ბ—ნაპირა რიგის ზღირანკედლიანი სვეტის კონსოლი; გ—გისოსურკედლიანი სვეტის კონსოლი.

შემდეგი თანამიმდევრობით: (VI.1) ფორმულით ანგარიშობენ საჭირო წინაღობის მომენტს. $W_{\text{ს.გ.}}$ -ს მიხედვით სორტამენტის ცხრილიდან იღებენ ბეჭდურების შესაბამის ნომერს.

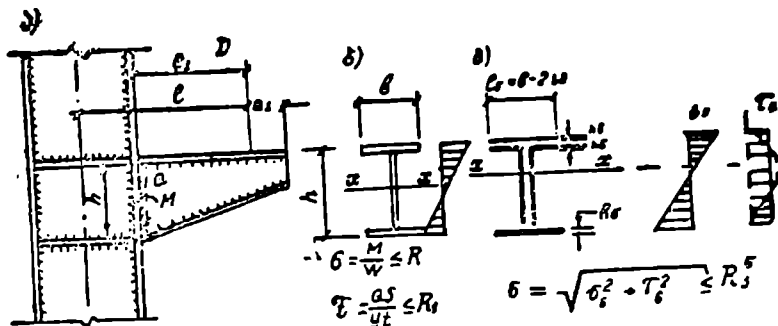
შედულების ნაქერების სიმკვრივე, რომლითაც შევლერები ედულება სვეტების შტოებს, მოწმდება ნაქერებში მოქცედი N' და N ძალების მიხედვით (ნახ. IX.26 გ):

$$N = \max D \frac{h + l_1}{h};$$

$$N' = \max D \frac{l_1}{h}. \quad (\text{IX-44})$$

ცვლადკვეთიან სვეტებს ამწისქვეშა კოჭები უყრდნობა განივკვეთის ცვლილების ადგილას (ნახ. IX.23 ÷ 30). ამავე ადგილზე ეწეობა სვეტების საქარხნო და სამონტაჟო პირაპირებიც.

IX.28 ა, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია მთლიანკედლიანი სვეტების საქარხ-

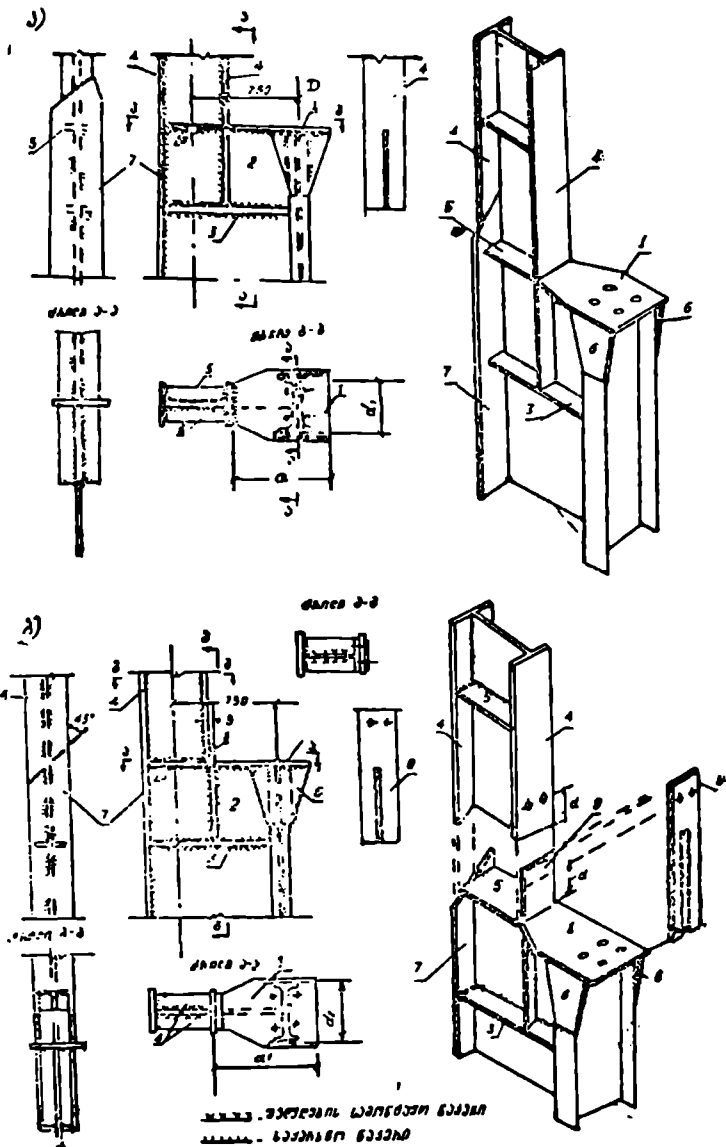


ნახ. IX 27. ა, ბ, გ—ამწისქვეშა კონსოლის განვარისებისათვის.

ნო და სამონტაჟო პირაპირები. ხოლო IX 30 ნახაზზე—გისოსურკედლიანი სვეტების პირაპირები. მიკროოდენი სახეცვლილებით არსებობს პირაპირების სხვა ვარიანტებიც*.

IX 28, ა ნახაზზე ნაჩვენებ ვარიანტში განაპირა რიგის მთლიანკედლიანი სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების საიმედოდ შეერთების მიზნით, ზედა ნაწილის შიგა სარტყლი ჩაჭრილია და ჩამოკმულია სვეტის ქვედა ნაწილის კედელზე (ნახ. IX.28 ა.ზე დეტალი 4). სვეტის გარე სარტყლები ერთმანეთთან ერთდება ირიბი შედულების ნაქერით, ხოლო კედლის ფურცლები ედულება შუესაღებ თარაზულ (5) ფურცელს. უკანასკნელი ერთგვარულად ასრულებს განივი სიხისტის წიხის დანიშნულებასაც. ასეთი წიბოთი (3) ძლიერდება სვეტის ქვედა ნაწილის კედელიც (ნახ. IX.28 ა, დეტალი 3).

* იხილეთ სახელმძღვანელო [2, 3, 5].



ნახ. IX.28. ცვლადვერთაინ მთლიანელლიანი სვეტის იმწისზელა და იწწისქევეში ნაწილ-ბ-ს შვერთების კონსტრუქცია:

- 1-სიქარნო პირაპირი; 2-სამონტ ეო პირაპირი; 1- თარაზული საყარდნი შურ-
 ელი; 2-სვეტ ს იმწისქევეში ნაწილის კელელი; 3 5-განივი სიხიტის წიბოები;
 4-ვერთა ზელა ნაწილის სარტელი; 6-თამ-სები; 7-სვეტსქევეში ნაწილის
 სარტელი; 8-სამონტ-ეო შვერთი ფურტელი; 9-სამონტიეო კანკიები;

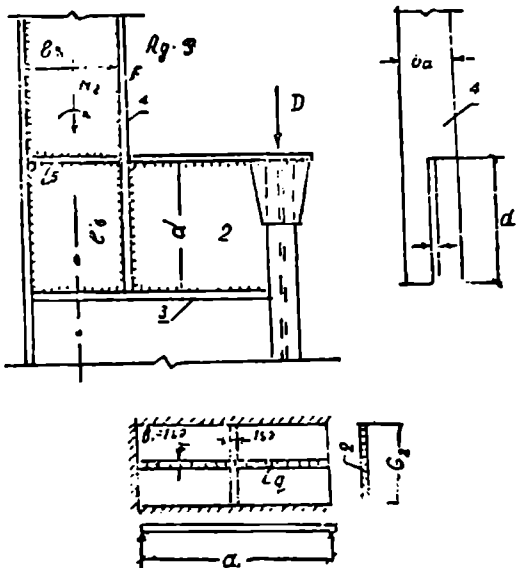
ამწისქვეშა კოქის დასაყრდნობად სვეტის ამწისქვეშა შტო გადახურულია თარაზული საყრდენი ფურცლით (1). \max ს განშლილად გადაცემის მოხნით, ამწისქვეშა შტოების ელულება ტრავერსის ფურცლები (6) ხოლო ამ უკაასკნელს — საყრდენი ფურცელი (1).

როდესაც სვეტის ზომები ელემენტება გადასახიდი ტრანსპორტის ვაბარტულ ზომებს. სვეტის ამწისხედა და ამწისქვეშა ნაწილები მზადდება ცალკეული სამონტაჟო ერთეულის სახით. მძებლობის ადგილზე ტრანსპორტირების შემდეგ, ისინი ერთმანეთთან ერთდებათ სამონტაჟო პირაპირებას საშუალებით (ნახ. IX.28, ბ). სამონტაჟო პირაპირების კონსტრუქცია თითქმის ანალოგიურია საქაახნო პირაპირების კონსტრუქციისა.

საქარხნო პირაპირის სავან განსხვავებით, აქ სვეტის ამწისხედა ნაწილის სარტყლები და კედელი წყდება ერთ სიბრტყეში. სვეტის ქვედა ნაწილზე წინასწარ მიღლებულია სამონტაჟო შეეული (8) და თარაზული შუასადები ფურცლები (5) (ნახ. IX.28, ბ). აქრედის პროცესში, სვეტის ზედა სამონტაჟო ბლოკი მკიდროდ ებჯინება სვეტის ქვედა ნაწილის შუასადებს (5) და შეეულ სამონტაჟო ფურცლებს.

მათი სამონტაჟო კანკიეებით საპროექტო მდგომარეობაში დამაგრების შემდეგ, იგი ელულება სვეტის ქვედა ჩაწრს. არსებობს სამონტაჟო პირაპირების სხვა ვარიანტები*. ანალოგიურად გვეხარდება შუა რიგის მთლიანკელლიანი სვეტების პირაპირებიც*.

ცვლადკვეთიანი სვეტის საქარხნო და სამონტაჟო პირაპირების გაანგარიშება ვრთმანეთის ანალოგიურია. გაანგარიშებას იწყებენ თარაზული საყრდენი ფურცლის განივკვეთის ზერჩევით. ამწისქვეშა კოქის საყრდენი რეაქციის ზეგავლენით საყრდენი ფურცელი მეშაობს ისე, როგორც სამი გვერდით დაყრდნობილი ფილა (ნახ. IX.29, ბ). ფულამი



ნახ. IX.27. ნოლიანკელლიანი სვეტის პირაპირის გაანგარიშებისთვის.

* ხალეო სახელმძღვანელო [2. 3. 5].

მოქმედი მღუნავი მომენტის მნიშვნელობა მარტივად ისახლება აკად. ვალიორკინის ფორმულით (VI.106)

$$\max M = a_2 q l_2, \quad (IX.45)$$

სადაც a_2 — საყრდენი ფურცლის თავისუფალი გვერდის სიგრძეა (ნახ. IX.29, ბ);

a_2 — კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა $\frac{a_1}{a_2}$ ფარდობის მიხედ-

ვით აიღება VI.3 ცხრილიდან;

q — დაზვიოთვის ინტენსიურობა 1 სმ სიგანის ფურცლის ზოლზე ($b_1 = 1$ სმ) (ნახ. IX. 29, ბ).

$$q = \frac{\max I}{a_1 a_2} b_1. \quad (IX.46)$$

$\max D$ — ამწისქვეშა კოის უდაღესი საყრდენი რეაქცია;

$\max M$ -ის განაახტერას შემდეგ საყრდენი ფურცლია სისქე განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{ფ}} = \sqrt{\frac{6 \max M}{\gamma_c R_{\text{ფ}}}}. \quad (IX.47)$$

სვეტის ამწისზედა ნაწილის შიგა სარტყელი ან სამონტაჟო შეეუ-
ლი ფურცელი (სამონტაჟო პირაპირებში) სკეტის ქვედა კედელს ედუ-
ლება ოთხი შედეგების დაკვირვება (ნახ. IX.27. ა-ბ, დეტალი 4). ნაქერის
საქირო სიგრძე (IV. 6—7)

$$l_{\omega}' = \frac{F}{4 \mu \epsilon k \gamma_{\omega} R_{\omega} l \gamma_c}; \quad l_{\omega}'' = \frac{F}{4 \mu \epsilon k \gamma_{\omega} z R_{\omega} z \gamma_c}. \quad (IX.48)$$

l_{ω}' და l_{ω}'' -დან იღება უდიდესი ($\max l_{\omega}$),

სადაც F — სვეტის ზედა ნაწილის შიგა სარტყლის განიკვეთში მოქმედი უდიდესი ნორძალური ძალაა.

$$F = A_{\sigma} \cdot R_{\text{ფ}}, \quad (IX.49)$$

ან გამოითვლება ფორმულით

$$F = \frac{N_{\sigma}}{2} \pm \frac{M_{\sigma}}{b_{\sigma}}. \quad (IX.50)$$

N_{σ} , M_{σ} — სვეტის ზედა ნაწილში მოქმედი უდიდესი ნორძალური ძალა და მღუნავი მომენტა (ნახ. IX 29, ა).

b_{σ} — ამწისზედა ნაწილის განიკვეთის სიგანე.

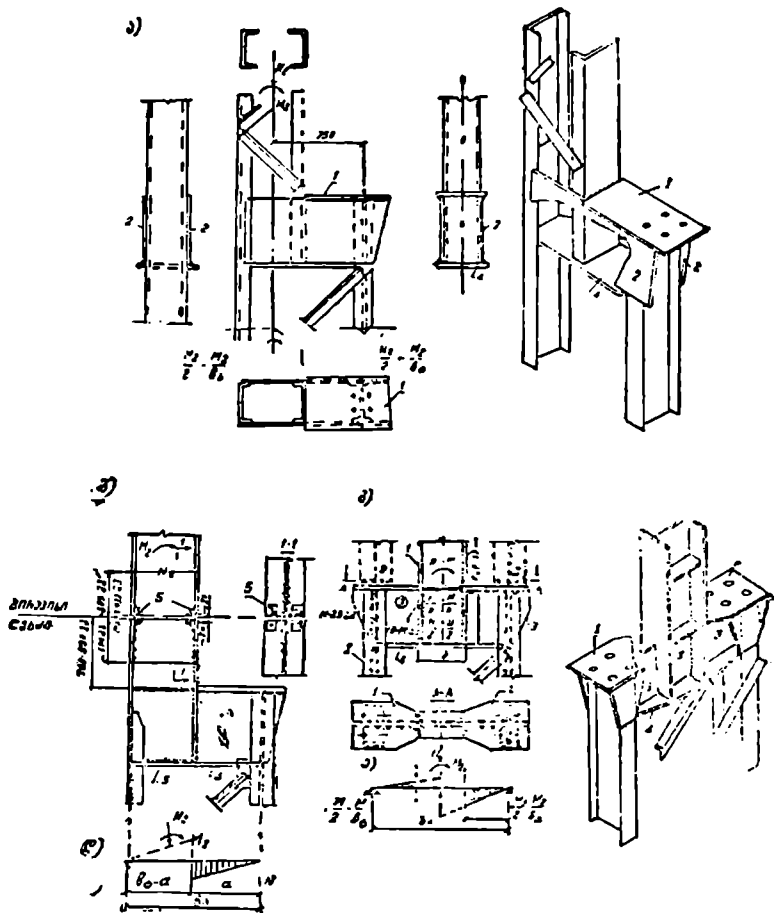
სამონტაჟო ფურცლის ან სკეტის ზედა ნაწილის თაროს ნაქერის სიგრძე იღება შედეგების ნაქერის $\max l_{\omega}$ -ის მიხედვით

$$d = \max l_{\omega} + 1 \text{ სმ}. \quad (IX.51)$$

სამონტაჟო ქანკიების რიცხვი, რომლითაც სამონტაჟო შვეული ფურცელი უერთდება სვეტის ზედა ნაწილის თაროს, იანგარიშება (V.4) ფორმულით

$$n = \frac{F}{\gamma_c \Delta_{min}}, \quad (IX.52)$$

სადაც N_{min} — ქანკიის უწყირესი მზიდუნარ-იანობა კრის ან თვლის პირობით და გამოითვლება (V.1—3) ტოლობებით. IX.30 ა ნახაზე ნა-



ნახ. IX.30. ევლიკეტიანი გოსოსურედლიანი სვეტების ანწრზღა და ანწსკეემა ნაწილების შეერთების კონსტრუქცია:
 ა — გოსოსურედლიანი სვეტების შენობევაწი; ბ, გ — როდესაც სვეტის ზედა ნაწილი სთლიაკეღლაბიას; დ, ე — ტრავერსის საანგარიშო სქემა.

ჩვენებია ცვლადვეთიანი გისოსურკედლიანი სვეტის პირაპირი. IX 30 ბ, გ-ზე კი მოტანილია განაპირა და შუა რიგის სვეტების პირაპირები, როდესაც სვეტის ზედა ნაწილი მთლიანკედლიანია, ქვედა ნაწილი კი — გისოსური.

პირველ შემთხვევაში შეერთება ხორციელდება ორი ტრავერსის ფურცლით (2) (ნ.ხ. IX 30, ა), მეორე შემთხვევაში — ერთი ტრავერსის ფურცლის გამოყენებით (3) (ნახ. IX.30, ბ, გ) ორივე შემთხვევაში ტრავერსის შვეული ფურცლები გაძლიერებულია ქვედა თარაზული ფოლადის ფურცლებით (4). შვეულისა და თარაზული ფურცლების ერთობლივი მუშაობის შედეგად ტრავერსი მუშაობს ისე, როგორც ორტესებრივ ან ტესებრივ* პროფილის შედგენილი კოქი, დატვირთული სვეტის ზედა ნაწილის განივკვეთში მოქმედი ნორმალური ძალით N_2 და ბლუნავი მომენტით (M_2) (ნახ 30, ა, ბ).

IX.30 ა, დ, ე ნახაზზე ნაჩვენებია სქემის მიხედვით, ტრავერსის განივკვეთში მოქმედი საანგარიშო განივი ძალა და ბლუნავი მომენტი გამოითვლება ტოლობებით:

$$Q_{\delta} = -\frac{N_2}{2} + \frac{M_2}{b_{\delta}}; \quad (IX.53)$$

$$M_{\delta} = \left(\frac{N_2}{2} + \frac{M_2}{b_{\delta}} \right) a, \quad (IX.54)$$

სადაც a არის მანძილი სვეტის ამწისქვეშა შტოს ლერძიდან ამწისზედა სვეტის სარტყლამდე;

b_{δ} — სვეტის შტოების ლერძებს შორის მანძილი.

M_{δ} , Q_{δ} ს განსაზღვრის შემდეგ ტრავერსის სიმტკიცე მოწმდება ფორმულებით:

$$\sigma = \frac{M_{\delta}}{W_{\delta}} \leq R_v \gamma_c; \quad (IX.55)$$

$$\tau = \frac{Q_{\delta}}{I_{\delta} h_{\delta}} \leq R_s \gamma_c. \quad (IX.56)$$

W_{δ} არის ტრავერსის განივკვეთის წინაღობის მომენტი;

I_{δ} — ტრავერსის შვეული ფურცლის სისქე;

h_{δ} — ტრავერსის სიმაღლე აიღება სვეტის ქვედა ნაწილის სიგანის 0.5-დან, h_1 ($h_1 = 0.3 h_2$).

გისოსურკედლიანი სვეტის ამწისქვეშა კოქის საყრდენი ფილის განივკვეთის შერჩევა ძირითადად წარმოებს ისე, როგორც მთლიანკედლიანი სვეტების შემთხვევაში.

* როდესაც ამწისქვეშა კოქის საყრდენი ფურცელი ტრავერსის ელემენტებში არ შედის.

როდესაც სვეტის ამწისზედა ნაწილი მთლიანკედლიანია, მისი ქვედა ნაწილთან მტკიცედ შეერთების მიზნით, სვეტის ზედა ნაწილის სარტყლები ჩაჭრილია და მკოდროდ ჩასმულია სვეტის ამწისქვეშა ნაწილის კედლის ფურცელში. ჩაჭრის სიმაღლე და ოთხი შეშაერთებელი ნაკერის სიგრძე იხაზლება IX.56 და IX.53 ფორმულებით.

§IX 8. მძაცუნებრულ კუთხვავაჲ მოკუთხავაჲ სვეტის გაზის კონსტრუქცია და გაანგარიშება

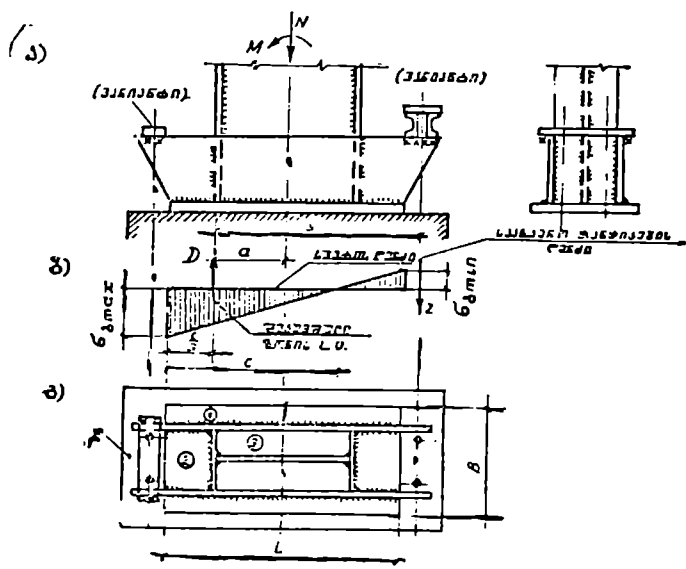
იმას შევევ, როდესაც შერჩეული იქნება სვეტის ღეროს განივივეთი, წარმოებს მისი ბაზის ვაანგარიშება და კონსტრუირება.

IX.31 ნახაზზე ნაჩვენებია ცვლადკვეთიანი მთლიანკედლიანი სვეტის ბაზის კონსტრუქცია.

IX.32 და IX.33 ნახაზებზე მოცემულია ცვლადკვეთიანი გისოსურკედლიანი და გაყაფილი სვეტების ბაზები.

ექსცენტრულ კუქშვავებ მომუშავე სვეტების ბაზების გაანგარიშება ძირითადად წარმოებს ისე, როგორც ეს დეტალურად აღწერილია VI თავის 5 პარაგრაფში. გაანგარიშებაა მალოდ საყადენი ფილის ზომების განსაზღვრაში და საანკერო კანკიკების დანიშნულებაში.

საყრდენი მომენტისა (M) და გრძივი ძალის (N) ერთობლივ



ნახ. IX.31. ა, ბ, გ—მთლიანკედლიანი სვეტის ბაზა.

მოქმედებით საძირკვლის ზედაპირზე ნორმალური ძალები ნაწილდება არათანაბრად.

ბაზის საყრდენი ფილის განაპირა კიდებიდან საძირკველზე მოქმედი უდიდესი მკუშმავი ($\max\sigma$) და გამჭიმავეი ($\min\sigma$) ძაბვები გამოითვლება ტოლობებით (ნახ. IX.31 ბ):

$$\max\sigma = \frac{N}{A_0} + \frac{M}{W_0} = \frac{N}{BL} + \frac{6M}{BL^2}; \quad (\text{IX.57})$$

$$\min\sigma = \frac{N}{BL} - \frac{6M}{BL^2}, \quad (\text{IX.58})$$

სადაც B , L — საყრდენი ფილის სიგანე და სიგრძეა.

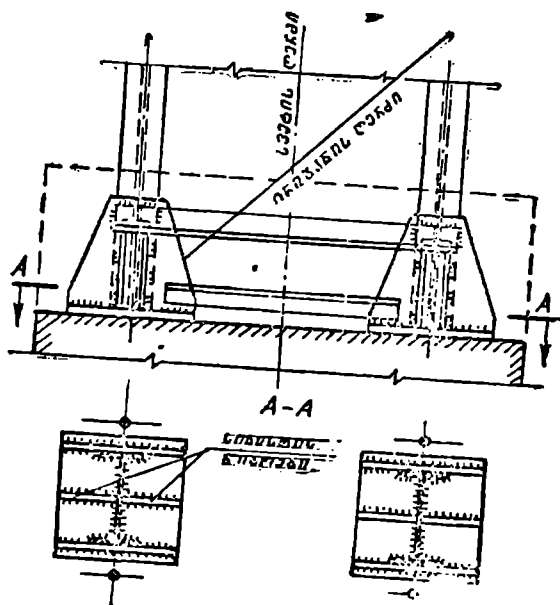
როდესაც საყრდენი მლუხავი მომენტის გავლენა ნორმალურ ძალასთან შედარებით დიდია, საძირკვლის ზედაპირზე მოქმედ ნორმალურ ძაბვათა ეპიურას შეიძლება ჰქონდეს IX.31, ბ ნახაზზე ნაჩვენები სახე. როგორც ამ ეპიურიდან ჩანს, მკუშმავი (D) და გამჭიმავეი (χ) ძალები წარმოადგენენ სამკუთხა მოხაზულობის ძაბვათა ეპიურების ტოლქმედებს.

მკუშმავი D ძალა გადაეცემა ბეტონის საძირკველს, χ ძალა კი — საანგარიშო ქანკიებს.

იმისათვის, რომ D ძალის ზეგავლენით არ მოხდეს ბეტონის საძირკვლის რღვევა, დასული უნდა იქნას სიმტკიცის პირობა

$$\sigma = \frac{N}{BL} + \frac{6M}{bL^2} \leq R_b, \quad (\text{IX.59})$$

სადაც R_b — ბეტონის საანგარიშო წინააღობაა კუშმავზე.

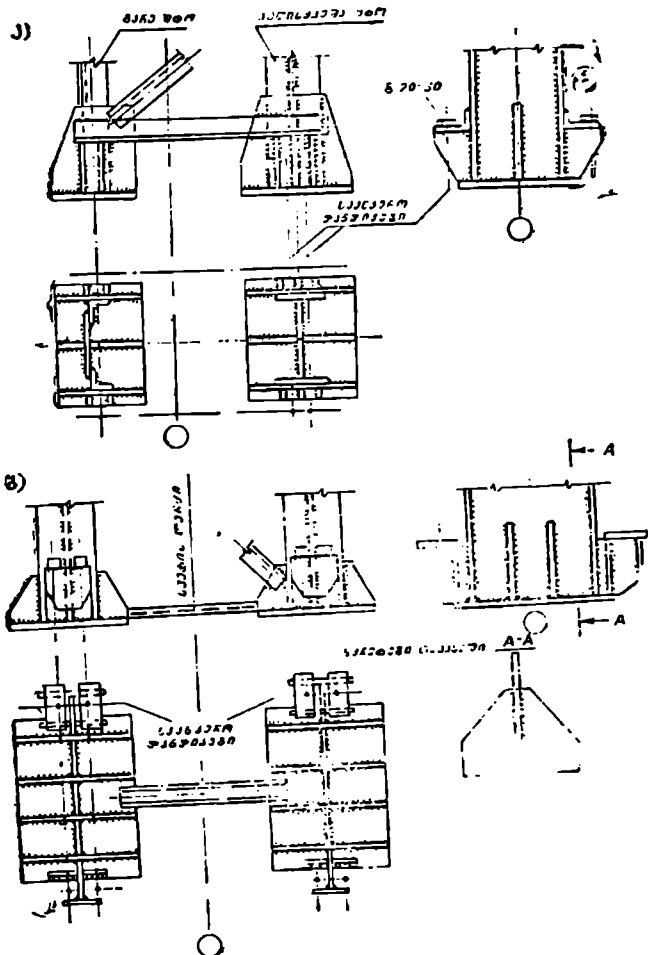


ნახ. IX.32. გისოსურკვლიანი სვეტის ბაზა.

M, N — მომენტისა და გრძივი ძალის ისეთი მნიშვნელობებია, რომელთა მოქმედებით σ უდიდესაა.

ბაზის საყრდენი ფილა საძირკველზე დევს თავისუფლად, რის გამოც საძირკველს გამკვირავი ძალების მიღება არ შეუძლია. რომ არ მოხდეს საყრდენი ფილის აგლვჯა საძირკველიდან, საყრდენ ფილას საძირკველზე ამაგრებენ საანკრო კანკიკებით (ნახ. IX.31—33).

საანკრო კანკიკებზე მოქმედი გამკვირავი χ ძალა განისაზღვრება



ნახ. IX.33. განცალკევებული სვეტის ბაზა:
 ა—განაპირა რივის სვეტის; ბ—შუა რივის სვეტის.

D ძალის მოდების წერტილის მიმართ შედგენილი წონასწორობის პირობით (ნახ. IX.31, ბ)

$$M - N \cdot a - z \cdot y = 0, \quad (IX.60)$$

საიდანაც

$$z = \frac{M - N \cdot a}{y}. \quad (IX.61)$$

a და y აღნიშვნები ნაჩვენებია IX.31, ბ ნახაზზე.

z -ის განსაზღვრის შემდეგ, საანკერო ქანქიკის საჭირო ფართობი განისაზღვრება სიმტკიცის პირობით გაკვიმვაზე

$$A_{საკ} = \frac{z}{n \cdot R_{ბ}} = \frac{M - N \cdot a}{n \cdot y \cdot R_{ბ}}, \quad (IX.62)$$

სადაც $R_{ბ}$, არის ქანქიკის საანგარიშო წინაღობა გაკვიმვისას, მისი მნიშვნელობა აიღება I დანართის 22-ე ცხრილიდან.

n — ბაზის ცალ მხარეს განლაგებული ქანქიკების რიცხვი. საანკერო ქანქიკების საძირკველში ჩამოგრების სიგრძე განისაზღვრება I დანართის 29 ცხრილის მიხედვით.

ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე ბაზის დანარჩენი ელემენტების (საყრდენი ფილის სისქე, ტრავერსისა და სიხისტის წიბოები) ზომების შერჩევა და შედუღების ნაკერების გაანგარიშება წარმოებს ისე, როგორც ეს დეტალურად აღწერილია ცენტრალურ კუმშვაზე მომუშავე სვეტების ბაზების გაანგარიშების დროს (იხ. VI.5, ბ).

ცვლადკვეთიან ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტების დეტალური ანგარიში ილუსტრირებულია ქვემოთ მოყვანილ IX.2 მაგალითში.

ამ მაგალითში სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა ნაწილების გაანგარიშება ტარდება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. ამიტომ ნებისმიერი სვეტის (შუღმიკვეთიანი მთლიანი ან გისოსური კედლით, ცვლადკვეთიანი მთლიანი კედლით, განცალკევებული სვეტი) გაანგარიშება ანალოგიურია მაგალითში მოყვანილი ზედა და ქვედა ნაწილებს გაანგარიშებისა.

მაგალითი IX 1*. განესაზღვროთ განივი ჩარჩოს რიგელის (წამწის) ულემეტებში მოქმედი ძალები შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

წამწის (რიგელის) მალი $l = 30$ მ.

გრძივი ბიჯი $l_0 = 12$ მ.

შუღმივი ნორმატიული დატვირთვა $g_n = 1,32$ კნ/მ².

თოვლის ნორმატიული დატვირთვა $P_n = 1,5$ კნ/მ².

განივი ჩარჩოს ზედა კვანძური უდიდესი მომენტები:

მარცხენა $M_A = -887$ კნ.მ.

მარჯვენა $M_B = -514,4$ კნ. მ.

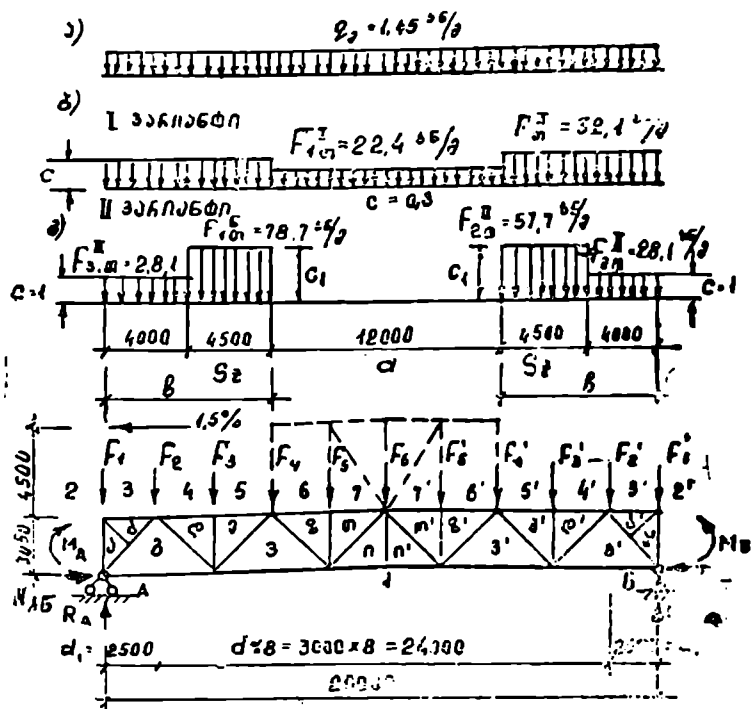
რიგელის ქვედა სარტყელში მოქმედი გრძივი

ძალა $N_{AB} = -139,6$ კნ.

* მაგალითი აიღებულია [2] სახელმძღვანელოდან.

წამწის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია IX.34 ნახაზზე. შევნიშნავთ, რომ სამრეწველო შენობის განივი ჩარჩოს გაანგარიშების შემთხვევაში, წამწებზე მოქმედი ყველა დატვირთვის გამოთვლა ხდება ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების დროს.

წამწის (რიგელის) გაანგარიშება ტარდება შემდეგი თანამიმდევრობით:



ნახ. IX.34. წამწის მეგალითის გაანგარიშებისათვის:
 ა - მუდმივი დატვირთვა; ბ, გ - თოვლის დატვირთვები.

1. წამწის კვანძური დატვირთვები

წამწის ერთ გრძივ მეტრზე მოქმედი თანაბრად განაწილებული მუდმივი საანგარიშო დატვირთვა

$$q_g = \gamma_{19} g l_0 = 1,1 \cdot 1,32 \cdot 12 \approx 17,4 \text{ კნ/მ.}$$

IX.35 ნახაზზე ნაჩვენებია საანგარიშო სქემის მიხედვით კვანძური მუდმივი დატვირთვები:

$$F'_{1g} = F_{1g} = q_g \cdot \frac{d_1}{2} = 17,4 \cdot \frac{2,5}{2} = 21,75 \text{ კნ;}$$

$$F'_{1g} = F'_{2g} = q_g \left(\frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2} \right) = 17,4 \left(\frac{2,5}{2} + \frac{3}{2} \right) = 47,5 \text{ კვ};$$

$F'_{1g} = F'_{2g} = F'_{3g} = F'_{4g} = F'_{5g} = F'_{6g} = F'_{7g} = F'_{8g} = q_g \cdot d = 17,4 \cdot 3 = 52,2 \text{ კვ}$.
საყრდენი რეაქციები

$$F'_{A_g} = F'_{B_g} = F'_{1g} + F'_{2g} + F'_{3g} + F'_{4g} + F'_{5g} + \frac{F'_{6g}}{2} =$$

$$= 27,7 + 47,5 + 52,2 + 52,2 + 52,2 + \frac{52,2}{2} = 252 \text{ კვ}.$$

წამწის ერთ გრძივ მეტრზე მოქმედი თოვლის საანგარიშო დატვირთვა

$$p = \gamma_{II} p_n \cdot l_0 = 1,56 \cdot 1,5 \cdot 12 = 28,1 \text{ კვ/მ},$$

სადაც ტ. ნ. და პირობებით (СНПН-6-74, §5.7, გვ. 10), როდესაც

$$\frac{g_n}{p_n} = \frac{1,3}{1,5} = 0,867; \quad \gamma_{II} = 1,56.$$

СНПН-6-74, §5.7, სქემა 3-ის მიხედვით, როდესაც წამწეზე დგას შუქფარანი, განხილული უნდა იქნეს თოვლის დატვირთვის ორი ვარიანტი (ნახ. IX.34 ბ, გ).

თოვლის I და II ვარიანტის შესაბამისი c კოეფიციენტები:

$$c = 1 + 0,1 \frac{a}{b} = 1 + 0,1 \frac{12}{8,5} = 1,141 < 2,5,$$

$$c_1 = 1 + 0,6 \frac{a}{s_{\Phi}} = 1 + 0,6 \frac{12}{8,5} = 2,8,$$

$$c_2 = 1 + 0,4 \frac{a}{s_{\Phi}} = 1 + 0,4 \frac{12}{8,5} = 2,06.$$

a , b , s_{Φ} აღნიშვნები ნაჩვენებია IX.34, ბ, გ ნახაზზე.

c -ს გამოთვლის დროს მხედველობაში უნდა გვექონდეს, რომ ტ. ნ. და პირობებით, სახურავის გრძივების ნებისმიერი შალის დროს, ან როდესაც სახურავის მასა $\geq 1,5$ კვ/მ²-ზე, ან სახურავის რკინაბეტონის ფილების მალი > 6 მ-ზე, c არ უნდა იქნეს მეტი 2,5-ზე. თუ $l_0 \leq 6$ მ-ის, მაშინ c არ უნდა აღემატებოდეს 2-ს.

c , c_1 , c_2 კოეფიციენტების გათვალისწინებით, თოვლის საანგარიშო დატვირთვა წამწის (რიგელის) 1 გრძივ მეტრზე იქნება:

თოვლის I ვარიანტის დროს (ნახ. IX.34, ბ):

$$p_1^I = c \cdot p = 1,141 \cdot 28,1 = 32,1 \text{ კვ/მ};$$

$$p_2^I = 0,8p = 2,06 \cdot 28,1 = 22,4 \text{ კვ/მ}.$$

თოვლის II ვარიანტის შემთხვევაში (ნახ. IX.34, გ):

$$p_1^{II} = c_1 p = 2,8 \cdot 28,1 = 78,7 \text{ კნ/მ};$$

$$p_2^{II} = c_2 p = 2,06 \cdot 28,1 = 57,7 \text{ კნ/მ};$$

$$p_3^{II} = 1 \cdot p = 28,1 \text{ კნ/მ}^2.$$

IX 34, დ ნახაზზე ნაჩვენებო საანგარიშო სქემის მიხედვით თოვლის კვანძური დატვირთვები:

თოვლის I ვარიანტის ღროს

$$F_{1,p}^I = F_{p,1}^{I'} = p_1^I \frac{l_{m_1}}{2} = 32,1 \cdot \frac{2,5}{2} = 40 \text{ კნ};$$

$$F_{2,p}^I = F_{p,2}^{I'} = p_1^I \left(\frac{l_{m_1} + l_m}{2} \right) = 32,1 \cdot \frac{2,5+3}{2} = 88,4 \text{ კნ};$$

$$F_{3,p}^I = F_{p,3}^{I'} = p_1^I + l_m = 32,1 \cdot 3 = 96,3 \text{ კნ};$$

$$F_{4,p}^I = F_{p,4}^{I'} = (p_1^I + p_2^I) \frac{l_m}{2} = (32,1 + 22,4) \cdot \frac{3}{2} = 82 \text{ კნ};$$

$$F_{5,p}^I = F_{p,5}^{I'} = F_{p,4}^{I'} = p_2^I \cdot l_m = 22,4 \cdot 3 = 67,5 \text{ კნ}.$$

საყრდენი რეაქციები

$$\begin{aligned} R_{A,p}^I &= F_{B,p}^I = F_{1,p}^I + F_{2,p}^I + F_{3,p}^I + F_{4,p}^I + F_{5,p}^I + \frac{F_{sp}^I}{2} = \\ &= 40 + 88,4 + 96,5 + 82 + 67,2 + \frac{67,2}{2} = 403,2 \text{ კნ}. \end{aligned}$$

თოვლის II ვარიანტის შემთხვევაში:

$$F_1^{II} = F_1^{II'} = p_3^{II} \cdot \frac{l_{m_1}}{2} = 28,1 \cdot \frac{2,5}{2} = 35,1 \text{ კნ};$$

$$F_2^{II} = F_2^{II'} = p_2^{II} \left(\frac{l_{m_1} + l_m}{2} \right) = 28,1 \cdot \frac{2,5+3}{2} = 77,4 \text{ კნ};$$

$$F_3^{II} = p_1^{II} l_m = 78,7 \cdot 3 = 236 \text{ კნ};$$

$$F_4^{II} = p_1^{II} \frac{l_m}{2} = 78,7 \cdot \frac{3}{2} = 118 \text{ კნ};$$

$$F_5^{II} = p_6^{II} = F_6^{II'} = 0;$$

$$F_4^{II'} = p_2^{II} \cdot \frac{l_m}{2} = 57,7 \cdot \frac{3}{2} = 87 \text{ კნ};$$

$$F_3^{II'} = p_2^{II} \cdot l_m = 57,7 \cdot 3 = 174 \text{ კნ}.$$

საყრდენი რეაქციები:

$$F_{A_p}^{II} = \frac{35,1 \cdot 29 + 77,4 \cdot 26,5 + 174 \cdot 23,5 + 87 \cdot 20,5 + 118 \cdot 8,5 + 236 \cdot 5,5 + 77,4 \cdot 2,5}{29} = \frac{11400}{29} = 394 \text{ კგ};$$

$$F_{B_p}^{II} = \Sigma P^{II} - F_{A_p}^{II} = 2 \cdot 35,1 + 2 \cdot 77,4 + 236 + 118 + 87 + 174 - 394 = 446 \text{ კგ}.$$

2. წამწის ხტატოკური გაანგარიშება

წამწის ელემენტებში ძალების განსაზღვრა ყველაზე მარტივად ხდება მაქსველ-კრემონას დიაგრამით [17].

წამწის უდიდესი საანგარიშო ძალების განსაზღვრის მიზნით, ძალვათა დიაგრამები წამწეზე მოქმედ მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისათვის იგება ცალ-ცალკე.

ამ დიაგრამის აგების შემდეგ უდიდესი საანგარიშო ძალების გამოთვლა ხდება IX.5 ცხრილის საშუალებით. მუდმივი კვანძური დატვირთვების შესაბამის ძალვათა დიაგრამა აგებულია IX.35, ა ნახაზზე. ამ დიაგრამის მიხედვით განსაზღვრული ძალები შეტანილია IX.4 ცხრილის 1 სვეტში.

ანალოგიურად აიგება თოვლის I და II ვარიანტების კვანძური დატვირთვების ძალვათა დიაგრამები. შესაბამისი ძალვათა მნიშვნელობები შეტანილია IX.4 ცხრილის 2 და 3 სვეტებში.

შეენიშნავთ, რომ მუდმივი და თოვლის I ვარიანტის დატვირთვების სიმეტრიულობის გამო, ძალვათა დიაგრამა იგება მხოლოდ წამწის ერთი ნახევრისათვის. თოვლის II ვარიანტის კვანძური დატვირთვებისათვის ძალვათა დიაგრამა იგება მთელი წამწისათვის.

IX.4 ცხრილში თოვლის დატვირთვის შესაბამისი წამწის ძალები გამოთვლილია დატვირთვათა შეხამების ორი ვარიანტისათვის: როდესაც $n_2 = 1$ და $n_2 = 0,9$; $n_2 = 0,9$ -ის შესაბამისი ძალები ისაზღვრება $n_2 = 1$ -ის ძალების 0,9 კოეფიციენტზე გადამრავლებით (სვეტი 2, ა და 3, ა IX.4 ცხრილში).

წამწის საყრდენებზე მოქმედი კვანძური M_A და M_B მომენტებით გამოწვეული წამწის ძალების განსაზღვრის მიზნით, წინასწარ ვაგებთ მარცხენა საყრდენზე მოქმედ $M_A = 1$ -ის შესაბამის ძალვათა დიაგრამას.

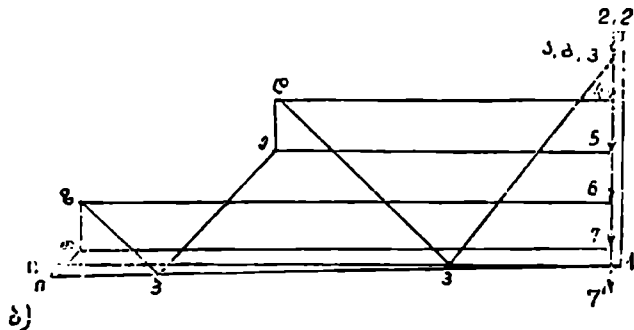
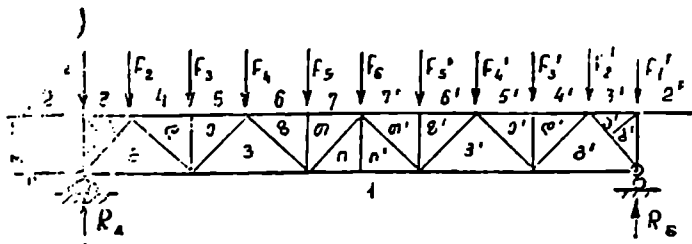
კრემონას დიაგრამა იგება მხოლოდ კვანძური დატვირთვებისათვის, ამიტომ $M_A = 1$ კნ. მ მომენტს ვცვლით წყვილძალით, რომლის მხარია წამწის სიმაღლე საყრდენზე (ნახ. IX.35, ბ).

$$H = \frac{M}{h_0} = \frac{1}{3,05} = 0,325 \text{ კნ}.$$

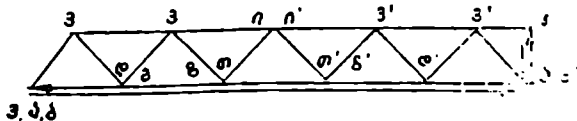
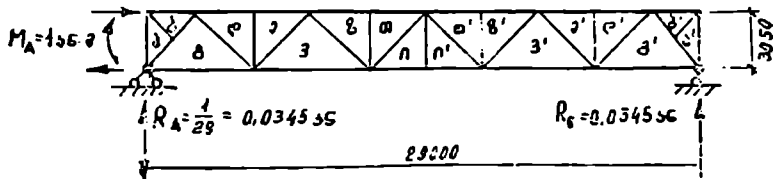
შესაბამისი რეაქცია

$$R'_A = R'_B = \frac{M}{l} = \frac{1}{29} = 0,0345 \text{ კნ.}$$

H-სა და I'-ის განსაზღვრის შემდეგ ძალეთა დიაგრამა იგება მულშივი კვანძური დატვირთვების ანალოგიურად. $M_A=1$ -ის შესაბამისი



$$H = \frac{1}{3 \cdot 0.5} = 0.32$$



ნახ. 1X-35. წამწის მაგალითის განგარიშებისათვის:

ა—მულშივი დატვირთვის შესაბამისი ძალეთა დიაგრამა;

ბ—1 კნ.მ შესაბამისი ძალეთა დიაგრამა.

წამის ელემენტებში მოქმედი სააჩარაო ძალების ცხრილი (კვ)

წამის ელემენტები	ფუნდოვო დატვირთვა	ცალკეული დატვირთვების ძალები										ლატერი- კების №	ძალების წინმართ- ბები
		სოფლი, I კარიანტი		სოფლი, II კარიანტი		საურდენი მოქმედებები		ლატერი- კების №	ძალების წინმართ- ბები				
		ნ = 1	ნ = 0,9	ნ = 1	ნ = 0,9	მ _ა = 1	მ _ბ = 1			მ _ა = -897	მ _ბ = -514,4		
	1	2	2ა	ჰ	ჰა	ჰა	ჰა	4					
ხედი სარტყალი	9-ბ	0	0	0	0	0	-0,328	0	-292	4	+292		
	4-დ	-360	-564	-508	-645	-580	-0,705	-0,065	-269	1,3	-1076		
	5-ე	-505	-865	-709	-705	-694	-0,2	-0,13	+244	1,2	-1420		
	6-ვ	+172	+291	+262	+809	+278	+0,295	+0,039	-279	1,3	+481		
ქვედა სარტყალი	3-1	+484	+764	+639	+733	+650	+0,73	+0,1	-255	1,2	+1172		
	0-1	+516	+830	+801	883	+615	+0,165	+0,165	-232	1,2	+1486		
	ა-ბ	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0		
იხიდანაბე	ბ-ბ	-284	-470	-423	-511	-460	+0,044	-0,044	-16	1,3	-795		
	ბ-დ	+256	+394	+955	+472	+424	-0,047	+0,047	+18	1,3	+725		
	ბ-ვ	-176	-260	-234	-197	-129	+0,047	-0,047	-19	1,2	-410		
	3-ბ	+112	+148	+185	±33	±32	-0,047	-0,047	+18	1,2ა, 4	+263		
	ბ-ბ	-36	-49	-44	±36	±37	+0,047	-0,047	-18	1,2ა, 4	-98		
დტარები	2-ა	-52	-97	-87	-236	-212	0	0	0	1,3	-268		
	დ-ბ	-52	-68	-61	0	0	0	0	0	1,2	-120		
	ბ-ბ	+12	+18	+16	+14	+13	0	0	0	1,2	+30		

წამწის ძალვათა დიაგრამა ნაჩვენებია IX.35, ბ ნახაზზე. ამ დიაგრამით განსაზღვრული ძალები შეტანილია IX.4 ცხრილის $M_A=1$ -ის სვეტში. ვსაზღვრავთ წამწის მარჯვენა საყრდენზე $M_A=1$ -ის სიმეტრიულად მოქმედ $M_B=1$ -ით გამოწვეულ წამწის ძალებს.

ეს ძალები მარტივად ისაზღვრება $M_A=1$ -ის ძალვათა დიაგრამის გამოყენებით. ასე, რადგან, $M_A=1$ და $M_B=1$ სიმეტრიულად მოქმედი მომენტებია, ამიტომ $M=1$ -ით გამოწვეული ძალვა წამწის რომელიმე i ღეროში ტოლია $M=A$ 1-ით გამოწვეული ძალვისა i ღეროს სიმეტრიულ i' ღეროში. ასე, მაგალითად, $M_B=1$ გამოწვეული ძალვა წამწის ქვედა სარტყლის 1 — გ ღეროში ტოლია $M_A=1$ -ით გამოწვეულ ძალვისა მის სიმეტრიულ 1—გ' ღეროში ($S_{1-გ'}=0,033$ კნ). ანალოგიურად ისაზღვრება ძალები $M_B=1$ -საგან წამწის დანარჩენ ღეროებში. ეს ძალები შეტანილია IX.4 ცხრილის $M_B=1$ სვეტში.

M_A და M_B კვანძები მომენტების სასრული მნიშვნელობის ძალებით ისაზღვრება $M_A=-887$ კნ. შ და $M_B=-514,4$ კნ. მ მომენტების, სათანადოდ, $M_A=1$ და $M_B=1$ -ის ძალებზე გადამრავლებით. ძვილი მისახვედრია, რომ M_A -სა და M_B -ს ერთდროული მოქმედების დროს მათი შესაბამისი წამწის ძალები ალგებრულად იკრიბება. ეს ძალები გამოთვლილია IX.4 ცხრილის მე-4 სვეტში.

მუდმივი და დროებითი დატვირთვების შესაბამისი წამწის ძალების განსაზღვრის შემდეგ IX.4 ცხრილის მიხედვით ვსაზღვრავთ უდიდეს საანგარიშო ძალებს.

СНП II-6-74 მითითებათა მიხედვით, დატვირთვების I შეხამების ძალები გამოითვლება მუდმივი დატვირთვის ძალების მიმატებით ისეთ ერთ-ერთ ხანმოკლე მოქმედების დროებითი დატვირთვის ძალებთან (თოვლის ან კვანძური მომენტების), რომელიც ჯამში იძლევა ძალვის უდიდეს მნიშვნელობას. შეხამების კოეფიციენტი $\alpha=1$.

დატვირთვების მეორე შეხამების ძალები გამოითვლება მუდმივი დატვირთვების ძალების მიმატებით 0,9 კოეფიციენტზე გადამრავლებული ყველა დროებითი (თოვლი, კვანძური მომენტები) დატვირთვის ძალების ჯამთან.

ასე, მაგალითად, დატვირთვების პირველი შეხამების დროს უღ. დესი ძალვის მნიშვნელობა ზედა სარტყლის დ-4 და ვ-5 ღეროებში

$$S_{d-4}^I = S_{v-5}^I = -360 - 645 = -1005 \text{ კნ.}$$

დატვირთვების მეორე შეხამების დროს

$$S_{d-4}^{II} = S_{v-5}^{II} = -360 - 508 + 269 = -599 \text{ კნ} < -1005 \text{ კნ.}$$

რადგან $S^I > S^{II}$ -ზე, ამიტომ საბოლოოდ საანგარიშოდ ვიღებთ $\max S = -1005$ კნ (სვეტი 5, ცხრ. IX.4).

ანალოგიურად გამოითვლება უდიდესი საანგარიშო ძალები წამწის დანარჩენ ლეროებში (სვეტი 5 IX.4 ცხრილში).

ძალების სისწორის შემოწმების მიზნით, IX.4 ცხრილის 5, 6 სვეტში ჩაწერილია იმ ძალების ნომრები, რომელთა შეჯამებით მიღებულია უდიდესი საანგარიშო ძალები.

წამწის ქვედა სარტყელში საანგარიშო ძალების გამოთვლის დროს აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული რიგელის გრძივი ძალის გავლენა. შესაძლებელია N_{AB} ძალისა და რიგელის ქვედა სარტყლის ძალის ზემოქმედებით ქვედა სარტყლის ელემენტში წარმოიშვას ისეთი მკუმპაევი ძალა, რომლის ზეგავლენით ქვედა სარტყელმა დაკარგოს მდგრადობა. N_{AB} ითვლება მოდებულიად წამწის ქვედა სარტყლის ღერძის გასწვრივ, ამიტომ სარტყლის ელემენტებში ძალები სიდიდით ტოლია N_{AB} -სი.

ჩვენს მაგალითში, ქვედა სარტყლის განაპირა პანელში საანგარიშო ძალვა ტოლია (ცხრ. IX 4, სვეტები 1, 4)

$$S_{1-3} = 172 - 279 - 0,9 \cdot 139,6 = -233 \text{ კნ,}$$

სადაც 172—რიგელის ქვედა სარტყლის 1—გ პანელში მოქმედი ძალვაა მუდმივი დატვირთვისაგან (ცხრ. IX.4, სვ. 1), 279—ძალვაა რიგელის იმავე პანელში, მხოლოდ კვანძური მომენტებისაგან (ცხრ. IX.4, სვ.4). 139,6—განივი ჩარჩოს რიგელში მოქმედი გრძივი ძალების ჯამია, გამოწვეული მუდმივი, თოვლისა და ამწის ერთდროული მოქმედებით. ეს ძალები ისახლეობს განივი ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშების შედეგად. S_{1-3} ძალის მიხედვით უნდა შემოწმდეს ქვედა სარტყლის მდგრადობა. IX.4 ცხრილში გამოთვლილი უდადესი საანგარიშო ძალების მიხედვით ხდება წამწის ელემენტების განივკვეთების შერჩევა და კვანძების გაანგარიშება (იხ. § VII.5, 5—§ VII.6).

მაგალითი IX.2*. შევარჩიოთ სვეტის განივკვეთი შემდეგი მონაცემების მიხედვით (ნახ. IX.36):

რიგელის შეერთება სვეტთან ხისტია.

სვეტის ამწისზედა ნაწილში მოქმედი საანგარიშო ძალები: რიგელის ქვედა სარტყლის დონეზე (განივი ჩარჩოს ზედა კვანძური ძალები, ნახ. IX.36, ე):

$$N=740 \text{ კნ;}$$

$$M=-1127 \text{ კნ. მ;}$$

$$Q=197 \text{ კნ.}$$

* მაგალითი აღებულია [5] ხახუშქვიანელთან მცირეოდენი ცვლილებით.

მლუნავი მომენტი სვეტის განივკვეთის ცვლილების ადგილას

$$M = 420 \text{ კნ. მ.}$$

სვეტის ამწისქვეშა ნაწილში მოქმედი ძალები:

$$N_1 = 3360 \text{ კნ.}$$

$$M_1 = -1960 \text{ კნ. მ.}$$

$$N_2 = 3140 \text{ კნ.}$$

$$M_2 = 2570 \text{ კნ. მ.}$$

N_1 და M_1 წარმოადგენს სვეტის შიგა შტოსათვის არახელსაყრელ ძალებს და იწვევს მის კუმშვას უდიდესი ძალით.

N_2 და M_2 კი წარმოადგენს არახელსაყრელ ძალებს სვეტის გარე შტოსათვის და იწვევს მის კუმშვას უდიდესი ძალით.

სვეტის უდიდესი საანგარიშო განივი ძალა

$$\max Q = 312 \text{ კნ.}$$

საძირკვლას საანგარიშო კანქიების საანგარიშოდ საჭირო ძალები

$$\min N = 580 \text{ კნ.}$$

$$\text{შეს } M = 1360 \text{ კნმ.}$$

სვეტის ამწისზედა და ამწისქვეშა სიხისტეების ფარდობა

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{5}.$$

მასალა: სვეტის—ფოლადი, მარკით ВСТ3кп2 I დან. 5 ცხრილით, როდესაც $f = 11-20$ მმ-ს, $R_v = 210$ მპ, $R_u = 335$ მპ, $R_{vn} = 215$ მპ, $R_{un} = 345$ მპ. I დან. 18 ცხრილით ВСТ3кп მარკის ელემენტების შესაძლებლად იიღება ელექტროდი 346. საძირკვლის ბეტონის მარკა M150.

სვეტის კონსტრუქციული სქემა ნაჩვენებია IX,36, ა ნახაზზე. სვეტის გაანგარიშება ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. სვეტის საანგარიშო სიგრძეები

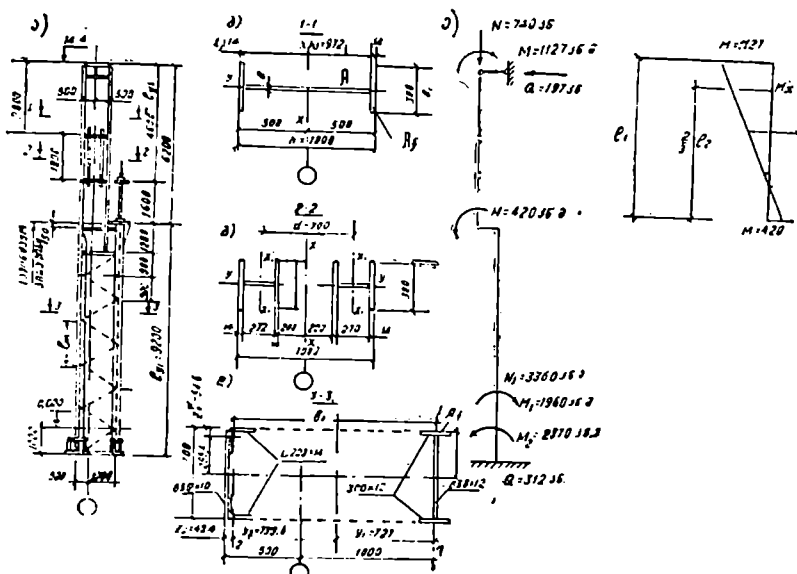
(IX.23) ფორმულებით სვეტის ზედა და ქვედა ნაწილების სიბრტყეში:

$$l_{f2} = \mu_2 l_2 = 2,92 \cdot 6,2 = 18,1 \text{ მ.}$$

$$l_{f1} = \mu_1 l_1 = 2,45 \cdot 9,2 = 22,54 \text{ მ.}$$

სადაც СНиП II.23-81, დანართი 6, ცხრილი 68-ის მიხედვით:

$$\beta = \frac{F_1 + F_2}{F_3} = \frac{N_1}{N} = \frac{3360}{740} = 4,55;$$



ნახ. IX.36. სვეტის მიჯვართის განგარიშებისათვის.

$$n = \frac{I_2 \cdot l_1}{l_1 \cdot l_2} = \frac{i_2}{i_1} = \frac{1 \cdot 9,2}{5 \cdot 6,2} = 0,297;$$

$$\alpha_1 = \frac{l_3}{l_1} \sqrt{\frac{I_1}{I_2 \beta}} = \frac{9,2}{6,2} \sqrt{\frac{5}{1 \cdot 4,55}} = 1,54.$$

ინტერპოლაციით $\mu_1 = 2,45$:

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} = \frac{2,45}{1,54} = 2,92 < 3.$$

IX.36 ნახაზის შიხედვით, სვეტის საანგარიშო სიგრძე ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში:

სვეტის ზედა ნაწილის $l_{y2} = 4,60$ მ;

სვეტის ქვედა ნაწილის $l_{y1} = 9,2$ მ.

2. ხვეტის ზედა ნაწილის განივკვეთი

სვეტის ზედა ნაწილის განივკვეთად ვიღებთ სამი ფურცლისაგან შემდგარ შედუღებულ ორტესებრ პროფილს (ნახ. IX.36, ბ).

განივკვეთის სიმაღლე $h = 100$ სმ.

განივკვეთის საორიენტაციო საჭირო ფართობს ვანგარიშობთ ფორმულით

$$A = \frac{N}{R_y} \left(1,25 + 2,2 \frac{e}{h} \right) = \frac{740}{21} \left(1,25 + 2,2 \cdot \frac{152,3}{100} \right) = 162,1 \text{ სმ}^2,$$

სადაც

$$e = \frac{M}{N} = \frac{112700}{740} = 152,3 \text{ სმ}, R_y = 21 \text{ კნ/სმ}^2.$$

საორიენტაციოდ, სვეტის ზედა ნაწილის ფურცლების ზომები დანიშნოთ შემდეგი ფარდობების გათვალისწინებით:

$$\frac{h_\omega}{t_\omega} \approx 80 - 120;$$

$$\frac{b_f}{t_f} \leq 30 \sqrt{\frac{21}{R_y}};$$

$$\frac{b_f}{l_{y1}} \geq \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{30} \right).$$

ამ ფარდობათა და A -ს მიხედვით ვიღებთ: $t_\omega = 8$ მმ; $h_f = 380$ მმ; $t_f = 14$ მმ (ნახ. IX.36, ბ).

$$A = 2(38 \cdot 1,4) + 97,2 \cdot 0,8 = 184,2 \approx A_{\text{საკ}} = 162,1 \text{ სმ}^2.$$

$$\frac{h_\omega}{t_\omega} = \frac{h - 2t_f}{t_\omega} = \frac{97,2}{0,8} = 121,5 \approx 120;$$

$$\frac{b_f}{t_f} = \frac{38}{1,4} = 27 < 30;$$

$$\frac{b_f}{l_{y1}} = \frac{38}{460} = \frac{1}{12} > \frac{1}{20}.$$

სვეტის ზედა ნაწილის განივკვეთის გეომეტრიული პარამეტრები: ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. IX.36, ბ)

$$I_x = \frac{t_\omega h_\omega^3}{12} + 2 F_f \left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2} \right)^2 = \frac{0,8 \cdot 97,2^3}{12} + 2 \cdot 38 \cdot 1,4 \left(\frac{100}{2} - \frac{1,4}{2} \right)^2 = 320000 \text{ სმ}^4.$$

ინერციის მდგენელი $y-y$ ღერძის მიმართ

$$I_y \approx 2 \frac{t_f \cdot b_f^3}{12} = 2 \frac{1,4 \cdot 38^3}{12} = 12800 \text{ სმ}^4.$$

ინერციის რადიუსები $x-x$ და $y-y$ ლერძების მიმართ:

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{320000}{184,2}} = 41,7 \text{ სმ};$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{12800}{184,2}} = 8,34 \text{ სმ}.$$

წინალობის მომენტი $x-x$ ლერძის მიმართ

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2 \cdot 320000}{100} = 6400 \text{ სმ}^3.$$

გამოწმებთ სვეტის ზედა ნაწილის ელემენტების ადგილობრივ მდგრადობას.

თაროს ფურცლის მდგრადობის შემოწმების მიზნით წინასწარ ესაზღვრავთ:

$$\text{თაროს მოქნილობა} - \lambda_{ef} = \frac{b_f - t_w}{2t_f} = \frac{38 - 0,8}{2 \cdot 1,4} = 13,29; \quad \text{სვეტის}$$

$$\text{პირობითი მოქნილობა} - \bar{\lambda}_{ef} = \frac{l_{ef} x}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1810}{41,7} \sqrt{\frac{210}{210000}} \approx$$

$\approx 1,37$. 1V.73 ფორმულით, როდესაც $0,8 < \lambda_{ef} = 1,37 < 4$, სარტყლის ფურცლის უდიდესი მოქნილობა

$$\begin{aligned} \max \lambda &= \max \frac{b_{ef}}{t_f} = (0,36 + 0,1 \bar{\lambda}) \sqrt{\frac{E}{R_y}} = \\ &= (0,36 + 0,1 \cdot 1,37) \sqrt{\frac{210000}{210}} = 15,8. \end{aligned}$$

რადგან $\lambda_{ef} = 13,34 < \max \lambda_{ef} = 15,8$, სარტყლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

ვამოწმებთ კედლის ფურცლის მდგრადობას. ამ მიზნით წინასწარ ესაზღვრავთ:

$$\text{კედლის მოქნილობა} \lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = \frac{97,8}{0,8} = 121,5.$$

კოეფიციენტი

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma} = \frac{211 - (-131)}{211} = 1,62.$$

მზებ ძაბვას

$$\tau = \frac{Q}{h_w t_w} = \frac{197}{97,2 \cdot 0,8} = 2,53 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 25,3 \text{ მპ},$$

სადაც

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_x} y_c = \frac{740}{184,2} + \frac{112700}{320000} \cdot \frac{97,2}{2} = 21,1 \text{ კნ/სმ}^2 \approx$$

$$\approx 211 \text{ მპ} < R_{yt} = 210 \cdot 1,1 = 230 \text{ მპ};$$

$$\sigma' = \frac{N}{A} - \frac{M}{I_x} y_c = \frac{740}{184,2} - \frac{112700}{320000} \cdot \frac{97,2}{2} =$$

$$= -13,1 \text{ კნ/სმ}^2 \approx -131 \text{ მპ}.$$

რადგან $\alpha^* = 1,62 > 1$ -ის, $\max \frac{h_{ef}}{t_w}$ -ს ვსაზღვრავთ (IX.30) ფორმულით

$$\max \frac{h_{ef}}{t_w} = 4,35 \sqrt{\frac{(2\alpha-1)E}{\sigma(2-\alpha+\sqrt{\alpha^2+4\rho^2})}} =$$

$$= 4,35 \sqrt{\frac{(2 \cdot 1,62 - 1) 210000}{211(2 - 1,62 + \sqrt{1,62^2 + 4 \cdot 0,37^2})}} = 139,$$

სადაც

$$\beta = 1,4(2\alpha - 1) \frac{\bar{\sigma}}{\sigma} = 1,4(2 \cdot 1,62 - 1) \frac{25,3}{211} = 0,37.$$

რადგან $\frac{h_w}{t_w} = 121,5 < \max \frac{h_{ef}}{t_w} = 139$ -ის, კელის ფურცლის

მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

(III.40) ფორმულით გამოწვებთ სვეტის ზედა ნაწილის საერთო მდგრადობას შომენტის მოქმედების სიბრტყეში. ამ მიზნით წინასწარ ვსაზღვრავთ:

მოქნილობას შომენტის მოქმედების სიბრტყეში

$$\lambda_{efx} = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{1810}{41,7} = 43,4;$$

პირობით მოქნილობას $\bar{\lambda}_{efx} = \lambda_{efx} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 43,3 \sqrt{\frac{210}{210000}} = 1,37.$

დაყვანილ ექსცენტრისიტეტს

$$m_{efx} = \eta m_x = \eta \frac{M}{N} \frac{A}{W_x} = 1,34 \cdot \frac{112700}{740} \cdot \frac{184,2}{6400} = 1,34 \cdot 4,32 = 5,8,$$

* როდესაც $\alpha \leq 0,5$, $\max \frac{h_{ef}}{t_f}$ ისაზღვრება (IX.28) ან (IX.29) ფორმულით, როდესაც

$0,5 < \alpha < 1$ -ის ინტერპოლაციით $0,5$ -ის და 1 -ის შესაბამის $\frac{h_{ef}}{t_w}$ სიდიდებს შორის.

სადაც:

$$\begin{aligned} \text{როდესაც } \bar{\lambda}_{i/x} = 1,37 < 5\text{-ის, } 0,1 < m_x = 4,32 < 5\text{-ის და } \frac{A_j}{A_{\omega}} = \\ = \frac{38 \cdot 1,4}{97,2 \cdot 0,8} = 0,68\text{-ს, } 1 \text{ და } 5,15 \text{ ცხრილით:} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_j}{A_{\omega}} = 0,5; \quad \eta = (1,75 - 0,1 m_x) - 0,02 (5 - m_x) \bar{\lambda}_{i/j} = \\ = (1,75 - 0,1 \cdot 4,32) - 0,02 (5 - 4,32) \cdot 1,37 = 1,299; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_j}{A_{\omega}} = 1,0; \quad \eta = (1,9 - 0,1 m_x) - 0,02 (6 - m_x) \bar{\lambda}_{e/j} = \\ = (1,9 - 0,1 \cdot 4,32) - 0,02 (6 - 4,32) \cdot 1,37 = 1,422. \end{aligned}$$

როდესაც $\frac{A_j}{A_{\omega}} = 0,68, \quad \eta = 1,34$ (ინტერპოლაციით).

I დანართის 13 ცხრილით, როდესაც $\lambda_{i/x} = 1,37$ და $m_{e/j} = 5,8 \approx 6,0,$
 $\varphi_e = 0,211,$

დაბევა

$$\begin{aligned} \sigma = \frac{N}{\varphi_e A} = \frac{740}{0,211 \cdot 184,2} \approx 19,03 \text{ კნ.სმ}^2 = 190 \text{ მპ} < R_y \gamma_c^* = \\ = 210 \cdot 1,0 = 210 \text{ მპ.} \end{aligned}$$

მდგრადობის პირობა მომენტის მოქმედების სიბრტყეში დაკმაყოფილებულია.

III.46 ფორმულით ვამოწმებთ სვეტის ზედა ნაწილის მდგრადობას ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში. ამ მიზნით წინასწარ ესაზღვრავთ: მოქნილობას მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში $\lambda_{e/y} = \frac{l_{yy}}{i_y} = \frac{460}{8,34} = 52,2.$ როდესაც $m_x = 4,32 \leq 5\text{-ის,}$

$$c^{**} = \frac{\beta}{1 + \alpha m'_x} = \frac{1}{1 + 0,77 \cdot 2,37} = 0,35,$$

სადაც I დანართის 16 ცხრილით, როდესაც

$$\lambda_{e/y} = 52,2 < \lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 3,14 \sqrt{\frac{210000}{210}} = 99,$$

$\beta = 1.$ ამავე ცხრილით, როდესაც $1 \leq m_x = 2,37 \leq 5,$ პარამეტრი
 $\alpha = 0,65 + 0,05 \cdot m'_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,37 = 0,77,$

* γ_c -ს მნიშვნელობა აიღება I დანართის 4 ცხრილიდან.

** როდესაც $m_x \geq 10$ -ის, c ისაზღვრება (III.48) ფორმულით. როდესაც $5 \leq m_x < 10$ -ის, c გამოითვლება III.49 ფორმულით.

სადაც

$$m'_x = \frac{M'_x A}{NW_a} = \frac{61000}{740} \cdot \frac{184,2}{6400} = 2,37.$$

აქ M'_x უდიდესი საანგარიშო მღუნავი მომენტია სვეტის ზედა ნაწილის სიგრძის $\frac{2}{3}$ -ის ზღვრებში (ნახ. IX.36, ვ).

$$M'_x = \frac{2}{3} (1127 + 420) - 420 = 610 \text{ კნ.მ.}$$

როდესაც $\lambda_{eff} = 52,2$ და $R_v = 210$ მპ, I დანართის 12 ცხრილით $\varphi_v = 0,84$ (ინტერპოლაციით).

ძაბვა

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_v A} = \frac{740}{0,35 \cdot 0,84 \cdot 184,2} = 13,7 \text{ კნ/სმ} = 137 \text{ მპ} \leq R_v \gamma_c = 210 \cdot 1,0 \approx 210 \text{ მპ.}$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ვამოწმებთ სვეტის ზედა ნაწილის მდგრადობას გასასვლელი ხერხების შესუსტების ადგილას (ნახ. IX.36). გასასვლელთან სვეტი შედგება ორი შტოსაგან. ხერხების სიმაღლე $l_b = 1,8$ მ, სიგანე $b_b = 0,4$ მ. კონტური გაძლიერებულია ფოლადის ფურცლებით. სვეტის განივკვეთი შესუსტების ადგილას ნაჩვენებია IX.37, ა ნახაზზე.

გასასვლელის შტოებში მოქმედი მღუნავი მომენტი (ნახ. IX.36, ვ)

$$M'_x = (1127 + 420) \cdot \frac{3,4}{6,2} - 420 = -387,71 \text{ კნ.მ.}$$

ამავე კვეთში $N = 740$ კნ და $Q = 197$ კნ რჩება იგივე, რაც სვეტის ზედა ნაწილის განივკვეთის შერჩევის დროს.

შტოებში მოქმედი ნორმალური ძალა (N_a) და მღუნავი მომენტი (M_a):

$$N_a = \frac{N}{2} + \frac{M'}{a} = \frac{740}{2} + \frac{387,71}{0,7} = 923,9 \text{ კნ.}$$

$$M_a = \frac{Q l_b}{4} = \frac{197 \cdot 1,8}{4} = 88,7 \text{ კნ.მ.}$$

სადაც $a = 0,7$ არის შტოების ღერძებს შორის მანძილი (ნახ. IX.36, გ), $l_b = 1,80$ — გასასვლელის სიმაღლე.

შტოების გეომეტრიული მახასიათებლები (ნახ. IX.36 გ):

$$A_a = 2 \cdot 38 \cdot 1,4 + 27,2 \cdot 0,8 = 128,2 \text{ სმ}^2;$$

$$I_{x, a} = \frac{t_{\omega} h_{\omega}^3}{12} + 2 A_f \left(\frac{h_{\omega}}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 = \frac{0,8 + 27,22}{12} +$$

$$+ 2 \cdot 38 \cdot 1,4 \cdot \left(\frac{27,2}{2} + \frac{1,4}{2} \right)^2 = 23100 \text{ სმ}^4,$$

$$I_{y, a} = 2 \frac{t_f \cdot b_f^3}{12} = 2 \frac{1,4 \cdot 38^3}{12} = 12800 \text{ სმ}^4;$$

$$i_{x, a} = \sqrt{\frac{I_{x, a}}{A_a}} = \sqrt{\frac{23100}{128,2}} = 13,43 \text{ სმ};$$

$$i_{y, a} = \sqrt{\frac{I_{y, a}}{A_a}} = \sqrt{\frac{12800}{128,2}} = 10 \text{ სმ};$$

$$W'_{x, a} = \frac{2I_{x, a}}{h_a} = \frac{2 \cdot 23100}{30} = 1540 \text{ სმ}^3.$$

შტობის მოქნილობა $x-x$ და $y-y$ ღერძის მიმართ

$$\lambda_{x, a} = \frac{l_b}{i_{x, a}} = \frac{180}{13,43} = 13,4; \quad \lambda_{y, a} = \frac{l_b}{i_{y, a}} = \frac{180}{10} = 18.$$

ვამოწმებთ გასასვლელის შტობის მდგრადობას მომენტის მოკმედების სიბრტყეში

ამ მიზნით წინასწარ ვსაზღვრავთ

$$\bar{\lambda}_{x, a} = \lambda_{x, a} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 13,4 \sqrt{\frac{210}{210000}} = 0,424;$$

$$m_{x, a} = \frac{M_a A_a}{N_a W'_a} = \frac{8870 \cdot 128,2}{923,9 \cdot 1540} = 0,79; \quad \frac{A_f}{A_a} = \frac{38 \cdot 1,4}{128,2} = 0,4 \approx 0,5.$$

I დანართის 15 ცხრილით, როდესაც $0,1 \leq \bar{\lambda}_x = 0,42 \leq 5$ და $\frac{A_f}{A_a} = 0,5$, $\eta = (1,75 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\bar{\lambda}_x = (1,75 - 0,1 \cdot 0,79) - 0,02 \times$
 $\times (5 - 0,79) \cdot 0,42 = 1,63$; $m_{efx} = \eta \cdot m = 1,63 \cdot 0,79 = 1,29$.

$\bar{\lambda}_{x, a} = 0,424 \approx 0,5$, $m_{efx} = 1,29$ მიხედვით, I დანართის 13 ცხრილით $\varphi_x = 0,664$ (ინტერპოლაციით).

დაბვა

$$\sigma = \frac{N_a}{\varphi_x A_a} = \frac{923,9}{0,664 \cdot 128,2} = 11,19 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 112 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \text{ მპ}.$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ვამოწმებთ გასასვლელის შტოს მდგრადობას მომენტის მოკმედების მართობ სიბრტყეში.

ამ მიზნით წინასწარ ვსაზღვრავთ

$$\lambda_c = 3,14 \sqrt{\frac{E}{R_y}} = 99.$$

როდესაც $m_{x_2} = 0,79 < 5$ -ის,

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_{x_2}} = \frac{1}{1 + 0,77 \cdot 0,79} = 0,62.$$

$\lambda_{y_2} = 18$ -ის მიხედვით, I დანართის 12 ცხრილიდან $\varphi_y = 0,964$ (ინტერპოლაციით).

ძაბვა

$$\sigma = \frac{N_2}{c \varphi_y A_2} = \frac{929,9}{0,64 \cdot 0,964 \cdot 128,2} = 11,75 \text{ კნ/სმ}^2 \approx \\ \approx 118 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \text{ მპ}.$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია.

სვეტის ზედა ნაწილის როგორც საერთო, ისე ადგილობრივი მდგრადობაც უზრუნველყოფილია, ამიტომ ზედა ნაწილის განივკვეთის ელემენტების ზომებს ვტოვებთ უცვლელად (ნახ. IX.36, ა, ბ).

3. სვეტის ქვედა ნაწილის განივკვეთის შერჩევა

სვეტის ქვედა ნაწილი გეგმარდება გასოსური კეულით. განივკვეთის შემადგენელი ელემენტების ტიპები და ზომები ნაჩვენებია IX.36, დ ნახაზზე. (IX. 29, 30) ფორმულებით ვანგარიშობთ სვეტის ქვედა ნაწილის შტოებში მოქმედ ხორმალურ ძალებს:

ამწისქვეშა შტოში

$$N_2 = \frac{N_1 y_2}{b} + \frac{M_1}{b} = \frac{3360 \cdot 0,75}{1,5} + \frac{1960}{1,5} = 2990 \text{ კნ};$$

გარეთა შტოში

$$N_3 = \frac{N_2 y_1}{b} + \frac{M_2}{b} = \frac{3140 \cdot 0,75}{1,5} + \frac{2570}{1,5} = 3280 \text{ კნ},$$

სადაც b — შტოების გეომეტრიულ ღერძებს შორის მანძილია და მისი ზომის დაზუსტებამდე წინასწარ ვიღებთ

$$b \approx h_1 \approx 1,5 \text{ მ}.$$

y_1 და y_2 — მანძილები განივკვეთის სიმძიმის ცენტრში გამავალი ღერძიდან, შტოების გეომეტრიულ ღერძამდე (ნახ. IX.36, ბ). ეს მანძილებიც ჯერჯერობით უცნობია, ამიტომ წინასწარ ვინიშნავთ:

$$y_1 \approx 0,5 \text{ მ}, h_1 = 0,75 \text{ მ}; \quad y_2 \approx 0,5 \text{ მ}, h = 0,75 \text{ მ}.$$

VI. 80 ფორმულით საორიენტაციოდ ვანგარიშობთ შტოების განივკვეთების საკუთარ ფართობს, წინასწარ ვნიშნავთ $\varphi = 0,8$.

$$\text{ამწისქვეშა შტოს } A_2 \approx \frac{N_2}{\varphi R_{\gamma} \gamma_c} = \frac{2990}{0,8 \cdot 21 \cdot 1,0} \approx 178,0 \text{ სმ}^2.$$

$$\text{გარე შტოს } A_3 = \frac{N_3}{\varphi R_{\gamma} \gamma_c} = \frac{3280}{0,8 \cdot 21 \cdot 1,0} \approx 195 \text{ სმ}^2.$$

A_2 , A_3 -ს მიხედვით ვნიშნავთ სვეტის შტოების განივკვეთის ზომებს. ამწისქვეშა შტოსათვის ვიღებთ შედგენილ შედუღებულ ორტესებრ ელემენტს, სიმაღლით $h = 70$ სმ. მისი თაროების ფურცლების ზომებს ვიღებთ 300×16 მმ-ს; კედლის ფურცლის სისქეს $t = 1,2$ სმ-ს; სიგანეს $-(70 - 2 \cdot 1,6) = 66,8$ სმ-ს.

სვეტის გარეთა შტოს ვიღებთ შემდგარს ორი კუთხოვანისა $b_3 \times t_3 = 200 \cdot 14$ მმ და ერთი ფურცლისაგან $b \times t = 650 \times 10$ მმ (ნახ. IX.36, დ). შტოების განივკვეთების ფართობები შემადგენელი ელემენტების დანიშნული ზომების მიხედვით:

$$A_2 = 2 \cdot 30 \cdot 1,6 + 66,8 = 176,2 \text{ სმ}^2 \approx 178 \text{ სმ}^2;$$

$$A_3 = 2 \cdot 54,6 + 65 = 174,2 \text{ სმ}^2 \approx 195 \text{ სმ}^2;$$

$$A = A_2 + A_3 = 350,4 \text{ სმ}^2.$$

ვანგარიშობთ სვეტის ქვედა ნაწილის განივკვეთის გეომეტრიულ პარამეტრებს (ნახ. IX.36 დ):

ამწისქვეშა შტოს:

ინერციის მომენტი $y-y$ მატერიალური ღერძის მიმართ

$$I_{2y} = I_2 + 2A_2 \cdot a^2 = \frac{1,2 \cdot 66,8^3}{12} + 2 \cdot 1,6 \cdot 30 \cdot 34,2^2 = 142000 \text{ სმ}^4;$$

$$i_2 = \sqrt{\frac{I_2}{A_2}} = \sqrt{\frac{142000}{176,2}} = 28,2 \text{ სმ.}$$

ინერციის მომენტი შტოს საკუთარი 1—1 ღერძის მიმართ

$$I_1 = 2 \cdot \frac{1,6 \cdot 30^3}{12} = 7200 \text{ სმ}^4;$$

ინერციის რადიუსი

$$i_1 = \sqrt{\frac{I_1}{A_3}} = \sqrt{\frac{7200}{174,2}} = 6,37 \text{ სმ.}$$

სვეტის გარე შტოს:

ინერციის მომენტი თავისუფალი $x-x$ ღერძის მიმართ

$$I_{\delta 3} = I_{\vartheta} + 2 \cdot (I_{\text{კვთ}} + A_{\text{კვთ}} a^2) = \frac{1 \cdot 65^3}{12} + 2 \cdot \left[2097 + 54,6 \left(\frac{70}{2} - 5,46 \right)^2 \right] = 122400 \text{ სმ}^3;$$

$$i_3 = \sqrt{\frac{I_{\delta 3}}{A_{\delta}}} = \sqrt{\frac{122400}{174,2}} = 26,5 \text{ სმ.}$$

ვანგარიშობით მანძილს გარე შტოს განივკვეთის სიმძიმის ცენტრიდან განაპირა ფურცლამდე (ნახ. IX.36, დ)

$$z_2 = \frac{\sum A_i z_i}{\sum A} = \frac{65 \cdot 1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 54,6 \cdot 6,46}{174,2} = 4,24 \text{ სმ.}$$

ინერციის მომენტი შტოს საკუთარი 2—2 ღერძის მიმართ

$$I_x = A_{\vartheta} \cdot a_{\vartheta}^3 + 2 \cdot (I_{\text{კვთ}} + A_{\text{კვთ}} a_{\text{კვთ}}^2) = 65 \cdot 1 \cdot (4,24 - 0,5)^3 + 2[2097 + 54,5(5,46 + 1 - 4,23)^2] = 5640 \text{ სმ}^4;$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_{\delta}}} = \sqrt{\frac{5640}{174,2}} = 5,69 \text{ სმ.}$$

ვსაზღვრავთ სვეტის ქვედა ნაწილის განივკვეთის სიმძიმის ცენტრის ზუსტ მდებარეობას

$$b = h - z_1 = 150 - 4,24 = 145,76 \text{ სმ};$$

$$y_1 = \frac{A_{\delta} \cdot b}{A} = \frac{174,2 \cdot 145,8}{176,2 + 174,2} = 72,7 \text{ სმ};$$

$$y_2 = b - y_1 = 145,76 - 72,7 = 73,06 \text{ სმ.}$$

ვანგარიშობით სვეტის შტოებში მოქმედ ნორმალური ძალების ზუსტ მნიშვნელობებს:

$$N_3 = \frac{N_1 y_1}{b} + \frac{M_1}{b} = \frac{3360 \cdot 73,06}{145} + \frac{1960}{1,458} = 3030 \text{ კნ};$$

$$N_2 = \frac{N_2 y_1}{b} + \frac{M_2}{b} = \frac{3140 \cdot 72,7}{145,8} + \frac{2570}{1,458} = 3330 \text{ კნ.}$$

ვამოწმებთ სვეტის შტოების მდგრადობას.

ამწისქვეშა შტოს მდგრადობა განვივი ჩარჩოს სიბრტყეში

$$\sigma = \frac{N_2}{F_{x, 1} A_2} = \frac{3030}{0,932 \cdot 176,2} = 18,45 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 184 \text{ მპ} < R_{\gamma c} = 210 \text{ მპ,}$$

სადაც:

$$\text{როდესაც } l_{ef} = l_m = 180 \text{ სმ, } \lambda_{s, 1} = \frac{l_m}{i_1} = \frac{180}{6,87} = 28,3.$$

I დანართის მე-12 ცხრილით, როდესაც $\lambda_2 = 28,3$ და $R_y = 210$ მმ $\varphi = 0,932$ (ინტერპოლაციით). $l_m = 1,8$ მ — სვეტის ქვედა ნაწილის კვანძებს შორის მანძილია (IX.36, ა).

ამწისქვეშა შტოს მდგრადობა ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში (VI.74)

$$\sigma = \frac{N_2}{F_{y1} A_2} = \frac{3030}{0,933 \cdot 176,2} = 18,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 185 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 110 \text{ მპ},$$

სადაც:

$$\text{როდესაც } R_y = 210 \text{ მპ და } \lambda_y = \frac{l_{y1}}{i_y} = \frac{920}{28,3} = 32,5, \text{ I დან. 12}$$

ცხრილით $\varphi_y = 0,933$.

$l_{ef} = l_{y1} = 920$ სმ მანძილია საძირკვლის ზედაპირიდან ამწისქვეშა კოქსის საყრდენი ფურცლის ზედაპირამდე (ნახ. IX.36, ა).

გარე შტოს მდგრადობა ჩარჩოს სიბრტყეში:

$$l_{ef} = l_m = 180 \text{ სმ}; \lambda_2 = \frac{l_m}{i_2} = \frac{180}{5,69} = 82,5.$$

როდესაც $R_y = 210$ მპ და $\lambda_y = 32,5$, I დან. 12 ცხრილით $\varphi = 0,935$ (ინტერპოლაციით),

$$\sigma = \frac{N_2}{F_2 A_2} = \frac{3330}{0,935 \cdot 174,2} = 20,40 \text{ კნ/სმ}^2 = 204 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \text{ მპ}.$$

გარე შტოს მდგრადობა ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში $l_{y1} = l_{y1} = 920$ სმ;

$$\lambda_y = \frac{l_y}{i_y} = \frac{920}{26,5} = 34,7; \varphi_y = 0,922 \text{ (დან. I, ცხრ. 12)}.$$

$$\sigma = \frac{N_2}{F_y A_2} = \frac{3330}{0,922 \cdot 174,2} = 20,73 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 207 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \text{ მპ}.$$

ვამოწმებთ სვეტის ამწისქვეშა ნაწილის საერთო მდგრადობას.

სვეტის ქვედა ნაწილის საერთო მდგრადობაზე გაანგარიშებისათვის საკმარისია (IX.39) ფორმულით დაყვანილი მოქნილობის განსაზღვრა. უკანასკნელი დამოკიდებულია სვეტის ქვედა ნაწილის ირიბანას განივკვეთის ფართობზე. ამის გამო, წინასწარ ვარჩევთ ირიბანების განივკვეთებს.

ირიბანების გაანგარიშება ხდება რეალური და პირობითი განივი ძალებიდან უდიდესის მიხედვით.

რეალური განივი ძალა $Q = 312$ კნ.

პირობით განივი ძალას ვანგარიშობთ (VI.90) ფორმულით. ამ მიზნით წინასწარ ვსაზღვრავთ სვეტის განივკვეთის მოქნილობას $y-y$ მატერიალური და $x-x$ თავისუფალი ლერძების მიმართ (ნახ. IX.36, დ):

$$I_y = I_{2, 2} + I_{2, 3} = 122400 + 142000 = 264400 \text{ სმ}^4;$$

$$I_x = (I_2 + A_2 \cdot y_2^2) + (I_1 + A_1 \cdot y_1^2) = 5640 + 174,2 \cdot 73,06^2 + 7200 + 176,2 \cdot 72,7^2 = 1866000 \text{ სმ}^4$$

ინერციის რადიუსებს:

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{264400}{350,4}} \approx 27,5 \text{ სმ}; \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{1866000}{350,4}} = 73,0 \text{ სმ.}$$

მოქნილობებს:

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} = \frac{l_y}{i_y} = \frac{930}{27,5} \approx 34; \quad \lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} = \frac{l_x}{i_x} = \frac{2254}{73,0} \approx 31.$$

როდესაც $\lambda_y = 34$ და $R_y = 210$ მპ, I დან. 12 ცხრილით $\varphi_y = 0,92$.

როდესაც $\lambda_x = 31$ და $R_y = 210$ მპ, ამავე ცხრილით $\varphi_x = 0,93$.

$$\text{ნორმალური დაბევა } \sigma = \frac{N_1}{A} = \frac{3360}{350,4} = 9,6 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 96 \text{ მპ};$$

$$\text{ფარლობა } \frac{\sigma}{\varphi_x R_y} = \frac{96}{0,93 \cdot 210} = 0,49; \quad \frac{\varphi_{min}}{\varphi} = \frac{0,92}{0,93} \approx 0,99.$$

ამ ორი ფარლობიდან β კოეფიციენტი აიღება როგორც უმცირესი

$$\beta = \frac{\sigma}{\varphi_x R_y} = 0,49.$$

პირობითი განივი ძალა

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot A \cdot E \cdot \beta \left(2330 \frac{R_y}{E} - 1 \right) = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot 350,4 \cdot 210000 \times \\ \times 0,49 \cdot \left(2330 \cdot \frac{210}{210000} - 1 \right) = 343,0 \text{ კნ.}$$

რადგან $Q_{fic} > Q$ -ზე, ამიტომ ორიბანების საანგარიშოდ ვიღებთ

$$\max Q = 343,0 \text{ კნ.}$$

ორიბანების სიბრტყეში მოქმედი განივი ძალა

$$Q_s = \frac{\max Q}{2} = \frac{343,0}{2} \approx 171,5 \text{ კნ.}$$

ორიბანაში მოქმედი ნორმალური ძალა

$$N_{os} = \frac{Q_s}{\sin \alpha} = \frac{171,5}{0,857} = 200 \text{ კნ.}$$

სადაც $\alpha = 59^\circ$ — ირიბანას დახრის კუთხეა ვერტიკალთან (ნახ. IX.36, ა). ირიბანას საჰირო ფართობი (VI.39)

$$A_{საჰ} = \frac{N_{ობ}}{\gamma_c \varphi R_V} = \frac{N_{ობ}}{\gamma_c (0,7 \div 0,9) R} = \frac{200}{0,75 \cdot 0,8 \cdot 21} = 15,9 \text{ სმ}^2,$$

სადაც γ_c — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და ერთი შეკუმშული კუთხოვანასათვის, როდესაც იგი ემაგრება ერთი თაროთი, ტოლია 0,75-ის (დან. I, ცხრ. 4). $A_{საჰ}$ მიხედვით კუთხოვანების სორტამენტის ცხრილიდან ვიღებთ:

$2'_{110} \times 8$; $A_{კუთ} = 17,2 \text{ სმ}^2$; $i_{min} = 2,18$ (III დან. 3 ცხრ.). ირიბანას საანგარიშო სიგრძე

$$l_{ef} = l_i = \frac{b}{\sin \alpha} = \frac{145,26}{0,857} = 171 \text{ სმ.}$$

b — შტოების ღერძებს შორის მანძილია (ნახ. IX.36, ლ). მოქნილობა $\lambda = \frac{l_i}{i_{min}} = \frac{171}{2,18} = 78$. I დან. 12 ცხრილით $\varphi = 0,726$ (ინტერპოლაციით).

ძაბვა ირიბანაში

$$\sigma = \frac{N_{ობ}}{\varphi \cdot A_{ობ}} = \frac{200}{0,726 \cdot 17,2} = 16 \text{ კნ/სმ}^2 = 160 \text{ მპ} \approx R_V \gamma_c \approx 210 \cdot 0,75 = 158 \text{ მპ.}$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია, ამიტომ ირიბანას კუთხედის კალიბრს ვტოვებთ უცვლელად.

(VI.82) ფორმულით ვანგარიშობთ დაყვანილ მოქნილობას

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_x^2 + \alpha_1 \frac{A}{A_i}} = \sqrt{31^2 + 13,2 \frac{350,4}{2 \cdot 17,2}} = 33,1,$$

სადაც

$$\alpha_1 = 10 \frac{a^3}{b^3 l} = 10 \frac{l_d^3}{b^3 l_m} = 10 \frac{171^3}{145,26^3 \cdot 180} \approx 13,2.$$

$b = y_1 + y_2 = 73,06 + 72,7 = 145,26 \text{ სმ}$ (ნახ. IX.36, ლ).

$A_i = 2A_s = 2 \cdot 17,2 = 34,4 \text{ სმ}^2$ — ორი ირიბანას (კუთხოვანას) განივკვეთის ფართობია.

პირობითი დაყვანილი მოქნილობა

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{\frac{R_V}{E}} = 33,1 \sqrt{\frac{210}{210000}} = 1,05.$$

ვაშოშებებო ქველა ნაწილის მდგრადობას მომენტის მოქმედების სიბრტყეში:

როდესაც $M_1 = -1960$ კნ.მ; $N_1 = 3360$ კნ; ფარლობითი ექს. ცენტრისიტეტი

$$m_x = \frac{M_1 \cdot A \cdot y_1}{N_1 I_x} = \frac{196000}{3360} \cdot \frac{350,4 \cdot 72,7}{1866000} = 0,795 \approx 0,8.$$

I დანარ. 14 ცხრილიდან, როდესაც $M_x = 0,8$; $\bar{\lambda}_{ef} = 1,05 \approx 1,0$; $\varphi_e = 0,539$;

$$\sigma = \frac{N_1}{\varphi_e A} = \frac{3360}{0,539 \cdot 350,4} = 17,8 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 178 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \cdot 1,0 = 210 \text{ მპ}.$$

როდესაც $M_2 = 2570$ კნ.მ, $N_2 = 3140$ კნ;

$$m_x = \frac{M_2 \cdot A \cdot y_2}{N_2 I_x} = \frac{257000 \cdot 350,4 \cdot 73,06}{3140 \cdot 1866000} = 1,12.$$

$\varphi_e = 0,457$ (დან. I. ცხრ. 13);

$$\sigma = \frac{N_2}{\varphi_e A} = \frac{3140}{0,457 \cdot 350,4} = 19,6 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 196 \text{ მპ} < R_y \gamma_c = 210 \text{ მპ}.$$

სვეტის ქველა ნაწილის მდგრადობის შემოწმება მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში საკუირო არ არის, რადგან ამ სიბრტყეში ქველა ნაწილის შტოების მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

4. ხვეტის ზედა და ქველა ნაწილების შეერთების განგარიშება

შეერთების კონსტრუქცია ნაჩვენებია IX.37, ა ნახაზზე. ტრავერსის სიმაღლეს ენიშნავთ

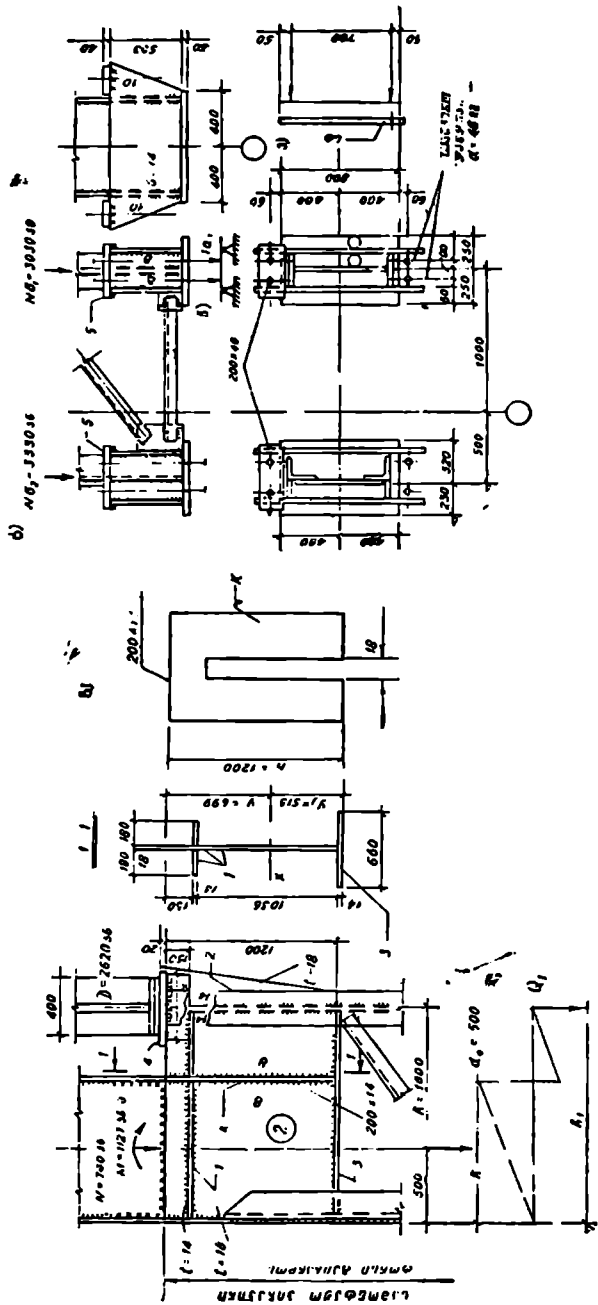
$$h_0 \approx 0,8 h_1 = 0,8 \cdot 150 = 120 \text{ სმ}.$$

სვეტის ზედა ნაწილის შიგა თაროში მოქმედი ნორმალური ძალა (IX.50)

$$F_3 = \frac{N}{2} + \frac{M}{h} = \frac{740}{2} + \frac{1127}{1} = 1497 \text{ კნ}.$$

ენიშნავთ ტრავერსის შეეული წიბოს (k) ზომებს ისე, რომ მისი სიმტკიცე სვეტის ზედა ნაწილის შიგა თაროს ფურცლის სიმტკიცის ტოლო ან მეტი იყოს.

ამ მოსაზრებით, ტრავერსის შეეული წიბოს ფურცლის ზომებს ეი-ლებო 200×14 მმ-ს (ნახ. IX.37, ბ-ზე დეტალი k).



ნახ. IX. 37. მგალითი ვანგარიშებისთვის:

ა - სვეტის ზედა და ქვედა ნაწილების უკონტაქტო; ბ - ტრაფორტის უკონტაქტო ნაწილი; გ - სვეტის ბაზა.

შედულების ნაკერის სიმაღლე, რომლითაც ტრავერსის შვეული წიბო ელულება ტრავერსის ფურცელს, გამოითვლება (IX.18) ფორმულით. ვანგარიშობთ ნაკერის სიმაღლეს, რომლითაც ტრავერსის შვეული წიბო ელულება ტრავერსის ფურცელს. რადგან $R_v = 210$ მმ < 295 მმ და $R_{\omega z} = 155$ მმ $< R_{\omega f} = 200$ მმ $< \frac{\beta_z}{\beta_f} R_{\omega z} = \frac{1}{0,7} \cdot 155 = 221$ მმ, საკმარისია ნაკერის სიმაღლე განისაზღვროს შედულების ნაკერის ლითონის სიმტკიცის პირობით

$$k_f'' = \frac{F_3}{4 \beta_f l_{\omega} \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{1497}{4 \cdot 0,7 \cdot 119 \cdot 1,0 \cdot 200 \cdot 1,0} = 0,22 \text{ სმ},$$

სადაც ნაკერის სიგრძე $l_{\omega} = h_0 - 1$ სმ $= 120 - 1 = 119$ სმ. I დან. 19 ცხრილით, 346 ტიპის ელექტროდისათვის $R_{\omega f} = 200$ მმ. IV.1 ცხრილით, $R_{\omega z} = 0,45 \cdot R_{\omega u} = 0,45 \cdot 345 = 155$ მმ. § IV.2-ში მოყვანილ მითითებათა მიხედვით $\gamma_{\omega z} = \gamma_{\omega f} = 1,0$. IV.3 ცხრილით, ხელით შედულებს დროს, $\beta_f = 0,7$; $\beta_z = 1,0$. I დან. 4 ცხრილით $\gamma_c = 1,0$. IV.2 ცხრილით, როდესაც $R_{vz} = 215 < 430$ მმ და ნაგლის სისქე $t = 18 - 22$ მმ-ს, ხელით შედულების დროს $\min k_f = 7$ მმ-ს. რადგან $k_f = 0,2$ სმ $< \min k_f = 0,7$ მმ-ს, ამიტომ კონსტრუქციული მოსაზრებით საბოლოოდ ვიღებთ

$$k_f = 8 \text{ მმ-ს.}$$

სვეტის ამწისქვეშა შტოზე მოკმედებს ამწისქვეშა კოჭის უდიდესი რეაქცია $D^* = 2620$ კნ.

ამწისქვეშა კოჭის თარაზული საყრდენი ფურცლის (4) ზომებს ვნიშნავთ

$$46 \times 12 \text{ სმ (ნახ. IX.37, ა).}$$

ვანგარიშობთ ტრავერსის და სვეტის შვეული წიბოს (ნახ. IX.37, ა-ზე დეტალი 2) ფურცლის სისქეს მათი თელვაზე სიმტკიცის პირობით

$$t_0 = \frac{\max D}{z \cdot R_f \gamma_c} = \frac{2620}{46 \cdot 33,5 \cdot 1,1} = 1,54 \text{ სმ} \approx 16 \text{ მმ},$$

სადაც

$$R_f = R_u = 335 \text{ მმ (ცხრ. I.1).}$$

z — ტრავერსის და სვეტის შვეული წიბოს თელვის ფართობის სიგრძეა და ტოლია თარაზული საყრდენი ფურცლის სიგანისა (460 მმ-ის).

კონსტრუქციული მოსაზრებით, ტრავერსისა და სვეტის შვეული წიბოს სისქეებს ვიღებთ

$$t_5 = t_0 = 18 \text{ მმ-ს.}$$

ტრავერსის ქვედა თარაზულ წიბოს ზომებს (3) ვნიშნავთ $600 \times$

* განისაზღვრება ვანივი ჩარჩოს ვანგარიშების დროს.

$\times 14$ მმ-ს, ხოლო ზედა თარაზული წიბოების ზომებს (1) — $2 \times 180 \times 14$ მმ (ნახ. IX.37 ა-ზე დეტალი 1 და 3). ტრავერსი მუშაობს ისე, როგორც ორ საყრდენზე მდებარე ორტესებრი პროფილის კოჭი. მისი სიშტკიცის შემოწმების მიზნით, წინასწარ ვანგარიშობთ (ნახ. IX.37, ა, კრიოლი I-I):

განიეკვეთის სიმაძიძის ცენტრის მდებარეობას

$$y_3 = \frac{2 \cdot 18 \cdot 1,4 \cdot 105,7 + 120 \cdot 1,8 \cdot 61,4 + 66 \cdot 1,4 \cdot 0,7}{2 \cdot 18 \cdot 1,4 + 120 \cdot 1,8 + 66 \cdot 1,4} = 51,5 \text{ სმ};$$

$$y_6 = (h + l_0) - y_3 = (120 + 1,4) - 51,5 = 69,9 \text{ სმ};$$

ბერტის მომენტს

$$I_x = \frac{1,8 \cdot 120^3}{12} + 1,8 \cdot 120 \cdot 9,9^2 + 9,9^3 + 2 \cdot 18 \cdot 1,4 \cdot 54,2^2 + 66 \cdot 1,4 \cdot 50,8^2 = 663000 \text{ სმ}^4;$$

წინალობის მომენტს

$$W_x = \frac{I_x}{y_6} = \frac{663000}{69,9} = 9500 \text{ სმ}^3.$$

IX.37, დ ნახაზზე ნაჩვენები საანგარიშო სქემის მიხედვით ტრავერსის შიერ გადმოცემული რეაქცია

$$F_1 = \frac{N \cdot \frac{h}{2}}{h_1} + \frac{M}{h_1} = \frac{740 \cdot \frac{100}{2}}{150} + \frac{112700}{150} = 998 \text{ კნ.}$$

მლუნავი მომენტი ტრავერსის შვეული წიბოს მიერთების ადგილას

$$M_0 = F_1 \cdot a_0 = 998 \cdot 0,5 = 449 \text{ კნ.მ.}$$

განივი ძალა ამავე კვეთში

$$Q_0 = F_1 + \frac{\max D}{2} = 998 + \frac{2620}{2} = 2308 \text{ კნ.}$$

ტრავერსის განიეკვეთში მოქმედი ძაბვები:

$$\text{ნორმალური } \sigma = \frac{M_0}{W_x} = \frac{44900}{9500} = 5,25 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 53 \text{ მპ} < R_{\nu\gamma_c} = 230 \text{ მპ};$$

მხები

$$\tau = \frac{Q_0}{h_0 \cdot l_0} = \frac{2308}{120 \cdot 1,8} = 10,7 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 107 \text{ მპ} < R_{\nu\gamma_c} = 120 \cdot 1,1 = 135 \text{ მპ};$$

$$R_s = 0,58 \cdot R_{\nu} = 0,58 \cdot 210 \approx 120 \text{ მპ (I.1 ცხრ.)}$$

შედულების ნაკერის სიმაღლე, რომლითაც ტრავერსის ფურცელი ედუ-
ლება ამწისქვეშა შტოს:

$$k_f' = \frac{Q_0}{2\beta_1 l \omega \gamma_a R_{\text{თ}} \cdot \gamma_c} = \frac{2308}{2 \cdot 0,7 \cdot 119 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1,1} = 0,63 \text{ სმ};$$

$$k_f'' = \frac{Q_0}{2\beta_2 l \omega \gamma_a R_{\text{ა}} \cdot \gamma_c} = \frac{2308}{2 \cdot 1,0 \cdot 119 \cdot 15,5 \cdot 1,1} = 0,57 \text{ სმ}.$$

k_f' და k_f'' -დან ვიღებთ უდიდესს $k_f \approx 8 \text{ მმ} > \min k_f = 7 \text{ მმ}$. ძერის
ძალა, რომელიც გადაეცემა ამწისქვეშა კოქის კედლის შვეული წიბოს
შემაერთებელ შედულების ნაკერს, ტოლია $\frac{\max D}{2} = 1310 \text{ კნ}$. მიუხედა-
ვად ამისა, კონსტრუქციული მოსაზრებით მათი შედულების ნაკერის სი-
მაღლეს ვიღებთ ტრავერსისა და ამწისქვეშა შტოს შემაერთებელი ნაკე-
რის სიმაღლის ტოლს

$$k_{\text{ფ}} = k_0 = k_f = 8 \text{ მმ}.$$

5. სვეტის ბაზის გაანგარიშება

სვეტის ბაზის კონსტრუქცია ნაჩვენებია IX.37, გ ნახაზზე. ბაზის
გაანგარიშება ხდება სვეტის შტოებში მოქმედი ნორმალური ძალების
მიხედვით.

ძალა ამწისქვეშა შტოში

$$N_{\text{ა}} = 3030 \text{ კნ};$$

გარე შტოში

$$N_{\text{ბ}} = 3330 \text{ კნ}.$$

გაანგარიშებას ვიწყებთ ამწისქვეშა შტოს ბაზის გაანგარიშებით. (VI.100)
ფორმულით ვსახლავრავთ ბაზის საყრდენი ფილის საკუთრივ ფართობს

$$A_{\text{ფ}}' = \frac{N_{\text{ა}}}{R_{\text{ფ}}} = \frac{3030}{0,68} = 3788 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $R_{\text{ა}} = M 150$ მარკის ბეტონის საანგარიშო წინაღობაა თელვაზე.

$$R_{\text{ა}} = \gamma_c R_{\text{ბ}} \approx 1,2^* \cdot 0,65 = 0,78 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 8 \text{ მპ}.$$

$A_{\text{ფ}}'$ -ის მიხედვით ვნიშნავთ საყრდენი ფილის ზომებს $L \times b = 800 \times 500 \text{ მმ}$;

$$A_{\text{ფ}} = 80 \times 50 = 4000 \text{ სმ}^2 \approx 3788 \text{ სმ}^2.$$

ძაბვა საყრდენი ფილის ქვეშ (საძირკელის ზედაპირზე)

$$\sigma_{\text{ფ}} = \frac{N_{\text{ა}}}{F_{\text{ფ}}} = \frac{3030}{4000} = 0,76 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 7,6 \text{ მპ} < R_{\text{ა}} = 8 \text{ მპ}.$$

* კედლისა და საძირკელის ზომების დახუტვაზე γ_c აიღება 1,2.

(VI.107) და (VI.105) ფორმულებით ვანგარიშობთ მლუნავი მომენტების მნიშვნელობებს საყრდენი ფილის კონსოლურ და ოთხი გვერდით ჩამაგრებულ სექციებში (ნახ. IX.37, ბ):

$$M' = \frac{q \cdot a_1^2}{2} = \frac{0,76 \cdot 8,6^2}{2} = 28,1 \text{ კნ. სმ};$$

$$M'' = \alpha \cdot q \cdot a_1^2 = \frac{0,76 \cdot 14,4^2}{8} = 19,7 \text{ კნ. სმ};$$

$$q = b_f \cdot \sigma = 1 \cdot 0,76 \text{ კნ/სმ};$$

$$b_f = 1 \text{ სმ}$$

აქ, რადგან $\frac{66,5}{14,4} = 4,63 > 2$, M'' გამოითვლება როგორც ორ საყრდენზე

შღებარე კოქისათვის, ამიტომ $\alpha = \frac{1}{8}$.

საყრდენი ფილის განივკვეთში მოქმედი უდიდესი მლუნავი მომენტი

$$\max M = 28,1 \text{ კნ. სმ.}$$

(VI.108) ფორმულით ვსაზღვრავთ საყრდენი ფილის სისქეს

$$t_{\text{ფ}} = \sqrt{\frac{\max M \cdot 6}{R_y \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 28,1}{21 \cdot 1,1}} = 2,7 \text{ სმ.}$$

ფილის სისქეს ვიღებთ $t_{\text{ფ}} = 28$ მმ.

ვნიშნავთ ტრავერსის ფურცლის ზომებს. ტრავერსის სიმაღლეს ვიღებთ $h_{\delta} = 500$ მმ, სისქეს — $t_{\delta} = 14$ მმ.

ვამოწმებთ ტრავერსის სიმტკიცეს. ამ მიზნით, წინასწარ ვანგარიშობთ ტრავერსის 1 გრძივ სანტიმეტრზე მოქმედ თანაბრად განაწილებულ დატვირთვას (ნახ. IX.37, გ).

$$q_{\delta} = \sigma_{\delta} \cdot b_{\delta} = 0,76 \left(8,6 + 1,4 + \frac{14,4}{2} \right) \approx 13,1 \text{ კნ/სმ}^2.$$

ტრავერსს ვიხილავთ როგორც ამწისქვეშა შტოს თაროებზე დაყრდნობილ ერთმალთან ორკონსოლიან კოქს (ნახ. IX.37, ე). კოქის (ტრავერსის) მალის შუაში მოქმედი უდიდესი მლუნავი მომენტი

$$M_{\delta} = (13,1 \cdot 70^2) \frac{1}{8} - (13,1 \cdot 5^2) \frac{1}{2} = 8846 \text{ კნ.სმ.}$$

განივი ძალა

$$Q_{\delta} = \frac{13,1 \cdot 70}{2} + 13,1 \cdot 5 = 524 \text{ კნ.}$$

ტრავერსის გეომეტრიული მახასიათებლები (ნახ. IX.37, გ);

$$A_{\delta} = 50 \cdot 1,4 = 70 \text{ სმ}^2;$$

$$W_{\delta} = \frac{1,4 \cdot 50^2}{6} = 584 \text{ სმ}^2.$$

ტრავერსის განივკვეთში მოქმედი უდიდესი ძაბვები:

$$\text{ნორმალური } \sigma = \frac{M_{\delta}}{W_{\delta}} = \frac{8846}{548} = 15,15 \text{ კნ/სმ}^2 = 152 \text{ მპ} < R_{\sigma\gamma c} = 230 \text{ მპ};$$

$$\text{მხები } \tau = \frac{Q_{\delta}}{A_{\delta}} = \frac{524}{70} = 7,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 75 \text{ მპ} < R_{\tau\gamma c} = 120 \text{ მპ}.$$

(III.15) ფორმულით გამოწვებით ტრავერსის სიმტკიცეს

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{15,15^2 + 3 \cdot 7,5^2} = 19,95 \text{ კნ/სმ}^2 \approx \\ \approx 200 \text{ მპ} < 1,15 R_{\sigma\gamma c} = 1,15 \cdot 210 \cdot 1,1 = 265 \text{ მპ}.$$

სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ვანგარიშობთ შედუღების ნაკერის სიმაღლეს, რომლითაც ტრავერსის ფურცელი ედუღება ამწისქვეშა შტოს თაროს.

ნაკერში მოქმედი ძერის ძალა

$$F_{\delta}' = \frac{q_{\delta} L}{2} = \frac{13,1 \cdot 80}{2} = 524 \text{ კნ}.$$

რადგან $R_{\sigma} = 210 < 295$ მპ და ელექტროდის ტიპი ისეა შერჩეული, რომ დატულია პირობა $1,1 R_{\omega z} < R_{\omega f} < \frac{\beta_z}{\beta_f} R_{\omega z}$, ნაკერის სიმაღლეს ვანგარიშობთ IV.8 ფორმულით

$$h_f = \frac{F_{\delta}}{\beta_f (h_{\delta} - 1) \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{524}{0,7(50-1)1,0 \cdot 20 \cdot 1,0} = 0,76 \text{ სმ} \approx 80 \text{ მპ}.$$

ამწისქვეშა შტოში მოქმედი ნორმალური ძალა (N_{δ}) საყრდენ ფილას გადაეცემა ფრეზირებული ტორსის საშუალებით. ტორსის ქვეშ, საყრდენ ფილაზე მოქმედი ადგილობრივი თელვის ძაბვების სიმცირის სიცხადის გამო ფილის სიმტკიცეს ადგილობრივ თელვაზე არ გამოწვებით.

ვანგარიშობთ საანკერო ქანქიების საკირო დიაპეტრს (IX.61) ფორმულით. ქანქიების უდიდესი გამჭვივავე ძალა

$$\tau = -\frac{\min N \cdot y_{\delta}}{h_0} + \frac{\text{შეს } M}{h_0} = -\frac{580 \cdot 73,06}{145,8} + \frac{1360}{1,458} = 642 \text{ კნ}.$$

IX.64 ფორმულით

$$A_{სკ} = A_{სი} = \frac{\gamma}{nR_{სი}} = \frac{642}{4 \cdot 17,5} = 9,2 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $n=4$ —საანკერო კანკიკების რიცხვია;

$R_{სი} = 175$ მმ—საანკერო კანკიკის საანგარიშო წინალობა გაწიშვანზე, როდესაც კანკიკის ფოლადის კლასია 4.6 (იხ. I დან. 22 ცხრ.).

$A_{სი}$ -ის მიხედვით, I დან. 20 ცხრილიდან ვიღებთ 4 კანკიკის დიამეტრს $d=42$ მმ, $A_{სი} = 11,2 \text{ სმ}^2 > 9,2 \text{ სმ}^2$. I დან. 29 ცხრილიდან აიღება ანკერების დანარჩენი ზომები. ვანგარიშობთ საანკერო კანკიკების ქვეშა ფილას (ნახ. IX.37, გ-ზე დეტალი 5).

საანკერო ფილას ვიხილავთ, როგორც ტრავერსის ფურცელზე დაყრდნობილ ერთმალთან კოქს, დატვირთულს ორ საანკერო კანკიკში მოქმედი შეყურსული ძალებით (ნახ. IX.37, ვ).

ერთ ანკერში მოქმედი ძალა

$$N = \frac{\gamma}{4} = \frac{642}{4} = 160,5 \text{ კნ.}$$

საანკერო ფილის ზომებს ვიღებთ 200×40 მმ, ხერცის დიამეტრს— $d = 50$ მმ-ს.

ფილაში მოქმედი უდიდესი მღუნავი მომენტი

$$M = \frac{N}{4} \cdot a_1 = 160,5 \cdot 6 = 963 \text{ კნ. სმ,}$$

სადაც $a_1 = 6$ სმ—მანძილია საანკერო კანკიკის ლერძიდან ტრავერსის ფურცლამდე.

ფილის წინალობის მომენტი ხერცით შესუსტების ადგილას

$$W_{სი} = \frac{bI^2}{6} = \frac{(20 - 5,4) \cdot 4^2}{6} = 38,9 \text{ სმ}^2.$$

ძაბვა შესუსტებულ კვეთში

$$\sigma = \frac{M}{W_{სი}} = \frac{963}{38,9} = 20,4 \text{ კნ/სმ}^2 = 204 \text{ მპ} < R_{\gamma} \gamma_c = 230 \text{ მპ.}$$

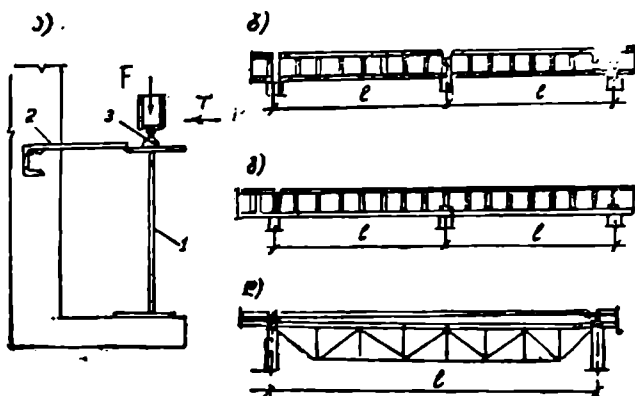
სიმტკიცის პირობა უზრუნველყოფილია.

სვეტის ქვედა ნაწილის გარე შტოს ბაზის გაანგარიშება ანალოგიურია ამწისქვეშა შტოს ბაზის გაანგარიშებისა, მხოლოდ მისი გაანგარიშების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს შემდეგს: გარე შტოს განივიკვეთის სიმძიმის ცენტრი, საყრდენი ფილის სიმძიმის ცენტრი და საანკერო კანკიკების ძალვათა ტოლქმედი აუცილებლად უნდა მდებარეობდეს ერთ საერთო ლერძზე, ისე როგორც ეს ნაჩვენებია IX.37 გ ნახაზზე.

აშწისქვეშა კონსტრუქცია შედგება: აშწისქვეშა კოქის, სამუხრუქო კოქის, აშწისქვეშა რელსისა და განაპირა საზღუნებისაგან (ნახ. IX.38 ა).

აშწისქვეშა კოქები მუშაობენ მოძრავ დინამიკურ ზეყურსულ ძალებზე ($P \leq 600 \div 800$ კნ-მდე), განიცდიან შვეული და თარაზული ძალების ერთდროულ მოქმედებას, აშწის მოძრაობისას ხშირად ადგილი აქვს ბიძგებს და დინამიკურ დარტყმებს. ამის გამო, კოქოვანი გადახურვის მთავარი კოქებისაგან განსხვავებით, ისინი მუშაობენ რთულ ექსპლუატაციურ პირობებში.

კონსტრუქციის მიხედვით აშწისქვეშა კოქები შეიძლება იქნეს მთლიანი (ნახ. IX.38 ბ, გ) ან გისოსური კედლით (ნახ. IX.38 დ); სტა-



ნახ. IX.38. აშწისქვეშა კონსტრუქციები:

ა—ელემენტები; 1—აშწისქვეშა კოქი; 2—სამუხრუქო კოქი; 3—აშწის რელსი; ბ, გ—კრილი და უკრი აშწისქვეშა კოქები; დ—აშწისქვეშა წაშვე.

ტიკური სქემის მიხედვით—კრილი ან უკრი (ნახ. IX.38 ბ, გ). შეერთების სახის მიხედვით—შედულებული ან მოქლონური. აქედან ყველაზე გავრცელებულია კრილი შედულებული აშწისქვეშა კოქები მთლიანი კედლით (ნახ. IX. 38, ბ). ასეთი კოქები ხასიათდებიან დაშვადების, ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის სიადვილით: მათზე გავლენას არ ახდენს ყამირის ჯდომით ან ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული დეფორმაციები.

კარგი ყამირების და დიდი ტვირთამწეობის ამწეების შემთხვევაში, ხშირად მიზანშეწონილი ხდება უკრი აშწისქვეშა კოქების გამოყენება. საძირკვლის ჯდომისა და ტემპერატურის მცირე გავლენის შემთხვევებ-

ში, ფოლადის ხარჯი უჭრ კოქებში, კრილ კოქებთან შედარებით, გაცილებით მცირეა და დაახლოებით აღწევს 10—14%-ს. კრილი და უჭრი ამწისქვეშა კოქების გამოყენების მიზანშეწონილობას ძირითადად განაპირობებს კოქების საყრდენების ღრეკადი დამყოლების ϵ კოეფიციენტი.

როდესაც $\epsilon > 0,05$ -ზე, რეკომენდებულია კრილი კოქების დაგეგმარება: როდესაც $\epsilon \leq 0,05$ -ზე, შედარებით რაციონალურია უჭრი კოქები. ღრეკადი დამყოლების კოეფიციენტი განისაზღვრება ფორმულით

$$\epsilon = \frac{\Delta \cdot EI}{l^3}, \quad (IX.63)$$

სადაც Δ არის ერთეული შვეული ძალით გამოწვეული კოქის საყრდენის ჯდომის სიღიდე;

EI — კოქის სიხისტე;

l — კოქის მალი.

როდესაც ამწისქვეშა კოქის მალი $l \leq 18$ მ-ს და მსუბუქ ან საშუალო რეჟიმზე მომუშავე ამწის ტვირთამწეობა არ აღემატება 300 კნ-ს, ზოგჯერ გამოიყენება ამწისქვეშა კოქები გისოსური კედლით და ზედა ხისტი სარტყლით (ნახ. IX.38, დ).

ზემოთ განხილულ კოქებთან შედარებით, ასეთ კოქებში ფოლადის ხარჯი გაცილებით მცირეა, მაგრამ ამავე დროს ხასიათდება დამზადების სიძნელით. გარდა ამისა, ამწეების ერთი ნალიდან მეორე მალში გადასვლისას, საყრდენზე ხშირად აღვილი აქვს დინამიკურ დარტყმებს, რაც ზოგჯერ მიზეზია გისოსურკედლიანი კოქების დაზიანებისა. ამის გამო, განსაკუთრებით მძიმე და ზემძიმე რეჟიმზე მომუშავე ამწეების მოქმედებისას, გისოსურკედლიანი ამწისქვეშა კოქები იშვიათად გამოიყენება.

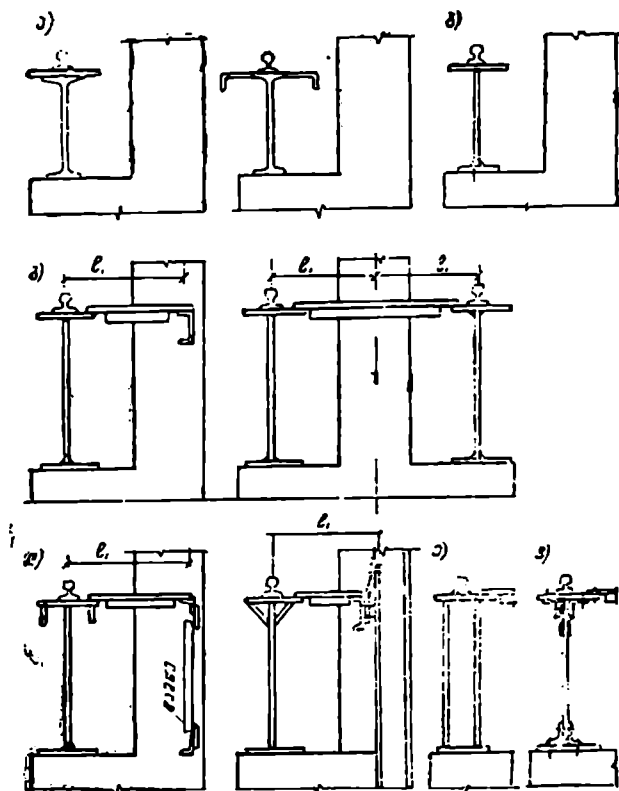
ამჟამად, ავტომატური და ნახევრად ავტომატური შედუღების ტექნოლოგიის სრულყოფასთან დაკავშირებით, როგორც წესი, ამწისქვეშა კოქების ელემენტების შეერთება ხორციელდება შედუღებით. გამონაკლისს წარმოადგენს ამწისქვეშა კოქი დიდი ტვირთამწეობით $Q \geq 1500$ კნ. ასეთ კოქებში ელემენტების შეერთება ხორციელდება მოქლონებით. მოქლონურ კოქებში, შედუღებულ კოქებთან შედარებით, ფოლადის ხარჯი გაცილებით მეტია და ზოგჯერ აღწევს 27%-მდე. ამიტომ მათი გამოყენების არე შეზღუდულია. ამწეების დამუხრუჭების შედეგად ვითარდება განივი და გრძივი დამუხრუჭების ძალები. განივი დამუხრუჭების ძალების გადაცემა ხდება განივი ჩარჩოს სვეტებზე თარაზული სამუხრუჭო კოქების საშუალებით. იგი განლაგებულია ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყლის თარაზულ სიბრტყეში და ემაგრება სარტყელსა და სვეტს შედუღების ნაქერებით ან ქანჭიკებით (ნახ. IX.38, ა). გრძივი სამუხრუჭო ძალების გადაცემა საძირკველზე ხდება სვეტების შვეული კავშირების საშუალებით (ნახ. IX.5, გ).

1. მთლიანკედლიანი ამწისქვეშა კოქები

ასეთი კოქების განივეკეთის ძირითადი ტიპები ნაჩვენებია IX.39 ნახაზზე.

როდესაც კოქის ტვირთამწეობა არ აღემატება 100 კნ და მალე 6 მ, ამწისქვეშა კოქები გეგმარდება გაგლინული ორტესებრი პროფილის. განივი სამუხრუჭო ძალების მისაღებად, ასეთი კოქების ზედა სარტყელს აძლიერებენ თარაზული ფურცლით ან ორი კუთხოვანი (ნახ. IX.39, ა).

კოქის დიდი მალისა ($l \geq 6$ მ) და ტვირთამწეობის შემთხვევაში, როგორც წესი, გეგმარდება ასიმეტრიული პროფილის შედგენილი შე-



ნახ. IX.39. მთლიანკედლიანი ამწისქვეშა კოქების განივეკეთების ძირითადი სახეები: ა—გაგლინული პროფილის; ბ, გ—შედღებულ შედგენილი; დ—შედგენილი გაძლიერებული ზედა სარტყლით; ე—ოჯკედლიანი შედგენილი; ვ—მოკლინური.

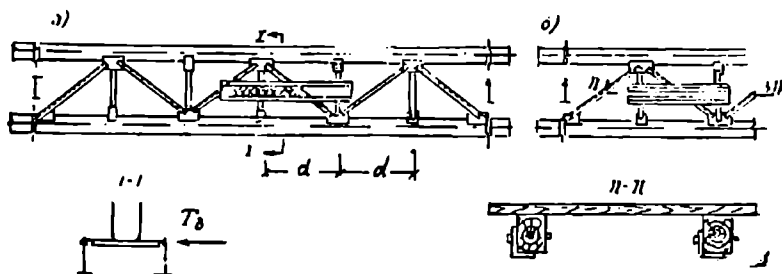
დუღებული კოკები (ნახ. IX.39, ბ). გამონაკლის წარმოდგენს კოკები 1500 კნ-ზე მეტი ტვირთამწეობით.

ასეთ კოკებში ძნელდება დიდი სიმაღლის შედუღების ნაკერების დადება. ნაკერების დიდი სიხისტისა და შედუღების დაბნათა კონცენტრაციის გამო, ისინი უფრო მეტად ძუშაობენ დინამიკურ დატვირთვებზე. ასეთ შემთხვევებში გამოიყენება მოქლონური ამწისქვეშა კოკები (ნახ. IX.39, ვ). მათი უარყოფითი მხარეა: დამზადებისა და ტრანსპორტირების სიძნელე, ფოლადის დიდი ხარჯი; ამიტომ, ზოგჯერ, მათ მაგიერ გვემარდება შედუღებული ამწისქვეშა კოკები ორმაგი კედლით (ნახ. IX.39, ე).

ქვიშე და ზემოთ რეჟიმით მომუშავე ამწეების მოქმედებისას, ხშირია შემთხვევები ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყლის დაზიანებისა. ასეთი დაზიანების თავიდან აცილების მიზნით, კოკის ზედა სარტყელს აძლიერებენ წყვილი შევეული, ან დახრილი ფოლადის ფურცლებით (ნახ. IX.39, დ).

ამწის განივი თარაზული ძალები სვეტებს გადაეცემა თარაზული სამუხრუჭო კოკების საშუალებით (ნახ. IX.39, გ, დ).

როდესაც სამუხრუჭო კოკის სიგანე* არ აღემატება 1,25—1,5 მ, იგი გვემარდება დადარული ფოლადის ფურცლისაგან, სისქით არა უმე-



ნახ. IX.40 ა, ბ—სამუხრუჭო წამწე.

ტეს 6—10 მმ-სა. განაპირა რიგის სვეტებთან სამუხრუჭო კოკის ერთი გვერდი ეყრდნობა ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყელს, ხოლო მეორე გვერდი—სვეტებზე მიმაგრებულ შევლერებს (ნახ. IX.39, გ); ან ზოგჯერ დამხმარე შევეულ წამწეებს (ნახ. IX.39, დ). უკანასკნელი გამოიყენება იშვიათად, მხოლოდ მაშინ, თუ კოკის მალი ≥ 12 მ-ს. შუა რიგის სვეტებთან სამუხრუჭო კოკის სარტყლებს წარმოდგენენ მეზობელი ამწისქვეშა კოკების ზედა სარტყლები (ნახ. IX.39, გ).

იმისათვის, რომ შემცირდეს განივი დინამიკური ძალებით გამოწ-

* კოკის სიგანედ მიიღება მანძილ ამწისქვეშა კოკის შევეული ღერძიდან კოკის სვეტზე მიმაგრებული დამკერი კონსტრუქციის შევეულ ღერძამდე (ნახ. IX.39, გ).

ვეული რხევის გავლენა, ზოგჯერ საამქროს განაპირა სვეტებს სამუხრუქო კოკი ემაგრება სახსროვნად. სახსარი ხორციელდება 6—8 შილიმეტრის ფურცლის საშუალებით და ეწყობა ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია IX.39, დ ნახაზზე.

როდესაც სამუხრუქო კოკის სიგანე მეტია (1,25—1,5) მ-ზე, ფოლადის ეკონომიის მიზნით მიზანშეწონილია გისოსურკელდიანი სამუხრუქო კოკის დაგეგმარება (ნახ. IX.40). ასეთ შემთხვევაში მომსახურე პერსონალის სასიარულოდ სამუხრუქო წამწის გისოსებზე აფენენ დაღარულ ფოლადის ფურცლებს (სიგანით არანაკლები 600 მმ-სა. ნახ. IX.40, ა), ან იშვიათად აწყობენ ფიცრის ფენილებს (ნახ. IX.40, ბ).

2. ამწისქვეშა კოკის გაანგარიშება

ამწისქვეშა კოკის გაანგარიშება ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით: საზღვრავენ კოკზე მოქმედ დატვირთვებს. ადგენენ კოკის კრიტიკული ძალის (F_{cr}) მდებარეობას (ან, რაც იგივეა, მოძრავი დატვირთვის სახითათო მდებარეობას*), ანგარიშობენ კოკის უდიდეს მღუნავ მომენტს (M_{Fmax}) და განივ ძალას (Q_{Fmax}). ამ ძალების მიხედვით არჩევენ კოკის შემადგენელი ელემენტების განივკვეთის ოპტიმალურ ზომებს. ამოწმებენ კოკის მზიდუნარიანობას: სიმტკიცის, სიხისტის, საერთო და ადგილობრივი მდგრადობის პირობების მიხედვით.

ა) მოქმედი დატვირთვები

ამწისქვეშა კოკებზე მოქმედი დატვირთვები შედგება ამწის მასისა და მოძრავი ხილური ამწის შვეული (D) და თარაზული (T) შეყურსული დატვირთვებისაგან.

განგარიშების დაწყებისას კოკის მასა უცნობია. ამიტომ, კოკის ზომების დაზუსტებამდე, მის გავლენას ითვალისწინებენ α კოეფიციენტის საშუალებით:

$$M = \alpha_1 M_{Fmax}; \quad (IX.64)$$

$$Q = \alpha_2 Q_{Fmax}. \quad (IX.65)$$

როდესაც კოკის შალი:

$$l = 6 \text{ მ}, \quad \alpha_1 = 1,03;$$

$$l = 12 \text{ მ}, \quad \alpha_2 = 1,05;$$

$$l = 18 \text{ მ}, \quad \alpha_3 = 1,03.$$

* მოძრავი ტვირთის მდებარეობას, რომლის დროს განსახილველ კვეთში ძალები უდიდესია, სახითათო მდებარეობა ეწოდება.

როგორც IX.10 ნახაზიდან ჩანს, შვეული (F) და თარაზული (T) შეყურსული დატვირთვა ამწისქვეშა კოქებს გადაეცემა ამწის ბორბლების საშუალებით.

F და T დატვირთვების ერთდროული მოქმედებით გამოწვეული უდიდესი ძალების მისაღებად გულისხმობენ, რომ ამწის ურეის დამუხრუჭება ხდება განივი ჩარჩოს ერთ-ერთ სვეტთან ახლოს. მათი სიდიდეების განსაზღვრა ხდება ტოლობებით:

$$F = k_d \gamma_f n_c P_{n, max}; \quad (IX.66)$$

$$T = \gamma_f n_c \cdot T_n, \quad (IX.67)$$

სადაც k_d არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს F დატვირთვის დინამიკური მოქმედების ხასიათს. მძიმე და ზემძიმე ამწეების მოქმედებისას $k_d = 1,1$, მსუბუქი და საშუალო რეჟიმის ამწეების შემთხვევაში $k_d = 1$.

γ_f საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვის მიხედვით ტექნიკური ნორმებითა და პირობებით აიღება 1,2-ის ტოლი (СНП II-6-74).

n_c — შეხამების კოეფიციენტი, ორი შეწყვილებული მსუბუქი და საშუალო რეჟიმის ამწეების მოქმედებისას $n_c = 0,85$; ორი მძიმე და ზემძიმე ამწეების შემთხვევაში — $n_c = 0,95$.

$P_{n, max}$ — ამწის ბორბლის უდიდესი ნორმატიული შვეული დაწოლა. მისი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება სტანდარტული ამწეების კატალოგიდან; არასტანდარტული ამწეების შემთხვევაში — ამწის დამამზადებელი ქარხნის მიერ მოცემული პასპორტის მიხედვით.

T_n — ნორმატიული განივი თარაზული სამუხრუჭო ძალა. მისი მნიშვნელობა გამოითვლება IX.18 ფორმულით. გამონაკლისს წარმოადგენს მძიმე რეჟიმით მომუშავე ამწეების თარაზული ძალები. ასეთი ამწეების მოქმედებისას ტ. ნ. და პირობებით T_n გამოითვლება უდიდესი შვეული დატვირთვის მიხედვით

$$T_1 = 0,1 \cdot \gamma_f n_c P_{n, max}. \quad (IX.68)$$

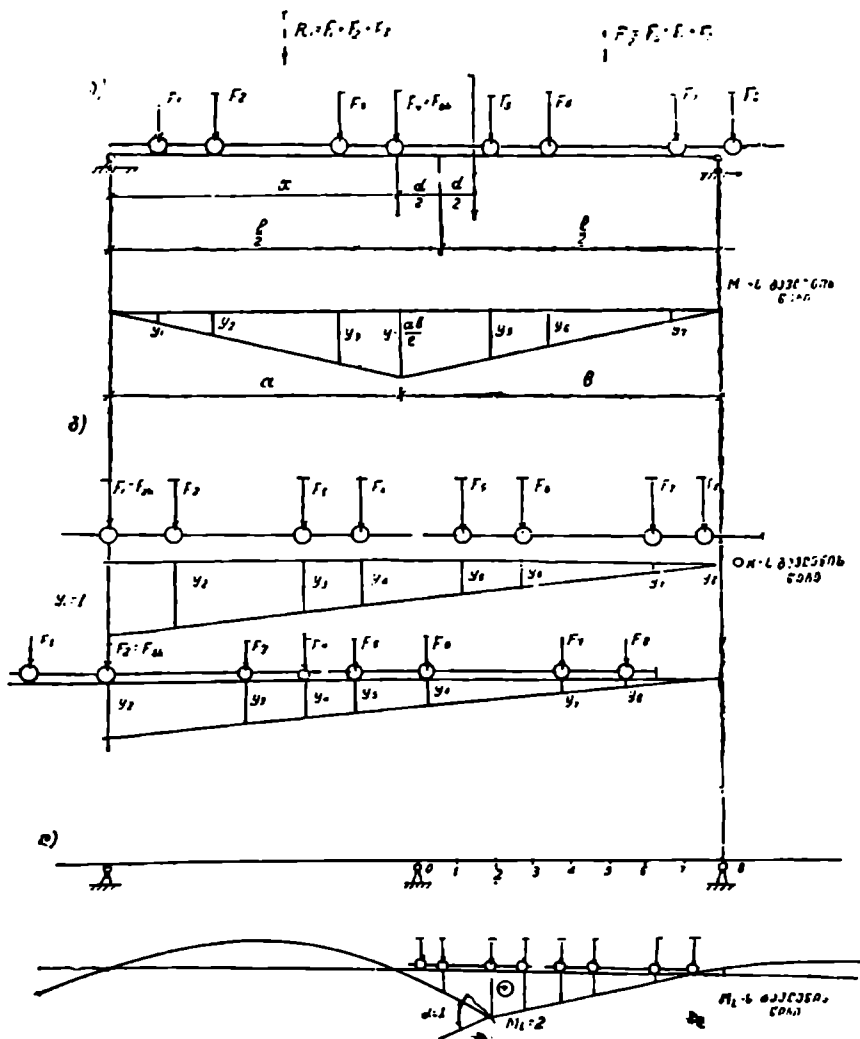
ბ) კრიტიკული დატვირთვისა და უდიდესი საანგარიშო ძალების (M , Q) განსაზღვრა

ხილური ამწის მოძრაობის დროს ამწისქვეშა კოქის მღუნავი მომენტებისა და განივი ძალების მნიშვნელობები იცვლება. ამიტომ საჭიროა წინასწარ დადგინდეს სახიფათო კვეთისა* და მოძრავი ტვირთის სახიფათო მდებარეობა.

* იმ კვეთს, სადაც ძალების მნიშვნელობები უდიდესია, სახიფათო კვეთს უწოდებენ.

როგორც სამშენებლო მექანიკიდანაა ცნობილი, სახიფათო ტვირთის ერთ-ერთი შეყურსული ძალა ყოველთვის ძალის გავლენის წირის წვეროზე იმყოფება (ნახ. IX.41, ა). მას კრიტიკულ ძალას უწოდებენ. კრილ ამწისქვეშა კოქებში სახიფათო კვეთის ან კრიტიკული ძალის დადგენა ხდება შემდეგ ღებულებათა საფუძველზე:

1. ძალის მნიშვნელობა კრიტიკულია, თუ გავლენის წირის წვერო-



ნახ. IX.41. ა, ბ, გ, დ—საანგარიშო მლუნავი მომენტისა და განივი ძალის განსაზღვრისათვის.

დან ნოდრავი დატვირთვის ჯერ მარცხნივ, შემდეგ მარჯვნივ უმცირესი მანძილით გადაწევისას კმაყოფილდება პირობა;

$$\rightarrow \frac{R_1 + F'_{cr}}{a} > \frac{R_2}{b}; \quad (IX.69)$$

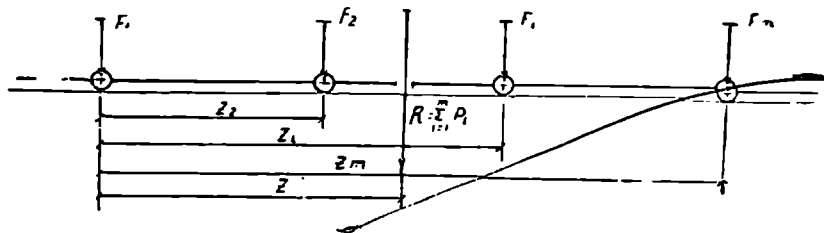
$$\rightarrow \frac{R_1}{a} < \frac{R_2 + F'_{cr}}{b},$$

სადაც a , b — მანძილია გავლენის წირის წვეროდან მარცხენა და მარჯვენა საყრდენებამდე (ნახ. IX.41, ა).

R_1 და R_2 — კრიტიკული ძალის მარცხნივ და მარჯვნივ მდებარე ძალების ტოლქმედი.

2. სახიფათო კვეთი მდებარეობს კრიტიკული ძალის ქვეშ.

3. სახიფათო კვეთში მღუნავი მომენტი უდიდესია, თუ კოჭის მალის შუა წერტილი შუაზე ყოფს მანძილს ტოლქმედსა და კრიტიკულ



ნახ. IX.42. ტოლქმედის მდებარეობის განსაზღვრისათვის.

ძალას (F'_{cr}) შორის (ვინკლერის თეორემა). ამ დებულებიდან გამომდინარე, კრიტიკული ძალის (სახიფათო კვეთის) მდებარეობა განისაზღვრება ტოლობით (ნახ. IX.41 ა)

$$x = \frac{l}{2} - \frac{d}{2}, \quad (IX.70)$$

სადაც d არის მანძილი კრიტიკულ ძალასა და ტოლქმედს შორის.

4. მანძილი ძალთა სისტემის ტოლქმედსა და პირველ ძალას შორის განისაზღვრება ტოლობით (ვარინინის თეორემა. ნახ. IX.42)

$$z = \frac{\sum F_i z_i}{R} = \frac{\sum F_i z_i}{\sum F_i}. \quad (IX.71)$$

ზემოთ მოყვანილ დებულებათა საფუძველზე, კრიტიკული ძალის მდებარეობის დადგენა ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ანწისქვეშა კოჭზე აყენებენ ორ ერთმანეთთან მიახლოებულ ამწეს (ნახ. IX.41, ა).

2. IX. 71 ფორმულით საზღვრავენ მოძრავი ძალთა სისტემის ტოლქმედის მდებარეობას პირველი ძალიდან, ხოლო შემდეგ—მანძილს (ა) ტოლქმედიდან უახლოეს ძალამდე. უკანასკნელს პირობით ღებულობენ კრიტიკულ ძალად.

3. IX.70 ფორმულით საზღვრავენ მანძილს პირობითი კრიტიკული ძალიდან მარცხენა საყრდენამდე და ამ მანძილის გათვალისწინებით მოძრავ ძალთა სისტემას აყენებენ კოჭზე. თუ ასეთი დაყენების დროს მოძრავი სისტემის რომელიმე ძალა გადავიდა კოჭიდან (ნახ. IX.41, ა-ზე I' , ძალა), მაშინ ხელმეორედ იხილავენ დარჩენილ ძალთა სისტემას, ან-გარიშობენ R -ს, λ -ს, x -ს და 3 ღებულების მიხედვით აყენებენ ტვირთს კოჭზე.

4. აგებენ პირობითი კრიტიკული ძალის ქვეშ მდებარე კვეთის მღუნავი მომენტის გავლენის წირს (ნახ. IX.41, ა) და ამოწმებენ (IX.69) პირობას. თუ ეს პირობა არ კმაყოფილდება, ეს იმას ნიშნავს, რომ პირობითი კრიტიკული ძალა არ ყოფილა ნამდვილად კრიტიკული, ხოლო ძალთა სისტემის მდებარეობა—სახიფათო. ამ შემთხვევაში ძალთა სისტემას გადასწევენ მარცხნივ ან მარჯვნივ ისე, რომ ერთ-ერთი ძალა დადგეს გავლენის წირის წვეროზე და ხელმეორედ ამოწმებენ (IX.69) უტოლობას. ამ ოპერაციას აწარმოებენ მანამ, სანამ არ დაკმაყოფილდება (IX.69) პირობა.

მოძრავი ძალთა სისტემის სახიფათო მდებარეობის დადგენის შემდეგ, სახიფათო კვეთში უდიდესი მღუნავი მომენტის მნიშვნელობა ისაზღვრება ტოლობით

$$M_{F'_{max}} = \sum_{i=1}^n F_i y_i \quad (IX.72)$$

სადაც y_i — მღუნავი მომენტის გავლენის წირის ორდინატებია F'_i ძალების ქვეშ (ნახ. IX.41, ა).

შედარებით მარტივად გამოითვლება უდიდესი განივი ძალის მნიშვნელობა (Q_{max}). სახიფათო კვეთი, სადაც მოქმედებს უდიდესი განივი ძალა, იმყოფება საყრდენზე, ხოლო გავლენის წირს აქვს IX.41, ბ ნახაზზე ნაჩვენები სახე. ამიტომ უმეტეს შემთხვევებში საკმარისია ორი მიახლოებული ამწის პირველი ბორბალი დაეყენოთ საყრდენზე, რომ მივიღოთ ძალთა სისტემის სახიფათო მდებარეობა (ნახ. IX.41, ბ). ამის შემდეგ უდიდესი განივი ძალა მარტივად გამოითვლება ტოლობით

$$Q_{F_{max}} = \sum F'_i y_i \quad (IX.73)$$

სადაც y_i — განივი ძალის გავლენის წირის ორდინატებია მოძრავი ძალების ქვეშ.

აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ IX.41, ბ ნახაზზე ნაჩვენებ ტვირთების მდებარეობა არ იძლევა $Q_{F_{max}}$ -ს მნიშვნელობას, ამიტომ საჭიროა შემოწმდეს მოძრავი ტვირთის ისეთი მდებარეობაც, როდესაც მისი ერთ-ერთი შუალედი ტვირთი დგას გავლენის წირის წვეროზე (ნახ. IX.41, გ).

განივი სამუხრუჭო ძალით (T) აღძრული უდიდესი მლუნავი მომენტი ($M_{T_{max}}$) და განივი ძალა ($Q_{T_{max}}$) სახიფათო კვეთში გამოითვლება ამწის ბორბლების იგივე სახიფათო განლაგების დროს, რაც შეეუღლი დატვირთვების (F) შემთხვევაში, ამიტომ

$$M_{T_{max}} = \frac{T}{F_{max}} M_{F_{max}} ;$$

$$Q_{T_{max}} = \frac{T}{F_{max}} Q_{F_{max}} . \quad (IX.74)$$

უკრ კოქებში კრიტიკული ძალის მდებარეობის დადგენა საგრძნობლად რთულდება. ასეთ კოქებში, უდიდესი მლუნავი მომენტის (სახიფათო კვეთის) განსაზღვრის მიზნით, კოქის შალებს ყოფენ 8—10 თანატოლ ნაწილად (ნახ. IX.41, დ). ცნობარში [13] მოცემული ცხრილების დახმარებით აგებენ თითოეული დაყოფის წერტილების შესაბამისი კვეთების მლუნავი მომენტების გავლენის წირებს. ისე როგორც კრილი კოქების შემთხვევაში, თითოეული გავლენის წირის მიხედვით მოძრავ ძალთა სისტემას აყენებენ სახიფათო მდებარეობაში და (IX.72) ფორმულით საზღვრავენ მლუნავი მომენტების მნიშვნელობებს. ის კვეთი, სადაც მლუნავი მომენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა იქნება უდიდესი, წარმოადგენს ნამდვილად სახიფათოს.

ანალოგიურად ისაზღვრება უდიდესი განივი ძალაც (Q_{max}).

უკანასკნელ ხანებში, გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებასთან დაკავშირებით, უკრის კოქის სტატიკური გაანგარიშება მოძრავ დატვირთვებზე წარმოებს ელექტროგამომთვლელი მანქანებით (ЭВМ).

გ) განივკვეთის შერჩევა

ამწისქვეშა კოქის განივკვეთის შერჩევა ძირითადად ხდება შედგენილი შედუღებული კოქის ანალოგიურად (იხ. § VI.3). გაანგარიშებას იწყებენ (VI.14) ფორმულით კოქის მინიმალური სიმაღლის განსაზღვრით, ამის შემდეგ საზღვრავენ კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს*. სიმეტრიული პროფილის ამწისქვეშა კოქის ოპტიმალური სიმაღლე განისაზღვ-

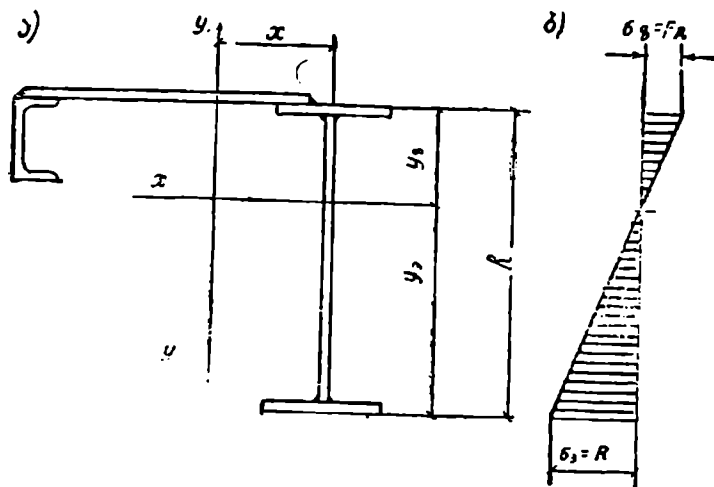
* სიმაღლე, რომლის დროს მასალის ხარჯი (ღირებულება) მინიმალურია.

რება (VI.17) ფორმულით, არასიმეტრიული პროფილის შემთხვევაში კი ტოლობით

$$h_{0M} = \sqrt{\frac{3W}{1 + \beta t_w'}} \quad (\text{IX.75})$$

სადაც t_w — კოქის კედლის სისქეა, მისი მნიშვნელობა ინიშნება (VI.19) და (VI.20) ფორმულების გათვალისწინებით.

β — კოეფიციენტი, რომელიც წარმოადგენს კოქის ზედა სარტყლის განაპირა წერტილში მოქმედ შვეული ძალით (I'_{max}) გამოწვეული ძაბვის ფარდობას ფოლადის საანგარიშო წინააღობასთან (ნახ. IX.43, ბ)



ნახ. IX.43. ა, ბ — ამწისქვეშა კოქის განაგარიშებისათვის.

$$\beta = \frac{\sigma_{II}}{R_y} \quad (\text{IX.76})$$

β -ს მნიშვნელობა გამოითვლება (IX.76) ფორმულით, ან აიღება I დანართის 30 ცხრილიდან.

W — კოქის განიჯვეთის საკურო წინააღობის მომენტი

$$W = \frac{M_{max}}{\gamma_c R_y} \quad (\text{IX.77})$$

W -ს განსაზღვრის დროს რეკომენდებულია, განივი ძალის გავლენის წინასწარი გათვალისწინების მიზნით, საანგარიშო წინააღობა შემცირდეს 15—25 მპ-ით, ხოლო მძიმე და ზემძიმე რეჟიმის ამწეების მოქ-

მედებისას ($Q \geq 5$ ტ) R_y გადამრავლდეს 0,9 მუშაობის პირობების კოეფიციენტზე.

კოქის სიმაღლის დადგენის შემდეგ ანგარიშობენ კოქის სარტყლებისა და კედლის ფურცლების ოპტიმალურ ფართობს და ამ ფართობის მიხედვით ადგენენ მათ ზომებს.

სიმეტრიული განივკვეთის კოქებში კედლისა და სარტყლის ოპტიმალურ ფართობს ანგარიშობენ (VI.21) ფორმულით.

არასიმეტრიული კვეთის კოქებში კი ფორმულით:

$$A_{\omega} = \frac{2\beta}{(1+\beta)^2} A;$$

$$A_f' = \frac{1}{(1+\beta)^2} A;$$

$$A_f'' = \frac{\beta^2}{(1+\beta^2)} A; \quad (IX.78)$$

$$A = \frac{(1+\beta)^2}{2\beta} A_{\omega}.$$

სადაც A_{ω} , A_f' , A_f'' არის კოქის კედლის, ზედა და ქვედა სარტყლის განივკვეთის ფართობი.

A — კოქის მთელი განივკვეთის ფართობი.

ამწისქვეშა კოქის შეზადგენელი ელემენტების ოპტიმალური ზომების დადგენის შემდეგ ამოწმებენ კოქის მზიდუნარიანობას სიმტკიცის, სიხისტისა და მდგრადობის პირობებით.

დ) კოქის მზიდუნარიანობის შემოწმება

ამწისქვეშა კოქის მზიდუნარიანობის შემოწმება სიმტკიცის პირობებით წარმოებს ნორმალური, მხები და ადგილობრივი ძაბვების მიხედვით. ნორმალური ძაბვების განსაზღვრის დროს გულისხმობენ, რომ შვეული დატვირთვებით გამოწვეული მომენტები ($\max M$) მთლიანად გადაეცემა ამწისქვეშა კოქს, ხოლო თარაზული ძალით გამოწვეული მომენტი (M_T) სამუხრუჭო კოქს. უკანასკნელის შეზადგენლობაში შედის: ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყელი, თარაზული ფურცელი და ამ ფურცლის სვეტებთან დამჭერი კონსტრუქცია*. აქედან გამომდინარე, უმეტეს შემთხვევებში ამწისქვეშა კოქები გეგმარდება არასიმეტრიული პროფილის.

* განაპირა რიგის სვეტებთან — შეეღებება (ნახ. IX.39, გ), მრავალძალიანი შენობების შუა რიგის სვეტებთან — მეზობელი ამწისქვეშა კოქების ზედა სარტყლები (ნახ. IX.39, გ).

ასეთ კოქებში ნორმალური ძაბვების შემოწმება მისი სარტყლების განაპირა ბოქკოებში ხდება ფორმულებით (ნახ. IX.43, ბ):

$$\sigma_{11} = \frac{M_{F_{max}}}{I_{x, n}} y_1 + \frac{M_{T_{max}}}{I_{y, n}} x < R_y \gamma_c;$$

$$\sigma_{12} = \frac{M_{F_{max}}}{I_{x, n}} y_2 \leq R_y \gamma_c \quad (\text{IX.79})$$

სადაც σ_{11} , σ_{12} — კოქის ზედა და ქვედა სარტყლების განაპირა ბოქკოებში მოქმედი ძაბვებია (ნახ. IX.43, ბ).

$I_{x, n}$ — კოქის ნეტო განივკვეთის ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ (ნახ. IX.43, ა)

$I_{y, n}$ — კოქის ზედა სარტყლის ინერციის მომენტი $y-y$ ღერძის მიმართ.

y_1, y_2 — მანძილები ნეტო განივკვეთის ზედა და ქვედა განაპირა ბოქკოებიდან $x-x$ ღერძამდე.

როდესაც სამუხრუტო კოქი წამწეა (ნახ. IX.40), ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყლის მდგრადობა მოწმდება ფორმულით

$$\sigma_{11} = \frac{M_{F_{max}}}{I_x} y_1 + \frac{N_T}{\varphi A_f'} + \frac{M_{10c}}{W_f} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{IX.80})$$

ხოლო სიმტკიცე-ფორმულით

$$\sigma_{11} = \frac{M_{F_{max}}}{I_x} y_1 + \frac{N_T}{A_f'} + \frac{M_{10c}}{W_f} \leq R_y \gamma_c \quad (\text{IX.81})$$

სადაც N_T არის კოქის ზედა სარტყელში მოქმედი M_T მომენტით გამოწვეული გრძივი ძალა:

$$N_T = \frac{M_T}{h_T}; \quad (\text{IX.82})$$

h_T — სამუხრუტო წამწის სიმაღლე;

A_f' — ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყლის ბრუტო ფართობი;

W_f — ამვე კოქის ზედა სარტყლის ბრუტო ფართობის წინაღობის მომენტი $y-y$ ღერძის მიმართ (ნახ. IX.43, ა);

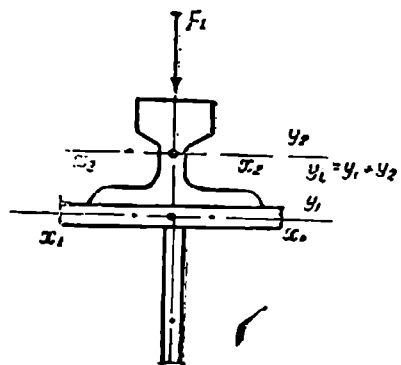
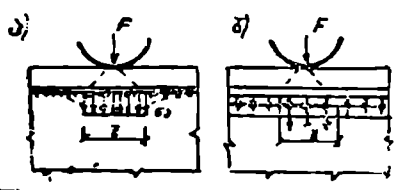
M — ამწის ბორბალზე მოქმედი თარაზული T განივი ძალით გამოწვეული ადგილობრივი მომენტი კოქის ზედა სარტყლის თარაზულ სიბრტყელში

$$M_{10c} = 0,9 \frac{Td}{4}; \quad (\text{IX.83})$$

d — სამუხრუკო წამწის კვანძებს შორის მანძილი (ნახ. IX.40);
 0,9 — კოეფიციენტი და აღრიცხავს სამუხრუკო წამწის სარტყ-
 ლის უწყვეტობას კვანძებში.

შხები დაბეების შემოწმება ხდება ამწისქვეშა კოკის საყრდენზე, სადაც განივ ძალა უდიდესია. ასეთ შემოწმება წარმოებს (III.18) ფორმულით, მხოლოდ მძიმე და ზემძიმე ამწეების მოქმედებისას ($Q \geq 5 \text{ ტ}$) $\gamma_c = 0,9$.

უკრ ამწისქვეშა კოკებში საყრდენებზე ერთდროულად მოქმედებს M და Q . ამიტომ, აუცილებელია, III.19 ფორმულით საყრდენი კვეთი შემოწმდეს დაყვანილი დაბვის მიხედვით. უკრი ამწისქვეშა კოკების შემთხვევაში (III.19) ტოლობაში 1,15 ნაცვლად ისმება 1,3.



ნახ. IX.44. ა, ბ — ამწის ბორბლის ქვეშ ამწისქვეშა კოკის კედლის ადგილობრივი დაბვის განსაზღვრისათვის.

ნახ. IX.45. სარტყლის ქაზური ინერციის მომენტის გაანგარიშებისათვის.

ადგილობრივ დაბევებზე კოკის კედლის სიმტკიცის შემოწმება ხდება (VI.5) ფორმულით, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ F -ს ნაცვლად ისმება $\gamma_f F_1$ და l_{ef} , რაც გამოითვლება (IX.85) ფორმულით:

$$\sigma_{10c} = \frac{\gamma_f \omega I'_1}{t_{\omega} l_{ef}} \leq R_{\nu} \gamma_c; \quad (IX.84)$$

$$l_{ef} = c \sqrt[3]{\frac{I_f}{t_{\omega}}}; \quad (IX.85)$$

$$F_1 = \gamma_f F_{1n}; \quad (IX.86)$$

სადაც l_{ef} არის ადგილობრივი დაბვის გავრცელების ზონის სიგრძე (ნახ. IX.44);

- γ_f — საიმედოობის კოეფიციენტი დატვირთვის მიხედვით;
- F'_{1n} — ამწის ბორბლის მაქსიმალური ნორმატიული დაწოლა დინამიკური მოქმედების გაუთვალისწინებლად;

- c — კოეფიციენტი; გაგლინული და შედუღებული კოპებისათვის $c=3,25$; მაღალი სიძქეის კანქიკოვანი კოპებისათვის $c=4,5$.
- I_f — კოკის ზედა სარტყლის და რელსის ინერციის მომენტების ჯაში საკუთარი x_1-x_1 და x_2-x_2 ღერძების მიმართ (ნახ. IX.45);
- $\gamma_{f\omega}$ — კოეფიციენტი. ამ კოეფიციენტით გათვალისწინებულია ბორბლების რელსებზე არათანაბარი დაწოლა და რელსის პირაპირების ადგილას დინაშიკურობის გაზრდა. მძიმე და ზემძიმე რეჟიმის ამწეების მოქმედების დროს $\gamma_{f\omega} = 1,3-1,5$; დანარჩენ შემთხვევებში $\gamma_{f\omega} = 1,1$.

СНПН-23-81 მოითხოვს, როდესაც ფოლადის დენადობის ზღვარი $R_{\text{нп}} < 430$ მპ ზე, კოკის კედლის შეკუმშულ ზონაში დაცულ იქნეს §13.34-ში მოყვანილი პირობა. ამწისქვეშა კოკის სიხისტის შემოწმება ხდება კოკოვანი უჯრედის მთავარი კოპების სიხისტებზე შემოწმების ანალოგიურად (VI.11 ფორმულით).

ამწისქვეშა კოპების სიხისტე შეიძლება მარტივად შემოწმდეს შემდეგი ფორმულითაუც:

პრილ კოპებში

$$f_{\text{მ.რ.}} = \frac{M_n^2}{10EI} \ll |f|; \quad (\text{IX.87})$$

უპრ კოპებში

$$f_{\text{მ.რ.}} = \left(\frac{M_{\text{საგ}}^6}{10} - \frac{M_{\text{გარკ}}^6}{72} - \frac{M_{\text{გარკ}}^6}{72} \right) \frac{l^3}{EI} \ll |f|, \quad (\text{IX.88})$$

სადაც M_n პრილი კოკის უდიდესი ნორმატიული მღუნავი მომენტი (გადატვირთვისა და დინამიკური კოეფიციენტების გარეშე).

$M_{\text{გარკ}}^6$, $M_{\text{გარკ}}^6$, $M_{\text{საგ}}^6$ — უპრი კოკის მარცხენა, მარჯვენა საყრდენებზე და მალის შუაში მოქმედი ნორმატიული მღუნავი მომენტები.

ამწისქვეშა კოპების მდგრადობა სამუხრუკო კოპებით საიმედოდ უზრუნველყოფილია; ამიტომ, ასეთ შემთხვევებში, ამწისქვეშა კოპების შემოწმება საერთო მდგრადობაზე საკირო არ არის.

თუ სამუხრუკო კოპები არ არის და განივ სამუხრუკო ძალებს ღებულობს ამწისქვეშა კოკის ზედა სარტყელი, მაშინ კოკის საერთო მდგრადობა მოწმდება III.52 ფორმულით.

ამწისქვეშა კოკის კედლის ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმება ხდება (VI.52) ფორმულით

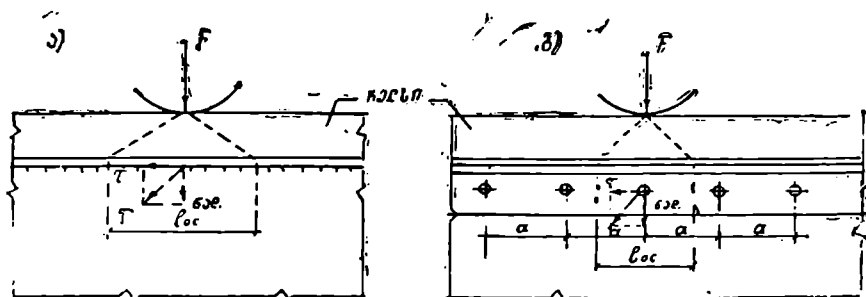
$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{l\omega c}}{\sigma_{l\omega cr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} \ll \gamma_c = 0,9, \quad (\text{IX.89})$$

სადაც σ_{cr} და τ_{cr} ნორმალური და მხები კრიტიკული დაბეჭდვები. ისინი გამოითვლება (VI.47) და (VI.48) ფორმულებით,
 $\sigma_{loc, cr}$ — ადგილობრივი კრიტიკული დაბეჭდვა. განისაზღვრება
 CHuII II-23-81 §7.6 მითითებათა მიხედვით.

ისე, როგორც შედგენილი კოქების შემთხვევაში, ამწისქვეშა კოქის სარტყლის ფურცლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია, თუ დაკუთხა (VI.24) პირობა.

ე) ამწისქვეშა კოქის სარტყლებისა და კედლის შეერთების გაანგარიშება

კოქოვანი უჯრედის მთავარი კოქისაგან განსხვავებით, ამწისქვეშა კოქის სარტყლისა და კედლის შეერთებაში, ძვრის დაბეჭდვის გარდა, ამწის ბორბლების ქვეშ დამატებით მოქმედებენ ადგილობრივი დაბეჭდვები.



ნახ. IX.46. სარტყლისა და კედლის შეერთების გაანგარიშებისათვის.
 ა — შედუღებულ კოქებში; ბ — მოქლონურ კოქებში.

შედუღებულ კოქებში, სარტყლისა და კედლის შემაერთებელი ნაკერის 1 გრძივ სანტიმეტრზე მოქმედი ძვრისა და ადგილობრივი დაბეჭდვის ტოლქმედი გამოითვლება ფორმულით (ნახ. IX.46 ა)

$$T = \sqrt{\tau_f^2 + \sigma_{loc}^2} = \sqrt{\left(\frac{QS_f}{I}\right)^2 + \left(\frac{\gamma_f l_f}{l_f}\right)^2} \quad (IX.90)$$

სადაც Q — უდიდესი განივი ძალაა.

დანარჩენი აღნიშვნები იგივეა, რაც ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში.

T ძალის განსაზღვრის შემდეგ სარტყლისა და კედლის შემაერთებელი ნაკერის სიმტკიცე მოწმდება (VI.55) ტოლობით

$$T \leq 2\beta_f k_f \gamma_{wf} R_{wf} \gamma_c, \quad T \leq 2\beta_z k_f \gamma_{wz} R_{wz} \gamma_c \quad (IX.91)$$

როდესაც კედლის ფურცელი უერთდება სარტყლის ფურცელს კედლის მთელი სისქის ჩანადრულით, კედლისა და ნაკერის სიმტკიცე ტოლია.

ასეთ შემთხვევებში სარტყლისა და კედლის შემეერთებული ნაკერის შეზომება სიმტკიცეზე საჭირო არ არის.

მოკლონურ ამწისქვეშა კოქებში, ადგილობრივი თელვის ძაბვები მოკლონებზე ნაწილდება თითქმის თანაბრად. ასეთი დაშვების შემდეგ, მოკლონებს შორის მანძილს ანგარიშობენ ფორმულით (ნახ. IX.47, ბ)

$$a = \frac{N_{min}}{\sqrt{\left(\frac{QS}{I}\right)^2 + \left(\frac{\alpha \gamma F_1}{l_{ef}}\right)^2}}, \quad (IX.92)$$

სადაც α კოეფიციენტია და აიღება 0,4, თუ კოქის კედელი მირანდულია სარტყლის კუთხედების თარობთან. როდესაც კედელი გაურანდავია, $\alpha=1$.

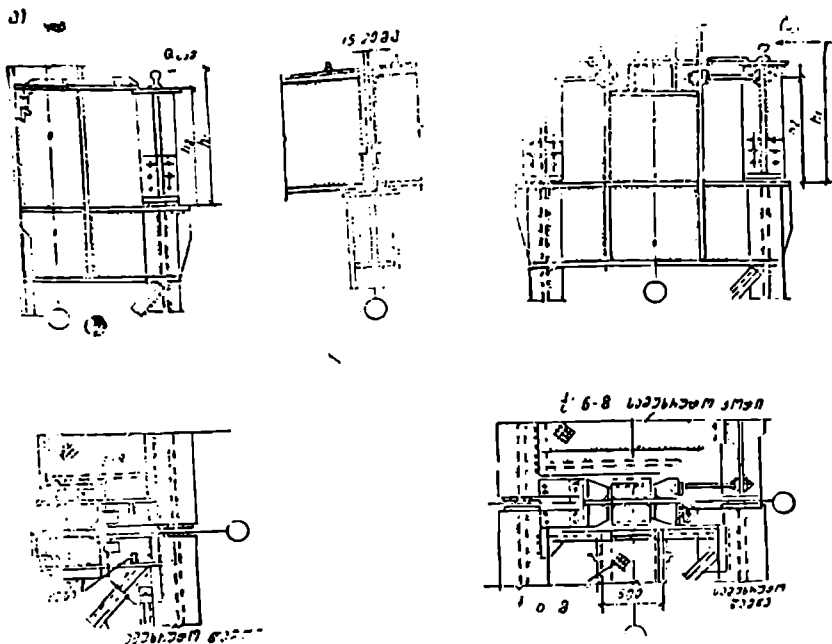
N_{min} — ქანჭიკის მინიმალური საანგარიშო ძალა და გამოითვლება V.1—3 ფორმულებით.

ვ) ამწისქვეშა კონსტრუქციის დამაგრების კვანძები

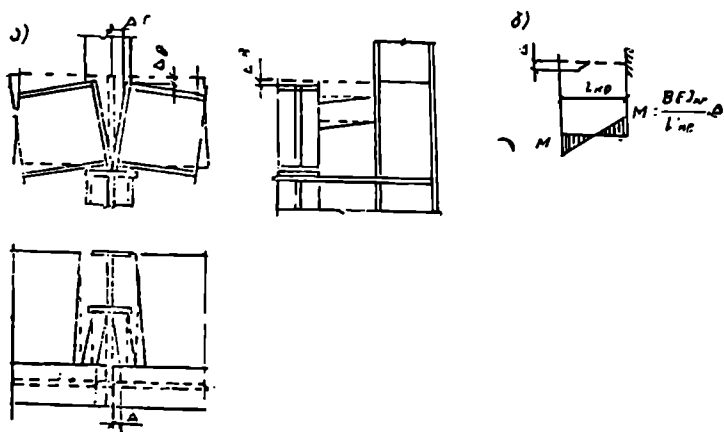
როგორც აღნიშნული იყო, ამწისქვეშა კოქები სვეტებს ეყრდნობა განივკვეთის ცვლილების ადგილას (ნახ. IX.30 და 31). ამ ადგილებში, ამწისქვეშა კოქისა და სამუხრუჭო კოქის რეაქციების სახით, სვეტს გადაეცემა დიდი სიდიდის შვეული და თარაზული ძალები. შვეული ძალების გადაცემა სვეტზე ხდება ფრეზირებული საყრდენი წიბოს (ნახ. IX.47), ან მაკენტრებელი ფურცლის საშუალებით. ამწისქვეშა კოქის საყრდენი წიბოს კონსტრუქცია და გაანგარიშება კოქოვანი უჯრედის მთავარი კოქის საყრდენი წიბოს კონსტრუქციისა და გაანგარიშების ანალოგიურია.

სამუხრუჭო კოქის ან წამწის თარაზული რეაქციის გადაცემა სვეტებზე ხორციელდება თამასების ან წრიული კვეთის მოქნილი ლეროების საშუალებით (ნახ. IX.47). ამ ელემენტებით თარაზულ სიბრტყეში ამწისქვეშა კოქები ემაგრება განივი ჩარჩოს სვეტებს.

მოდრავი ამწის ზემოქმედებით, კრილი ამწისქვეშა კოქები განიცდის ლუნვას, რის გამო მეზობელი კოქების საყრდენი კვეთები ბრუნდება და კვეთების ზედა ნაწილები იკუმშება. ასეთი დეფორმაციების შედეგად ხდება საყრდენი კვეთების ზედა განაპირა წერტილების თარაზული (Δ_1) და შვეული (Δ_2) გადაადგილება (ნახ. IX.48). ანალოგიურ გადაადგილებას განიცდიან სამუხრუჭო კოქის (წამწის) საყრდენი კვეთებიც. აღნიშნულ თავისებურებათა გამო, ამწისქვეშა კოქების დამაგრების კონსტრუქცია გეგმარდება ისე, რომ შეიძლებოდეს საყრდენი კვეთების თავისუფლად მობრუნება და ამავე დროს თარაზული რეაქციების გადა-



ნახ. IX.47. ამწისქვეშა კოჭების სვეტებთან დამაგრების კანძები:
 ა—ტბურის კოჭების თამასებით შრმაგრება; ბ—დანჯერება მოქნილი წრიული
 კეფთის ღეროებით.



ნახ. IX.48. ა, ბ—ამწისქვეშა კოჭის დამაგრების კონსტრუქციის შუშაობის სქემები.

ცემა სვეტებზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში დამაგრების კვანძებში წარმოიშობა დამატებითი ძაბვები, რაც იწვევს საყრდენი კვანძების დაზიანებას. IX.47 ნახაზზე ნაჩვენებია კრილი ამწისქვეშა კოქის სვეტებთან დამაგრების ორი ტიპური ვარიანტი.

პირველ ვარიანტში (ნახ. IX.47, ა) თარაზულ სიბრტყეში ამწისქვეშა კოქი ემაგრება სვეტის თამასების საშუალებით, მეორე შემთხვევაში—წრიული კვეთის მოქნილი ღეროებით (ნახ. IX.47, ბ). თამასების ან მოქნილი ღეროების ერთი ბოლო ემაგრება ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყელს (ან კედელს), მეორე ბოლო—სვეტის განივი სიხისრის წიბოს. თამასების და მოქნილი ღეროების სიხისტე თარაზულ სიბრტყეში იძლენად მცირეა, რომ ისინი ხელს არ უშლიან საყრდენი კვეთების თავისუფლად მოძრუნებას. მათი განივკვეთის შერჩევა წარმოებს სამუხრუჭო კოქის უდიდესი თარაზული საყრდენი რეაქციის (F'_T) მიხედვით

$$T = F'_T \frac{h_1}{h_2}, \quad (\text{IX.93})$$

სადაც F'_T არის სამუხრუჭო კოქის (წამწის) უდიდესი საყრდენი რეაქცია;

h_1 — მანძილი ამწისქვეშა კოქის ქვედა უკიდურესი წერტილიდან F'_T ძალის მოღების წერტილამდე (ნახ. IX.49, ა);

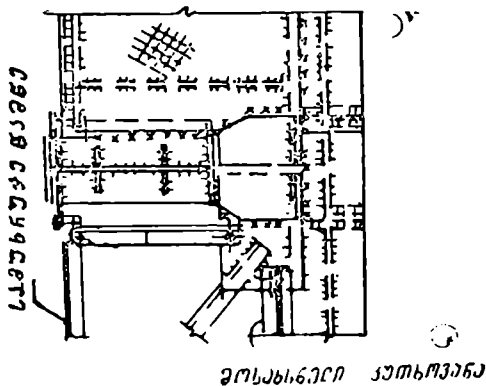
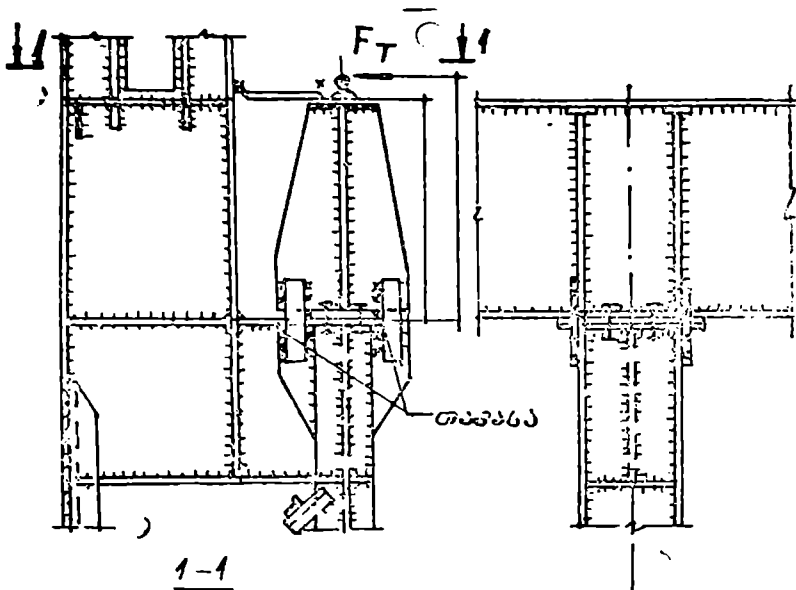
h_2 — მანძილი ამწისქვეშა კოქის ქვედა უკიდურესი წერტილიდან დამაგრების კონსტრუქციამდე (თამასამდე ან მოქნილ ღერომდე).

შვეული კანკიკების სიმტკიცის შემოწმება, რომლითაც ამწისქვეშა კოქი ემაგრება სვეტის საყრდენ ფილას (ნახ. IX.47), ხდება გრძივი სამუხრუჭო ძალის მიხედვით

$$T_t = 0,1 \Sigma F' \gamma_{tn}, \quad (\text{IX.94})$$

სადაც $\Sigma F'$ — ამწის სამუხრუჭო ბორბლების დაწოლა ამწისქვეშა კოქზე (სამუხრუჭო ბორბლების რიცხვი შეადგენს ამწის ყველა ბორბლის რიცხვის ნახევარს).

უკრი კოქების სვეტებზე დაყრდნობის კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია IX.49 ნახაზზე. ასეთ კოქებში, შესაძლებელია, საყრდენებზე წარმოიშვას დიდი სიდიდის ამგლეჯი რეაქციები. ამ რეაქციების მისაღებად ზოგჯერ ვერტიკალური კანკიკების სიმტკიცე საკმარისი არ არის. ამიტომ კოქის სვეტზე დაყრდნობის კონსტრუქციას აძლიერებენ მცირე ზომის ფოლადის შვეული თამასებით (ნახ. IX.49).



ნახ. IX.49. უკრი ამწისქვეშა კოქის სვეტთან დაშვარების კვანძი.

ზ) რელსის ამწისქვეშა კოქზე დაშვარების კონსტრუქცია

ხიდური ამწეებისათვის გამოიყენება სპეციალური ტიპის რელსები, მარკით KP (ГОСТ 4121-62*, ნახ. IX.50, ა). რელსის ტიპებო და გეომეტრიული ზომები მოცემულია სპეციალურ ცხრილებში. როდესაც

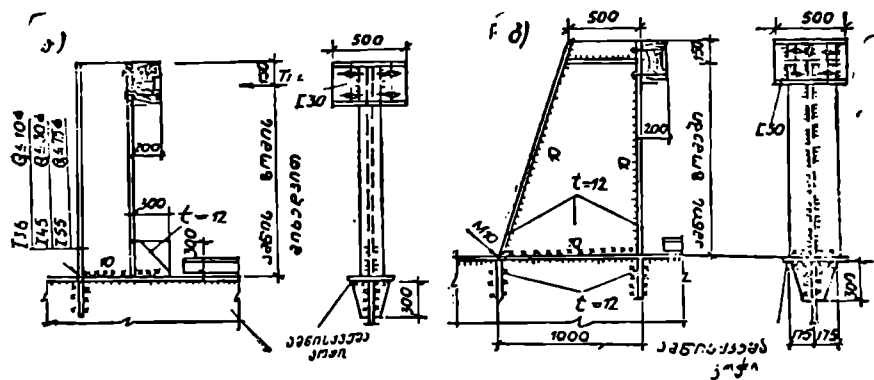
ამწის ტვირთამწეობა არ აღემატება 200 კნ, ნებადართულია რკინიგზის P38 ტიპის რელსების გამოყენება (ГОСТ 3542—47*). როდესაც $Q = (50 \div 100)$ კნ, გამოიყენება P43 ტიპის რელსები (ГОСТ 7173-54) (ნახ. IX.50, ბ). ზოგჯერ ამწისქვეშა კოკის რელსებზე გეგმარდება კვადრატული ტიპის ფოლადის ძელები (ნახ. IX.50, გ).

რელსების მიშვარების კონსტრუქციები ამწისქვეშა კოკების ზედა სართულთან ნაჩვენებია IX.50 ნახაზზე.

თ) ხილური ამწის საბრჯენები

ხილური ამწის შოკმძლეობის ზონის შეზღუდვის მიზნით, ამწის რელსების ბოლოებში, ამწისქვეშა კოკებზე იდგმება განაპირა საბრჯენები (ნახ. IX.51). საბრჯენების დაგეგმარება, ისე რომ მას შეეძლოს დაუზიანებლად ამწის დარტყმითი ძალის მთლიანად მიღება და მისი შეჩერება, უაღრესად რთული ამოცანაა.

ამიტომ, ჩვეულებრივ, ამწეებზე იდგმება მოწყობილობანი, რომლებიც საბრჯენებთან ახლოს ავტომატურად გამოერთავენ და ამუხრუქებენ



ნახ. IX.51. საბრჯენები:

ა—როდესაც ამწის ტვირთამწეობაა 500 კნ; ბ—როდესაც—800 კნ.

მათ. ავტოგამომრთველების საშუალებით, ხილური ამწის დარტყმითი ძალის მნიშვნელობა საბრჯენებზე მინიმალურია. მიუხედავად ამისა, საბრჯენებს ანგარიშობენ როგორც კონსოლურ კოკებს, რომლებიც განიცდიან პირობითი დარტყმითი ძალების ზემოქმედებას. უკანასკნელის მნიშვნელობა გამოითვლება СНИП-6-74-ში მოცემულ მითითებათა მიხედვით. ხილური ამწის ტვირთამწეობის მიხედვით, საბრჯენების ტიპური კონსტრუქცია ნაჩვენებია IX.51 ნახაზზე.

მაგალითი IX.3*. დაგეგმარდეს შედუღებული ამწისქვეშა კოჭი შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

ამწისქვეშა კოჭის შალი $l=12$ მ;

ხიდური ამწის შალი და ტერითამწეობა:

$$l_0 = 28,5 \text{ მ}; \quad Q = 50/10 \text{ ტ.}$$

ამწის მუშაობის რეჟიმი—„მძიმე“, განსაკუთრებული რეჟიმის მასალა—ფოლადი ВСТ3Е115. ამ მარკის ფოლადისათვის I დანართ. მე-5 ცხრ. როდესაც $t = 4-20$ მმ-ს, $R_y = 225$ მპ, $R_{y0.2} = 235$ მპ, $R_{m0.2} = 370$ მპ. ამწისქვეშა კოჭის ზღვრული ჩაღუნვა $-|f| = \frac{l}{600}$ (I დან. 9 ცხრ.). ელემენტების შეერთების სახე—სამსვლიანი ავტომატური და ნახევრად ავტომატური შედუღება. ელექტროდის ტიპი—Э16. ამ ტიპის ელექტროდისათვის I დან. 19 ცხრ. $R_{0.1} = 200$ მპ. IV.1 ცხრილით $R_{0.2} = 0,45 R_{m0.2} \approx 165$ მპ.

1. ამწისქვეშა კოჭზე მოქმედი დატვირთვები

ГОСТ 332-54-ის მიხედვით, როდესაც $l_0 = 28,5$ მ და $Q = 50/10$ ტ-ს, ამწის ბორბლის უდიდესი ნორმატიული დაწოლა $F'_{max} = 505$ კნ, ამწის ურიკის წონა $G_2 = 185$ კნ, ამწისქვეშა კოჭის რელსის ტიპი—КР 100. (IX.68) ფორმულით, ამწის ერთ ბორბალზე მოქმედი ნორმატიული განივი სამუხრუჭო ძალა

$$T_n = 0,1 F'_{max} = 0,1 \cdot 505 = 50,5 \text{ კნ.}$$

(IX 66) და (IX.67) ფორმულებით, ამწის ვერტიკალურ და თარაზულ დატვირთვებს ეანგარიშობთ IX.5 ცხრილის სახით.

ცხრილი IX.5

დასახელება	ნორმატიული მნიშვნელობა, კნ	კოეფიციენტები			საანგარიშო მნიშვნელობა, კნ
		საშეღობის დატვირთვის მიხედვით. γ_f	დინამიკური, k	შეხამების n_c	
ამწის ბორბლის ვერტიკალური დაწოლა, F'	505	1,2	1,1	0,95	633
ბორბლის ვერტიკალური დაწოლა ადგილობრივ თელავსე ანგარიშისათვის. $F_1 = F'_{max}$	505	1,2	—	—	606
თარაზული განივი სამუხრუჭო ძალა, T'	50,5	1,2	—	0,95	57,5

ამწის დატვირთვის სქემა ნაჩვენებია IX.52, ა ნახაზზე.

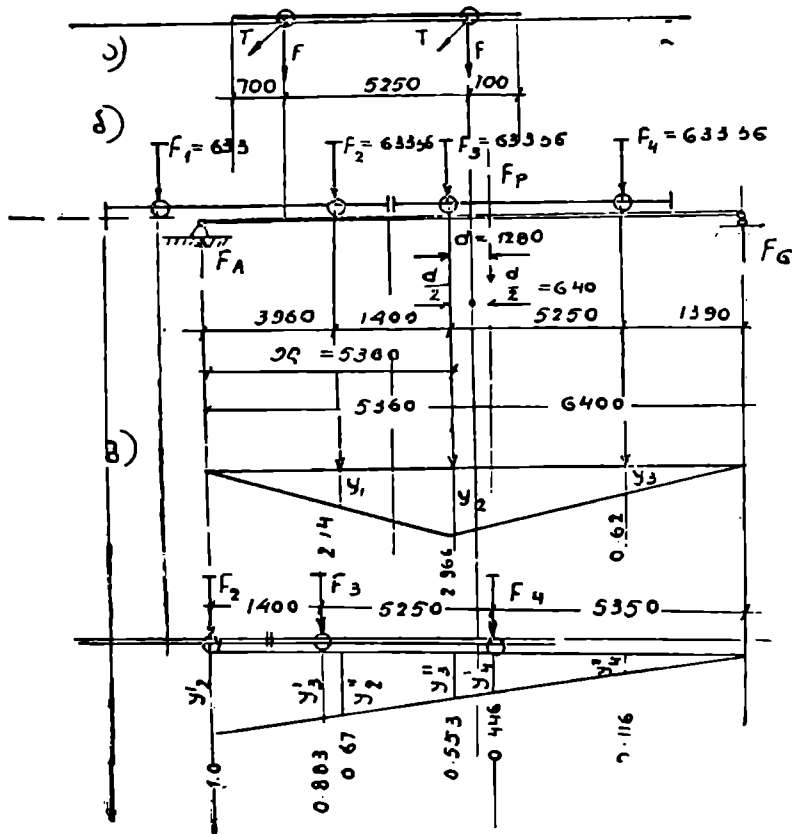
* მცირეოდენი ცვლილებით მაგალითი აღებულია [5] სახელმძღვანელოდან.

3. ამწისქვეშა კოქის ხაანგარიშო ძალებების განსაზღვრა

ორ ერთმანეთთან უკიდურესი მანძილით მიახლოებულ ამწეებს ვაყენებთ სახიფათო მდგომარეობაში (ნახ. IX. 52, ბ). რადგან ორი ამწის დატვირთვების საერთო სიგრძე $l_0 = 5,25 + 1,4 + 5,25 \approx 12$ მ და მათი მცირე მანძილით მარცხნივ გადაადგილების დროს პირველი ბორბალი გადადის კოქის საზღვრიდან, ამიტომ კოქზე ვაყენებთ სამ ბორბალს.

სამ ბორბალზე მოქმედი დატვირთვების ტოლქმედი

$$F_R = 3F_{max} = 3 \cdot 633 = 1899 \text{ კნ.}$$



ნახ. IX 52—IX.3 მიგალითის განგარიშებისათვის;

ა—ამწის დატვირთვების სქემა; ბ— M_{max} -ის შესაბამის დატვირთვების სახიფათო მდგომარეობა; გ— Q_{max} -ის შესაბამის დატვირთვების სახიფათო მდგომარეობა.

ტოლქმედიდან უახლოესი მანძილით დაცილებულ ბორბლის დაწოლას ვიღებთ კრიტიკულ ძალად

$$F_{cr} = F'_1 = 633 \text{ კნ.}$$

(IX.70) ფორმულით ვანგარიშობთ F_{cr} -ის დაცილებას კოქის მარცხენა საყრდენიდან და ამ მანძილის მიხედვით ვაყენებთ კოქზე მოძრავ დატვირთვას (ნახ. IX.52, ბ)

$$x = \frac{l}{2} - \frac{d}{2} = \frac{12}{2} - \frac{1,28}{2} = 5,36 \text{ მ.}$$

ვაგებთ კრიტიკული ძალის ქვემოთ მდებარე კვეთის მლუნავი მომენტის და საყრდენი კვეთის განივი ძალის გაელენის წირებს (ნახ. IX.52).

ვაიშვებთ (IX.69) პირობებს (ნახ. IX.52, დ)

$$\begin{aligned} \leftarrow \frac{R_{აააბ} + F_{cr}}{a} &= \frac{633 + 633}{5,36} = 236 > \frac{R_{აააგ}}{b} = \frac{633}{6,4} = 98,9; \\ \rightarrow \frac{R_{აააბ}}{a} &= \frac{633}{5,36} = 118,1 < \frac{F_{cr} + R_{აააგ}}{b} = \frac{633 + 633}{6,4} = 197,8. \end{aligned}$$

პირობები დაკმაყოფილებულია, ამიტომ IX.52, ბ-ზე ნაჩვენები მოძრავი დატვირთვის სქემა წარმოადგენს უდიდესი მლუნავი მომენტის შესაბამისი დატვირთვების სახიფათო მდგომარეობას. (IX.64, 72) ფორმულებით ვანგარიშობთ მლუნავი მომენტის უდიდეს მნიშვნელობას:

საანგარიშო

$$\begin{aligned} M_5 &= \alpha_1 \Sigma F_{ააა} y = 1,06 F_{ააა} (y_1 + y_2 + y_3) = \\ &= 1,05 \cdot 633 (2,14 + 2,966 + 0,62) = 3850 \text{ კნ.მ;} \end{aligned}$$

ნორმატიული

$$\begin{aligned} M_5 &= 1,05 \cdot F_{ააა} (y_1 + y_2 + y_3) = \\ &= 1,05 \cdot 505 (2,19 + 2,960 + 0,62) = 3089 \text{ კნ.მ;} \end{aligned}$$

ფარდობა

$$\frac{M_5}{M_1} = \frac{3089}{3850} \approx 0,8.$$

(IX.73) ფორმულით ვანგარიშობთ კოქის საყრდენი კვეთის განივი ძალის (რაც იგივეა F_A რეაქციის) საანგარიშო მნიშვნელობას, ამ მიზნით, Q -ს გაელენით, წირზე მოძრავ დატვირთვას ვაყენებთ სახიფათო მდგომარეობაში ისე, როგორც ეს IX.52, ე-ზეა ნაჩვენები. IX.65 ფორმულით შესაბამისი უდიდესი საანგარიშო განივი ძალა (ნახ. IX.52, ე)

$$\begin{aligned} Q_{ააა} &= \alpha_1 F_{ააა} (y_1' + y_2' + y_3') = 1,05 \cdot 633 (1 + 0,883 + 0,446) = \\ &= 1,05 \cdot 1480 = 155 \text{ კნ.} \end{aligned}$$

(IX.74) ფორმულებით ვანგარიშობთ განივი სამუხრუჭო ძალებით გამოწვეულ, სამუხრუჭო კოქის განივკვეთში მოქმედ უდიდეს მლუნაე მომენტს და განივ ძალას:

$$M_T = M^* \frac{T}{F_{\max}} = 3670 \frac{50,5}{505} = 367 \text{ კნ};$$

$$Q_T = Q^* \frac{T}{F_{\max}} = 1480 \frac{50,5}{505} = 148 \text{ კნ}.$$

განივი ძალის სიდიდე იმ კვეთში, სადაც მოქმედებს უდიდესი მლუნაე მომენტი (M , ნახ. IX.52, ე)

$$Q' = 1,05 F_{\max} (y_3'' + y_3''' + y_4'') = 1,05 \cdot 633 (0,67 + 0,553 + 0,116) = 438 \text{ კნ}.$$

4. ამწისქვეშა კოქის განივკვეთის შერჩევა

ამწისქვეშა კოქს ვაგეგმარებთ არასიმეტრიული ორტესებრივი პროფილის სახით (ნახ. IX.53).

განგარიშებას ვიწყებთ კოქის ოპტიმალური სიმაღლის დადგენით.

(VI.14) ფორმულით კოქის მინიმალური დასაშვები სიმაღლე

$$\min h = \frac{l_{\gamma c} R_{\gamma}}{10^5 \left[\frac{f}{l} \right]} \frac{M_s}{M_u} = \frac{1200 \cdot 0,9 \cdot 22,5}{10^5 \left[\frac{1}{600} \right]} \cdot 0,8 = 116,64 \approx 117 \text{ სმ}.$$

(VI.19) ფორმულით ვანგარიშობთ კოქის კედლის სისქეს

$$t_w = 7 + 3 \cdot \min h = 7 + 3 \cdot 1,17 \approx 10,5 \text{ მმ}; \text{ ვიღებთ } t_w = 14 \text{ მმ}.$$

კოქის საპირო წინალობის მომენტი (IX.77)

$$W = \frac{M}{\gamma_c R_{\gamma}} = \frac{385000}{0,9 \cdot 22,5} = 19012 \text{ სმ}^3.$$

მოყვანილ ფორმულებში, СНиП II-6-74 მიხედვით, მძიზე რეჟიმით მომუშავე ამწეებისათვის, როდესაც $Q > 5$ ტ, $\gamma_c = 0,9$.

(IX.75) ფორმულით ვანგარიშობთ კოქის ოპტიმალურ სიმაღლეს

$$h_{opt} = \sqrt{\frac{3}{1 + \beta} \frac{W}{t_w}} = \sqrt{\frac{3}{1 + 0,70} \frac{19012}{1,4}} = 159,9 \text{ სმ}.$$

I დან. 30 ცხრილით, როდესაც $Q = 500 \text{ კნ} < 800 \text{ კნ}$ -ზე, $\beta = 0,70$. კოქის კედლის სიმაღლეს ვიღებთ $h_w = h = 160 \text{ სმ}^*$.

* M , Q -ს მნიშვნელობები იიღება 1,05 კოეფიციენტზე გადაუპრავლებლად.

** კოქის სიმაღლის დაზუსტებამდე $h_w \approx h$.

კედლის სისქე ადგილობრივი მდგრადობის პირობით

$$t_w \approx \frac{h_w}{120} = \frac{160}{120} = 1,33 \text{ სმ} < 14 \text{ მმ.}$$

კოქის კედლის მინიმალური სისქე (VI.20)

$$\min t_w \geq \frac{1,5 \cdot Q}{\gamma_c \cdot R_c \cdot h_w} = \frac{1,5 \cdot 1550}{0,9 \cdot 13 \cdot 160} = 1,24 < 1,40 \text{ სმ,}$$

სადაც $R_c = 0,58$, $R_y = 0,58 \times 225 = 130,5 \text{ მპ.}$

საბოლოოდ ვიღებთ $t_w = 14 \text{ მმ.}$

სარტყლის ფურცლის სისქეს ვნიშნავთ $t_f = 25 \text{ მმ.ს.}$ (IX.78)-ით ვანგარიშობთ კოქის ზედა (A_f') და ქვედა (A_f'') სარტყლების ოპტიმალურ ფართობებს

$$A = \frac{(1 + \beta)^2}{2\beta} A_w = \frac{(1 + 0,70)^2}{2 \cdot 0,70} \cdot 224 \approx 462,4 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $A_w \approx h_s \cdot t_w = 160 \cdot 1,4 = 224 \text{ სმ}^2;$

$$A_f' = \frac{1}{(1 + \beta)^2} A = \frac{1}{(1 + 0,70)^2} 462,40 \approx 160 \text{ სმ}^2;$$

$$A_f'' = \frac{\beta^2}{(1 + \beta)^2} A = \frac{0,70^2}{(1 + 0,70)^2} 462,40 \approx 78,4 \text{ სმ}^2.$$

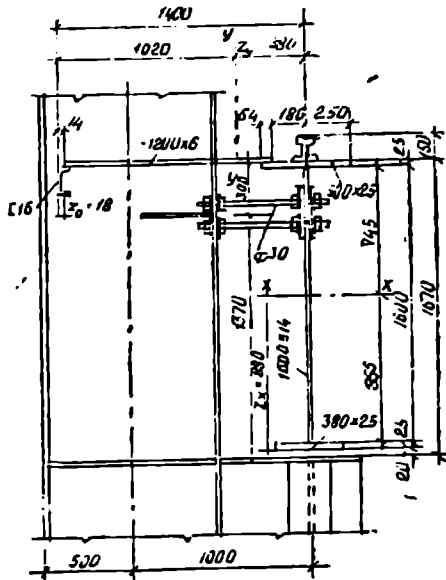
A_f' და A_f'' -ის მიხედვით ვნიშნავთ სარტყლის ფურცლის ზომებს:

ზედა სარტყელი — $500 \times 25 \text{ მმ}; A_f' = 125 \text{ სმ}^2 \approx 155 \text{ სმ}^2;$

ქვედა სარტყელი — $380 \times 25 \text{ მმ}, A_f'' = 95 \text{ სმ}^2 \approx 78,4 \text{ სმ}^2;$

კედელი — $1600 \times 14 \text{ მმ}; A_w = 224 \text{ სმ}^2.$

სამუხრუქო კოქის კედლის ფურცლად ვღებულობთ დაღარულ ფოლადის ფურცელს, სისქით $t = 6 \text{ მმ.ს.}$ სამუხრუქო კოქის ერთი სარტყელია ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყელი, ხოლო მეორე—სვეტებზე მიმაგრებული №16 შველერი (ნახ. IX.53).



ნახ. IX.53. კოქის კეთი და მისი სვეტთან დამაგრება.

ბ. ამწისქვეშა კოქის მზიდუნარიანობის შემოწმება ხიმტიცეზე

ა) კოქის სიმტკიცის შემოწმება ნორმალური და მხები ძაბვების მიხედვით

ამ მიზნით, წინასწარ ვანგარიშობთ ამწისქვეშა კოქის გეომეტრიულ პარამეტრებს.

ამწისქვეშა კოქის განივკვეთის სიმძიმის ცენტრის დაცილება ქვედა სარტყლიდან (ნახ. IX.53)

$$z = \frac{50 \cdot 2,5 \cdot 163,75 + 160 \cdot 1,4 \cdot 82,5 + 38 \cdot 2,5 \cdot 1,25}{50 \cdot 2,5 + 160 \cdot 1,4 + 38 \cdot 2,5} = 88 \text{ სმ.}$$

განივკვეთის ინერციის მომენტი თარაზული $x-x$ ღერძის მიმართ

$$I_x = \frac{1,4 \cdot 160^3}{12} + 1,4 \cdot 160 \cdot 5,5^2 + 50 \cdot 2,5 \cdot 75,75^2 + 38 \cdot 2,5 \cdot 86,75^2 = 1915000 \text{ სმ}^4.$$

წინალობის მომენტები:

ზედა სარტყლის უკიდურესი ბოქკოს

$$W_x = \frac{1915000}{77} = 24900 \text{ სმ}^3;$$

ქვედა სარტყლის უკიდურესი ბოქკოს

$$W_y = \frac{1915000}{88} = 21800 \text{ სმ}^3.$$

ნეიტრალური $x-x$ ღერძის ზემოთ მდებარე ამწისქვეშა კოქის განივკვეთის სტატიკური მომენტი ამ ღერძის მიმართ

$$S_x = 50 \cdot 2,5 \cdot 75,75 + 74,5 \cdot 1,4 \cdot 37,25 = 13350 \text{ სმ}^3.$$

ვანგარიშობთ სამუხრუქო კოქის გეომეტრიულ პარამეტრებს.

სამუხრუქო კოქის* სიმძიმის ცენტრის დაცილება ამწისქვეშა კოქის შვეული ღერძიდან (ნახ. IX.53)

$$z_y = \frac{18,1(140 - 1,8) + 120 \cdot 0,6(60 + 18,6)}{18,1 + 120 \cdot 0,6 + 50 \cdot 2,5} = 38 \text{ სმ.}$$

სამუხრუქო კოქის ინერციის მომენტი შვეული $y-y$ ღერძის მიმართ

$$I_y = 18,1 \cdot 100,2^2 + \frac{0,6 \cdot 120^3}{12} + 0,6 \cdot 120 \cdot 40,6^2 + \frac{2,5 \cdot 50^3}{12} + 2,5 \cdot 50 \cdot 38^2 = 594000 \text{ სმ}^4.$$

* სამუხრუქო კოქის შემადგენლობაში შედის: ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყელი, დაღარული ფოლადის თარაზული ფერცელი და №16 შველერი.

ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყლის (რაც იგივეა სამუხრუჭო კოქის სარტყლის) განაპირა ბოქვოს წინაღობის მომენტი $y-y$ ღერძის მიმართ (ნახ. IX 53)

$$W_y = \frac{594000}{38+25} = 9420 \text{ სმ}^2.$$

ამწისქვეშა კოქის ზედა სარტყელში მოქმედი ნორმალური დაბვა (IX.79)

$$\sigma = \frac{M_b}{W_b} + \frac{M_T}{W_y} = \frac{385000}{24900} + \frac{36700}{9420} = 18,8 \text{ კნ/სმ}^2 \approx \\ \approx 188 \text{ მპ} < R_{yTc} = 225 \cdot 0,9 = 202,5 \text{ მპ}.$$

კოქის საყრდენ კვეთში მოქმედი მხები დაბვა

$$\tau_x = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{1550 \cdot 13350}{1915000 \cdot 1,4} = 7,7 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 77 \text{ მპ} < R_{yTc} = \\ = 160 \times 0,9 = 144 \text{ მპ},$$

სადაც $R_x = 0,58 R_b \approx 0,58 \cdot 225 \approx 160 \text{ მპ}$. (I.1 ცხრ.).

ბ) სიმტკიცეზე შემოწმება ადგილობრივი თელვის დაღების მიხედვით

ადგილობრივ თელვის დაბევებზე გამოწმებით მხოლოდ კოქის კედელს, მსუბუქი და საშუალო რეჟიმით მომუშავე ამწისქვეშა კოქის კედელს ადგილობრივ დაბევებზე ამოწმებენ (IX.84) ფორმულით.

რეკომენდებულია, როდესაც $R_{yn} \leq 430 \text{ მპ}$ -ს, განსაკუთრებით რეჟიმის ამწისქვეშა კოქის კედელი ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმდეს СНиП III-28-81, §13.34 მოყვანილი ფორმულებით [5].

ამ მიზნით წინასწარ ვანგარიშობთ:

1) M_b — მღუნავი მომენტით გამოწვეულ ნორმალურ დაბვას

$$\sigma_x = \frac{M_b}{W_b} = \frac{385000}{24900} = 15,5 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 155 \text{ მპ}.$$

2) ბორბლის დაწოლის ადგილას ადგილობრივ თელვის დაბვას (IX.84):

$$\sigma_{loc, y} = \frac{\gamma_f \cdot F_1}{t_{wef}} = \frac{1,3 \cdot 606}{1,4 \cdot 41,6} = 13,5 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 140 \text{ მპ};$$

$$l_{ef} = c \sqrt[3]{\frac{I_b}{t_w}} = 3,25 \sqrt[3]{\frac{2930}{1,4}} \approx 41,6 \text{ სმ},$$

* γ_f კოეფიციენტი გამობატავს ამწის ცალკეულ ბორბლებზე შეუქრსული დატვირთვის გაზრდის შესაძლებლობას და СНиП II-6-74-ის მიხედვით ტოლია 1,3-ის.

სადაც I_6 ამწისქვეშა კოკისა და რელსის ინერციის მომენტების ჯამია საკუთარი ღერძების მიმართ (ნახ. IX.53).

$$I_6 = \frac{50 \cdot 2.5^3}{12} + 2865 = 2930 \text{ სმ}^4.$$

ϵ — კოეფიციენტი. შედუღებულ კოქებში იგი აიღება 3,25. (СНП II-23-81, §13.3ა).

3) $\max P$ -ს დაწოლით წარმოშობილი თარაზული (განმზგენი) ძალის შესაბამის ადგილობრივ ნორმალურ დაბვას $x-x$ ღერძის მიმართულებით:

$$\sigma_{10c, x} = 0,25 \cdot \sigma_{10c, y} = 0,25 \cdot 13,5 = 3,38 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 34 \text{ მპ.}$$

4) თარაზულ ნორმატიულ განმზგენ ძალას

$$Q_f = 0,1 \cdot P_6 = 0,1 \cdot 505 \text{ კნ} = 50,5 \text{ კნ.}$$

5) Q_f ძალით წარმოშობილ მგრეხავ მომენტს

$$M_f = (P \cdot \epsilon + 0,75 Q_f / h_p) z = (505 \cdot 1,5 + 0,75 \cdot 50,5 \cdot 15) 1,2 = 1325 \text{ კნ. სმ.}$$

სადაც h_p არის KP 100 ტიპის რელსის სიმაღლე.

ϵ — ექსცენტრისიტეტი და KP 100 ტიპის რელსისათვის აიღება 15 მპ.

z — გადატვირთვის კოეფიციენტი.

6) ამწისქვეშა კოკის და რელსის გრეხვის ინერციის მომენტების ჯამს

$$I_f = I_f'' + \frac{b_f t_f^3}{3} = 765 + \frac{50 \cdot 2,5^3}{3} = 1025 \text{ სმ}^4.$$

ტ. 5. და პირობებით KP 100 ტიპის რელსისათვის გრეხვის ინერციის მომენტი აიღება 765 სმ⁴. [5].

7) M_f მომენტით წარმოშობილ ადგილობრივ ნორმალურ დაბვას $y-y$ ღერძის მიმართულებით

$$\sigma_{10c, y} = \frac{2M_f \cdot t_w}{I_f} = \frac{2 \cdot 1325 \cdot 1,4}{1025} = 3,62 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 36 \text{ მპ.}$$

8) ამწისქვეშა კოკის განივი ღუნვის შესაბამის მხებ დაბვას

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{h_w t_w} = \frac{438}{160 \cdot 1,4} = 1,95 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 20 \text{ მპ.}$$

9) ადგილობრივ მხებ დაბვას ბორბლის დაწოლის ქვეშ

$$\tau_{10c, xy} = 0,3 \sigma_{10c, y} = 0,3 \cdot 13,5 = 4,05 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 41 \text{ მპ.}$$

10) კოქის კედლის განივი ღუნვით გამოწვეულ ადგილობრივ მხებ დაბვას

$$\tau_{f, xy} = 0,25\sigma_{fy} = 0,25 \cdot 36 = 9 \text{ მპ.}$$

σ_x , $\tau_{10c, x}$, $\sigma_{10c, y}$, σ_{fy} , τ_{xy} , $\tau_{f, xy}$, $\tau_{10c, xy}$ დაბევბის გამოთელის შეზდეგ, მძიმე რეტიინით მომუშავე კოქის კედლის სიმტკიცეს ვამოწმებთ ფორმულებით:

$$\sigma_x + \sigma_{10c, x} = 155 + 34 \approx 189 \text{ მპ} < R_y = 225 \text{ მპ};$$

$$\sigma_{10c, y} + \sigma_{fy} = 140 + 36 \approx 176 \text{ მპ} < R_y = 225 \text{ მპ};$$

$$\tau_{xy} + \tau_{10c, xy} + \tau_{f, xy} = 20 + 41 + 9 = 70 \text{ მპ} < R_s = 160 \text{ მპ};$$

$$\begin{aligned} \sigma_e &= \sqrt{(\sigma_x + \sigma_{10c, x})^2 + (\sigma_{10c, y})^2 - (\sigma_x + \sigma_{10c, x})\sigma_{10c, y} + 3(\tau_{xy} + \tau_{10c, xy})^2} = \\ &= \sqrt{(155 + 34)^2 + 135^2 - (155 + 34)140 + 3(20 + 41)^2} = \\ &= 196 \text{ მპ} < 1,15 \cdot R = 1,15 \cdot 210 \approx 240 \text{ მპ.} \end{aligned}$$

კოქის კედლის სიმტკიცე ადგილობრივ თელვის დაბვანე უზრუნველყოილია.

გ) ამწისქვეშა კოქის სიხისტეზე შემოწმება
ამწისქვეშა კოქის სიხისტეზე ვამოწმებთ (IX.87) ფორმულით

$$\frac{f}{l} = \frac{M_6 l}{10EI_x} = \frac{29200 \cdot 1200}{10 \cdot 21000 \cdot 1915000} < \left| \frac{l}{f} \right| = \frac{1}{600}.$$

ნ. ამწისქვეშა კოქის კედლის ადგილობრივ მდგრადობანე შემოწმება

ტ. ნ. და პირობებით, როდესაც $\bar{r}_w = \frac{h_w}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{160}{1,4} \times$
 $\times \sqrt{\frac{210}{210000}} = 3,6 > 3,2$, აუცილებელია დაიდგას განივი სიხისტის წიბოები. წიბოებს შორას მანძილს ვიღებთ 1500 მმ-ს (ნახ. IX.53, ა).

(IX.89) - ფორმულით ვამოწმებთ კედლის მდგრადობას შუა და განაპირა სექციებში*. ამ მიზნით წინასწარ ვანგარიშობთ სექციების ზღვრებში (a , b , c , d წერტილები, ნახ. IX.54-ზე) მოძრავი დატვირთვის სახითათო მდგომარეობის შესაბამის ძალებს (M , Q). ძალებს ვსაზღვრავთ ანალიზური ბერხით.

* შუა სექციაში კოქის კედლში შეიძლება მდგრადობა დაკარგოს უდიდესი მკუმ-შუა ნორმალური დაბევბის ზეგაულენით, განაპირა სექციაში - უდიდესი მხები დაბევბის ზეგაულენით.

IX.54, ბ ნახაზზე ნაჩვენები დატვირთვების სქემის მიხედვით: კოქის რეაქცია

$$F_A = \frac{633}{12} (1,39 + 6,64 + 8,04) = 850 \text{ კნ.}$$

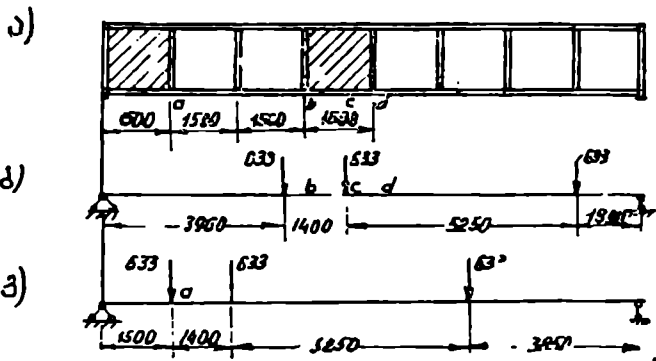
შუა სექციის b, c, d წერტილების შესაბამის კვეთებში მოქმედი მომენტები:

$$M_b = (850 \cdot 4,5 - 633 \cdot 0,54) \cdot 1,05 = 3640 \text{ კნ.მ};$$

$$M_c = \max M_b = 3850 \text{ კნ.მ (გამოთვლილია ზემოთ)};$$

$$M_d = [850 \cdot 6 - 633 (2,04 + 0,64)] \cdot 1,05 = 3560 \text{ კნ.}$$

სექციის ზღვრებში მოქმედი მომენტის საშუალო მნიშვნელობა



ნახ. IX.54. ა, ბ, გ — კოქის დატვირთვა კედლის შტაბის შესაბამისად.

$$M_{ს.ა} = \frac{M_b + M_c + M_d}{3} = \frac{3640 + 3850 + 3560}{3} = 3683 \text{ კნ.მ.}$$

IX.53 გ-ზე ნაჩვენები დატვირთვების სქემის მიხედვით:

$$Q_b = (850 - 633) \cdot 1,05 = 228 \text{ კნ};$$

$$Q_d = (850 - 2 \cdot 633) \cdot 1,05 = -437 \text{ კნ.}$$

განივი ძალის საშუალო მნიშვნელობა

$$Q_{ს.ა} = \frac{228 - 437}{2} = -104 \text{ კნ.}$$

შუა სექციაში მოქმედი ნორმალური და მხები ძაბვების საშუალო მნიშვნელობები:

$$\sigma = \frac{M_{ს.ა}}{I_x} y = \frac{368300}{1915000} \cdot 74,5 = 14,45 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 144 \text{ მპ};$$

$$c = \frac{Q_{\text{ს.ა}}}{h_3 \cdot t_f} = \frac{104}{160 \cdot 1,4} = 0,46 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 5 \text{ მპ.}$$

ადგილობრივი ნორმალური თელების ძაბვა (IX.84)

$$\sigma_{\rho c} = \frac{\gamma_f \rho_1}{t_w t_{ef}} = \frac{1,1 \cdot 606}{1,4 \cdot 41,6} = 11,5 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 115 \text{ მპ,}$$

სადაც კედლის მდგრადობის შემოწმების დროს $\gamma_f = 1,1$ [5]. (VI.47), (VI.48) და (VI.51) ფორმულებით ვანგარიშობთ ნორმალურ, შეიბ და ადგილობრივ თელების კრიტიკულ ძაბვებს:

$$\sigma_{cr} = \frac{c_{gr} R_y}{\bar{\lambda}_w^2} = \frac{34,3 \cdot 210}{3,6^2} = 556 \text{ მპ;}$$

$$\tau_{cr} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_y}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{1,07^2} \right) \frac{120}{3,39^2} = 179 \text{ მპ;}$$

$$\sigma_{\text{ლოც}} = \frac{c_1 R_y}{\bar{\lambda}_a^2} = \frac{18,67 \cdot 210}{3,39^2} = 341 \text{ მპ,}$$

სადაც

$$\bar{\lambda}_{ef} = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{150}{1,4} \sqrt{\frac{210}{210000}} = 3,39.$$

$d = 150$ — სექციის მოკლე გვერდის სიგრძეა.

$$\bar{\lambda}_a = \frac{a}{t_w} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{150}{1,4} \sqrt{\frac{210}{2100}} = 3,39.$$

$a = 150$ სმ — სიხისტის წიბოებს შორის მანძილის კოეფიციენტი (VI.49):

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_w} \left(\frac{t_f}{t_w} \right)^2 = 2 \frac{50}{160} \left(\frac{2,5}{1,4} \right)^2 = 3,54;$$

$$\mu = \frac{h_w}{a} = \frac{160}{150} = 1,07.$$

VI.1 ცხრილით, როდესაც $\delta = 3,54$, $c_{cr} = 34,3$;

VI.2 ცხრილით, როდესაც $\delta = 3,54$ და $\frac{a}{h_{ef}} = \frac{150}{160} = 0,94$, $c = 1,67$.

XI.89 ფორმულით ვაშოწმებთ პირობას

$$\begin{aligned} & \sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{\text{ლოც}}}{\sigma_{\text{ლოც}, cr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} = \\ & = \sqrt{\left(\frac{144}{556} + \frac{115}{341} \right)^2 + \left(\frac{5}{179} \right)^2} = 0,6 \leq \gamma_s = 0,9. \end{aligned}$$

$$M_s = \left[\frac{633}{12} (3,85 + 9,1 + 10,5) \right] 1,05 = 1950 \text{ კვ.მ.}$$

$$M_{საშ} = \frac{M_s}{2} = \frac{1950}{2} = 975 \text{ კვ.მ.};$$

$$Q_s = \frac{633}{12} (3,85 + 9,1 + 10,5) 1,05 = 1290 \text{ კვ.}$$

ნორმალური და მხები ძაბვები:

$$\sigma = \frac{97500}{1915000} \cdot 74,5 = 3,81 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 38 \text{ მპ};$$

$$\tau = \frac{1290}{160,44} = 5,76 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 58 \text{ მპ};$$

$\sigma_{იც} = 115 \text{ მპ.}$ (გამოთვლილია ზემოთ).

$$\sqrt{\left(\frac{38}{556} + \frac{115}{341}\right)^2 + \left(\frac{57}{179}\right)^2} = 0,72 < \gamma_s = 0,9.$$

კოქის კედლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

ვანგარიშობთ განივი სიხისტის წიბოების ფურცლის ზომებს.

$$\text{წიბოს სიგანე (VI.39) } b_n \geq \frac{h_{ef}}{30} + 40 = \frac{1600}{30} + 40 = 93 \text{ მმ.}$$

ვიღებთ $b_n = 100 \text{ მმ.}$

$$\text{წიბოს ფურცლის სისქე (VI.40) } t_n = 2b_n \sqrt{\frac{R_n}{E}} = 2 \cdot 100 \times$$

$$\times \sqrt{\frac{210}{210000}} \approx 0,63. \text{ კონსტრუქციული მოსაზრებით ვიღებთ } t_n = 8 \text{ მმ.}$$

7. ამწისქვეშა კოქის ელემენტების შეერთებების გაანგარიშება

კოქის ელემენტებს ვაერთებთ ავტომატური და ნახევარავტომატური შედუღებით.

(VI.92) ფორმულით ვანგარიშობთ კოქის ქვედა და ზედა სარტყლის და კედლის შემაერთებელი შედუღების ნაკერებში მოქმედ ძვრის ძალებს

$$T_3 = \frac{Q \cdot S_3}{I} = \frac{1550 \cdot 8240}{1915000} = 6,7 \text{ კნ};$$

$$\begin{aligned} T_n &= \sqrt{\left(\frac{Q S_n}{I}\right)^2 + \left(\frac{n_1 \rho_1}{l_{ef}}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{1550 \cdot 9469}{1915000}\right)^2 + \left(\frac{1,3 \cdot 606}{41,6}\right)^2} = 20,43 \text{ კნ,} \end{aligned}$$

სადაც S_3, S_6 — კოქის ქვედა და ზედა თაროების სტატიკური მომენტები $x-x$ ლერძის შიშართ (ნახ. IX.53):

$$S_3 = 38 \times 2,5 \cdot 86,75 = 8240 \text{ სმ}^2;$$

$$S_6 = 50 \times 2,5 \cdot 75,75 = 9469 \text{ სმ}^2.$$

ვანგარიშობთ ქვედა სარტყლისა და კედლის შემაერთებელი კუთხური ნაკერის სიმაღლეს (IX.93):

$$k_f' = \frac{T_3}{2\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{6,7}{2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 0,9} = 0,2 \text{ სმ};$$

$$k_f'' = \frac{T_3}{2\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} \gamma_c} = \frac{6,7}{2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 0,9} = 0,21 \text{ სმ}.$$

სადაც ავტომატური შედუღების დროს, როდესაც $R_{\omega n} = 215 \text{ მპ} < < 580 \text{ მპ-ის, IV.3 ცხრილით } \beta_f = 1,1; \beta_z = 1,15;$

$$\gamma_{\omega f} = \gamma_{\omega z} = 1,0.$$

I დანართის 19 და IV.1 ცხრილით: $R_{\omega f} = 200 \text{ მპ, } R_{\omega z} = 155 \text{ მპ}.$

k_f' და k_f'' -დან ვიღებთ უდიდესს $k_f = 0,2 \text{ სმ}.$

IV.2 ცხრილის მიხედვით, როდესაც $\max t = 23 - 32 \text{ მპ-ს და } R_{\omega n} < < 430 \text{ მპ-ის, ავტომატური შედუღების დროს } \min k_f = 8 \text{ მპ-ს. რადგან } k_f = 0,2 \text{ სმ} < \min k_f \text{-ზე, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ } k_f = 8 \text{ მპ}.$

ვანგარიშობთ ზედა სარტყლისა და კედლის შემაერთებელი კუთხური შედუღების ნაკერის სიმაღლეს

$$k_f' = \frac{T_6}{2\beta_f \gamma_{\omega f} R_{\omega f} \gamma_c} = \frac{20,43}{2 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 0,9} = 0,51 \text{ სმ};$$

$$k_f'' = \frac{T_6}{2\beta_z \gamma_{\omega z} R_{\omega z} \gamma_c} = \frac{20,43}{2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 0,9} = 0,63 \text{ სმ}.$$

რადგან $k_f'' < \min k_f$ -ის, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ $k_f = 8 \text{ მპ}.$ შეუღელი განივი სიხისტის წიბოებისა და კედლის შემაერთებელი ნაკერის სიმაღლეს ვიღებთ კონსტრუქციული მოსაზრებით $k_f = 8 \text{ მპ}.$

8. საყრდენი წიბოს განგარიშება

ამწისქვეშა კოქის რეაქცია საყრდენს გადაეცემა საყრდენი წიბოს ფრეზირებული ტორსით (ნახ. IX.55). (VI.52) ფორმულით, საყრდენი წიბოს საჭირო ფართობი

$$A_{\omega \omega} = \frac{\max Q}{\gamma_s R_p} = \frac{1550}{0,9 \cdot 33,5} = 51,4 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $R_p = R_n$ — საანგარიშო წინაღობაა თელვაზე (ცხრ. I.1). $A_{\omega \omega}$ -ს მიხედვით, წიბოს ფურცლის ზოშებს ვიღებთ $30 \times 2 \text{ სმ}.$

ვანგარიშობთ IX.55 ნახაზზე ნაჩვენებ კოქის საყრდენი ნაწილის (ნახაზზე ნაჩვენებია დაპტრიხული სახით) გეომეტრიულ მახასიათებლებს:

$$A_{ს.ს} = 2 \cdot 30 + 1,4 \cdot 28,8 = 100,32 \text{ სმ}^2;$$

$$I_{ს.ს} = \frac{2 \cdot 30^3}{12} = 4500 \text{ სმ}^4;$$

$$i_{ს.ს} = \sqrt{\frac{I_{ს.ს}}{A_{ს.ს}}} = \sqrt{\frac{4500}{100,32}} = 6,7 \text{ სმ};$$

$$\text{მოქნილობა } \lambda = \frac{l}{i_{ს.ს}} = \frac{167}{6,7} \approx 25,0.$$

I დანართის 12 ცხრილიდან, $\lambda=25$ -ს, შესაბამისად $\varphi = 0,953$. ვა-
შოწმებთ საყრდენი წიბოს სიმტკიცეს და ზღვარობას (VI.52 და
VI.53):

$$\sigma_{\text{მ}} = \frac{Q}{A_{ს}} = \frac{1550}{2 \cdot 30} = 25,8 \text{ კნ/სმ}^2 \approx$$

$$\approx 258 \text{ მპ} < R_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}} = 335 \times 0,9 = 300 \text{ მპ};$$

$$\sigma = \frac{Q}{\varphi \cdot A_{ს.ს}} = \frac{1550}{0,953 \cdot 100,3} =$$

$$= 16,2 \text{ კნ/სმ}^2 \approx 162 \text{ მპ} < R_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}} = 200 \text{ მპ}.$$

ვანგარიშობთ საყრდენი წიბოსა და კედლის
შემაერთებელი ნაქერის ზომებს:

$$k_f' = \frac{\max Q}{2 \beta \gamma_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}} R_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}}} =$$

$$= \frac{1550}{2 \cdot 1,1 \cdot (160 - 1) \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 0,9} \approx$$

$$\approx 0,25 \text{ სმ} < \min k_f = 8 \text{ მპ};$$

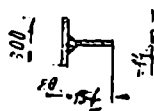
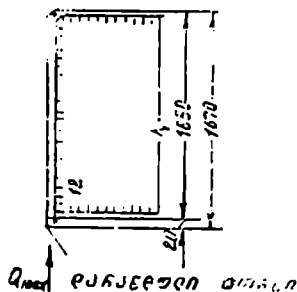
$$k_f'' = \frac{\max Q}{2 \beta \gamma_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}} R_{\text{ფ}} \gamma_{\text{ფ}}} = \frac{1550}{2 \cdot 1,15 \cdot (160 - 1) \cdot 1,0 \cdot 15,5 \cdot 0,9} =$$

$$= 0,2 \text{ სმ} < \min k_f = 8 \text{ მპ}.$$

რადგან $k_f' < \min k_f$ -ის, ამიტომ საბოლოოდ ვიღებთ $k_f = 8$ მპ-ს.

9. ამწისქვეშა კოქის სვეტთან მიმაგრების კონსტრუქციის
განვანგარიშება

ამწისქვეშა კოქის სვეტთან მიმაგრების კონსტრუქცია ნაჩვენებია
IX.53 ნახაზზე. მიმაგრებას ვანხორციელებთ ორი მოქნილი ფოლადის



ნახ. IX.55. საყრდენი წიბოს
განვანგარიშებისათვის.

ღეროს საშუალებით. ღეროების დიამეტრს ვიღებთ $d=30$ მმ ($A = 7,07$ სმ²). მასალა 10Г2С1 მარკის ფოლადი ($R_y=340$ მპ).

(IX.94) ფორმულით ვანგარიშობთ ჰორიზონტალურ განივ ძალას, რომელიც გადაეცემა ღეროებს

$$T = F_T \frac{h_1}{h_2} = 143 \frac{182}{137} = 196 \text{ კნ,}$$

სადაც h_1 და h_2 მანძილებია კოქის ქვედა სარტყლიდან F_T ძალამდე და მიმაგრების კონსტრუქციის ცენტრამდე (ნახ. IX.53). საშუალო და მსუბუქი რეჟიმის ამწეების შემთხვევაში კოქის მისამაგრებელი ღეროების განივკვეთის შერჩევა ხდება T ძალის მიხედვით.

მძიმე რეჟიმის ამწეების მოქმედებისას, რეკომენდებულია, მიმაგრების კონსტრუქცია გაანგარიშდეს კოქის საყრდენი ნაწილის ზედა წერტილების თარაზული (Δ_m) და შვეული (Δ_s) გადაადგილებების გათვალისწინებით (ნახ. IX.48, ა).

ამ მიზნით, წინასწარ ვანგარიშობთ უდიდესი განივი ძალის სახიფათო დატვირთვების სქემის შესაბამის უდიდეს მღუნავ მომენტს (ნახ. IX.5, გ)

$$M = \pi \cdot p(y_2' + y_4') = 1,05 \cdot 633 (0,775 + 2,966) = 2400 \text{ კნ.მ.}$$

ორი ამწისქვეშა კოქის საყრდენი წიბოების ზედა წერტილების თარაზული და შვეული გადაადგილებები (ნახ. IX.49, ა),

$$\Delta_m' = \frac{Ml}{6EI_s} = \frac{240000 \cdot 1200 \cdot 167}{6 \cdot 21000 \cdot 1915000} = 0,057;$$

$$\Delta_s' = \frac{F_A h}{EA_{L, S}} = \frac{1550 \cdot 167}{21000 \cdot 89,4} = 0,138,$$

სადაც $F_A = Q = 1550$ კნ.

მიმაგრების კონსტრუქციის თარაზული და შვეული გადაადგილებები მისი ცენტრის ღონეზე (ნახ. IX.53):

$$\Delta_m = \Delta_m' \frac{77-30}{77} = 0,056 \text{ სმ;}$$

$$\Delta_s = \Delta_s' \cdot \frac{137}{137} = 0,113 \text{ სმ.}$$

გადაადგილებათა ტოლქმედი

$$\Delta = \sqrt{\Delta_m^2 + \Delta_s^2} = \sqrt{0,056^2 + 0,113^2} = 0,129 \text{ სმ.}$$

ღეროს გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$I_x = \frac{\pi d^4}{64} \approx 0,05 d^4 = 0,05 \cdot 3^4 = 4,05 \text{ სმ}^4;$$

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1 \cdot d^3 = 0,1 \cdot 3^3 = 2,7 \text{ სმ}^3;$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_x}} \approx \frac{d}{4} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ სმ.}$$

მღუნავე მომენტი მოქნილ ლეროში გამოწვეული Δ გადაადგილებით:

$$M = \frac{6EI_{\Delta}^4}{l^2} \Delta = \frac{6 \cdot 21000 \cdot 4,05}{50^2} = 26,3 \text{ კნ.მ.}$$

IX.53 ნახაზის მიხედვით, მიმაგრების ლეროს სიგრძე $l_e = 50$ სმ (ლეროს ჩამაგრების სიბრტყეებს შორის მანძილი ნახ. IX.53). ლეროში მოქმედი ნორმალური ძალა

$$N = \frac{T_e}{2} = \frac{196}{2} = 98 \text{ კნ.}$$

მიმაგრების კონსტრუქციის ლეროებს ვამოწმებთ ექსცენტრულ კუმშვაზე

$$\text{მოქნილობა } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{50}{0,75} = 66,7;$$

$$\text{პირობითი მოქნილობა } \bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 66,7 \sqrt{\frac{34}{21000}} = 2,68;$$

$$\text{ფარდობითი ექსცენტრისიტეტი } m = \frac{M}{N} \frac{A}{W} = \frac{26,3}{98} \frac{7,07}{2,7} = 0,7;$$

$$\text{დაყვანილი ექსცენტრისიტეტი } m_1 = \eta m = 1 \cdot 0,7 = 0,7.$$

$\bar{\lambda} = 2,68$ და $m_1 = 0,7$ -ის მიხედვით I დანართის მე-13 ცხრილიდან ვიღებთ $\varphi_e = 0,454$ (ინტერპოლაციით).

$$\text{ძაბვა } \sigma = \frac{N}{\varphi_e F_{\text{აღ}}} = \frac{98}{0,454 \cdot 7,07} = 30,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 305 \text{ მპ;}$$

$$R_{y\varphi_e} = 340 \cdot 0,9 = 305 \text{ მპ.}$$

მდგრადობის პირობა დაკმაყოფილებულია, ამიტომ მიმაგრების კონსტრუქციის ლეროების დიამეტრს ვტოვებთ უცვლელად.

X თ ა ვ ი

დიდმალიანი გადახურვების კონსტრუქციები

§ X.1. დიდმალიანი გადახურვები

ნაგებობათა გადახურვებს უწოდებენ დიდმალიანს, თუ მათი მალი ალემენტებია $45 \div 50$ მ-ს.

ასეთ ნაგებობებს შეიქმთენება დიდმალიანი საზოგადოებრივი, საპროექტო და სპეციალური დანიშნულების შენობები.

საზოგადოებრივი დანიშნულების ნაგებობათა ჯგუფში შედის: თეატრები, საკონცერტო და სპორტული დარბაზები, საგამოფენო პავილიონები, ბაზრები და სხვა მსგავსი სათავისები.

სპეციალური დანიშნულების ნაგებობებია: ანგარები, გარაჟები, ტროლეებუსების პარკები და სხვა.

დიდმალიან სამრეწველო ნაგებობათა ჯგუფში შედის: თვითმფრინავმშენებელი, გემმშენებელი, მანქანათმშენებელი ქარხნების ამწყობი საამქროები, საექსპერიმენტო ლაბორატორიების კორპუსები, ატომური ელექტროსადგურები და სხვ. ასეთ ნაგებობათა დიდი მალის აუცილებლობა გამოწვეულია დიდი გაბარიტული ზომების მქონე მანქანების დამზადებისა და აწობის ტექნოლოგიური პროცესების სპეციფიკით. დიდმალიან გადახურვებში საკუთარი მასის (მუდმივი დატვირთვის) გავლენა იმდენად დიდია, რომ ხშირად მას გადახურვის ტიპის შერჩევის დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება. აქედან გამომდინარე, ასეთ გადახურვებში საკუთარი მასის ნეკიცირების ღონისძიებებს უპირატესად დიდი მნიშვნელობა ეძლევა.

დიდმალიან გადახურვებში: საკუთარი მასის შემცირების ეფექტური საშუალებებია: მაღალი სიმტკიცის ფოლადებისა და ალუმინის შენადნობის გამოყენება, მზიდი კონსტრუქციების წინასწარი დაძაბვა, სახურავის კონსტრუქციის ჩართვა გადახურვის წელიდან სივრცით მუშაობაში და სხვ.

დიდმალიანი გადახურვები, უმეტეს შემთხვევებში, გეგმარდება ერთმალიანი, შუალედი საყრდენების გარეშე, რაც განპირობებულია საექსპლუატაციო მოთხოვნილებათა თავისებურებით.

ნაგებობათა გადასახურავად გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის სიბრტყითი და სივრცითი სისტემები. აქედან ყველაზე ზეტად გავრცელებულია კოჭოვანი, ჩირჩოვანი და თალოვანი გადახურვები.

გარდა ამისა, დიდმალიან გადახურვებში ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სახის კილული და სივრცითი კონსტრუქციები, როგორცაა კამარები, ნაკეცი სისტემები. გარსები.

ეს სისტემები ხასიათდებიან როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეებით. მათი შერჩევისა და გამოყენების მიზანშეწონილობა ძირითადად დამოკიდებულია ნაგებობათა დანიშნულებაზე, მის მოხაზულობაზე გეგმაში. გარე დატვირთვების სიდიდეზე, არქიტექტურულ მოთხოვნილებებზე და სხვა კონკრეტულ პირობებზე.

1. კოჭოვანი გადახურვები

დიდმალიანი კოჭოვანი გადახურვები შედგება ერთმანეთის პარალელურად განლაგებული დიდმალიანი წამწეებისა და მათზე დაყრდნობილი სახურავის კონსტრუქციისაგან (ნახ. X.1—3). წამწეებს შორის მანძილი უმეტეს შემთხვევაში 12 მ-ია. გადახურვის სივრცითი სიხისტე უზრუნველყოფილია თარაზული და შვეული კავშირებით (ნახ. X.3, ბ).

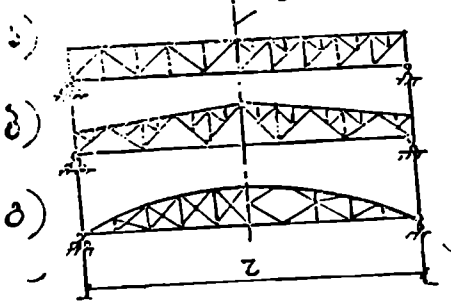
დიდმალიანი გადახურვის სქემა თითქმის ანალოგიურაა მსუბუქ წამწეებზე გადახურვის სქემისა (თავი VII).

ფოლადის დიდი ხარჯის გამო, როგორც წესი, დიდმალიან გადახურვებში მთლიანკედლიანი კოჭები არ გამოიყენება.

კოჭოვანი გადახურვების ძირითადი დადებითი მხარეებია: გადახურვის მხიდი ელემენტების მუშაობის სიცხადე, დამზადებისა და მონტაჟის სიადვილე, გამორიცხულია გამბჯენი საყრდენი რეაქციების არსებობა, მათზე გავლენას არ ახდენს საყრდენების ჯდომა.

ამასთან ერთად, მათი ძირითადი ნაკლია: ფოლადის შედარებით დიდი ხარჯი, წამწეების დიდი (არაგაბარიტული) სიმაღლე. ამის გამო დიდმალიანი წამწეების დანაზადება და ტრანსპორტირება ხდება რამდენიმე სამონტაჟო ერთეულების სახით. სამონტაჟო ერთეულების ადგილზე შეერთება ხორციელდება ამალებული სიმტკიცის ჰანკიკებით, რაც ართულებს სამონტაჟო სამუშაოებს. აქედან გამომდინარე, კოჭოვანი გადახურვების გამოყენება რეკომენდებულია, თუ გადახურვის შალი არ აღემატება 90 მ-ს.

სივრცითი სქემა



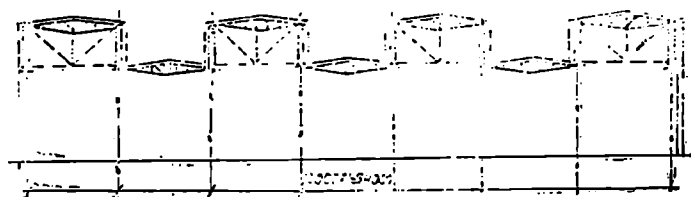
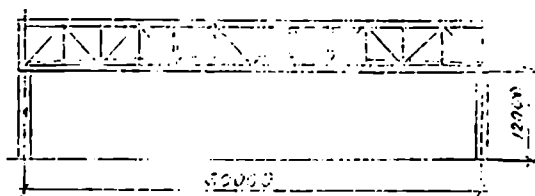
ნახ. X.1. ა, ბ, გ—დიდმალიანი წამწეების სქემები.

დიდმალიან წამწეებს აქვთ სხვადასხვა მოხაზულობა და გისოსთა სისტემები (ნახ. X.1 ა, ბ, გ), რაც განპირობებულია მალის სიდიდით, სახურავისა და ქერის კონსტრუქციით, სხვა კონკრეტული საპროექტო პირობებით.

პარალელურსარტყლებიანი დიდმალიანი წამწეები (ნახ. X.1, ა--2) გამოაყენება მცირეჰანობიანი სახურავისათვის ($i=1 \div 2\%$). წამწის სიმაღლე (h) აიღება $\frac{1}{8} \div \frac{1}{15}$ l -ის ტოლი. როდესაც სახურავი მასალა

მოითხოვს $i = \frac{1}{10} \div \frac{1}{15}$ ქანობს, აგევმარებენ ტრაპეციული მოხაზულობის წამწეებს (ნახ. X. 1, ბ). ასეთი წამწეების სიმაღლე იცვლება $\frac{1}{7} \div \frac{1}{11}$ ლ-ის ზღვრებში. უმეტეს შემთხვევებში, აღნიშნულ წამწეთა შესავსებად იღებენ სამკუთხა ან ირიბანიან გისოსთა სისტემებს. მაღლი იცვლება 45 ÷ 70 მეტრის ფარგლებში.

მეტი მაღლის შემთხვევაში ($l = 70 - 90$ მ) იყენებენ პოლიგონური ან სეგმენტური მოხაზულობის წამწეებს (ნახ. X.3, ა, ბ). ასეთი წამწეები ხასიათდებიან ფოლადის ნაკლები ხარჯით, მაგრამ რთულია მათი დამზადება და მონტაჟი. სეგმენტური ფერმების გისოსებში მოქმედებენ



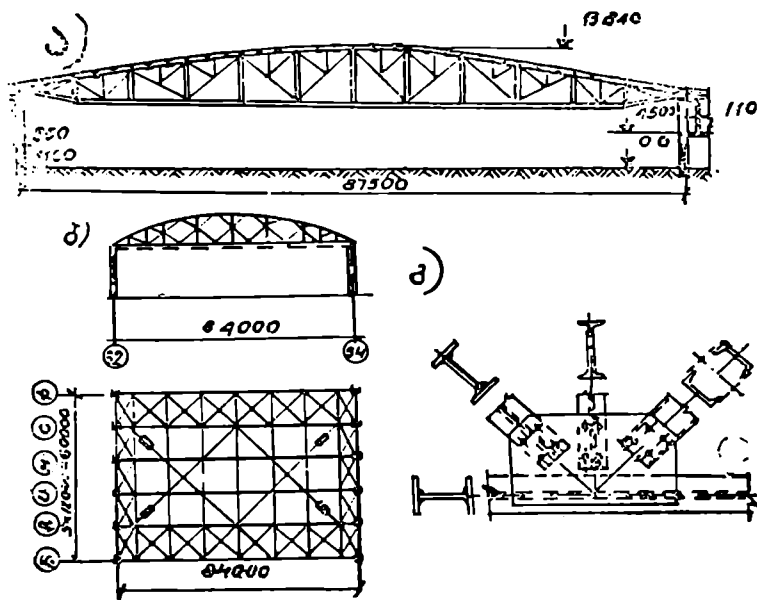
ნახ. X.2. გადახერვა პარალელურსარტყლებიანი წამწეებით.

შეჯარებით მცირე სიდიდის ძალები, ამიტომ მათ შესავსებად რეკომენდებულია ჯვარედინა სისტემის გისოსები (ნახ. X.3, ბ). წამწის სიმაღლე მაღლის შუაში აიღება $\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}$ ლ-ის ზღვრებში.

დიდმალიან კოჭოვან გადახურვებში ფოლადის ხარჯი საგრძნობლად მცირდება მათე წინასწარი დაძაბვით, გადახურვის ფილების ჩართვით წამწეების საერთო სივრცით მუშაობაში ან შილოვანი პროფილების გამოყენებით.

დიდმალიანი კოჭოვანის ერთ-ერთი რაციონალური სახეა წინასწარ-

დაძაბული სივრცითი სანაწიხნაგა წამწეები (ნახ. X.4). ასეთი სისტემები მასალის ხარჯის, ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის მიხედვით ხასიათდება იან მაღალი ეკონომიკური მაჩვენებლებით. მაგრამ მათი დაძაბვა დაკავშირებულია საგრძნობ სიძნელებთან, რაც ზღუდავს მათი გამოყენების არეს. დიდმალიანი წამწეების (გადახურვის) გაანგარიშება, ლეროების და კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტა თითქმის ანალოგიური მსუბუქი წამწეების კონსტრუქციებისა. განსხვავებაა მხოლოდ მაშინ, როდესაც დიდმალიანი წამწის ლეროებში ძალები აღემატება 4000 ± 5000 კნ. ასეთ შემთხვევებში, ძალების გადაცემა კვანძებში ხორციელდება ორმაგი საკვანძო ფურცლების გამოყენებით, ხოლო ლეროებში



ნახ. X.3. დიდმალიანი სეგმენტური წამწეებით გადახურვის სქემა.

გვემარდება შედგენილი შედუღებულ ორტესებრივ ან გაგლინული პროფილებისაგან (ნახ. X.3, გ). ასეთ წამწეებს, ზოგჯერ, მძიმე ორკედლიან წამწეს უწოდებენ.

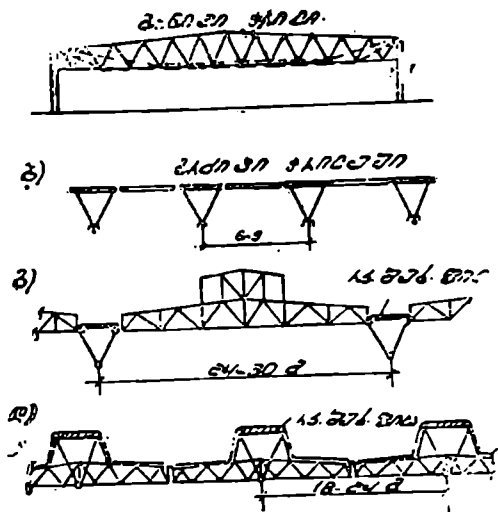
როდესაც წამწის მალი იცვლება 60 ± 90 მეტრამდე, საყრდენი რეაქციების გადაცემა ხორციელდება უქრავი და მოძრავი წამწის საყრდენი კონსტრუქციების საშუალებით.

მოძრავი საყრდენები წარმოადგენენ ტანგენციალური ან ბალანსუ-

რი ტიპის კონსტრუქციებს (ნახ. X5.). ასეთი საყრდენები იძლევა წამწის ერთი ბოლოს თავისუფალა გადაადგილების საშუალებას თარაზულ სიბრტყეში, რის შედეგად გამოიხატება წამწის ქვედა სარტყლის.

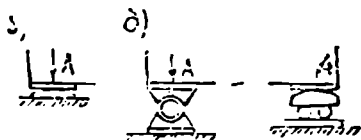
დრეკადი დეფორმაციების ან ტემპერატურის ცვლელადობის შედეგად წარმოშობილი გამბჯენი რეაქციების გადაცემა კედელზე.

ზოგჯერ, მაშინაც კი, როდესაც $l = 60 \div 90$ მ-ს და წამწები ეყრდნობიან მალალ მოქნილ სვეტებს. წამწების დაყრდნობა ხორციელდება უძრავად, ბალანსირების გამოყენების გარეშე (ნახ. X.2). ასეთ



ნახ. X.4. გადახურვა სამწახნაჯა კოკოვანა წამწებით:

ა, გ—გ.ნიუი კრილი; ბ, დ—გრძივი კრილები (ვაჩაინტები).



ნახ. X 5. დიდმოლიანი წამწების საყრდენები:

ა—ტანგენციული; ბ—ბალანსირული, გ—საგორაეობიანი.

შემთხვევაში, სვეტები მათი დამყოლი თვისებების გამო, არ ზღუდავენ წამწების თარაზულ გადაადგილებას, რაც საგრძნობლად ამარტივებს წამწების საყრდენი ნაწილების კონსტრუქციას.

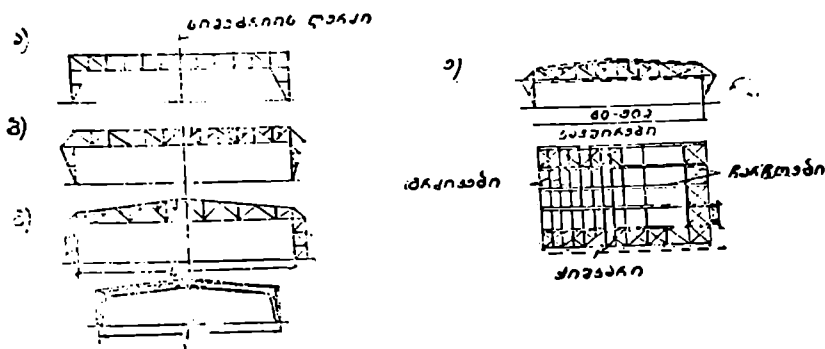
2. ჩარჩოვანი გადახურვები

დიდმოლიანი ნაგებობის გადასახურავად ხშირად გამოიყენება ორსახსროვანი (ნახ. X.6 ა, ბ) ან უსახსრო (ნახ. X.6, გ) ჩარჩოები მდლიანი (ნახ. X.6,დ) ან გამყოლი კედლით. ასეთ გადახურვებში რიგელები ხისტად ჩამაგრებულია დგარებში, რითაც ის პრინციპულად განსხვავდება სვეტებზე დაყრდნობილი კოკოვანი გადახურვებისაგან (ნახ. X.2).

ჩარჩოვანი გადახურვების დადებითი მხარეებია: შედარებით მცირე მასა, რიგელის მცირე სიმაღლე და დიდი განივი სიხისტე. როდესაც გადახურვის მალი ≤ 60 მ-ის, რიგელის მცირე სიმაღლე საშუალებას იძლევა რიგელის წამწები და სვეტები დამზადდეს სპეციალიზებულ საამქ-

როებში გადასაზიდი ტრანსპორტის გაბარიტული ზომების ზღვრებში და შემდეგ გადაზიდულ იქნეს მშენებლობის ადგილას. ჩარჩოვანი გადახურვების ნაკლია: დგარების დიდი მასა, ტემპერატურული და საყრდენების ჯდომის ძაბვების დიდი გავლენა, გაიბჯენი საყრდენი რეაქციების არსებობა, რაც მოითხოვს დიდი ზომის საძირკვლებს.

ჩარჩოვანი გადახურვების მალი იცვლება $40 \div 120$ მ-მდე, მეთი მალის შემთხვევაში ასეთი სისტემების გამოყენება არაეკონომიურია. ჩარჩოვანი გადახურვის ყველაზე გავრცელებული სქემები ნაჩვენებია X.6 ნახაზზე. ამ სქემებიდან ჩარჩოები ხისტი კვანძებით (ნახ. X.6, გ) საყრდენ-



ნახ. X.6 დიდმალანი ჩარჩოების სქემები:

ა, ბ, გ-გისოსურკედლიანი; დ-მთლიანკედლიანი; ე-გადახურვის სქემა.

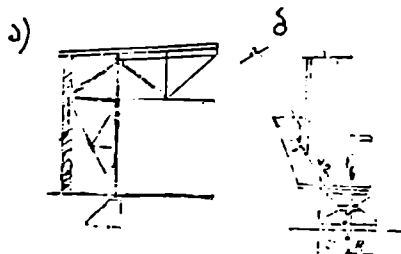
ნი რეაქციების მისაღებად მოითხოვს მასიურ საძირკვლებს, ამიტომ გამოიყენება იშვიათად. უმეტეს შემთხვევებში დიდმალანი ჩარჩოები გეგმარდება ქვედა საყრდენი სახსრებით, მთლიანი ან გისოსური კედლით (ნახ. X.6, დ, ა, ბ, ე).

როდესაც გადახურვის მალი $L \leq 50 \div 60$ მ-ის, რეკომენდებულია გადახურვის ნზიდ ელემენტებად მთლიანკედლიანი ორსახსროვანი ჩარჩოების გამოყენება; მეთი მალის შემთხვევაში გეგმარდება ჩარჩოები გისოსური კედლით. სახსროვანი მთლიანკედლიანი ჩარჩოების რიგელები და დგარები წარმოადგენენ ორტესებრი პროფილის შედგენილ შედუღებულ ან გავლინულ პროფილებს. რიგელის სიმაღლე მალის მთელ სიგრძეზე უზღვივია და იცვლება $\frac{1}{30} \div \frac{1}{40}$ L-ის ზღვრებში; დგარების განივი კვეთი მცირდება საყრდენებისაკენ (ნახ. X.6).

გისოსურკედლიანი ორსახსროვანი ჩარჩოს რიგელები და დგარები წარმოადგენენ ღეროვან სისტემებს სამკუთხა სისტემის გისოსებით (ნახ. X.6, ა, ბ). რიგელის სიმაღლე აიღება $h = \frac{1}{10} \div \frac{1}{12}$ L-ის.

სუსტი გრუნტების შემთხვევაში რეკომენდებულია ორსახსროვანი ჩარჩოს საყრდენი რეაქციები გადაეცეს საყრდენი კედლების ღონეზე განლაგებულ წვიმებს. ასეთ გადახურებებში დიდდება ფოლადის ხარჯი, მაგრამ საგრძნობლად ნიჭირდება საძირკვლების მასა და ღირებულება, რაც მათი უპირატესობაა.

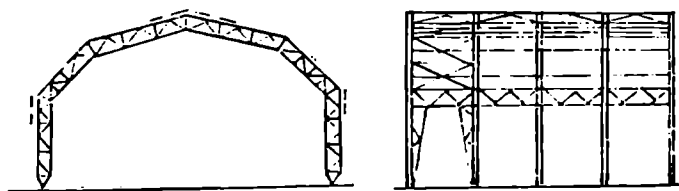
ზოგჯერ, ორსახსროვანი ჩარჩოების რიგელების განტვირთვის შიზნით, დგარის ნორმალური ძალები საყრდენებს გადაეცემა ექსცენტრულად (ნახ. X.7, ბ) ან გადახურვა გეგმარდება შევიღული კედლით (ნახ. X.7, ა). კედლის შევიღვა ართულებს ჩარჩოს კონსტრუქციას, მაგრამ საგრძნობლად აძვირებს რიგელის მალის მომენტებს, რის შედეგად მცირდება ფოლადის ხარჯიც.



ნახ. X.7. რიგელის განტვირთვის კონსტრუქციული სქემები:
 ა — შევიღული კედი; ბ — რეაქციის ექსცენტრული გადაცემა.

როდესაც სათავსის სიმაღლე $H \leq 15 \div 20$ მ და მალი არ აღემატება $40 \div 50$ მ-ს, რეკომენდებულია ორსახსროვანი გამკოლკედლიანი ჩარჩოები ტეხილი რიგელით (ნახ. X.8).

თუ გადახურვის მალი $120 \div 150$ მ-ია, მიზანშეწონილი ხდება ხისტკვანძოვანი ჩარჩოების გამოყენება გისოსური კედლით (ნახ. X.6, გ). ასეთ სისტემებში, საყრდენი რეაქციების ზეგავლენით საგრძნობლად



ნახ. X.8. ტეხილი მოხაზულობის ჩარჩოებით გადახურვა.

მცირდება რიგელის მალის მომენტები, რაც ძირითადად განაპირობებს მათ ეკონომიკურობას.

ჩარჩოვანი გადახურვის კარკასის ელემენტების გაერთმთლიანება ხდება ორი სქემის მიხედვით: პირველი სქემით, შიდი ჩარჩოები იდგმება შენობის გრძელი გვერდის განივად, ერთმანეთის პარალელურად,

6 ან 12 მ-ის ბიჯით. ჩარჩოებს ეყრდნობა სახურავისა და კედლის ჩონჩხის კონსტრუქცია.

მეორე სქემის დროს მზიდი დიდმალიანი ჩარჩოები განლაგებულია შენობის გრძელი გვერდის პარალელურად განაპირა ჩარჩოზე ხშირად შეკიდულია კიშკარი (მაგ., ანგარები და სხვ).

როგორც პირველი, ისე მეორე სქემის გადახურვის სივრცითი სიხისტე უზრუნველყოფილია შვეული და თარაზული კავშირებით (ნახ. X.6, ე).

დიდმალიანი ჩარჩოები წარმოადგენენ სტატიკურად ურკვევ სისტემებს. მათი სტატიკური გაანგარიშება შევეულ (საკუთარი მასა, თოვლი, შეკიდული ამწეები) და თარაზულ (ქარის, სეისმური) დატვირთვებზე ამჟამად პროგრამირებულია და წარმოებს ელექტროგამომთვლელი მანქანებით. როდესაც ასეთი მანქანები არა აქვთ, მათი გაანგარიშება ტარდება ძალთა მეთოდით—ხელით. ჩარჩოების გაანგარიშება ძალთა მეთოდით დაკავშირებულია დიდი მოცულობის არითმეტიკულ გამოთვლებთან, ამიტომ ხშირად მიმართავენ რომელიმე გამარტივებულ მიახლოებით მეთოდებს.

მთლიანკედლიანი ერთმალიანი ჩარჩოების ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი* მდგომარეობს შემდეგში:

ჩარჩოს საანგარიშო სქემის შესაბამისად, ცნობარში მოცემული მარტივი ფორმულებით გამოითვლება ჩარჩოს საყრდენი რეაქციები (შვეული, თარაზული და საყრდენი მომენტები), რის შემდეგ ჩარჩოს განივკვეთში მოქმედი ძალები (N , Q , M) მარტივად ისაზღვრება ისე, როგორც ეს ხდება სტატიკურად რკვევადი ჩარჩოების შემთხვევაში.

ცნობარში* რეკომენდებულია მარტივი გაანგარიშების სხვა ხერხებიც.

გისოსურკედლიანი ჩარჩოების მიახლოებითი გაანგარიშება თითქმის ანალოგიურია მთლიანკედლიანისა. ისე, როგორც სამრეწველო საამქროების განივი ჩარჩოების შემთხვევაში, გისოსურკედლიანი ჩარჩოები დაიყვანება ეკვივალენტური მთლიანკედლიანი ჩარჩოების საანგარიშო სქემაზე, რის შემდეგ მისი სტატიკური გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც მთლიანკედლიანისა.

M , N , Q საანგარიშო ძალების განსაზღვრის შემდეგ ჩარჩოს ელემენტების განივკვეთის შერჩევა და კვანძების გაანგარიშება ძირითადად წარმოებს ისე, როგორც კოჭოვანი გადახურვის მძიმე წამწეების შემთხვევაში.

* Справочник проектировщика, том. I, м. 1971 г.

3. თაღოვანი გადახურვები

დიდმალიან შენობათა გადასახურავად ზოგჯერ გამოიყენება სხვადასხვა სისტემისა და მოზაზულობის თაღები. მათი ძალი აღწევს 200 მ-მდე. განასხვავებენ ორსახსროვან, სამსახსროვან და უსახსრო თაღებს, მჭიმებით ან უჭიმოდ (ნახ. X.9).

სამსახსროვან თაღებზე (ნახ X.9, ბ), როგორც სტატიკურად რკვევად სისტემებზე, გრუნტის ჯდომა და ტემპერატურის ცვალებადობა გაელენას არ ახდენს. ისინი ხასიათდებიან სამონტაჟო ერთეულების შედარებით ნაკლები რაოდენობით, ტრანსპორტირებისა და აკრების სიადვილით, ამავე დროს, შუალედი (კლიტენი) სახსრები ართულებენ თაღების კონსტრუქციას. აქედან გამომდინარე, სამსახსროვანი თაღების დაგეგმარება რეკომენდებულია, როდესაც გრუნტის ჯდომით და ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული ძაბვის გავლენა დიდია. დანარჩენ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ორსახსროვანი თაღების გამოყენება (ნახ. X.9, ა). ასეთ სისტემებში ფოლადის ხარჯი გაცილებით ნაკლებია, მაგრამ, მისი არავაპარიტული ზომების გამო, საჭიროა სამონტაჟო პირაპირების მოწყობა, რაც ართულებს მის დამხადებას და აკრებას.

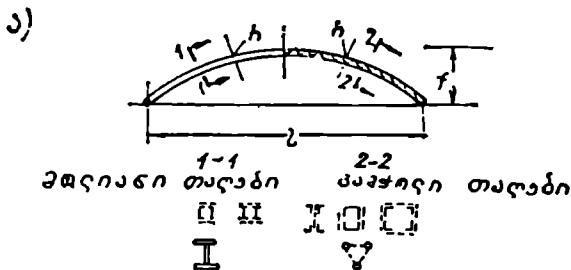


ნახ. X.9. თაღების სისტემები.
 ა—ორსახსროვანი; ბ—სამსახსროვანი; გ—უსახსრო.

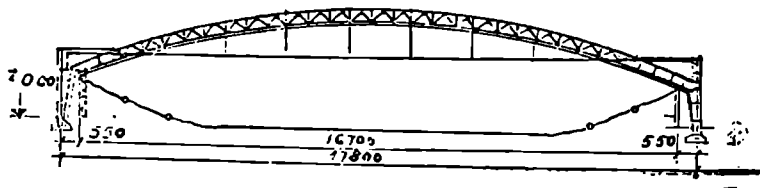
ზშირად, განსაკუთრებით სუსტი გრუნტების შემთხვევაში, ზემოთ განხილული თაღების თარაზული რეაქციების გადაცემა ჯდება მჭინებზე. ასეთ შემთხვევებში საგრძნობლად შარტივდება თაღების ქვემოთ მდებარე საყრდენი კონსტრუქციები, მაგრამ იზრდება ფოლადის ხარჯი და მახინჯდება გადახურვის არქიტექტურული სახე.

მყარი გრუნტებისა და მცირე ტემპერატურული ძაბვების დროს, უსახსრო თაღებში, სახსროვან თაღებთან შედარებით, ფოლადის ხარჯი გაცილებით ნაკლებია. ამავე დროს, ასეთი სისტემები საყრდენი რეაქციების მისაღებად ზოითბოვენ დიდი ზომის მასიურ საძირკვლებს. ზოგჯერ ტემპერატურათა და გრუნტის ჯდომით გამოწვეული ძაბვების გავლენა იმდენად დიდია, რომ უსახსრო თაღებში, სხვა სისტემის თაღებთან შედარებით, მასალის ხარჯი (ღირებულება) მეტია. ამის გამო, ასეთი თაღები დიდმალიან გადახურვებში გამოიყენება იშვიათად, მხოლოდ მაშინ, როდესაც $l \approx 120-200$ მ-ს და ეკონომიური თვალსაზრისით მისი გამოყენება გამართლებულია.

საკუთარი მასისა და თოვლის დატვირთვის ზეგავლენით დიდმა-
ლიანი თალების განივკვეთში მოქმედებენ დიდი სიდიდის მღუნავი შო-
მენტები. მათი სიდიდის შემცირების მიზნით, თაღის მოხაზულობას
იღებენ ისე, რომ თაღის ღერძი დაემთხვეს წნევის წირს. როგორც ცნო-
ბილია, წნევის წირის ასეთ მოხაზულობას წარმოადგენს კვადრატული
პარაბოლა ან წრის რკალი. ასეთ თალებში, თანაბრად განაწილებული
დატვირთვების (საკუთარი მასა, თოვლი) ზემოქმედებით, მის განივკვე-
თებში მოქმედებენ მხოლოდ ნორმალური ძალები, მღუნავი მომენტები
წელია ან უმნიშვნელო სიდიდის.* თალების ამოღების ისარი, რომლის



ბ)



ნახ. X.10. თაღოვანი გადახურვები:

ა—გამჟოლი და მთლიანკედლიანი ორსახსროვანი თაღი; ბ—გამჟოლი აწეული მკეიმით.

დროს მასალის ხარჯი თალებში მინიმალურია, იცვლება $\frac{1}{4} \div \frac{1}{8}$ l-ის
ზღვრებში.

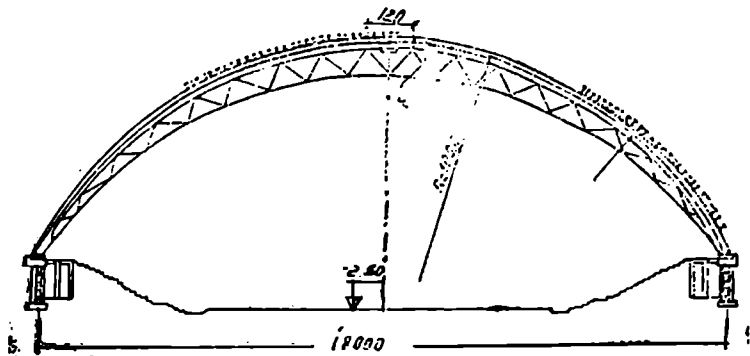
გადახურვის მალისა და დატვირთვების სიდიდის მიხედვით თაღ-
ბი გეგმარდება მთლიანი ან გამჟოლი კედლით. როდესაც მალის სიგრძე
 $l \leq 60$ მ-ს, რეკომენდებულია მთლიანკედლიანი თაღების გამოყენება. მე-
ტი მალის შემთხვევაში გეგმარდება გისოსურკედლიანი თაღები.

როდესაც $l \leq 60$ მ, მთლიანკედლიანი თაღის სიმაღლე $h = \frac{1}{50} \div$

* თაღის ღერძის წრფელი მოხაზულობის დროს.

$\div \frac{1}{60} l$. გისოსურკედლიანი თაღისა $h = \frac{1}{30} \div \frac{1}{45} l$. მეტი სიღიღის მა-
 ლის შემთხვევაში, მთლიანკედლიანი თაღების სიმაღლე იიღება
 $\frac{1}{60} \div \frac{1}{80} l$. გისოსურკედლიანის— $h = \frac{1}{45} \div \frac{1}{60} l$.

დამზადების სიადვილის მიზნით, როგორც წესი, თაღის სიმაღლეს
 მთელი მალის სიგრძეზე იღებენ ერთსა და იმავეს, ან მცირდება საყრ-
 დენებისაკენ. უკანასკნელ შემთხვევაში თაღებს აქვს ნაშგლისებრი მო-
 ხაზულობა (ნახ. X.11). ასეთი მოხაზულობა კარგად შეესაბამება ორ-



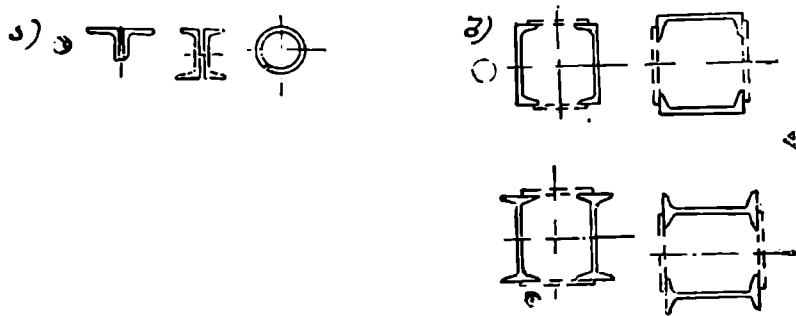
ნახ. X.11. წინასწარდაძაბული თაღი, რომლის ქვედა სარტყელი და გისოსები
 გაკეთებულია გვარლისაგან (ტროსი).

სახსროვანი თაღების ძაღვების ცვლილების ხასიათს, აქვს კარგი არქი-
 ტექტურული სახე, მაგრამ ძნელდება მისი დამზადება. მთლიანკედლიანი
 თაღების განივკვეთი ძირითადად წარმოადგენს შედგენილ შედუღებულ
 ორტესებრ პროფილებს (ნახ. X.10, ა), გისოსურკედლიანი თაღე-
 ბის—წამწეებს (ნახ. X. 10—13). უკანასკნელ შემთხვევაში თაღის
 სარტყლები წყვილი კუთხოვანებში. შევლერები ან მილებია (ნახ. X.12),
 ხოლო კედელი—სამკუთხა სისტემის გისოსები, დგარებით ან მის გარე-
 შე (ნახ. X.10, 11, 13).

ზოგჯერ, ორსახსროვან თაღებს, დამზადებისა და აკრების სიად-
 ვილის მიზნით, ეძლევა ტეხილი მოხაზულობაც (ნახ. X.13). ასეთი მო-
 ხაზულობის თაღებში სამონტაჟო ერთეულები (სწორხაზოვანი უბნები)
 წარმოადგენენ ერთი და იმავე ტიპის პარალელურსარტყლებიან წამწე-
 ებს, რაც საგრძნობლად აადვილებს მათ დამზადებას, ტრანსპორტირე-
 ბას და აკრებას.

უკანასკნელ ხანებში, ფოლადის ხარჯის შემცირების მიზნით, თა-
 ლებს წინასწარ დაბავენ ან თაღის საყრდენებს აძლევენ თარაზული გა-
 დაადგილების ისეთ საშუალებას, რომლის დროს თაღის ქვედა სარტ-

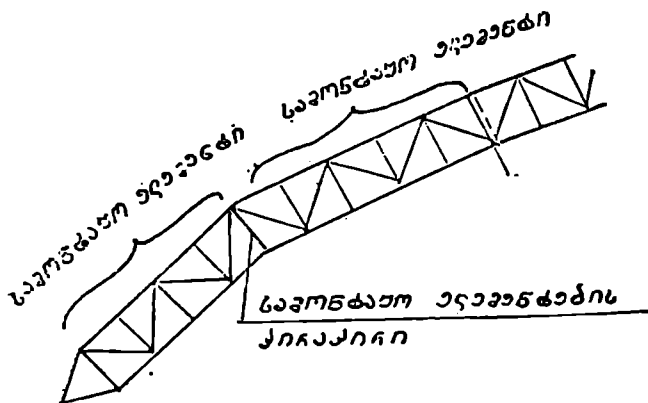
ყელში და ირიბანებში წარმოიშობა მხოლოდ გამჭიმავი ძალები. ამის შედეგად შესაძლებელი ხდება კვედა სარტყელი და ირიბანები დაგეგმარდეს შოქნილი მაღალი სიმტკიცის ტროსებისაგან (ნახ. X.11), რაც მკვეთრად ამცირებს ფოლადის ხარჯს, მაგრამ ართულებს დაყრდნობის



ნახ. X.12. ა, ბ—გამჭობი თაღების სარტყელთა კვეთის ტიპები.

კონსტრუქციას. ზოგჯერ თაღის შართომ სიბრტყეში, სიხისტის გაზრდის მიზნით, თაღები გეგმარდება სივრცითი სამკუთხა ან ოთხკუთხა მოხაზულობის განიეკვეთით (ნახ. X.14).

სათავსის დანიშნულებისა და მალის მიხედვით, თაღოვანი გადახურვების ძირითადი ელემენტების გაერთმთლიანება ხდება ორი სქემით.

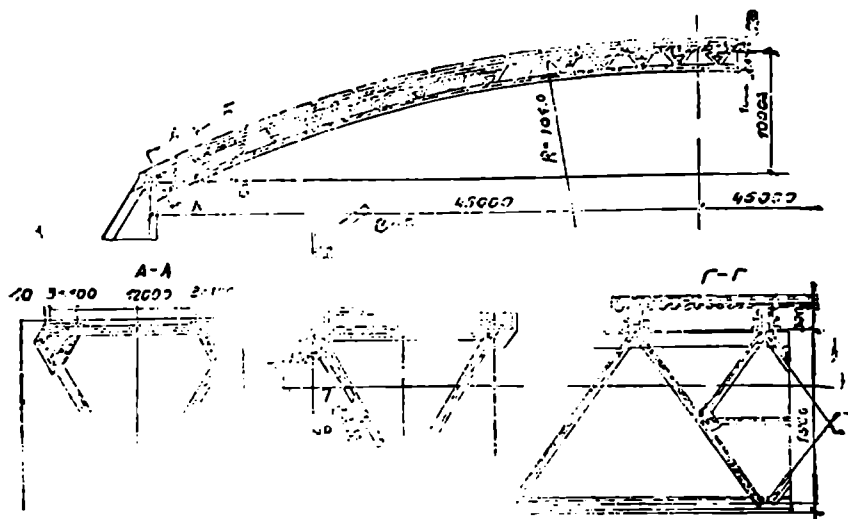


ნახ. X.13. ტუხილი მოხაზულობის თაღის საფონდაუო ბლოკები.

პირველი, ე. წ. მარტივი სქემის დროს, თაღები განლაგებულია შენობის განივად 6 ან 12 მ-ის ბიჯით. თაღებს ეყრდნობა გრძივები, ხოლო მათ—სახურავის ფილები. მაღალი აწევის მქონე თაღებში გრძი-

ეები მუშაობენ ირბ ღუნვაზე, რაც იწვევს მასალის გადახარჯვას. ასეთ შემთხვევებში მიმართავენ უგრძობო გადახურვას, სადაც დიდპანელიან გადახურვის ფილები უშუალოდ ეყრდნობა თაღებს.

მეორე, ე. წ. ბლოკური გადახურვის დროს, თაღები წყვილ-წყვილად გაერთიანებულია ცალკეულ სივრცით ბლოკებში (ნახ. X.15, ბ). ბლოკებს შორის მანძილი იცვლება 18—24 მ-მდე. მათ შორის სივრცე იხურება მთავარი გრძივებით, ხოლო მათ ეყრდნობა შენობის განივად გან-



ნახ. X.14. სივრცითი თაღის კონსტრუქციული სქემა.

ლაგებული დამხმარე გრძივები. უკანასკნელზე ეწყობა გადახურვის ფილები.

თაღოვანი გადახურვის ბლოკური სისტემა ძირითადად გამოიყენება დიდი მალეების გადასახურავად.

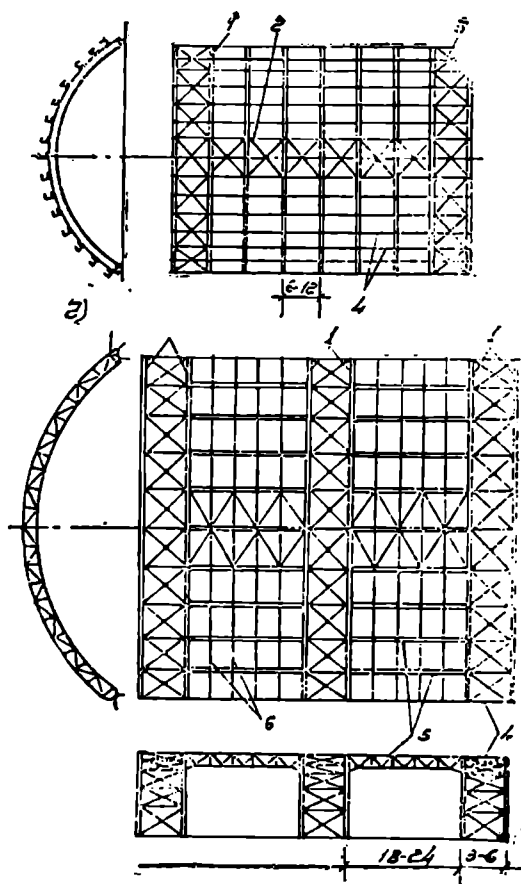
დიდშალიან სახსროვან თაღებში კლიტისა და საყრდენი სახსრების კონსტრუქციები წარმოადგენენ ყველაზე რთულ კვანძებს.

არსებობს საყრდენი სახსრების სამი ტიპი: ფილისებრი (ნახ. X.16, ა), ქუსლა (ნახ. X.16, ბ) და ბალანსირებული (ნახ. X.16, გ). საყრდენის სახსრის ტიპის შერჩევა ხდება საყრდენი რეაქციების სიდიდის მიხედვით. რაოდესაც რეაქციის სიდიდე $< 8000 \div 10000$ კნ-ის, გეგმარება ფილისებრი სახსრები, დანარჩენ შემთხვევებში—ქუსლა ან ბალანსირებული სახსარი.

კლიტის სახსრები, უმეტეს შემთხვევაში, წარმოადგენენ ფილისებრი სახსრებს (ნახ. X.17, ა), შედარებით იშვიათად — ბალანსირებს

(ნახ. X.17. ბ). მცირე დატვირთვების შემთხვევაში რეკონსტრუირებულია შედარებით მარტივი ფურცლოვანი (ნახ. X.17, გ) ან ქანკიური (ნახ. X.17, დ) ტიპის სახსრები.

დიდმალიანი თალების გაანგარიშება ხდება მუდმივ (საკუთარი მასა) და დროებით (თოვლი, ქარი, სეისმური) დატვირთვებზე. ამჟამად, როგორც წესი, დიდმალიანი თალების სტატიკური გაანგარიშება წარმოებს ელექტროგამომთვლელი მანქანებით. ზოგჯერ, განსაკუთრებით



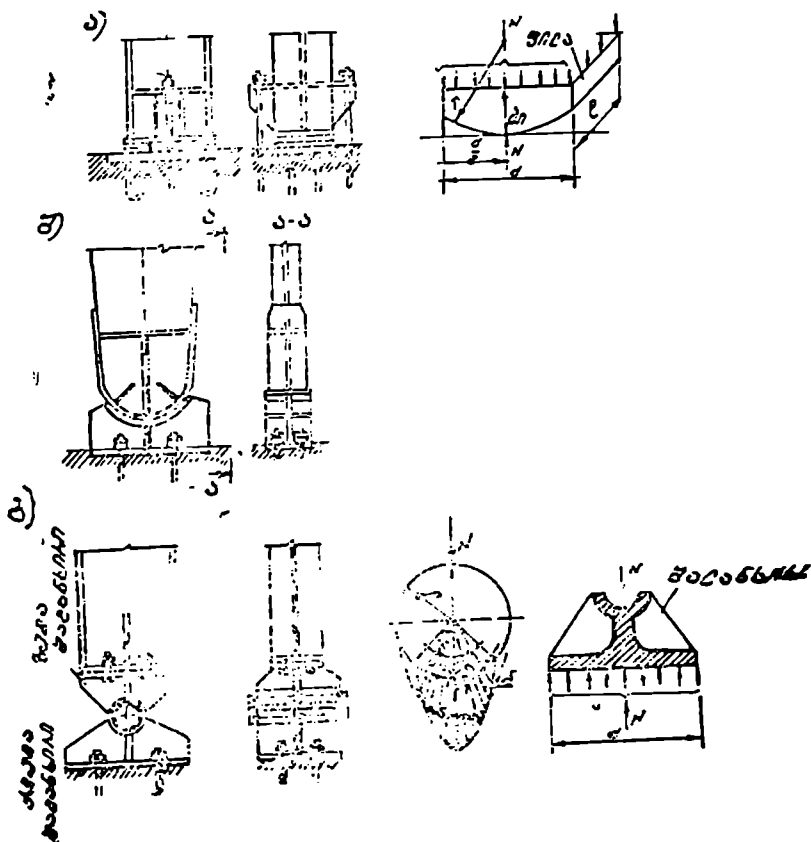
ნახ. X.15. ბლოკური თალოვანი გაღებურების სქემა: ა—მარტივი შეთანწყობა; ბ—ბლოკური შეთანწყობა; 1—თალები; 2—გრძივი კავშირები; 3—განივი კავშირები; 4—გრძივები; 5—მთავარი გრძივები; 6—წიბოები.

შაშინ, როდესაც მექანიკური გაანგარიშების საშუალება არა აქვთ, გაანგარიშება ტარდება ხელით, ძალთა მეთოდის გამოყენებით.

ასეთ შემთხვევებში გაანგარიშებას იწყებენ თლის თარაზული რეაქციის განსაზღვრით.

სამსახსროვან თაღებში თარაზული რეაქციები გამოითვლება ფორმულით

$$H = \frac{M_k}{f}, \quad (X.1)$$



ნახ. X.16. თაღებისა და ჩარჩოების საყრდენი სახსრები:

ა—ფილისებრი სახსრების კონსტრუქციული და საანგარიშო სქემები; ბ—ქუსლა სახსარი; გ—ბალანსირული სახსრის კონსტრუქციული და საანგარიშო სქემები.

სადაც M_k არის მარტივი ორი ბოლოთი დაყრდნობილი კოქის* მლუნაეი მომენტი შალის შუაში.

f — აწეულობის ისარი.

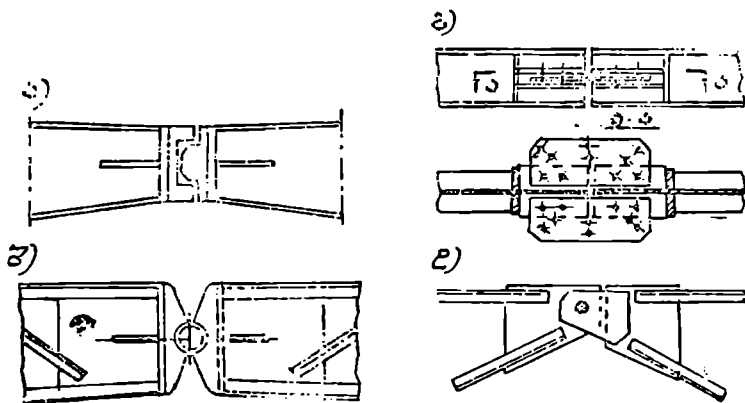
ორსახსროვან თაღებში თარაზული რეაქცია ისაზღვრება ძალთა მეთოდის კანონიკური განტოლების გადაწყვეტით

$$H = - \frac{\Delta_{HP}}{\delta_{HH}}, \quad (X. 2)$$

სადაც Δ_{HP} და δ_{HH} კანონიკური განტოლების სატვირთო და მთავარი კოეფიციენტებია.

სამ-ან ორსახსროვანი თაღების შვეული რეაქციები გამოითვლება ისე, როგორც მარტივი კოქების შემთხვევაში.

უსახსრო თაღებში საყრდენი რეაქციები (R, H, M) ისაზღვრება ძალთა მეთოდის სამუცნობიან კანონიკურ განტოლებათა გადაწყვეტით.



ნახ. X.17. თაღების სახსრული კლიტვები:

ა—ფილესებრი; ბ—ზღაწანსირებულ; გ—ფურცლოვანი; დ—კანკიკური.

სტატიკურად ურკვევი თაღების გაანგარიშება ძალთა მეთოდით (ხელით) წარმოადგენს უაღრესად დიდ შრომატევად სამუშაოს. ამიტომ ხშირად მიმართავენ სხვადასხვა გამარტივებულ მიხსლოებით მეთოდებს, ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი შემდეგია: როდესაც სტატიკურად ურკვევი თაღებზე, აწეულობის ისრით $f \ll \frac{l}{8}$ -ის, მოქმედებენ თანაბრად განაწი-

* ლატვიანთების მშვე სიანგარიშო სქემით და შალთ, რაც თაღების დროს.

ლებული დატვირთვები, თაღების თარაზული რეაქციები საკმარისი სიზუსტით გამოითვლება ფორმულით

$$H = \frac{ql^2}{8f}. \quad (X.3)$$

სხვა საანგარიშო სქემის თაღებში რეაქციები და განივკვეთის საანგარიშო ძალები (M , N , Q) მარტივად ისაზღვრება ცნობარში* მოცემული ფორმულებით და ცხრილებით.

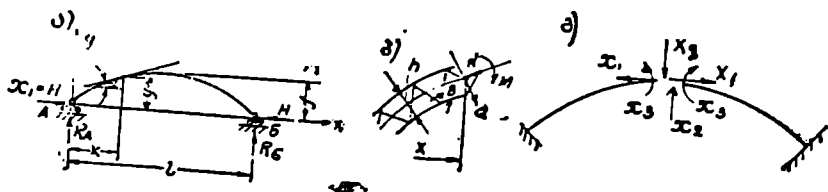
საყრდენი რეაქციების განსაზღვრის შემდეგ, თაღის განივკვეთებში მოქმედი ძალები ისაზღვრება ფორმულებით:

$$\begin{aligned} M_x &= M_0 - Hy; \\ Q_x &= Q_0 \cos \alpha - H \sin \alpha; \\ N_x &= Q_0 \sin \alpha + H \cos \alpha, \end{aligned} \quad (X.4)$$

სადაც M_0 , Q_0 არის მარტივი კოქის** მღუნავი მომენტი და განივი ძალა.

$y-x$ ნანძილით დაცილებული თაღის ლერძის ორდინატა;
 α — კუთხე, რომელსაც თაღის ლერძის მხეები ადგენს ჰორიზონტთან.

მთლიანკედლიანი თაღების განივკვეთის შერჩევა ხდება ექსცენტ-



ნახ. X.18. თაღის საანგარიშო სქემა.

რული კუმშვის (III.40) და (III.46) ფორმულებით, გისოსურკედლიან თაღების ელემენტების—გრძივი ღუნვის ფორმულით (III.31). თაღის გისოსებში მოქმედი გრძივი ძალები ისაზღვრება (M_x , N_x , Q_x) ძალების დაშლით (ნახ. X.18).

ძალები თაღის ზედა სარტყელში

$$N_x = -\frac{N_x}{2} + \frac{M_x}{h}; \quad (X.5)$$

ქვედა სარტყელში

$$N_x = -\frac{N_x}{2} - \frac{M_x}{h}; \quad (X.6)$$

* Справочник проектировщика, расчетно-теоретический, т. 1. М. 1972 г.

** დატვირთვების იგივე სქემით და მალით, რაც თაღი.

ერიზანებში

$$N_{\text{არ}} = \frac{Q_{\pi}}{\sin \alpha}, \quad (\text{X.7})$$

სადაც h არის თალის სარტყლების სიმაძმის ცენტრებს შორის მანძილი; β — კუთხე, როჰელსაც ირიზანები ადგენენ სარტყელთან.

თუ თალის სარტყლები ირასიმეტრიულია, მაშინ N_1 და N_2 განსაზღვრება ისე, როგორც განივი ჩარჩოების გისოსურკედლიანი სვეტების გაანგარიშების დროს (თავი IX.წ.6, გ).

თალების განივკვეთის შერჩევის შემდეგ მას ამოწმებენ ხაერთო მდგრადობაზე.

მდგრადობაზე შემოწმება ხდება თალის ნორმალური ძალების* მიხედვით

$$N \leq N_{\text{კრ}}; \quad (\text{X.8})$$

კრტიკული ძალა

$$N_{\text{კრ}} = \frac{\pi^2 EI}{(\mu S)^2}, \quad (\text{X.9})$$

სადაც EI არის თალის განივკვეთის სიხისტე მალის მეოთხედში, S — ნახევარი თალის რკელის სიგრძე;

μ — კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობა $\frac{f}{l}$ -ის მიხედვით აიღება X.1 ცხრილიდან.

ცხრილი X.1

თალის ხანგარიშო სიგრძის μ -ს კოეფიციენტები

თალი	f/l			
	0,05	0,2	0,3	0,4
სამსახსროვანი	1,2	1,2	1,2	1,3
ორსახსროვანი	1,0	1,1	1,2	1,3
უსახსრო	0,7	0,75	0,8	0,85

თალების საერთო მდგრადობა შეიძლება შემოწმდეს შემდეგი ფორმულებითაც (СННП II-23-81):

ძიბვა

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq \gamma_e R_{\text{y}}; \quad (\text{X.10})$$

მოქნილობა

$$\lambda = \frac{l_{\text{ს}}}{i_{\text{min}}}; \quad (\text{X.11})$$

* მღუნავ მომენტს, მითი უმნიშვნელო ჩაეუნის გამო, მხედველობაში არ იღებენ.

აილება (X.1) ცხრილიდან.

$\gamma_0 = 0,75$ — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და აღრიცხავს გაანგარიშების ზოგიერთ უზუსტობას. თაღების მართობ სიბრტყეებში გადახურვის მდგრადობა უზრუნველყოფილია კავშირებით და სახურავის ფალებით, საკიროების შემთხვევაში ამ სიბრტყეში თაღის მდგრადობა მოწმდება (X.10) ფორმულით.

§ X.3. სივრცული გადახურვები

ზემოთ განხილული კოქოვანი, ჩარჩოვანი და თაღოვანი გადახურვები შედგება ცალკეული, ერთმანეთთან მსუბუქი კავშირებით შეერთებული ძირითადი მზიდი ელემენტებისაგან. ასეთ გადახურვებში კავშირების გაყვანა დატვირთვების სივრცულ გადაანაწილებაში იმდენად უპინძენელია, რომ მისი ძირითადი მზიდი ელემენტები მუშაობენ ისე, როგორც ბრტყელი სისტემები.*

სივრცულ გადახურვებში მისი ყველა ელემენტი განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეში, შეუძლიათ მიიღონ და გადაანაწილონ სხვადასხვა სიბრტყეში მოქმედი დატვირთვები. ასეთი სისტემების ელემენტებში ძალები შედარებით მცირე სიდიდისაა. რის შედეგად სივრცული სისტემები, ბრტყელ სისტემებთან შედარებით, ხშირად მსუბუქია.

1. გუმბათები

ა) წიბოვანი გუმბათები

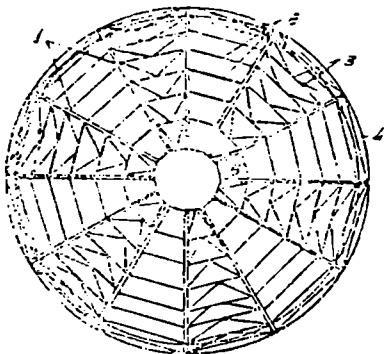
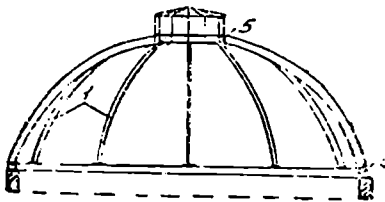
წიბოვანი გუმბათები ძირითადად შედგება რიდიალურად განლაგებული წიბოების, წრიული გრძივებისა და ზედა და ქვედა რგოლებისაგან. გუმბათის სივრცითი მდგრადობის უზრუნველსაყოფად წიბოებს შორის იდგება კავშირები (ნახ. X.19). წიბოებისა და გრძივების ერთობლიობით იქმნება სფერული ზედაპირის მქონე სივრცული გადახურვები.

გუმბათის წიბოები წარმოადგენენ მუდმივკვეთიან, მთლიანკედლიან ან გისოსურკედლიან ნახევართაღებს. უკანასკნელ შემთხვევაში წიბოები გეგმარდება მსუბუქი წამწების სახით. წამწებს აქვს მრუდხაზოვანი მოხაზულობა. კედლის შემკვებად იღებენ სამკუთხა სისტემის გისოსებს დამატებითი დგარებით ან მის გარეშე (ნახ. X.10).

* სისტემას უწოდებენ ბრტყელს, თუ მისი ყველა ელემენტი და მასზე მოქმედი დატვირთვა განლაგებულია ერთ (წამწის) სიბრტყეში.

წამწის სიმაღლე ინიშნება $\frac{l}{50} \div \frac{l}{40}$ -ის ზღვრებში. 1—გუმბათის დიამეტრია (მალი).

მთლიანკედლიან წიბოები წარმოადგენენ ორტესებრი პროფილის შედგენილ შედუღებულ თალებს (ნახ. X.10, ა). წიბოს სიმაღლე (h) მუდმივია და უდრის $\left(\frac{1}{80} \div \frac{1}{120}\right) l$. მთლიანკედლიან წიბოებში, წამწიდან წიბოებთან შედარებით, მასალის ხარჯი მეტია, მაგრამ ხასიათდებიან დამზადებისა და აკრების სიმარტივით.



ნახ. X.19. წიბოვანი გუმბათი:

- 1—წიბოები; 2—რგოლური გრძივები;
3—კვერთვები; 4—ქვედა საყრდენი რგოლი; 5—ზედა რგოლი.

წიბოები გადახურვის წვეროში ეყრდნობა წრიულ ზედა რგოლს, ხოლო ქვედა ბოლოში—ფოლადის ან რკინაბეტონის ქვედა საყრდენ რგოლს.

ზედა წრიულ რგოლს წიბოები ემაგრება ხისტად ან სახსროვნად, ხოლო ქვედა რგოლს—სახსროვნად. რგოლებში ჩამაგრების სახის მიხედვით, წიბოები ძირითადად მუშაობენ ისე, როგორც ორსახსროვანი ან სამსახსროვანი თალები. არასიმეტრიული დატვირთვების მოქმედებისას, ზედა წრიული რგოლი კუმშვასთან ერთად განიცდის გრეხასაც. ამიტომ მას აპროექტებენ რაც შეიძლება ხისტს.

ზოგჯერ, წიბოების ხშირი განლაგებისას ან არქიტექტურული მოსახრებით, ზედა რგოლის დიამეტრი გამოდის დიდი. ასეთ შემთხვევაში რგოლის მდგრადობისა და სიხისტის უზ-

რუნველყოფის მიზნით, რადიალური მიმართულებით იგი მაგრდება შიგა განმბჯენებით.

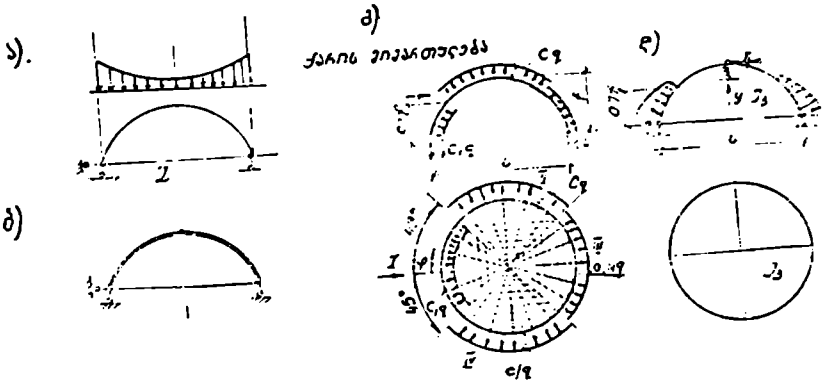
წიბოების (თალების) ქვედა განმბჯენ რეაქციებს ლებულობს ფოლადის ან რკინაბეტონის საყრდენი რგოლი. წიბოების ხშირი განლაგებისას, ქვედა საყრდენი წარმოადგენს წრიული მოხაზულობის ელემენტს; წიბოების შეჩხერი განლაგებისას კი იგი გვეგმარდება მრავალკუთხა მოხაზულობის. მრავალკუთხედის გვერდების რაოდენობა წიბოების რაოდენობის ტოლია.

ქვედა საყრდენი რგოლი თავისუფლად დევს მის ქვემოთ მდებარე

კონსტრუქციაზე და დამაგრებულია მხოლოდ ქარის ზემოქმედებით წარმოშობილ, ჰორიზონტალური გადაადგილების საწინააღმდეგოდ.

გუმბათის წიბოებზე ლაგდება წრიული გრძივები, ხოლო გრძივებზე ეყრდნობა და ემაგრება სახურავის ფილები. გარდა იმისა, რომ გრძივები გადასცემენ დატვირთვის სახურავიდან წიბოებს, ისინი ამავე დროს უზრუნველყოფენ გუმბათის საერთო მდგრადობას და ამცირებენ წიბოების საანგარიშო სიგრძეს მათ შერთობ სიბრტყეში.

წიბოვანი გუმბათის საერთო მდგრადობისა და სიხისტის უზრუნველსაყოფად, სახურავის სიბრტყეში წიბოებს შორის ილგმება კავშირე-



ნახ. X.20. წიბოვანი გუმბათის საანგარიშო სქემები:

ა, ბ—საანგარიშო სქემა სიმეტრიულ შვეულ დატვირთვებზე; გ, დ—საანგარიშო სქემა ქარის დატვირთვაზე.

ბი ირიბანების სახით. ირიბანებისა და გრძივების ერთობლიობით იქმნება კავშირის წამწეები (ნახ. X.19).

რეკომენდებულია დიდი მალის (დიამეტრის) შემთხვევაში გუმბათის წიბოები დაპროექტდეს სივრცითი სამწახნაგა ან ოთხმწახნაგა ნახევართალების სახით (ნახ. X.14). ასეთ შემთხვევებში რგოლური გრძივები გეგმარდება წამწეების სახით და განლაგებულია ერთმანეთისაგან 3—4 მეტრის დაცილებით. რგოლურ წიბოებს ეყრდნობა სახურავის ფილებს და მკერი შუალედი მერიდიანული წიბოები.

წიბოვანი გუმბათებს განგარიშება, როგორც სივრცითი ლეროვანი სისტემისა, აქვამად პროგრამირებულია და ხდება ელექტროგამომთვლელი მანქანით (ЭВМ).

განგარიშება ძირითადად წარმოებს მულმივ (საკუთარი მასა), დროებით (თოვლი, ქარი), და ზოგჯერ ტემპერატურულ და სეისმურ დატვირთვებზე.

სივრცითი გუმბათის გაანგარიშება ხელით, როგორც მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემისა, წარმოადგენს უაღრესად რთულ ამოცანას. ამიტომ, საჭიროების შემთხვევაში, მიმართავენ გაანგარიშების გამარტივებულ ხერხებს.

ერთ-ერთი ასეთი ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: როდესაც გუმბათზე მოქმედებს სიმეტრიული შვეული დატვირთვები, გუმბათს ყოფენ ცალკეულ დიამეტრულად განლაგებულ სიბრტყით თაღებად. თითოეული თაღი შედგება ორი წიბოსაგან, რომელზედაც მოქმედებს წიბოების სატვირთო ფართობიდან გადმოცემული დატვირთვები.

წიბოების ზედა რგოლთან შეერთების სახის მიხედვით თაღები განიხილება როგორც ორსახსროვანი (ზედა რგოლთან ხისტად შეუღლებსას) (ნახ. X.20, ა), ან სამსახსროვანი (ზედა რგოლთან სახსროვნად შეერთებისას) (ნახ. X.20, ბ) ბრტყელი სისტემები. თუ გუმბათის გამბჯენი რეაქციები გადაცემულია ქვედა საყრდენ რგოლზე, მაშინ რგოლს ცვლიან თაღის სიბრტყეში განლაგებული პირობითი მჭიმებით. ასეთ შემთხვევებში თაღების საანგარიშო სქემალ მიიღება ორსახსროვანი ან სამსახსროვანი თაღოვანი სისტემა მჭიმით (ნახ. X.20).

მჭიმის განივკვეთს არჩევენ ისე, რომ გამბჯენი რეაქციების მოქმედებით გამოწვეული რგოლის დრეკადი დეფორმაცია დიამეტრული მიმართულებით ტოლი იყოს პირობითი მჭიმის დეფორმაციისა (დაგრძელებისა).

ასეთი დაშვების საფუძველზე მიიღება პირობითი მჭიმის განივკვეთის გამოსათვლელი შემდეგი ფორმულები [2]:

წრიული რგოლის შემთხვევაში

$$A_2 = \frac{2\pi A_1 E_1}{n E_2}; \quad (X.13)$$

თუ რგოლი წარმოადგენს მრავალკუთხედს

$$A_2 = \frac{4r E_1 A_1 \sin^2 \frac{\varphi}{2}}{l_1 E_2}, \quad (X.14)$$

სადაც A_1 არის რგოლის განივკვეთის ფართობი;

E_1, E_2 — რგოლისა და მჭიმის დრეკადობის მოდული;

n — წიბოების რაოდენობა;

l_1 — მრავალკუთხა რგოლის გვერდის სიგრძე;

φ — წიბოებს შორის მდებარე კუთხე ქვედა საყრდენი რგოლის რკალის მიმართულებით (ნახ. X.20).

საანგარიშო სქემის მიხედვით, თაღების საყრდენი რეაქციებისა და

განივკვეთებში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო ძალების განსაზღვრა ხდება მარტივად, ცნობარში* მოცემული ფორმულებით და ცხრილებით [19].

წიბოვანი გუმბათების ზემოთ მოყვანილი ხერხით გაანგარიშებისას, რგოლური გრძივების მუშაობის გავლენა მხედველობაში არ მიიღება, რაც წარმოადგენს ასეთი გაანგარიშების ნაკლს. მიუხედავად ამისა, ასეთი ანგარიშის შედეგები აო გამოდის პრაქტიკულად საჭირო დასაშვები სიზუსტის ზღვრებიდან, რაც აიხსნება მცირე სიხსტის მქონე რგოლური გრძივების არაარსებითი გავლენით წიბოთა დეფორმაციებზე.

გუმბათის ზედა რგოლი ძირითადად მუშაობს კუმშვაზე. მისი განივკვეთის ისე უნდა იქნეს შერჩეული, რომ დაცულ იქნეს I ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობები:

$$\sigma = \frac{N_k}{A_{1k}} = \frac{P_1 r_1}{A_{1k}} \leq R_y \gamma_c; \quad (X.15)$$

$$N_k = P_1 r_1 \leq N_{yk} = \frac{3EI_k}{r_1^2}; \quad (X.16)$$

$$P_1 = \frac{nH}{2\pi r_1}, \quad (X.17)$$

სადაც P_1 არის რგოლზე მოქმედი თანაბრად განაწილებული დატვირთვის ინტენსიურობა (ნახ. X.20);

r_1 — ზედა რგოლის რადიუსი;

I_k — ზედა რგოლის განივკვეთის ინერციის მომენტი შვეული დერძის მიმართ;

H — თაღის გამბჯენი რეაქცია;

A_{1k} — ზედა რგოლის განივკვეთის ფართობი;

γ_c — კონსტრუქციის მუშაობის პირობის კოეფიციენტი, აიღება ტ. ნ. და პირობების [СНП II.23,81] მითითების მიხედვით;

R_y — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა (დან. I. ცხრ. 5).

ქვედა რგოლის განივკვეთის შერჩევა ხდება სიმტკიცის პირობით გაკვირვაზე

$$\sigma = \frac{Pr}{A_k} \leq R_y \gamma_c, \quad (X.18)$$

$$P = \frac{nH}{2\pi r}, \quad (X.19)$$

* Справочник проектировщика «Металлические конструкции». Москва, 1980 г.

სადაც A_n არის ქვედა რგოლის განივკვეთის ფართობი;

r — ქვედა რგოლის რადიუსი;

P — ქვედა რგოლის დატვირთვის ინტენსიურობა.

გუმბათის ქარის ან შვეულ არასიმეტრიულ დატვირთვებზე გაანგარიშება მიახლოებითი ხერხით ხდება შემდეგნაირად:

გუმბათი იყუა ოთხ კვადრანტად და, ისე როგორც ზემოთ, ნაწევრდება ცალკეულ ბრტყელ სახსროვან თალებად: პირობითი მჭიმის ან უმჭიმოდ (კედლებზე დაყონობის შემთხვევაში) (ნახ. X.20, გ). პირველ და მესამე კვადრანტებში განლაგებულ თალებზე ქარის დატვირთვის ტოლქმედები მოქმედებენ ერთი მიმართულებით და იწვევენ გუმბათის თარაზულ გადაადგილებებს ტოლქმედის მიმართულებით. მეორე და მეოთხე კვადრანტების თალებში ქარის დატვირთვების ტოლქმედები ერთმანეთის საწინააღმდეგოა და გუმბათის გადაადგილებას არ იწვევს. ეს თალები ეწინააღმდეგებიან პირველი და მესამე კვადრანტების თალების გადაადგილებას და ამ თალებზე მოქმედებენ ისე, როგორც კლიტის დრეკადი კავშირები (ნახ. X.20, დ). კავშირების რეაქციულ ძალებს უკუწინევის დრეკად ძალებს უწოდებენ და ითვლება მოდებულად თალის კლიტეში (ნახ. X.20, დ).

ქარის დატვირთვების ზემოქმედებით უდიდესი საანგარიშო ძალები მოქმედებენ პირველ და მესამე კვადრანტების თალებში. გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, ამ თალებს ცვლიან ერთი ეკვივალენტურ თალით, რომლის ინერციის მომენტი

$$I_{33} = I \sum_m^1 c_i s \varphi_i, \quad (X.20)$$

სადაც I არის თალის (წიბოს) ინერციის მომენტი;

φ — პირველ და მესამე კვადრანტებში განლაგებული თალების დახრის კუთხე (ნახ. X.20);

m — ამავე თალების რაოდენობა.

ასეთი დაშვების საფუძველზე, გუმბათის ქარის დატვირთვაზე გაანგარიშებისას, საანგარიშო სქემად მიიღება სამსახსროვანი თალი დატვირთული X.20, გ ნახაზზე ნაჩვენები ქარის დატვირთვით და კლიტის სახსარში მოდებული უკუწინევის დრეკადი რეაქციებით. უკუწინევის რეაქციული ძალები გამოითვლება [2] სახელმძღვანელოში* მოყვანილ მითითებათა მიხედვით.

x , y ძალების გამოთვლის შემდეგ თალის საანგარიშო ძალების განსაზღვრა ხდება ისე, როგორც სასახსროვანი თალების შემთხვევაში.

* Е. И. Б о л е н я и др. Металлические конструкции М 1976 г. стр. 467.

c და c₁ გარხუმოდენის კოეფიციენტების მნიშვნელობები

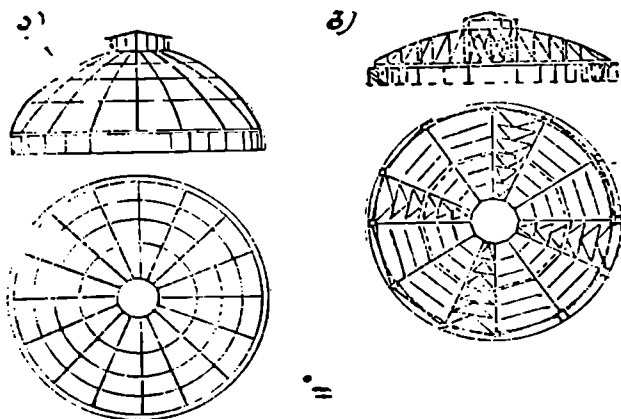
f ₁	0,5	0,4	0,3	0,2
c	1,2	1,1	1,0	0,9
c ₁	0,7	0,6	0,4	0,9

ბ) წიბოვან-რგოლური გუმბათები

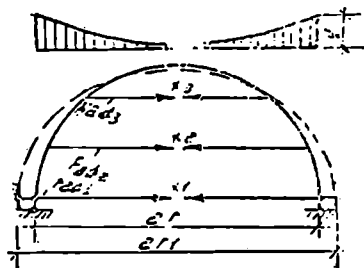
თუ რგოლურ გრძივებს შეეკავშირებთ რადიალურ წიბოებთან და შევიყვანთ სისტემის სივრცულ მუშაობაში, მივიღებთ წიბოვან-რგოლურ გუმბათს. ამ შემთხვევაში რგოლური გრძივები მუშაობენ არა მარტო ღუნვაზე, არამედ ლებულობენ რგოლურ გამკვირვებებსა და ამცირებენ ძალებს რადიალურ წიბოებში. ყველაზე მარტივი კონსტრუქციული გადაწყვეტა მიიღება, როდესაც წიბოები და რგოლური გრძივები გეგმარდება გაგლიწული პროფილებისაგან. ამ შემთხვევაში წიბოთა შეუღლება რგოლურ გრძივებთან შეიძლება კონსტრუირებულ იქნეს კოპოვანი სისტემების ხისტი შეუღლების ანალოგიურად. წიბოვან-რგოლური გუმბათი, ისევე როგორც წიბოვანი, ქვემოდან შემოფარგულია ქვედა საყრდენი რგოლით, ზემოდან კი—ზედა ცენტრალური რგოლით.

რგოლური გრძივების სიბრტყეში მყოფი გუმბათის განივკვეთებს არა აქვთ თავისუფალი ჰორიზონტალური გადაადგილების საშუალება, რადგანაც ისინი შეკავშირებულია ერთმანეთთან ხისტი რგოლებით. ამიტომ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ რგოლური გრძივები წიბოვან-რგოლურ გუმბათში მუშაობს ისე, როგორც ქვედა საყრდენი რგოლი წიბოვან გუმბათში; ამის გამო, რგოლური გრძივები შეიძლება შეიცვალოს პირობითი მჭიმებით, რომლებიც განლაგებულია რგოლური გრძივების დონეზე. ასეთი დაშვების შედეგად, გუმბათის სტატიკური გაანგარიშება სიმეტრიულ ვერტიკალურ დატვირთვებზე ტარდება ისე, როგორც (ძისი დანაწევრებით) ბრტყელი თაღებისა, რგოლური გრძივების დონეზე განლაგებული პირობითი მჭიმებით (ნახ. X.21).

მჭიმებში მოქმედი უცნობი ძალები ისახლვრება ძალთა მეთოდით. ამ მეთოდით დგება კანონიკური განტოლებათა სისტემა, რომლის ამოხსნით გამოითვლება n პირობით მჭიმებში მოქმედი ძალები. ამის შემდეგ, წიბოების განივკვეთებში მოქმედი ძალები ისახლვრება ისე, როგორც ჩვეულებრივ თაღებში (§ X.1—3). წიბოების ხშირი განლაგების დროს



ბ)



ნახ. X.21. გუმბათების სქემები:

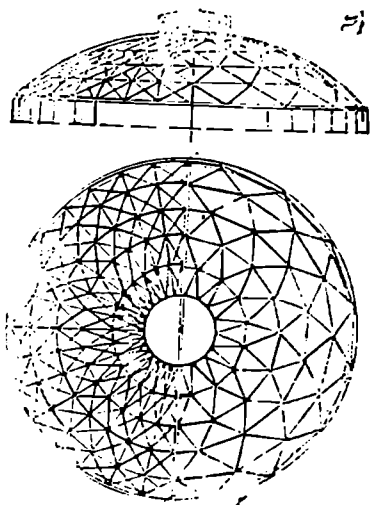
ა—წიბოვან-რგოლური; ბ—რადიალურ-ბლოკური; გ—წიბოვან-რგოლური გუმბათის გაანგარიშების სქემა ვერტიკალურ ლატვირთვებზე.

წიბოვან და რგოლებში ძალები შეიძლება განისაზღვროს მიახლოებითი მეთოდითაც. ასეთ შემთხვევებში წიბოვან-რგოლური გუმბათის რადიანული და მერიდიანული მიმართულებით მოქმედი ძალები გამოითვლება (X.21) და (X.22) ფორმულებით.

გ) ბადისებრი გუმბათები

თუ წიბოვან და წიბოვან-რგოლურ გუმბათში წიბოვანსა და რგოლურ გრძივებს შორის ჩავდგამთ ირიბანებს, მივიღებთ უმარტივეს ბადი-

სებრ გუმბათს სახსროვანი კვანძებით (ნახ. X.22). ირიბანების შემოტანის შედეგად ძალები ნაწილდება გუმბათის ზედაპირზე და ღეროები მუშაობენ მხოლოდ ღერძულ ძალებზე, რაც ამცირებს წიბოებისა და რგოლების მასას. გუმბათის ზედაპირი წარმოადგენს ბრტყელ სახსროვან ჩარჩოებისაგან შედგენილ მრავალწახნაგას. ქვემოთ გუმბათი შემოფარგლულია ქვედა საყრდენი რგოლით, რომელიც ღებულობს თავის თავზე გამბჯენებს. ასეთი გუმბათის ნაკლია სხვადასხვაგვარი ტიპის ჩარჩოთა არსებობა, რაც ზრდის დაწინაურების 'რომატიველობას. თუ განხილულ გუმბათს (ნახ. X.22, ა) მოვაცილებთ რადიანულ ელემენტებს და თითო ირიბანას ჩარჩოში, მივიღებთ ეგრეთ წოდებულ ვარსკვლავა გუმბათს, რომელიც საქუთბა ჩარჩოებისგანაა შედგენილი (ნახ. X.22, ბ). მაგრამ არც ვარსკვლავა გუმბათია თავისუფალი იმ ნაკლოვანებისაგან, რომლებიც აბსოლუტურად ზემოთ განხილულ ბალისებრ გუმბათს. ასეთი ტიპის გუმბათებშიაც ჩარჩოებს სხვადასხვა დონეზე აქვთ სხვადასხვა ზოგები. ბალისებრი გუმბათების ელემენტები შეიძლება გაკეთდეს ვაგლინული კუთხოვანების ან მილებისაგან, რომლებიც კვანძებში ერთდებიან კანქივებით ან ბურთულოვანი გულარებით.



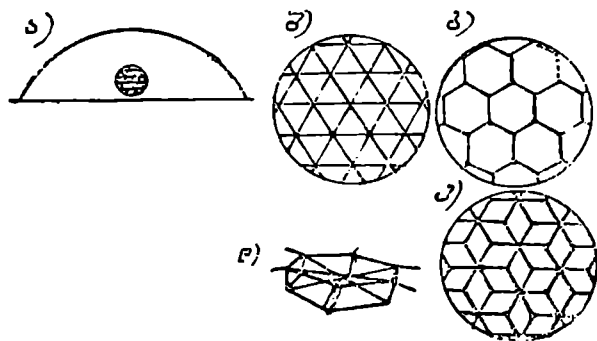
ნახ. X. 22 ბალისებრი გუმბათის სქემები: ა—ბალისებრი გუმბათი; ბ—ვარსკვლავისებრი გუმბათი.

ყველაზე მეტად გავრცელებულია ისეთი ბალისებრი გუმბათები, რომელთა მზიდი ელემენტებია სფეროში ჩახაზული მრავალწახნაგა წიბოები (გეოდეზიური გუმბათები). გეოდეზიურ გუმბათებში მიღწეულია ღეროთა და კვანძთა მაქსიმალური ერთბაშობა; მათი განვითარება მიმდინარეობს მაქსიმალური უნიფიკაციისა და სტანდარტიზაციის მიმართულებით. ეს პრობლემა წყდება ხფერული ზედაპირის ყოველმხრივი გამოკვლევის საფუძველზე. სფეროში, ზოგად შემთხვევაში, შეიძლება ჩაიხაზოს ხუთი მრავალწახნაგა ერთნაირი წახნაგებთ. თუ საფუძველად მივიღებთ სფეროში ჩახაზულ ოცწახნაგას (ეკოსაედრი), შეიძლება შექმნათ ბალისებრი გუმბათი, შედგენილი 20 ტოლგვერდა სამკუთხედისაგან. თითოეული სამკუთხედი შეიძლება თანამიმდევრულად დავეოთ ნების- 28. გ. შსილაძე, ო. ფალავა

შიერი რაოდენობის უფრო მცირე სამკეთხედებად, მაგრამ ამავე დროს გაიზარდება მათი ტიპების რიცხვი, ასე, მაგალითად, 80-წახნაგას აქვს ორი ტიპის წახნაგები, 320-წახნაგას — ხუთი ტიპისა. ელემენტარული სამკეთხედები შეიძლება შეთანწყობილ იქნეს ექვსკუთხედ, ხუთკუთხედ და ოთხკუთხედ სფერულ პანელებად (ნახ. X.23).

გეოდეზიური გუმბათის ღეროები უმეტეს შემთხვევაში მიღებისაგან კეთდება; კვანძები ხორციელდება დატვიფრულ ფასონურებზე ან ბურთულოვან გულარებსა და მილყელებზე. მზიდ კონსტრუქციაში შედის შემომფარგვლელი კონსტრუქცია, რომელიც შედგება ფოლადის ან ალუმინის ფურცლებისაგან (ნახ. X.23, ე).

გეოდეზიური გუმბათები შეიძლება შედგენილ იქნეს სამკუთხა, ოთხკუთხა და ექვსკუთხა ფირფიტების სახის ნაკვეთიანი ფურცლოვანი



ნახ. X.23. ა, ბ, გ, დ, ე — გეოდეზიური გუმბათების ბადეების სქემები.

ელემენტებისაგან (ნახ. X.23, დ). ამ შემთხვევაში კონსტრუქციის ელემენტები თვითონ ასრულებენ მზიდ და შემომფარგვლელ ფუნქციებს.

ბადისებრი გუმბათებს ანგარიშობენ უმომენტო თეორიის მიხედვით, როგორც მთლიან სიმეტრიულღერძიან გარსებს ვერტიკალურ დატვირთვაზე (საკუთარი მასა, თოვლი) და ქარზე.

თანაბრად განაწილებული, ინტენსიურობის მქონე საკუთარი მასით გამოწვეული g დატვირთვისაგან (კნ,მ³) (ნახ. X.24,ა), ძალები გუმბათში განისაზღვრება ფორმულებით:

კუმშვის მერიდიანული ძალა სივრცის ერთეულზე

$$T_1 = -g \frac{R}{1 + \cos \varphi} \quad (X.21)$$

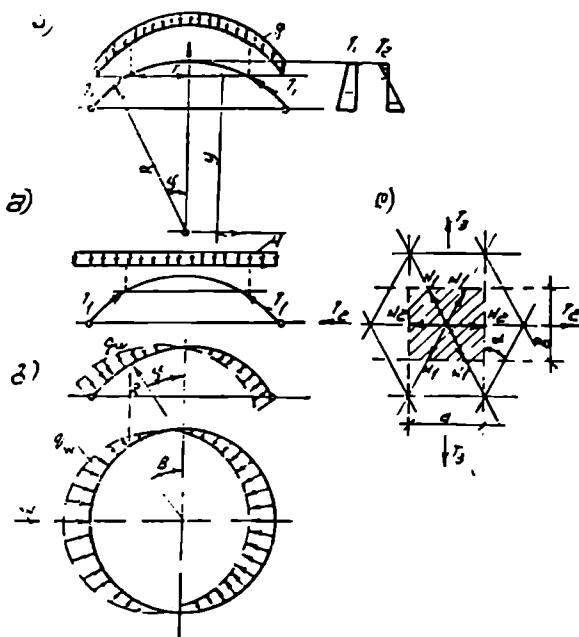
R — ბადისებრი გუმბათის რადიუსია.

კუმშვის რგოლური ძალვა სიგრძის ერთეულზე (ნახ. X.24, დ)

$$T_2 = -g \frac{y^2 + yR - R^2}{y + R}. \quad (X.22)$$

როცა $g = 0,618R$ და $\varphi = 51^\circ 49'$, რგოლური ძალვა ტოლია ნული-სა, რის გამო ძალვა იცვლის ნიშანს და გუმბათის ქვედა ნაწილის ღეროებში მკუმშვები ძალის ნაცელად წარმოიშობა გაქვიშვები ძალები.

თოვლის თანაბრად განაწილებული P დატვირთვისაგან (კნ/მ²) (ნახ. X.24, ბ) ძალები გუმბათში განისაზღვრება ფორმულებით:



ნახ. X.24 ა, ბ, გ, დ—ბადისებრი გუმბათის გაანგარიშებისათვის.

კუმშვის მერიდიანული ძალვა სიგრძის ერთეულზე

$$T_1 = -\frac{PR}{2}; \quad (X.23)$$

კუმშვის რგოლური ძალვა სიგრძის ერთეულზე

$$T_2 = -\frac{PR}{2} \cos 2\varphi. \quad (X.24)$$

როცა $y = 0,707 R$. რგოლური ძალვა ტოლია ნულისა და მკუმშავი ძალები იცვლება გაჭიმვის ძალებით.

მაღალ გუმბათებში რეკომენდებულია განისაზღვროს ქარისმიერი დატვირთვისაგან გამოწვეული ძალები.

ქარის დატვირთვაზე გაანგარიშებისას ითვალისწინებენ, რომ ქარის წნევა მოქმედებს ნახევარსფერულ გარსზე ირიბსიმეტრიული სქემის სახით (ნახ. X.24, გ), იგი მიმართულია ზედაპირისაკენ ნორმალურად და უღრის

$$q_1 = q_1^{\circ} \cdot \sin\varphi \cdot \sin\theta, \quad (X.25)$$

სადაც q_1° არის საანგარიშო დატვირთვა ქარის წნევისაგან შეეულ სებრტეზე გუმბათის საძირკვლის დონეზე.

განხილული სქემისათვის მერიდიანული ძალები გამოითვლება ფორმულით

$$T_1 = q_1^{\circ} R \frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi} \left(\frac{2}{3} - \cos\varphi + \frac{1}{3} \cos^3\varphi \right) \sin\theta; \quad (X.26)$$

წრიული (რგოლური) ძალები—ფორმულით

$$T_2 = q_1^{\circ} R \left[\sin\varphi - \frac{\cos\varphi}{\sin^3\varphi} \left(\frac{2}{3} - \cos\varphi + \frac{1}{3} \cos^3\varphi \right) \right] \sin\theta. \quad (X.27)$$

გუმბათის ღეროებში ძალებს განსაზღვრავენ T_1 და T_2 ძალების გამრავლებით განსახილველი კვეთის ღეროებს შორის მანძილზე (a) და შემდეგ მათი დაგეგმილებით ღეროების მიმართულებებზე (ნახ. X.24, დ). შესაბამისად, მივიღებთ:

ძალვას მერიდიანული მიმართულების ღეროებში

$$N_1 = \frac{T_1 a}{2 \cos \alpha}; \quad (X.28)$$

ძალვას რგოლურ ღეროში

$$N_2 = T_2 \cdot b. \quad (X.29)$$

ბადისებრი გუმბათის ღეროებს ანკარიშობენ მდგრადობისა და სიმტკიცეზე.

გაოდა N_1 და N_2 ღერძული ძალებისა, გუმბათის ღეროებში შეიძლება აღიძრას მღუნავი მომენტები ადგილობრივი დატვირთვისაგან, რაც აფცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული.

ვერტიკალურ სიბრტყეში მდგრადობის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად ღეროების ინერციის მომენტი უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას

$$I \geq \frac{T_1 R y a}{0,5 E} \sqrt{\frac{T_1 R y}{0,5 E}}, \quad (X.30)$$

სადაც E — მასალის დრეკადობის მოდულია.

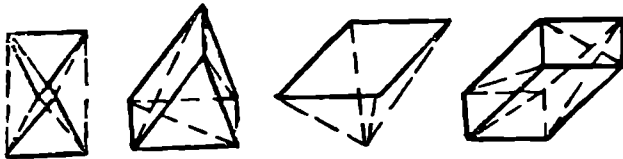
2 სტრუქტურული გადახურვები

ორი სარტყლის ბაღისაგან და სივრცეში განლაგებული შემავრთვ-
ბელი ვისოსებისაგან შედგენილი ლეროვანი კონსტრუქციები წარმოად-
გენენ ბრტყელ სტრუქტურებს (ნახ. X.26).

სივრცითობისა და სარტყლის უჯრედების ხშირი განლაგების გა-
შო, გადახურვის წამწეებთან შედარებით სტრუქტურებს ახასიათებს
გაზრდილი სიხისტე. ამიტომ სტრუქტურული გადახურვის სამშენებლო
სიმაღლე (h) შეიძლება იყოს წამწეების სიმაღლეზე ნაკლები და მიიღება
მაღის $1/15—1/25$ -ის ფარგლებში. კვანძების ხშირი ბადე ქმნის კარგ
პირობებს სახურავში უგრძობო ფენილებისა და შემბრანების გამოყენე-
ბისათვის. სტრუქტურული კონსტრუქციებისათვის დამახასიათებელია
ლეროთა და კვანძთა ერთტიპურობა, რაც ქმნის წინა პირობას კონსტ-
რუქციათა ელემენტების ჩაკიდური წარმოებისათვის და მათი ქარხნული
წესით დამზადებისა და გათავებისათვის.

ერთ კვანძში გადაკვეთილი წამწეების რიცხვი, აგრეთვე მათი
შეფულე ან დახრილი მდებარეობა იძლევა შრავალნაირ სტრუქტურულ
აგებულებას. თითოეულ სტრუქტურაში შეიძლება გაშოვყოთ შრავალჯე-
რად განაეორებადი მოცულობითი ელემენტი, ეგრეთ წოდებული კრისტა-
ლი (ნახ. X.25).

ზემოთ ჩამოთვლილ დირსებათა გარდა სტრუქტურებს აქვთ ნაკ-
ლოვანებანიც. მაგალითად, კვანძურ შეუღლებათა სართულე და დიდი

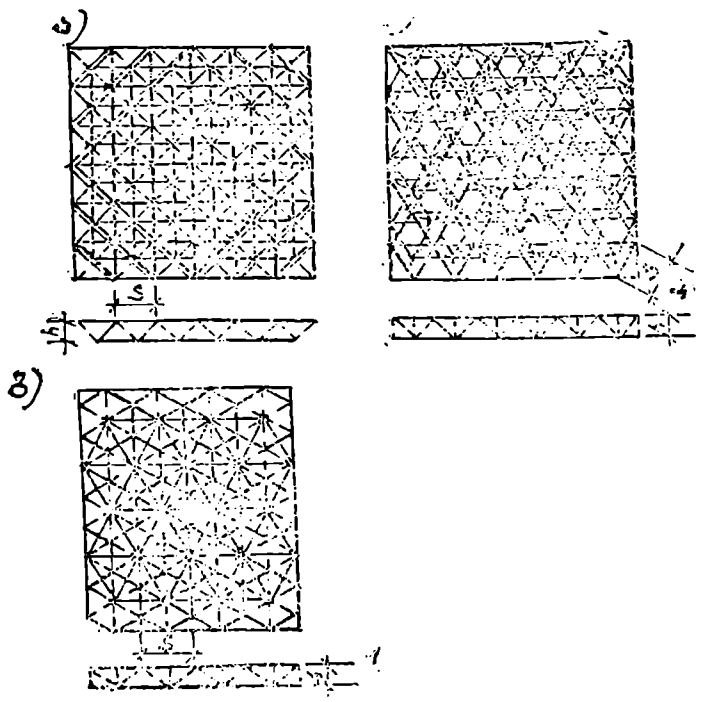


ნახ. X.25. სტრუქტურული განაეორებადი მოცულობითი ელემენტები
(კრისტალები).

რაოდენობის ელემენტთა აწყობის აუცილებლობა იწვევს კონსტრუქციის
გაძვირებას. მაგრამ შოლანობაში, თუ გავითვალისწინებთ წამწეებით
გადახურვებში ლითონის დამატებით ხარჯს გრძივებზე, კავშირებზე და
ნივნიკებზე წამწეებზე, სტრუქტურულმა გადახურვებმა შეიძლება მოკვ-
ცეს ლითონის და საერთოდ ღირებულების საგრძობი ეკონომია.

შშენებლობაში გამოყენებულ სტრუქტურები შეიძლება დაეყოთ
ორ ჯგუფად. პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება სისტემები გეომეტრიულად
ცვალებადი სარტყლის ბაღეებით, რომელთაც უნარი აქვთ მიიღონ მხო-
ლოდ მღუნავი მომენტები, ასეთ სტრუქტურათა მაგალითად შეიძლება

ჩვეთვალთ ორთოგონალური სისტემები, რომელთა სარტყლების ბადე-
ები კვადრატული უჯრედებისაგან შედგება (ნახ. X. 26, ა) და სამკუთ-
ხა—ჭეკსაგონალური სისტემა (ნახ. X. 26, ბ), რომელსაც აქვს
სარტყლის ექვსკუთხა ზედა ბადე და სამკუთხა—ქვედა. მეორე გვუფს
მიეკუთვნება სისტემები გეომეტრიულად უცვლელი სარტყლის ბადე-
ებით, რომელთაც უნარი აქვთ მიიღონ მღუნავი მომენტების გარდა
მგრები მომენტებიც. ასეთი სისტემებია სტრუქტურები, რომელთა სარ-
ტყლის ბადეები ტოლგვერდა სამკუთხედებისაგან შედგება (ნახ. X. 26, ბ),



ნახ. X 26. სტრუქტურული კონსტრუქციების გისოსების სისტემები:
ა—სარტყლის ბადეები კვადრატული უჯრედებისაგან; ბ—სარტყლის ბადეები
ტოლგვერდა სამკუთხა უჯრედებისაგან; გ—სარტყლის ბადეები ექვსკუთხა
და სამკუთხა უჯრედებისაგან.

ან სისტემები, რომელთა სარტყლის ბადეები კვადრატული უჯრედები
და კუთხურ ზონებში გაძლიერებულია დიაგონალებით (ნახ. X. 26, ა).
ლითონის ხარჯვის თვალსაზრისით სტრუქტურა, რომლის სარტყ-
ლის ბადეები ტოლგვერდა სამკუთხედებისაგან შედგება (ნახ. X. 26, ბ),
მაქსიმალურად ეკონომიურია, მაგრამ კონსტრუქციული თვალსაზრისით
იგი აღმოჩნდა ყველაზე რთული, დამზადებისა და მონტაჟის მიხედვით

უაღრესად შრომატევადი. ამიტომ კონსტრუქციული თვალსაზრისით, უმეტეს შემთხვევაში, უპირატესობას ანიჭებენ სტრუქტურის უმარტივეს სისტემას, რომლის სარტყლის ბადეები კვადრატული უჯრედებისაგან შედგება (ნახ. X.26, ა). სახურავის ხისტი დისკო ასეთ სტრუქტურას ანიჭებს უნარს მიიღოს მგრები მომენტებიც.

კონსტრუქციის თვალსაზრისით სტრუქტურები პრაქტიკულად ერთ-ტიპურია, ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მხოლოდ სივრცული კვანძების კონსტრუქციით. სტრუქტურული გადახურვების უმნიშვნელოვანეს კონსტრუქციულ ამოცანას წარმოადგენს ტიპური და სტანდარტული ელემენტის—ღეროსი და სტრუქტურის სივრცული კვანძის შექმნა. სტრუქტურის ღეროს ყველაზე რაციონალურ პროფილს წარმოადგენს ლითონის შილი. მილოვანი ღეროების მქონე სტრუქტურებში ლითონის ხარჯი 15—20%—ით ნაკლებია, ვიდრე სტრუქტურებში ღეროებით გაგლინული კუთხოვანებისაგან. მაგრამ მიღების დეფიციტურობის გამო ხშირად სტრუქტურების ღეროები გეგმარდება გაგლინული კუთხოვანებისაგან (LHPIICK-ის კონსტრუქცია) ან დატვიფრული კვადრატული ან მართკუთხა კოლოფისებრი პროფილებისაგან. სტრუქტურის ირიბანების დახრის კუთხეს ჩვეულებრივად იღებენ $40 \div 45^\circ$ -ის ფარგლებში. მილოვან სტრუქტურებში, რომლის შალი არ აღემატება 50 მ-ს, სარტყლის უჯრედების ზომები იცვლება 1,5 \div 3 მ-ის ფარგლებში, რაც საშუალებას იძლევა მოეწყოს უგრძობო სახურავი.

სტრუქტურული კონსტრუქციების ეკონომიურობა ბევრადაა დამოკიდებული ღეროთა კვანძური შეუღლების კონსტრუქციაზე. ღეროების შეერთებათა სახის მიხედვით, კვანძები იყოფა ქანკიკოვან და შენადლულ კვანძებად.

ქანკიკოვანი შეერთებიდან სხვადასხვა ქვეყნებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია „მერო“ სისტემის კვანძები (გ. ფ. რ). ასეთი კვანძი წარმოადგენს სფერულ ზედაპირში ჩახაზულ ჩამოსიმულ მრავალწახნაგას ხვრელებით.

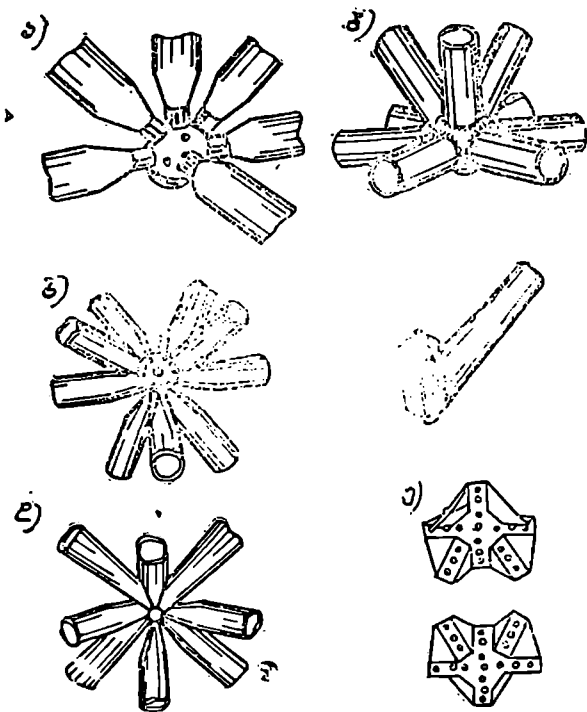
საბჭოთა კავშირში „მეროს“ სისტემის კვანძის ფართო გამოყენებან ხელი შეუწყო ამ კვანძის სრულყოფას. არსებობს კვანძური შეერთება „ტროიდტიკის“ სისტემისა (კანადა). იგი წარმოადგენს ცილინდრულ პროფილის დეტალს განაპრებით. მილოვანი ღეროები შექვეყილი ბოლოებით ედგება ცილინდრის განაპრებში და ფიქსირდება ერთი მომჭერი ქანკიკით (ნახ. X.27, გ).

შენადლული სისტემებიდან გავრცელებულია სისტემა „ოქტაპლათი“ (გ. ფ. რ), რომელიც წარმოადგენს ორი დატვიფრული ნახევრისაგან შედულებულ ბიძთვის. ასეთი კონსტრუქციის კვანძის გამოყენებისას ღეროების რაოდენობა, რომელიც წარმოადგენს მართი კუთხით წაქრილ

მიღებს, არ იზღუდება (ნახ. X.27, ბ). საბჭოთა კავშირში (ვ. ა. კურჩენკოს ნახ. ЦНИИСК) გამოიყენება შექვეყილი მიღების შეერთება შფდულების აბაზანური ხერხიო (ნახ. X.27, დ). შედულების პროცესში, ერთი გავლით ერთდება ერთ კვანძში თავმოყრილი ყველა ღერო.

არსებობს ბევრი სხვა წინადადებაც (ნახ. X.27, ე) სტრუქტურათა კვანძური შეერთების კონსტრუქციათა შესახებ, რომლებიც უნაკლო როდია.

გადახურვები სტრუქტურათა გამოყენების ძირითადი სფეროა. სტრუქტურული კონსტრუქციებით შეიძლება გადაიხუროს გეგმაში კვად-

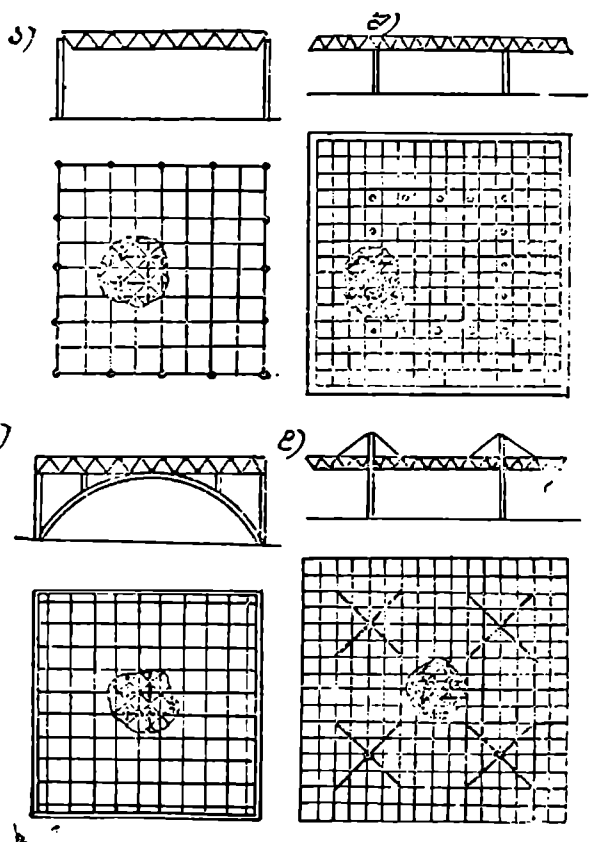


ნახ. X. 27. ა, ბ, გ, დ, ე—სტრუქტურული კონსტრუქციების კვანძები.

რატული, მართკუთხა, სამკუთხა, წრიული და მრუდნაზოვანი მოხაზულობის შენობა. განსაკუთრებით მოხერხებულია ერთმალისანი სტრუქტურები კვადრატულ გეგმაში (ნახ. X.28, ა). საყრდენების მიღმა კედულთა მოწყობით შეიძლება საკრძობლად შემცირდეს მღუნავი მომენტები და შემსუბუქდეს კონსტრუქცია (ნახ. X.28, ბ). სტრუქტურუ-

ლი ფილა შეიძლება ჩამოიკიდოს ვანტების საშუალებით და ამდენად შემცირდეს მლუნავი მომენტები სტრუქტურაში (ნახ. X.28, დ). დიდძალიანი სტრუქტურა მიზანშეწონილია დაფაყრდნით შენობის კონტურზე განლაგებულ თაღებზე (ნახ. X. 28, გ) და ამგვარად გავითავისუფლოთ კედლები სვეტების სიმრავლისაგან.

ერთმალიანი სტრუქტურები შეიძლება წარმატებით გამოვიყენოთ სხვადასხვა დანიშნულების შენობათა გადასახურაგად. ამ მხრივ ისინი შეტად მოქნილი და არქიტექტურულად გამომხატველი კონსტრუქციებია. მაგრამ სტრუქტურათა გამოყენება ეკონომიურად ყველაზე უფრო გამართლებული და პერსპექტიულია სვეტთა გამსხვილებული ბადის მქო-



ნახ. X.28. ა, ბ, გ, დ—სტრუქტურული გადახურვების შეთანწობის სქემები.

ნე შრავალმალიანი შენობების გადასახურავად, რაც შიგა დაგეგმარებისათვის მეტ შესაძლებლობებს იძლევა. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უნივერსალური სამრეწველო შენობებისათვის.

მრავალმალიანი გადახურვა შეიძლება შედგებოდეს ცალკეული კრილი სტრუქტურული ფილებისაგან, რომლებიც ოთხ სვეტს ეყრდნობა. ასეთი ფილები მოსახერხებელია მონტაჟისათვის, მაგრამ მოითხოვს სპეციალურ კონტურულ (ნივნიექვეშა ტიპის) წამწეების მოწყობას, ან სტრუქტურული ფილის კიდურა სარტყლების კვეთის გაზრდას. უკრი სტრუქტურები, ლითონის ხარჯვის თვალსაზრისით, უფრო ეკონომიურია მრავალმალიან შენობებში, ვიდრე კრადი. ასეთი სტრუქტურებისათვის შიგა საყრდენები გეგმარდება სვეტების სახით, რომელთა კაპიტელებს (სვეტის თავებს) ეყრდნობა სტრუქტურული სისტემა. თუ რაიმე მიზეზით კაპიტელებზე დაყრდნობა არ ხერხდება, მიმართავენ ეგრეთ წოდებულ წერტილოვან დაყრდნობას. უკრი სტრუქტურებში, ტრადიციულ ნივნიეიან ან ნივნიექვეშა წამწეებზე გადახურვებთან შედარებით, ლითონის ეკონომია 20%-მდე აღწევს. გარდა ამისა, ასეთ სისტემებში სტრუქტურული გადახურვის სამშენებლო სიმაღლის სიმციროს გამო, მნიშვნელოვნად მცირდება შენობის სამშენებლო მოცულობა.

სტრუქტურული კონსტრუქციები წარმოადგენს მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევ სისტემებს. ასეთი სისტემების ზუსტი ანგარიში ტარდება ეგმ (ЭБМ) გამოყენებით. მათი გაანგარიშებისათვის დამუშავებულია მთელი რიგი შიახლოებითი მეთოდები; მაგალითად, სტრუქტურები შეიძლება ვიანგარიშოთ როგორც იზოტროპული ფილები ან ფვარედინი წამწეების სისტემები (სარტყელთა ბადეების კვადრატული უჯრედების დროს), მგრები მოშენების გაუთვალისწინებლად. მღუნავი მომენტებისა და განივი ძალების მნიშვნელობები განისაზღვრება ფილების საანგარიშო ცხრილებიდან.

ფილის საანგარიშო ძალვათა მნიშვნელობების $Q_{\text{ფ}}$ და $M_{\text{ფ}}$ გამოთვლის შემდეგ შეიძლება განისაზღვროს ძალვათა მნიშვნელობები სტრუქტურის ფილის ღეროებში შემდეგი ფორმულებით:

ა) სარტყლის სამკუთხაბადეებიან სტრუქტურებში (ნახ. X.28, ბ)

$$N_{\text{ს}} = \pm 0,578 \frac{M_{\text{ფ}} S}{h}; \quad (\text{X.31})$$

$$N_{\text{აბ}} = \frac{Q_{\text{ფ}} S}{2 \sin \alpha} \quad (\text{X.32})$$

ბ) სარტყლის კვადრატულბადეებიან სტრუქტურებში (ნახ. X.26, ა)

$$N_{\text{ს}} = \pm \frac{M_{\text{ა.ბ}}}{h}; \quad N_{\text{აბ}} = \frac{Q_{\text{ა.ბ}} S}{2 \sin \alpha}, \quad (\text{X.33})$$

სადაც N_s და $N_{\text{თ}}$ მაქსიმალური ძალებია სარტყლის ღეროებსა და საყრდენ ირიბანებში; $M_{\text{ფ}}$ და $Q_{\text{ფ}}$, $M_{3.5}$ და $Q_{3.5}$ მაქსიმალური მომენტები და განივი ძალებია შესაბამისად იზოტროპულ ფილებსა და ჯვარედინ წამწეებში; S —სარტყლის ღეროების სიგრძე (მოდული); k —მანძილი ბადეებს შორის (სიმაღლე); α —ირიბანის დახლის კუთხე პორიზონტალური სიბრტყისადმი.

სტრუქტურულ გადახურვებში ჩაღუნვების სიდიდეები გამოითვლება აგრეთვე იზოტროპული ფილებისა და ჯვარედინი წამწეების ანგარიშისათვის არსებული საანგარიშო ცხრილებით.

ჩაღუნვებზე გაანგარიშებისას, X.26 ნახაზზე მოცემული სქემისათვის, სიხისტე $D=0,4k$, ხოლო X.26, ბ და გ ნახაზის სქემებისათვის $D=0,37k$, სადაც

$$k = E S A_{\text{ს.ს}} \frac{t g^2 \alpha}{1 + d_{\text{ს.ს}} / A_{\text{კ.ს}}} \quad (\text{X.34})$$

აქ $A_{\text{ს.ს}}$ და $A_{\text{კ.ს}}$ ზედა და ქვედა სარტყლების ღეროების განივკვეთის ფართობია.

საანგარიშო ძალების მიხედვით არჩევენ სტრუქტურის ღეროების კვეთებს. შეკუმშულ ღეროებს ამოწმებენ მდგრადობაზე, გაკიშულს—სიმტკიცეზე. გაანგარიშების ეს მეთოდი იძლევა სიმტკიცის მარაგს. სტრუქტურები უფრო ეფექტურად მუშაობს შეყურსულ დატვირთვებზე. რაც მერტა შეყურსული დატვირთვების გავლენა ლითონის ხარჯის მიხედვით, უფრო რაციონალურია სტრუქტურული სისტემების გამოყენება.

§ X.4 კიდული გადახურვები

გადახურვებს, სადაც მალის მზიდი ელემენტები ძირითადად მუშაობენ გაკიშვაზე, კიდულ გადახურვებს უწოდებენ. არჩევენ კიდულ გადახურვების ორ სახეს: ვანტურს და კომბინირებულს. ვანტური გადახურვები, თავის მხრივ, იყოფა ორ ჯგუფად: ერთსარტყლიან (ერთფენიან) (ნახ. X.29) და ორსარტყლიან (ორფენიან) გადახურვებად (ნახ. X.33).

კიდული გადახურვები ძირითადად შედგება მზიდი მოქნილი ელემენტებისაგან, რომლებსაც დატვირთვები სახურავიდან გადაეცემა მხოლოდ კვანძებში (ნახ. X.32). ამიტომ ასეთი სისტემის ვანტება ზუშაობენ მხოლოდ გაკიშვაზე.

ვანტებს ჩვეულებრივ წარმოადგენენ: მაღალი სიმტკიცის ბაგირები, ტროსები, მავთულთა კონა, წრიული კვეთის მოქნილი ღეროები და სხვ.

კომბინირებულ კიდულ სისტემებში დატვირთვები სახურავიდან (ან საკიდებიდან) ძირითად მზიდ სისტემებს გადაეცემა როგორც კვანძებ-

ში. ისე კვანძებს შორისაც. ამის გამო მათი ელემენტები განიკდიან ვაკიმეასა და განივი ლუნვის ერთობლივ მოქმედებას. ასეთი ტიპის გადახურვებს ეკუთვნის: თხელკედლიანი გარსები ან მემბრანები, მრუდხაზოვანი კიდული წამწები, შემდგარი ხისტი ელემენტებისაგან (კუთხოვანები, დატვიფრული პროფილები) და სხვ.

კიდული გადახურვების დადებითი მხარეა: ლამაზი გარეგნული სახე, მცირე საკუთარი მასა, დიდმალიანი გადახურვების აკრება ხარაჩობის და დიდი ტვირთამწეობის ამწეების გამოყენების გარეშე, სამონტაჟო ელემენტების ტრანსპორტირებისა და აკრების სიადვილე. ამასთან ერთად, მათი უარყოფითი მხარეა: გადახურვის დიდი ლეფორმაციულობა; ასე, მაგალითად, დატვირთვების ზეგავლენით (განსაკუთრებით ქარის გამწოვი ზემოქმედებით), დიდი კინემატიკური და დრეკალი გადაადგილებების* შედეგად, გადახურვები მყისვე იცვლიან საწყის გეომეტრიულ ფორმას, რაც აქვეითებს ჰიდროსაინზოლაციო ფენის სიამელო მუშაობას. განმზღენი რეაქციების მისაღებად ხშირად საჭიროა დიდი ლირებულების და მასის მქონე საყრდენი კონსტრუქციები, ძნელდება წყლის გადაყვანა; შეუძლებელია შეკიდული აწწეების გამოყენება.

აღნიშნული დადებითი და უარყოფითი მხარეების გათვალისწინებით, კიდული სისტემები ძირითადად გამოიყენება დიდმალიანი სხვადასხვა დანიშნულების სპორტული არენების, გამოფენათა დარბაზების და სხვა მსგავსე სათავსების გადასახუოვად.

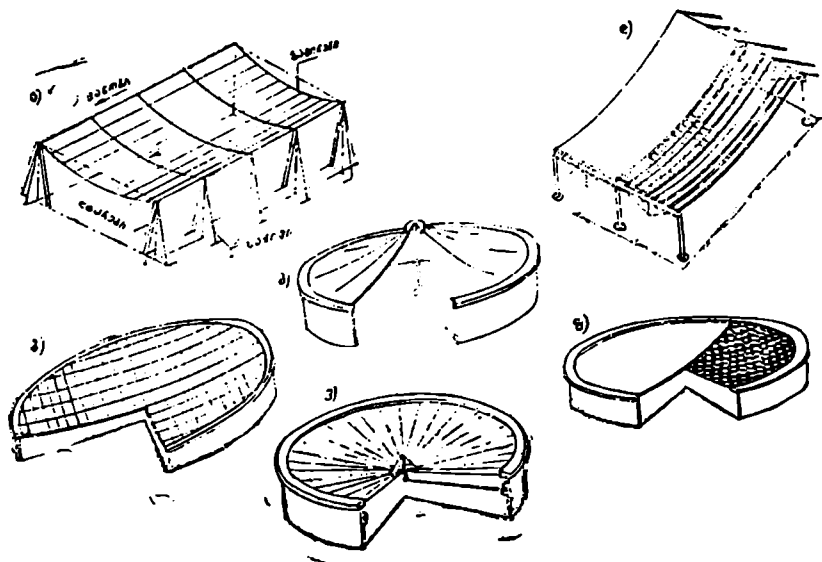
1. ერთსარტყლიანი კიდული გადახურვები

ასეთი გადახურვები ძირითადად შედგება პარალელურად ან რადიალურად განლაგებული ვანტების, გადახურვის ფილებისა და საყრდენი კონსტრუქციებისაგან (ნახ. X.29—31).

როდესაც გადახურვის ნობაზულობა გეგმაში სწორკუთხოვანია, ვანტები განლაგებულია პარალელურად (ნახ. X.29, ა, დ). ვანტებზე ლაგდება გადახურვის ფილები. საყრდენი კონსტრუქციები წარმოადგენენ ხისტი დგარებისა და საჭიმებისაგან ჰემდგარ ელემენტებს (ნახ. X.29, ა). ასეთი გადახურვის ერთ-ერთი ტიპური მაგალითია გარაჟის გადახურვა ქ. კრასნოიარსკში (ნახ. X.30). გადახურვის მალია 78 მ. ვანტები, რომლებიც წარმოადგენენ წრიული კვეთის ფოლადის ლეროებს, განლაგებულია პარალელურად და ერთმანეთისაგან დაცილებულია 1,5 მ-ით. ლეროები დამეტრით 40 მმ-ია. ბოლოებით ჩამაგრებულია ორტესებრი განიკვეთის რკინაბეტონის კოკებში. კოკები, თავის მხრივ, ეყრდნობა რკინაბეტონის

* გადაადგილება, გამოწვეულ მხოლოდ გეომეტრიული ფარმის ცვლილებით.

სვეტებისა და საკიშებისაგან შემდგარ საყრდენ კონსტრუქციებს. საკიშები ჩაანკერებულა ყამირში. შეეული რეაქციების გადაცემა ხდება სვეტებზე, თარახული რეაქციების—საკიშებზე. გადახურვის დეფორმაციულობის შემცირების მიზნით, ვანტები წინასწარ დაძაბულია. დაძაბულობის რეაქციული ძალები გადაცემულია რკინაბეტონის ფილებზე. ასეთ ღონისძიებათა შედეგად, გადახურვა მუშაობს ისე, როგორც ბისტო წინასწარდაძაბული გარსი, სადაც კინემატიკურ გადაადგილებათა გავლენა უმნიშვნელოა. გადახურვის წინასწარ დაძაბვა ხდება შისი აკრების პროცესში შემდეგნაირად: რკინაბეტონის ფილების დამონოლითებანდე გადახურვა დროებით იტვირთვება სახურავის (პიდრო-და თბოსაინჰოლაციო კონსტრუქციის) საკუთარი მასის და თოვლის საანგარიშო მასის ტოლი დატვირთვით. ასეთი დატვირთვის შედეგად ვანტები იჭიმება და



ნახ. X.29. ერთსართულიანი კლდული სისტემების სქემები:

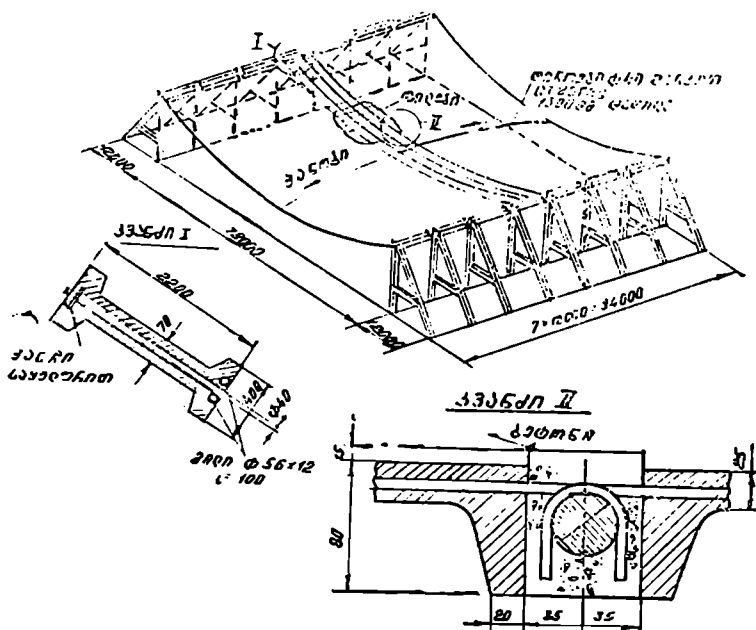
ა, დ—პარალელურად განლაგებული ვანტების შემთხვევაში; ბ, ზ—ორთოგონალურად განლაგებული ვანტების დროს; ვ, გ—ჩადალურად განლაგებული ვანტების შემთხვევაში.

ძაბვები მათ განივკვეთში აღწევენ თითქმის საანგარიშო წინაღობას. ამის შემდეგ ხდება რკინაბეტონის ფილების დამონოლითება. ფილების შემაერთებელი ნაკერების ბეტონის გამაგრების შემდეგ, დამატებითი დატვირთვები იხსნება. ვანტვირთვის შედეგად ვანტების დაჭიმულობის რეაქციული ძალების გადაცემა ხდება რკინაბეტონის ფილებზე. ამის გა-

მო, გადახურვა მუშაობს ისე, როგორც წინასწარდაძებული ხისტი ვარსი.

არქიტექტურული თვალსაზრისით, ასეთი გადახურვები ნაკლებად ეფექტურია. საჭიშები იკავენს ტერიტორიის დიდ ნაწილს, რაც არასასურველია.

აღნიშნულ ნაკლოვანებათა გამო, ერთსართულიანმა ვანტურმა სისტემებმა განსაკუთრებული გავრცელება მოიპოვა წრიული ან ოვალური მოხაზულობის გადახურვებში. ასეთი გადახურვები ძირითადად შედგება რადიალურად (ნახ. X.29, ა, ვ) ან ორთოგონალურად (ნახ. X.29, ბ, ზ) განლაგებული ვანტების და წრიული ან ოვალური მოხაზულობის



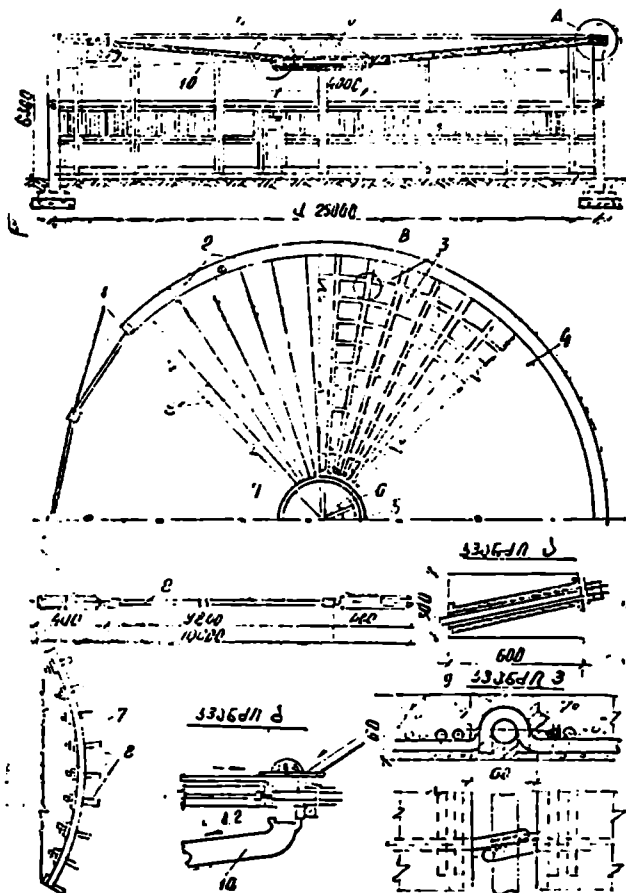
ნახ. X.30. ერთსართულიანი კიდევი გადახურვის კონსტრუქცია (გარევი ქ. კრასნოიარსკში.)

ხისტი საყრდენი რგოლისაგან. უკანასკნელი, თავის მხრივ, იყრდნობა რკინაბეტონის ან ლითონის სვეტებს. შეიქმნილი რეაქციები საყრდენი რგოლის საშუალებით გადაეცემა გადახურვის სვეტებს, ხოლო თარაზული რეაქციები—თვით რგოლს. რგოლის მოხაზულობა ისეა შერჩეული, რომ იგი ძირითადად მუშაობს კუმშვაზე.

ასეთი ტიპის გადახურვის ერთ-ერთი მაგალითია ქ. თბილისში განხორციელებული გადახურვა (ნახ. X.31).

წრიული გადახურვის დიაგრამა (მალია) 25 მ. გადახურვა შედგება რადიალურად განლაგებული წრიული კვეთის მოქნილი ღეროების ($d=25$ მმ), გადახურვის ფილებისა და ორი რგოლისაგან. გარე რკინაბეტონის რიგელი ეყრდნობა სვეტებს. შიგა ცენტრალური ლითონის რიგელი შეკიდულია ვანტებზე და წარმოადგენს მუქფარის საყრდენ კონსტრუქციას. ვანტებზე დალაგებულია პემზაბეტონის დაარბატურებული ფილები.

გადახურვის დრეკადი დეფორმაციები სტაბილიზებულია გადახურ-



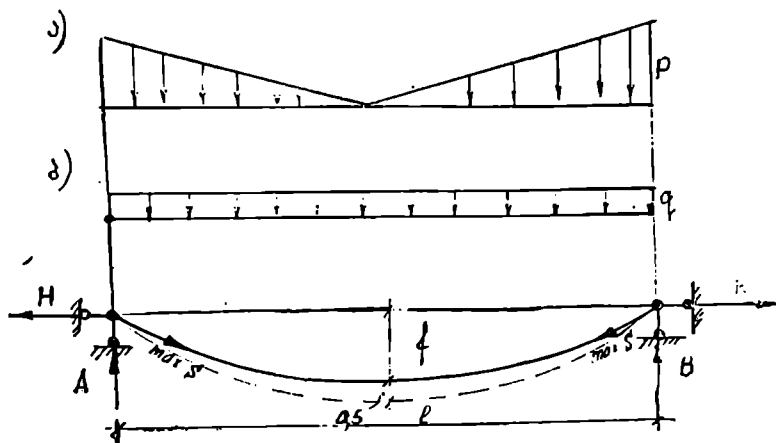
ნახ. X. 31. ლაბორატორიის გადახურვა ქ. თბილისში.

ვის საკუთარი მასით. გადახურვის საკუთარი მასა ბევრად სჭარბობს ქარის გამწოვ დატვირთვას, ამიტომ ქარით წარმოშობილ დეფორმაციები მუდმივი დატვირთვების ზემოქმედებით სწრაფად ქრება. გადახურვა მთლიანად მუშაობს როგორც წრიული მოხაზულობის ხისტი დისკო.

ერთსართულიანი კიდული სისტემის გაანგარიშება

გადახურვის ზუსტი გაანგარიშება ხდება ელექტროგამომთვლელი მანქანებით (ЭВМ), არაწრფივი დეფორმაციების გათვალისწინებით.

ზიანლობითი გაანგარიშების დროს გულისხმობენ, რომ პარალელურად ან რადიალურად განლაგებული ვანტები მუშაობენ ერთმანეთისა-



ნახ. X.32. ერთსართულიანი კიდული სისტემის გაანგარიშებისათვის:

- ა - დატვირთვის სქემა რადიალურად განლაგებული ვანტების შემთხვევაში;
- ბ - დატვირთვის სქემა პარალელურად განლაგებული ვანტების დროს.

გან დამოუკიდებლად, როგორც ორი ბოლოთი დაკიდებული მოქნილი ღეროები (ნახ. X.32).

პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის საკმაო სიზუსტით, ვანტების საყრდენი რეაქციები გამოითვლება ფორმულებით:

$$H = \frac{M_0}{f}; \tag{X.35}$$

$$F_A = Q_0, \tag{X.36}$$

სადაც H არის მთლიანი (მუდმივი + დროებითი + სამონტაჟო) საანგარიშო დატვირთვის შესაბამისი ვანტების განმზღენი რეაქცია;

F_A — ვანტის შვეული საყრდენი რეაქცია;

M_0 — ეკვივალენტური ზარტივი კოქის* ზღუნავი მომენტი მალის შუაში;

Q_0 — იმავე სისტემის განივი ძალა საყრდენზე;

f — ვანტის ჩაკიდულობის ისარი.

დამრეცი ვანტების შემთხვევაში, როდესაც $f \ll \frac{l}{20}$ -ზე, დრეკალი

დეფორმაციების შედეგად ვანტები ღებულობენ დამატებით ჩალუნვებს (ნახ. X.32, ბ). მათი გათვალისწინებით

$$H = \frac{M_0}{f + \Delta f}, \quad (\text{X.37})$$

რაც დაახლოებით 10%-ით ნაკლებია (X.35) ფორმულით გამოთვლილ მნიშვნელობაზე. ასეთ შემთხვევებში H -ის მნიშვნელობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულების დახმარებით:

$$H^2 + \left(\frac{EAD_0}{2lH_0^2} - H_0 \right) H^2 - \frac{EA}{2l} D = 0; \quad (\text{X.38})$$

$$D_0 = \int_0^l Q_0^2 dx; \quad (\text{X.39})$$

$$D = \int_0^l Q^2 dx. \quad (\text{X.40})$$

თანაბრად განაწილებული დატვირთვის შემთხვევაში (პარალელურად განლაგებულ ვანტებში, ნახ. X.32, ბ)

$$D = \frac{(g+p)^2 l^3}{12}. \quad (\text{X.41})$$

სამკუთხა მოხაზულობის დატვირთვის დროს, უდიდესი ორდინატით საყრდენებზე (რადიალურად განლაგებულ ვანტებში, ნახ. X.32, ა)

$$D = \frac{(g+p)^2 l^3}{80}, \quad (\text{X.42})$$

სადაც H_0 არის საწყისი დატვირთვის (მაგალითად, სახურავის საკუთარი წონის) შესაბამისი განმზღენი და გამოითვლება (X.35) ფორმულით;

l, EA — ვანტის მალი და სიხისტე გაკიშვაზე;

Q_0 — ეკვივალენტური კოქის განივი ძალა.

* იგულისხმება ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქი იმავე მალით და დატვირთვებით, რაც ვანტის საანგარიშო სქემის დროს.

როდესაც $f > \frac{l}{20}$ -ზე, f თან შედარებით Δf იმდენად მცირეა,

რომ მასი გავლენა მხედველობაში არ მიიღება. ასეთ შემთხვევებში H გამოითვლება (X.35) ფორმულით.

A და H საყრდენი რეაქციების განსაზღვრის შემდეგ ვანტის უდიდესი გამჭიმის ძალა გამოითვლება ტოლობით

$$S = \sqrt{A^2 + H^2}. \quad (X.43)$$

S -ის მიხედვით წარმოებს ვანტის განიკვეთის შერჩევა (X.59).

8. ორსართულიანი განტური გადახურვები

ასეთი გადახურვების ყველაზე გავრცელებული სახეები ნაჩვენებია X.33 ნახაზზე.

ორსართულიანი გადახურვებში ერთ-ერთი სართული წარმოადგენს მზიდ ვანტს, მეორე კი—დამძაბავს. ვანტები ურთიერთ დაკავშირებულია დგარებით ან საკიდებით. ვანტები ბოლოებით ჩამაგრებულია წრიული მოხაზულობის კონტურულ საყრდენში (ნახ. X.33. დ). უკანასკნელი ეყრდნობა სვეტებს და გეგმარდება რკინაბეტონის ან ფოლადის.

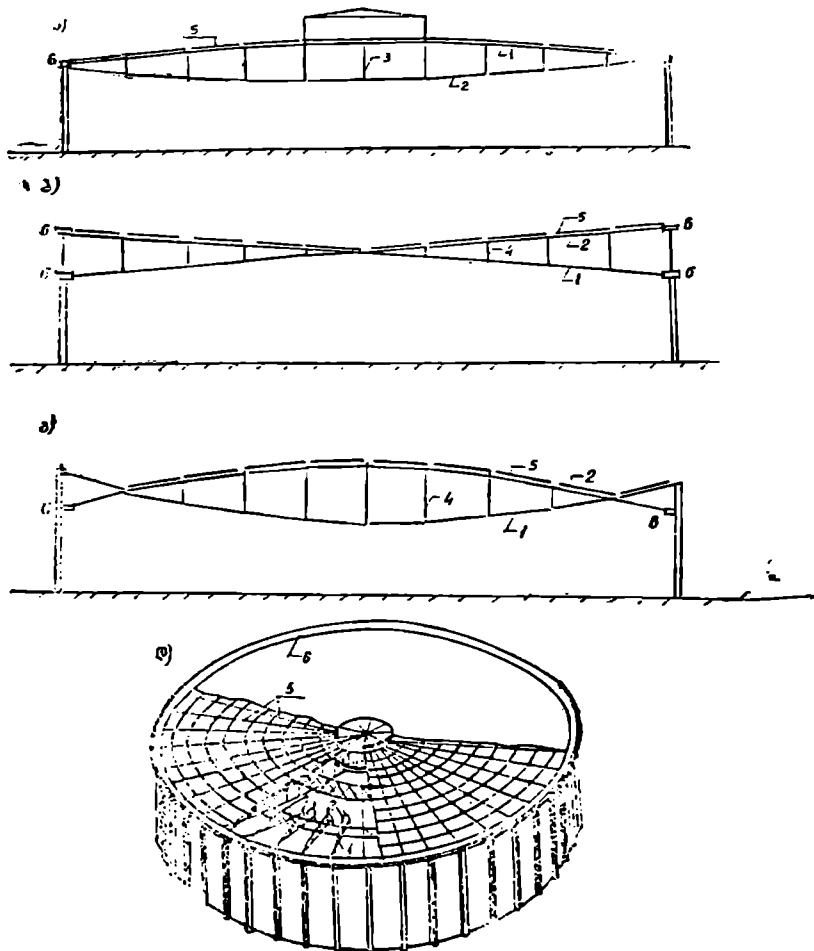
ასეთ გადახურვებში დრეკად და კინემატიკურ გადაადგილებათა სტაბილიზება ხდება დამძაბავი ვანტების მოჭიმვით. ორსართულიანი სისტემის ვანტები მუშაობენ როგორც სათავისის გარედან შიგნით, ისე შიგნიდან გარეთ მიმართულ ქარის დატვირთვაზე. აღნიშნულ თავისებურებათა გამო, ერთსართულიანი გადახურვებისაგან განსხვავებით, ასეთ სისტემებში გადახურვის ფილებად გეგმარდება მსუბუქი ფოლადის დატვიფრული ფილები, რაც საგრძნობლად ამცირებს გადახურვის ღირებულებას და მასალების ხარჯს.

ორსართულიანი კიდული გადახურვების ყველაზე გავრცელებული სახეებია სისტემები დამძაბავი ბაგირებით, განლაგებული მზიდი ბაგირების ზემოთ ან ქვემოთ.

X.33, ა ნახაზზე ნაჩვენებია ორსართულიანი კიდული სისტემა ზედა დამძაბავი ბაგირით. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, სახურავი განლაგებულია ზედა სართულზე. როგორც სახურავზე მოქმედი დატვირთვები, ისე წინასწარ დაძაბულობას ძალები ზედა ბაგირიდან ქვედა მზიდ ბაგირს გადაეცემა დგარების საშუალებით. დგარები მუშაობენ გრძივ ღუნვაზე. ამიტომ ხშირად ამ ელემენტებზე ფოლადის ხარჯი საგრძნობლად დიდია. ფოლადის ხარჯის შემცირების მიზნით, ზოგჯერ, ორსართულიანი სისტემები გეგმარდება ქვედა დამძაბავი ბაგირებით (ნახ. X.33, ბ). ასეთ სისტემებში სახურავის კონსტრუქცია დალაგებულია ზე-

და მზიდ ბაგირებზე. რომლის წონა უშუალოდ გადაეცემა მათ. წინასწარი ლაკომვის ძალები ქვედა ბაგირებიდან ზედა ბაგირებს გადაეცემა საკილების საშუალებით.

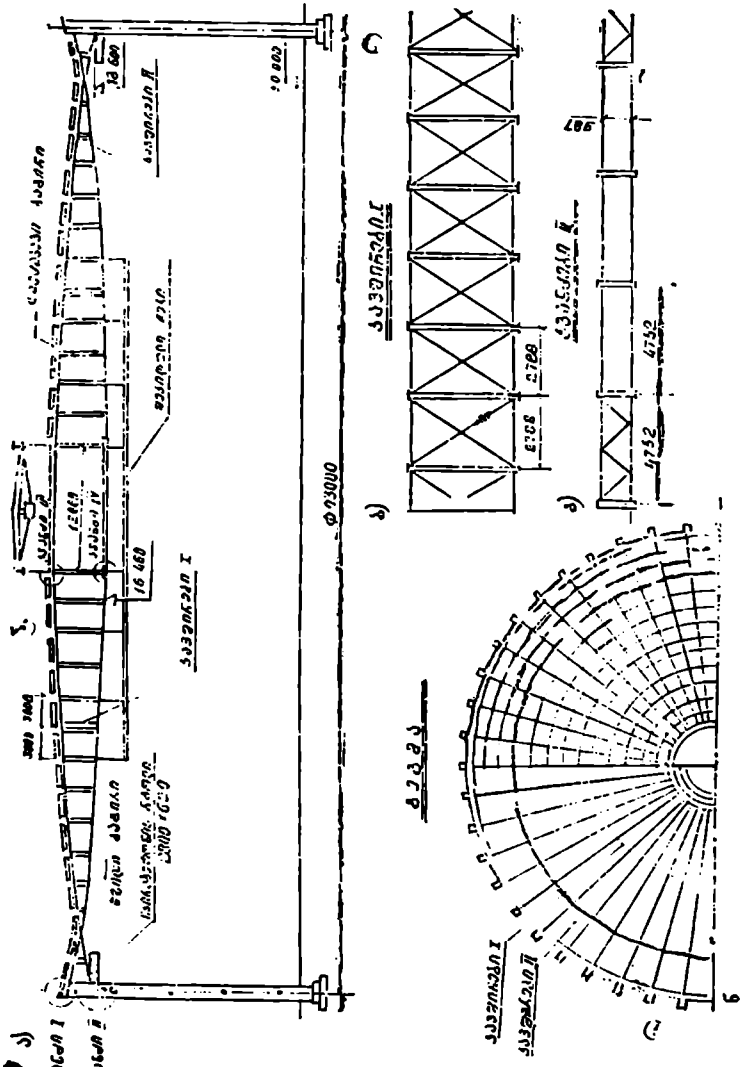
საკილები მუშაობენ გაკომევაზე. ამიტომ ისინი გეგმარდება მაღალი სიშტკიცის მქონე ბაგირებისაგან, რაც საგრძნობლად ამკირებს ლითონის ხარჯს. ასეთ სისტემებში ბაგირების საყრდენი რეაქციების გადასა



ნახ. X. 33. ორსარტყლიანი კილვი გადახურვების სქემები:

- ა—ზედა ლაშქმაბაეი ვანთით; ბ—ქვედა ლაშქმაბაეი ბაგირით; გ, დ—ურთიერთლაშქმაბაეი ბაგირებით; 1—ლაშქმაბაეი ბაგირი; 2—მზიდი ბაგირი; 3—დგარები; 4—საკილები; 5—საკილის ფილები; 6—კონტრულ საყრდენები.

ცემად აუცილებელია ორი კონტრული სარტყლის არსებობა, რაც არ-
 თულებს გადახურვის კონსტრუქციას. უკანასკნელ ხანებში, ორი საყრ-
 დენი რგოლის თავიდან აცილების მიზნით, გეგმარდება გადახურვები
 ურთიერთშეკეთი ბაგირებით (ნახ. X.33, გ, დ). ასეთი გადახურვის ტი-
 პური მაგალითია სპორტული დარბაზის „იუბილენის“ გადახურვა
 ქ. ლენინგრადში (ნახ. X.34).

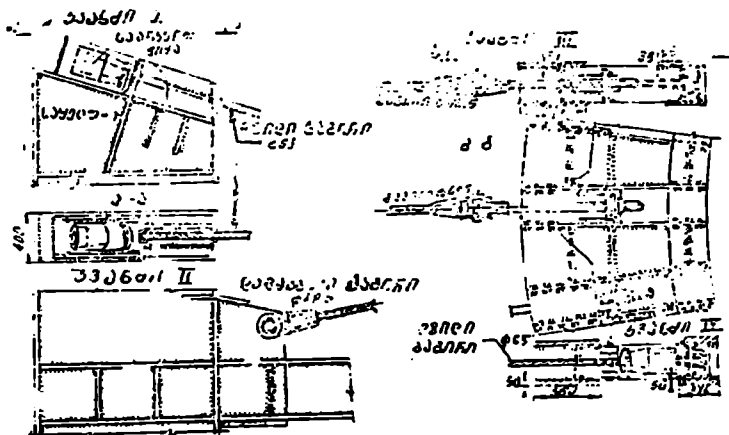


ახ. X.34. ორსართულიანი კოლელი გადახურვის სქემა (სპორტული დარბაზი ქ. ლენინგრადში)

გადახურვა შედგება ურთიერთგადაკვეთილი ბაგირების, დგარების და წრიული მოხაზულობის საყრდენი რიგელისაგან. უკანასკნელი ეყრდნობა სვეტებს. ბაგირები განლაგებულია რადიალურად და ცენტრში იჭერს ფოლადის ლითონის რგოლს. იგი წარმოადგენს საყრდენ კონსტრუქციას წრიული მოხაზულობის შექვარნისათვის.

სახურავის ფილები წარმოადგენენ მსუბუქ ლატვიფრულ ფოლადის ფილებს. ფილები განლაგებულია ზედა ბაგირების სიბრტყეში და ეყრდნობა გადახურვის ზედა კვანძებს. გადახურვის სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად დგარებს შორის დადგმულია შვეული კავშირები კავშირების სქემა ნაჩვენებია X.33, გ ნახაზზე. გადახურვის მალი $l=93$ მ, სიმაღლე $H=6$ მ.

გადახურვის სიხისტის გაზრდისა და ლეფორმაციების სტაბილიზების მიზნით, ზედა ბაგირი წინასწარ იძაბება ისე, რომ ამ ბაგირში წარმოშობილმა გამჭიმავმა ძაბვებმა 15—20% გადააქარბოს გარე



ნახ. X.35. ბაგირების მიმაგრება სვეტთან და ხესტ რიგელთან.

ლატვიროვებით წარმოშობილ მკუმშავ ძალებს. ამის გამო, ასეთ სისტემებში დამძაბავი ბაგირები არა მარტო ზრდის გადახურვის სიხისტეს, არამედ ლებულობს დროებითი დატვირთვების ნაწილსაც. ბაგირების მიმაგრება სვეტებთან და საყრდენ რიგელთან ნაჩვენებია X.35 ნახაზზე. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, დამძაბავი ბაგირის განმზღვენის გადაკემა ხდება ხისტ წრიულ რგოლზე (ნახ. X.35, კვანძი II), ხოლო მზიდი ბაგირის—სვეტზე (ნახ. X.35-ზე კვანძი I). მზიდი ბაგირის თარაზული რეაქციის ზეგავლენით სვეტები მუშაობენ ისე, როგორც ორ საყრდენზე მდებარე ერთკონსოლიანი კოქები, რაც გამორიცხავს ამ რეაქციების მისაღებად მეორე რგოლის საჭიროებას.

4. ორხარტულიანი კიდული სისტემების გაანგარიშება

ორსარტულიანი წინასწარდაძაბული კიდული სისტემა წარმოადგენს მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევ სისტემას. მისი ზუსტა გაანგარიშება ხდება ელექტროგამომვლელი მანქანებით (ЭВМ). იმ შემთხვევაში, როდესაც ასეთი მანქანები არა აქვთ, მიმართავენ გაანგარიშების გამარტივებულ ხერხს. ერთ-ერთი ასეთი ხერხი მდგომარეობს შემდეგში: ზედა (მომკიმ) და ქვედა (მზიდ) ბაგირებში უდიდესი საანგარიშო გამჭიმავი ძალების გამოსათვლელად იხილავენ საანგარიშო დატვირთვების ორ შეხამებას.

I სისტემაზე მოქმედებს გადახურვის საკუთარი მასა (მუდმივი დატვირთვა) დროებითი წინასწარმოკიმულობის ძალები (ან, რაც იგივეა, წინასწარდაძაბულობის ეკვივალენტური დატვირთვა q_0) და თოვლის მასა (ნახ. X.36, ბ).

II სისტემაზე მოქმედებს მუდმივი დატვირთვა, წინასწარმოკიმულობის ძალები და ქარის დატვირთვა (ნახ. X.36, დ). პრაქტიკული გაანგარიშებისათვის დასაშვები სიზუსტით, რადიალურად განლაგებული ბაგირების შემთხვევაში, ყველა ამ დატვირთვის ლებულობენ განაწილებულს ორი სამკუთხედის სახით (უდიდესი ორდინატებით საყრდენებზე) (ნახ. X.36, ა); პარალელურად განლაგებულ ბაგირების შემთხვევაში კი—თანაბრად განაწილებულად მალის მთელ სიგრძეზე (ნახ. X.36, გ).

ორსარტულიანი სისტემების სტატიკური გაანგარიშება ზედა და ქვედა მომკიმავე ბაგირებით ერთმანეთის ანალოგიურია. განვიხილოთ პირველი მათგანი (ნახ. X.36). ასეთ სისტემაში, დატვირთვების I შეხამების დროს უდიდესი საანგარიშო გამჭიმავი ძალა წარმოიშობა ქვედა (მზიდ) ბაგირში, მეორე შეხამების დროს—ზედა ბაგირში.

I შეხამების დატვირთვების მოქმედებისას მუდმივი დატვირთვა (q) მთლიანად გადაეცემა ქვედა მზიდ ბაგირს. როდესაც სისტემა წინასწარდაძაბულია, დამაბავ ბაგირს შეუძლია იმუშაოს კუმშვაზე მანამ, სანამ ამ ბაგირში არ იქნება გადალახული მოკიმულობის ძალები. აქედან გამომდინარე, იმისათვის, რომ ზედა ბაგირმა მიიღოს თოვლის დატვირთვის ნაწილი, მას წინასწარ კიმავენ ისე, რომ წინასწარდაძაბულობის ეკვივალენტური დატვირთვა* იქნეს არანაკლები

$$q_0 = 1, 2 P_0, \quad (X.44)$$

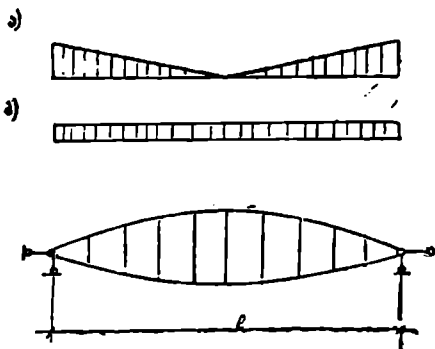
სადაც P_0 — თოვლის დატვირთვის ნაწილია, რომელსაც ლებულობს ზედა ბაგირი.

* თანაბრად განაწილებული დატვირთვა, რომელიც იგივე გაჭიმავ ძალას იწვევს ბაგირში, რასაც წინასწარი მოკიმვის ძალები.

თოვლის დატვირთვის ნაწილები, რომელიც გადაეცემა ზედა და ქვედა ბაგირებს, გამოითვლება ტოლობებით:

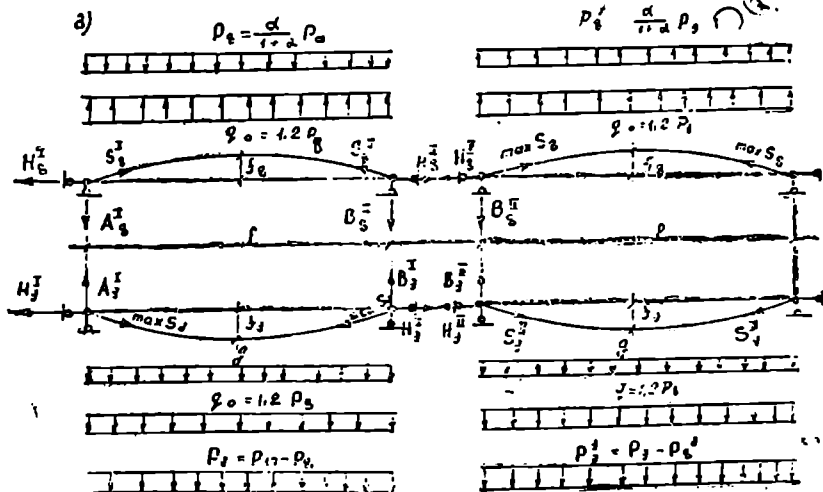
$$P_3 = \frac{\alpha}{1 + \alpha} P_{01}; \quad (X.45)$$

$$P_2 = P_{01} - P_3 = \frac{1}{1 + \alpha} P_{01}$$



ა) და ბ) სასაბაირო სკემა

ვ) და გ) სასაბაირო სკემა



ნახ. X.36. ორსართულიანი კიდული სისტემის განაგარიშებისათვის:

ა—დატვირთვის სქემა რადიალურად განლაგებული ენტების დროს; ბ—ენტების პარალელურად განლაგების შემთხვევაში; გ, დ—სასაბაირო სკემა, დატვირთვის I და II შეხამების მოქმედებისას,

$$\alpha = \frac{A_6 \cdot f_3^3 m_3^3}{A_3 \cdot f_3^2 m_3^3};$$

$$m_3 = \frac{L_3}{l} = 1 + \frac{8}{3} \frac{f_3^3}{l^3}; \quad (\text{X.46})$$

$$m_6 = \frac{L_6}{l} = 1 + \frac{8}{3} \frac{f_6^3}{l^3}; \quad (\text{X.47})$$

$$f_3 = f_6 \approx \frac{1}{15} \div \frac{1}{25} l; \quad (\text{X.48})$$

$$\frac{A_6}{A_3} \approx 0,15 \div 0,3. \quad (\text{X.49})$$

მოყვანილ გამოსახულებებში:

f_6, f_3 — ზედა და ქვედა ბაგირების ჩაკიდულობის ისრებია.

A_6, A_3 — ამავე ბაგირების განივკვეთის ფართობები.

L_3, L_6 — ბაგირების გეომეტრიული სიგრძეები.

l — გადახურვის მალი;

P_m — თოვლის საანგარიშო დატვირთვა (კნ/მ).

ზედა ბაგირზე მოქმედი q_6 დატვირთვა მიმართულია ქვევიდან ზევით. დგარების საშუალებით დაძაბულობის იგივე დატვირთვა გადაეცემა ქვედა მზიდ ბაგირს, მხოლოდ q_6 მიმართულია ზევიდან ქვევით (ნახ. X.36, ბ). მოქმედი დატვირთვების განსაზღვრის შემდეგ, ზედა და ქვედა ბაგირები განიხილება როგორც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი ბოლოებით ჩამაგრებული კიდული სისტემები (ნახ. X.36, ბ). ასეთი საანგარიშო სქემის მიხედვით ქვედა და ზედა ბაგირებზე მოქმედი საანგარიშო დატვირთვები ტოლია:

$$\begin{aligned} q_3^I &= g + P_3 + q_6 = g + (P_m - P_6) + 1,2 P_6 = g + P + 0,2 P_6; \\ q_6^{II} &= q_6 - P_6 = 1,2 P_6 - P_6 = 0,2 P_6. \end{aligned} \quad (\text{X.50})$$

ქვედა ბაგირის უდიდესი საყრდენი რეაქციები:

$$\text{შვეული } \max F_3 = \frac{q_3^I l}{2}; \quad (\text{X.51})$$

$$\text{თარაზული } \max H_3 = \frac{q_3^{II} l^2}{8 f_3}.$$

ქვედა ბაგირში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო გაშვებამდე ძალა, რომ-

ლის მიხედვითაც წარმოებს განიკვეთის შერჩევა, გამოითვლება ტოლობით

$$\max S = \sqrt{\max F_j^2 + \max H_b^2}; \quad (X.52)$$

ზედა ბაგირის საყრდენი რეაქციები

$$F_b = \frac{q_b \cdot l}{2};$$

$$H_b = \frac{q_b \cdot l^2}{8f_b}. \quad (X.53)$$

რეაქციები, რომლებიც გადაეცემა ხისტ კონტურულ საყრდენს

$$H = \max H_j + H_b; \quad (X.54)$$

$$F_A = \max F_j + H_b.$$

H და F_A -ს მიხედვით ხდება რკინაბეტონის ან ლითონის კონტურული საყრდენის გაანგარიშება.

ანალოგიურად განისაზღვრება ზედა ბაგირში მოქმედი უდიდესი საანგარიშო გამჭიმავი ძალა დატვირთვების II შეხამების დროს (ნახ. X.36, დ); მხოლოდ აქ ზედა და ქვედა ბაგირებზე მოქმედი დატვირთვები განისაზღვრება ტოლობებით (ნახ. X.36, დ):

$$q_j^{II} = 1,2P_b + P_j^I + g_b; \quad (X.55)$$

$$q_b^{II} = 1,2P_b + P_b^I;$$

$$P_b^I = \frac{\alpha}{1+\alpha} P_j; \quad (X.56)$$

$$P_j^I = P_j - P_b^I.$$

სადაც P_b^I და P_j^I ზედა და ქვედა ბაგირებზე მოქმედი ქარის დატვირთვებია.

P_j — ქარის სიჩქარითი წნევა (კნ/მ).

F_b და H_b გამოთვლის დროს, (X.51) ფორმულებში q_j^I ნაცვლად ჩასმული უნდა იქნეს q_j^{II} .

გადახურვის სიხისტეზე გაანგარიშების დროს, ბაგიროვანი სისტემის უდიდესი ჩალუნების მიახლოებითი მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით [2]:

პარალელურად განლაგებული ბაგირების შემთხვევაში

$$\Delta f = \frac{3}{128} \frac{P_j^I}{E(A_j \cdot f_j^3 + A_b f_b^2)}; \quad (X.57)$$

რადიალურად განლაგებული ბაგირების დროს

$$\Delta f = \frac{5}{864} \frac{Pl^4}{E(d_j \cdot f_j^2 + A_b f_b^2)}, \quad (X.58)$$

სადაც P არის გადახურვაზე მოქმედი ნორმატიული დროებითი დატვირთვა.

ბაგირებში მოქმედი უდიდესი გამჭვიმავი ძალის განსაზღვრის შემდეგ მათი განიკვეთის შერჩევა ხდება ტოლობით

$$m \alpha \Delta \leq \gamma_e \Delta_{\text{ხლ}}, \quad (X.59)$$

სადაც $\gamma_e = 0,65$ არის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

$\Delta_{\text{ხლ}}$ — ბაგირის ზღვრული ძალა. მათი რიცხვითი მნიშვნელობა აიღება ტროსის ან წრიული კვეთის ლეროს მარკის მიხედვით ცხრილებიდან.

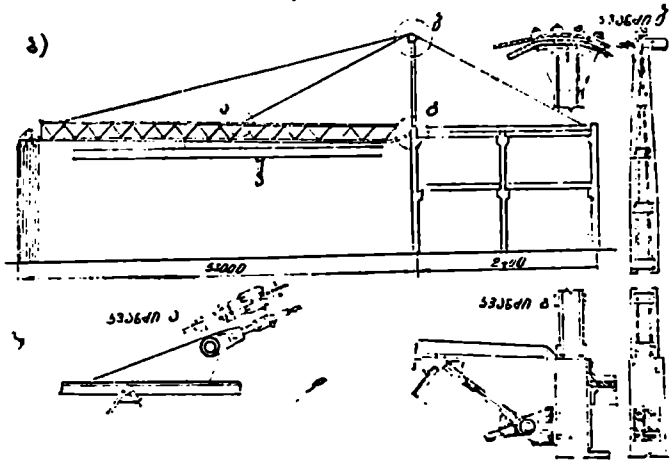
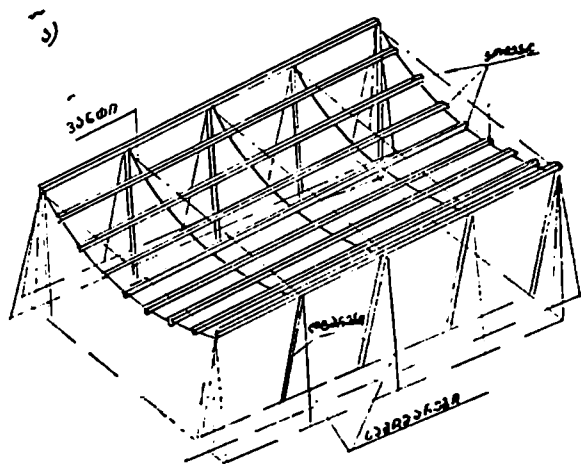
ორსართულიანი სისტემების დგარების ან საკიდების განიკვეთის შერჩევა წარმოებს ისე, როგორც გრძივ ღუნვაზე ან გაკიშვაზე მომუშავე ელემენტებისა. ამ ელემენტში მოქმედი ძალები მარტივად ისაზღვრება კვანძთა ამოკვეთის ხერხით.

5. კომბინირებული კიდული გადახურვები

ასეთი სისტემების ერთ-ერთი ვარიანტი შედგება ხისტი ლითონის ან რკინაბეტონის კოკების, ბაგირების და საყრდენი კონსტრუქციებისაგან (ნახ. X.37, ა). ბაგირებზე ლაგდება კოკები. ამ ელემენტების ძირითადი დანიშნულებაა: ა) გადასცეს ბაგირებს სახურავზე მოქმედი ყველა დატვირთვა; ბ) გაადილოს სახურავის სიხისტე; გ) შეამციროს მინიმუმამდე გადახურვის კინემატიკური და დრეკადი გადაადგილებები.

X.37 ნახაზე ნაჩვენებია კომბინირებული გადახურვის ორიგინალური სისტემა, კონსოლურ-კოკური გადახურვა. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, გადახურვის ხისტი კონსოლური კოკები ბაგირებით შეკიდულია პილონებზე. გადახურვა იმდენად ხისტია, რომ შესაძლებელია შეკიდული ამწის გამოყენება.

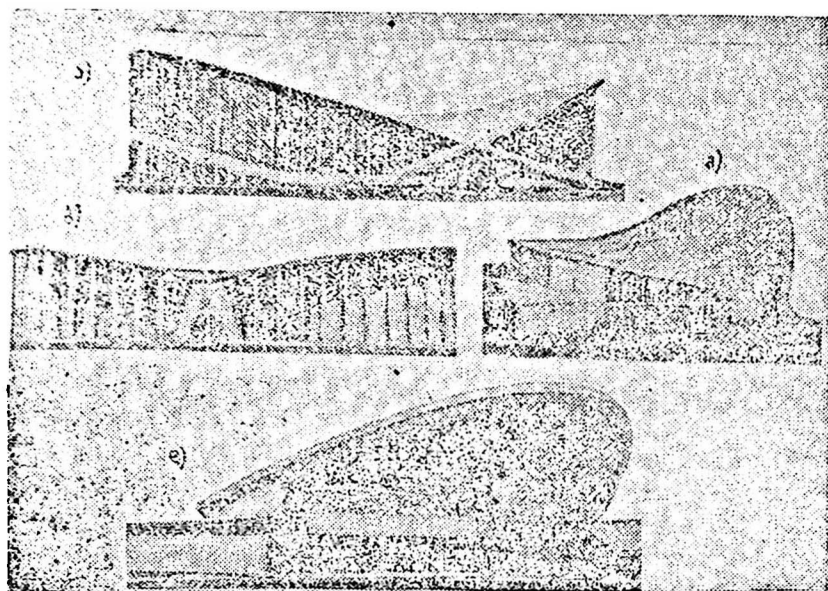
კომბინირებული სისტემების ბაგირების გაანგარიშება ძირითადად წარმოებს ისე, როგორც ეს აღწერილი იყო ერთსართულიანი სისტემის გაანგარიშების დროს. არსებობს კომბინირებული გადახურვების სხვა ძრავალი ვარიანტიც, რომლებიც განხილულია სპეციალურ ლიტერატურაში [18, 19]. ერთ-ერთი მათგანი ნაჩვენებია X.4 ნახაზზე.



ნახ. X.37 კიდული კომბინირებული გადახურვის სქეშვები:
 ა—კიდული სისტემა ზისტი კოქზბოთ; ბ—კიდული კონსოლური კოქვანა სისტემა.

წ. უნაგირისებზი გადახურვა

არქიტექტურული თვალსაზრისით ასეთი გადახურვები ხასიათდება დიდი ეფექტურობით. ამიტომ უნაგირისებზმა გადახურვებმა ფართო გავრცელება მოიპოვა საზოგადოებრივი დანიშნულების ნაგებობებში (ნახ. X.38). ჭადახურვები ძირითადად შედგება ორთოგონალურად განლაგებული ბაგირებისა და საყრდენი კონსტრუქციებისაგან.



ნახ. X.38. უნაგირისებრი კიდედი გადახურვები:

ა—რელიე-არენა ამერიკაში; ბ—ტელე-და რადიოსტუდია საარბოიუენში; გ—ესტრადის თეატრი ქ. ხარკოვი; დ—კონგრესის დარბაზი ქ. ბერლინი.

მზიდ ბაგირებს ეძლევა უარყოფითი სიმრუდე, ხოლო მომქი-მაგ ბაგირებს—დადებითი, რაც მთლიანობაში კმნის უნაგირის მსგავსი მოზაზულოხის გადახურვას. ასეთი სისტემის გადახურვებში სივრცითი სიბისტე უზრუნველყოფილია დამქიმი ბაგირების წინასწარი მოქიმით.

საყრდენი კონსტრუქციების სიბის მიხედვით არსებობს უნაგირისებრი გადახურვების მრავალი ორიგინალური ვარიანტი. ისინი აღწერილია სპეციალურ სახელქძღვანელოში [18, 19], სადაც შეიძლება მათი დეტალურად გაცნობა.

7. ბაგირების შახალა და ანკერების კონსტრუქციები

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ბაგიროვანი წამწების სარტყლებად ძირითადად გეკპარდება ფოლადის ტროსები ან არმატურის ღეროები.

რეკომენდებულია ტროსები გამოყენებულ იქნეს ფოლადის გულა-

თი დამზადებული 1 მმ-იანი დიამეტრის მოთუთიებური მავთულისაგან. ასეთი ტროსების ზღერულ (მრღვევ) გამჭინავ ძალად იიღება

$$T_s = 0,6 T. \quad (X.60)$$

სადაც T ტროსის ნამდვილი მრღვევი ძალაა. მისი რიცხვითი წნიშვნელობა, ტროსის მარკის მიხედვით, აიღება ტექნიკური ნორმების ცხრილებიდან [19].

მაღალი სიმტკიცის ტროსების დრეკადობის მოდული. ფოლადის ღეროების დრეკადობის მოდულთან შედარებით, დაბალია, რაც მის უარყოფით მხაოეს წარმოადგენს.

ტროსის დრეკადობის მოდულის გაზრდის მიზნით მას წინასწარ ჰიმავენ. წინასწარი დაჰიმვლობის ძალა აიღება 10—20%-ით მეტი ტროსის საანგარიშო ძალაზე და ამ ძალის ქვეშ ტოვებენ არანაკლებ 0,5—2 საათისა.

ერთმავტვეულიანი ტროსების დრეკადობის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა $E = 165000 \div 176000$ მპ (16500—17600 კნ/სმ²).

ტროსის მარკის მიხედვით, ტროსების დრეკადობის მოდულები მოცემულია ლითონის კონსტრუქციების ცნობარში [19].

ბავირებად ფოლადის ღეროების გამოყენებისას რეკომენდებულია პერიოდულ პოოფილის არმატურა A III ($R = 340$ მპ) ან A IV ($R = 500$ მპ) კლასის, დამზადებული 35°C; 25°C; 20×21.1) და სხვა მარკის ფოლადებისაგან. ფოლადის არმატურის ღეროების დრეკადობის მოდულის საშუალო მნიშვნელობა აიღება

$$E = 200000 \text{ მპ (20000 კნ/სმ}^2\text{)}.$$

არმატურის ღეროების ურთიერთშეერთება წარმოებს კონტაქტური შედეულებით, აბაზანური და ელექტროწილური მეთოდით.

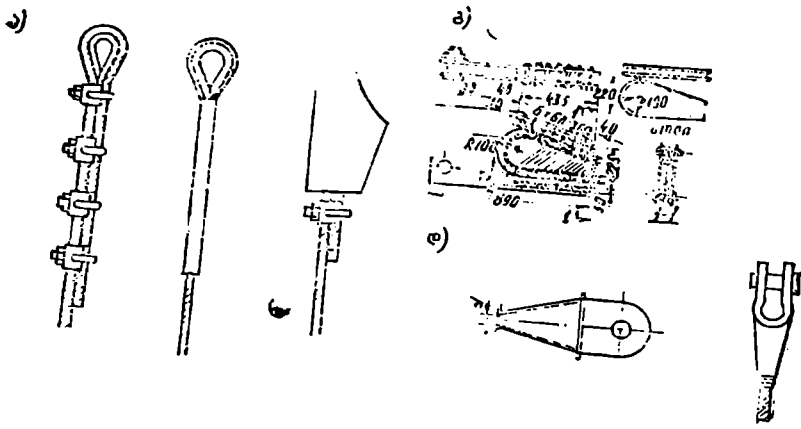
ყველა შედეულების ნაკერები უნდა შესრულდეს СНИП II-21-75-5 დანართის მოთხოვნილებითა დაცვით.

ტროსების ბოლოების ჩამაგრების კონსტრუქციები ნაჩვენებია X. 35 და X.37 ნახაზებზე.

ტროსების სამაგრი კონსტრუქციის შერჩევა წარმოებს: ნავებობის დანიშნულების, ტროსებში მოქმედი საანგარიშო ძალის, წინასწარი მოქიმვის მეთოდის, მომქიმავი მქიმინიშების სახის, კონტურული საყრდენი კოქის კონსტრუქციისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით.

ბოლოების სამაგრი კონსტრუქციების ყველაზე მარტევი სახეა ჩამაგრება მარყუით (ნახ. X.39, ა). ასეთი სამაგრის გამოყენებისას ტროსის მრღვევი ძალის მნიშვნელობა მცირდება 20—25%-ით, ამიტომ ისენი გამოიყენება არასაპასუხისმგებლო ნავებობებში.

საპასუხისმგებლო ნავებობებისათვის, როგორც წესი, სამაგრები



ნახ. X.39. ტროსების ჩაანკერების დეტალები:

ა—მარჯუელი; ბ—სოლისებრი ქურო; გ—ფურცლებისაგან შედგენილი ქურო; დ—ფოლადის კიკა ტროსის ბოლოების შენადნობის ჩასახველად.

წარმოადგენენ ფოლადის ჩამოსხმულ (ნახ. X.39, ბ) ან თხელი ფურცლებისაგან შედგენილ შედუღებულ ფოლადის კიკებს (ნახ. X.39, გ). ტროსის ბოლოების ჩამაგრება კოჭებში ხორციელდება თუთიის ფუძეზე დამზადებული შენადნობის (ЦАМ 9—1,5; ЦАМ 10—5, ГОСТ—7117—62) კიკებში ჩასხმით.

ბაგიროვანი წამწების ხისტი ელემენტები მზადდება ჩვეულებრივი ლეგირებული ფოლადებისაგან.

XI თ ა ვ ი

მრავალსართულიან შენობათა კარკასები

§ XI.1. მრავალსართულიან შენობათა კარკასების ზოგადი დახასიათება და მათი სახეები

მრავალსართულიანი შენობები ქალაქის ანსამბლს აძლევს არქიტექტურულ ელფერს, რომლებშიც განლაგებენ მსხვილ ადმინისტრაციულ კომუნალურ წარმოებებს, სასწავლო დაწესებულებებს და ა. შ.

მრავალსართულიან შენობებში რაციონალურია მკაფიოდ განუცალკევოთ მზიდი და შემომფარველი კონსტრუქციები. მზიდი კონსტრუქციების ფუნქციებს ასრულებს კარკასი, რომელიც შეიძლება იყოს ფოლადის, რკინაბეტონის ან შერეული სახის (ქვედა სართულების სვეტები —

ფოლადისაგან, ზედა სართულებისა—რკინაბეტონისაგან). შემომფარგველელ კონსტრუქციითა ფუნქციებს, ჩვეულებრივ, ასრულებს კედლის მსუბუქი პანელები ეფექტური თბოსაზოლაციო მასალებით.

ფოლადის კარკასის ხანძრისა და კოროზიისაგან დაცვის მიზნით, კარკასის ელემენტებს აბეტონებენ და შემდეგ მოაპირკეთებენ კერამიკული ბლოკებით, სპეციალური ფილებით და ფარავენ დამცველი შენადნობებით.

კარკასის მასალასა და კონსტრუქციულ სქემას ირჩევენ ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე, მშენებლობის კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით. სართულიანობის ზრდასთან ერთად იზრდება ფოლადის კარკასის გამოყენების ეფექტურობაც.

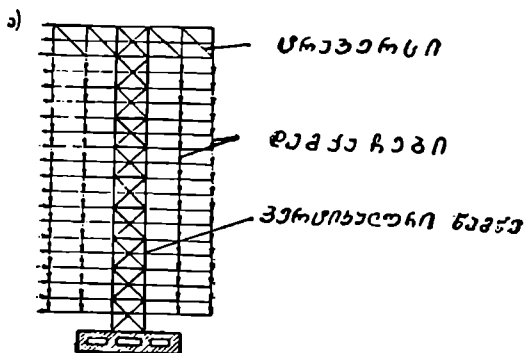
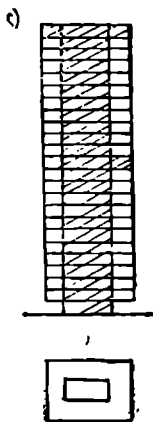
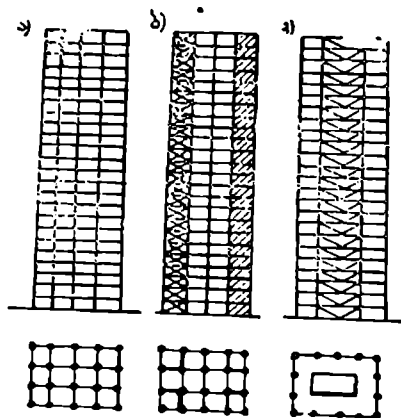
ჯცხოეთისა და სამაშულო მშენებლობის პრაქტიკაში გამოიყენება მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასების სხვადასხვა კონსტრუქციული სქემები. მაგალითად: ჩაჩისებოი, დიაფრაგმებიან-კარკასული, კარკასულ-ტანისებრი სისტემები და სხვა.

ჩარჩოსებრ-კარკასული (ჩარჩოსებრი) სქემა (ნახ. XI.1, ა) ხასიათდება იმით, რომ ყველა ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დატვირთვის ღებულობს თავის თავზე მრავალმართიანი მრავალმალისანი ხისტკვანძოვანი ჩარჩოსებრი კარკასი. ამგვარი სქემა რაციონალურია შენობის შედარებით მცირე რაოდენობის სართულების დროს.

სიხისტის დიაფრაგმებიანი კარკასული ანუ კავშირებიანი სქემისათვის (ნახ. XI.1, ბ) დამახასიათებელია კარკასის ელემენტებს შორის ცალკეულ ადგილებში მთლიანი ან გამჭოლი დიაფრაგმების მოწყობა; შათ უნარი აქვთ თავიანთ სიბრტყეში გაუჭიონ წინააღმდეგობა ჰორიზონტალური დატვირთვებისაგან გამოწვეულ ღუნებასა და ძვრას. ფოლადის გამჭოლი დიაფრაგმები კეთდება ფოლადის გისოსების (წამწეების) სახით, მთლიანები კი—რკინაბეტონის კედლების სახით. დიაფრაგმების არსებობა საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნეს კარკასის კვანძებში სახსროვანი შეერთებანი, რაც ანარტივებს კარკასის კონსტრუქციასა და მონტაჟს. დიაფრაგმებს ათავსებენ შიგა და ტორსული კედლების სიბრტყეებში.

კარკასულ-ტანისებრი სქემა (ნახ. XI.1, გ) ხასიათდება იმით, რომ ბრტყელი დიაფრაგმები (კავშირები) თავმოყრილია სივრცულ საყრდენში—ტანში, რომელიც უფრო მალალი სიხისტისაა, ვიდრე ცალკეული დიაფრაგმები და, ამდენად, გააჩნია უნარი გაუძლოს უფრო დიდ ჰორიზონტალურ დატვირთვებს. ტანი ღებულობს არა მარტო ჰორიზონტალურ დატვირთვებს, არამედ ვერტიკალური დატვირთვების ნაწილსაც. გამჭოლი ტანის კედლები კეთდება ფოლადისაგან თუ მთლიანია—რკინაბეტონისაგან. კარკასულ-ტანისებრ სქემაში დაშვებულია სვეტებისა და კოჭების სახსრული შეერთება, გრძივ შენობებში შესაძლებელია ორი ან მეტი ტანის დაყენება.

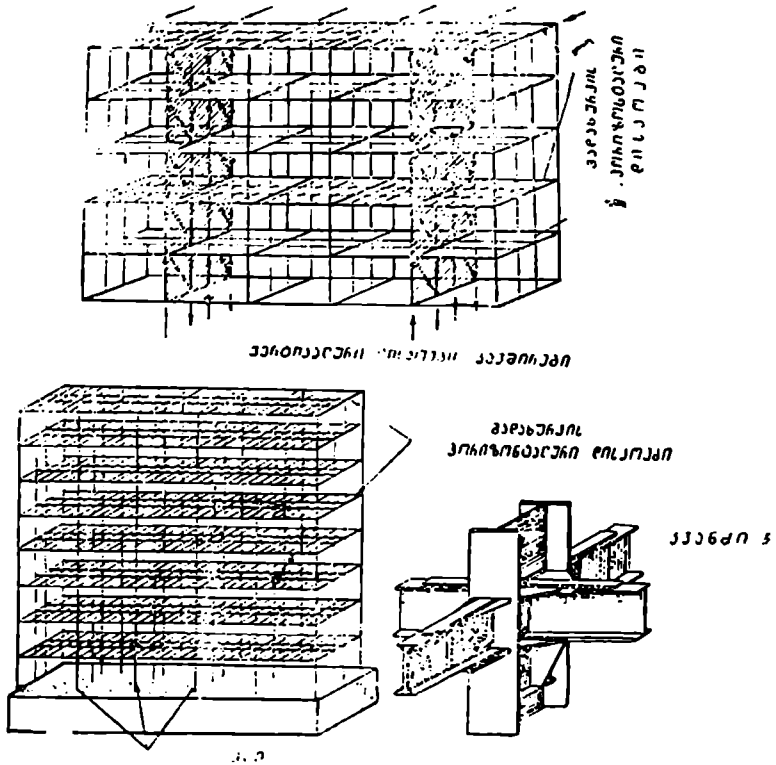
ტანისებრი სისტემა (ნახ. XI.1 დ, ე) ხასიათდება იმით, რომ ყველ ჰორიზონტალურსა და ვერტიკალურ დატვირთვას ლებულობს მხოლოდ ტანის კონსტრუქციები. ასეთი სქემა საშუალებას იძლევა გავათავისუფლოთ ქვედა სართული გარე და შუალედი საყრდენებისაგან, შევამციროთ საძირკველთა ამოყვანის სამუშაოთა მოცულობა, ავამაღლოთ შენობის საამორტიზაციო უნარი სეისმური დატვირთვების მიმართ. განას-



ნახ. XI.1. წალციე შენობების შეთანწყობის სქემები:

ა—ჩარჩოსებრ-კარკასული (ჩარჩოსებრი); ბ—კარკასული; სიხისტის დიაფრაგმებით (ჩარჩოსებრ-კავშირიანი); გ—კარკასულ-ტანისებრი; დ—ტანისებრი მთლიანკედლიანი; ე—ტანისებრი გაშქოლკედლიანი ვერტიკალური წამწის სახით შეკიდული გადახურვებით.

ხვაეებენ ტანისგბრი სისტემის ორ ნაირსახეობას: კონსოლური გადახურვებითა და შეკიდული სართულებით. პირველ შემთხვევაში გადახურვები სისტადაა ჩამაგრებული ტანის კედლებში, რაც მოიხზოვს კონსოლური კოჭების განივკვეთის დიდ სიმაღლეს და გვაკარგვინებს სართულების სასარგებლო სიმაღლეს; სეორე შემთხვევაში—გადახურვები თავისუფლად ეყრდნობა ტანს და, გაადა აპისა, ვათ იკერს ტანი სუჲდა და შუალედ ნაწილებზე ჩამაგრებული საკიდრები. რომ გავზარდოთ შენობის



ნახ. XI.2. ფოლადის კარკასის სქემები: ა—კარკასულკავშირებიანი ვერტიკალური წამწეების სახით; ბ—ჩარჩოსებრი სისტემა.

განივი სიხისტე, საკიდრები შეიძლება ჩავამაგროთ სიძირკველში; შევქმნით რა მათში წინასწარ დაძაბულობას, ჩავრთავთ მათ პორიზონტალურ დატვირთვაზე მუშაობაში.

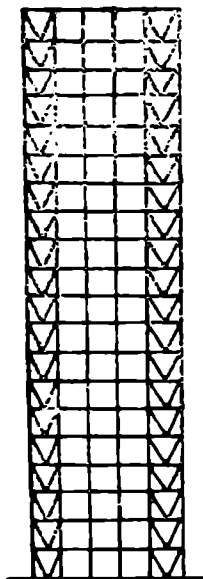
საძირკველს ჩვეულებრივ აპროექტებენ მთლიანი რკინაბეტონის სკელი ფილის სახით (ნახ. XI.2), რომელსაც გააჩნია უნარი საძირკველ-30. გ. მსხილაძე, ო. ფაღვი

ზე მოდებული არათანაბრად მოქმედი დატვირთვები გადაანაწილოს ნაგებობის ფუჯის მთელ ფართობზე.

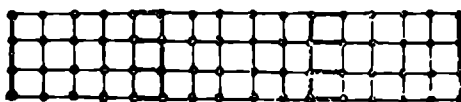
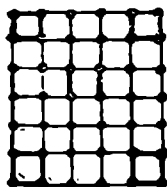
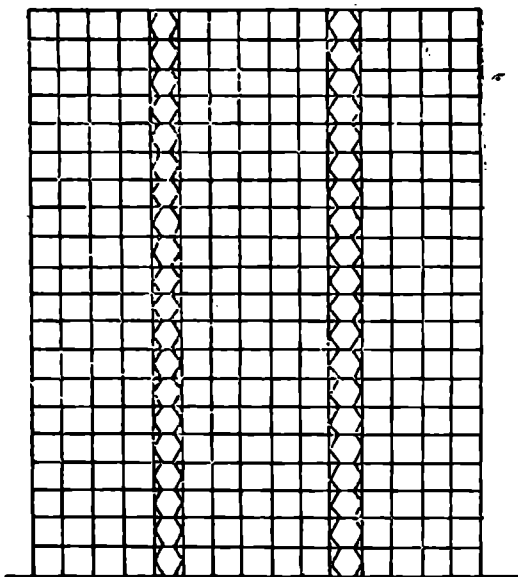
ცნობილია მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასების მთელი რიგი სხვა კონსტრუქციული სქემები, მაგალითად, კოლოფური (გარსული) სქემა, როთელშიაც ყველა პორიზონტალური დატვირთვა მიიღება მხოლოდ გარე კედლის კოლოფით, უკანასკნელი ხისტ სივრცულ გისოსს წარმოადგენს. მისი ტანი და შიგა საყრდენები მუშაობენ მხოლოდ ვერტიკალურ დატვირთვებზე [20, 22].

ა)

ბ)



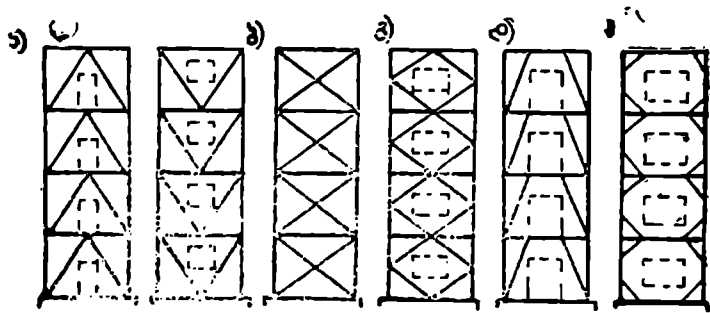
კ



ნ.ხ. XI.3. სექციების დაკვალვი და კვეშირთაშგანლაგება] კვეშირიან კარკასში:
 ა—შენობის კვადრატული გეგმა; ბ—შენობის მართკუთხა გეგმა.

ფოლადისკარკასიან შრავალსართულიან შენობათა მშენებლობის სამამულო პრაქტიკაში უპირატესი გავრცელება ზოიპოვა: კარკასულმა, სიხისტის დიფერაგმებიანმა (კავშირიანმა) და ჩარჩოსებრ-კარკასულმა (ჩარჩოსებრმა) სქემებმა [2].

კავშირიან კარკასებში (ნახ. XI.3) საძირკველში ჩამავრებული ვერტიკალურკავშირებიანი წამწები განლაგებულია როგორც გრძივი, ისე განივი მიმართულებით, შესაძლებლობისდაგვირად სიმეტრიულად შენობის ძირითადი ღერძების მიმართ. წინააღმდეგ შემთხვევაში ქარისმიერო დატვირთვები შენობას დაგრებს და გამოიწვევს კავშირებში დამატებით ძალებს. გეგმაში წაგრძელებული ფორმის მქონე შენობებში (ნახ. XI.3, ბ) განივი მიმართულებით განლაგებული კავშირები იღებენ უფრო დიდ



ნახ. XI.4. ვერტიკალური კავშირების კონსტრუქციული სქემები:
 ა—ნახევრადრიბანული გისოსი; ბ—ჯვარედინი გისოსი; გ—რომბისებრი;
 დ—არასრული კავშირები.

ქარისმიერ დატვირთვას და მათ უფრო მეტი აჩსებითი მნიშვნელობა აქვთ შენობის სიხისტის უზრუნველყოფისთვის, ვიდრე გრძივი მიმართულების კავშირებს.

წამწები ჩვეულებრივად შენობის მთელ სიმაღლეზე ეწყობა. ზოგიერთ შემთხვევაში საჭირო ხდება კავშირების გადატანა მეზობელ პანელში; მაშინ ქველა კავშირები უნდა გადასცილდნენ ზედა კავშირებს ერთი სართულის სიმაღლეზე.

ვერტიკალურკავშირიან წამწებს შეიძლება მქონდეს გისოსთა სხვადასხვა სისტემები. ყველაზე მეტად გავრცელდა ნახევრადრიბანული გისოსი (ნახ. XI.4, ა), რომელიც საშუალებას იძლევა კავშირიან პანელებში მოეწყოს კარ-ფანჯარების ღიობები. ყველაზე ხისტია ჯვარედინი გისოსი (ნახ. XI.4, ბ). მაგრამ იგი შესაძლებელია გამოვიყენოთ მხოლოდ ყრუ პანელებში. ცალკეულ შემთხვევაში გამოიყენება რომბისებრი და არასრული კავშირები (ნახ. XI.4 გ, დ).

ვერტიკალური კავშირების გარდა, კავშირიან კარკასებში აუცილებელია მოეწვოს, რამდენიმე სართულის გამოტოვებით, ჰორიზონტალური დისკოები: ისინი წარმოადგენენ გადახურვის დამონოლითებულ რკინაბეტონის ფილებს, ზოგჯერ ჰორიზონტალური კავშირების დამატებითი სისტემებით. ჰორიზონტალური დისკოები საჭიროა ქარისმიერი დატვირთვის გადასანაწილებლად ვერტიკალურ კავშირებს შორის და შენობის კარკასის საერთო სიხისტის უზრუნველსაყოფად (ნახ. XI.2).

ჩარჩოსებრ სქემაში (ნახ. XI.1, ა) ქარისმიერ დატვირთვით მიღებას და მთლიანად კარკასის სიხისტეს უზრუნველყოფს კოჭების ხისტი შეერთება სვეტებსა და ჰორიზონტალურ დისკოებთან, რომლებიც იავე ფუნქციებს ასოულებენ, რასაც კავშირიან კარკასებში.

ბაღლივი შენობის კარკასის შეთანწყობის დროს არსებითი მნიშვნელობა აქვს სვეტების განლაგებას გეგმაში. სვეტებს შორის მანძილი გეგმაში განსაზღვრავს კარკასის ფოლადის ხარჯს. სვეტთა ბიჯის გადიდებისას მცირდება სვეტთა საერთო მასა, ხოლო კოჭების მასა იზრდება; სვეტის ბიჯის შემცირებისას—პირიქით. ამოიყვან. არსებობს სვეტების ოპტიმალური ბიჯი, რომლის დროს კარკასის ფოლადის საერთო ხარჯვა მინიმალური გამოდის. ოპტიმალური ბიჯი დამოკიდებულია შენობის სიმაღლეზე. იგი მცირდება შენობის სიმაღლის შემცირებასთან ერთად. მაგალითად, 30—40-სართულიან ბაღლივ შენობებში სვეტთა ოპტიმალური ბიჯი 4—6 მ-ის ფარგლებშია. ბრჭიტეჭტურულ-გეგმარებითი მოსაზრებით სვეტთა ბიჯს ხშირად ოპტიმალურზე მეტს იღებენ, ადიდებენ მას 9—12 მეტრამდეც კი.

გეგმაში სვეტთა ბადის დაკვალვისას (ნახ. XI.3), ბიჯის ოპტიმალობის მოთხოვნილებებთან ერთად, საჭიროა ვეცადოთ, რომ ბადემ გეგმაში შექმნას სტანდარტული უჯრედები, ან სვეტთა შორის მანძილი ემორჩილებოდეს ერთიან მოდულს. ამ შემთხვევაში შეიძლება მიღწეულ იქნეს კარკასის როგორც მზიდი, ისე შემომთარგვლელი ყველა ელემენტის მაქსიმალური ტიპიზაცია.

§ XI.2. მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასების კონსტრუქციული ელემენტები

მრავალსართულიან შენობათა კარკასის ძირითადი ელემენტებია სვეტები და კოჭები (რიგელები).

მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასებში ფართოდ გავრცელებულია ორტესებრი კვეთის შედუღებული სვეტები (ნახ. XI.5, ა) სქელი თაროებითა და კედლით (40—60 მმ). ასეთი სვეტები ტექნოლოგიურად ადვილად დასამზადებელია და მოსახერხებელია კოჭებთან მიერთების დროს.

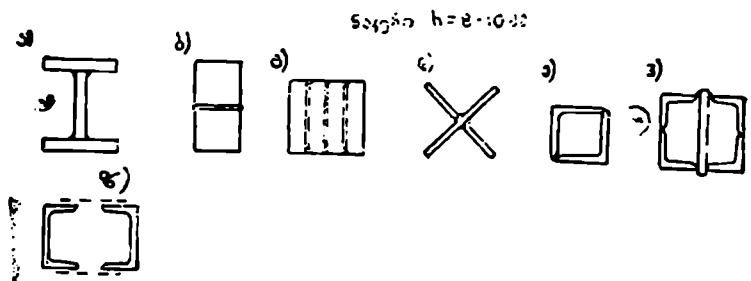
დიდი დატვირთვებისას (ქვედა სართულები) და სვეტების მცირე

თავისუფალი სივრცის დროს, სართულის საზღვრებში რაციონალურია დაგეგმარდეს მთლიანი (კვადრატული ან მართკუთხა) კვეთი, შედგენილი გრძივი შემკვერელი ნაკერით (ნახ. XI.5, ბ) შეერთებული სქელი ფურცლების პაკეტისაგან (40—60 მმ) (ნახ. XI.5, ბ, გ).

ორივე მიმართულებით თანაბრადმდგრავია და დანაბრებისთვის მარტივი ჯვრისებოი კვეთის სვეტები (ნახ. XI.5, დ), მაგრამ, კოჭების ანგვარი კვეთის სვეტებთან ჩანაგრების სირთულის გამო. მხოლოდ ვერ მოიპოვეს ფართო გავრცელება მშენებლობაში.

მცირე ძალების მქონე სვეტებისათვის იყენებენ კუთხოვანების ან შევლერებისაგან შედგენილ კვეთებს (ნახ. XI.5, ე, ვ, ზ).

სვეტების შეპირაპირება ხდება ტორსების დადარებით და მოსაკიში კანკიკებით, რაც უზრუნველყოფს მონტაჟის სიმარტივესა და სისწრა-



ნახ. XI.5. სვეტოი კვეთების ტიპები.

ფეს. სვეტების შეპირაპირება ხდება სიმალღებზე, ჩვეულებრივად, ყოველი ორი სართულის გამოტოვებით. პირაპირები უნდა მოთავსდეს სართულშუა გადახურვიდან 0,5—1 მ-ით მაღლა. თუ შესაძლებელია პირაპირებში გამჭიცი ძალების წარმოშობა, პირაპირი ზესადებით უნდა გადაიხუროს (ნახ. XI.6).

სვეტის ქუსლს (ბაზას), ისევე როგორც პირაპირებს, აპროექტებენ დადარული ტორსებით. სვეტის დადარული ტორსი გადასცემს დაწოლას გაანდულ საყრდენ ფილას. კავშირთან კარკასების სვეტების ქუსლებში (ბაზებში) მომენტის საძირკველზე გადასაცემად აწყობენ ტრავერსებს და სპეციალურ საანკერო კანკიკებს [2].

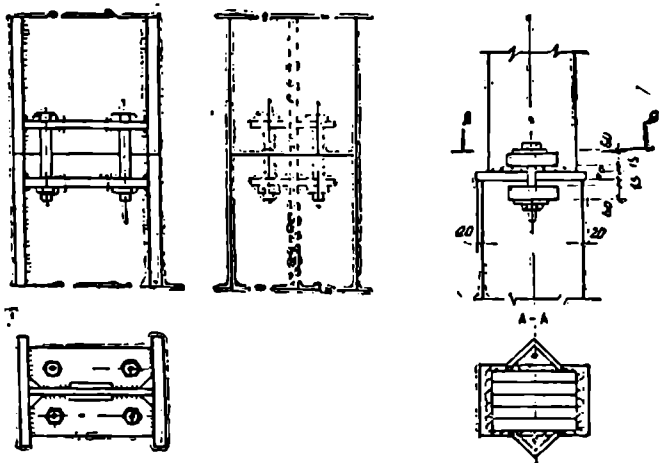
მრავალსართულიან შენობათა გადახურვის კოჭები გეგმაში ქმნიან კოჭოვან უჯრედებს, რომელთა შეთანწყობის საფუძვლები მოცემულია VI თავში.

სვეტების ღერძების მიმართულებით განლაგებული კოჭები ჩარჩოსებრ კარკასებში (ისინი ჩარჩოს რიკვლებს წარმოადგენენ) მუშაობენ არა მარტო ვერტიკალური, არამედ კორიზონტალური დატვირთვებისა-

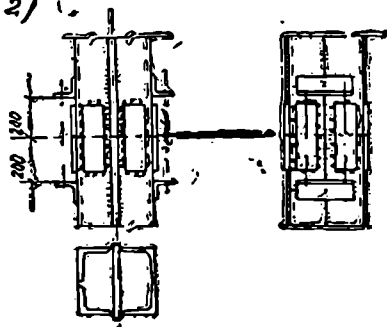
გან წარმოშობილ მომენტებზე; კავშირთან კარკასებში ეს კოქები მუშაობს ჩვეულებრივად მხოლოდ ვერტიკალურ დატვირთვაზე. კოქებს აპროექტებენ ორტესებრი კვეთის—გაგლინულს ან შედგენილს. სართულ. შუა გადახურვის სამშენებლო სიმაღლე მიიღება 350—400 მმ-ის ფარგლებში, ამიტომ ხშირად იქმნება საპროექტდეს მცირე სიმაღლის მძლავრი შენადული კოქები. კოქების სიმაღლე აიღება მალის $1/10—1/18$ ფარგლებში.

ზრავისართულიან შენობებში კოქები ყოველთვის უერთდება სვეტებს გვერდიდან. კარკასის კონსტრუქციისა და კოქების მუშაობის ხა-

1)



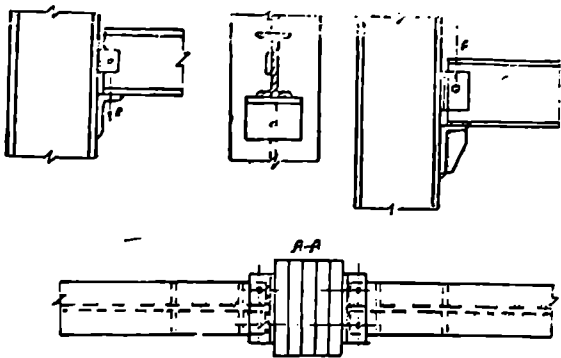
2)



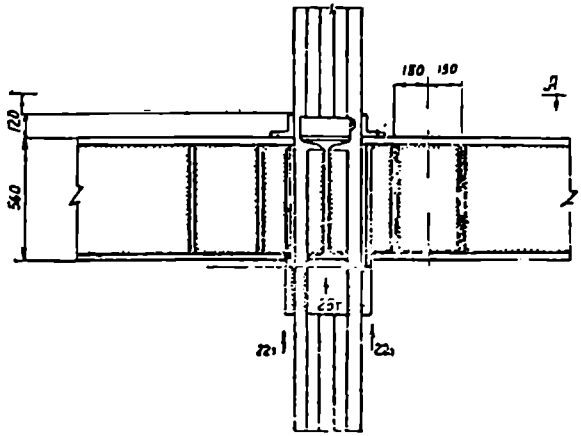
ნახ. XI.6. სვეტების პირაპირები:

1—პირაპირი შიდაკიმი კანკიებით; 2—პირაპირი ზესაღებთ.

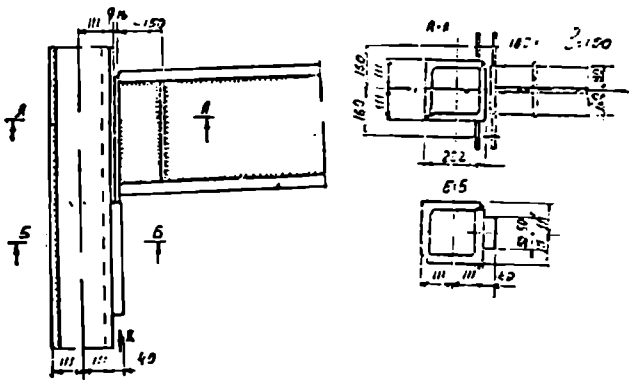
კ)



ბ)



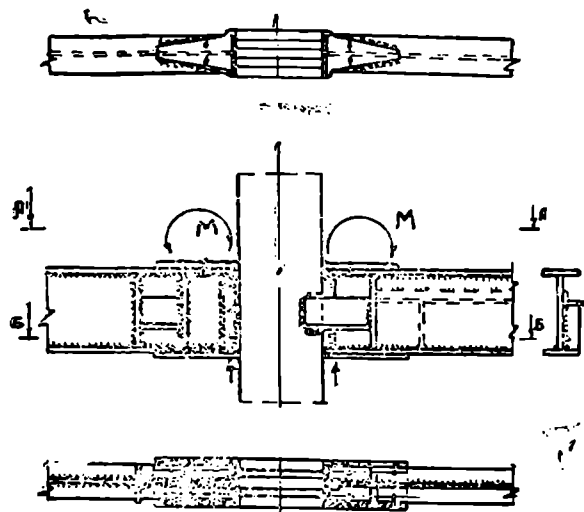
ა)



ნახ. XI.7. კოცების სვეტებთან თავისუფლად შერულლება: ა, ბ, გ—შერულლების ტიპები.

სიათიდან გამომდინარე, მათი შეუღლება სვეტებთან შეიძლება იყოს სახსროვანი ან ხისტი. კავშირიან კარკასებში ჩვეულებრივად იყენებენ კოჭების სვეტებთან სახსროვან შეუღლებას, ამავე დროს თვლიან, რომ კოჭები გადასცემენ სვეტს ვერტიკალურ რეაქციას. სახსროვანად მიმაგრებისას საყრდენი რეაქცია გადაეცემა კუთხოვანისაგან ან სქელი ფურცლისაგან გაკეთებულ სამონტაჟო მაგიდას და კოჭი მაგრდება საპროექტო მდგომარეობაში დასაყენებელი ჭანჭიკებით (ნახ. XI.7).

ჩარჩოსებრ კარკასებში ეწყობა კოჭების სვეტებთან ხისტი შეუღლება, რის შედეგადაც კოჭები გადასცემენ სვეტებს ვერტიკალურ რეაქ-



ნახ XI.8. კოჭის სვეტთან ხისტი შეუღლების ერთი ვარიანტი.

ციებსა და მომენტს. ვერტიკალური რეაქცია გადაეცემა სვეტზე მინაღულდ ვერტიკალური წიბოს მეშვეობით. საყრდენი მომენტი გადაეცემა პორიზონტალური ზესადების მეშვეობით, რომლებიც მონტაჟის დროს მიედლეება პირაპირა ნაკერებით სვეტებს და ფლანგური ნაკერებით—კოჭის თაროებს (ნახ. XI.8). XI.8 ნახაზზე მოცემულია ხისტი შეუღლების ერთი ვარიანტი.

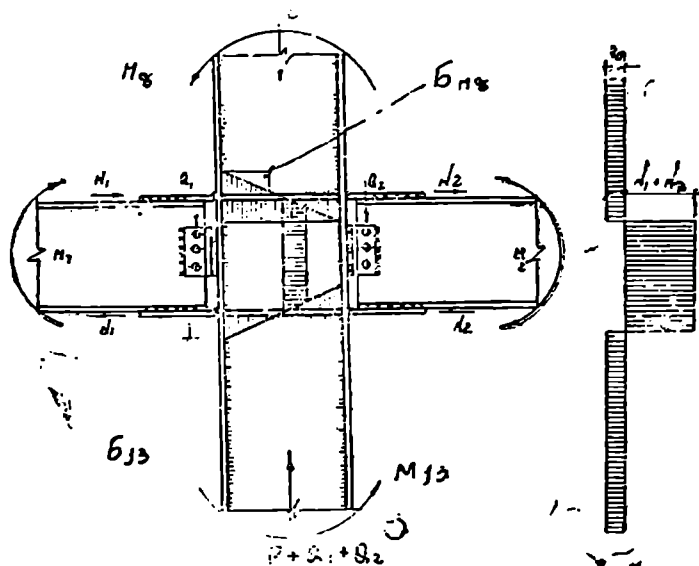
ორტესებრკვეთიანი სვეტების კედლებში, კოჭების ხისტი მიერთების აღვილებში წარმოიშობა რთული დაძაბული მდგომარეობა. მღუნავი მომენტები კოჭიდან სვეტს გადაეცემა პორიზონტალური ზესადების საშუალებით N_1 და N_2 ძალების სახით და მიიღება სვეტების დიაფრაგმებით (ნახ. XI.9).

პორიზონტალური ძალებისაგან სვეტის კედელში წარმოიშობა მხე-
ბი დაბევბი. სვეტების ამავე კვეთებში წარმოიშობა ნორმალური დაბვე-
ბი, გამოწვეული ჩაუჩოს მოწენ ტეხბასავან და გრძივი P ძალისაგან. დაყვა-
ნლი დაბვები

$$\sigma_{\text{ყვ}} = \sqrt{(\sigma_x + \sigma_M)^2 + \tau^2} \leq R_{\text{ყვ}}, \quad (\text{XI.1})$$

სადაც σ_x — დაბვებია სვეტში, გამოწვეული გრძივი P ძალისაგან;

σ_M — დაბვები სვეტის კედელში, გამოწვეული M_x ან M_y მღუნა-
ვი მომენტისაგან.



ნახ. XI.9 დაბებული მდგომარეობა სვეტის კვეთში კოქის ხსტად მიერთებისას.

მხები დაბევა სვეტის კედელში

$$\tau = \frac{Q - (N_1 + N_2)}{A_{\text{კვ}}}, \quad (\text{XI.2})$$

სადაც Q — განივი ძალა სვეტში;

$A_{\text{კვ}}$ — სვეტის კედლის განივევეთას ფარაობი.

კავშირებს (კავშირიან კაუკასებში) აგეგმარებენ როგორც წამ-
წეებს, რომლებშიაც სარტყლების ოღოს ასრულებს სვეტები, დგარებ-
სას—გადახურვის კოქები და დამატებით აყენებენ ირიბანებს, რომლებ-
საც ამაგრებენ სვეტებთან და კოქებთან საკვანძო ფურცლებით (ფასო-
ნურებით) [2].

§ XI.3. მრავალსართულიანი შენობების ფოლადის კარკასის
გაანგარიშების თავისებურებანი

მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასს ანგარიშობენ მზიდუნარიანობასა და სიხისტეზე. მზიდუნარიანობას ამოწმებენ ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ დატვირთვითა ერთდროული მოქმედებებისას; კარკასის სიხისტეს კი ამოწმებენ ჰორიზონტალური დატვირთვის—ქარის მოქმედებისას; ამ დროს გულისხმობენ, რომ ქარის მთლიან დატვირთვას კარკასი იღებს იმ სიხისტის გათვალისწინების გარეშე, რომელსაც ანიჭებს შენობას შიგა კედლები და შემომფარგვლელი კონსტრუქციები.

სიხისტის შემოწმება ხდება კარკასის ჩაღუნვის განსაზღვრით, რომელიც არ უნდა აღემატებოდეს სიმაღლია $1/500$. ასეთი შემოწმება პირობით ხასიათს ატარებს, მაგრამ იგი უზრუნველყოფს შენობას გადამეტებული რბევებისაგან ქარიშხლის მოქმედებისას და აგრეთვე კედლების შეგვებისა და შიგა მოპირკეთების უვნებლობას—ბზირების გაჩენისაგან.

სტატიკურად გაანგარიშების დროს კარკასს რთულ სივრცულ სისტემას ანაწევრებენ ცალკეულ ბრტყელ სისტემებად, მაგრამ ძალებს მათ შორის ანაწილებენ კარკასის სივრცული მუშაობიდან გამომდინარე.

კავშირიან კარკასებში კოჭები თავისუფლად შეუღლებული სვეტებთან, ამიტომ ძალებს ჩარჩოს ელემენტებში (კოჭებსა და სვეტებში) ვერტიკალური დატვირთვების მოქმედებისას განსაზღვრავენ ისე, როგორც სტატიკურად რკვევად სისტემებში.

კოჭები იანგარიშება როგორც ერთმალიანები, მუდმივი და დროებითი დატვირთვებით (ნახ. XI.10, ა). სვეტები იანგარიშება ცენტრალურ კუჩქაზე, მათი სრული დატვირთვისას მუდმივი და დროებითი დატვირთვებით (ნახ. XI.10, ბ). გარდა ამისა, მათ დამატებით ამოწმებენ გრძივი N ძალისა (მთლიანი მუდმივი დატვირთვისა და ცალმხრივი დროებითი დატვირთვის მოქმედებით გამოწვეული) და მღუნავი M მომენტის ერთობლივ მოქმედებაზე (ნახ. XI.10, ა, გ), როგორც შეკუმშულ-გაღუნულ ლეროს.

კვანძში მოქმედი მომენტი განიანზღვრება ფორმულით

$$M = P_2 a_2 - P_1 a_1, \quad (XI.3)$$

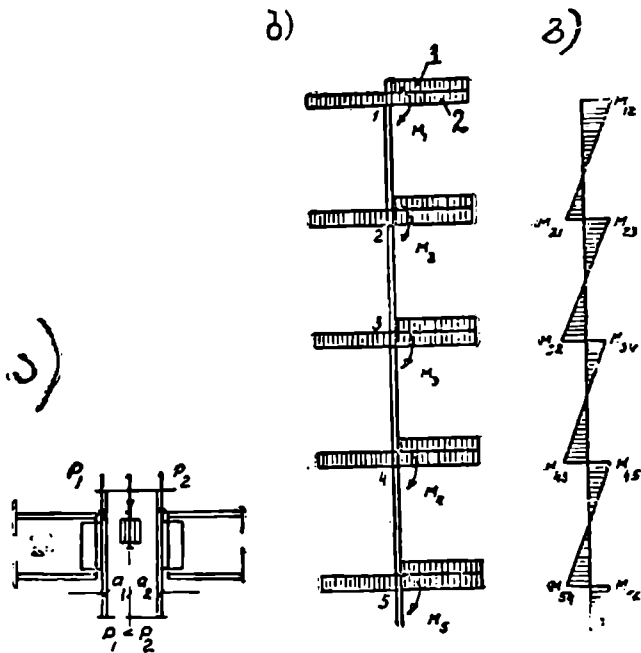
სადაც P_1 და P_2 — მარცხენა და მარჯვენა კოჭების რეაქციებია;

a_1 და a_2 — მანძილები სვეტის ღერძიდან მარცხენა და მარჯვენა რეაქციათა მოდების წერტილებამდე (ნახ. XI.10, ბ).

სვეტში საანგარიშო მღუნავი მომენტების განსაზღვრისას იგი შეიძლება ჩავთვალოთ უკრ კოჭად, რომელსაც საყრდენებზე მოდებული აქვს $M_1, M_2 \dots M_n$ მომენტები (ნახ. XI.10, ა).

ჰორიზონტალური (ქარისმიერი) დატვირთვა კავშირიან კარკასებში გადაეცემა ვერტიკალურ კავშირებს და ნაწილდება მათი სიხისტის პარპორციულად. გისოსოვანი კავშირების სისტემებს, რომლებიც დამოუკიდებელ წამწებს წარმოადგენს, ანგარიშობენ როგორც კონსოლურ, საძირკველში ჩამაგრებულ წამწებს სტატიკის ჩვეულებრივი მეთოდებით.

ჩარჩოსებრ კარკასებში კოჭები ხისტადაა შეუღლებული სვეტებთან. სივრცული კარკასი გაანგარიშებისას დანაწევრდება ცალკეულ ბრტყელ მრავალმალაიან მრავალსართულიან ჩარჩოებად. ჩარჩოებს ანგარიშობენ.

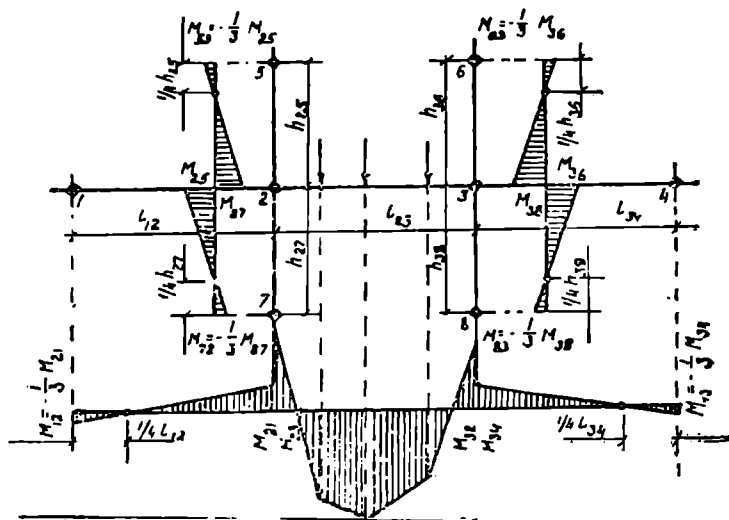


ნახ. XI-10, ა, ბ, გ — კოჭებისა და სვეტების გაანგარიშება ვერტიკალურ დატვირთვაზე კოჭების და სვეტების თავისუფლად შეუღლებულის დროს:

1 — დროებითი დატვირთვა; 2 — მუდმივი დატვირთვა.

როგორც მრავალგზის სტატიკურად ურკვევ სისტემებს სამშენებლო მექანიკის მეთოდების გამოყენებით. ჩარჩოს სტატიკური გაანგარიშებისას საზღვრავენ მღუნაე M მომენტებს კოჭებსა (რიგელებში) და სვეტებში და გრძიე N ძალებს — სვეტებში. ამ უკანასკნელს საზღვრავენ ჩვეულებრივი ხერხით. მაქსიმალური გრძივი ძალა მიიღება სვეტში მისი სრული დატვირთვისას მუდმივი და დროებითი დატვირთვებით.

ვერტიკალური დატვირთვებით გამოწვეული მლუნავი მომენტები განისაზღვრება ჩარჩოს ელემენტებში (რიგელებსა და სვეტებში) შემდეგი მიახლოებითი მეთოდით: ჩარჩოდან გამოყოფენ გასაანგარიშებელ ელემენტს და მასთან მომიჯნავე ყველა ღეროს (ნახ. XI.11). პირობითად მიიღება, რომ ერთი შალის დატვირთვისას ძალები წარმოიჭმნება მხოლოდ ამ შალის მომიჯნავე ღეროებში (რიგელებსა და სვეტებში) და რომ მომიჯნავე ღეროებში ფოკუსური მანძილები იმყოფება ღეროს $1/4$ სიგრძეზე. გამოყოფილ ელემენტს აქვს ორი უცნობი M_{23} და M_{33} (საყრდენი მომენტები დატვირთულ რიგელთან), რომლებ-



ნახ. XI.11. ჩარჩოს საანგარიშო სქემა ვერტიკალური დატვირთვების შემთხვევაში. მლუნავი მომენტების ეპიურა.

იც შეიძლება განესაზღვროთ ღებორმაციათა (გადაადგილების) მეთოდით. გვეცოდინება რა მომენტები M_{23} (მარცხენა საყრდენზე) და M_{32} (მარჯვენა საყრდენზე), შეგვიძლია ვიპოვოთ მლუნავი მომენტები მომიჯნავე ღეროებში M_{23} და M_{32} მომენტების (შებრუნებული ნიშნით) მომიჯნავე დაუტვირთავ ღეროებზე განაწილების გზით მათი გრძივი სიხისტეების პროპორციულად.

მლუნავი მომენტები (მათ შორის M_{23} და M_{32}) ჩარჩოს რიგელში შეიძლება განისაზღვროს როგორც უკრ მრავალშაღიან კოქში, ცნობარში მოცემული ცხრილების გამოყენებით.

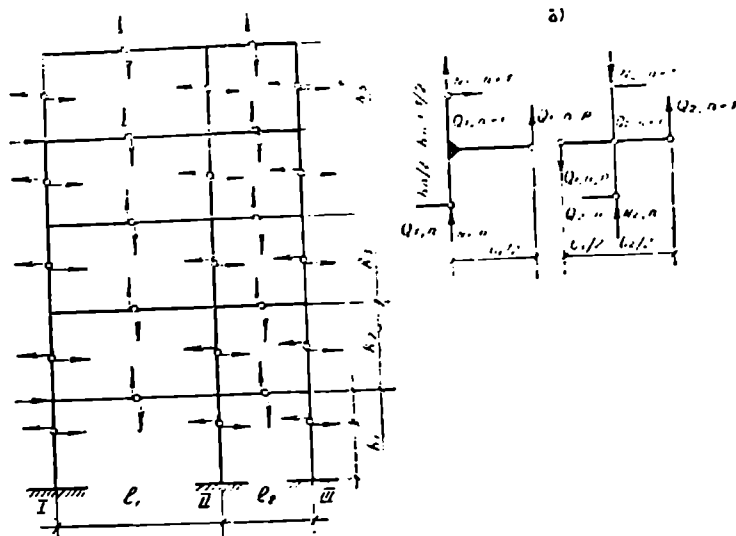
ქარისმიერი დატვირთვით გამოწვეული მლუნავი მომენტები ჩარ-

ჩოს ელემენტებში აგრეთვე შეიძლება განისაზღვროს მიახლოებითი მეთოდებითაუ.

ჭავრცელებულია მეთოდი, რომლის დროს ჩარჩო მიიღება სტატიკურად რკვევად სისტემად თითოეული პართულის ფარგლებში კოქების მალეზს შუა და სვეტების შუა სიმძლევზე სახსართა განლაგების შედეგად (ნახ. XI.12, ა). სახსრებში მოღებულია განივი ძალები, რომლებიც შეიძლება განისაზღვროს ჩ.ჩრჩოდან კვანძების ამოკრით (ნახ. XI.12, ბ). მლუნავი მომენტების მნიშვნელობას განსაზღვრავენ სახსარში ნოღებულ განივი ძალისა და შესაბამისი მხარის ნამოავლით.

ზუსტი განგაჩრისშება მიიღება ეგმ (ელექტროგამომთვლელი მანქანების) გამოყენებით.

საანგარისშო მლუნავი მომენტები ჩარჩოს ელემენტებში მიიღება



ნახ. XI.12. ა, ბ -- ჩარჩოს საანგარისშო სეშა პორიზონტალურ დატვირთვებზე.

ვერტიკალური და ქარისმიერი დატვირთვებისაგან გამოწვეული მლუნავი მომენტების შეჯამებით.

სვეტების კვეთს თავდაპირველად შეარჩევენ სვეტზე მოქმედი სრული ვერტიკალური მაქსიმალური დატვირთვებისაგან გამოწვეული N ძალის მიხედვით. შემდეგ სვეტს ამოწმებენ გრძივ N ძალისა და მლუნავი M მომენტის ერთობლივ მოქმედებაზე, როგორც შეკუმშულ-გაღუნულ (ექსცენტრულად შეკუმშულ) ღეროს.

თუ სვეტის კვეთი არ აღმოჩნდება საკმარისი (არ დააკმაყოფილებს მდგრადობის პირობას), მას გაზრდიან და ისევ შეამოწმებენ.

ფურცლოვანი კონსტრუქციები

§ XII.1. ზოგადი ცნობები

ფურცლოვანს უწოდებენ კონსტრუქციებს, რომლებიც ძირითადად წარმოადგენენ ფოლადის ფურცლებისაგან შემდგარ სივრცით გარსებს. ასეთი კონსტრუქციები გამოიყენება თხევადი, გაზისებრი და ჭვავიერი ნივთიერებების შენახვის ან ტრანსპორტირებისათვის.

დანინუნულების მიხედვით ფურცლოვანი კონსტრუქციები შეიძლება იქნეს შემდეგი სახის:

1. რეზერვუარები, სხვადასხვა სითხეების (ნავთობპროდუქტების ან წყლის) შესანახად.

2. გაზოლდერები, გაზის შესანახად.

3. ბუნკერები, ჭვავიერი ნივთიერებების (ქვანახშირი, რკინის მადანი, ცემენტი, სილა და სხვა) შენახვა-გადატვირთვისათვის.

4. დიდდიამეტრიანი მილები ($d \geq 0,6$ მ), წყლის, გაზის და ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირებისათვის.

5. საკვამლე მილები.

6. სპეციალური ფურცლოვანი კონსტრუქციები მეტალურგიული და ქიმიური მრეწველობისათვის (ბრძმელების გარსაცმი, ქიმიური დანიშნულების აპარატურა და სხვა). სხვა კონსტრუქციებისაგან განსხვავებით, ფურცლოვანი კონსტრუქციების შეერთებები უნდა აკმაყოფილებდნენ როგორც სიმტკიცის, ისე უჟონადობის პირობებს. ამჟამად ფურცლოვანი კონსტრუქციების ელემენტების შეერთება ხდება ავტომატური ან ნახევრად ავტომატური შედუღებით. ფურცლოვანი კონსტრუქციები მუშაობენ მძიმე გარემო პირობებში, ამიტომ მასალად გამოიყენება მარტენის წარმოების სპეციალური ფოლადები (ГОСТ 19282).

§ XII.2. ნავთობპროდუქტების რეზერვუარები

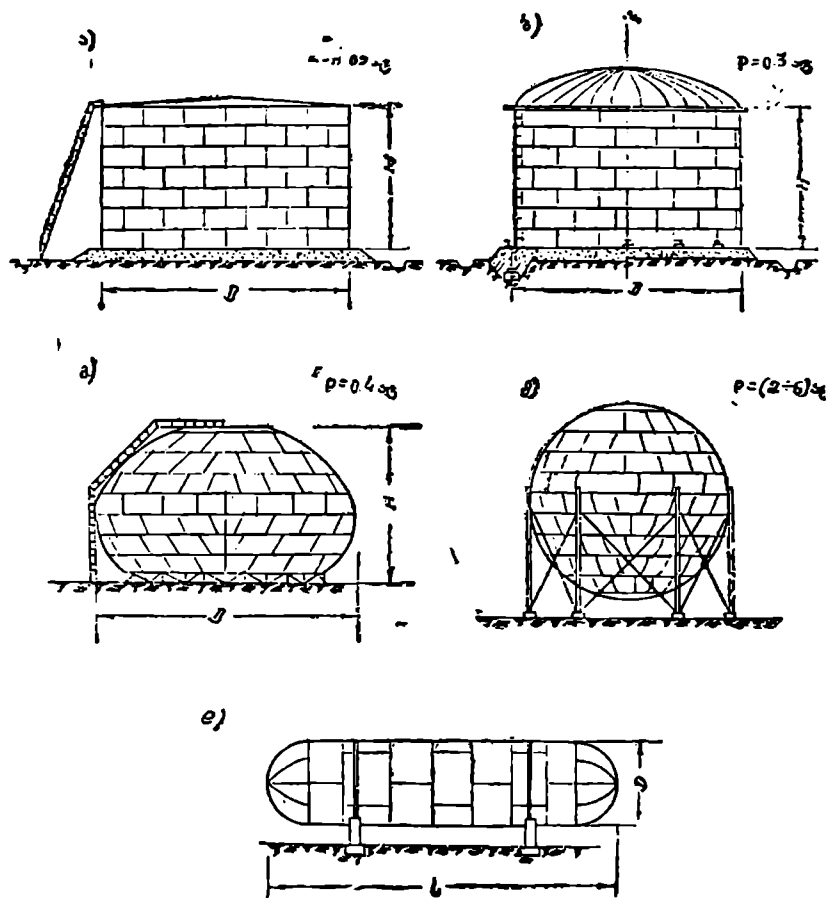
ნავთობპროდუქტების რეზერვუარებში, პროდუქტების აორთქლების შედეგად წარმოიშობა ქარბი შიგა წნევა, ხოლო გადმოსხმის დროს ან ორთქლის სწრაფი გაცივებით—ვაკუუმი. შიგა ქარბი წნევის მიხედვით ნავთობპროდუქტების რეზერვუარები იყოფა ორ ჯგუფად:

1. რეზერვუარები დაბალი შიგა წნევით ($P \leq 0,002$ მპ, ვაკუუმიზაცია $0,0003$ მპ) და

2. რეზერვუარები მაღალი შიგა წნევით ($P = 0,02 \div 0,03$ მპ, ვაკუუმი— $0,0005$ მპ).

მდებარეობის მიხედვით რეზერვუარები იყოფა შვეულ და თარაზულ რეზერვუარებად.

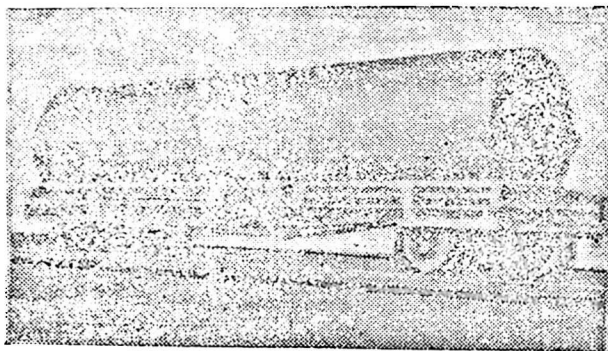
დაბალი წნევის რეზერვუარები გეკმარდება შეუღლი ცილინდრული ტანით და ბრტყელი ფსკერით. იგი ძირითადად გამოიყენება წავთის, ვაზელინის და სხვა მსგავსი სითხეების შესანახად (ნახ. XII.1, ა). ასეთ რეზერვუარებში, როდესაც შიგა კარბი წნევა გადააქარბებს 0,002 მპ, სპეციალური ავტომატური სარქველებით ზედმეტი წნევა გაღის ატმოსფეროში, რაც იწვევს აროდუქციის კარგვას; ამიტომ ადვილად აქროლადი სითხეებისათვის (ბენზინი, სპირტი და სხვა), როდესაც $P > 0,002$



ნახ. XII.1. წავთობპროდუქტების რეზერვუარები:

- ა—დაბალი შიგა წნევის შეუღლი რეზერვუარი; ბ—მაღალი შიგა წნევის შეუღლი რეზერვუარი; გ—წვეთისშავარი რეზერვუარი; დ—თარაზული რეზერვუარი; ე—სფერული რეზერვუარი.

მპ-ის, გვემარდება მაღალი წნევისა წვეული ცილინდრული რეზერვუარები ზედა სფეროული სახურავით (ნახ. XII.1. ბ). ასეთ რეზერვუარებში ლითონის ხარჯი აღწევს საგრანობ წაიშვებლობას. მისი შემცირების მიზნით ხშირად აპროექტებენ წვეთისმაგვარ (ნახ. XII.1. გ) ან სფერულ რეზერვუარებს (ნახ. XII.1. ე). წვეთისმაგვარ და სფერულ რეზერვუარებში აორთქლეზის შედეგად აროდოქტების კარგვა თითქმის არ ხდება, მაგრამ ისინი ხასიათდებიან დამზადებისა და მონტაჟის სირთულით. ამის გამო, განსაკუთრებული გაერცელება მოიპოვა დიბალი და მაღალი



ნახ. XII.2. თარაზული რეზერვუარის ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირებისათვის.

წნევის რეზერვუარებშია წვეული ცილინდრული ტანით და ბრტყელი ფსკერით.

XII.1, დ ნახაზზე ნაჩვენებია მცირე მოცულობის ($V < 150 \text{ მ}^3$) თარაზული რეზერვუარი. ასეთი რეზერვუარი ძირითადად ($V < 150 \text{ მ}^3$) გამოიყენება ნავთობპროდუქტებისა და წყლის შენახვა-გადაზიდვისათვის. მათი ზომები არ აღემატება გადასაზივი ტრანსპორტის გაბარიტულ ზომებს და მთლიანად მზადდება ფოლადის კონსტრუქციების ქარხანაში (ნახ. XII.2).

1. შვეული ცილინდრული რეზერვუარები ბრტყელი ფსკერით (ნახ. XII. 3, 4).

ასეთი რეზერვუარები გვემარდება მოცულობით

$$V = (100 \div 10000) \text{ მ}^3;$$

რეზერვუარის დიამეტრი იცვლება

$$D = (5,5 \div 33,5) \text{ მ};$$

რეზერვუარის სიმაღლე

$$H = (5,5 \div 12,5) \text{ მ}.$$

რეზერვუარის სიმაღლისა და დიამეტრის ოპტიმალური ფარდობა აიღება:

$$\text{როდესაც } V=100 \div 600 \text{ მ}^3, \frac{H}{D} = \frac{1}{1,5};$$

$$\text{როდესაც } V=600 \div 10000 \text{ მ}^3, \frac{H}{D} = \frac{1}{3} \div \frac{1}{4}.$$

შვეული ცილინდრული რეზერვუარი შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: ფსკერის, ტანისა და სახურავისაგან.

რეზერვუარის ფსკერი მზადდება ფოლადის სტანდარტული ფურცლებისაგან ზომით (1500×6000) მმ. ფსკერი სითხის ზემოქმედებით განიცდის კუშშვის მცირე გავლენას, ამიტომ მისი სისქე აიღება კონსტრუქციული მოსაზრებით და იცვლება (4—8) მმ-ის ზღვრებში. ფსკერის განაპირა ფურცლები შემოჭრილია წრიულად და გადმოშვერილია რეზერვუარის ტანიდან (40—50) მმ-ით. ფსკერის ფურცლების ერთმანეთთან შედუღება ხდება გადაღებით.

რეზერვუარის ტანი, ისე როგორც ფსკერი, შედგება ფოლადის სტანდარტული ზომების ფურცლებისაგან. შეერთებული ფურცლების ერთი რგოლი ქმნის რეზერვუარის სარტყელს. სარტყლის ფურცლების შეერთება შეეუღ სიბრტყეში ხორციელდება პირაპირული შედუღების ნაკერებით. სარტყლები ერთმანეთთან ერთდება პირაპირულად ან ტელესკოპურად (ნახ. XII.3, გ). სარტყლების ტელესკოპურად შეერთების დროს ადვილდება შედუღების ნაკერების დაღება ზემოდან ქვემოთ. სარტყლების გარე თარაზული ნაკერები სრულდება უწყვეტად და მისი სიმაღლე განისაზღვრება გაანგარიშებით; სარტყლების შიგა შედუღების ნაკერებს აქვს კონსტრუქციული დანიშნულება (შეერთების სიმტკიცისა და უეონადობის გაზრდის მიზნით) და სრულდება წყვეტილად (სიმაღლე 4 ÷ 6 მმ, სიგრძე 100 მმ, ნაკერებს შორის მანძილი 300 ÷ 400 მმ).

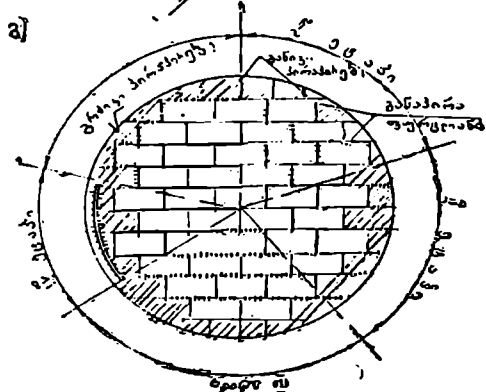
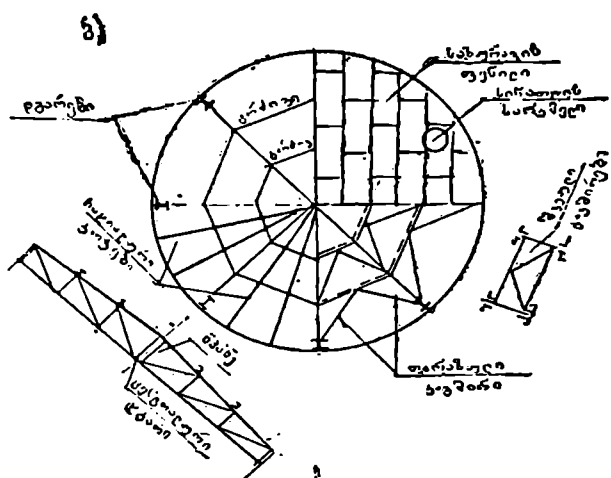
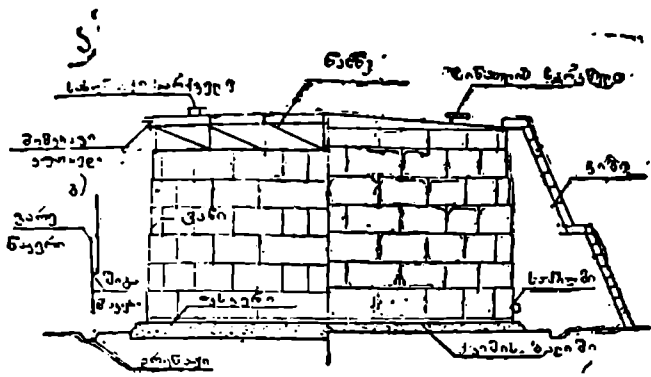
სარტყლების პირაპირული შედუღების ნაკერები მოითხოვს ლითონის ნაკლებ ხარჯს, მოსახერხებელია ავტომატური შედუღებისათვის, ამიტომ გამოიყენება უმეტეს შემთხვევაში.

ტანის ფურცლის სისქე განისაზღვრება გაანგარიშებით და არ უნდა იქნეს ნაკლები 4 მმ-ზე.

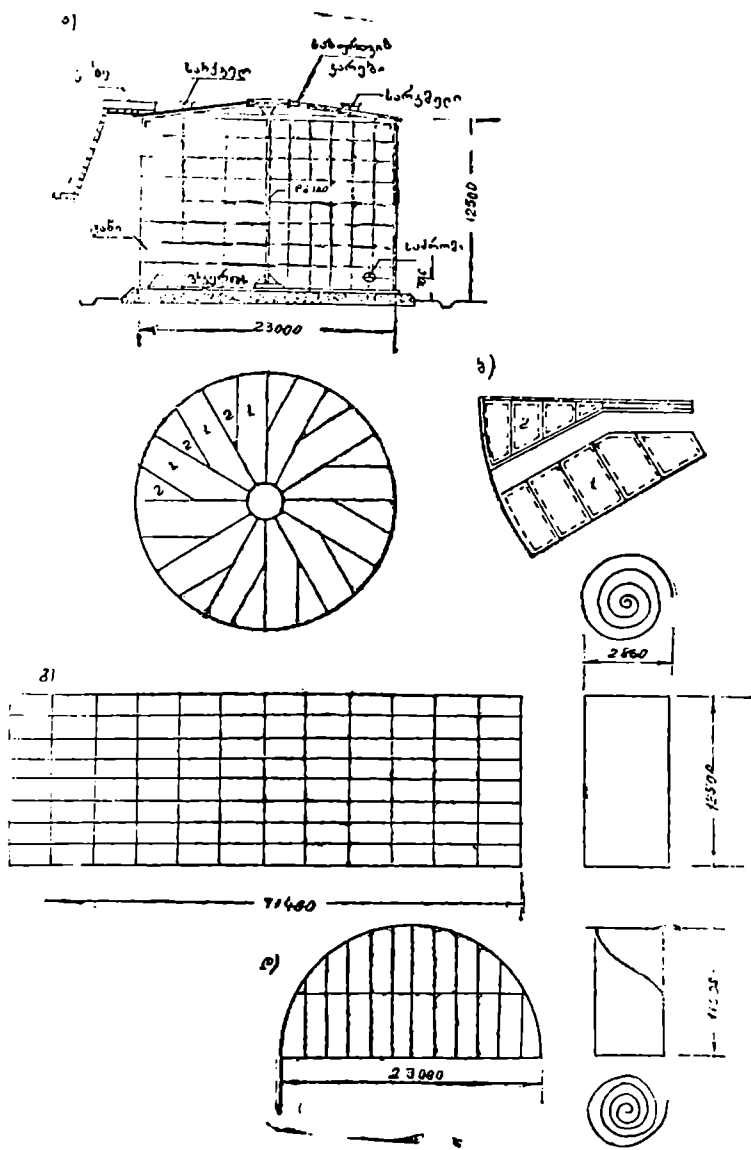
შვეული რეზერვუარის სახურავი შეიძლება იქნეს:

1. კარკასული (ნახ. XII.3, ა);
2. უკარკასო (ნახ. XII.4, ა);
3. კიდული სისტემის (ნახ. XII.5, ა).

კარკასული ტიპის სახურავი შედგება სახურავის ფენილისა და მისი დამკერი კონსტრუქციებისაგან (ნახ. XII.3. ბ). სახურავის ფენილი წარმოადგენს (2,5 ÷ 3) მმ სისქის ფოლადის ფურცლებს. ფურცლები ერთმანეთთან შედუღებულია გადაღებით და დაფენილია 31. გ. მსხლიძე. თ. ფაღია



ნახ. XII.8. ა, ბ, გ - შვედილი ცილინდრული რეზერვუარი ბრტყელი ფსკერით.



ნახ. XII.4. შვეული რებერეუარი:

ა—შვეული კრილი და სახურავის გეგმა; ბ—სახურავის ფარები; გ. დ—ტანისა და ფსკერის რულონი.

რადიალურ კოქებზე. სახურავის ფენილი რეზერვუარის კედელს უერთდება შეშკრავი კუთხედით (ნახ. XII.3, ა). ქარბი შიგა წნევის ან გამწოვი ქარის ზეგავლენით შეიძლება მოხდეს სახურავის აგლეჯა. ამის გამო სახურავის ფენილი ედულება რადიალურ კოქებს. სახურავის დამკერი კონსტრუქცია შედგება: რადიალურად განლაგებული კოქების, გრძივების, წამწეებისა და კავშირებისაგან (ნახ. XII.3, ბ). რადიალური კოქები და გრძივები გეგმარდება მცირე ნომრის შეეღერებისაგან. კოქები ემაგრება გრძივებს და მათი რიცხვი აიღება ისე, რომ მათ შორის მანძილი არ აღემატებოდეს $(0,8 \div 1,2)$ მეტრს. გრძივები სახურავის წამწეებს ეყრდნობა ზედა კვანძებში. წამწეები გეგმარდება ტრაპეციული მოხაზულობის სამკუთხა სისტემის გისოსებით და გეგმაში განლაგებულია დიამეტრულად. მათი რიცხვი იცვლება 4-დან 8-მდე და შედგება ორი ნახევარწამწისაგან. ნახევარწამწეები ცენტრში ერთდებიან მილისებრი ღვარით, ხოლო რეზერვუარის ტანთან ეყრდნობიან დგარებს. სახურავის სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად ეწყობა თარაზული და შეესული კავშირები (ნახ. XII.3, ბ).

ქარკასული ტიპის სახურავის უარყოფითი მხარეა: ლითონის დიდი ხარჯი, სამონტაჟო ერთეულების დიდი რაოდენობა, მშენებლობის ხანგრძლივობა, წარმოადგენს ადგილზე ასაკრები ტიპის კონსტრუქციას, ამიტომ ასეთი სახურავი გეგმარდება იშვიათად. უკანასკნელ ხანებში ფართო გავრცელება მოიპოვა უქარკასო ტიპის სახურავებმა (ნახ. XII.4). უქარკასო სახურავი წარმოადგენს ლითონის ხისტ ფარებს. ფარები მთლიანად მზადდება ქარბანაში და შედგება შეეღერების და მათზე გადაკრული ლითონის თხელი ფურცლებისაგან ($t = 2,5$ მმ) (ნახ. XII.4) სახურავის ფარები ერთი ბოლოთი ეყრდნობიან რეზერვუარის ცენტრში დადგმულ სვეტის კაპიტელს, ხოლო მეორე ბოლოთი—რეზერვუარის ტანს (ნახ. XII.4, ა).

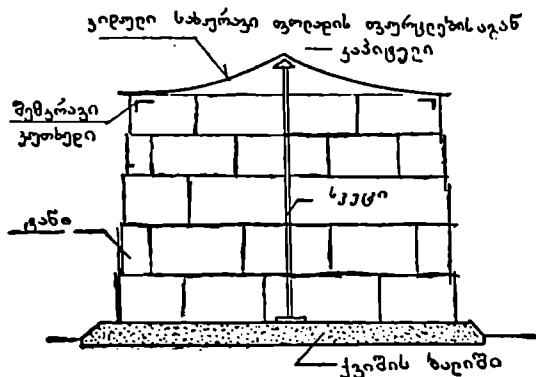
უქარკასო სახურავები წარმოადგენენ ინდუსტრიული ტიპის კონსტრუქციებს, მოითხოვენ ლითონის მცირე ხარჯს, ამიტომ გამოიყენებიან პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევებში.

ზოგჯერ, ლითონის ხარჯის კიდევ უფრო შემცირების მიზნით, აგეგმარებენ კიდული ტიპის სახურავებს (ნახ. XII.5). ასეთი სახურავების კონსტრუქციები შედგება ცენტრალური სვეტისა და შეკიდული ლითონის გარსისაგან. გარსის ფურცლის სისქე $2,5 \div 3$ მმ-ია და ძირითადად მუშაობს გაჭიმვაზე.

ზემოთ აღწერილი რეზერვუარების ტანისა და ფსკერის დამზადება ხდება მშენებლობის ადგილზე. ყველა შედუღებითი საშუალო სრულდება ხელით, რაც წარმოადგენს ასეთი რეზერვუარების უარყოფით მხარეს.

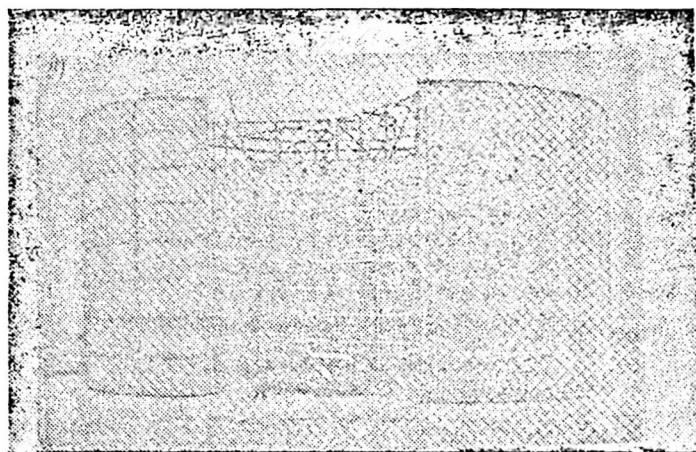
უკანასკნელ ხანებში ფართოდ გავრცელდა რეზერვუარების დამზადების „რულონებად დახვევის“ მეთოდი. ამ მეთოდით რეზერვუარის

ტანი და ფსკერი მზადდება ქარხანაში ცალკეული რულონების სახით (ნახ. XII.4, გ, დ). რულონების ფურცლების პირაპირების შედუღება ხდება ავტომატურად, რის გამოც განივი და გრძივი პირაპირები განლა-



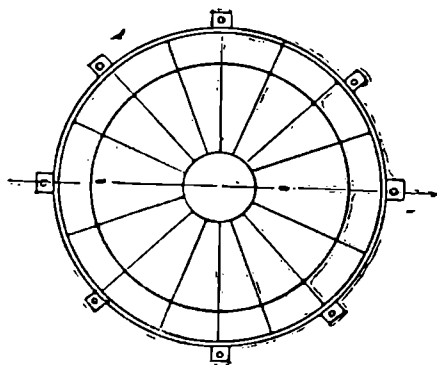
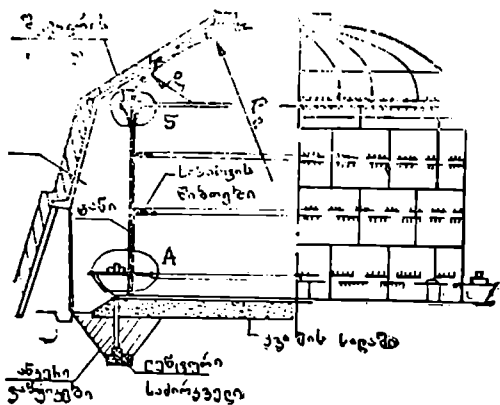
ნახ. XII.5. რეზერვუარი ცილულო ტიპის სახურავით.

გებულია ერთ სწორ ხაზზე (ნახ. XII.4, გ). რულონების მშენებლობის ადგილას გადატანის მიზნით, მათი ზომები არ აღემატება გადასაზიდი ტრანსპორტის გაბარიტულ ზომებს $H \leq 12,5$ მ, $D = (2,3 \div 3,0)$ მ. „რულონებად დახვეული“ რეზერვუარების მშენებლობის ადგილზე აკრება წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით (ნახ. XII.6). წინასწარ მომზადე-



ნახ. XII.6. რეზერვუარის ტანის რულონის მონტაჟი.

ბულ ქვიშის საფუძველზე შლიან ფსკერის რულონს. ფსკერზე ამწის საშუალებით შვეულად დგამენ ტანის დახვეულ რულონს და ტრაქტორის ან ავტომანქანის დახმარებით შლიან მას. გაშლის პროცესში ერთდროულად აღუდებენ გაშლილი ტანის ნაწილს ფსკერთან. ტანის ნაწილობრივ გაშლის შემდეგ დგამენ ცენტრალურ სვეტს და ხურავენ ხისტი ფარებით (ნახ. XII.6).



ნახ. XII.7. მაღალი წნევის შვეული ცილინდრული რეზერვუარი.

სახურავისა და ტანის გაანგარიშებისაგან. სახურავის ელემენტებში საანგარიშო ძალები განისაზღვრება დატვირთვების ორი შეხამების მიხედვით: პირველ შეხამებაში შედის: სახურავის წონა, თოვლის წონა და ვაკუუმი;

მეორე შეხამებაში შედის: სახურავის წონა, კარბი შიგა წნევა და ქარის გამწოვი დატვირთვა. უკანასკნელი ორი დატვირთვა მიმართულია

ფარებით (ნახ. XII.6). ტანის გაშლა და სახურავის აკრება მიმდინარეობს ერთდროულად. ტანის რულონის სრული გაშლის შემდეგ შედუღებით აერთებენ კედლის შვეულ პირაპირს და დგამენ სახურავის უკანასკნელ ფარს. სახურავის ფარები რეზერვუარის ტანთან ერთდებიან სამონტაჟო შედუღების ნაქერებით. აღწერილი ტიპის რეზერვუარის დადებითი მხარეა: სამონტაჟო ერთეულების მცირე რაოდენობა, შედუღების ნაქერების მაღალი ხარისხი, მშენებლობის მცირე ღირსე და რეზერვუარების ინდუსტრიული წესით დამზადების შესაძლებლობა.

რეზერვუარის გაანგარიშება.

რეზერვუარის გაანგარიშება ძირითადად შედგება რეზერვუარის

რეზერვუარის შიგნიდან გარეთ. რეზერვუარის ტანის გაანგარიშება წარმოებს ჰიდროსტატიკურ და კარბ შიგა წნევაზე. ჰიდროსტატიკური წნევის ეპიურა იცლება სწორი ხაზის კანონით და აქვს სამკუთხედის სახე (ნახ. XII.7).

შიგა წნევა ითვლება რეზერვუარის შთელ ტანზე თანაბრად განაწილებულ დატვირთვად. დატვირთვების ასეთი ეპიურების მიხედვით რეზერვუარის x სიღრმეზე, ტანის 1 სმ სიგანის ზოლზე მოქმედი საანგარიშო წნევა განისაზღვრება ფორმულით

$$P_x = \gamma \cdot x n_1 + n_2 P, \quad (\text{XII.1})$$

სადაც γ არის სითხის სიმკვრივე;

P — ორთქლის კარბი შიგა წნევა (კნ/სმ²);

$n_1 = 1, 1$ და $n_2 = 1, 2$ — გადატვირთვის კოეფიციენტები.

P_x -ის ზემოქმედებით რეზერვუარის კედელი განიცდის გაჭიმვას გაჭიმავი (T_x) ძალა გამოითვლება რეზერვუარის ნახევარი რგოლის (სიგანით 1 სმ) წონასწორობის პირობით (ნახ. XII.7):

$$2T_x = P_x \cdot D,$$

საიდანაც

$$T_x = \frac{P_x D}{2} = \frac{(\gamma x n_1 + n_2 P) D}{2} \quad (\text{XII.2})$$

D — რეზერვუარის დიამეტრია.

რეზერვუარის კედელში მოქმედი გაჭიმავი ძაბვა

$$\sigma_x = \frac{T_x}{A} = \frac{(\gamma x n_1 + P n_2) D}{t} \quad (\text{XII.3})$$

რეზერვუარის კედლის სისქე განისაზღვრება კედლის ფურცლისა და შედუღების ნაკერის ტოლი ხიმტკიცის პირობით

$$\sigma_x = \gamma_c R_{\sigma y} \quad (\text{XII.4})$$

თუ (XII.4)-ში შევიტანთ (XII.3)-ს და გამოვირიცხავთ t -ს, მივიღებთ რეზერვუარის კედლის სისქის საანგარიშო ფორმულას

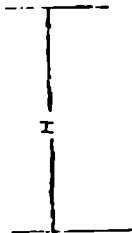
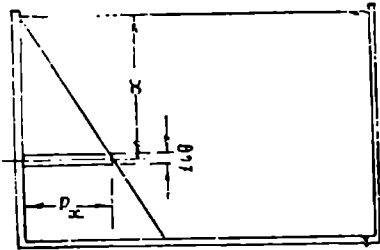
$$t = \frac{(\gamma x n_1 + P n_2) D}{2 \gamma_c R_y} \quad (\text{XII.5})$$

სადაც $\gamma_c = 0, 8$ — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი.

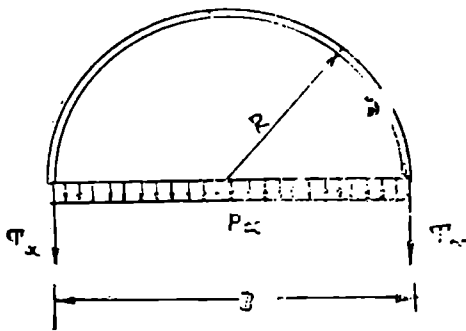
როდესაც რეზერვუარის კედლის სისქე შთელ სიმაღლეზე მუდმივია, (XII.5) ფორმულით t განისაზღვრება ფსკერთან ($x = H$). ცვლადკვეთიანი რეზერვუარებისათვის კედლის სისქე განისაზღვრება ცალკეული სარტყლებისათვის. სარტყლის სიგანე აიღება 2—3 მ.

2. მალალი წნევის რეზერვუარები

როგორც აღვნიშნეთ, ისეთი სითხეების შესანახად, რომლებიც ადვილად ორთქლდებიან (ბენზინი, სპირტი და სხვა), გეგმარდება რეზერვუარები მალალი შიგა წნევით. ასეთი ტიპის რეზერვუარები შედგება შვეული ცილინდრული ტანის, ბრტყელი ფსკერისა და სფერული სახურავისაგან (ნახ. XII.7). რეზერვუარის ფსკერი და ტანი მზადდება ისე, როგორც მალალი წნევის შვეული რეზერვუარების შემთხვევაში. მხოლოდ ტანი დამატებით ძლიერდება სიხისტის წიბოებით. მალალი შიგა



წნევის ზეგავლენით შეიძლება ფსკერის განაპირა ნაწილი ტანთან ერთად იიწყოს. ამის საწინააღმდეგოდ, ტანის ქვედა ნაწილს მკვიშებით აანკერებენ ლენტური ტიპის საძირკველში (ნახ. XII.7). რეზერვუარის სახურავე წარმოადგენს უკარკასო ტიპის კონსტრუქციას და შედგება ერთმაგი სიმრუდის სეგმენტური ფორმის ფოლადის ფურცლებისაგან. ფურცლების სისქე იცვლება (4—6 მმ) და ერთმანეთთან ერთდება შედულების ნაკერებით (გადაღებით). მონტაჟის სიადვილისა და „ქერული“ შედულების



ნახ. XII.8 შვეული რეზერვუარის კედლის გაანგარიშებისთვის.

ნაკერების თავიდან აცილების მიზნით, სახურავისა და ტანის შეერთება ხორციელდება ზედა სიხისტის რგოლის საშუალებით. სიხისტის რგოლი წაჭმოადგენს შეეღერს და გაძლიერებულია სიხისტის წიბოებით (ნახ. XII.8). მალალი წნევის შვეული ცილინდრული რეზერვუარი გეგმარდება (400—2000) მ³ მოცულობით და 0,03 მპ ზედმეტი შიგა წნევით. მეტი მოცულობისა და მეტი შიგა წნევის შემთხვევაში მიზანშეწონი-

ლია წვეთისმაგვარი (ნახ. XII.1, გ) ან სფერული რეზერვუარების დაგეგმარება (ნახ. XII.1, ე).

წვეთისმაგვარ რეზერვუარს (ნახ. XII.1, გ) აქვს გლუვ ზედაპირზე მდებარე სითხის წვეთის ფორმა. ასეთი ფორმის გამო, რეზერვუარის კედელში რადიალური და მერიდიანული გაშქიმაფი დაბეჭდები ტოლია, რაც იძლევა საშუალებას რეზერვუარის კედელი დაგეგმარდეს $(4 \div 6)$ მმ-ის სისქის ფოლადის ფურცლებისაგან. წვეთისმაგვარ რეზერვუარებში ზედმეტი შიგა წნევა აღწევს $(0,03 - 0,06)$ მპ, მოცულობა— $(2000 \div 6000)$ მ³.

სფერული რეზერვუარი გამოიყენება ისეთი სითხეების შესანახად, რომლის შიგა წნევაა $0,7 \div 0,8$ მპ ასეთი რეზერვუარი მზადდება 8—30 მმ სისქის ფოლადის ფურცლებისაგან და იდგმება სვეტებზე, სვეტები შეეულ სიბრტყეში გამაგრებულია კავშირებით. სფერული რეზერვუარის შუა სარტყელი, რომლითაც ის ეყრდნობა სვეტებს, გაძლიერებულია რგოლური სიხისტის წიბოთი. რეზერვუარის კედლის ნებისმიერ განივკვეთში დაბეჭდები ნებისმიერი მიმართულებით ტოლია და გაცილებით ნაკლებია სხვა ტიპის რეზერვუარის კედელში მოქმედ დაბეჭდებზე. წვეთისმაგვარი და სფერული რეზერვუარების უარყოფითი მხარეა დამზადებისა და მონტაჟის სიძნელე; დადებითი—ასეთ რეზერვუარებში აორთქლების შემდეგ ნავთობპროდუქტების უმნიშვნელოდ კარგვა მაღალი წნევის რეზერვუარების გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც, თხელკედლიანი გარსებისა. გარსის ნებისმიერ წერტილში დაბეჭდვა განტოლებას აქვს სახე (ნახ. XII.9)

$$\frac{\sigma_1}{r_1} + \frac{\sigma_2}{r_2} = \frac{P_z}{t}, \quad (\text{XII.6})$$

სადაც σ_1 არის რადიალის მხებდალ მოქმედი დაბეჭდვა, ანუ რადიალური დაბეჭდვა;

σ_2 — მერიდიანის მხებდალ მოქმედი დაბეჭდვა, ანუ მერიდიანულ დაბეჭდვა;

r_1 და r_2 — რადიალის და მერიდიანის სიძრუდის რადიუსები;

P_z — ჰიდროსტატიკური და კარბი შიგა წნევა. მისი მნიშვნელობა რეზერვუარის ნებისმიერ წერტილში განისაზღვრება (XII.1) ფორმულით.

შეუული ცილინდრული რეზერვუარის გაანგარიშების შემთხვევაში $r_2 = \infty$, $r_1 = r$; თუ ამ მნიშვნელობებს შევიტანთ (XII.6), მივიღებთ რადიალური დაბეჭდვის განმსაზღვრელ ფორმულას

$$\sigma_1 = \frac{P_z r}{t}. \quad (\text{XII.7})$$

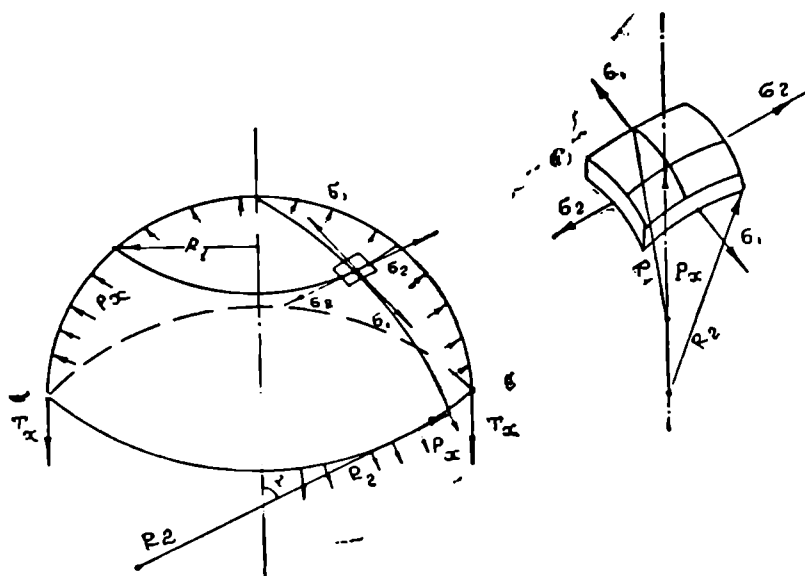
წვეთისმაგვარ რეზერვუარებში $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$; ამიტომ

$$\sigma = \frac{P_x}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)l} \quad (\text{XII.8})$$

სფერულ რეზერვუარებში $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ და $r_1 = r_2 = r$, ამიტომ

$$\sigma = \frac{P_x r}{2l} \quad (\text{XII.9})$$

როგორც (XII.7), (XII.8) და (XII.9) ფორმულების შედარებიდან ჩანს, ერთი და იმავე რადიუსის შემთხვევაში სფერული რეზერვუარების კედელში ძაბვა ორჯერ ნაკლებია, ვიდრე შეეულ რეზერვუარებში.



ნახ. XII.9. მაღალი წნევის რეზერვუარების გაანგარიშებისათვის.

რეზერვუარის კედლის ფურცლის საკურო სისქე განისაზღვრება კედლის ფურცლისა და მათი შემაერთებელი შედუღების ნაკერების ტოლსიმტკიცის პირობით

$$\sigma = \gamma_e R_{\omega y} \quad (\text{XII.9}')$$

სადაც γ_e — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

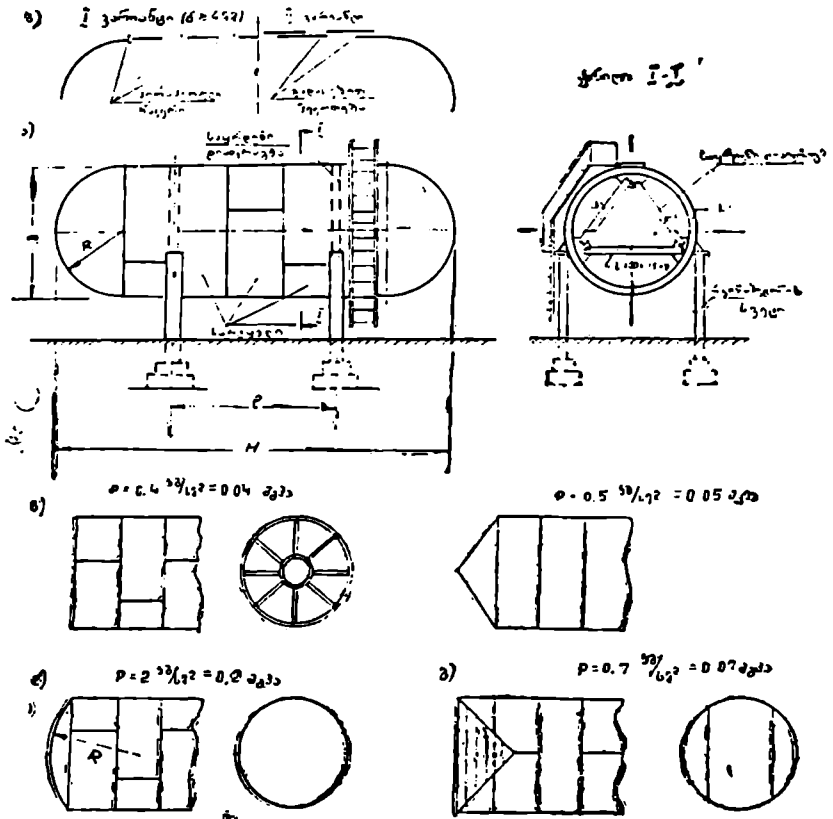
$R_{\omega y}$ — შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინაღობა,

3. თარაზული რეზერვუარები

თარაზული რეზერვუარები გამოიყენება, როდესაც შესაძლებელია სითხის მოცულობა არ აღემატება (10—300) მ³. რეზერვუარის დიამეტრი იცვლება $D=(1,4 \div 4,0)$ მ; სიგრძე $l=(2 \div 30)$ მ.

ქარბი შიგა წნევა აღწევს $P=1,8$ მპ, ვაკუუმი — 0,5 მპ. რეზერვუარი მთლიანად მზადდება ქარხანაში და შედგება ტანის, ფსკერისა (ტორსის) და სიხისტის წიბოებისაგან (ნახ. XII.10).

რეზერვუარის ტანი გეგმარდება ცალკეული სექციების, ანუ სარტყლებისაგან. სარტყლები შედგება ერთი ან ორი თხელი ფოლადის ფურცლებისაგან. როგორც სარტყლის ფურცლები, ისე სარტყლები ერთმან-



ნახ. XII.10. თარაზული რეზერვუარი:

ა—რეზერვუარის წინხელი და ქრილი; ბ—ტანის ფურცლების შეერთება; გ—ბრტყელი ფსკერი; დ—სფერული ფსკერი; ე—კონუსური ფსკერი; ვ—ცილინდრული ფსკერი.

ნეთთან ერთდება პირაპირული შედუღების ნაკერებით ან გადადებით (ნახ. XII.10, ბ), როდესაც $\frac{D}{t} > 200$, ტანის სიხისტის უზრუნველსაყო-

ფად თითოეული სარტყლის შუაში იდგმება რგოლური სიხისტის წიბო. უკანასკნელი წარმოადგენს რეზერვუარის კედელზე მიდუღებულ წრიულ კუთხედს (ნახ. XII.10, ა). რეზერვუარის ფსკერი (ტორსი) შიგა წნევისა და რეზერვუარის დიამეტრის სიდიდის მიხედვით შეიძლება იქნეს: ბრტყელი (ნახ. XII.10, ბ), სფერული (ნახ. XII.10, დ), კონუსური (ნახ. XII.10, ე) და ცილინდრული (ნახ. XII.10, ვ).

დამზადების მხრივ ყველაზე მარტივია რეზერვუარები ბრტყელი ფსკერით, ყველაზე რთული — რეზერვუარები სფერული ფსკერით.

პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევაში რეზერვუარი იდგმება რკინაბეტონის ან ლითონის სვეტებზე. რეზერვუარის სვეტებზე დაყრდნობის იდგილები ძლიერდება სიხისტის დიაფრაგმებით. დიაფრაგმები წარმოადგენენ წრიული მოხაზულობის არათანაბართაროიან კუთხედს, რომლებიც გამაგრებულია სამკუთხა სისტემის ირიბნებით (ნახ. XII.10, ა).

რეზერვუარის გაანგარიშება წარმოებს ზედმეტი შიგა წნევის მიხედვით. რეზერვუარის ორ საყრდენზე დაყრდნობის შემთხვევაში მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული რეზერვუარის ტანის ღუნვით აღძრული ძაბვები (ნახ. XII.11, ბ).

რეზერვუარის ტანის განივეკვთში მოქმედი რადიალური ძაბვა გამოითვლება (XII.7) ფორმულით (ნახ. XII.11, ა)

$$\sigma_1 = \frac{Pr}{t}, \quad (\text{XII.10})$$

სადაც r არის რეზერვუარის საშუალო რადიუსი (ნახ. XII.11, გ);

P — სითბის პიდროსტატიკური დაწოლა და ჭარბი შიგა წნევა;

t — რეზერვუარის ტანის ფურცლის სისქე.

σ_1 მოქმედებს როგორც რეზერვუარის ტანის განივეკვთში, ისე ფურცლების შემაერთებელი გრძივი შედუღების ნაკერებში. ტანის ფურცლისა და შედუღების ნაკერების ტოლსიმტკიცის მისაღებად ფურცლის სისქე ისაზღვრება ტოლობით

$$\sigma_1 = \frac{Pr}{t} \leq \gamma_e R_{\omega\gamma}, \quad (\text{XII.11})$$

საიდანაც

$$t \geq \frac{Pr}{\gamma_e R_{\omega\gamma}}. \quad (\text{XII.12})$$

γ_e — ნაკერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

$R_{\omega\gamma}$ — შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინაღობა.

ცილინდრული ტანის მსახველის გრძივად მოქმედი ძაბვა გამო-
ითვლება ფორმულით (ნახ. XII.11, ა)

$$\sigma_2 = \sigma_2' + \sigma_3, \quad (\text{XII.13})$$

სადაც σ_2 არის რეზერვუარის ტანის ღუნვით გამოწვეული ძაბვა;

σ_2' — შიგა წნევის შესაბამისი მერიდიანული ძაბვა. მისი მნიშვნელობა განისაზღვრება რეზერვუარის განივეკეთში მოქმედი მთლიანი გამჭიმავი ძალისა და ზედმეტი შიგა წნევის წონასწორობის პირობით (ნახ. XII.11, გ)

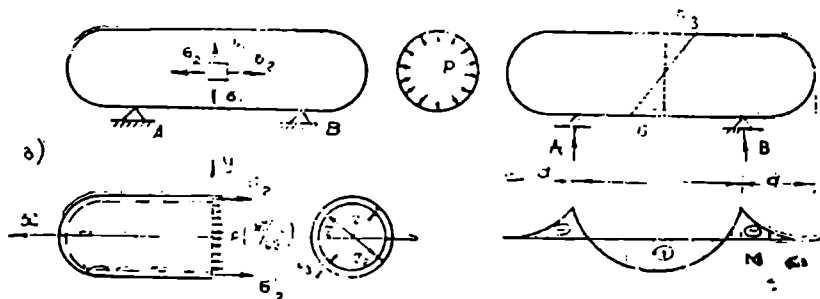
$$\sum X = 2\pi r t \sigma_2' - \pi r^2 P = 0,$$

საიდანაც

$$\sigma_2' = \frac{Pr}{2t}. \quad (\text{XII.14})$$

როგორც (XII. 11) და (XII. 14) ფორმულების შედარებიდან ჩანს, რადიალური ძაბვა ორჯერ მეტია მერიდიანულ ძაბვაზე.

ბ)



ნახ. XII.11. თარიღული რეზერვუარის განაგარიშებისათვის:

ა—ძაბვები შიგა წნევისაგან; ბ, გ—ძალები, როდესაც რეზერვუარი მუშაობს როგორც ორკონსოლიანი კოქი

რეზერვუარის ღუნვით გამოწვეული ძაბვის განსაზღვრის მიზნით, ტანი განიხილება როგორც ორკონსოლიანი კოქი (ნახ. XII.11, ბ). შესაბამისი მდუნავი მომენტის მნიშვნელობა

$$M = \frac{qa^2}{2}. \quad (\text{XII 15})$$

ტანის განივეკეთის წინაღობის მომენტი

$$W = \pi r^3 t. \quad (\text{XII.16})$$

ღუნვის ნორმალური ძაბვა

$$\sigma_3 = \frac{M}{W}. \quad (\text{XII.17})$$

q — რეზერვუარისა და სითხის წონაა;
 σ_2 — ძაბვა მოქმედებს სარტყლების შემაერთებელ რეგულარულ ნაკერებში, ამიტომ ასეთი ნაკერების სიმტკიცის შემოწმება ხდება ფორმულით

$$\sigma_2 = \sigma_2' + \sigma_3 \leq \gamma_e R_{\sigma \text{ უ}}. \quad (\text{XII.18})$$

§ XII.3 აირსაცავები

აირსაცავი გამოიყენება ბუნებრივი ან ხელოვნური გაზის შესანახად. რომელიც ჩართულ ქსელში (გაზის მომცემ წყაროსა და მომხმარებელს შორის) დამატებით ასრულებს აკუმულატორის როლს. ნისი დანიშნულებაა:

1. გაზის წნევის საკირო ზღვრებში რეგულირება;
2. გაზის მიღებისა და მოხმარების (ხარჯის) გათანაბრება.

კონსტრუქციის მიხედვით აირსაცავები იყოფა: ცვლად-და შედმივ-მოცულობიან აირსაცავებად.

1. ცვლადი მოცულობის აირსაცავები

ასეთი ტიპის აირსაცავებში გაზის შიგა წნევა მუდმივია, მოცულობა კი — ცვლადი.

ცვლადი მოცულობის აირსაცავები, თავის მხრივ, იყოფა სველ და მშრალ აირსაცავებად.

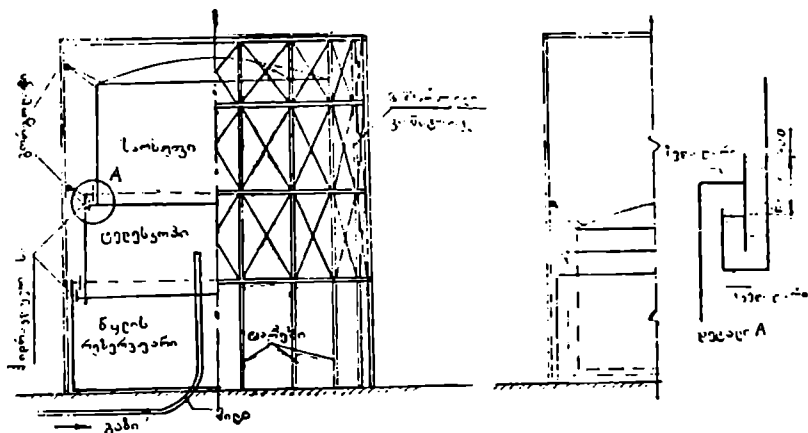
სველი აირსაცავები გამოიყენება, როდესაც შესანახი გაზის მოცულობა $V = (100 \div 50000)$ მ³. იგი შედგება: წყლით სავსე რეზერვუარისა, ერთი ან რამდენიმე (არა უმეტეს 4-სა) ტელესკოპისა, ზარბუფისა და მიმმართველი კონსტრუქციებისაგან (ნახ. XII.12).

აირსაცავის რეზერვუარის კონსტრუქცია თითქმის ანალოგიურია ნავთის პროდუქტების შვეული ცილინდრული რეზერვუარის კონსტრუქციისა. წყლის რეზერვუარის ზედა ნაწილი ბოლოვდება წრიული ღარიტ. ტელესკოპი წარმოადგენს თხელკედლიან ცილინდრს, რომელსაც ფსკერი და სახურავი არა აქვს. ტელესკოპის ზედა და ქვედა ნაწილი ბოლოვდება წრიული ღარებით. რეზერვუარის და ტელესკოპის ღარები შედიან ერთმანეთში და ქმნიან ე. წ. ქვედა ჰიდრაულიკურ საკეტს (ნახ. XII.12, გ). ზარბუფი წარმოადგენს ცილინდრს ქვედა ღია ნაწილით და სფერული სახურავით. ზარბუფის ქვედა ნაწილი ბოლოვდება ღარით, რომელიც ტელესკოპის ღართან ერთად ქმნის ზედა ჰიდრაულიკურ სა-

კეტს (ნახ. XII.12, ა). რეზერვუარის აირსაცავის უძრავი ნაწილია ტელესკოპი, ზარხუფი კი—მოძრავი. მათი შეუფერხებელი მოძრაობა ხორციელდება მიმართველი კონსტრუქციის დახმარებით. მიმართველი კონსტრუქცია შედგება დგარებისა და მასზე მგორავი გორგოლაქებისაგან. დგარების სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად ისინი შეკრულია შევეული კავშირებით (ნახ. XII.12, ა).

როდესაც აირსაცავი ცარიელია, ზარხუფი და ტელესკოპი დაშვებულია (ნახ. XII.12, ბ). ზარხუფში გაზი შეჰყავთ აირსაცავის ფსკერიდან სპეციალური მილით (ნახ. XII.12, ა). აირსაცავის გაზით ავსების დროს ჯერ აიწევა ზარხუფი და შემდეგ ტელესკოპი. მათი აწევისათვის ტელესკოპისა და ზარხუფის ქვედა ღარებით რეზერვუარიდან ამოიხაზება წყალი, რომელიც ხელს უშლის აირსაცავიდან გაზის გაპარვას და

ბ)



ნახ. XII.12. სველი აირსაცავი:

- ა—კრილი და წინხელი; ბ—ტელესკოპი და ზარხუფი ქვედა მდგომარეობაში; გ—პირდაპლექური საკეტი.

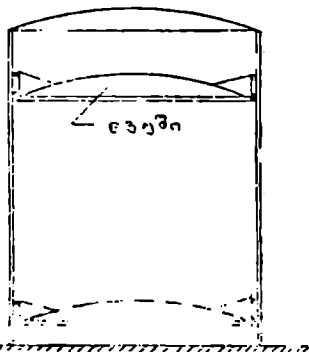
ამრიგად ქმნის პირდაპლექურ საკეტს (ნახ. XII.12, გ). წყლის აღონეთა სხვაობა პირდაპლექურ საკეტში დამოკიდებულია გაზის შიგა წნევაზე და იცვლება $h = (200 \div 400)$ მმ-მდე. სველი აირსაცავის დიამეტრი იცვლება 6,5—45 მ-მდე, სიმაღლე—რეზერვუარის ფსკერიდან ზარხუფის ზედა უკიდურეს მდებარეობამდე—7,5—48 მ-მდე.

რეზერვუარის კედლის გაანგარიშება წარმოებს წყლის პიდროსტატიკურ დაწოლაზე, ტელესკოპისა და ზარხუფის კედლისა—გაზის შიგა წნევაზე.

ზარხუფის სახურავს ანგარიშობენ დატვირთების ორი შეხამების მიხედვით: ა) აირსაცავი ცარიელია და სახურავზე მოქმედებს თოვლის დატვირთვა; ბ) სახურავზე მოქმედებს გაზის შიგა წნევა და სახურავის წონა.

აირსაცავის ელემენტები მზადდება „BCI3CI“ მარკის ან დაბალ-ლეგირებული ფოლადის ფურცლებისაგან.

მშრალი აირსაცავების კონსტრუქცია ნაჩვენებია XII.13 ნახაზზე. ასეთი ტიპის აირსაცავების მოცულობა $V = (10000 - 100000) \text{ მ}^3$, დიამეტრი იცვლება 45 მ-მდე; სიმაღლე - 60 მ-მდე. აირსაცავი წარმოადგენს ცილინდრს ბრტყელი ფსკერით და სფერული სახურავით (ნახ. XII.13). ცილინდრის შიგნით მოძრაობს დგუში, რომელიც მკიდროდ მორგებულია აირსაცავის ტანთან. გაზი შეკრავთ დგუშის ქვემოთ.



ნახ. XII.13. მშრალი აირსაცავი.

აირსაცავის გაზით ავსებისას, შიგა წნევის ზეგავლენით, დგუში იწევის ზემოთ, გაზის ხარჯვის დროს კი—ეშვება ქვემოთ.

აირსაცავის გაზით ავსებისას, შიგა წნევის ზეგავლენით, დგუში იწევის ზემოთ, გაზის ხარჯვის დროს კი—ეშვება ქვემოთ.

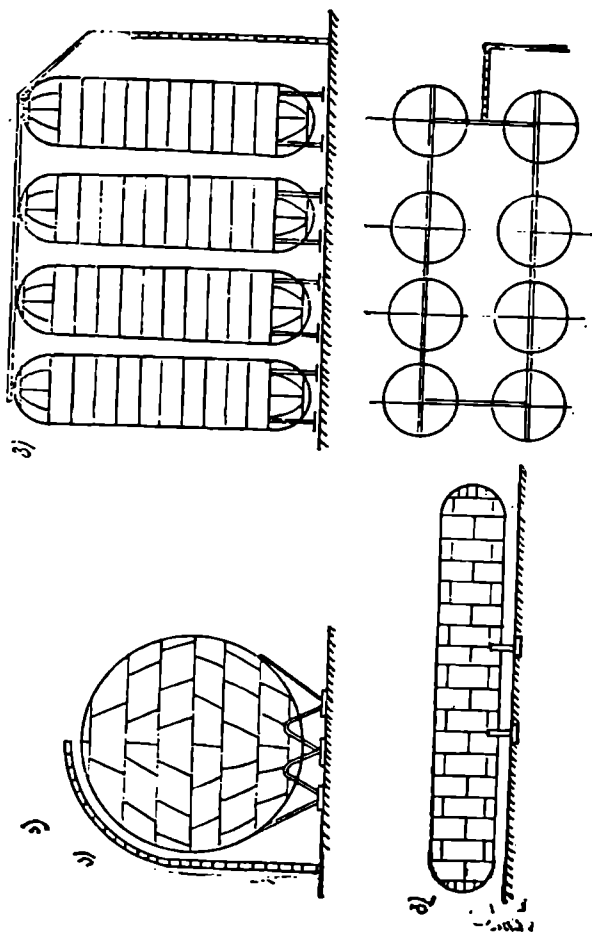
მშრალ აირსაცავებში გაზის დანაგვიანებას წყლის ორთქლით ადგილი არა აქვს, რაც წარმოადგენს ასეთი ტიპის აირსაცავების უპირატესობას. მშრალი აირსაცავების უარყოფითი მხარეა: დგუშის რეზერვუარის ტანთან მკიდროდ მორგების სიძნელე, რის გამო ზოგჯერ ადგილი აქვს მცირე რაოდენობის გაზის უსარგებლო გაპარვას. აირსაცავებში გაზის შიგა წნევა აღწევს 0.015—0,05 მპ-ს. მათი ელემენტები მზადდება „BCI3CI“ მარკის ფოლადის ფურცლებისაგან აირსაცავის ტანისა და სახურავის გაანგარიშება ხდება ისე, როგორც თხელკედლიანი გარსებისა.

მულტივი მოცულობის აირსაცავები

ასეთ აირსაცავებში მოცულობა მულტივია, გაზის შიგა წნევა კი—ცვალებადი, კონსტრუქციის მიხედვით აირსაცავები გვემართება: სფერული (ნახ. XII.14, ა), შეფულ-ცილინდრული (ნახ. XII.14, ბ) და თარაზულ-ცილინდრული (ნახ. XII.14, გ). სფერული და ცილინდრული აირსაცავების კონსტრუქცია და მონტაჟი ანალოგიურია ამავე ტიპის ნავთობპროდუქტების რეზერვუარებისა.

სფერული აირსაცავების დიამეტრი იცვლება 5,7—16,8 მ-მდე. მოცულობა $V = (100 - 2500) \text{ მ}^3$ მდე. ნახ. XII.14, ბ-ზე ნაჩვენებია

შვეულ-ცილინდრულ აირსაცავთა ბატარეა. ჩვეულებრივ, ცილინდრული აირსაცავები მზადდება გაბარიტული და არაგაბარიტული ზომის. გაბარიტული ზომის აირსაცავები მთლიანად მზადდება ფოლადის კონსტრუქციების ქარხანაში. ამის გამო, მისი ზომები არ აღემატება გადისატანი ტრანსპორტის გაბარიტულ ზომებს (დიამეტრი—3,75 მ, სიგრძე—16,75 ან 22,77 მ, მოცულობა—130—180 მ³). არაგაბარიტული აირსაცავების მონტაჟი მთლიანად ხდება მშენებლობის ადგილზე. ასეთი აირსაცავების დიამეტრი იცვლება 7—6 მ-მდე, სიგრძე—60 მ-მდე; მოცულობა—2500 მ³-მდე. მუდმივმოცულობიან აირსაცავებში გაზის შიგა



ნახ. XII 14. მაღალი წნევის აირსაცავები:
 ა—სვერული; ბ—შვეულ-ცილინდრული; ვ—ჩარაბულ-ცილინდრული.

წნევა აღწევს $0.4 \div 1,8$ მმ. იგი მზადდება „BCI30C“ მარკის ფოლადის ფურცლებისაგან ($t = 4 \div 6$ მმ). აირსაცაეების გაანგარიშება წარმოებს კარბ შიგა წნევაზე, აირსაცაეის საკუთარ წონაზე, წყლის დაწოლაზე (ჰიდრაულიკური გამოცდის დროს), სამონტაჟო შეყურსულ ძალებზე და ტემპერატურათა სხვაობაზე.

ფოლადის ხარჯის მიხედვით, აირსაცაეების ყველაზე რაციონალური სახეა სფერული აირსაცაეები, მაგრამ დამზადებისა და მონტაჟის სირთულის გამო მათი გამოყენება შეზღუდულია.

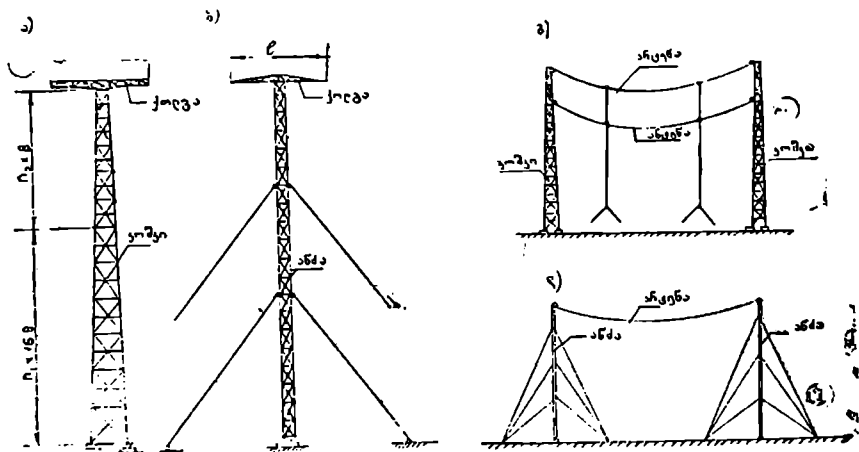
XIII თავი

კოშკები და ანქები

§ XIII.1. ზოგადი ცნობები

კოშკებს უწოდებენ თავისუფლად მდგარ სივრცით კონსტრუქციებს, რომლებიც მუშაობენ ისე, როგორც კონსოლური დგარები (ნახ. XIII.1, ა, გ).

კოშკებისაგან განსხვავებით, ანქების შეეული მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა მჭიმები (ნახ. XIII.1, ბ, დ). ანქების ღეროები მუშაობენ ისე, როგორც დრეკად საყრდენებზე მდებარე უკრო კოშკები



ნახ. XIII.1. შეეული და თარაზული ანქენები:

ა — კოშკური რადიონანტენა; ბ — გამსხვეველი რადიონანქა; გ — თარაზული ანქენის კოშკური საყრდენები; დ — თარაზული ანქენის ანქური საყრდენები.

(ნახ. XIII.7). სხვა ნაგებობებისაგან განსხვავებით, როგორც ანძები, ისე კოშკები ხასიათდება დიდი სიზაღლით და თარაზული (ქარის) დატვირთვების დიდი მნიშვნელობით. კოშკები და ანძები გამოიყენება: რადიოტექნიკაში (როგორც თარაზული ან შვეული ანტენების საყრდენები), ელექტროტექნიკაში (ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენების სახით), ტელეტექნიკაში (როგორც სატელევიზიო ანტენების და რელეური გადაცემის საყრდენები) და სხვ.

ანტენათა სისტემა იყოფა ორ ჯგუფად: თარაზულ და შვეულ ანტენებად.

პირველ შემთხვევაში კოშკები ან ანძები წარმოადგენენ ანტენათა საყრდენებს (ნახ. XIII.1 გ, დ).

მეორე შემთხვევაში კოშკები ან ანძები თვით წარმოადგენენ ანტენებს (ნახ. XIII.1 ა, ბ). თარაზული ანტენები მოითხოვს დიდ ტრიბორიას, ამიტომ მისი გამოყენება, როგორც წესი, ხდება დაუსახლებელ ადგილებში. ვერტიკალური კოშკებისათვის საჭიროა მცირე საშენებლო მოედანი, რის გამო ისინი შენდება დასახლებულ ადგილებში.

კოშკებისა და ანძების გაანგარიშება წარმოებს ძირითად და განსაკუთრებულ დატვირთვებზე. ძირითადი დატვირთვების ჯგუფში შედის: კონსტრუქციის და მასზე მოთავსებულ მოწყობილობათა მასა, მჭიმებისა და სადენების საწყისი დაკომულობა (ანძებისა და ელექტროგადამცემი სადენების გაანგარიშების დროს), გრიგალისებრი ქარი, თოვლი, ლიპყინულის (მჭიმებზე შეყინული ქერქი) მასა, გრიგალისებრი ქარის 25%, ლიპყინულის ტემპერატურა.

განსაკუთრებულ დატვირთვებში შედის: დატვირთვები გამოწვეული სადენების ან მჭიმების ცალმხრივი გაწყვეტით, სამონტაჟო და სეისმური დატვირთვები. ძირითადი და განსაკუთრებულ დატვირთვების შეხამება, რომლის მიხედვითაც წარმოებს კოშკების და ანძების გაანგარიშება, მოცემულია საანკერო ნაგებობათა ტექნიკურ ნორმებში (СННП II-И-9-71).

ცალკეული დატვირთვების ნორმატიული მნიშვნელობანი და შესაბამისი გადატვირთვის კოეფიციენტები აიღება СННП II-6-74 ტექნიკური ნორმების მიხედვით. ყველა შემთხვევაში ჩამოთვლილი დატვირთვიდან კოშკისა და ანძის კონსტრუქციებზე და ფორმებზე განსაკუთრებულ გავლენას ახდენს ქარის გრიგალისებრი დატვირთვა.

თანაბრად განაწილებული საანგარიშო ქარის გრიგალისებრი დატვირთვა განისაზღვრება ფორმულით

$$q = \gamma_{\text{კოშკი}} \cdot c_{\text{ქ}} \cdot \beta_{\text{ქ}} \cdot \text{ქ} / \text{მ},$$

(XIII.1)

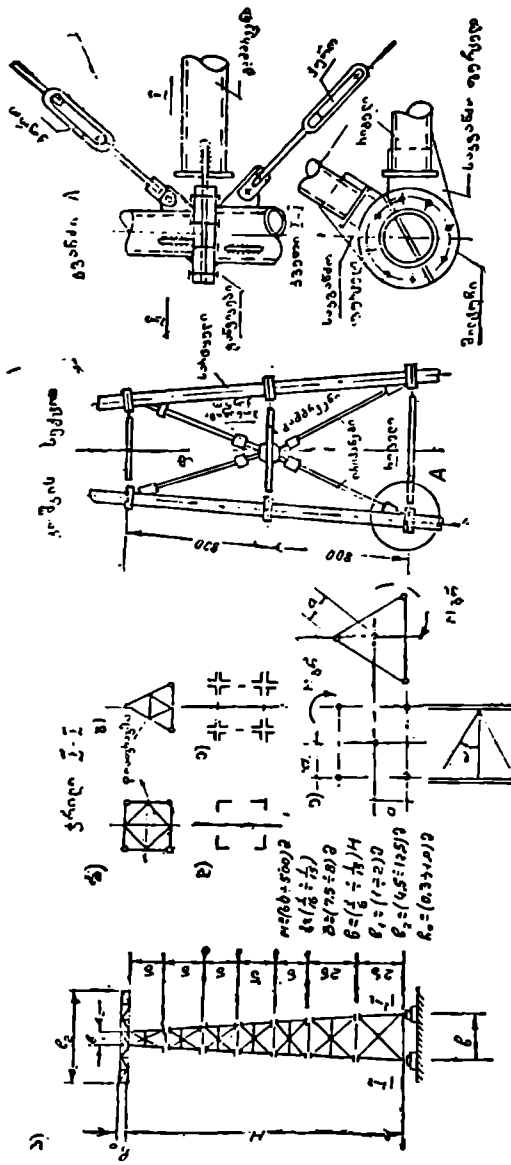
- სადაც γ/β საიმედოობის კოეფიციენტია ქარის დატვირთვების მიხედვით ($\gamma/\beta = 1,3$);
- q_0 — ქარის ნორმატიული სინჰარითი წნევა (კნ/მ²). ოგი აიღება კონსტრუქციის სიმაღლისა და მშენებლობის ადგილმდებარეობის მიხედვით;
- c_x — აეროდინამიკური კოეფიციენტი. როდესაც კონსტრუქცია გეგმარდება მიღებისაგან $c = (0,45-1,2)$, კუთხედების შემთხვევაში— $1,4-1,54$.
- β — ქარის სინჰარითი წნევის გამადიდებელი კოეფიციენტი. ისაზღვრება ქარის დინამიკური და პულსაციური მოქმედების გათვალისწინებთ (ჩვეულებრივ, $\beta = 1,1-2$ -მდე).
- b — კოშკის ან ანძის წახნაგის სიგანე ქარის ძიპართულების მართობად.

§ XIII. 2. კოშკები

1. კოშკების კონსტრუქციების ძირითადი საფუძვლები

დანიშნულების მიხედვით კოშკები გეგმარდება ოთხწახნაგოვანი პირამიდული ან სამწახნაგოვანი პრიზმული ფორმის. ნახ. XIII.2-ზე ნაჩვენებია ტიპური კოშკის სქემები. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, კოშკის თითოეულ წახნაგი წარმოადგენს ტრაპეციული მოხაზულობის წამწეს (ნახ. XIII.2, ა). კოშკის სარტყლებად აიღება მილები (ნახ. XIII.2 ბ, გ) ან კუთხედები (ნახ. XIII.2 დ, ე). მილებისაგან შემდგარ კოშკებში, აეროდინამიკური კოეფიციენტის მცირე მნიშვნელობის გამო, ქარის დატვირთვა კუთხედებისაგან შემდგარ კოშკებთან შედარებით მცირეა. რაც ითვლება ასეთი კოშკების უპირატესობად. ამავე დროს, მილების ღირებულება კუთხედების ღირებულებაზე მეტია, რაც გათვალისწინებული უნდა იქნეს კოშკების დაგეგმარების დროს. კოშკის წახნაგების წამწების შესავსებად აიღება რომბული ან ჯვარედინა გისოსთა სისტემა დამატებითი გამჯგუნებით (ნახ. XIII.2, ა). გისოსთა ასეთი სისტემის გამოყენების დროს სარტყლების საანგარიშო სიგრძეები მცირდება. ოთხწახნაგოვანი კოშკების გამჯგუნებად გამოიყენება მილები ან კუთხედები, სამწახნაგოვან კოშკებში—მილები.

პრაქტიკის უმეტეს შემთხვევაში ირიბნები გეგმარდება მრგვალი ფოლადის ლეროებისაგან მოსაქიმი ქუროებით (ნახ. XIII.2, ვ). როდესაც რადიოტექნიკის მოთხოვნილებით საჭიროა დიდი სიხისტის მქონე კოშკები, ირიბნებად იღებენ კუთხედებს ან მილებს. დამზადების, გადაზიდვის და აკრების სიადვილის მიზნით, კოშკები სიმაღლეზე იყოფა სექციებად (ნახ. XIII.2, ე). ქვედა სექციის სიგრძე აიღება $2b$ ($15 \div 16$) მ, 560



ნ.ბ. XIII.2. რადიუსის კოეფიციენტი
 ა - რადიუსის კოეფიციენტი; ბ, გ, დ, ე - კოეფიციენტის განივი კვეთის ტიპები; ვ - სპონტანური სტრუქტურა.

ზედა სექციის— $h=(7,5 \div 8)$ მ (ნახ. XIII.2, ა). ხეციების შესაერთებლად სარტყლის მიღები ბოლოვდება მილტუჩებით. მილტუჩები წარმოადგენს ხვრეტებიან ფურცლოვან რგოლს, მიღუღებულს მიღების ბოლოებზე (ნახ. XIII.2, ვ). მეზობელი სექციების მილტუჩების ხვრეტები თანამთხვეულია. ხვრეტებში იყრება სექციების ურთიერთშემაერთებელი კანქიკები. როგორც XIII.2, ვ ნახაზიდან ჩანს, რიგელისა და გამბჯენების საკვანძო ფურცლები თავსდება მილტუჩებს შორის, ხოლო ირიბნების მისამაგრებლად საკირო შვეული საკვანძო ფურცლები მიღუღებულია სექციის სარტყლებთან და გამბჯენებთან. ირიბნები შვეულ საკვანძო ფურცლებს უერთდება სპეციალური ჩანგლებით. ირიბნების წინასწარი მოკმევის მიზნით, შუალედ კვანძთან ახლოს ირიბნებში იდგმება სპეციალური მოსაქიმი ქუროები. კოშკების თარაზულ სიბრტყეში სიხისტის უზრუნველყოფის მიზნით, სექციებს შორის იდგმება სიხისტის დიაფრაგმები. იგი შედგება ირიბად განლაგებული ლეროებისაგან (ნახ. XIII.2, ბ, გ).

კოშკების გაანგარიშების საფუძველი

როგორც აღნიშნული იყო, კოშკის ელემენტებში უდიდესი საანგარიშო ძალები ისაზღვრება ძირითად და განსაკუთრებულ დატვირთვებზე სტატიკური გაანგარიშების შედეგად.

გაანგარიშების დროს კოშკი განიხილება, როგორც ლეროვანი სივრცითი სისტემა სახსროვანი კვანძებით. თუ კოშკის ირიბანები დაგვგმარებულია გაქიმვაზე მომუშავე მოქნილი წრიული კვეთის ფოლადის ლეროებისაგან, მაშინ კოშკის საანგარიშო სქემა წარმოადგენს სტატიკურად რკვევად სივრცით ლეროვან სისტემას. ასეთი კოშკის სტატიკური გაანგარიშება წარმოებს ელექტროგამომთვლელი მანქანით ან, იშვიათად, ხელით. უკანასკნელ შემთხვევაში ანგარიში ტარდება „სიბრტყეებად დაშლის“ მეთოდით.

ამ მეთოდით, კოშკის წახნაგებზე მოქმედი დატვირთვები იშლება კოშკის წახნაგების სიბრტყეებისა და წიბოების მიმართულებით მოქმედ დატვირთვებად (ნახ. XIII.3, ა). ამის შედეგად, სივრცითი ლეროვანი კოშკის გაანგარიშება დაიყვანება მარტოვე ბრტყელ სტატიკურად რკვევადი წამწეების (წახნაგების) ანგარიშზე. ასეთი წამწეების ელემენტებში ძალები ადვილად განისაზღვრება გრაფიკული (კრემონას დიფერენციალური) ან ანალიზური (კვანძთა ამოკვეთის, სამომენტო წერტილების დაგვგმარების) ბერხით. ასე, მაგალითად: კოშკის შვეულ დატვირთვებზე ანგარიშის დროს ეს დატვირთვები კოშკის წიბოებზე (დვარებზე) ითვლება

თანაბრად განაწილებულად. ასეთი დაშვების შედეგ, კოშკის ღვარამში მოქმედი ნორმალური ძალები გამოითვლება ფორმულით (ნახ. XIII. 3,ბ)

$$N_1 = \frac{P}{n \cdot \cos \alpha}, \quad (\text{XIII.2})$$

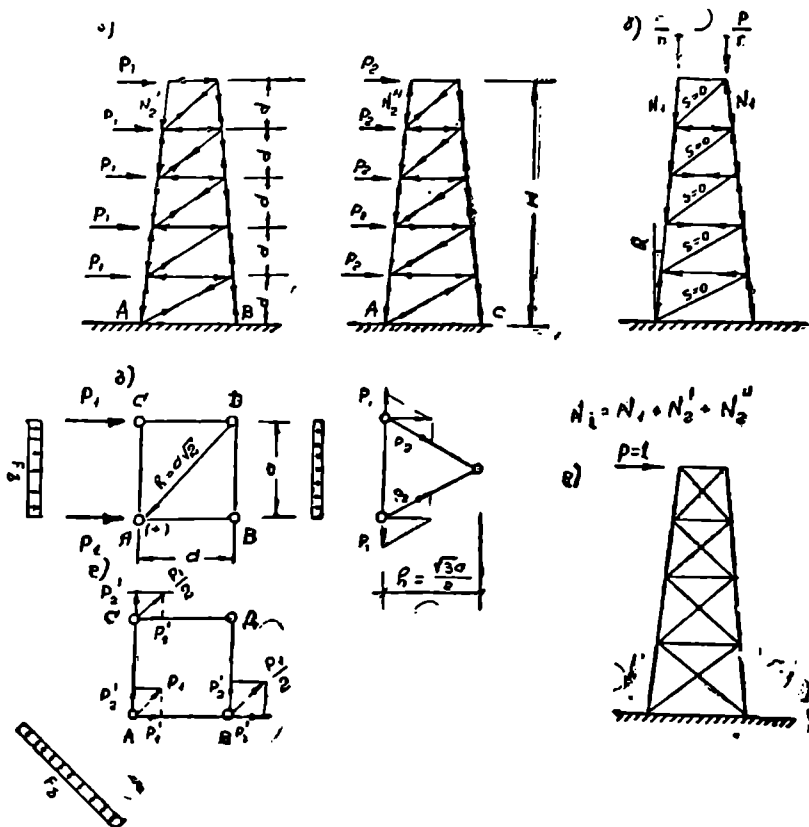
სადაც n არის კოშკის ღვარამის რიცხვი;

α — კოშკის დახრის კუთხე შეუღულთან;

P — შეუღული შეჯურსული დატვირთვა.

შეუღული დატვირთვებისაგან პრიზმული კოშკების გისოსებში ძალები ნულია, პირამიდულ კოშკებში კი მუშაობენ მხოლოდ გამბჯენები (ნახ. XIII.3, ბ).

კოშკის პორიზონტალურ დატვირთვებზე გაანგარიშება წარმოებს



ნახ. XIII.3. ა, ბ, გ—კოშკის გაანგარიშებისათვის.

შემდეგი თანამიმდევრობით: კოშკზე შოქმედი დატვირთვებს შლიან კოშკის წახნაგების სიბოტყის მიმართულებით და საზღვრავენ კოშკის წახნაგების წაწვეების კვანძებზე მოქმედ შეუურსულ დატვირთვებს (ნახ. XIII.3 ა, გ), რის შემდეგ საზღვრავენ სამშენებლო მექანიკის ერთ ერთი ხერხით ცალკეული წახნაგების (წაწვეების) ელემენტებში მოქმედ ძალებს. კოშკის ღვარებში მოქმედი ძალები განისაზღვრება როგორც ორი მგზობელი წამწის (წახნაგის) ერთსა და იმავე სარტყელში მოქმედ ძალეათა ჯამი. გაანგარიშება ხდება ქარის დატვირთვის ორ შემთხვევაზე:

ა) ქარი მოქმედებს კოშკის წახნაგის ნორმალურად (ნახ. XIII.3, გ);
 ბ) ქარი მოქმედებს კოშკის დიაგონალის მიმართულებით (ნახ. XIII.3, დ).
 ქარის დატვირთვის პირველ სქემას შეესაბამება უდიდესი საანგარიშო ძალები კოშკის გისოსებში. ქარის დატვირთვის მეორე სქემას — უდიდესი საანგარიშო ძალები კოშკის ღვარებში.

თუ ორწახნაგოვან ან სანწახნაგოვან კოშკის ღეროში მოქმედებს მგრები მომენტი $M_{გა}$, მაშინ ამ მომენტით გამოწვეული დამატებითი ღერძული ძალა გისოსის ღეროებში გამოითვლება ფორმულით

$$N_{გა} = \frac{M_{გა}}{\pi \cdot a_1 \cdot \cos \alpha}, \quad (\text{XIII.3})$$

სადაც π არის ღვარების რიცხვი;

a_1 — შანძილი განიკვეთის სიმძიმის ცენტრიდან წახნაგამდე (ნახ. XIII.2, ე);

α — ირიბანის დახრის კუთხე ჰორიზონტთან.

როდესაც კოშკის ირიბანები წარმოადგენენ ხისტ ელემენტებს, კოშკის ღეროებში ძალები განისაზღვრება ისე, როგორც სტატიკურად ურკვევ სისტემებში.

კოშკის მეორე ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობითა გაანგარიშებისას, კოშკის ზედა ბოლოს უდიდესი გადაადგილება გამოითვლება მორის ფორმულით (ნახ. XIII.3, დ)

$$Y = \Sigma \frac{N_{i1} \bar{N}_i}{EA} l, \quad (\text{XIII.4})$$

სადაც N_{i1} არის გარე დატვირთვებით გამოწვეული ძალები კოშკის ღეროებში;

\bar{N}_i — ზედა ბოლოზე მოქმედი თარაზული $p=1$ დატვირთვით გამოწვეული ძალები ამავე ღეროებში.

E, A — ღეროების დრეკადობის მოდული და განივი კვეთის ფართობი;

l — ღეროს სიგრძე.

კოშკის ღეროების განივევების შერჩევა ხდება გაკეცილი ან შეკუმშული ელემენტების საანგარიშო ფორმულებით (III.9 და III.31)

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_{y\gamma_i}$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi A} \leq R_{y\gamma_0}$$

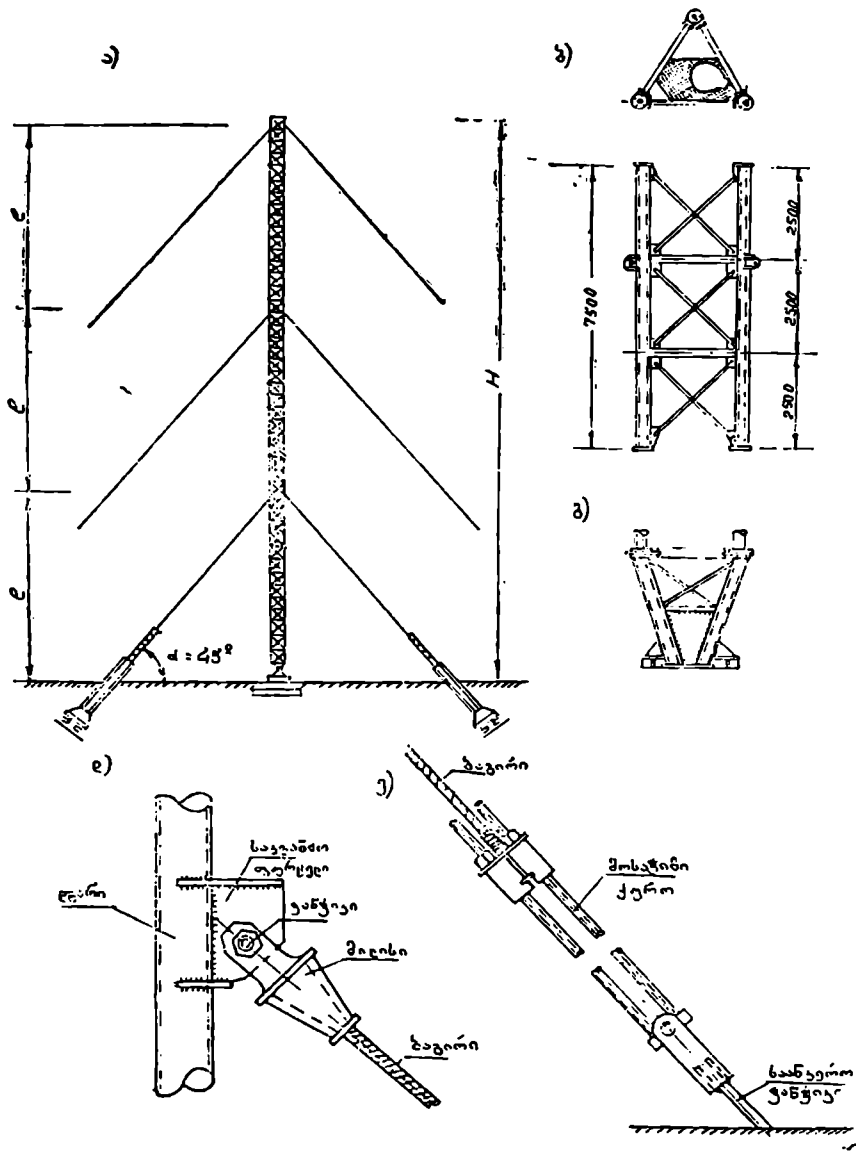
§ XIII.3. ანძვბი

1. ანძვბის კონსტრუირების საფუძვლები

ანძვბის კონსტრუქცია ძირითადად შედგება: ტანის, მკომებისა და საანკერო საძირკვლებისაგან (ნახ. XIII.4, ა).

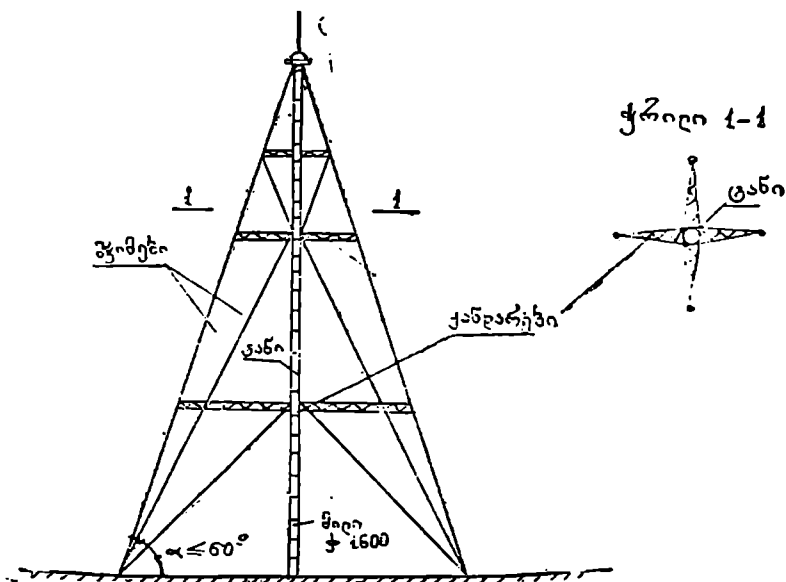
ანძვის ტანი გეგმარდება ოთხი ან სამწახნაგოვანი პრიზმის სახით და საძირკველს ეყრდნობა სახსროვნად. საანკერო საძირკვლების და მკომების რაოდენობის შემცირების თვალსაზრისით, სამწახნაგოვან ანძვბს უპირატესობა ეძლევა ოთხწახნაგოვანებთან შედარებით. ანძვის წახნაგები წარმოადგენენ პარალელურსართულებიან წამწეს ჯვარედინა სისტემის გასოსებით (ნახ. XIII.4, ა, ბ). უკანასკნელ ხანებში ფართოდ გავრცელდა ანძვბი ფოლადის ტანით (ნახ. XIII.5). ასეთი ანძვბი ხასიათდება ქარის კარგი გარსშემოღენილობით, რაც საგრძნობლად ამცირებს ძალების მნიშვნელობას ანძვის ტანში. დაშვადების, გადაზიდვის და აკრების სიადვილის მიზნით ანძვის ტანი სიპაულეზე იყოფა სექციებად. სექციების სიგრძე $l = (7,5 \div 8) \text{ მ}$. ისინი ერთმანეთთან ერთდებიან მილტუნებისა და სამონტაჟო ქანკიების საშუალებით (ნახ. XIII.4, ბ). სექციების ელემენტები მშადდება ფოლადის მილებისაგან. ირიბნები—მრგვალი მოქნილი ფოლადის ღეროებისაგან. შესაძლებელია ანძვის ელემენტებად კუთხელების გამოყენება; შვარამ ასეთი ანძვბი, მილოვან ანძვბთან შედარებით, არაკონომიურია და ხასიათდება დაშვადებისა და აკრების სიძნელით. ანძვისა და კოშკების სექციების კონსტრუქციები ანალოგიურია.

XIII.4, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია სამწახნაგოვანი ანძვის სექციის კონსტრუქცია. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ანძვის ტანი ცენტრალურ საძირკველს ეყრდნობა სახსროვნად (ნახ. XIII.4, გ), იშვიათად—ხისტად. თუ ანძა იმყოფება დენის ქვეშ (რადიოანძვბი, გამომსხიველები და სხვა), მაშინ ანძვის ტანს (დამიწების საწინააღმდეგოდ) ცენტრალურ საძირკველზე აყრდნობენ ფაიფურის იზოლატორებს. ტანის განივევების სივანეს ლებულობენ $b = \left(\frac{1}{80} \div \frac{1}{50} \right) H$. ანძვის ტანის შეეულ მდგომარეო-



ნახ. XIII.4. პარალელურმკვიებინი ანძა:
 ა—ანძის სერთო ზედი; ბ—სიმონტაჟო სექცია; გ—საყარენი კვანძი; დ—მკვიებინი
 ზედი ჩამატება; ე—მკვიებინი კველა ჩამატება.

ბაში უზრუნველყოფა ხდება მკვიშებით. მკვიშები წარმოადგენს ფოლადის ბაგირებს და იღვმება ერთ ან რამდენიმე იარუსად. იარუსებს შორის მანძილი აიღება 50—70 მ და არა უმეტეს $l \leq 35$ (ტანის სიხისტის პირობით). მკვიშები სიმალლეზე განლაგებულია პარალელურად და თითოეული მათგანი ჩამაგრებულია თავის საძირკველში (ნახ. XIII.4, ა), ან ჯგუფი მკვიშებისა ჩამაგრებულია ერთ საძირკველში და სიმალლეზე გაძლიერებულია ქანდარებით (ნახ. XIII.5). ქანდარები ზრდის ანძის ვიბრომედევობას და ამცირებს მის დეფორმაციულობას. პარალელური მკვიშების დახრის კუთხე არ აღემატება 45° -ს, ხოლო ქანდარებიანი ანძის ზე-



ნახ. XIII.5. ანძა ქანდარებით.

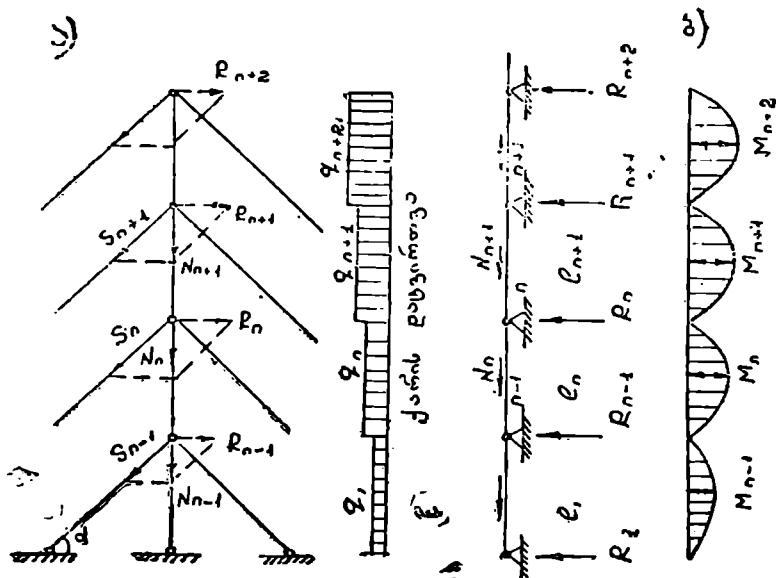
და მკვიშის დახრის კუთხე $\alpha \leq 50 \div 60^\circ$ -ს, მკვიშები ანძის ტანს ემაგრება შესაერთებელი მილისით და საანკერო კანკიკს უერთდება მოსაკიმი ქუროს საშუალებით (ნახ. XIII.4, დ, ე). ქუროები საჭიროა მკვიშების პირველადი მოკიშვისა და შემდეგში დაკომულობის რეგულირებისათვის.

ანძის ტანის მიმართ მკვიშები გეგმაში განლაგებულია რადიალურად და აიღება ოთხი ცალი ოთხწახნაგოვან ანძებში და სამი ცალი — სამწახნაგოვანებში. ანძები კოშკებთან შედარებით უფრო მსუბუქია და ნაკლები ღირებულების, მაგრამ მოითხოვს მკვიშების განსაღებლად დიდ ტერიტორიას, რაც ანძების უარყოფითი მხარეა.

2. ანძების გაანგარიშების ძირითადი მითითებანი

კოშკების ანალოგიურად, ანძის გაანგარიშება წარმოებს ძირითად და განსაკუთრებულ დატვირთვებზე. დატვირთვების მნიშვნელობები, გადატვირთვის კოეფიციენტები და დატვირთვითა შეხამების ვარიანტები აიღება CHIII-6-74-ს მითითებათა მიხედვით.

ანძა წარმოადგენს წინასწარ დაძაბულ მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევსისტემას. მისი მუშაობა ისეთია, როგორც ღრეკად საყრდენებზე მდებარე უკრი კოკის. ამიტომ მისი სტატიკური გაანგარიშება წარმო-



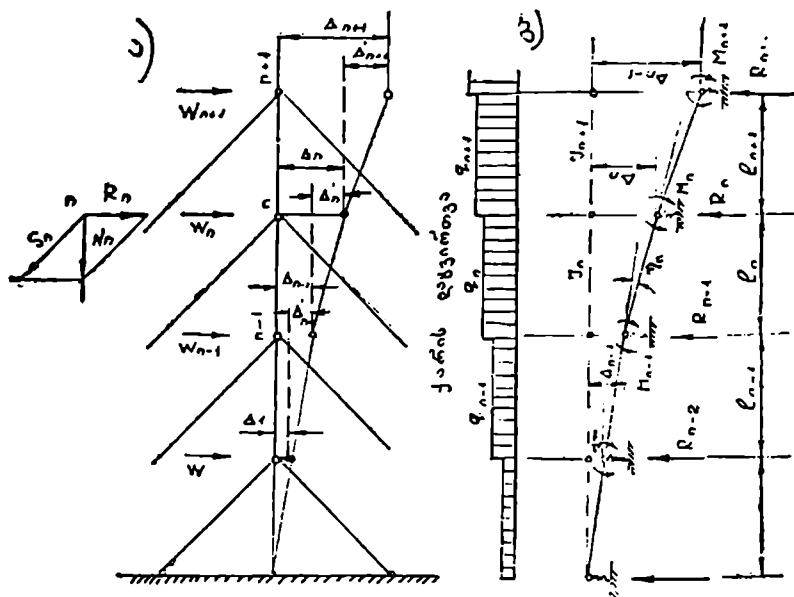
ნახ. XIII.6. ანძის პირველი ეტაპით გაანგარიშებისათვის:
 ა—ანძის საანგარიშო სქემა; ბ—მღუნავე მომენტების ეპიურა.

ადგენს უაღრესად რთულ ამოცანას. ამეაშად მისი გაანგარიშება ხდება ელექტროგამომთვლელი მანქანებით, იშვიათად—ხელით. უკანასკნელ შემთხვევაში გაანგარიშება ტარდება ერთ-ერთი გამარტივებული ხერხით. ამათგან ყველაზე მარტივია [1] სახელმძღვანელოში მოცემული ხერხი.

ამ ხერხით სტატიკური გაანგარიშება ტარდება ორ ეტაპად. გაანგარიშების პირველ ეტაპზე ინიშნება: ანძის საანგარიშო სქემა (იარუსების რაოდენობა, შკიმების რიცხვი იარუსებში, განივკვეთის სახე), ტანის ძირითადი ზომები, გისოსთა სისტემა, შკიმების განივკვეთის ფართობი. ამის შემდეგ, ანძის ტანი განიხილება როგორც მრავალმალიანი სტატიკურად რკვევადი კოკი (ნახ. XIII.6, ბ). იგულისხმება, რომ კოკზე ქარი

მოქმედებს თანაბრად განაწილებული დატვირთვის სახით და საყრდენები არ განიცდიან ხაზობრივ გადაადგილებებს. ასეთი საანგარიშო სქემის მიხედვით, ჯერ საზღვრავენ საყრდენ რეაქციებს (R) (ნახ. XIII.6, ბ) და შემდეგ რეაქციების შევულ (N) და მჭიმების ნიშნით მოქმედ (S) შემდგენებს (ნახ. XIII.6, ა).

S შემდგენის მიხედვით ახდენენ მჭიმის განივევითის შერჩევას. ხოლო N -ის მიხედვით—ანძის ტანის ელემენტების მზიდუნარიანობის შემოწმებას (ან განივევითის შერჩევას). ამით მთავრდება გაანგარიშების პირველი ეტაპი. გაანგარიშების მეორე ეტაპზე, ანგარიშს იწყებენ წი-



ნახ. XIII.7. ა, ბ— ანძის მეორე ეტაპით გაანგარიშებისათვის.

ნასწარ დაკიმულობის ძალის დანიშვნით, ხოლო შემდეგ (პირველ ეტაპზე შერჩეული ანძის ელემენტების სიხისტეების მიხედვით) საზღვრავენ მჭიმების მეერთების კვანძების გადაადგილებებს (ნახ. XIII.7, ა). ამის შემდეგ, ანძის ტანს იხილავენ როგორც უკრ კოქს, მდებარეს დრეკად საყრდენებზე. ძირითად სისტემაზე მიიღება XIII.7, ბ ნახაზზე ნაჩვენები სისტემა. ძირითადი სისტემის საყრდენ მომენტებს საზღვრავენ სამომენტთა განტოლებათა სისტემის გადაწყვეტით

$$M_n l_n' + 2M_n (l_n' + l_{n+1}') + M_{n+1} l_{n+1}' = 6EI_0 \eta_n \quad (\text{XIII.5})$$

$$\text{სადაც } I_n' = I_n \frac{I_0}{I_n};$$

n — პანელას დაყვანილი სიგრძეა;

η_n — ძირითადი სისტემის მობრუნების კუთხე n საყრდენზე.

საყრდენი მომენტების განსაზღვრის შემდეგ ძირითადი სისტემის საყრდენი რეაქციები ისაზღვრება ტოლობით

$$F_n = F_n^0 + \frac{M_{n-1} - M_n}{l_n} - \frac{M_n - M_{n+1}}{l_{n+1}}, \quad (\text{XIII.6})$$

სადაც F_n^0 — გარე დატვირთვებით (ქარით) გამოწვეული რეაქციაა ძირითადი სისტემის n საყრდენზე.

საყრდენი რეაქციების შვეული შემდგენები წარმოადგენენ ანძის ტანის განივკვეთში მოქმედ ნორმალურ ძალებს, ხოლო მკვირვების მიმართულებით მოქმედი შემდგენები — მკვირვების გამკვირვებ ძალებს:

$$N_n = F_n \operatorname{tg} \alpha; \quad (\text{XIII.7})$$

$$S_n = F_n \cos \alpha. \quad (\text{XIII.8})$$

საწყისი დაკიმულობის (S_0) გათვალისწინებით მკვირვების მოქმედი ძალები იქნება

$$\Sigma S = S_0 + S_n. \quad (\text{XIII.9})$$

ამ ძალის მიხედვით მკვირვების სიმტკიცე მოწმდება ფორმულით

$$\Sigma S \leq \gamma_e P_{\text{ჩდ}}, \quad (\text{XIII.10})$$

სადაც $\gamma_e = 0,5$ არის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

$P_{\text{ჩდ}}$ — მკვირვების მრღვევი ძალის სილინე, აიღება ГОСТ-ის მიერ მოცემული ცხრილებიდან.

ანძის ტანის ელემენტების სიმტკიცისა და მდგრადობის შემოწმება წარმოებს ფორმულებით:

$$\sigma = C \left(\frac{N}{A_s} + \frac{M_n}{W} \right) \leq R_y; \quad (\text{XIII.11})$$

$$\sigma = C \frac{\frac{N}{\varphi A_s} + N_m}{\varphi A_s} \leq R_y; \quad (\text{XIII.12})$$

$$N_m = \frac{M_n}{d}, \quad (\text{XIII.13})$$

სადაც C არის დატვირთვითა თანწყობის შესაბამისი კოეფიციენტი;

A_s — ანძის სარტყლის განივკვეთის ფართობი;

W — ანძის განივკვეთის წინააღობის მომენტი;

π — ანძის სარტყლების რიცხვი;

φ — ტანის გრძივი ლუწვის კოეფიციენტი მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში;

M_0 — მკიშების ექსცენტრული მიმაგრებით წარმოშობილი მღუნავი მომენტი ტანის გეომეტრიული ღერძის მიმართ.

ანძის ელემენტების სიმტკიცესა და მდგრადობაზე შემოწმების გარდა, ანძა მოწმდება საერთო მდგრადობაზე.

საერთო მდგრადობაზე შემოწმება ხდება ფორმულით

$$k = \beta \frac{\sum \frac{1}{\Delta_0}}{\sum \frac{N}{l}} \leq 1,5, \quad (\text{XIII.14})$$

სადაც β არის კოეფიციენტი და განისაზღვრება СНиП III-B-3-72 მიხედვით;

Δ_0 — ანძის კვანძების ერთეული ძალით გამოწვეული თარაზული გადაადგილება.

N — ანძის თითოეულ იარუსში მოქმედი ნორმალური ძალა.

ანძის გაანგარიშების ზემოთ აღწერილი ხერხი დეტალურად აღწერილია [1, 8, 10] სახელმძღვანელოებში.

§ XIII.4. ელემტრობა ლამცევი ხაზები

ელექტროგადამცემი ხაზების დანიშნულებაა ელექტროენერჯის გადაცემა თბო.-ძირით-ან ატომური ელექტროსადგურებიდან მომხმარებლებამდე.

გადაცემის ხაზები ძირითადად შედგება: სადენების, მის დასაკიდებლად საკირო გრილიანდ-იზოლატორებისა და საყრდენებისაგან (ნახ. XIII.8). სადენების საყრდენებად გამოიყენება კოშკები და იშვიათად—ანძები. სადენების მათეული მზადდება სპილენძის, ფოლადის ან ალუმინისაგან. დიამეტრი იცვლება 10—20 მმ-მდე, მასა—0,005—0,007 კნ/მ-მდე, ზღვრული გამჭიმავი ძალა $A_{\text{კ}} = (30 \div 70)$ კნ-მდე. სადენების განივკვეთი და მასალა დამოკიდებულია ღუნის ძაბვის სიდიდეზე.

სადენების საყრდენები წარმოადგენენ ჩვეულებრივ კოშკებს. კოშკის სქემა და ზომები დამოკიდებულია მის დანიშნულებაზე.

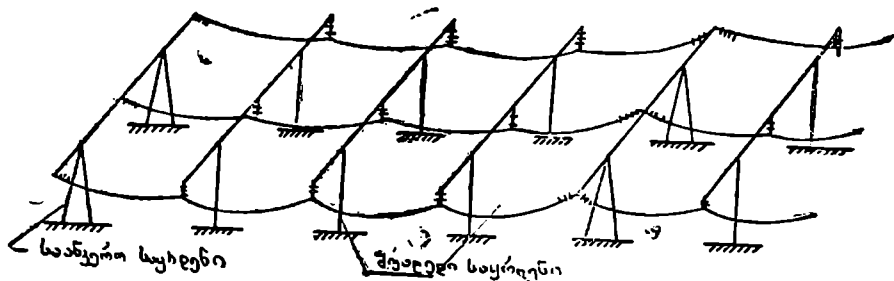
დანიშნულების მიხედვით საყრდენები იყოფა: განაპირა, შუალედ, საანკერო, გადასასვლელ და კუთხურ საყრდენებად (ნახ. XIII.8).

განაპირა საყრდენები იდგმება სადენების საწყის და ბოლო წერტილებში, ხოლო საანკერო საყრდენები—შუალედი საყრდენების 5—7 შალის დაცილებით. შუალედი საყრდენები იდგმება საანკერო საყრდენებს

შორის. მათზე შეკიდულია სადენები და შეადგენს მთელი საყრდენების თითქმის 80%-ს.

საანკერო საყრდენების ძირითადი დანიშნულებაა შიილოს სადენების ცალმხრივი გაწყვეტის შემთხვევაში წარმოშობილი თარაზული რეაქციები.

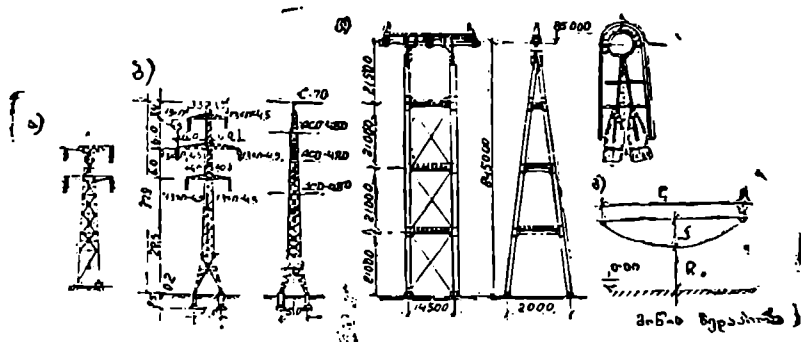
გადასასვლელი საყრდენები იდგმება მდინარეების, ხეობების, რკინიგზების, ავტოსტრადების გადაკვეთის ადგილებში, ხოლო კუთხური



ნახ. XIII.8. ელექტროგადამცემი ხაზების საანკერო და შუალედლი საყრდენები.

საყრდენებზე—სადენების მოხვევის ადგილებში. საყრდენებს შორის მანძილი დამოკიდებულია დენის ძაბვის სიდიდეზე. როდესაც დენის ძაბვა იცვლება (220—300) კვ-მდე, საყრდენებს შორის მანძილი $l=200-400$ მეტრს. როდესაც დენის ძაბვა 400—500 კვ-ია, საყრდენებს შორის მანძილი აღწევს 400—600 მეტრს.

საყრდენი კოშკები გეგმირდება პირამიდული მოხაზულობის ვიწრო



ნახ. XIII.9. ა, ბ--კოშკული ტიპის ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენი; გ--პორტალური ტიპის საყრდენი.

და თართო ბაზით (ნახ. XIII.9, ა, ბ), ან პორტალური ტიპის (ნახ. XIII.9, გ). პირამიდული კოშკები ვიწრო ბაზით გამოიყენება შუალედ

საყრდენებად. ასეთი კოშკები წარმოადგენენ ოთხწახნაგოვან სივრცით სისტემას კონსოლებით. ჩვეულებრივი კოშკების ანალოგიურად საყრდენების თითოეული წახნაგი გვეგმარდება წანწიების სახით.

წამწიების შესავსებად აიღება სამკუთხა ან რომბული გისოსთა სისტემა (ნახ. XIII.9). სადენების დაკიდება კონსოლებზე ხდება გირლიანდ-იზოლატორების საშუალებით. გირლიანდის სიგრძე და მასში იზოლატორების ჩაოდენობა აიღება დენის ძაბვის მიხედვით. გირლიანდების სიგრძე იცვლება (1—6) პეტრის ფარგლებში. კოშკები ეყრდნობა რკინაბეტონის საძირკვლებს, საანკერო და გადასასვლელ საყრდენებად გამოიყენება პირამიდული კოშკები ფართო ბაზით ან გისოსურკედლიანი პორტალები. კოშკები ფართო ბაზით შედგება ზედა და ქვედა ნაწილებისაგან. ზედა ნაწილი ჩვეულებრივი ოთხწახნაგოვანი პირამიდული სივრცითი წამწეა კონსოლებით. ქვედა ნაწილი კი ზონტაჟდება ორი საქუთხა მოხაზულობის წამწისაგან (ნახ. XIII.9, ბ).

პორტალური ოპის საყრდენები წარმოადგენს დგარებისა და რიგელისაგან შემდგარ ჩარჩოს (ნახ. XIII.9, გ).

სადენების დასაკიდად საჭირო კონსოლების მოხაზულობა და ჩაოდენობა დაშოკიდებულია სადენების განლაგებაზე.

კოშკის სიმაღლე დამოკიდებულია დენის ძაბვის სიდიდეზე და სადენების მაქსიმალური ჩაღუნვის ისარზე. იგი განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. XIII.9)

$$h = h_1 + f. \quad (\text{XIII.29})$$

სადაც h_1 — მინიმალური მანძილია სადენის ყველაზე დაბალი წერტილიდან მიწის ზედაპირამდე. ამ მანძილს ეწოდება გაბარიტული სიმაღლე და აიღება დენის ძაბვისა და გადაკვეთის ადგილმდებარეობის მიხედვით.

f — სადენის ჩაღუნვის ისარი. ჩვეულებრივ ელექტროსადენების საყრდენების სიმაღლე იცვლება 22—42 მ-მდე.

სადენების დამაგრების წერტილებს შორის თარაზულ მანძილს ეწოდება სადენის მალი. სადენებს შორის მინიმალური მანძილი გამოითვლება ფორმულით

$$a = (19\sqrt{f} + 0.5u + 10) \text{ სმ}, \quad (\text{XIII.30})$$

სადაც f — ჩაღუნვის მაქსიმალური ისარია

$$f = \frac{\gamma l^2}{8\sigma}; \quad (\text{XIII.31})$$

u — დენის ძაბვა კილოვატებში;

$\gamma = \frac{P}{A}$ (კვ/სმ²) სადენის განივკვეთის 1 სმ²-ზე მოსული კუთ-

რი დატვირთვა;

P — სადენებზე მოქმედი დატვირთვების შვეული შემდგენი;

σ — სადენების საანგარიშო წინაღობა.

გადამცემი ხაზები ისე უნდა იქნეს დაგეგმარებული, რომ აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. მაქსიმალური ძალვა სადენებში არ უნდა აღემატებოდეს მისი ზღვრული გამჭიმავიძალის $\frac{1}{2}$ -ს, ხოლო ავტოტრასების და დასახლებული ადგილების გადაკვეთაზე არ უნდა იქნეს $\frac{1}{3}$ -ზე მეტი.

2. სადენის მოხვევის კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს 60° -ს;

3. მანძილები ხაზებსა და საყრდენებს შორის არ უნდა იქნეს ნაკლები ნორმებით დადგენილი მანძილისა.

4. საყრდენები წყლით დაფარულ ადგილებში დაცული უნდა იქნეს ყინულმკვრელებით.

ს ა ყ რ დ ე ნ ე ბ ი ს გ ა ა ნ გ ა რ ი შ ე ბ ა

საყრდენების გაანგარიშება ძირითადად ხდება ისე, როგორც დაკიდული ანტენების კოშკების შემთხვევაში.

გაანგარიშება ტარდება СНиП II В-3-72, СНиП II-И-9-71 და СНиП III-6-74-ის მითითებათა მიხედვით.

კოშკური და პორტალური ტიპის საყრდენების დეტალური გაანგარიშების საკითხები განხილულია სპეციალურ სახელმძღვანელოებში [11, 12].

XIV თ ა ვ ი

ლითონის კონსტრუქციების ეკონომიკა

§ XIV.1. ლითონის კონსტრუქციების ეკონომიკური დაპროექტების საფუძვლები

უკანასკნელ წლებში ლითონის კონსტრუქციების წარმოება ინტენსიურად ვითარდება. ახალი კონსტრუქციული ფორმების, მასალებისა და პროფილების შექმნა მოითხოვს კონსტრუქციებისა და მათი ოპტიმიზაციის ეკონომიკურობის შეფასების ახალი მეთოდების დამუშავებას, გაანგარიშების მეთოდების დაზუსტებას.

ცნობილია სამი პრინციპი, რომლებიც საფუძვლად უდევს დაპროექტებას; კონსტრუქციის ლითონის მასის ეკონომია, დამზადების შრომატევადობის და მონტაჟის ვადების შემცირება. ამ პრინციპებმა უნდა

დააკმაყოფილოს კონსტრუქციების ექსპლუატაციის, საიმედოობისა და ზეგების ხანგრძლივობის შოთხოვნები. ამიტომ მოცემული ნაგებობის პროექტის დამუშავების დროს და განსაკუთრებით შისი კონსტრუქციული ნაწილის დამუშავებისას არსებითი ყურადღება უნდა მიექცეს კონსტრუქციათა ვარიანტების შერჩევას, როგორც ფრიალ პასუხსაგებ ეჭპას პროექტზე მუშაობისას. დაპროექტების ამ ნაწილზე ფულადი დანახარჯები და დრო ყოველთვის ანაზღაურდება ეკონომიით, რომელიც მიიღება ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევით.

§ XIV. 2. კონსტრუქციის ვარიანტული დაპროექტების საფუძვლები

იმისათვის, რომ დავადგინოთ კონსტრუქციების დაპროექტების საუკეთესო გადაწყვეტა, უნდა დამუშავდეს მზიდი კონსტრუქციების რაზდენიმე ვარიანტი მიახლოებითი სტატისკური და კონსტრუქციული გაანგარიშებით. შავალითად, ძალეების განსაზღვრისას გამკოლ სისტემას ცვლიან მთლიანით, მიახლოებით ითვალისწინებენ კავშირების დამყოლობას, სტატისკურად ურკვევ სისტემებში ამცირებენ ზეღმეტი უცნობების რიცხვს და ა. შ.

მზიდი თუ შემომზღუდი კონსტრუქციების დაპროექტებისას ყველა ვარიანტე უნდა აკმაყოფილებდეს მოცულობით-დაგეგმარებითსა და კონსტრუქციულ მოთხოვნებს, უნდა ასახავდეს თანამედროვე მიღწევებს მშენებლობის დარგში—კონსტრუქციული ელემენტებისა და მათი დაკავშირების კვანძების უნიფიკაციის და ტიპიზაციის მაქსიმალურ მოთხოვნათა შესაბამისად, ესადაგებოდეს წარმოების ტექნოლოგიას, საგამოყენო დარბაზებში კი ექსპოზიციის მოხერხებულად განლაგების მოთხოვნებს და ა. შ. კონსტრუქციულ გადაწყვეტათა ყველა ვარიანტის დროს შენობა უზრუნველყოფილი უნდა იყოს საკმარისი განათებით, ვენტილაციით, მოხერხებული წყალსარინით, ტემპერატურულ-ტენიანობის რეჟიმით და სხვა. გათვალისწინებული უნდა იქნეს ამწე-სატრანსპორტო მოწყობილობათა ნორმალური ფუნქციონირება ტექნოლოგიური პროცესის უზრუნველსაყოფად.

განხილული ვარიანტების შედარება ხდება შემდეგი ტექნიკურ-ეკონომიკური მიჩვენებლების მიხედვით:

- ა) კონსტრუქციების საერთო მასა (ტ) და ლითონის ხარჯი (კგ) სამრეწველო ნაგებობის 1 მ²-ზე, ან რეზერვუარებისათვის, 1 მ²-ზე;
- ბ) დამზადების შრომატევადობა;
- გ) მონტაჟის შრომატევადობა;
- დ) ღირებულება.

კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტის არჩევის ძირითადი

კრიტიკული ნაგებობის ნორმალური საექსპლუატაციო პირობებზე დაკმაყოფილება და დაყვანილი დანახარჯების მინიმუმი. როდესაც შესაძლებელ ვარიანტებში დაყვანილი დანახარჯები უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, ვარიანტის საბოლოო ირჩევის დროს უპირატესობა ენიჭება შემდეგ მაჩვენებლებსაც: კონსტრუქციითა და მზადების შრომატევადობა, მათი აგების ხანგრძლივობა, ლითონის ხარჯი შენობის ფართობის ერთეულზე და აგრეთვე კონსტრუქციითა თანადროულობა და არქიტექტურული გამოსახვა.

აღებული ვარიანტებისათვის შედგენილ ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს ანალიზებენ და მათ უდარებენ არსებულ ანალოგიურ პროექტებს და რეალურად განხორციელებულ ობიექტებს.

ელექტრონული გამოთვლითი ტექნიკის ფართო გამოყენება საშუალებას იძლევა ვარიანტული დაპროექტების სრულყოფისათვის, რომელიც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფს კონსტრუქციების ოპტიმალურ დაპროექტებას.

§ XIV. 2. კონსტრუქციის მასის განსაზღვრა

ნაგებობის კარკასის კონსტრუქციების მასა არის მზიდი და დამხმარე კონსტრუქციების მასების ჯამი. მზიდ კონსტრუქციებს მიეკუთვნება სვეტები, ჩარჩოს რიგელები, გადახურვის კოჭები, ნივნივა და ნივნივქვეშა წამწეები, ამწისქვეშა კოჭები და გარსები. დამხმარე კონსტრუქციებია: სახურავის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური კავშირები, სვეტებს შორის კავშირები, ჩალანგარის ელემენტები და სხვა.

მზიდი კონსტრუქციები, თავის მხრივ, შედგება ძირითადი და დამხმარე ელემენტებისაგან. მაგალითად, გამჭოლი კონსტრუქციებისათვის ძირითად ელემენტებს წარმოადგენენ სარკელები და რიკელები (გისოსები), ხოლო დამხმარე ნაწილებია—საკვანძო ფურცლები (შუასადებები—ფასონურები), შუასადებები და პირაპირა ზესადებები.

ლითონის კონსტრუქციების დაპროექტებისას მეტად სასარგებლოა ისეთი კონსტრუქციების დაჭურვა, სადაც მზიდი ელემენტების ორი ან სამი ფუნქცია შეთავსებული იქნება ერთ კონსტრუქციულ ელემენტში. მაგალითად, ამწისქვეშა—ნივნივქვეშა წამწი. ამ ერთ მზიდ ელემენტში შეთავსებულია ორი ფუნქცია: ამწისქვეშა კონსტრუქციისა და ნივნივქვეშა წამწისა.

საერთოდ, სამშენებლო კონსტრუქციების ვარიანტული დაპროექტებისას განხილული უნდა იქნეს შემდეგი კატეგორიის ამოცანები: 1. მასალების და კვეთის ფორმის შერჩევა; 2. ტიპური კვანძებისა და შეერთების სახეების შერჩევა; 3. კონსტრუქციების გაერთმთლიანება; 4. ნაგებობის გაერთმთლიანება.

ვარიანტული დაპროექტების დროს არჩევენ განივკვეთს და ანგარიშობენ კონსტრუქციების ძირითადი ელემენტების მასას.

თუ ძირითადი და დამხმარე დეტალების მასას აღვნიშნავთ G_a და G_b , მაშინ მზიდი კონსტრუქციის მთლიანი მასა გამოისახება ფორმულით

$$G_{\Sigma, 3} = G_a \cdot \psi_{კონ. მასა} \quad (XIV.1)$$

სადაც $\psi_{კონ. მასა} = 1 + \frac{G_b}{G_a}$ არის მზიდი კონსტრუქციების მასის სამშენებლო კოეფიციენტი.

მასის სამშენებლო კოეფიციენტი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავარკვიოთ კონსტრუქციის მიზანშეწონილობა.

სხვადასხვა სახის კონსტრუქციებისათვის მზიდი კონსტრუქციების მასის სამშენებლო კოეფიციენტი $\psi_{კონ. მასა}$ აიღება მიხედვით, ვარაუდით. მაგალითად, ნივინია წამწისათვის, რომლის ელემენტების განივკვეთი შედგება ორი კუთხოვანისაგან, უდრის 1,25; ერთი კუთხოვანისაგან—1,15; მილებისაგან—1,07; ერთსართულიანი სამრეწველო შენობების სვეტებისათვის იგი 1,5-ია.

შენობის კარკასის კონსტრუქციის მთლიანი მასა შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით

$$G_3 = \psi_{კარ. მასა} \Sigma G_{\Sigma, კარ} \quad (XIV.2)$$

სადაც $\Sigma G_{\Sigma, კარ}$ არის შენობის კარკასის მზიდი კონსტრუქციების მასა;

$$\psi_{კარ. მასა} = 1 + \frac{G_{კონ. მასა}}{G_{\Sigma, კარ}} \text{ — შენობის კარკასის მასის სამშენებლო კოეფიციენტი; } G_{კონ. მასა} \text{ დამხმარე კონსტრუქციის მასაა.}$$

ერთსართულიანი შენობებისათვის $\psi_{კარ. მასა}$ მნიშვნელობა იცვლება შედარებით ვიწრო ზღვრებში (1,25—1,45). ამიტომ საორიენტაციოდ შეიძლება მივიღოთ, რომ $\psi_{კარ. მასა} = 1,3$.

ლითონის ხარჯს შენობის ფართობის 1 მ²-ზე განსაზღვრავენ ფორმულით

$$g = \frac{G_j}{\omega}, \quad (XIV.3)$$

სადაც ω არის შენობის ფართობი.

ანალოგიურად განისაზღვრება კონსტრუქციის მასა სხვადასხვა სახის ნაგებობებისათვის (მაღლივი შენობების კარკასები, კოშკები, ანძები, დაკიდული სისტემები, რეზერვუარები და სხვა).

§ XIV. 4. კონსტრუქციების დამზადებისა და მონტაჟის
შრომატევადობის განსაზღვრა

კონსტრუქციის დამზადებისთან დაკავშირებული პროცესი იყოფა საანგარიშო (ანუ ძირითად) და არასაანგარიშო ოპერაციებად. საანგარიშო ოპერაციებად იგულისხმება დეტალების დამუშავება, აწყობა, შედუღება და სხვ.

გამჭოლი კონსტრუქციების დამზადების შრომატევადობა გამოისახება ფორმულით

$$T = 1,1 (\psi_{\text{გაგ}} t_{\text{გაგ}} n + \psi_{\text{ან}} t_{\text{ან}} n + \psi_{\text{შეგ}} t_{\text{შეგ}} \Sigma l_{\text{ნაკ}}), \quad (\text{XIV.4})$$

სადაც 1,1 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს არასაანგარიშო ოპერაციების შრომატევადობას; $t_{\text{გაგ}}$ და $t_{\text{ან}}$ — დამუშავების და აწყობის საანგარიშო ოპერაციების შრომატევადობა (კაც-საათი) წამწის 1 დეტალის კუთხედებზე; $t_{\text{შეგ}}$ — საქარხნო შედუღების შრომატევადობა (კაც-საათი) 1 გრძივ შეტრ კუთხურ ნაკერზე; n — ძირითადი დეტალების რაოდენობა; $\Sigma l_{\text{შეგ}}$ — შენადული ნაკერების ჯამური სიგრძე; $\psi_{\text{გაგ}}$, $\psi_{\text{ან}}$ და $\psi_{\text{შეგ}}$ — შრომატევადობის სამშენებლო კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ კონსტრუქციის დამატებითი დეტალების დამზადებას.

თითოეული ეს კოეფიციენტი გამოისახება ფორმულით

$$\psi = 1 + \frac{T_{\text{გაგ}}}{T_{\text{ძირ}}},$$

სადაც $T_{\text{ძირ}}$ და $T_{\text{გაგ}}$ აღნიშნავს ძირითადი და დამატებითი დეტალების დამზადების შრომატევადობას.

დამხმარე დეტალების რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$n_{\text{გაგ}} = n \alpha_{\text{გაგ}}; \quad (\text{XIV.5})$$

აქ $\alpha_{\text{გაგ}}$ დეტალურობის კოეფიციენტია და წამწისათვის, რომლის ელემენტების განიკვეთი შედგება ორი კუთხოვანისაგან, უდრის 2,6; იგი მილოვანი წამწისათვის 1,1-ია, ხოლო ცვლადკვეთიანი სვეტებისათვის ამწისქვეშა კოქის სვეტის ქვედა გამჭოლი ნაწილით უდრის 7-ს.

$\psi_{\text{გაგ}}$, $\psi_{\text{ან}}$, $\psi_{\text{შეგ}}$, $t_{\text{ან}}$ და $t_{\text{შეგ}}$ მნიშვნელობები მოყვანილია XIV.1—XIV.3 ცხრილებში. ანალოგიურად შეიძლება განესაზღვროთ მთლიან-კედლიანი კონსტრუქციების დამზადების შრომატევადობა.

კონსტრუქციის მონტაჟის შრომატევადობა 1 ტონაზე განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{\text{მ}} = G t_{\text{მ}}, \quad (\text{XIV.6})$$

სადაც G — კონსტრუქციის მასა, $t_{\text{მ}}$ — მონტაჟის შრომატევადობა (კაც-დღე), XIV.4 ცხრილის მიხედვით.

დამუშავების, შედუღებისა და აწყობის შრომატევადობის
ხამშენებლო კოეფიციენტები (ქვა, ქან, ჭკერ)

მისის სამშენებლო კოეფიციენტი ქონ. მისა	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	
ქვა	1,6	2,1	2,5	2,7	2,8	
ჭკერ	2,4	3,2	3,6	3,8	3,9	
ქან ღამხმარე დეტალების შემდეგი რაოდენობის დროს	20 30 50 100 150 200	1,5 1,6 1,8 2,0 2,3 2,5	1,8 2,0 2,2 2,6 3,0 3,2	2,1 2,2 2,6 3,1 3,4 3,8	2,2 2,4 2,8 3,4 3,8 4,2	2,4 2,6 3,0 3,6 4,0 5,4

დამუშავებისა და აწყობის შრომატევადობა (კაც-საათი)
(ქვა და ქან) კუთხედებისაგან დამზადებული
წამწის 1 დეტალზე

ძირითადი დეტალების საშუალო მისა, კგ		25	50	75	100	125	150	175	200
ქვა ბერეტების შემ- დეგი რაოდენობის დროს	0 5 20	0,07 0,12 0,26	0,08 0,14 0,25	0,09 0,16 0,30	0,1 0,18 0,32	0,12 0,20 0,34	0,14 0,22 0,36	0,15 0,24 0,38	0,16 0,27 0,40
ქან		0,7	0,10	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17

საქარხნო შედუღების შრომატევადობა (კაც-საათი)
ზედ 1 გრძ.მ კუთხურ ნაქერზე

შედუღების სახე	ნაქერის კოეფიციენტი, მმ			
	4	8	12	16
ხელით	0,10	0,13	0,20	0,34
ნახევრად ავტომატური	0,08	0,09	0,14	0,23
ავტომატური	0,07	0,08	0,11	0,15

§XIV.5. კონსტრუქციების ღირებულების განსაზღვრა

კონსტრუქციის საერთო ღირებულება საორიენტაციოდ შემდეგნაირად შეიძლება გაანაწილოთ ნაწილების მიხედვით (%).

დაპროექტება	2
ლიზონი	65
დამზადება	18
ტრანსპორტი	5
მონტაჟი	10

დამონტაჟებული კონსტრუქციის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება გამოისახება ფორმულით

$$C_{დ.კ} = [(C_{მას} + C_{გამ} + C_{ტრ} + C_{მონტ}) K_{გამ} \cdot K_{ტრ} \cdot K_{გამ} \cdot K_{ზედ}], \quad (XIV.7)$$

სადაც $C_{მას}$, $C_{გამ}$ და $C_{მონტ}$ არის მასალის (ფოლადი BC73HC6) დამზადებისა და მონტაჟის ღირებულება, XIV.4 ცხრილის მიხედვით;

$C_{გამ}$ — სატრანსპორტო ხარჯები, რომელიც სადღეისოდ უდრის 9,4 მან/ტ; $K_{გამ.სა}$ — კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დამზადებულ-სასაწყობო ხარჯებს, რომლებიც სადღეისოდ 1,15-ია; $K_{გამ}$, $K_{ტრ}$, $K_{გამ}$, $K_{ზედ}$ — კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ ზამთრის პერიოდში სამუშაოების გაძვირებას, ტერიტორიალურ სარტყელს, გემბურ დაგროვებას და ზედნადებ ხარჯებს, რომლებიც

ცხრილი XIV.4

მასალის დამზადებისა და მონტაჟის ღირებულება და მონტაჟის შრომატევადობა 1 ტ კონსტრუქციაზე
($C_{მას}$, $C_{გამ}$, $C_{მონტ}$, $მონტ$)

კონსტრუქცია	ფოლადის მარკა	ღირებულება, მან			მონტ კოეფ-ლი
		$C_{მას}$	$C_{გამ}$	$C_{მონტ}$	
ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის გამკოლკელის სვეტები	BC73HC6	120	20	24	2,3
გადახურვის გრძივები ცალკე პროფილებით	BC73HC2	114	17	18	1,8
გადახურვის გამკოლკელიანი გრძივები	BC73HC6	118	45	40	5
სანიწივო წამწეები 24-36 მ	BC73HC6	120	38	42	6
სანიწივო წამწეების კავშირები ცალკე პროფილებით	BC73HC2	118	33	26	3,3
სანიწივო წამწეების გამკოლკელიანი კავშირები	BC73HC6	118	30	34	5

შილებულია [(ЕРЕР) по Единым районным единичным расценкам] საერთო საბაზო ერთიანი ღირებულებით.

ლითონის კონსტრუქციებისა და სხვა მასალებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების გამოყენების ეკონომიკურობის შედარება ხდება დაყვანილი ხარჯების მიხედვით, რომლებიც შედგება სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებისა და ლითონის კონსტრუქციების ქარხნისა და სამონტაჟო ორგანიზაციების საწარმოო ფონდებისაგან.

§ X.IV.6. ლითონის კონსტრუქციების ღირებულების შემცირების გზები

უნდა აღინიშნოს, რომ კონსტრუქციის გაანგარიშების სიზუსტის ამაღლება ღირებულების შემცირების ერთ-ერთი გზაა.

ლითონის კონსტრუქციების ღირებულების შემცირება უმთავრესად დამოკიდებულია მათი მასის შემცირებაზე, რომელიც მიიღება შემდეგი საშუალებებით:

1. ელემენტების რაციონალური პროფილების გამოყენებით, როდესაც ეს ელემენტები ზასიათდება (კვეთის მცირე ფართობის დროს) მაღალი სიბისტით;

2. კვანძების ისეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტით, როდესაც მცირდება დამატებითი დეტალების მასა და სამშენებლო კოეფიციენტების სიდიდე;

3. ამაღლებული სიმტკიცის ფოლალების გამოყენებით;

4. კონსტრუქციების ელემენტებში ძალების რეგულირება ელემენტების წინასწარაძაბვით;

5. კონსტრუქციის ისეთი სქემების შექმნა, რომლებიც მასალის კონცენტრაციას ქმნიან.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СГГне	10—25				—	30	—	30	
09Г2С	21—60	44	29	21	—	—	30	30	—
09Г2	4—20				—	—	30	30	
09Г2С	4—20				—	—	30	30	
14Г2	4—32	46	33	21	—	30	—	30	—
10Г2С1	4—40				—	30	—	30	—
15XCHД	5—32				—	30	—	30	—
10Г2С1	10—40				—	50	—	30	
10XCHД	4—40				—	—	30	30	
14Г2АФ	4—32	52	40	19	—	40	—	40	თერმოგენ- ტაქსებულო
18Г2АФне	4—32				—	30	—	30	
15Г2СФ	4—20				—	30	—	30	
15XCHД	10—32				—	40	—	30	
16Г2АФ	4—32				—	40	—	40	
18Г2АФне	6—50	60	45	16	—	30	—	30	ფიკს
15Г2СФ	8—32				—	50	—	30	
12Г2СМФ	10—32	70	60	12	—	35	—	—	
14Г2СМФ	4—40				—	30	—	—	
16XГ2СМФ	—	55	75	10	—	—	—	—	

დანართი I, ცხრილი 3.

Ym კოეფიციენტის მნიშვნელობები

ფოლადის სახელმწიფო სტანდარტი ან ტექნიკური პირობა	საიზოლობის კოეფიციენტი- მასალის მიხედვით, Ym
ГОСТ 23570-79, ТУ 14-1-3043-80	1,025
ГОСТ 360-71*, ГОСТ 10705-80, ГОСТ 10706-76* ГОСТ 14637-79, ГОСТ 19281-74 и ГОСТ 19282-73 [დენადობის ზღვრით 350 მმ (19 კგ/მმ ²)-მდე] ТУ 14-3-500-76, ТУ 14-1-389-72, ТУ 14-1-1217-75	1,05
ГОСТ 19251-73 и ГОСТ 19252-73 [დენადობის ზღვრით 300 მმ (19 კგ/მმ ²) ზევით] ГОСТ 8731-74.* ТУ 14-3-829-79, ТУ 14-3-567-76	1,1
ТУ 14-1-1308-75, ТУ 14-1-1772-76 14Г2АФ მარკის ფოლადისათვის Ym=1,05	1,15

კონსტრუქციის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, γ_c

კონსტრუქციის ელემენტები	მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, γ_c
1	2
<p>1. მთლიანედლიანი კოჭები და გადახურვის წამწეების შეკუმშული ელემენტები, გამოყენებული: თეატრების, კინოთეატრებისა და კლუბების დარბაზების ქვეშ, ტრიბუნების ქვეშ, ასევე მაღაზიების, წიგნსაცავებისა და არქივების სათავსების ქვეშ, იმ შემთხვევაში, როდესაც გადახურვის მასა მტრია ან ტოლია დროებით დატვირთვებზე.</p>	0,9
<p>2. საზოგადოებრივი შენობების სვეტები და წყალსაწივეი კოშკის საყრდენები.</p>	0,95
<p>3. დახურვისა და გადახურვის შედუღებული წამწეების, კუთხოვანებისაგან შედგენილი ტესები განიკვეთის გისოსის ძირითადი შეკუმშული ელემენტები (გარდა საყრდენი ელემენტებისა, მაგ: ნინიური და მისი ანალოგიური წამწეები) $\lambda \geq 60$ მოქნილობის შემთხვევაში.</p>	0,8
<p>4. მთლიანედლიანი კოჭების საერთო მდგრადობაზე გაანგარიშების შემთხვევაში</p>	0,85
<p>5. ჯაღინული ფოლადისაგან დამზადებული შეკვრელები, საწეები, მჭიმები და საკიდრები</p>	0,9
<p>6. დახურვისა და გადახურვის ღეროვანი კონსტრუქციების ელემენტები:</p>	
<p>ა) შეკუმშული (შეკრული, მილისებრი განიკვეთების გარდა) მდგრადობაზე გაანგარიშებისას.</p>	0,95
<p>ბ) გაკიბლნი, შედუღებულ კონსტრუქციებში.</p>	0,95
<p>გ) სტატიკურ დატვირთვებზე მომუშავე, გაკიბლნი, შეკუმშული და აგრეთვე პირამირა ზესადებები, ჰანჭიკურ კონსტრუქციებში (მაღალი სიმტკიცის ჰანჭიკების საშუალებით შესრულებული კონსტრუქციების გარდა) დამზადებული ფოლადისაგან დენადობის ზღვრით 440 მგპ-მდე (4500 კგძ/სმ²) სიმტკიცეზე გაანგარიშების შემთხვევაში.</p>	1,05
<p>7. სტატიკურ დატვირთვებზე მომუშავე და ჰანჭიკური შეერთებით შესრულებული (მაღალი სიმტკიცის ჰანჭიკებით შესრულებული შეერთების გარდა) შედგენილი, მთლიანედლიანი კოჭები, სვეტები და აგრეთვე პირამირა ზესადებები, დამზადებული ფოლადისაგან დენადობის ზღვრით 440 მგპ-მდე (4500 კგძ/სმ²), სიმტკიცეზე გაანგარიშების შემთხვევაში.</p>	1,1
<p>8. სტატიკურ დატვირთვებზე მომუშავე ფოლადისაგან დენადობის ზღვრით 440 მგპ-მდე (4500 კგძ/სმ²), დამზადებული გაკლინული და შედუღებული ელემენტების, ასევე ზესადებების (მაღალი სიმტკიცის ჰანჭიკებით პირამირების გარდა) განიკვეთები, სიმტკიცეზე გაანგარიშების შემთხვევაში:</p>	

1	2
ა) მთლიანკვლიანი კოპები და სვეტები.	1,1
ბ) დახურვისა და გადახურვის ლაზანი კონსტრუქციები	1,05
9. სივრცული გისოსური კონსტრუქციების გისოსის შეკუმშული ელემენტები, ერთმაგი თანაპართაროიანი ან არათანაპართაროიანი (დიდი თართი მიმაგრების შემთხვევაში) კუთხოვანებისაგან შედგენილი:	
ა) სარტყელზე ცალი თართი, შედგელების ნაკერით ან კიდევ კუთხოვანის გასწვრივ განლაგებული ორი ან მეტი ჰანკიებით მიმაგრებული:	
ირიბნები 9, ა და ბ ნახ.*-ის მიხედვით	0,9
ირიბნები 9, ბ და გ ნახ.*-ის მიხედვით	0,9
განმბჭენები 9, გ ნახ.*-ის მიხედვით	0,9
ირიბნები 9, დ და ე ნახ.*-ის მიხედვით	0,8
ბ) სარტყელზე ცალი თართი, ერთი ჰანკის საშუალებით (მოცემული ცხრილის 9, გ პოზიციაში მითითებულის გარდა) და აგრეთვე შეერთების სახის მიუხედავად ფასონურას საშუალებით მიმაგრებული ელემენტები.	1,75
გ) რთული ჭეაქედინა გისოსის ნებობევაში. რრლესკე შეერთებები განხორციელებულია თითო-თითო ჰანკიებით. (ნახ. 9,3-ის მიხედვით)	0,7
10. ცალი თართი მიმაგრებულ, ერთმაგი კუთხოვანებისაგან შედგენილი შეკუმშული ელემენტები (არათანაპართაროიანი კუთხოვანებისათვის მეთრე თ.როს შემთხვევაში), მოცემული ცხრილის მე-9 პოზიციაში აღნიშნული კონსტრუქციის ელემენტებისა და ერთმაგი კუთხოვანებისაგან შედგენილი ბრტყელი წამწეების გარდა.	
* (ნახ-ები იხილეთ CHIII II — 23 — 81)	
შენიშვნები: 1) როცა $\gamma < 1$, მუშაობას პირობების კოეფიციენტების ერთდროული გათვალისწინება განგარიშებისას საჭირო არ არის.	
2) 1 და 6 გ; 1 და 7; 1 და 8; 2 და 7; 2 და 8, ა; 3 და 6, გ; 6, ბ და 8, გ: პოზიციებში მოყვანილი მუშაობას პირობების კოეფიციენტები განგარიშებისას საჭიროა გათვალისწინოთ ერთდროულად.	
3) 3 და 4; 6, ა, გ და 7; 8; 9 და 10, ასევე 5 და 6, ბ პოზიციებში (პირპირული შედეგებითი შეერთებებს გარდა) მოყვანილი მუშაობის პირობების კოეფიციენტების გათვალისწინება განხილული ელემენტების შეერთებების განგარიშებისას საჭირო არ არის.	
4) მოცემულ თავში არხსებებული შემთხვევებისას ფორმულაში შეიძლება მივიღოთ $\gamma = 1$	

ფილიალის მარკა	ГОСТ აბ 3 (1У)	ნავლიანის სახე	ნავლიანის სიმაღლე, მმ	ნორმატიული წიხილობა		საანგარიშო წიხილობა	
				დენადობის ზღვარი R _{გუ}	დროები წიხილ. R _{გუ}	დენად. ზღვრის მიხედ. R _გ	დროები. წიხილ. მიხედ. R _გ
				3	4	5	6
18кп	ГОСТ 23570-79	ფერცული	4-20	225 (23)	365 (37)	220(250)	355 (360)
18.п	ГОСТ 23570-79	"	21-40	215 (22)	365 37	210(2150)	355 (360)
18пс	ГОСТ 23570-79	"	4-16	245 (24)	370 (37)	230(2350)	365 (365)
18сп	ГОСТ 23570-79	"	4-20	2-6 (24)	370 38)	230(2350)	360 (3650)
18пс	ГОСТ 23570-79	"	4-20	235 (24)	370 (35)	230(2350)	360 (3650)
18пс	ГОСТ 23570-79	"	21-30	225 (23)	370 (38)	220(2250)	370 (3650)
18сп	ГОСТ 23570-79	"	31-40	235 (24)	360 40)	210(2350)	380 (3650)
18кп	ГОСТ 23570-79	ფასონი	4-20	235 (24)	365 (37)	230(2360)	355 (3600)
18пс, 18сп, 18пс	ГОСТ 23570-79	"	4-20	245 (25)	370 36)	240(2450)	360 (3650)
18пс	ГОСТ 24570-79	"	21-30	225 (24)	370 (38)	220(2250)	360 (3650)
18пс	ГОСТ 23570-79	"	31-40	235 (24)	390 (40)	2 6(2350)	380 (3650)
BC-3M2-1	ТУ 14-1-3023-80	ფერცული	4-10	225 (23)	355 (36)	220(2250)	345 (3500)
BC-3M2-1	ТУ 14-1-3023-80	"	11-20	215 (22)	345 (35)	210(2150)	335 (3400)
BC-3M2-1	ТУ 14-1-3023-80	"	4-10	235 (24)	365 (37)	230(2350)	355 (3600)
BC-3M2-1	ТУ 14-1-3023-80	"	11-20	235 (24)	365 (36)	230(2360)	345 (3500)
BC-3M2-2	ТУ 14-1-3023-80	"	4-10	275 (28)	370 (38)	270(2750)	360 (3650)
BC-3M2-2	ТУ 14-1-3023-80	"	11-20	265 (27)	365 (37)	260(2650)	355 (3600)
BC-3M2-1	ТУ 14-1-3023-80	"	4-10	245 (25)	365 (37)	240(2450)	355 (3600)

შენიშვნა და ნაგებობებში გამოყენებული ლითონის ნავლიანის ნორმატიული და საანგარიშო წიხილობები

	1	2	3	4	5	6	7	8
BC:პიუ2		ГОСТ 390—71*	ფურტელი	41—100	205 (2)	395 (37)	195 (2050)	350 (3550)
BC:პიუ2		ГОСТ 390—71*	ფასონი	Св. 100	185 (19)	365 (37)	175 (1800)	350 (3550)
BC:პიუ2		ГОСТ 390—71*	ფასონი	41—100	205 (21)	365 (37)	195 (2050)	350 (3550)
BC:პიუ2		ГОСТ 390—71*	"	Св. 100	185 (19)	365 (37)	175 (1800)	350 (3550)
BC:Тис		ГОСТ 11637—79	ფურტელი	10—40	295 (30)	430 (44)	230 (2350)	410 (4200)
09Г2 რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	"	4—10	315 (32)	450 (46)	306 (3100)	440 (4500)
09Г2 რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	4—10	315 (32)	450 (46)	305 (3100)	440 (4500)
09Г2 რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	11—20	305 (31)	440 (45)	300 (3050)	430 (4400)
09Г2 რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	11—20	305 (31)	440 (45)	300 (3050)	430 (4400)
09Г2 რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	"	21—30	295 (30)	410 (45)	290 (2950)	430 (4400)
09Г2 რ. 2		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	4—10	345 (35)	470 (48)	335 (3400)	460 (4700)
09Г2 რ. 2		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	4—10	345 (35)	470 (48)	335 (3400)	460 (4700)
09Г2 რ. 2		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	11—20	335 (34)	460 (47)	325 (3300)	450 (4600)
09Г2 რ. 2		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	11—20	335 (34)	460 (47)	325 (3300)	450 (4600)
09Г2C რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	4—10	345 (35)	490 (50)	335 (3400)	460 (4700)
09Г2C რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	4—10	345 (35)	490 (50)	335 (3400)	460 (4700)
09Г2C რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	11—20	325 (33)	470 (48)	315 (3200)	460 (4700)
09Г2C რ. 1		ТУ 14-1-3023-80	ფასონი	11—20	325 (33)	470 (48)	315 (3200)	460 (4700)
09Г2C რ. 1		ТУ 14-1-3-23-80	"	21—30	305 (31)	460 (47)	300 (3050)	450 (4600)
09Г2C რ. 2		ТУ 14-1-3023-80	ფურტელი	4—10	365 (37)	510 (52)	355 (3600)	500 (5100)

1	2	3	4	5	6	7	8
09F2C	რ. 2	ფასონი	4-10	570 (38)	520 (53)	560 (3650)	505 (5160)
09J2C	რ. 2	ფურცელი	11-20	345 (35)	490 (50)	335 (3400)	480 (4900)
09L2C	რ. 2	ფასონი	11-20	355 (-6)	501 (51)	345 (3500)	490 (5000)
09M2C		ფურცელი	21-32	305 (31)	430 (47)	290 (2950)	440 (4500)
01J2C			34-60	285 (31)	450 (46)	270 (2750)	430 (4400)
09J2C			61-80	275 (28)	440 (45)	260 (2650)	420 (4300)
09L2C			61-160	26 (-7)	4 0 (44)	250 (2550)	410 (4200)
10J2C1			4	335 (-6)	390 (50)	310 (3150)	465 (4760)
10L2C1		ფასონი	4	355 (36)	430 (51)	340 (3450)	465 (4760)
10M2C1		ფურცელი	5-9	345 (35)	430 (51)	330 (3350)	465 (4750)
10N2C1		ფასონი	5-9	335 (34)	420 (43)	310 (3150)	465 (4750)
10O2C1		ფურცელი	10-20	335 (34)	420 (43)	320 (3250)	455 (4650)
10P2C1		ფასონი	10-20	335 (34)	420 (43)	320 (3250)	455 (4650)
10Q2C1		ფურცელი	21-32	325 (-3)	470 (48)	310 (3150)	450 (4600)
10R2C1		ფასონი	21-32	325 (33)	470 (48)	310 (3150)	450 (4600)
10S2C1		ფურცელი	33-60	325 (33)	460 (46)	310 (3150)	430 (4400)
10T2C1		ფასონი	33-60	325 (33)	460 (46)	310 (3150)	430 (4400)
10U2C1		ფურცელი	61-100	295 (30)	480 (49)	290 (2950)	410 (4200)
10V2C1		ფასონი	61-100	295 (30)	480 (49)	290 (2950)	410 (4200)
14J2		ფურცელი	4-9	385 (34)	460 (47)	320 (3250)	440 (4500)
14L2		ფასონი	4-9	385 (34)	460 (47)	320 (3250)	440 (4500)
14M2		ფურცელი	10-32	345 (35)	450 (46)	310 (3150)	480 (4900)
14N2		ფასონი	10-32	345 (35)	450 (46)	310 (3150)	480 (4900)
15XCB/D		ფურცელი	4-32	345 (35)	400 (50)	390 (3950)	465 (4750)

1	2	3	4	5	6	7	8
15XCHH	ГОСТ 19 81-73	ფასონი	4-9	345 (15)	490 (50)	3 10 (35*0)	465 (-750)
16X.HH	ГОСТ 19281-73	"	10-32	325 (13)	470 (15)	3 10 (3150)	450 (460*)
10XHHH	ГОСТ 19282-73	ფურცელი	4-9	345 (15)	470 (45)	3 0 (3350)	4 0 (460*0)
10XHHH	ГОСТ 19281-73	ფასონი	4-9	345 (15)	47 (45)	330 (3 5*)	-50 (-600)
10XHHH	ТУ 14-1-390-72	"	4-12	345 (-6)	470 (45)	230 (3450)	450 (460*)
10XHHH	ТУ 14-1-1217 75	ფურცელი	4-9	345 (3)	47 (48)	330 (3350)	460 (4600)
10XHHH	ТУ 14-1-1217-75	"	ძს 16	295 (6 0)	410 (4)	2 0 (2850)	42 (4300)
14Г2АФ	ГОСТ 19282-73	"	4-50	390 (10)	540 (55)	370 (37*0)	5:5 5 5)
15Г2АФძილ.	ГОСТ 19282-73	"	4-32	390 (40)	510 (55)	3 5 (6 0)	490 (500)
16Г2С1 თერმულ.	ГОСТ 19232-73	"	10-40	390 (10)	530 (54)	3:5 (3600)	480 (4900)
განტყობ.							
10XCHH	ГОСТ 19251-73	ფასონი	4-15	390 (10)	530 (54)	3:5 (36*0)	4 0 (4900)
10XCHH	ГОСТ 19282-73	ფურცელი	4-32	390 (40)	5 0 (54)	3:5 (3600)	4 0 (4900)
10XCHH	ГОСТ 19282-73	"	33-40	390 (10)	510 (52)	365 (3600)	-16 (475)
16Г2АФ	ГОСТ 19282-73	"	4-32	440 (45)	590 (60)	4 0 (4 0)	5 45 (5 50)
16Г2АФ	ГОСТ 19 81-73	"	38-50	4 0 (42)	5 0 (58)	375 (3900)	520 (5300)
16Г2АФძილ	ГОСТ 19232-73	"	4-32	410 (45)	590 (60)	4 0 (4100)	5 15 (5 50)
15Г2СФ თერმულ.	ГОСТ 19282-73	ფურცელი	10-32	440 (45)	590 (60)	400 (4100)	5 15 (5450)
განტყობ.							
12Г2СМФ	ТУ 14-1-1308-75	"	10-32	590 (70)	685 (70)	5 15 (5250)	5 15 (5 15)
12Г12МФА10	ТУ 14-1-172-78	"	16-40	590 (6*)	655 (70)	5 15 (5250)	595 (6 50)
BC-მ.ი.2	ГОСТ 380-71*	"	4-20	223 (2*)	315 (37)	2 6 (2200)	350 (3550)
BC-მ.ი.2	ГОСТ 990-71*	"	21-40	215 (22)	365 (37)	203 (100)	360 (3650)
BC-მ.ი.6, DC-მ.ი.6,	ГОСТ 380-71*	"	4-20	215 (24)	370 (37)	2 15 (2900)	350 (3550)
BC-მ.ი.6							

ღანარი I, 20-5 ცხრილის გეგმულება

1	2	3	4	5	6	7	8
BC-ზეს, BC-ზეს, BC-ზეს	ГОСТ 350-71*	ფართული	21-40	2-5 (23)	370 (38)	215 (2200)	350 (3550)
BC-ზეს	ГОСТ 80-71*	ფასონი	4-20	235 (24)	365 (37)	225 (2300)	350 (3550)
BC-ზეს	ГОСТ 980-71*	"	21-40	215 (22)	365 (37)	205 (2100)	350 (3550)
BC-ზეს, BC-ზეს, BC-ზეს	ГОСТ 380-71*	ფართული	4-20	2-5 (25)	370 (38)	235 (2-00)	350 (3550)
BC-ზეს, BC-ზეს, BC-ზეს	ГОСТ 380-71*	ფართული	21-40	225 (21)	870 (38)	215 (2200)	350 (3550)
09Г2	ГОСТ 19282-78	ფართული	4-20	305 (31)	440 (45)	500 (2050)	420 (4300)
09Г2	ГОСТ 19281-78	ფასონი	4-20	305 (31)	440 (45)	290 (2950)	420 (4300)
09Г2	ГОСТ 192-2-78	ფართული	21-92	295 (30)	440 (45)	230 (2850)	420 (4300)
09Г2	ГОСТ 19281-78	ფასონი	21-92	295 (30)	440 (45)	280 (2850)	420 (4300)
09Г2С	ГОСТ 19282-78	ფართული	4-0	345 (35)	490 (50)	990 (3950)	465 (4750)
09Г2С	ГОСТ 192-2-71	"	10-20	325 (33)	470 (48)	910 (3150)	460 (4600)
09Г2С	ГОСТ 19281-78	ფასონი	4-0	345 (36)	490 (50)	330 (3950)	465 (4750)
09Г2С	ГОСТ 19281-78	"	10-20	345 (33)	470 (48)	910 (1150)	460 (4600)
09Г2С	ГОСТ 19281-78	"	21-92	305 (31)	460 (47)	290 (2950)	440 (4500)
BC-ზეს, BC-ზეს, BC-ზეს	ГОСТ 10705-80	ბილი	10 10	225 (2-3)	970 (36)	215 (2-30)	950 (3550)
BC-ზეს	ГОСТ 10706-70*	"	4-15	235 (24)	365 (37)	225 (2300)	350 (3550)
BC-ზეს, BC-ზეს, BC-ზეს	ГОСТ 10706-76*	"	4-15	245 (25)	370 (38)	215 (2100)	360 (3550)
09Г2С	ТУ 14-3-500-76	"	4-96	215 (25)	110 (42)	215 (2100)	375 (3800)
16Г2АФ	ТУ 14-3-567-76	"	8-15	205 (27)	170 (48)	280 (2850)	450 (4600)
16Г2АФ	ТУ 14-3-829-79	"	6-0	440 (45)	590 (60)	400 (4100)	635 (5150)
16Г2АФ		"	16-40	350 (15.6)	410 (42)	830 (3260)	375 (3800)

1. ფასონური ნაკლის სისქედ საკიროა აღებულ იქნეს თაროს სისქე.

2. ნორმატიულ წინაღობად მიღებულია დენადობის ზღურისა და დროებითი წინაღობის მინიმალური მნიშვნელობები, მოყვანილი სახელმწიფო სტანდარტებში ან ტექნიკურ მითითებებში, მპა (კვძ/მმ²). იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს მნიშვნელობები სახელმწიფო სტანდარტებში ან ტექნიკურ მითითებებში მოყვანილია მხოლოდ ერთ სისტემის ერთეულში (კვძ/მმ²), ნორმატიული წინაღობა, მპა, გამოთვლილია შესაბამისი სიღრმის 9,80665-ზე გამრავლებით და დამრგვალებულია მპა-მდე.

3. საანგარიშო წინაღობის მნიშვნელობები მიღებულია ნორმატიული წინაღობას მპა გაყოფით საიმედოობის კოეფიციენტზე მასალის მიხედვით განსაზღვრული დანართი 1. პე-3 ცხრილის შესაბამისად და დამრგვალებულია 5 მპა-მდე.

საანგარიშო წინაღობის მნიშვნელობები, კვძ/მმ², მიღებულია საანგარიშო წინაღობის მპა გაყოფით 0,0980665 კოეფიციენტზე.

დანართი 1, ცხრილი 6

ნაკლის საანგარიშო წინაღობები ტორსული ზედაპირის თელვაზე;
ადგილობრივ თელვაზე ცილინდრულ სახსრებში; საგორავის დიამეტრულ კუმშვაზე

მასალის დროებითი წინაღობა მპა, (კვძ/მმ ²)	საანგარიშო წინაღობები მპა (კვძ/მმ ²)		
	თელვაზე		საგორავის დიამეტრულ კუმშვაზე (შებლულუი ძეგადობის კონსტრუქციებში თვისუფალი შეხების)
	ტორსული ზედაპირის (შორების შემთხვევაში)	ადგილობრივ ცილინდრულ სახსრებში (პოკოქიკებში) შეიღვრულ შეხებისას	
345 (35)	314 (3180)	157 (1590)	8 (80)
355 (36)	323 (3270)	162 (1640)	8 (80)
365 (37)	332 (3360)	166 (1680)	8 (80)
370 (38)	336 (3400)	168 (1700)	8 (80)
380 (38)	346 (3500)	173 (1760)	9 (90)
390 (40)	355 (3640)	177 (1820)	9 (90)
430 (44)	391 (4000)	196 (2000)	10 (100)
440 (45)	401 (4090)	200 (2050)	10 (100)
450 (46)	409 (4190)	205 (2090)	10 (100)
460 (47)	418 (4270)	209 (2140)	10 (100)
470 (48)	427 (4360)	214 (2180)	11 (110)
480 (49)	436 (4450)	218 (2200)	11 (110)
490 (50)	445 (4550)	223 (2280)	11 (110)
500 (51)	455 (4640)	228 (2320)	11 (110)
510 (52)	464 (4730)	232 (2370)	12 (120)
520 (53)	473 (4820)	237 (2410)	12 (120)
530 (54)	473 (4820)	237 (2410)	12 (120)
540 (55)	482 (4910)	241 (2460)	12 (120)
570 (58)	504 (5100)	252 (2570)	13 (130)
590 (60)	522 (5310)	261 (2660)	13 (130)
685 (70)	596 (6090)	298 (3050)	15 (150)

შენიშვნა: საანგარიშო წინაღობების მნიშვნელობები მიღებულია

$\gamma_m = 1,1$ მნიშვნელობებისათვის.

ნახშირბადიანი ფოლადის სხმულის საანგარიშო წინალობები

დაძაბული მდგომარეობები	პირობათი აღნიშვნა	ნახშირბადიანი ფოლადის სხმულის საანგარიშო წინალობა, შპა (კგძ/სმ ²) მარჯით			
		15 ა	25 ა	35 ა	45 ა
გაქიმვა, კუმშვა და ღუნვა	R_{11}	150 (1500)	180 (1800)	210 (2100)	250 (2500)
ბერა	R_{12}	90 (900)	110 (1100)	130 (1300)	150 (1500)
ტორსული ზედაპირის თელვა (მორგების შემთხვევაში)	R_p	230 (2300)	270 (2700)	320 (3200)	370 (3700)
ადგილობრივი თელვა ცილინდრულ სახსრებში (პოპოვიკებში) მკიდროდ შეხებისას	R_{1p}	110 (1100)	130 (1300)	160 (1600)	180 (1800)
საგორავის დამეტრული კუმშვა თვისუფალი შეხებისას (მეზლუდული ძერადობის კონსტრუქციებში)	R_{1d}	6 (60)	7 (70)	8 (80)	10 (100)

რუხი თუჩის სხმულების საანგარიშო წინალობები

დაძაბული მდგომარეობები	პირობათი აღნიშვნა	საანგარიშო წინალობები შპა (კგძ/სმ ²) რუხი თუჩის სხმულებისა. მარჯით			
		ც915	ც920	ც925	ც930
ცენტრალური გაქიმვა და ღუნვა	R_t	55 (550)	65 (650)	85 (850)	100 (1000)
ცენტრალური კუმშვა და ღუნვა	R_c	160 (1600)	210 (2000)	230 (2300)	250 (2500)
ბერა	R_s	40 (400)	50 (500)	65 (650)	75 (750)
ტორსული ზედაპირის თელვა (მორგების შემთხვევაში)	R_p	240 (2400)	300 (3000)	340 (3400)	370 (3700)

ზღვრული ფარდობითი ჩაღუნვები $\frac{f}{l}$

კონსტრუქციების ელემენტები	ელემენტების ფარდობითი ჩაღუნვები (I მალის ზივართ)
1. ამწის ქვეშ, ამწის საეალი გზის კოქები და წამწეები. მუშაობის მსუბუქი რეჟიმისათვის (ხელის ამწეების, ტელფერებისა და დოლის ჩართვით)	1/400
მუშაობის საშუალო რეჟიმისათვის	1/500
მუშაობის მძიმე და განსაკუთრებით მძიმე რეჟიმისათვის	1/600
2. სამრეწველო შენობის სამუშაო ბაქნის კოქები, სალიან-დაგო გზის არსებობის შემთხვევაში:	
ფართოლიანდაგიანის	1/600
ვიწროლიანდაგიანის	1/400
3. სამრეწველო შენობების სამუშაო ბაქნის კოქები სალიან-დაგო გზის გარეშე და სართულშუა გადახურვების კოქები:	
მთავარი კოქები	1/400
სხვადასხვა კოქები და კიბის ჩანები	1/250
ფოლადის ფენილი	1/150
4. დახურვისა და სასხვერო გადახურვის კოქები და წამწეები: მზიდი შეკიდული, ასაწეე-გადასაადგილებელი ტექნოლოგიური მოწყობილობები	1/400
არამზიდი შეკიდული მოწყობილობები	1/250
გრძივები	1/200
პროფილირებული ფენილი	1/150
5. ჩაღუნვების ელემენტები:	
რიგელები	1/300
შემინვის გრძივები	1/200

ელემენტების ზღვრული მოქნილობა (II)

კონსტრუქციის ელემენტები	შეუმშული ელემენტების ზღვრული მოქნილობა
1	2
1. საყრდენი რეაქციების გადამცემი სარტყლები, საყრდენი ირიბნები და დგარები (ბრტყელი წამწეების, ერთმაგი კუთხოვანებისაგან შედგენილი სივრცითი კონსტრუქციებისა და სტრუქტურული კონსტრუქციების)	120
2. ბრტყელი წამწეების ელემენტები, 1-ლ პოზიციაში მითითებულის გარდა	150
3. ერთმაგი კუთხოვანებისაგან შედგენილი შედლებული სივრცითი და სტრუქტურული კონსტრუქციების ელემენტები, 1-ლ პოზიციაში მითითებულის გარდა	

1	2
როცა $\alpha = 1$	150
როცა $\alpha \geq 0,5$ და < 1 -ის	210-60
როცა $\alpha < 0,5$ -ის	160
4. ერთმაგი კუთხოვანებისაგან შედგენილი და პანკიური შეერთებებით შესრულებული სივრცითი და სტრუქტურული კონსტრუქციების ელემენტები 1-ლ პოზიციაში მითითებულის გარდა	
როცა, $\alpha = 1$	180
როცა, $\alpha \geq 0,5$ და < 1 -ს	220-40
როცა, $\alpha < 0,5$ -ს	200
5. მონტაჟის პროცესში დაუმარებლად დარჩენილი წამწეების ზედა სართულები (მონტაჟის დამთავრების შემდეგ ზღვრული მოქნილობა სპირაა მივიღოთ 1-ლი პოზიციის მიხედვით)	220
6. ძირითადი სვეტები	120
7. მეორეხარისხოვანი სვეტები (ჩალანგარის დგარები, ფანრის დგარები და ა. შ.), სვეტის გისოსის ელემენტები, სვეტებს შორის ვერტიკალური კავშირებს ელემენტები (ამწისქვეშა კოქების ქვეშით)	150
8. კავშირების ელემენტები მე-7 პოზიციაში მითითებულის გარდა. ასევე ღეროები, რომლებიც გამოყენებიან შეკუმშულ ღეროებში საანგარიშო სიგრძის შესამძირებლად და სხვა დაუტვირთავი ელემენტები მე-10 ცხრილში მიღებული აღნიშვნა:	
$\alpha = \frac{N}{SAR_y}$	

დანართი I, ცხრილი 11

კოეფიციენტები ლითონის კონსტრუქციების სიმტკივეზე გასაანგარიშებლად პლასტიკური დეფორმაციების გავალისწინებით. კოეფიციენტები: $C(C_x)$, C_y , n

კეისის სახე	კეისის სკემა	$\frac{A_f}{A_{fr}}$	კოეფიციენტების მნიშვნელობები		
			$C(C_x)$	C_y	n , როცა $M_w = 0^*$
1	2	3	4	5	6
1		0,25	1,19	1,47	1,5
		0,5	1,12		
		1,0	1,07		
		2,0	1,04		
2		0,5	1,40	1,47	2,0
		1,0	1,28		
		2,0	1,18		

1	2	3	4	5	6
3		0,25	1,19	1,07	1,5
		0,5	1,12	1,12	
		1,0	1,07	1,19	
		2,0	1,04	1,26	
4		0,5	1,40	1,12	2,0
		1,0	1,28	1,20	
		2,0	1,18	1,31	
5		—	1,47	1,47	ა) 2,0 ბ) 3,0
6		0,25	1,47	1,04	3,0
		0,5		1,07	
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	
7		—	1,26	1,26	1,5
8		—	1,60	1,47	ა) 3,0 ბ) 1,0
9		0,5	1,60	1,07	ა) 3,0 ბ) 1,0
		1,0		1,12	
		2,0		1,19	

• როცა $M_y \neq 0$, $n=1,5$; გარდა 5—ა) კვეთის სახისა, რომლისთვისაც $n=2$ და 5—ბ) კვეთის სახისა, რომლისთვისაც $n=3$.
შენიშვნა: კოეფიციენტების A_y/A_w შუალედური მნიშვნელობების განსაზღვრავად დაიშვება წრფივი ინტერპოლაცია.

ს ა ნ ტ რ ა ლ უ რ ა დ შ ე კ უ მ შ უ ლ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ს გ რ ა ზ ი ე
 ლ უ ნ ე ს ო კო ე ფ ი ც ი ე ნ ტ ე ბ ი

პოქც- ლობა, ა	კოეფიციენტები ფოლის ელემენტებისათვის საანგარიშო წინაღობით $\Pi_{\text{ფო.პ.}}$ (ცვ/ცვ)											
	200 (2050)	240 (2450)	280 (2850)	320 (3250)	360 (3650)	400 (4100)	440 (4500)	480 (4900)	520 (5300)	560 (5700)	600 (6100)	640 (6500)
10	989	937	935	984	988	982	941	980	979	978	977	977
20	967	964	959	955	952	949	946	943	941	948	936	914
30	939	931	924	917	911	905	900	895	891	897	884	879
40	906	891	883	873	863	854	843	839	832	825	820	814
50	869	852	836	821	809	796	785	773	764	746	723	712
60	827	805	785	766	743	721	698	672	650	628	608	588
70	782	754	724	697	664	628	595	564	542	518	494	470
80	734	696	641	602	566	532	501	471	442	414	386	359
90	685	612	605	622	483	447	414	390	349	326	306	287
100	589	542	493	448	408	369	335	309	266	247	260	245
110	537	478	427	381	339	306	280	258	239	223	209	197
120	479	419	366	321	287	269	247	219	203	190	178	167
130	425	364	313	276	247	221	204	188	175	168	159	145
140	376	315	272	240	215	195	178	161	153	149	134	126
150	328	276	239	211	189	171	157	145	134	126	118	111
160	290	244	212	187	167	152	139	129	120	112	105	998
170	259	218	189	167	150	136	125	115	107	100	94	0 9
180	233	196	170	150	135	123	112	104	97	91	85	0 1
190	210	177	154	136	122	111	102	94	89	82	77	673
200	191	161	140	124	111	10	0 9	0 6	0 30	0 75	0 71	0 62
210	174	147	128	113	102	0 91	0 85	0 70	0 74	0 69	0 65	0 62
220	160	135	118	104	0 94	0 86	0 77	0 73	0 69	0 64	0 60	0 57

შ ე ნ ი ე ნ ა: ც ხ რ ი ლ ი ო კო ე ფ ი ც ი ე ნ ტ ე ბ ი ს მ ნ ი შ ე ნ ლ ე ბ ი გ ბ ი ლ ე ბ უ ლ ა 1000-ქ რ .

ფ. კოფოციანი აბსტრაქტული შუამდგომლობა (შეკუმშული) მთლიანად დატოვებულია ღირებულების მფარველობაზე შესაბამისად დადგენილი ნორმების მიხედვით, რომელიც მოთხოვნილი ნორმების მიხედვით

პირობითი
შეკუმშვა

ფ. კოფოციანი დაყვანილი, ფარგლებითი შუამდგომლობის დროს

$\lambda = \lambda \sqrt{R_{ij}/E}$	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20	
0,5	967	922	850	782	722	669	620	571	538	499	417	470	367	507	280	260	257	252	210	183	164	150	125	105	105	080	077
1,0	925	814	771	711	653	600	564	520	484	427	382	341	307	283	269	240	220	203	196	176	157	143	121	093	086	074	074
1,5	875	804	716	647	591	548	507	470	430	384	341	312	283	262	240	221	207	185	182	163	148	134	114	094	082	070	070
2,0	813	742	655	587	531	493	457	425	387	342	315	288	260	240	222	208	191	182	170	153	138	125	107	091	079	067	067
2,5	742	672	587	526	470	442	410	383	347	317	287	262	240	214	200	185	178	163	158	141	130	118	101	090	076	065	065
3,0	667	597	510	465	425	395	365	342	310	287	260	240	217	202	187	175	166	154	147	135	123	112	097	086	073	063	063
3,5	657	582	495	468	425	395	365	342	310	287	260	240	217	202	187	175	166	154	147	135	123	112	097	086	073	063	063
4,0	5	5	47	391	356	330	309	297	236	212	212	197	181	168	154	149	140	135	127	118	108	096	088	078	066	057	057
4,5	418	382	312	270	258	242	229	220	229	208	192	174	165	155	146	137	130	125	118	110	101	089	089	079	075	064	075
5,0	351	325	265	273	253	245	215	205	188	175	162	150	143	135	126	120	110	117	111	103	095	084	079	072	062	053	053
5,5	302	280	226	240	224	212	200	192	184	170	158	146	136	132	124	117	110	108	104	096	089	084	075	069	060	051	051
6,0	258	244	221	210	199	190	178	172	166	153	143	137	129	120	115	109	104	100	095	089	084	079	072	066	057	049	049
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117	112	106	101	097	094	089	083	078	074	068	062	055	047	047
7,0	191	186	173	161	152	145	141	136	127	121	115	108	102	98	94	91	87	83	78	73	68	64	064	059	052	045	045
8,0	152	146	138	136	128	121	117	115	113	106	100	095	91	87	83	81	78	76	74	68	65	62	057	053	047	041	041
9,0	122	117	111	107	103	100	098	096	093	089	085	082	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	039	039
10,0	109	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	066	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035	035
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	065	062	061	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032	029	029
12,0	069	037	061	063	062	060	059	059	058	055	053	051	048	047	044	043	042	041	040	038	036	032	030	027	024	024	024
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	047	044	043	041	040	039	038	037	035	033	030	027	024	021	021	021
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	042	041	040	039	038	037	036	035	033	031	028	025	022	019	019	019

შენიშვნა 1. სტრიქონი ფ. კოფოციანის მნიშვნელობა გადამზებულია 1000-ჯერ; 2. ფ.-ს სიღრმე აღებულია უნდა იქნას არა უმეტეს ფ. სხვა მნიშვნელობას

ფ. კოფციანტი არაინტეგრალურად შეკუმშვლა (შეკუმშვლა-გაღწევა) გაკუმშვლა ღარივების მდარაღობაზე შეხამონებად მომენტის მოქმედების სიმრავლეში, როცა იგი ემზადება ხმებრივად სიბრტყეზე

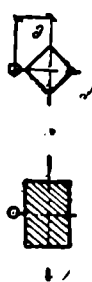
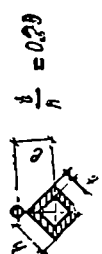


პირობ.
ღაგან მოქმ

ფ. კოფციანტი μ ექსტენსიონის დროს

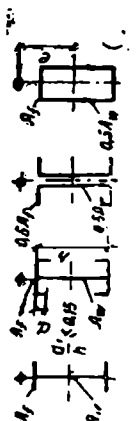
$\lambda_{\text{კოფ}} = \frac{\mu}{\sqrt{R_{\text{მე}}}}$	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20	
0,5	908	500	666	571	500	441	400	364	333	304	277	250	222	200	82	167	154	149	143	125	111	100	091	077	067	056	019
1,0	672	762	610	551	484	431	371	351	328	290	271	249	219	197	160	165	142	131	121	109	095	090	077	066	055	046	016
1,5	550	627	500	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190	176	163	149	137	126	119	105	096	088	077	065	053	045	015
2,0	774	673	556	479	423	381	346	316	293	255	228	202	183	170	166	143	132	125	117	106	095	086	076	064	052	045	015
2,5	708	608	507	489	391	354	322	297	274	233	215	192	176	162	148	136	127	120	113	103	093	83	074	062	051	014	014
3,0	637	545	455	389	358	324	296	276	255	222	201	182	165	151	138	130	121	116	110	100	091	081	071	061	051	043	013
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	236	206	187	170	155	143	140	124	116	110	106	096	086	076	069	059	050	042	042
4,0	494	422	357	317	248	264	246	224	215	191	173	160	145	134	124	118	110	105	100	093	084	076	067	057	049	041	041
4,5	415	365	315	281	259	237	221	207	196	176	160	148	0	121	116	110	106	101	096	089	081	073	065	057	049	041	041
5,0	350	316	277	250	230	212	201	186	178	161	149	138	127	117	109	104	100	095	092	086	076	071	062	054	047	039	039
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118	110	102	099	095	091	087	081	074	068	061	052	046	039	039
6,0	255	237	216	193	183	173	165	156	149	136	128	119	109	103	097	093	089	085	080	074	068	063	054	048	043	037	037
6,5	221	203	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102	097	091	087	083	079	076	072	066	061	054	048	044	037	037
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	106	101	095	091	087	083	079	076	074	068	063	057	051	047	043	037	037
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082	078	074	070	067	065	063	058	053	048	043	041	035	035	035
9,0	117	114	110	107	102	096	091	086	082	074	069	065	062	059	057	054	052	050	048	045	042	041	038	035	032	032	032
10,0	097	094	091	087	084	080	076	073	070	063	059	056	053	050	048	046	044	042	040	038	037	034	031	028	028	028	028
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	057	053	050	047	045	043	041	039	038	036	034	033	030	027	024	024	024	024
12,0	069	066	064	063	061	060	058	057	056	049	045	042	040	038	037	035	034	033	031	030	028	026	023	020	020	020	020
13,0	060	059	058	057	056	055	054	053	052	045	041	038	036	034	033	031	030	029	028	026	025	022	019	016	016	016	016
14,0	050	049	048	047	046	045	044	043	043	036	032	029	027	025	024	022	021	020	019	018	016	014	011	008	008	008	008

შ ე ნ ე მ ა : 1. სტრიქო ფ. კოფციანტის მნიშვნელობა გადრეხულია 10:10-ჯერ; 2. ფ. ს სილდე აღებულია არა უმეტეს ფასიანი მნიშვნელობისა

კვების ფორმის გავლენის η კოეფიციენტი

კვების სქემები	$\frac{A_1}{A_0}$	η-ს მნიშვნელობა, როცა:		
		$0 \leq \lambda \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$\lambda > 5$
		$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 20$	$5 < m \leq 20$
	—	1,0	1,0	1,0
	—	0,85	0,85	0,85
	—	$0,75 - 0,02\lambda$	$0,75 + 0,02\lambda$	0,85
	—	$(1,75 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\lambda$	1,1	1,1

მკვლევარის სახელი

ცხრილის სახელი	A ₁ A ₁₀	γ ₁ -ს მნიშვნელობა, როცა:		
		0 < λ < 5	5 < m < 20	λ > 5
ბ		(1,45 - 0,07 m) - 0,01 (5 - m) λ	1,2	1,2
		(1,75 - 0,1 m) - 0,02 (5 - m) λ	1,25	1,25
		(1,90 - 0,1 m) - 0,03 (5 - m) λ	1,1 - 0,02 λ	1,3
გ	—	$\gamma_1 \left[1 - 0,3 \left(5 - m \cdot \frac{a_1}{h} \right) \right]$	γ ₆	γ ₅
დ	—	$\gamma_3 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\gamma_3 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$	$\gamma_3 \left(1 - 0,8 \frac{a_1}{h} \right)$
ე	0,25	(0,75 + 0,07 m) - 0,01 (5 - m) λ	1,0	1,0
	0,5	(0,5 + 0,1 m) - 0,02 (5 - m) λ	1,0	1,0
	≥ 1,0	(0,25 + 0,15 m) + 0,03 (5 - m) λ	1,0	1,0

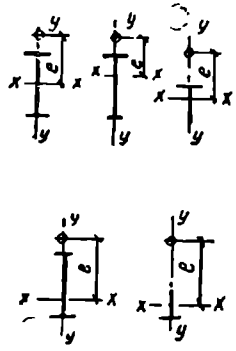
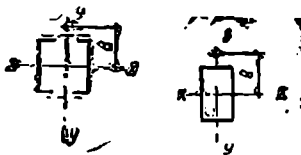
დანართი 1, მე-15 ცხრილის გაგრძელება

კვეთის სიმაღლე	კვეთის ხეობები	$\frac{A_1}{A_0}$	ჩის მნიშვნელობა, როცა:		$\lambda > 5$
			$0 < \lambda \leq 5$	$5 < m \leq 20$	
			$0,1 \leq m \leq 5$		$5 < m < 20$
9		0.5	$(1,25 - 0,05m) - 0,01(5 - m)\lambda$	1,0	1,0
		$\geq 1,0$	$(1,5 - 0,1m) - 0,02(5 - m)\lambda$	1,0	1,0
10		0.5	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6 - 0,01(5 - m)\lambda$	1,6	$1,5 + 0,05m$
		2,0	$1,8 - 0,02(5 - m)\lambda$	1,8	$1,3 + 0, m$
11		0.5	$1,5 + 0,04 m$	1,65	$1,45 + 0,04m$
		1,0	$1,9 + 0,12 m$	2,4	$1,8 + 0,12 m$
		1,5	$2,0 + 0,25m \div 0,1 \lambda$	—	—
		2,0	$2,0 + 0,25m \div 0,1 \lambda$	—	—

შენიშვნა: 1. კვეთის 5 — 7 საბეჭდოსათვის A_1/A_0 მნიშვნელობის გამოთვლისას თარის ურტიკალური ელემენტების ფართობი შეიღებულაში არ მიიღება.

2. კვეთის 6 — 7 საბეჭდოსათვის ჩის მნიშვნელობა აღემატება მნიშვნელობის ტოლი 5 კვეთის სახისათვის, როცა A_1/A_0 -ს მნიშვნელობა იჭეუ.

ა და ბ კოეფიციენტების მნიშვნელობები

კვეთის სახეები	კოეფიციენტების მნიშვნელობები:			
	ა, როცა		ბ, როცა	
	$m_x \leq 1$	$1 < m_x \leq 5$	$\lambda_y = \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
<p>ლია:</p> 	0.7	$0.65 + 0.03m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c \varphi_y}$
	$1 - 0.3 \frac{I_2}{I_1}$	$1 - (0.35 - 0.05m_x) \times \frac{I_2}{I_1}$	1	$1 - (1 - \sqrt{\frac{\varphi_c}{\varphi_y}}) \times (2 \frac{I_2}{I_1} - 1)$ როცა $I_2/I_1 < 0.5$ $\beta = 1$
<p>ჩაკეტილი: ვისოსებთან მთლიანი (თავასებით)</p> 	0.6	$0.55 + 0.05m_x$	1	$\sqrt{\varphi_c \varphi_y}$

შე-16 ცხრილში მიღებული აღნიშვნები:

I და I_2 შესაბამისად დიდი და მცირე თაროების ინერციის მომენტები კვეთის სიმეტრიის $y-y$ ღერძის მიმართ.

$\varphi_c - \varphi_y$ -ის მნიშვნელობა, როცა $\lambda_y = \lambda_c = 3.14 \sqrt{E/R_y}$.

შენიშვნა: ა და ბ კოეფიციენტების მნიშვნელობები, გამპოლკელისანი ღეროებისათვის, ვისოსებით (ან თავასებით) აიღება ისევე, როგორც ჩაკეტილი კვეთისათვის, რომელსაც ღეროს სიგრძის გასწვრივ გააჩნია არანაკლები ორი შუალედურა ღიაფრაგმა. წინააღმდეგ შემთხვევაში აღნიშნული კოეფიციენტები საჭიროა აღებულ იქნეს ისევე, როგორც ეს დადგენილია ღია ორტესებრი განიკვეთების ღეროებისათვის.

l_{ij}/b ფარდობის უდიდესი მნიშვნელობები

დატვირთვის წოდების იდეა	l_{ij}/b უდიდესი მნიშვნელობა, როლის დროსაც ნაკლები და შენადულო კოეფიციენტის მდგარლობაზე გაანგარიშება არ არის იუცლებელი (როცა $1 \leq h/b < 6$ და $15 \leq b/h < 35$)
ზელა სარტყელზე	$\frac{l_{ij}}{b} = \left[0,35 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,76 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_{ij}}}$
ქველა სარტყელზე	$\frac{l_{ij}}{b} = \left[0,57 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,92 - 0,02 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_{ij}}}$
დატვირთვის მოდების დონისგან დანუკიდებლად კოეფიციენტის ეფიციენტის უბნებს შორის ან სუფთა ღუნვის დროს გაანგარიშებისას	$\frac{l_{ij}}{b} = \left[0,41 + 0,0032 \frac{b}{t} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b}{t} \right) \frac{b}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_{ij}}}$

მე-17 ცხრილში მიღებული აღნიშვნები:

b და t — შესაბამისად, შეკვეთული სარტყლის სიგანე და სისქე;

h — მანძილი (სმაღლე) სარტყლის ფურცლების ღერძებს შორის.

შენიშვნა: კოეფიციენტის, სარტყლების მაღალსიმტკიცოიანი კონკრეტით შეერთებისას, l_{ij}/b მნიშვნელობები, მიღებული მე-17 ცხრილის ფორმულით, უნდა გამოავლდეს 1,2 კოეფიციენტზე.

ფოლადის მარკის შესაბამისი შედულების მასალები (ელექტროლის ტიპები)

კონსტრუქციითა ქვეყნები კლიმატურ რაიონგანა	ფოლადის მარკები	შესადულებელი მასალები				
		ფურსის ქვეშ		ნახშირბანგ. აირში	ღაფარ. ელექ.	
		მარკები				
		ფურსები (ГОСТ907-81)	შესადულებელი მათელით (ГОСТ2246-76.*)		ფლექტროლის ტიპები (ГО.19467.7)	
1	2	3	4	5	6	
2 და 3 ქვეყნები ზელა რაიონში, გარდა I_1, I_2, I_3 და II_2	18Гн, 18Гс, 18Гп 18Гсп, 18Гср, BC73-п, BC73с, BC73кп, BC73Гпс, 20, BC71пс	АН-348-А, АН-60	Св-08А, Св-08ГА		342, 346	
	08Г2С, 09Г2, 10Г2С1 14Г2 15ХСМ1, 10ХНДП, 10ХСНД	АН-47, АН-43, АН-17М, АН-345-А ¹		Св-10НМА, Св-08ХМ, Св-10Г ² , Св-08Г ² А, Св-10ГА ²	Св-08Г ² С, Св-08Г ² СЦ	346, 350
	18Г2АФпс, 16Г2АФ, 15Г2СФ, 15Г2АФДпс, 14Г2АФ			Св-10НМА, Св-08ХМ ²	Св-08Г ² С, Св-08Г ² СЦ Св-08ХГСМА, Св-10ХГ ² СМА,	350, 360

1	2	3	4	5	6
I ჯგუფი მწვანე რაიონში, 2 და 3 ჯგუფები I ₁ , და I ₂ , II ₂ და II ₃ რაიონ- ებში	18ცნ. 161 ^ნ ც, 181 ^ნ ც, BCრმცნ, BCრმც, 18 ^ნ რმ ^ნ ც, 20. BCრ ტიპ	АИ-348-А	Св-08А, Св-08ГА	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ	242А, 246А
	09Г2С, 08Г2, 10 ^н 2С1, 141 ² , 15XСНД, 10XИДП, 10XСИД	АИ-47, АИ-43, АИ-348-А ¹	Св-10ИМА, Св-05XМ ¹		246А, 250А
	18Г2АФ ^н ц, 161 ^н 2АФ, 151 ^н 2АФД ^н ц, 14Г2АФ	АИ-47, АИ-17М, АИ-348-А ¹	Св-08Г2С, Св-08Г2СЦ, Св-08ХГСМА, Св-10XГ2СМА	250А, 260	
	12ГИ2МФ ^н АЮ, 12Г2СМФ	АИ-17М	Св-06XН2ГМЮ	Св-10XГ2СМА	270

1. АИ-348-А ფლესის გამოყენება ითხოვს ლითონის ნაყერის მექანიკური თვისებების დამატებითი კონტროლს ჩატარებას ყველა სისქის ელემენტების შედგენებით შეერთებისას კონსტრუქციებისათვის I₁, I₂, II₂ და II₃ კლიმატურ რაიონებში, აგრეთვე 32 მმ-ზე მეტი სისქის ელემენტებისათვის კონსტრუქციებში დანარჩენი კლიმატური რაიონებისათვის.

2. არ იქნეს გამოყენებული ფლეს АИ - 43-თან შეხამებაში.

3. გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ ფლეს АИ - 43-თან შეხამებაში.

შენიშვნა: 1. АИ-47 მარკის ფლესი მიეწოდება ТУ 14-1-1353-75 მიხედვით, АИ-43 მარკის ТУ-14-1-753-73 მიხედვით, АИ-17 М მარკის-4МТУ 1-1017-70 მიხედვით.

2. სათანადო ტექნიკურ-გეონომიკური დამტკიცებისას კონსტრუქციების შესაძლებლად ნებადართულია სხვა (მეთოდები, ფლესები, დამკველი აირები) შესაძლებელი მასალების გამოყენება. ამასთან, ლითონის ნაყერის მექანიკური თვისებები, მათი გამოყენებით შესრულებისას უნდა იყოს არანაკლები ცხრილში მოცემული მასალების გამოყენებით უზრუნველყოფილი თვისებებისა.

ნაქერის მასალის ნორმატიული და საანგარიშო წინალობები
კუთხური ნაქერით შეერთებისას

შესაღებელი მასალები		$R_{\text{დას}},$ მპა (კგძ/სმ ²)	$R_{\text{ფ}},$ მპა (კგძ/სმ ²)
ელექტროდის ტიპი ГОСТ9467-75	მავთულის მარკა		
312, 341A	C ₆ -09, C ₆ -0-A	410(4200)	180(1850)
346, 346A	C ₆ -08ГА	450(4600)	200(2050)
350, 350A	C ₆ -10ГА, C ₆ -08Г2, C ₆ -08Г2Ц, ПН-АН8 ПН-АН3	490(5000)	215(2200)
360	C ₆ -05Г2С*, C ₆ -06Г2Ц, C ₆ -10НМА (C-10Г ₂)	550(6000)	240(2450)
370	C ₆ -10ХГ2СМА, C ₆ -06ХН2ГМ10	685(7000)	280(2850)
375	—	835(8500)	340(3450)

* მხოლოდ ნაქერებისათვის კათოდით $\tau_{\text{კ}} \leq 8$ მმ 440 მპა (4500 კგძ/სმ²) და პეტრ
ღენალობის ზღერის შემდეგ მასალებსაგან დამზადებულ კონსტრუქციებში.

კანკიების კვეთების ფართობები, თანხმად
СТ СЭВ-180-75, СТ СЭВ-181-75 და СТ СЭВ-182-75

d, მმ	16	18*	20	22*	24	27*	30	36	42	48
A _ბ , სმ ²	2,01	2,54	3,14	3,8	4,52	5,72	7,06	10,17	13,85	18,09
A _{ბმ} , სმ ²	1,57	1,92	2,45	3,03	3,52	4,59	5,6	8,26	11,2	14,72

* აღნიშნული დიამეტრების კანკიების გამოყენება არ არის რეკომენდებული.

ჩს კოეფიციენტის მნიშვნელობები

შეერთებათა დახასიათება	შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტები ჩს
1. მრავალკანკიანი კრასა და თელვაზე გაანგარიშებისას, კანკიების შემთხვევაში: შალღებული სიზუსტის, უხეში და ნორმალური სიზუსტის	1.0 0.9
2. ენციკლო, ფოლადისაგან ღენადობის ზღვრით 380 მგა-მდე, (3900 კგძ/სმ ²) დაშლადი კონტრუქციის ელემენტებში თელვაზე გაანგარიშებისას, მინძილების შემთხვევაში: ა—ძალის გასწერიე ვლუმენტის კილიდან უახლოესი ხერეთის ცენტრამდე; ბ—ხერეტების ცენტრებს შორის ცრთქანკიკიანი შეერთების დროს, როცი ა=1,5, მრავალკანკიკიანისას—ა=1,1 მ და ბ=2 მ).	0,85

შ ე ნ ი შ ე ნ ე ბ ი: 1. კოეფიციენტები, დაღენილი 1 და 2 პოზიციებში, საკიროა გაეითვალისწინოთ ერთდროულად.
2. თუ ა და ბ დაშორებების მნიშვნელობები მე-2 პოზიციასა I დანართის 26-ე ცხრილში მითითებულ მნიშვნელობებს შორის, მაშინ კოეფიციენტი ჩს საკიროა განესაზღვროთ წრფივი ინტერპოლაციით.

კანკიის საანგარიშო წინაღობა კრასა და გაკიშვაზე

დაძიებული მდგომარეობა	პირობითი აღნიშვნა	საანგარიშო წინაღობები მკა (კგძ/სმ ²) კანკიებისა, კლასით					
		4,6	4,8	5,6	5,8	6,6	8,8
კრა	R _ბ	150(1500)	160(1600)	190(1900)	200(2000)	230(2300)	320(3200)
გაკიშე	R _ბ	175(1750)	160(1600)	210(2100)	200(2000)	250(2500)	400(4000)

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: ცხრილში ნაჩვენები ერთკანკიიანი შეერთებების საანგარიშო წინაღობების მნიშვნელობები: დამრგვალებულია. 5 მკა (50 კგძ/სმ²) მდგ.

ქ ა ნ კ ი ე ბ ი თ შ ე რ თ ე ბ უ ლ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ს ს ა ა ნ გ ა რ ი შ ო
წ ი ნ ა ლ ო ბ ე ბ ი თ ე ლ ვ ა ზ ე

შეხვედრითი ელემენტების ფოლადის დროებითი წინალობა, შა (კგ/მმ²)	ქ ა ნ კ ი ე ბ ი თ შ ე რ თ ე ბ უ ლ ი ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ს ს ა ა ნ გ ა რ ი შ ო წ ი ნ ა ლ ო ბ ე ბ ი თ ე ლ ვ ა ზ ე, შ ა (კგ/სმ²)	
	ამოღებული სიზუსტის	ნორმალური და უბეშო სიზუსტის
345 (35)	365 (3700)	335 (3400)
355 (36)	385 (3900)	350 (3550)
365 (37)	400 (4050)	365 (3700)
370 (38)	410 (4250)	370 (3750)
380 (39)	430 (4400)	385 (4000)
390 (40)	445 (4600)	400 (4150)
400 (41)	465 (4750)	415 (4300)
410 (42)	485 (4950)	435 (4450)
420 (43)	500 (5150)	450 (4600)
430 (44)	520 (5350)	465 (4800)
440 (45)	540 (5550)	485 (4950)
450 (46)	560 (5750)	500 (5100)
460 (47)	580 (5950)	520 (5300)
470 (48)	600 (6150)	535 (5450)
480 (49)	620 (6350)	555 (5650)
490 (50)	640 (6550)	570 (5850)
500 (51)	665 (6750)	590 (6000)
510 (52)	685 (7000)	610 (6200)
520 (53)	705 (7200)	630 (6400)
530 (54)	730 (7400)	645 (6600)
540 (55)	750 (7650)	665 (6800)
550 (56)	775 (7800)	695 (7000)
560 (57)	800 (8100)	705 (7200)
570 (58)	820 (8350)	725 (7400)
580 (59)	845 (8600)	745 (7600)
590 (60)	870 (8850)	—

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: ს ა ა ნ გ ა რ ი შ ო წ ი ნ ა ლ ო ბ ე ბ ი ს მ ნ ი შ ე ნ ე ლ ო ბ ე -
ბ ი პ ი ლ ე ბ უ ლ ი ა 5 მ შ ა - მ ლ ე (50 კგ/სმ²) დ ა მ რ გ ვ ა ლ ე ბ ი თ .

სახუნის ქ. კოეფიციენტის მნიშვნელობები

შეართებული ზედაპირების დამუშავების (გასუფთავების) ხერხები	კანკების და-კივის რეგულაციების ხერხები	სახუნის კოეფიციენტი	კოეფიციენტი დატვირთვისას და ხერხების დაკანკების ნომინალურ დამუშავების შორის სხვაობის შესხვევაში, მ მმ	
			დინამიური და როცა მ=3-6; სტატიური და როცა მ=5-6	დინამიური და როცა მ=1; სტატიური და მ=1-4
1. სილასარკონი, საფანქველური ან საფანქველური ორი ზედაპირისთვის კვარცის ქვიშით ან საფანქვით კონსერვაციის გარეშე.	μ	0,58	1,35	1,12
	α	0,59	1,20	1,02
2. იგივე, კონსერვაციით მოლითონებით, თუთიის ან ალუმინის დახერხებით	μ	0,5	1,35	1,12
	α	0,5	1,20	1,02
3. კვარცის ქვიშით ან საფანქვით ერთი ზედაპირის კონსერვაციით. პოლიმერული წებოთი და მონილი კარბონატის ფენილით, მეორე ზედაპირის კონსერვაციის გარეშე, ფოლადის ჯაგრისით	μ	0,5	1,35	1,12
	α	0,5	1,20	1,02
4. გაზალური, ირი ზედაპირისთვის კონსერვაციის გარეშე	μ	0,42	1,35	1,12
	α	0,42	1,20	1,02
5. ფოლადის ჯაგრისებოთ ირი ზედაპირისთვის, კონსერვაციის გარეშე	μ	0,35	1,35	1,12
	α	0,35	1,25	1,08
6. დამუშავების გარეშე.	μ	0,25	1,70	1,80
	α	0,25	1,50	1,20

შ ე ნ ი შ ე ა: კანკების დაკივის რეგულაციების ხერხი μ -ით ნიშნავს რეგულირებას დაგარების მომენტის მიხედვით, ხოლო α-ს დროს — კანკის მოძუნების კუთხის მიხედვით.

შალაღი ხიმტციცის ჰანჰეკეცის მეჰანიკური თვისებები GOST 22356-77

ჰრიღის ნოშინაღური ღაიჰეტრი მ, მმ	ფოღაღის მარკა GOST 4543-71	უშცირესი საანგარიშო წინაღობა R _{მთ} , ნ/მმ ² (კგძ/მმ ²)
6-ღან 27-შღე	40 X „სეღეჰტი“	1100 (110)
	38XC „სეღეჰტი“, 40XΦA „სეღეჰტი“	1350 (135)
	30 X 3MΦ 30 X 2HMF A	1550 (155) 1550 (155)
30	40X „სეღეჰტი“	950 (95)
	30X3MΦ, 35X2AΦ	1200 (120)
36	4CX „სეღეჰტი“	750 (75)
	30X3MΦ	1100 (110)
42	40 X „სეღეჰტი“	650 (65)
	30 X3MΦ	1000 (100)
48	40X „სეღეჰტი“	600 (60)
	30 X3MΦ	900 (90)

კანკიების და შოქლონების განაწილება

მანქოლების დახასიათება	მანძილები კანკიების განლაგების დროს
1. კანკიების ცენტრებს შორის მანძილი ნებისმიერი მიმართულებით:	
ა) მინიმალური	2,5მ*
ბ) მაქსიმალური კუთხოვანებით შემოუფარგლავ ეანაპირა რიგებში; გაქიმვისა და კუმშვისას	8 მ ან 12 მ
გ) მაქსიმალური შუალედურ რიგებში და აგრეთვე კუთხოვანებით შემოუფარგლულ განაპირა რიგებში: გაქიმვისას	18 მ ან 24 მ
კუმშვისას	12 მ ან 18 მ
2. მანძილი კანკიის ცენტრიდან ელემენტის კიდემდე:	
ა) მინიმალური, ძალის გასწვრივ	2მ
ბ) იგივე, ძალის მართობულად ჩამოკრილი ნაპირის შემთხვევაში	1,5მ
გაგლინული	1,2მ
გ) მაქსიმალური	4 მ ან 8 მ
დ) მინიმალური, მაღალი სიმტკიცის კანკიებისათვის, ნებისმიერი სახის, კილისა და ძალის ნებისმიერი მიმართულების შემთხვევაში	1,3მ

*შესაერთებელ ელემენტებში ფოლადისაგან დენადობის ზღვრით 380 მპა-ზე მეტა 3800 კგ/მ²). მინიმალური მანძილი კანკიებს შორის საჭიროა ავილოთ ზმ-ს ტოლი

26-ე ცხრილში მიღებული აღნიშვნები:

დ — კანკიისათვის ზერტის დიამეტრი.

ჟ — განაპირა ფურცელი უმცირესი სისქით.

შ ე ნ ი შ ე ნ ა: შესაერთებელ ელემენტებში (ფოლადისაგან დენადობის ზღვრით 380 მპა-მდე. 3900 კგ/მ² კანკიის ღერძიდან ელემენტის კიდემდე და აგრეთვე მინიმალური მანძილის კანკიის ცენტრებს შორის მოქმედი ძალის გასწვრივ შემცირება დასაშვებია იმ შემთხვევაში, როდესაც გაანგარიშებას ეაწარმოებთ შეერთებების მუშაობის პირობების კოეფიციენტების გათვალისწინებით.

გისოხურკედლიანი ხვეტების განივკვეთების ინერციის რადიუსების მიახლოებითი მნიშვნელობები ($i_x = a_x h$, $i_y = a_y b$)

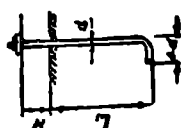
განივკვეთი				
a_x	0,41	0,58	0,33	0,49
a_y	0,52	0,44	0,6	0,43

დანართი 1, ცხრილი 28
 ჭკოფციენტები ორი სიმეტრიის ღერძის მქონე ორტეზური კოეფიციენტის

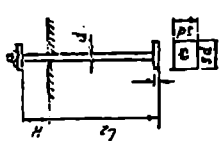
შეკრული სარტლის ჩამატების რაოდენობა მალში	ლატორთის სახე მალში	ლატორთული სარტული	პ-ის ფორმულები ა.ს მნიშვნელობების
ჩ.მეტრების გარეშე	შეურსული	ზედა ქვედა	$0,1 \leq a \leq 40$ $\psi = 1,75 + 0,09 a$ $\psi = 5,05 + 0,09 a$
	თანაბრად განაწილებული	ზედა ქვედა	$\psi = 3,15 + 0,04 a - 2,7 \cdot 10^{-2} a^2$ $\psi = 5,35 + 0,04 a - 2,7 \cdot 10^{-2} a^2$
	ნებისმიერი	ნებისმიერი	$\psi = 2,25 + 0,07 a$ $\psi = 3,6 + 0,04 a - 3,5 \cdot 10^{-2} a^2$
ერთი შუაში	შეურსული შუაში	ნებისმიერი	$\psi = 1,75 \psi_1$ $\psi = 1,75 \psi_2$
	შეურსული მეოთხედში	ზედა ქვედა	$\psi = 1,14 \psi_1$ $\psi = 1,6 \psi_1$ $\psi = 1,14 \psi_2$ $\psi = 1,6 \psi_2$
	თანაბრად განაწილებული	ზედა ქვედა	$\psi = 1,14 \psi_1$ $\psi = 1,3 \psi_1$ $\psi = 1,14 \psi_2$ $\psi = 1,3 \psi_2$

შენიშვნა: ψ_1 -ის მნიშვნელობა საჭიროა მივიღოთ შეკრული სარტლის მალში ორ ან მეტ ადგილას ჩამატებისას ψ -ის ტოლი.

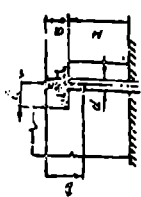
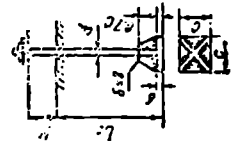
საანქრო კანქიეების ნორმალური ზომები (კანქიეების ფოლადის მარკა БСТ, მ, სპირცლის ბუზონის მარკა М100-150)



$d = 42 \div 60 \text{ მმ}$



$d = 30 \div 38 \text{ მმ}$



კანქიის
საქრცენი

სპირც-
ლის
ბუზონი

კანქიის მახასიათ.		საანქროშო ძალვა			ჩაბჯვების სიგრძე			დეტალების ზომები, მმ		
დიამეტრი, მმ	წებო ფართ. სტვ.	საანქროშო ძალვა	ნორმალური „მმ“	ნორმალური როტა	ნორმალური როტა	თავის სიგრძე	კუბის სიგრ.	მინიმ. შიბ. ტრავ.	სურბი ან კუნჭი. კანქ.	სეველ. ზომ. 83x33
მ	დ.	$N_{კვ}$	L_1	L_2	L_3	ა	ბ	ვ	Д	с x в
20	16,93	31,5	700	—	—	36	60	30	30	—
24	18,99	39,4	800	—	—	40	65	30	35	—
24	20,52	46,3	850	—	—	45	70	30	35	—
27	22,92	58,7	1000	—	—	50	75	35	40	140x20
30	25,71	72,6	1030	—	—	55	80	40	50	100x20
36	31,9	106	1200	—	—	65	100	45	60	200x20
42	36,43	146	—	150	700	70	100	60	70	200x20
48	41,58	192	—	1700	800	80	100	60	80	240x26
56	49,25	208	—	2000	1000	100	120	70	90	240x26
64	58,64	352	—	2300	1100	110	130	80	100	280x50
74	64,64	459	—	2800	1300	120	145	90	110	280x50
80	72,61	560	—	2800	1400	140	155	100	120	350x40

ასიმეტრიული განივკვეთის ამწისქვეშა კოჭის

$$\beta = \frac{\sigma_g}{R_y} \text{ კოეფიციენტები}$$

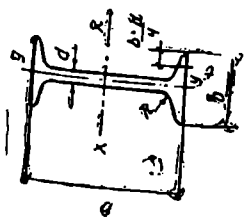
კონსტრუქცია, რომელიც თარაზე დატვირთვას ღებულობს	კოეფიციენტი β , ხიდური ამწის ტვირთამწუბობის მიხედვით, კნ		
	50—100	150—800	≥ 800
სამუხრუკო კოჭი	0,9	0,89	0,88
ამწისქვეშა კოჭის ზედი სარტყელი	0,85—0,70	0,70—0,60	—

ცხლადღლინულ ფოლად. ორტახტარა კოეპი (ორც 8280-72-ის მიხედვით) დანართი 111, ცხრილი

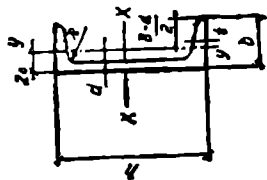
პირობითი აღნიშვნები:

- h — კოქის სიმაღლე;
- b — თაროს სიგანე;
- d — კედლის სისქე;
- l — თაროს სავალი სივრცე;
- R — შიგა მომრეკვლების რადიუსი;

- J — ინერციის მომენტი;
- W — წინაღობის მომენტი;
- S — ნახევარი კვეთის სტატუკური მომენტი;
- I_კ — ინერციის რადიუსი;
- I_კ — გრესის ინერციის მომენტი.



პირობითი აღნიშვნები	ზომები					ფუნქციონირების	საქობო ზონა	ს-ა			ა-ბ			I _კ , სმ
	h	b	d	l	R			J _კ , სმ ⁴	W _კ , სმ ³	I _კ , სმ	S _კ , სმ	J _ა , სმ ⁴	W _ა , სმ ³	
10	100	65	4,5	7,2	7	12	19,5	39,7	4,06	2,8	17,9	6,49	1,22	2,28
12	120	64	4,8	7,4	7,5	14,7	35,0	58,4	4,89	33,7	27,9	8,72	1,48	2,98
14	140	78	4,9	7,5	8	17,4	57,2	81,7	6,79	44,8	41,0	11,6	1,55	3,58
16	160	81	6	7,9	8,5	20,2	67,3	108	6,67	67,8	58,6	14,5	1,7	4,46
18	180	90	6,1	8,1	9	21,4	129,0	118	7,42	81,4	62,6	18,1	1,89	5,6
20	200	100	6,2	8,4	9,5	25,4	143,0	159	7,61	89,8	114	21,6	2,12	6,74
22	220	110	6,4	8,7	10	26,4	184,0	194	8,28	104	115	29,1	2,07	6,92
24	240	120	6,4	8,9	10,5	30,6	253,0	242	8,17	114	165	28,2	2,32	7,94
26	260	115	6,6	9,1	10,5	34,8	279,0	234	9,13	131	157	26,6	2,27	8,6
28	280	126	6,6	9,4	10,5	37,5	300,0	317	9,87	163	206	34,3	2,5	9,77
30	300	135	6,5	9,8	11	40,2	350,0	371	10,1	178	261	41,6	2,83	12,8
32	320	145	6,5	10,2	11	46,2	550,0	407	11,2	210	260	41,6	2,8	14,6
34	340	145	6,5	10,2	11	46,2	708,0	472	12,3	206	337	50	2,8	16,7
36	360	145	6,5	10,7	12	49,9	780,0	618	12,6	226	337	40,9	2,61	17,4
38	380	145	7,5	11,2	12	53,9	934,0	618	13,6	330	436	60,1	2,96	20,8
40	400	155	7,5	12,3	14	61,9	1380,0	749	14,7	429	419	59,9	2,79	23,8
42	420	165	7,8	13	15	72,6	1908,0	853	16,2	545	616	71,1	2,89	31,4
44	440	160	8,8	14,2	16	84,7	2760,0	1231	18,1	708	608	101	3,03	40,6
46	460	170	10	15,2	17	103	3927,0	1588	19,9	819	1043	124	3,23	51,7
48	480	180	11	16,6	18	118	5662,0	2035	21,8	1191	1366	161	3,39	66,1
50	500	190	12	17,8	20	138	7580,0	2660	23,6	1481	1725	182	3,51	83,9



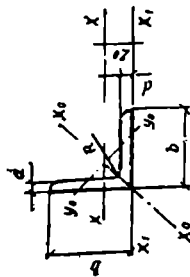
სტადიონული ფოლი. შედური (2210-72-ის მიხედვით)
პირობითი აღნიშვნები:

- ა — შედურის სიმაღლე;
- ბ — თაროს სიგანე;
- ვ — თაროს საშუალო სისქე;
- რ — შიგა მომრეცვლების რადიუსი;
- ს — ინერციის მომენტი;
- დ — კედლის სისქე;
- ი — შედურის სიმაღლე;
- ი — თაროს სიგანე;
- ი — თაროს საშუალო სისქე;
- რ — შიგა მომრეცვლების რადიუსი;
- ს — ინერციის მომენტი;
- დ — კედლის სისქე;
- წ — წინაღობის მომენტი;
- ი — ინერციის რადიუსი;
- ს — ნაბეჭარი კედლის სტატისტიკური მომენტი;
- ა, — მანძილი ყ-ყ დერძიდან კედლის გარე ზედაპირამდე;
- ა — გრძობის ინერციის მომენტი.

შენიშვნა	შედეგები		განივი ფართობი A, სმ ²	სტრუქტურული მონაცემები		სტრუქტურული მონაცემები		სტრუქტურული მონაცემები		სტრუქტურული მონაცემები	სტრუქტურული მონაცემები	სტრუქტურული მონაცემები					
	ა	ბ		გ	დ	ე	ვ	ზ	ი				ს	ტ	თ	ი	
5	50	32	4,4	7	7,2	6	6	6,16	22,3	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16	1
6,5	65	36	4,4	7,2	7,4	6,5	6,5	7,51	48,5	15	2,54	9	8,7	3,88	1,08	1,24	1,2
8	80	40	4,5	7,4	7,6	7	7	8,93	89,4	22,4	3,16	19,5	19,8	4,76	1,19	1,31	1,52
10	100	46	4,5	7,6	7,8	7,5	7,5	10,9	174	34,8	3,98	20,4	20,4	6,46	1,31	1,44	1,95
12	120	52	4,8	7,8	8,1	8	8	13,3	304	60,6	4,78	29,6	31,2	11,52	1,53	1,51	2,56
14	140	58	4,8	8,1	8,4	8	8	15,6	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67	3,19
16	160	64	5	8,4	8,5	8,5	8,5	17	545	77,8	5,66	45,1	57,5	13,9	1,84	1,87	4
18	180	70	5,1	8,7	9	9	9	18,1	747	93,4	6,42	54,1	63,3	15,8	1,77	1,8	3,97
20	200	76	5,2	9	9,3	9,5	9,5	20,7	1090	121	7,24	68,8	86	17	2,04	1,91	4,87
22	220	82	5,4	9,5	9,7	9,5	9,5	22,4	1190	134	7,92	78,1	103	20	2,18	2,13	5,92
24	240	88	5,6	10,7	10,5	10,5	10,5	23,4	1520	152	8,37	87,8	113	20,5	2,2	2,07	5,9
26	260	94	5,8	11,1	10,6	11	11	25,2	1670	167	8,15	95,9	119	24,2	2,35	2,28	7,46
28	280	100	6	12,1	11,7	11,7	11,7	26,7	2110	192	8,69	110	151	25,1	2,51	2,21	7,48
30	300	106	6,5	13,1	12,6	12,6	12,6	28,1	2330	212	9,99	121	187	30	2,56	2,46	9,35
32	320	112	7	14,1	13,5	13,5	13,5	30,6	2900	242	9,78	149	208	31,8	2,6	2,43	9,6
34	340	118	7,5	14,6	14	14	14	32,9	3180	265	9,84	161	254	37,2	2,78	2,67	11,85
36	360	124	8	15,6	14,6	14,6	14,6	35,2	4160	303	10,9	178	282	37,3	2,78	2,47	11,93
38	380	130	8,5	16,6	15,1	15,1	15,1	37,5	4910	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52	14,98
40	400	136	9	17,6	15,5	15,5	15,5	40,5	5910	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59	19,21
42	420	142	9,5	18,6	16,1	16,1	16,1	43,4	7980	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68	25,1
44	440	148	10	19,6	16,5	16,5	16,5	46,5	10220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75	32,41

პირობითი აღნიშვნები:

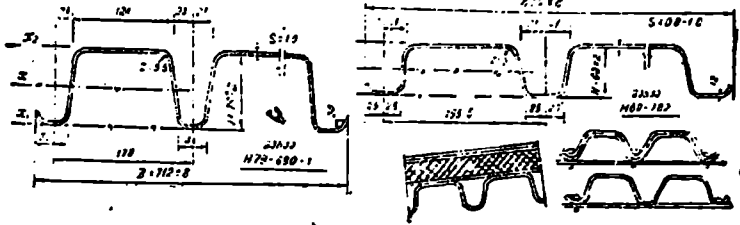
- b — თაროს სიგანე;
- d — თაროს სისქე;
- J — ინერციის მომენტი;
- i — ინერციის რადიუსი.



კუბოვანის ზომები, მმ	X ₁ , მმ	ფენის სისქე, მმ	ფენის სიგრძე, მმ	ფენის რაოდენობა	x-x ღერძი		y-y ღერძი		x ₀ -y ₀ ღერძი		ინერციის რადიუსი წვეთის კუბოვანათვის, როცა δ=8				
					J _x , სმ ⁴	i _x , სმ	J _y , სმ ⁴	i _y , სმ	J _{x0} , სმ ⁴	i _{x0} , სმ	J _{y0} , სმ ⁴	i _{y0} , სმ			
1	2	8	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
45	4	6	9,43	2,78	6,63	1,98	12,1	10,5	1,74	2,74	0,69	2,16	2,24	2,4	2,4
	5		4,29	3,7	8,03	1,37	15,3	12,7	1,72	3,93	0,88	2,18	2,26	2,34	2,43
50	5	5,5	4,8	3,77	11,2	1,63	20,9	17,6	1,92	4,65	0,93	2,48	2,45	2,53	2,61
50	5	6	5,11	4,25	16	1,72	23,2	25,4	2,16	6,59	1,1	2,61	2,69	2,77	2,85
63	6	7	4,96	3,9	18,9	1,95	33,1	29,9	2,45	7,51	1,25	2,83	2,93	3,01	3,09
	5		6,13	4,81	23,1	1,94	41,6	36,6	2,44	9,52	1,26	2,89	2,96	3,04	3,12
	6		7,23	5,72	27,1	1,93	53	42,9	2,43	11,2	1,24	2,91	2,99	3,06	3,14
70	5	6	6,66	5,34	31,0	2,16	56,7	50,7	2,72	12,2	1,39	3,16	3,23	3,3	3,38
	6		8,15	6,39	37,6	2,15	68,4	59,0	2,71	15,5	1,36	3,18	3,25	3,33	3,4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
70	45	5	7,5	5,59	4,39	2,28	1,05	27,8	2,23	9,05	1,27	56,7	15,2	5,34	0,98	1,93	2,01	2,08	2,17	3,19	3,56	3,64	372			
75	50	6	8	6,11	4,79	2,39	1,17	34,8	2,39	12,5	1,43	69,7	20,8	7,24	1,09	2,12	2,22	2,28	2,36	3,67	3,75	3,83	3,9			
80	50	6	8	7,25	5,61	2,44	1,21	40,9	2,8	11,6	1,42	83,9	25,2	8,8	1,08	2,15	2,22	2,3	2,38	3,7	3,78	3,86	3,94			
85	50	6	8	6,36	4,99	2,6	1,13	41,6	2,56	17,7	1,41	81,6	20,8	7,58	1,09	2,08	2,16	2,23	2,3	3,94	4,02	4,11	4,19			
90	50	6	8	7,55	5,92	2,65	1,17	49	2,55	14,8	1,4	102	25,2	8,88	1,8	2,1	2,18	2,26	2,34	3,97	4,05	4,13	4,21			
95	50	6	9	8,54	6,7	2,91	1,28	70,6	2,88	21,2	1,58	145	35,2	12,7	1,22	2,3	2,38	2,45	2,53	4,41	4,49	4,57	4,65			
100	63	7	10	11,1	8,7	3,4	1,36	90,9	2,85	27,1	1,56	191	47,8	16,1	1,21	2,35	2,43	2,5	2,58	4,47	4,55	4,62	4,7			
105	63	7	10	9,59	7,53	3,21	1,42	98,3	3,7	30,6	1,79	198	59	18,2	1,38	2,55	2,62	2,7	2,77	4,84	4,92	4,99	5,07			
110	70	8	10	11,1	8,7	3,28	1,46	113	3,19	35	1,78	232	58,7	20,8	1,37	2,57	2,64	2,72	2,78	4,87	4,95	5,02	5,1			
115	70	8	10	11,4	8,98	3,55	1,58	132	3,53	45,6	2	286	74,3	26,9	1,53	2,82	2,89	2,97	3,0	5,31	5,38	5,45	5,53			
120	80	10	11	13,9	10,9	4,61	1,64	174	3,51	54,6	1,98	353	92,3	32,2	1,52	2,84	2,92	2,99	3,07	5,33	5,41	5,49	5,56			
125	80	10	11	16	12,5	4,05	1,84	256	4	83	2,28	518	137	48,8	1,75	3,19	3,27	3,31	3,41	5,98	6,06	6,13	6,21			
130	80	10	11	19,7	15,5	4,11	1,92	312	3,98	110	2,26	649	173	59,3	1,74	3,23	3,31	3,37	3,46	6,04	6,11	6,19	6,27			
135	90	10	12	18	14,1	4,49	2,03	384	4,9	120	2,8	727	191	70,3	1,93	3,55	3,61	3,69	3,76	6,61	6,72	6,79	6,86			
140	90	10	12	22,2	17,5	4,58	2,12	444	4,47	136	2,56	911	215	85,5	1,96	3,59	3,67	3,74	3,82	6,61	6,77	6,84	6,92			
145	90	10	12	22,9	18	5,9	2,23	606	5,15	186	2,85	1221	300	1,0	2,2	3,83	3,95	4,02	4,01	7,6	7,67	7,75	7,82			
150	100	10	13	25,3	19,8	5,23	2,23	667	5,13	204	2,81	1359	335	12,1	2,19	3,9	3,97	4,04	4,12	7,62	7,69	7,77	7,84			
155	100	10	13	30	23,6	5,32	2,3	784	5,11	239	2,2	1634	405	14,2	2,18	3,95	4,02	4,09	4,6	7,67	7,74	7,82	7,9			
160	110	10	14	28,3	22,2	5,58	2,44	952	5,8	276	3,12	1933	444	16,5	2,42	4,22	4,29	4,36	4,43	8,55	8,62	8,7	8,77			
165	110	10	14	33,7	26,4	5,97	2,53	1123	5,77	324	3,1	2324	537	19,1	2,4	4,26	4,33	4,4	4,47	8,6	8,67	8,75	8,82			
170	110	10	14	34,9	27,4	6,5	2,79	1449	6,45	416	3,58	2920	718	26,4	2,75	4,79	4,86	4,93	5	9,4	9,51	9,59	9,66			
175	125	12	14	37,9	29,7	6,54	2,83	1568	6,3	482	3,57	3189	785	27,5	2,74	4,81	4,88	4,95	5,02	9,4	9,54	9,62	9,68			
180	125	12	14	43,9	31,4	6,62	2,91	1801	6,41	551	3,51	3725	822	32,7	2,73	4,85	4,92	4,99	5,06	9,5	9,58	9,65	9,73			
185	125	12	14	49,8	30,1	6,71	2,99	2026	6,38	6,7	3,52	4261	1061	36,7	2,72	4,89	4,95	5,03	5,1	9,55	9,63	9,7	9,78			

პროფილის მონაცემები მონაცემების სახელი (საქართველო)



მონაცემები ფენილზე

პროფილის მარკა	ფურცლის სისქე, ნ. მმ	განიცევის ფართობი, სმ ²	პროფილის სგრ. კ. მისაკვ. I, სმ	მონაცემები პროფილზე				მონაცემები სივანის I ს.ზე				პროფილის I ს. მასა, კგ		
				მასა	საყრდენზე	მასა	საყრდენზე	მასა	საყრდენზე					
										სმ ²	სმ ²		სმ ²	სმ ²
179-680-1	1.0	12.5	10.4	86.7	8.3	20.9	20.9	57.8	127.5	26.9	30.7	30.7	55.6	15.3
11 60-782-1	1.0	12.5	10.4	54.4	16.6	18.4	15.1	31.2	69.6	21.2	23.5	19.3	39.9	13.3
179-682-0.9	0.9	11.3	9.1	47.2	14.8	15.7	13.0	27.9	60.4	18.9	20.1	16.6	35.7	12.0
179 682-0.8	0.8	10.0	8.5	46.2	13.0	13.3	10.9	24.6	51.4	16.6	17.0	13.9	31.5	10

დანართი III, ცხრილი 6
სქელფურცლოვანი და უნივერსალური გაკონიწეული ფოლადის ზომები, მმ

ფურცლების სისქე (ზოლოვანი)	ფურცლებს სივანე (ზოლოვანი)	ფურცლებს სგრძე
1	2	3
გაკონიწეული სქელფურცლოვანი (ამონიშრები ГОСТ 5681-57*-დან)		
4	600; 710; 1000; 1250; 1400; 1500; 1600	2000; 2500; 2-00; 3500; 4500; 5000; 6000
5	1250; 1400; 1500; 1600;	2500; 3000; 3500; 4500; 5000; 5500; 6000
6; 7	1250; 1400; 1500; 1600; 1800	2800; 3500; 4500; 5000; 5500; 6000; 7000
8	1250; 1400; 1500; 1600; 1800; 2000	2800; 3500; 4500; 5000; 5500; 6000; 7000
9; 10; 11	1250; 1400; 1500; 1600; 1800; 2000; 2200	2800; 3500; 4500; 5000; 5500; 6000; 7000

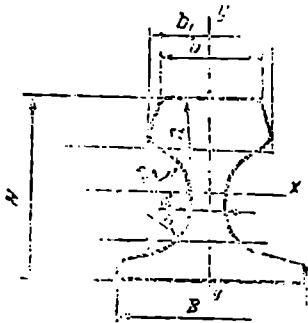
1	2	3
12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32	1400; 1500; 1600; 1800; 2000; 2200	4500; 5000; 5500; 6000; 7000; 8000
36; 40	1500; 1600; 1800; 2000; 2200; 2500	4500; 5000; 5500; 6000; 7000; 8000

უნივერსალური ГОСТ 82-70

6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 30; 32; 36; 40	200; 210; 220; 240; 250; 260; 280; 300; 340; 360; 380; 400; 420; 450; 480; 530; 560; 600; 630; 650; 670; 700; 800; 850; 900; 950; 1000; 1050	5000 - 18000
--	---	--------------

დანართი III, ცხრილი 7

აწვეთა რელსები (ГОСТ 4121-62) ძირითადი ზომები, მმ



რელსის სახეობა	H	B	a	b	b ₁	d	f	R	R ₁	R ₂
КР50	90	90	20	50	55	30	20	300	16	28
КР60	105	105	27,5	60	64,5	24	22	350	20	32
КР70	120	120	32,5	70	76,5	28	24	400	25	38
КР80	130	130	35	80	87	32	26	400	25	44
КР100	150	150	40	100	105	38	30	450	30	50
КР120	170	170	45	120	129	44	35	500	34	56
КР140	190	190	50	140	150	50	40	600	32	63

ძირითადი სანაგარიშო მონაცემები

რელსის სახეობა	განვეკვთის ფართობი A, სმ ²	ნაწილები სიმაღლის ცენტრამდე z, სმ	ინერციის მომენტები, სმ ⁴		ერთი გრძ. მ. მასა, კგ
			I _x	I _y	
КР50	35,02	4,32	757,54	111,42	29,85
КР60	50,99	4,89	654,6	135,89	50,08
КР70	67,3	5,93	1081,99	327,16	52,83
КР80	81,13	6,43	1547,4	482,39	63,69
КР100	113,32	7,6	2864,73	940,93	86,36
КР120	150,44	8,43	4923,79	1601,83	118,1
КР140	195,53	9,84	7427,23	2483,4	153,49

ხიდიდეთა ძირითადი პირობითი აღნიშვნები

- A — კვეთის ფართობი ბრუტო;
- A_{bn} — ჰანჭიკის კვეთის ფართობი, ნეტო;
- A_d — ირიბანას კვეთის ფართობი;
- A_f — თაროს (სარტყლის) კვეთის ფართობი;
- A_m — კვეთის ფართობი, ნეტო;
- A_w — კედლის კვეთის ფართობი;
- A_{wf} — კუთხური ნაკერის კვეთის ფართობი;
- A_{wz} — შენადულის საზღვრის კვეთის ფართობი;
- E — დრეკადობის მოდული;
- F — ძალა;
- G — ძვრის მოდული;
- I_b — შტოს კვეთის ინერციის მომენტი;
- I_m, I_d — წაშვის სარტყლისა და ირიბანას კვეთების ინერციის მომენტები;
- I_s — თამასას წიბოს კვეთის ინერციის მომენტი;
- I_{st} — გრძივი წიბოს კვეთის ინერციის მომენტი;
- I_r — რელსის კოჭის გრძობის ინერციის მომენტი;
- I_x, I_y — ბრუტო კვეთის ინერციის მომენტები, შესაბამისად $x-x$ და $y-y$ ღერძის მიმართ;
- $I_{xn}; I_{yn}$ — იგივე, ნეტო კვეთისათვის;
- M — მომენტი, მღუნავი მომენტი;
- M_x, M_y — მომენტები; შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;
- N — გრძივი ძალა;
- N_{od} — დამატებითი ძალა;
- N_{bm} — სვეტის შტოში მომენტისაგან აღქრული გრძივი ძალა;
- Q — განივი ძალა, ძვრის ძალა;
- Q_{lic} — შესაერთებელი ელემენტების პირობითი განივი ძალა;
- Q_s — პირობითი განივი ძალა, მოსული ერთ სიბრტყეში განლაგებულ თამასებზე;
- R_{bn} — საძირკვლის ჰანჭიკების საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე;
- R_{bn} — მაღალი სიმტკიცის ჰანჭიკების საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე;
- R_{bp} — ჰანჭიკური შეერთების საანგარიშო წინაღობა თელვაზე;
- R_{br} — ჰანჭიკების საანგარიშო წინაღობა ჰრახზე;
- R_{bf} — ჰანჭიკების საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე;
- R_{bun} — ჰანჭიკების ფოლადის ნორმატიული წინაღობა, ჰანჭიკებისათვის მოცემული სახელმწიფო სტანდარტებითა და ტექნიკური პირობებით აღებული დროებითი წინაღობის $\sigma_{\text{დ}}$ ტოლი;

R_{kr} — L -სებრი კანკიკების საანგარიშო წინაღობა გაკიმევაზე;

R_{kr} — სავორავის საანგარიშო წინაღობა დიამეტრულ კუმშვაზე (შებლუდული ძვრადობის კონსტრუქციებში თავისუფალი შეხების დროს);

— ცილინდრულ კვანძებში (პოკოპოკში) მჭიდროდ შეხების დროს საანგარიშო წინაღობა ადგილობრივ თელვაზე;

R_{kh} — მალალი სიმტკიცის მათეულის საანგარიშო წინაღობა გაკიმევაზე;

R_i — ფოლადის ტორსის ზედაპირის თელვის (მორგების დროს) საანგარიშო წინაღობა;

R_n — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა ძვრაზე;

R_{nh} — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა გაკიმევაზე, ნაგლისის სისქის მიმართულებით;

R_{n1} — დროებითი წინაღობის მიხედვით ფოლადის საანგარიშო წინაღობა გაკიმევაზე, კუმშვასა და ლუნვაზე;

R_{n2} — ფოლადის დროებითი წინაღობა გავლევაზე, ფოლადის სახელმწიფო სტანდარტებითა და ტექნიკური პირობებით დადგენილი $\sigma_{\text{დ}}$, მინიშალური მნიშვნელობის ტოლი;

$R_{\omega 1}$ — კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინაღობა კრაზე (პირობითი) ნაკერის ლითონის მიხედვით.

$R_{\omega 2}$ — პირაპირული ნაკერით შეერთების საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე, გაკიმევასა და ლუნვაზე დროებითი წინაღობის მიხედვით;

$R_{\omega 3}$ — ნაკერის ნორმალური წინაღობა, დროებითი წინაღობის მიხედვით;

$R_{\omega 4}$ — პირაპირული ნაკერით შეერთების საანგარიშო წინაღობა ძვრაზე;

$R_{\omega 5}$ — პირაპირული ნაკერით შეერთების საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე, გაკიმევასა და ლუნვაზე დენადობის ზღვრის მიხედვით;

$R_{\omega 6}$ — კუთხური ნაკერის საანგარიშო წინაღობა კრაზე ლითონის შენადელი საზღვრის მიხედვით;

R_y — ფოლადის საანგარიშო წინაღობა გაკიმევაზე, კუმშვასა და ლუნვაზე დენადობის ზღვრის მიხედვით;

R_{y1} — ფოლადის დენადობის ზღვარი, ფოლადის სახელმწიფო სტანდარტებისა და ტექნიკური პირობებით დადგენილი, დენადობის ზღვრის σ მნიშვნელობის ტოლი;

S — ბრეტო კვეთის ძვრის ნაწილის სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ;

W_x, W_y — ბრეტო კვეთის წინაღობის მომენტები, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;

- W_{x_n}, W_{y_n} — ნეტო კვეთის წინაღობის მომენტები, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;
- b — სიგანე;
- b_{ef} — საანგარიშო სიგანე;
- b_f — თაროს (სარტყლის) სიგანე;
- b_s — წიბოს გამოწეული ნაწილის, გამონაშვერის სიგანე;
- C, C_x, C_y — კოეფიციენტები სიმტკიცეზე გაანგარიშებისათვის ლუნვისას, პლასტიკური დეფორმაციების განვითარების გათვალისწინებით, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;
- e — ძალის ექსცენტრისიტეტი;
- h — სიმაღლე;
- h_{ef} — კედლის საანგარიშო სიმაღლე;
- h_w — კედლის სიმაღლე;
- i — კვეთის ინერციის რადიუსი;
- i_{min} — კვეთის ურცირესი ინერციის რადიუსი;
- i_x, i_y — კვეთის ინერციის რადიუსები, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;
- k_f — კუთხური ნაკერის კათეტი;
- l — სიგრძე, მალი;
- l_c — დგარის, სვეტის, განმბჯენის სიგრძე;
- l_d — ირიბანას სიგრძე;
- l_{ef} — საანგარიშო პირობითი სიგრძე;
- l_m — სვეტის ან წამწის სარტყლის პანელის სიგრძე;
- l_s — თამასას სიგრძე;
- l_w — შედუღების ნაკერის სიგრძე;
- l_x, l_y — ელემენტების საანგარიშო სიგრძეები, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მართობულ სიბრტყეებში;
- m — ფარდობითი ექსცენტრისიტეტი;
- r — რადიუსი;
- t — სისქე;
- t_f — თაროს (სარტყლის) სისქე;
- t_w — კედლის სისქე;
- β_f და β_s — კოეფიციენტები კუთხურ ნაკერის გაანგარიშებისათვის, შესაბამისად, ლითონის ნაკერისა და შენადულის საზღვრის მიხედვით;
- γ_b — შეერთების მუშაობის პირობის კოეფიციენტი;
- γ_c — მუშაობის პირობის კოეფიციენტი;
- γ_n — საიმედოობის კოეფიციენტი დანიშნულების მიხედვით;
- γ_m — საიმედოობის კოეფიციენტი მასალის მიხედვით;

γ_n — საიმპედანსის კოეფიციენტი დროებითი წინააღობის მიხედვით გაანგარიშებისას;

η — კვეთის ფორმის გავლენის კოეფიციენტი;

λ — მოქნილობა $\left(\lambda = \frac{l_{ef}}{i}\right)$;

$\bar{\lambda}$ — პირობითი მოქნილობა $\left(\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}\right)$;

λ_{ef} — გამჭოლკვეთიანი ღეროს დაყვანილი მოქნილობა;

$\bar{\lambda}_{ef}$ — გამჭოლკვეთიანი ღეროს პირობითი დაყვანილი მოქნილობა $\left(\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{\frac{R_y}{E}}\right)$;

$\bar{\lambda}_\omega$ — კედლის პირობითი მოქნილობა $\left(\bar{\lambda}_\omega = \frac{h}{i} \sqrt{\frac{R_y}{E}}\right)$;

λ_x, λ_y — ელემენტების საანგარიშო მოქნილობები, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების პერპენდიკულარულ სიბრტყეებში;

ν — ფოლადის განივი დეფორმაციის (პუასონის) კოეფიციენტი;

σ_{10e} — ადგილობრივი ძაბვა;

σ_x, σ_y — ნორმალური ძაბვები, პარალელურნი, შესაბამისად, $x-x$ და $y-y$ ღერძების მიმართ;

$\tau_{(x, y)}$ — მხები ძაბვები;

$\varphi_{(x, y)}$ — გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი;

φ_b — საანგარიშო წინააღობების შემცირების კოეფიციენტი, კოქის გაღუნული გრძებითი ფორმით მდგრადობის დაკარგვისას;

φ_s — საანგარიშო წინააღობების შემცირების კოეფიციენტი, არა-ცენტრალური კუნწვისას.

1. Металлические конструкции под общей редакцией Н. С. Стрелецкого, М., Стройиздат 1961.
2. Металлические конструкции под общей редакцией Е. И. Беленя, М., Стройиздат 1976.
3. К. К. Муханов, Металлические конструкции, М., Стройиздат 1978.
4. Строительные конструкции под редакцией А. М. Овечкина и Р. Л. Манляна, М., Стройиздат 1975.
5. А. А. Васильев, Металлические конструкции, М., Стройиздат, 1979.
6. А. П. Мандриков, И. М. Лялин, проектирование металлических конструкций, М., Стройиздат 1973.
7. А. М. Михайлов, Металлические конструкции в примерах, М., Стройиздат, 1976.
8. Соколов А. Г. Металлические конструкции антенных устройств, М., Стройиздат, 1971.
9. Крюков К. М., Новгородцев Б. П. Конструкции и механический расчет опор линии электропередачи, М., Стройиздат, 1970.
10. Совицкий Г. А. Антенно-мачтовые сооружения, М. Связьиздат 1962.
11. Соколов А. Г. Опоры линии передач, М., Гостройиздат 1961.
12. Трофимов В. Н. Исследование устойчивости и несущей способности металлических конструкций типа опор линии электропередачи, М., Госэнергоиздат, 1963.
13. Справочник проектировщика, Том I, Расчетно-теоретич. М. 1971.
14. Строительные нормы и правила ч. II СНиП П-23-81, Москва, 1982.
15. Строительные нормы и правила ч. II гл. нагрузки и воздействия СН и П П-6-74, Москва, 1976.
16. Строительные нормы и правила, СНиП П-Н-9-91.
17. სამშენებლო ნებანიკა. ა. ასტეკატუროვი, თბილისი, 1966.
18. Н. М. Мирсанов. Висячие и вантовые конструкции, М., стройиздат, 1861.
19. Металлические конструкции, Справочник проектировщика, М. 1980.
20. Коляков М. И., Медведев М. Н. Металлические каркасы гражданских зданий, К. Будивельник, 1976.
21. Е. И. Беленя. Предварительно-напряженные несущие металлические конструкции, М., стройиздат, 1975.
22. Строительные конструкции зданий и сооружений под общей редакцией А. Н. Могилата, М., Стройиздат, 1980.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი	3
§ 1. ლათონის კონსტრუქციების გამოყენება თანამედროვე მშენებლობაში	3
§ 2. ლათონების კონსტრუქციების დადებითი და უარყოფითი მხარეები	4
§ 3. ლათონის კონსტრუქციებისადმი წაყენებული მოთხოვნები	6
§ 4. ლათონების კონსტრუქციების განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა	7
I ტ ა ვ ი. ლითონების კონსტრუქციების მასალა, მათი თვისებები და შემადგენლობა	
§ 1. 1. სამშენებლო ფოლადები	13
§ 1. 2. ფოლადის მექანიკური მაჩვენებლები და საანგარიშო წინალობა	17
§ 1. 3. ალუმინის შენადნობები	25
§ 1. 4. ტემპერატურის გავლენა ფოლადისა და ალუმინის შენადნობების მუშაობაზე	27
§ 1. 5. ფოლადისა და ალუმინის შენადნობთა კოროზია და მისგან დაცვა	28
§ 1. 6. ფოლადის მუშაობის პლასტიკურობის პირობა	29
II ტ ა ვ ი. სორტამენტი	
§ II. 1. ფურცლოვანი ფოლადები	32
§ II. 2. კუთხოვანები	33
§ II. 3. შევლურები	33
§ II. 4. ორტესებრი კოჭები	33
§ II. 5. ფართოთაროებიანი ორტესებრი კოჭები	34
§ II. 6. დატვიფრული ფოლადები	34
§ II. 7. მილები	34
§ II. 8. ალუმინის შენადნობის პროფილები	34
III ტ ა ვ ი. ლითონის კონსტრუქციების ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდის გაანგარიშების საფუძვლები	
§ III. 1. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი	35
§ III. 2. დატვირთვები და საიმედოობის კოეფიციენტები დატვირთვების მიხედვით (გადატვირთვის კოეფიციენტები)	37
1. მუდმივი დატვირთვა	38
2. სასარგებლო დროებითი დატვირთვები	38
3. ატმოსფერული დატვირთვები	39
4. ტემპერატურული ზემოქმედება	40
5. განსაკუთრებული დატვირთვები	40
6. სამონტაჟო დატვირთვები	40
§ III. 3. ფოლადის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება	41
1. გაჯიმული ელემენტების გაანგარიშება	41
2. განივი დუნვა	42
3. შეკუმშული (გაჯიმული)-გადუნული ელემენტების გაანგარიშება	47
4. ცენტრალური კუმშვა	50
5. ექსცენტრული კუმშვა	53
6. კოჭების საერთო მდგარადობა	57
7. კოჭების სიხისტეზე გაანგარიშება	59
IV ტ ა ვ ი. შედუღებით შეერთება	
§ IV. 1. შედუღების ტექნოლოგია	59
1. ხელით შედუღება	60
2. ავტომატური შედუღება	61

	3. ნახევრად ავტომატური შეღებვა	63
	4. შეღებვის ნაყერის კონტროლი	64
	5. ელექტროდების მასალა	64
§ IV. 2.	შეღებებით შეერთების ტიპები ზა მათი განაგარაშება	66
	1. პირაპირული შეერთება	66
	2. კუთხური შეღებვის ნაყერება	70
§ IV. 3.	ალუმინის შენადნობების კონსტრუქციის ელემენტთა შეღებვით შეერთების თავისებურებანი	75
§ IV. 4.	შეღებვის ტემპერატურული ძაბვები	76
	V ტ ა ვ ი. კანჭიკებითა და მოქლონებით შეერთება	
§ V. 1.	კანჭიკებით შეერთება	77
§ V. 2.	კანჭიკებით შეერთების განაგარაშება	79
§ V. 3.	მოქლონებით შეერთება	85
	VI ტ ა ვ ი. კოკოვანი გადახურვა	
§ VI. 1.	კოკოვანი გადახურვის სქემები	87
§ VI. 2.	გავლიწული კოკები	92
§ VI. 3.	შედგენილო კოკები	99
	1. შეღებვული შედგენილო კოკების განაგარაშის შერჩევა	100
	2. სიმტკიცეზე შემოწმება	104
	3. სიხისტეზე შემოწმება	106
	4. საერთო მდგარალობაზე შემოწმება	106
	5. შედგენილო კოკის განაგარაშით ცვლილების ადგარის განაგარაშება	117
	6. შედგენილო კოკის დუწანილ ძაბვებზე შემოწმება	114
	7. შემოწმება ადგარობაზე მდგარალობაზე	118
	8. საყრდენი სიხისტის წაბოები	127
	9. შედგენილო კოკის სარტყლის ედგლთან შეერთების განაგარაშება	121
	10. შეღებვული კოკების პირაპირება	134
	11. კოკების ურთიერთშეღებვა კონსტრუქცია და განაგარაშება	139
§ VI. 4.	ბიფოლადური კოკები	143
§ VI. 5.	ცენტრალურ ემშვაზე მომუშავე სვეტები	147
	1. მთლიანედლიანი სვეტები	148
	2. გამქოლკედლიანი სვეტები	156
	3. სვეტის სათავის კონსტრუქცია	179
	VII. ტ ა ვ ი. მსუბუქი წამწეები	
§ VII. 1.	გადახურვა მსუბუქ წამწეებზე	181
	1. უგრძივო გადახურვა	182
	2. გრძივებით გადახურვა	184
	3. გადახურვის გართულებული ტიპი	187
§ VII. 2.	სახურაიის კონსტრუქცია	187
§ VII. 3.	გრძივები	191
§ VII. 4.	გადახურვის წამწეები	192
	1. ტრაპეციული მოხაზულობის წამწეები	195
	2. პარალელურსარტყლებანი წამწეები	197
	3. სამკუთხა მოხაზულობის წამწეები	192
§ VII. 5.	მსუბუქი წამწეების განაგარაშება	200
	1. დატვირთვები	200
	2. ძაღების განსაზღვრა წამწის ღეროებში	202

	3. წამწის ელემენტების საანგარიშო სიგრძე და ზღერული მოქნილობა	203
	4. წამწის ლეროების განივკვეთის ტიპები	205
	5. წამწის ლეროების განივკვეთის შერჩევა	206
§ VII.	6. მსუბუქი წამწეების კონსტრუქციები	209
	1. საერთო მითითებანი	209
	2. შუალედი კვანძების კონსტრუქცია და გაანგარიშება	210
	3. საყრდენი კვანძი	215
	4. წამწის სარტყლების პირაპირები	222
§ VII.	7. მილოვანი წამწეები	224
§ VII.	წამწის სამუშაო ნახაზების შედგენა	229
	VIII ტ ა ვ ი. წინასწარ დაძაბული ლითონის კონსტრუქციები	
§ VIII.	1. წინასწარ დაძაბული ლითონის კონსტრუქციების ზოგიერთი მონაცემი	263
§ VIII.	2. წინასწარ დაძაბული კოკები	266
§ VIII.	3. წინასწარ დაძაბული წამწეები	273
	IX ტ ა ვ ი. სამრეწველო შენობების ლითონის კარკასი	
§ IX.	1. ზოგადი დახასიათება	280
§ IX.	2. ერთსართულიანი ერთმალისანი სამრეწველო შენობების ლითონის კარკასი	282
§ IX.	3. ერთსართულიანი მრავალმალისანი სამრეწველო შენობების კარკასი	288
§ IX.	4. განივი ჩარჩოების გაანგარიშების თავისებურებანი	290
§ IX.	5. განივი ჩარჩოს ელემენტების კონსტრუქციული გაანგარიშების თავისებურებანი	306
§ IX.	6. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტები	306
	1. სვეტის ტიპები და ღეროს კონსტრუქცია	306
	2. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტების გაანგარიშება	310
§ IX.	7. სვეტის კვანძები	324
	1. რიგელების სვეტებთან შეერთების კვანძები	324
	2. ამწისქვეშა კოკების სვეტებზე დაყრდნობის კვანძები	327
§ IX.	8. ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე სვეტის ბაზის კონსტრუქცია და გაანგარიშება	335
§ IX.	9. ამწისქვეშა კონსტრუქცია	369
	1. მთლიანკედლიანი ამწისქვეშა კოკები	371
	2. ამწისქვეშა კოკის გაანგარიშება	373
	3. ამწისქვეშა კოკის საანგარიშო ძალების განსაზღვრა	392
	4. ამწისქვეშა კოკის განივკვეთის შერჩევა	394
	5. ამწისქვეშა კოკის მზიდუნარიანობის შემოწმება სიმტკიცეზე	396
	6. ამწისქვეშა კოკის კედლის ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმება	399
	7. ამწისქვეშა კოკის ელემენტების შეერთებების გაანგარიშება	402
	8. საყრდენი წიბოს გაანგარიშება	403
	9. ამწისქვეშა კოკის სვეტთან მიმაგრების კონსტრუქციის გაანგარიშება	404
	X ტ ა ვ ი. დიდმალისანი გადახურვების კონსტრუქციები	
§ X.	1. დიდმალისანი გადახურვები	406
§ X.	2. დიდმალისანი გადახურვები ბრტყელი მზიდი კონსტრუქციებით	408
	1. კოკოვანი გადახურვები	408
	2. ჩარჩოვანი გადახურვები	411

	3. თაღვანი გადახურვები	415
§ X. 3.	სიერცილი გადახურვები	425
	1. გუმბათები	425
	2. სტრუქტურული გადახურვები	437
§ X. 4.	კიდელი გადახურვები	443
	1. ერთსართულიანი კიდელი გადახურვები	444
	2. ერთსართულიანი კიდელი სისტემის გაანგარიშება	448
	3. ორსართულიანი ვანტური გადახურვები	450
	4. ორსართულიანი კიდელი სისტემების გაანგარიშება	454
	5. კომბინირებული კიდელი გადახურვები	458
	6. უნაგირისებრი გადახურვა	459
	7. ბაგირების მასალა და ანკერების კონსტრუქციები	460
	XI თ ბ ვ ი. მრავალსართულიან შენობათა კარკასები	
§ XI. 1.	მრავალსართულიან შენობათა კარკასების ზოგადი დახასიათება და მათი სახეები	462
§ XI. 2.	მრავალსართულიან შენობათა ფოლადის კარკასების კონსტრუქციული ელემენტები	468
§ XI. 3.	მრავალსართულიანი შენობების ფოლადის კარკასის გაანგარიშების თავისებურებანი	474
	XII თ ბ ვ ი. ფურცლოვანი კონსტრუქციები	
§ XII. 1.	ზოგადი ცნობები	478
§ XII. 2.	ნეოთობროდექტების რეზერვუარები	479
	1. შვეული ცილინდრული რეზერვუარები ბრტყელი ფსკერით	480
	2. მალაი წნევის რეზერვუარები	481
	3. თარაზული რეზერვუარები	491
§ XII. 3.	აირსაცეები	494
	1. ცვლადი მოცულობის აირსაცეები	494
	2. მუდმივი მოცულობის აირსაცეები	496
	XIII თ ბ ვ ი. კოშკები და ანძები	
§ XIII. 1.	ზოგადი ცნობები	498
§ XIII. 2.	კოშკები	500
	1. კოშკების კონსტრუქციების ძირითადი საფუძვლები	500
	2. კოშკების გაანგარიშების საფუძვლები	502
§ XIII. 3.	ანძები	505
	1. ანძების კონსტრუქციების საფუძვლები	505
	2. ანძების გაანგარიშების ძირითადი მითითებანი	508
§ XIII. 4.	ელექტროგადამცემი ხაზები	511
	XIV თ ბ ვ ი. ლითონის კონსტრუქციების ეკონომიკა	
§ XIV. 1.	ლითონის კონსტრუქციების ეკონომიკური დაპროექტების საფუძვლები	514
§ XIV. 2.	კონსტრუქციების ვარიანტული დაპროექტების საფუძვლები	515
§ XIV. 3.	კონსტრუქციის მასის განსაზღვრა	515
§ XIV. 4.	კონსტრუქციების დამზადების და მონტაჟის შრომატექადობის განსაზღვრა	518
§ XIV. 5.	კონსტრუქციების ღირებულების განსაზღვრა	520
§ XIV. 6.	ლითონის კონსტრუქციების ღირებულების შემცირების გზები	521
	და ნ ა რ თ ი	522
	ლი ტ ვ ა ტ უ რ ა	567

Мсхილადзе Георгий Георгиевич
Пагава Отар Эшукевич
МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ
(на грузинском языке)

რედაქტორები: ჩ. გურგენიძე, ვ. გოგსაძე
მხატვრული რედაქტორი ო. მესხი
ტექნიკური რედაქტორი ზ. მახარაშვილი
უფრ. კორექტორი ნ. ქაფიანიძე
კორექტორი ი. მანჯაეიძე
გამომცემი ლ. გაბარაშვილი

ИБ № 2484

გადაეცა ასაწყობად 20. 10. 85, ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.11.86, ქალაქის
ზომა 60×90¹/₁₆, საბეჭდი ქაღალდი № 2, გარნიტურა ეენა, ბეჭდვა მაღალი,
პირობითი საღებავგატარება 36,13, ნაბეჭდი თაბახი 35,75+0,25 ჩასაყ.

სააღრცხეო-საგამომცემლო თაბახი 31,43

უე 40862

ტირაჟი 3.000

შეკვ. № 1400

ფასი 1 მან. 20 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, ორჭონიკიძის ქ. № 50
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Орджоникидзе № 50
1986

სპი-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. № 77
Типография ГПИ. Тбилиси, ул. Ленина, 77