

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თამაზ ხმელიძე

სის კონსტრუქციები



დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს
მიერ. 15.12.2014, ოქმი №3

სახელმძღვანელოში განხილულია ხის კონსტრუქციების განვითარების ტენდენციის საკითხები, მათი მშენებლობაში გამოყენების აქტუალობა, აშენდნელი მდგომარეობა და პერსპექტივები. აღწერილია საქართველოში არსებული მერქნის ნედლეულის ბაზის დინამიკა, გავრცელებული ჯიშები, მერქნის, როგორც კონსტრუქციული საშუალო მასალის, ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, ცვცხლისა და ბიოლოგიური მავნებლებისაგან დაცვის გზები. გადმოცემულია ხის კონსტრუქციების, დეტალების და შეერთებების გაანგარიშების და კონსტრუქციების საფუძვლები. აღწერილია ხის სიბრტყითი და სივრცითი კონსტრუქციების ძირითადი სახეობები, აგრეთვე მათი დამზადების ტექნოლოგია, ექსპლუატაცია და ეკონომიკური ასპექტები. მოცემულია კონსტრუქციების პრაქტიკული გაანგარიშების მაგალითები. დანართის სახით წიგნს თან ერთვის გაანგარიშებისათვის საჭირო ნორმატიული მასალა

სახელმძღვანელო განკუთვნილია „სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის“ სპეციალობის სტუდენტების, დოქტორანტების, ინჟინრების, დამპროექტებლების, მეცნიერ-თანამშრომლებისა და ამ საქმით დაინტერესებული ყველა პირისათვის.

სამეცნიერო რედაქტორი: პროფესორი ბურამ აბაშიძე

რეცენზენტები: პროფესორი ბინა ბურეშიძე
პროფესორი როინ იმედაძე

კომპიუტერული უსრუნველყოფა: ქახა ხმეიძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2015

ISBN 978-9941-20-566-8

<http://www.gtu.ge>

ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის ნებისმიერი ნაწილის (ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არც ერთი ფორმითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამოცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

სააერო უფლების დარღვევა ისჯება კანონით.



წინასიტყვაობა

სამშენებლო ფაკულტეტის ძირითადი სპეციალობის („სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობა“) სტუდენტებისათვის იკითხება კურსი „ხისა და პლასტმასის კონსტრუქციები“. თანამედროვე სამშენებლო ინდუსტრიის განვითარების ანალიზის შედეგები ნათლად აჩვენებს მშენებლობაში გამოყენებული ხისა და პლასტმასის მზიდი კონსტრუქციების წილის განუზრებლ ზრდას. ამიტომ უახლოეს მომავალში უმაღლეს ტექნიკურ სასწავლებლებში ამ კონსტრუქციების შესწავლა უნდა მოხდეს ცალკე - ორ საგნად. მომავალში იგეგმება პლასტმასის კონსტრუქციების სახელმძღვანელოს შექმნაც.

საქართველოსათვის, როგორც სეისმურად აქტიური რეგიონისათვის, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ინდივიდუალური თუ სააგარაკე სახლების მშენებლობას ხის კონსტრუქციების გამოყენებით.. მერქანი ეკოლოგიურად სუფთა, შესანიშნავი მასალაა, შედეგია აგრესიული გარემოს მიმართ, ადვილი დასამუშავებელია, მსუბუქია, ჰედავადია და სხვ.

წიგნში ყურადღება ექცევა გადახურვებში გამოყენებული ხის კონსტრუქციების გაანგარიშების მეთოდიკის დახვეწას, შეერთებებში ახალი დამყოლი მაკავშირებლების გამოყენებას, დამზადების ტექნოლოგიებს, ექსპლუატაციას, ეკონომიკურ ეფექტურობას.

კურსის მიზანია დაეხმაროს მომავალ სპეციალისტს, შეიძინოს ცოდნა მშენებლობაში ხის კონსტრუქციების გამოყენებისათვის, შეძლოს შენობების, კონსტრუქციების, ელემენტების გაანგარიშება, დაპროექტება და სხვადასხვა ტიპის კონსტრუქციათა ხარისხის კონტროლი, ნაგებობის მდგომარეობის შეფასება, ექსპლუატაცია, აღდგენა-გამოწმება.

სახელმძღვანელოში ძირითადი აქცენტი გაკეთებულია მშენებლობისათვის საჭირო კონსტრუქციების განხილვაზე, აგრეთვე თეორიული ცოდნის განმტკიცებაზე წიგნში რიცხვითი მაგალითების ჩართვის გზით.

სახელმძღვანელოს სტრუქტურა მოხერხებულია მასალის აღქმის თვალსაზრისით, რადგანაც მასში მოცემული თეორიული მასალა საბაზისოა და არ არის გადატვირთული რთული საანგარიშო ფორმულებითა და გრაფიკული ნაწილით. მასალა გადმოცემულია მეცნიერებისა და ტექნიკის ბოლო მიღწევების გათვალისწინებით კონსტრუქციების წარმოების, დამზადების ტექნოლოგიის, პრაქტიკული გამოყენების, ტრანსპორტირების, მონტაჟის და კომერციის თვალსაზრისით.

თანამედროვე ეტაპზე სამშენებლო კონსტრუქციების წარმოება სწრაფი ტემპით ვითარდება, ჩნდება ახალი მასალები, ფართოდება ასორტიმენტი, ინერგება ტექნოლოგიის ოპტიმიზაციის მეთოდები, იხვეწება გაანგარიშებისა და დაპროექტების საკითხები, ამიტომ, სასურველია, სტუდენტებმა სახელმძღვანელოზე მუშაობისას დამატებით ისარგებლონ უახლესი სასწავლო, ნორმატიული და სამეცნიერო ლიტერატურით.

ავტორი სიამოვნებით მიიღებს ყველა რეალურ შენიშვნას სახელმძღვანელოს მიმართ.

დიდი მადლობა გვინდა გადავუხადოთ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის თანამშრომლებსა და წიგნის საერთო რედაქტორს პროფესორ გურამ აბაშიძეს საქმიანი შენიშვნებისათვის, აგრეთვე სამშენებლო ფაკულტეტის სტუდენტებს დაჩი ჯუგაშვილსა და აკაკი ყაულაშვილს, გრაფიკული ნაწილის მომზადებისას გაწეული შრომისათვის.

შესავალი

საქართველოს კულტურა და ისტორია განუხრელადაა დაკავშირებული მერქნის გამოყენებასთან. უძველესი დროიდან დღემდე, ჩვენ უპირატესობას ვანიჭებთ მერქანს, მიუხედავად მრავალი ალტერნატიული მასალისა, რომელსაც გვთავაზობს თანამედროვე სამომხმარებლო ბაზარი. მერქანი ტრადიციულად ყველაზე მოთხოვნილი საშენი მასალაა, რასაც განაპირობებს მისი შესანიშნავი დეკორატიული თვისებები, ფართო გავრცელება, მოპოვების და დამუშავების სიმარტივე, ყინვაგამდებობა, სიმსუბუქე, წებადობა, ანტისეისმურობა, ფერთა სასიამოვნო გამა, აგრესიული გარემოს მიმართ მდგრადობა, ეკოლოგიურობა, მაღალი სიმტკიცე მცირე სიმკვრივესთან ერთად, ხოლო რაც შეეხება ისეთ უარყოფით მხარეებს, როგორცაა წვადობა, დაბალი ბიომედეგობა, სოკოვანი დაავადებები, ლობობისაკენ მიდრეკილება, მავნებლების გარეზა და სხვა - ეს თვისებები შედარებით ადვილად აღმოიფხვრება მერქნის კონსერვირების გზით, რაც ითვალისწინებს მის დამუშავებას ანტიესპტიკებით, ანტიპირენებით, ზეთებით, საღებავებით, ლაქებით. ნატურალური მერქნის თვისებების ასეთი მოდიფიცირება საშუალებას გვაძლევს, მივიღოთ ბიო- და ცეცხლმედეგი, ამალეული სიმტკიცისა და ცვეთაგამძლე, დაბალი ჰიგროსკოპულობის და სხვა დადებითი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე მერქანი, რომელსაც შემდეგ ფართოდ გამოიყენებენ სამშენებლო კონსტრუქციების და დეტალების დასამზადებლად.

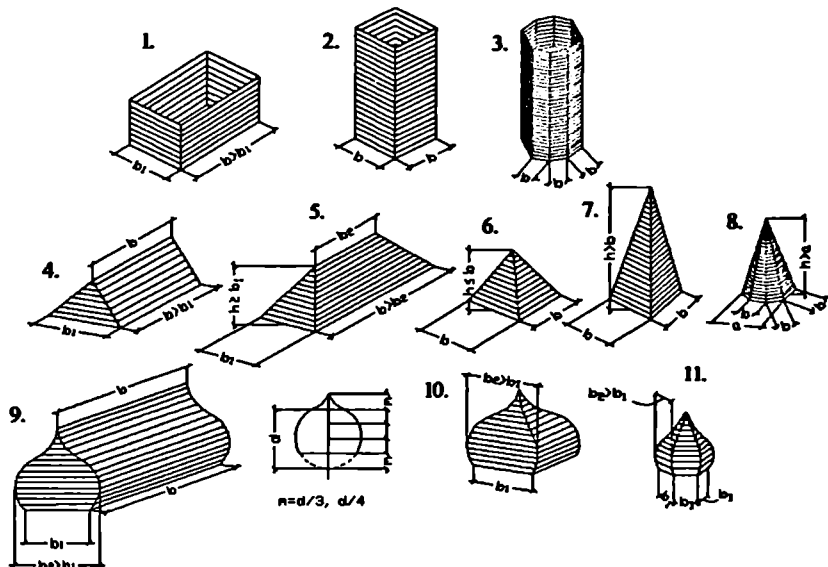
მაღალგანვითარებული ტექნოლოგიები მერქნის ბუნებრივ თვისებებთან თანაფარდობაში შესაძლებლობას იძლევა, შევქმნათ ხის ისეთი კონსტრუქციები, რომელიც გამოირჩევა სილამაზითა და სრულყოფილებით.

მერქნისადმი სიმპათიას იწვევს არა მარტო მისი მრავალსაუკუნოვანი მოხმარების ტრადიცია, არამედ უპირობო უპირატესობა სამშენებლო საქმეში - ტექნიკური, ესთეტიკური და განუმეორებელი ეკოლოგიური თვისებები. საცხოვრებელი ბინის (სახლის) არჩევისას უმნიშვნელოვანესია ისეთი არგუმენტები, როგორცაა ეკოლოგიური უსაფრთხოება, პრაქტიკულობა და მოხერხებულობა.

ტყის მასივების კვლავწარმოების სწორი ორგანიზაცია საშუალებას იძლევა, უწყვეტად მივიღოთ ხის მასალები იმ რაოდენობით, რომელიც სჭირდება კაცობრიობას. მერქნის რაციონალური გამოყენებისათვის აუცილებელია კიდევ უფრო დაიხვეწოს უნარჩენო გადამუშავების მეთოდები, ელემენტების დამზადების ტექნოლოგიები და მათი გაანგარიშების თეორიები, რათა მინიმალური დანახარჯებით მივიღოთ შენობებისა და ნაგებობების, კომერციული თვალსაზრისით მისაღები, მზიდი და შემომფარგვლელი კონსტრუქციები.

ხის ნაგებობებმა თავიდანვე დიდი გამოყენება პოვა ტყით მდიდარ რეგიონებში, სადაც ჩვენი წელთაღრიცხვის დასაწყისიდან აგებდნენ სხვადასხვა დანიშნულების ხის შენობებს - საცხოვრებელ სახლებს, სასახლეებს, ტაძრებს, ციხე-სიმაგრეებს, საფორტიფიკაციო ხიდებსა და სხვ. ყველაზე ხანდაზმულ, დღემდე შემორჩენილ ნაგებობად, ითვლება ათას ხუთასი წლის წინ იაპონიაში აშენებული ტაძარი, რომელიც ადგილობრივი წითელი ხის მერქნისაგან იყო აგებული. ძველ რომშიც საკმაოდ ფართოდ გამოიყენებოდა ხის კონსტრუქციები საცხოვრებელი სახლებისა და ხიდების ასაშენებლად, ტაძრების გადასახურვად.

თავდაპირველად ხის სახლების ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტი იყო ჰორიზონტალურად განლაგებული ძეღურები. ისინი ერთმანეთთან შეერთებული იყო კოტებით, ჭდობებითა და სხვა ელემენტებით, რომლებსაც ასრულებდნენ მაღალკვალიფიციური ხელოსნები. 1-ელ ნახაზზე წარმოდგენილია ძეღურებით აშენებული ნაგებობების ძირითადი ფორმები.

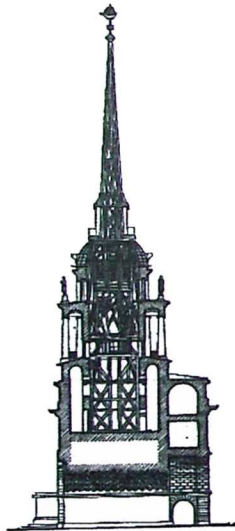


ნახ. 1. ძეღურებისაგან აშენებული ხის ნაგებობების ძირითადი ფორმები: 1 - მართკუთხა; 2 - კვადრატული; 3 - მრავალკუთხა; 4 - ორქანობიანი; 5 - ოთხქანობიანი; 6, 7 - პირამიდული; 8 - მრავალწახანაგოვანი კარვისებრი; 9 - კეხიანი ქვაბისებრი; 10 - ოთხწახანაგოვანი ქვაბისებრი; 11 - მრავალწახანაგოვანი ქვაბისებრი.

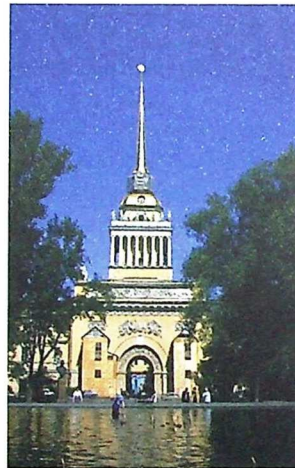
ხის კონსტრუქციების მასობრივი გავრცელება აღინიშნება მე-17 საუკუნიდან, როდესაც ჰოლანდიელებმა წყლის ენერჯის გამოყენებით დაიწყეს მორების სიგრძეში დახერხვა და ფიცრების ამოღება სამრეწველო დანიშნულებით. დღეისათვის საქვეყნოდ არის ცნობილი სამოქალაქო და საკულტო დანიშნულების ხის ნაგებობები, როგორცაა წმინდა პეტრეს ეკლესიის ხის შილი, რომლის სიმაღლეა 130 მ (ქ. რიგა, ლატვია, 1666 წ.), პრეობრაჟენსკის ეკლესია კიევაში (ნახ. 2), აგებული 1714 წ., ეკლესია კონდოპონგში ონეგის ტბის ნაპირზე (1774 წ.), სამეფო სასახლე კოლომენსკოეში (1681 წ.), 48 მ მაღის მქონე ხის წამწეებით გადახურული მოსკოვის მანეი (1817 წ.), ოსტანკინოს სასახლე (1793 წ.), რკინიგზის გზაგამტარი ცხრამალაიანი ხის ხიდები მდინარეებზე მსტუსა და ვერეზინაზე (1851 წ.), ძმები გრუბენმარების მიერ 1778 წელს შვეიცარიაში, მდინარე ლიმმატზე აგებული ხიდი, რომლის მაღის სიგრძეა 100 მ, სპორტული დარბაზის გუმბათოვანი სახურავი დიამეტრით 91,5 მ (აშშ, მონტანის შტატი, 1956 წ.), იუტას შტატის უნივერსიტეტის სპორტული ცენტრის ხის გუმბათი დიამეტრით 105 მ (აშშ, 1968 წ.) და სხვ.



ნახ. 2. პრეობრაჟენსკის ეკლესია კივაში. არქიტექტურისა და ეთნოგრაფიის სახელმწიფო ისტორიული მუზეუმი-ნაკრძალი (რუსეთი).



ნახ. 3. საადმირალოს კოშკის ხის შპილი (ჭრილი).



ნახ. 4. საადმირალოს კოშკი (საერთო ხედი).

ცალკე უნდა გამოვყოთ საადმირალოს კოშკის ხის შპილი სანკტ-პეტერბურგში (ნახ. 3, ნახ. 4). საადმირალო აშენებულ იქნა რუსეთის იმპერატორის პეტრე პირველის ხელმოწერილი ნახაზების მიხედვით 1705 – 1711 წლებში. ხის შპილი მასზე დადგმული ხომალდის ფორმის ოქროს ფლიუგერით შესრულებული იყო ჰოლანდიელი ოსტატ ხ. ვან ბოლოსის მიერ. 1732 – 1738 წლებში არქიტექტორმა ი. კორობოვმა განახორციელა საადმირალოს კომპლექსის რეკონსტრუქცია, ხოლო 1806-1823 წლებში

არქიტექტორ ა. ზახაროვის მიერ ჩატარებული რეკონსტრუქციის შედეგად შეიქმნა ბრწყინვალე არქიტექტურული ანსამბლი 72 მ სიმაღლეზე ატყორცნილი მოოქროვილი ხის შპილით, რომლის თავზე განთავსდა ახალი ოქროს ხომალდი - ფლიუგერი (ნახ. 5). დღესაც საადმირალოს შენობა თავის ხის შპილით ქ. სანკტ-პეტერბურგის სიბოლოდ ითვლება.



ნახ. 5. საადმირალოს შპილის ოქროს ხომალდი-ფლიუგერი.

ბევლ რომში სამოქალაქო დანიშნულების შენობების გადახურვებში წარმატებით იყენებდნენ ხის სამკუთხა წაშეებს. რომაელების მიერ ძირითადად მორების გამოყენებით იქნა აგებული დიდმალიანი კოჭური და კამაროვანი ხის ხიდები. შუა საუკუნეებიდან დაიწყო რთული სანივნივე კონსტრუქციების გამოყენება ტაძრების, სასახლეებისა და საზოგადოებრივი დარბაზების გადასახურად.

აღორძინების ეპოქაში არქიტექტორ ა. პალადიოს (1518 – 1580 წწ.) მიერ დამუშავებული და აგებული იქნა კამაროვანი და კოჭოვანი წაშეები, რომლებიც თავიანთი სქემით ახლოს იყო თანამედროვე კონსტრუქციებთან. ეს წაშეები გამოიყენებოდა მე-19 საუკუნემდე, რადგან მისი მუშაობა გამყარებული არ იყო თეორიულად, ვერ ახდენდნენ გაანგარიშებას და წაშრის კვანძებიც მოითხოვდა დახვეწას.

რუსეთში მორებისაგან აგებდნენ არა მარტო სახლებსა და აბანოებს, არამედ სხვა შენობებსა და ნაგებობებს: ქალაქის დამცავ კედლებს, კოშკებს, ეკლესიებს, სამრეკვლოებს, ხიდებს. ჯერ კიდევ 1115 წელს ვლადიმერ მონომახმა კიევი, მდინარე დნეპრზე, ააშენა ტიტივა ხის ხიდი.

შემდეგში, ხის კონსტრუქციების განვითარებაში დიდი როლი შეასრულა პეტრე დიდმა და მისმა რეფორმატორულმა მოღვაწეობამ პეტერბურგში. ქალაქის აღშენებლობა, მრეწველობის განვითარება, გემთშენებლობა მოითხოვდა დიდი რაოდენობით ხის მასალას. მან პირველმა ააშენა პეტერბურგში ხის სახერხი ქარხანა, რომელიც წყლის ენერჯის საშუალებით ჭრიდა მორს სიგრძეზე.

აღსანიშნავია მე-18 საუკუნის 70-იან წლებში ი. კულიბინის მიერ შექმნილი 300 მ მაღლის მქონე ხის ხიდის პროექტი, რომლის აშენება იგეგმებოდა მდ. ნევაზე. პროექტს დადებითი შეფასება მისცა საქვეყნოდ ცნობილმა მეცნიერმა ეილერმა. 1776 წელს გამოსცადეს ხიდის მოდელი (ათჯერ შემცირებული ზომის), რომელმაც დაადასტურა ი. კულიბინის საანგარიშო წინაპირობები, მაგრამ ხიდი აღარ აშენებულა რუსეთ-შვედეთის ომის გამო.

ი. კულიბინის შემოთავაზებულმა კომბინირებულმა სისტემამ მოქნილი კამარის სახით, რომელიც გაძლიერებული იყო სიხისტის ელემენტებით, აგრეთვე გისოსოვანმა სისტემამ, დასაბამი მისცა ხის მზიდი კონსტრუქციების თანამედროვე ფორმებს.

აღსანიშნავია მეცენატისა და მეფის რუსეთის არმიის გენერლის, აკადემიკოს დ. ჟურავსკის დამსახურება მეცნიერებისა და რუსეთის წინაშე. მან საკუთარი სახსრებით დააპროექტა და ააშენა მოსკოვი-პეტერბურგის რკინიგზა, დახვეწა ამერიკელ მეცნიერ გაუს სისტემის წაშეების გაანგარიშების მეთოდი, განსაზღვრა ღუნვაზე მომუშავე

კოჭებში ძვრის ძალების სიდიდე, რამაც საშუალება მისცა ინჟინრებს შეექმნათ შედგენილი კოჭები და მოეხდინათ კოჭისა და მაკავეშირებლების გაანგარიშება სიმტკიცეზე.

მე-19 საუკუნიდან ხის კონსტრუქციების განვითარებაზე დიდი ზეგავლენა მოახდინა ფრანგმა ინჟინერმა ემიმ, რომლის შექმნილმა ფიცრულმა კამარებმა პრაქტიკულად დაიპყრო დასავლეთის სამშენებლო ინდუსტრია.

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ ხის კონსტრუქციების ახალი ფორმების კვლევაში გამოირჩეოდნენ გერმანელი მეცნიერები, რომლებმაც უამრავი ახალი სახის ხის კონსტრუქცია შექმნეს (ამას ხელი შეუწყო ლითონის დეფიციტმაც), მათ შორის დაწებებული ფიცრული კონსტრუქციები და კონსტრუქციები ლითონის დაკბილული ფირფიტების გამოყენებით.

თანამედროვე ეპოქაში ფართოდ ვითარდება ხე-ფანერის სამშენებლო კონსტრუქციები.

ბოლო 30 წლის განმავლობაში უამრავი საინტერესო ობიექტი აშენდა ხის მზიდი კონსტრუქციების გამოყენებით, რომელთაგან აღსანიშნავია:

- ღვთისმშობლის ეკლესია (ნახ. 6) სავინო-სტოროჟევსკის სამონასტრო კომპლექსში (მოსკოვის ოლქი, მოლზინო, 2007 წ.);
- საცხენოსნო და საფეხმავლო ხის ხიდი, რომლის მალი 40 მ-ია (ქ. გოლდენი, ბრიტანული კოლუმბიის ოლქი, კანადა). ეს არის ყველაზე გრძელი ხის ხიდი კანადაში (ნახ. 7);
- სპორტული დარბაზი (ნახ. 8) მალით 30 მ (ქ. ბაქო, აზერბაიჯანი, 2012 წ.). შენობა აშენდა 180 დღეში;
- მომავლის 30 სართულიანი ხის სახლი (ნახ. 9). პროექტი (კანადა, ვანკუვერი, არქიტექტორი მაიკლ გრინი);
- ტაკომას გუმბათი (ნახ. 10), დიამეტრი 161,5 მ, აწევის ისარი 48 მ. მასალა - დუგლასის ნაძვი. სტადიონი განკუთვნილია ამერიკული ფეხბურთის, ყინულის ჰოკეის, კალათბურთის სათამაშოდ, აგრეთვე როდესოა და მოტორბოლებისათვის (აშშ, ქ. ტანაკა, ვაშინგტონის შტატი, 1982 წ.);
- სპორტული სუპერ-არენა (ნახ. 11), დიამეტრი 163 მ, აწევის ისარი 43 მ. ხის გუმბათის ასაშენებლად გამოყენებულია დუგლასის ნაძვი (აშშ, ჩრდილო მიჩიგანის უნივერსიტეტი, 1991 წ.);
- ვაკა-ის ხის გუმბათი (ნახ. 12), დიამეტრი 153 მ, აწევის ისარი 43,3 მ, მასალა - ყვითელი ფიჭვი (აშშ, ჩრდილოეთ არიზონა, 1977 წ.);
- ჯუკაის გუმბათი გეგმაში ოვალური ფორმის (ნახ.13). ოვალის ზომები: სიგრძე 178 მ, სიგანე - 157 მ, აწევის ისარი - 52 მ (იაპონია, ქ. ოდატე, აკიტას პრეფექტურა, 1997 წ.);
- იზუმოს ხის გუმბათი, დიამეტრი 143 მ, აწევის ისარი 49 მ, მასალა - დუგლასის ნაძვი (იაპონია, იზუმო სიტი, შიმანის პრეფექტურა, 1992 წ.);
- კონოჰანას ხის გუმბათი, დიამეტრი 118 მ, აწევის ისარი 38 მ (იაპონია, მიაზაკი სიტი, მიაზაკის პრეფექტურა, 2004 წ.);
- ოულუს ხის გუმბათი, დიამეტრი 115 მ, აწევის ისარი 23,9 მ (ფინეთი, ოულუს სიტი, 1985 წ.);
- ისტორიული ხის თაღოვანი მრავალმალისანი ხიდი (ქ. ივაკუნი, იამაგუჩის პრეფექტურა, იაპონია) - ე.წ. „კინტას ხიდი“ (ნახ. 14). აშენდა 1673 წელს და მალევე დაინგრა წყალდიდობის შედეგად. შემდეგ ხელახლა აშენდა და 200 წელზე მეტ ხანს

გაძლო, სანამ ტაიფუნმა არ გაანადგურა 1950 წელს. ახლანდელი ხიდი დგას მდინარე ნიშიკიზე, წარმოადგენს 5 თალის სინქრონულ შერწყმას და შესულია იაპონიის საუკეთესო ღირსშესანიშნაობათა ნუსხაში. აღსანიშნავია, რომ ხიდის ასაგებად გამოყენებული არ არის არც ერთი ლურსმანი და ქანკიკი. შეერთებები განხორციელებულია მომჭერების, შემკრავებისა და მავთულების საშუალებით:

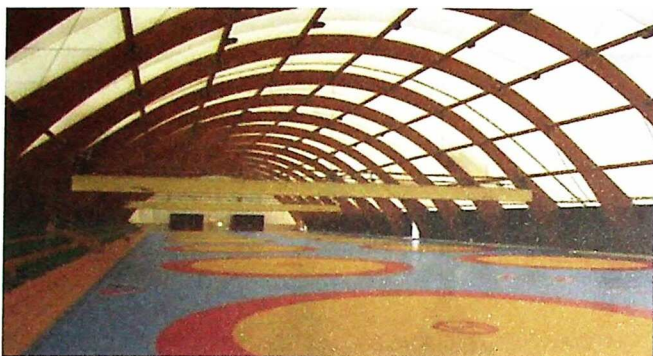


ნახ. 6. ღვთისმშობლის ეკლესია ს. მოლზინოში (მოსკოვის ოლქი).



ნახ. 7. საცხენოსნო და საფეხმავლო ხის ხიდი (ქ. გოლდენი, კანადა, მალი 40 მ).

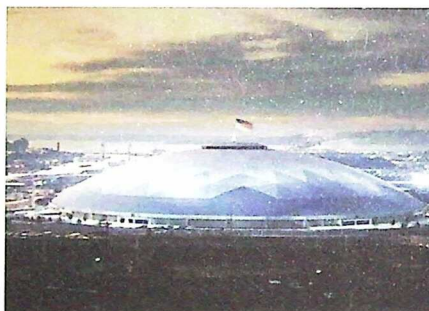
- ხის თაღოვანი ხიდი ქ. ბაკლიში, ვაშინგტონის შტატი, აშშ (ნახ. 15), შედგება სამი ძირითადი კამარისაგან მალეებით 38,7 მ, 39 მ და 36 მ. ხიდის საერთო სიგრძეა 118,57 მ, სიგანე 5,49 მ. კამარები დამზადებულია დუგლასის ნაძვის ლამინირებული მერქნისაგან.
- ხის კონსტრუქციებისაგან დამზადებული მომავლის „მინიქალაქი“ (ნახ. 16) გათვალისწინებულია ბუნებრივი კატაკლიზმების დროს (წყალდიდობა) ადამიანების დროებითი თავშესაფარად. ნაგებობა წარმოადგენს მცურავ დახურულ სივრცეს, რომელშიც განლაგებულია სასიცოცხლოდ საჭირო სათავსები.



ნახ. 8. სპორტული დარბაზი ქ. ბაქოში.



ნახ. 9. მომავლის ხის სახლი ქ. ვანკუვერში, კანადა (პროექტი).



ნახ. 10. ტაკომას გუმბათი 161,5 მ დიამეტრით (ქ. ტაკომა, აშშ).



ნახ. 11. სპორტული სუპერ-არენა 163 მ დიამეტრით (აშშ, მიჩიგანის უნივერსიტეტი, 1991წ.).



ნახ. 12. ვაკაპის ხის გუმბათი 153 მ დიამეტრით (აშშ, არიზონა, დიამეტრი 153 მ).

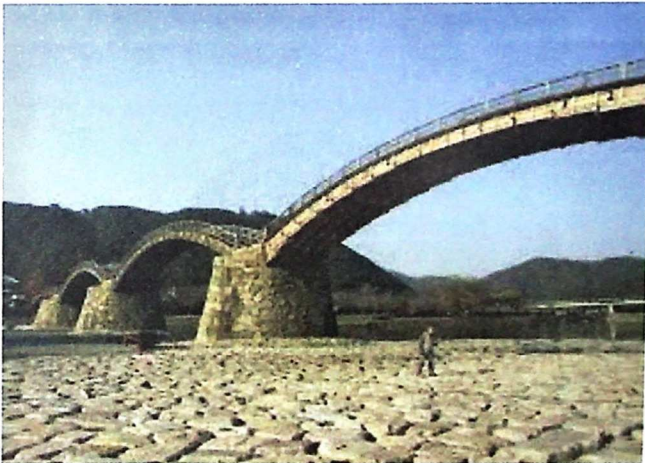


ნახ. 13. ჯუჯაის ოვალური გუმბათი, $r_1 = 178$ მ, $r_2 = 157$ მ. (იაპონია, ქ. ოდატე, აკიტას პრეფექტურა).

ბუნებრიობა, არქიტექტურული ფორმების რეალიზაციის მრავალმხრივი შესაძლებლობა, შიგა სასიამოვნო კლიმატი [24]. რკინაბეტონთან შედარებით

50 მ-დან 100 მ-მდე ხის დიდმალიანი გადახურვის კონსტრუქციები დიდი რაოდენობითაა აგებული ინგლისში, გერმანიაში, რუსეთში, ბელორუსიაში, ლიტვაში, ლატვიაში, ჩეხეთში, საფრანგეთში, შვეიცარიაში, ავსტრიაში და სხვ.

ხის კონსტრუქციები ფართოდ არის გავრცელებული სპორტული დანიშნულების ობიექტების გადასახურავად, რასაც განაპირობებს: ესთეტიკური გარე ხედი, მასალის



ნახ. 14. „კინტას ხიდი“ (იაპონია, ქ. ივაკუნი).

მერქანს უპირატესობა აქვს არა მარტო იმით, რომ მისგან შესაძლებელია დიდი მალეობის გადახურვა, არამედ ფორმების მრავალსახეობითაც. ლითონის კონსტრუქციებთან შედარებით ხის კონსტრუქციები გამოირჩევა სიმარტივით, სიმსუბუქით, ორიგინალურობითა და მასალის ეკონომიურობით.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრიდან, მორებისა და ძელების ნაცვლად, აქტიურად დაიწყო ფიცრულ-ლურსმნული და შემდეგ დაწებებული დიდზომიანი ელემენტების დამზადება. შეიქმნა ხის სივრცითი ზადისებრი გადახურვები. პირველი მსოფლიო ომის დროს კი, ლითონის მწვავე დეფიციტის გამო, მერქანი შეუცვლელი მასალა გახდა სამოქალაქო, სამრეწველო და თავდაცვითი ნაგებობების ასაშენებლად.



ნახ. 15. ხის თაღოვანი ხიდი, სიგრძე 118,57 მ (ქ. ბაკლი, აშშ. ვაშინგტონის შტატი).



ნახ. 16. მომავლის „მინიქალაქი“. პროექტი (იაპონია).

ცალკე უნდა აღინიშნოს ხის კონსტრუქციების განვითარება და გამოყენება ამერიკის შერთებულ შტატებში, სადაც სხვა ქვეყნების გამოცდილების საფუძველზე მასობრივად დაიწეს ცნობილი სისტემებისა და ელემენტების სრულყოფა და გამოყენება მშენებლობაში. ამის დასტურია მრავალგისოსიანი ტაუნისა და ბურის წამწები, წამწები რგოლისებრ სოგმანებზე, ქარგილოვან-ბადისებრი თაღები, დაწებებული კონსტრუქციები და სხვ.

ძველი ისტორიული წყაროებიდან (არქიტექტორი ვიტრუვი, გეოგრაფი სტრაბონი) ჩანს, რომ საქართველოშიც ფართოდ იყენებდნენ მერქანს საცხოვრებელი სახლების (ე.წ. „დარბაზის“ ტიპის), ეკლესიების, სასახლეებისა და თავდაცვითი ნაგებობების ასაშენებლად. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ქართველების უპირველესი საკათედრო ტაძარი - სვეტიცხოველი - თავდაპირველად ხის კონსტრუქციებისაგან ყოფილა აგებული.

საცხოვრებლის საინტერესო სახეობაა ე. წ. ოდა სახლები (ნახ.17), რომელიც ძირითადად იყო 3-6 ოთახიანი, გეგმაში კვადრატული ან მართკუთხა, ფანჯრებიანი ფიგრული სახლი ხის აყურული მოაჯირებით, გაწყობილი აივნებით და ჭერ-იატაკით. გადახურვის კოჭები ეყრდნობოდა კედლისპირა ხის მოჩუქურთმებულ სვეტებს. საძირკვლებად გამოყენებული იყო ხის ან ქვის ბომები. ოდა - სახლები ყურადღებას იპყრობდა ჰაეროვნობითა და ქართული ჩუქურთმებით დამშვენებული ფასადებით. ხის სახლების უნიკალური თვალსაჩინოებაა თბილისის ეთნოგრაფიული მუზეუმი ღია ცის ქვეშ.

ხის ნაგებობების მაღალი სეისმომდებეობა განაპირობებს საქართველოში მათ ფართო გამოყენებას, რადგანაც ჩვენი ქვეყანა მოქცეულია მაღალი სეისმური აქტივობის რეგიონში. ცნობილი 1991 წლის ძლიერი მიწისძვრის შედეგად, არა ერთ რაიონში (რაჭა, ზემო იმერეთი, შიდა ქართლი) პირწმინდად დაინგრა ან საგრძნობლად დაზიანდა ქვისა და აგურის 1 - 2 სართულიანი საცხოვრებელი სახლები, ასევე რკინაბეტონის ასაწყობი კონსტრუქციების აშენებული მრავალსართულიანი და ერთსართულიანი სამრეწველო ობიექტები. ეს იმ დროს, როდესაც ძლიერი მიწისძვრის ზონებში მოხვედრილი არც ერთი ხის სახლი არ დანგრეულა და არ დაზიანებულა.

ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს პირობებისათვის მიზანშეწონილია უპირატესად გამოყენებულ იქნეს მსუბუქი სეისმომდებევი საშენებლო კონსტრუქციები.

ამჟამად დიდი გავრცელება პოვა ხის კარკასულმა სახლებმა. აშშ-ის, კანადის, ნორვეგიის, შვედეთის და ფინეთის მოსახლეობის 80% სწორედ ასეთ სახლებს აშენებს საცხოვრებლად. ეს არჩევანი განაპირობა იმან, რომ დასავლეთის მოსახლეობა პრიორიტეტს ანიჭებს ეკოლოგიურად სუფთა, ენერგოდამზოვავ და კომფორტულ საცხოვრებელს.



ნახ. 17. ქართული ოდა-სახლი.

დაბალსართულიანი სახლების მშენებლობაში ეკონომიკური თვალსაზრისით ხის კონსტრუქციები შეუცვლელია.

იაპონიის მოსახლეობის 75% ინდივიდუალური და სააგარაკე საცხოვრებლებსათვის ირჩევს ხის კარკასულ სახლებს, რადგანაც მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში კიოტოში მომხდარი საშინელი მიწისძვრის შემდეგ

მხოლოდ ასეთი ხის სახლები გადაურჩა ნგრევას.

ხით მშენებლობის დიდი ტრადიცია არსებობს ევროპისა და აზიის მრავალ ქვეყანაში. პოლონეთის ქალაქ ბისკუპინში აღმოჩენილია მთელი სოფელი ხის სახლებით, რომელიც აშენებული იყო ძვ.წ. 550-400 წწ.-მდე. ამჟამად არსებული ყველაზე ძველ ნაგებობად მიჩნეულია ხორიუმის ტაძარი, რომელიც მდებარეობს იაპონიის ძველ დედაქალაქ ნართან ახლოს და დაახლოებით 1400 წლისაა. 400 წლით გვიანაა აშენებული ხის ეკლესია ნორვეგიის პატარა ქალაქ ლილეჰამერში.



ნახ. 18. ხის საცხოვრებელი სახლი.

რატომ ხე? იმიტომ, რომ თქვენ ვერ ნახავთ ეკოლოგიურად უფრო სუფთა, ნატურალურ და კომფორტულ მასალას საცხოვრებლისათვის (ნახ. 18).

ხის სახლების ძირითადი მასასიათებელია ეკოლოგიურობა. როგორც ამტკიცებენ მედიკოსები „...ადამიანები, რომლებიც ცხოვრობენ ხის სასლებში, უფრო ჯანმრთელები არიან. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ ჰაერის ტენიანობა ხის სახლში მაქსიმალურად

მიახლოებულია იდეალურთან. ფარდობითი ტენიანობა ხის სახლში შეადგენს 45–57%, ადამიანისათვის კი ოპტიმალური მაჩვენებელია 40–60%. ციფრები თავად მეტყველებენ! ამასთანავე, ასეთი პირობები სახლში მუდმივად ნარჩუნდება ამინდისაგან დამოუკიდებლად“. მერქნის სასაიამოვნო სურნელი ხსნის სტრესს, ამალღებს იმუნიტეტს, სწრაფად აღადგენს ძალებს, აუმჯობესებს გუნება-განწყობას.

მერქანს რეალურად აქვს გარემოს ცელილებებთან ადაპტირების უნარი, იმიტომ ასეთ სახლში არასდროს იქნება სიცივე ზამთარში და სიცხე ზაფხულში. მორის კედლის თბოიზოლაციის მახასიათებლები ერთნაირი სისქის შემთხვევაში 3-5 - ჯერ აღემატება აგურისა და ბეტონის კედლის მაჩვენებლებს. ხის ნაგებობის კედლები „სუნთქავენ“. ხის ბოჭკოვანი სტრუქტურა ხელს უწყობს „ახალი“ ჰაერის შემოსვლას და დღე-ღამის განმავლობაში მინიმუმ 30%-ით განაახლებს ჟანგბადს შენობაში. ჩნდება ბუნებრივი კონდიციონერის ეფექტი.

მიუხედავად მერქნის, როგორც ბუნებრივი საშენი მასალის, არაერთი უპირატესობისა, ბოლო 3-5 ათწლეულის მანძილზე შეინიშნებოდა მშენებლობიდან მისი გამოძევება სხვა ტრადიციული საშენი მასალებით, კერძოდ, რკინაბეტონით. ეს განაპირობა ისეთმა ფაქტორებმა, როგორიცაა: ფუნქციონალიზმი, ინდუსტრიალიზაცია, ტიპიზაცია, ფასების და მოგების წამყვანი როლი, ესთეტიკური მხარისა და ნაგებობის მხატვრული გამომსახველობის უგულვებელყოფა.

მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების სამშენებლო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ მერქანი, პლასტმასა, ლითონი, რკინაბეტონი კი არ უპირისპირდება ერთმანეთს, არამედ გამოიყენება ისეთი ურთიერთმეთანხმებით, რომელშიც თითოეული მასალის თვისებები რაციონალურად არის წარმოდგენილი. პრობლემისადმი ასეთი მიდგომა ნებისმიერი სამშენებლო ფირმისათვის კომერციული თვალსაზრისით მისაღებია.

დღეისათვის საქართველოში ობიექტების უმრავლესობა პრაქტიკულად მხოლოდ რკინაბეტონისაგან შენდება (იშვიათი გამონაკლისის გარდა), რაც გამოიწვია ფოლადის პროფილების კატასტროფულად გაძვირებამ და ხის გადამამუშავებელი საწარმოო ბაზის არარსებობამ. ეს მდგომარეობა ქვეყნის სამშენებლო ინდუსტრიისათვის მიუღებელია და გამოსწორებას სჭირდება.

ხის კონსტრუქციების კვლევაში, დაპროექტებაში, გაანგარიშების მეთოდების შექმნასა და დაზუსტებაში მნიშვნელოვანი წვლილი მიუძღვით ისეთ მეცნიერებს, როგორებიც არიან: ი. კორობოვი, ა. ბეტანკური, დ. ჟურავსკი, ი. კულიბინი, ვ. შუხოვი, ს. პესელნიკი, ვ. დერევიანინი, ა. ოტრემკო, ვ. ივანოვი, გ. კარლსენი, ვ. ბოლშაკოვი, ვ. კოჩნოვი,

მ. კაგანი, ი. ივანოვი, ა. გუბუნკო, გ. სვენციცი, ბ. ოსვენსკი, ი. სლიცკოუხოვი, გ. ცვინგმანი, კ. კაშკაროვი, ა. ბრუსილოვსკი, ვ. ხრულიოვი, ი. გლაზუნოვი, ვ. შუკო, ს. ტურკოვსკი, გ. ზუბარევი, ა. შენგელია, დ. არლენინოვი, ი. ბოიტემიროვა, ი. გრინი, კ. პიატიკრესტოვსკი, ბ. ბუდანოვი, ი. რომანენკოვი, ა. ფრეიდინი, ლ. კოვალჩუკი, მ. გაპოევი, ი. სლავიკი, ე. ზნამენსკი, ი. ზოტოვა, ჰ. ჯეკობსი, ე. კიდუელი, დ. რობინსონი, კ. როსი, ჯ. უული, ვ. სკოფილდი, კ. გიოტცი, დ. ხოორი, ი. ნატერერი, ბ. ბარტელემი, ე. კრუპა, კ. ჰოლმი, პ. კალიონიემი, ა. კოლერი, ტ. ლი, ა. ჰაკსევერი, ა. შტამი, მ. გრინი და სხვ.

საქართველოში ხის კონსტრუქციების განვითარებას შედარებით მოკრძალებული ხასიათი ჰქონდა, თუმცა მაინც შეიძლება ზოგიერთი ქართველი მეცნიერის დასახელება, რომლებიც ამ დარგში მუშაობდნენ და გამოქვეყნებული შრომებით და პრაქტიკული საქმიანობით თავისი კვალი დააჩნიეს დარგის შესწავლას. ესენია: დ. დოლიძე, პ. ურიდია, ი. ბერიშვილი, ვ. ჯავახიშვილი, ბ. სალუქვაძე, გ. აბაშიძე, ა. გრძელიშვილი, ა. გუგუციძე, ზ. ხელაძე და სხვ.

იმედს გამოვთქვამთ, რომ მომავალში დამოუკიდებელი საქართველოს სამშენებლო ინდუსტრია თავის კანონიერ ადგილს მიუჩენს ზოგადი და სპეციალური დანიშნულების ხის კონსტრუქციებს. საჭირო იქნება დამუშავდეს ახალი ტიპის, ქარხნული წესით დამზადებული, დიდგაბარტიანი კონსტრუქციები, ამაღლდეს დამზადების ხარისხი, შეიქმნას ხის მრეწველობის ნარჩენებისა და დაბალი ხარისხის მერქნის გადამამუშავებელი წარმოება, გაუმჯობესდეს ხის კონსტრუქციების საექსპლუატაციო მოთხოვნები და კაპიტალურობა საიმედოობის, ცეხლგამბლობისა და ხანმედეგობის გაზრდის გზით ტექნოლოგიისა და კონტროლის მეთოდების სრულყოფის ხარჯზე. ამენდეს დაწესებული ხის კონსტრუქციების მწარმოებელი ქარხანა და მერქანთან ერთად მოხდეს სხვა ტრადიციული მასალების კომპლექსური გამოყენება.

თავი 1. მერქანი, როგორც კონსტრუქციული საშენი მასალა

მერქანი ცივილიზაციის განვითარების ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია, რომელიც დღესაც რჩება ნედლეულის უმნიშვნელოვანეს სახეობად, რადგან მის გარეშე წარმოუდგენელია მრეწველობის ბევრი დარგის ფუნქციონირება. ის შედარებით მაგარი და მტკიცე ბოჭკოვანი მასალაა. ყოფაცხოვრებაში მოიხმარება, როგორც საშენი მასალა და საწვავი, ხოლო დანაწევრებული და ქიმიურად დამუშავებული სახით - ნედლეულად ქაღალდის წარმოებაში, აგრეთვე მერქანბოჭკოვანი და მერქანბურბუმელოვანი ფილების დასამზადებლად.

შენებლობაში მერქანი გამოიყენება დახერხილი მასალის, შპონის, ფანერის, რკინიგზის შპალის, სვეტის, დგარის, ხიმიჩისა და სხვა სახით. ყველაზე მეტი მოთხოვნა სწორკუთხა განივკვეთის დახერხილ ხის მასალაზე (ფიცარი, ძელი, ძელაკი), რომელსაც აწარმოებენ მორების სიგრძეზე დანაწევრებით.

მერქნისათვის ყველაზე მნიშვნელოვანია შემდეგი თვისებები:

1. მექანიკური - სიმტკიცე, სიმაგრე, დეფორმატულობა, კუთრი სიბლანტე, საექსპლუატაციო მახასიათებლები, ტექნოლოგიური მახასიათებლები, დრეკადობა, მაკავშირებლების დაჭერის უნარი, ცვეთამდეგობა;

2. ფიზიკური - შესახედაობა (ტექსტურა, შეფერილობა, ბზინვა), სიმკვრივე, ტენიანობა (შემრობა, დაბრეცა, წყალშთანთქმა, ჰიგროსკოპიულობა), თბოთვისებები (სითბოგამტარობა), ზეერთი თვისებები (აკუსტიკური წინააღმდეგობა, ბგერაგამტარობა), ელექტრული თვისებები (დielekტრიკული თვისება, ელექტროგამტარობა, ელექტრული სიმტკიცე);

3. ქიმიური.

მერქანი ანიზოტროპიული ანუ ისეთი მასალაა, რომელსაც ბოჭკოების მიმართულებიდან გამომდინარე სხვადასხვა თვისებები აქვს (მაგალითად, შემრობა ბოჭკოების გრძივად ნაკლებია, ვიდრე განივად, ხოლო რადიალური მიმართულებით ნაკლებია, ვიდრე ტანგენციალური მიმართულებისას. ასევე განსხვავებულია ბოჭკოების მიმართულებაზე დამოკიდებულებით წყალშთანთქმა, ორთქლშეღწევადობა, ბგერაგამტარობა და სხვ.).

- მერქნის სიმტკიცე - უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს რღვევას მექანიკური ზემოქმედების დროს. განსახვავებენ სიმტკიცეს კუმშვაზე და გაჭიმვაზე დატვირთვის მოქმედებისას ბოჭკოების გრძივად და განივად, აგრეთვე სტატიკური ღუნვის, თელვის და ახლეჩის დროს;

- მერქნის სიმაგრე - უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს ტანში მასზე უფრო მაგარი სხეულის ჩაწნხას. მერქნის სიმაგრის გასაზომად იყენებენ *იანკის* ტესტს;

- ცვეთამდეგობა - უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს ცვეთას, ანუ ზედაპირის თანდათანობით დაშლას ხახუნის დროს. მერქნის გვერდითი ზედაპირების ცვეთა უფრო დიდაა, ვიდრე ტორსის. ტენიანი მერქანი უფრო მეტად იცვითება, ვიდრე გამშრალი;

- ტენიანობა - განსახვავებენ მერქნის აბსოლუტურ და ფარდობით ტენიანობას. მერქნის *აბსოლუტური ტენიანობა* არის მერქანში არსებული ტენის (წყლის) მასის ფარდობა აბსოლუტურად მშრალი მერქნის მასასთან (გამოისახება პროცენტებში). მერქნის *ფარდობითი ტენიანობა* არის მერქანში არსებული ტენის (წყლის) მასის ფარდობა ნედლი

მერქნის მასასთან (გამოისახება პროცენტებში). პრაქტიკული მიზნით უფრო საჭიროა ფარდობითი ტენიანობის ცოდნა, რადგან ის აჩვენებს მერქნის ვარგისიანობას ამა თუ იმ ტექნოლოგიური ოპერაციისათვის. მაგალითად, შეწებებისათვის მერქნის ფარდობითი ტენიანობა უნდა იყოს 4-6 %; შემრობა იწყება, როცა ფარდობითი ტენიანობაა 30 %; სოკოები გაჩენას იწყებს 22 % ტენიანობიდან და სხვ. ტენიანი მასალის საშუალო კონსტრუქციებში გამოყენება დაუშვებელია, რადგანაც ბუნებრივი შრობის პროცესში მოსალოდნელია ბზარებისა და ნახეთქების გაჩენა, კონსტრუქციის ფორმის შეცვლა, ღრეჩოების გაჩენა ფიცრებს შორის და სხვ.;

- **ჰიგროსკოპულობა** - მასალის თვისება, შეიწოვოს ტენი ჰაერიდან. მშრალი მასალის ჰიგროსკოპულობა მეტია, ვიდრე ტენიანისა. მის შესამცირებლად მიმართავენ მერქნის ზედაპირის დაფარვას ზეთოვანი საღებავებით, ემალით, ლაქებით. ჰიგროსკოპულობა პირდაპირაა დაკავშირებული მერქნის სხვა თვისებებთან - ფორიანობასთან;

- **ფორიანობა** - მერქანში არსებული ფორების მოცულობის ფარდობა მერქნის საერთო მოცულობასთან. საშუალოდ მისი მნიშვნელობა იცვლება 30-80 %-ის ფარგლებში;

- **გაჯირჯვება** - შეინიშნება მამინ, როცა მერქანს ხანგრძლივად უხდება ყოფნა მაღალი ტენიანობის გარემოში;

- **შეშრობა** - შრობის შედეგად მერქნის ზომების ცვალებადობა ტენის დაკარგვის გამო. მისი პირდაპირი შედეგია მერქანში ბზარების გაჩენა;

- **დაბრევა** - მერქნის ფორმის ცვალებადობა არათანაბარი შრობის შედეგად. ბოჭკოების გასწვრივ მისი სიდიდეა 0,1 %, განივად კი 5-8 %;

- **დასკდომა** - შედეგია მერქნის გარე და შიგა ფენების არათანაბარი შრობის;

- **სითბოგამტარობა** - სხეულის თვისება, ტემპერატურა ერთი ზედაპირიდან გაატაროს მეორე ზედაპირამდე. მერქანს დაბალი სითბოგამტარობა ახასიათებს, ამიტომ შესანიშნავი მასალაა სათავის კედლების, იატაკისა თუ ჭერის თბოიზოლაციისათვის;

- **ელექტროგამტარობა** - მასალის თვისება, გაატაროს ელექტრული დენი. მერქანში ეს თვისება პირდაპირაა დაკავშირებული ტენიანობასთან;

- **მერქნის სუნი** - დამოკიდებულია ფისების არსებობაზე. ახლად მოჭრილ ხეს მკვეთრი სუნი აქვს, მშრალს - ნაკლები. თუ ზედაპირზე შეინიშნება ლაქები, ეს მანიშნებს ლობობის პროცესის დაწყებას;

- **ტექსტურა** - დახერხვის შემდეგ ზედაპირზე გაჩენილი სურათი. მერქნის ეს არაჩვეულებრივი თვისება განაპირობებს მის ფართო გამოყენებას შენობის ინტერიერის მოწყობისას;

- **მერქნის წონა** - განასხვავებენ ორი სახის წონას - კუთრსა და მოცულობითს. *კუთრი წონა* არის მერქნის ერთეული მოცულობის მასა ფორებისა და ტენის გამორიცხვით. ის დამოკიდებული არ არის მერქნის ჯიშზე და შეადგენს 1,54 გ/სმ³. *მოცულობითი წონა* არის მერქნის ერთეული მოცულობის მასა ბუნებრივ მდგომარეობაში.

სიმტკიცე, ხანგამძლეობა და ტექსტურა განსაზღვრავს მერქნის ჯიშის ფასეულობას. ასეთი მერქანი გამოიყენება ელიტური ძვირფასი ავეჯის, პარკეტის, კარ-ფანჯრების, მოაჯირების, ინტერიერის ნივთების დასამზადებლად. მართალია, ძვირიანი მერქნისაგან დამზადებული ნაკეთობების ფასი საკმაოდ მაღალია, მაგრამ მათზე მოთხოვნაც დიდია.

საშუალო კონსტრუქციების დასამზადებლად ძვირფასი მერქანი პრაქტიკულად არ გამოიყენება.

ნებისმიერი ქვეყნის სამშენებლო ინდუსტრიაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მერქნის ნარჩენების გადამუშავებას ქიმიური და მექანიკური გზით. გადამუშავებულ ნარჩენებს იყენებენ ფანერის, მერქანბოჭკოვანი და მერქანბურბუმელოვანი ფილების, აბოლიტის, ფიბროლიტის და სხვა მასალების მისაღებად.

მერქანი (ცელულოზა) შეუცვლელი მასალაა ქაღალდისა და მუყაოს წარმოებაში.

1.1. მერქნის ნედლეულის ბაზა

მერქანი არის ბვირფასი საშენი კონსტრუქციული მასალა. ის ტყის პროდუქტია, რომლის მარაგი რაციონალური დამზადების პირობებში ექვემდებარება მუდმივ აღდგენას. ტყის მასივებს ჩვენი ქვეყნის საკმაოდ დიდი ფართობი უჭირავს და ძირითადად გავრცელებულია მესხეთისა და კავკასიონის მთებში, აჭარაში, აფხაზეთში, ზემო იმერეთში.

საქართველოს ტყეებში უმეტესად გავრცელებულია ფოთლოვანი ჯიშები (75 %), ხოლო წიწვოვანი ჯიშები შედარებით ნაკლები (25 %) რაოდენობითაა. ტყეების საშუალო წლოვანებაა 97 წელი. 1 ჰა ფართობიდან მზადდება 0,46 კუბ.მ. მასალა, რაც რუსეთის მაჩვენებელს 4-ჯერ ჩამორჩება, ხოლო ევროპული სახელმწიფოების მაჩვენებელს 7-8-ჯერ.

საქართველოს ტყე არის ეროვნული საგანძური. კონსტიტუცია ავალდებულებს მის მოქალაქეებს, დაიცვან, გაუფრთხილდნენ და იზრუნონ ბუნებაზე. ქვეყნის წინსვლის მდგრადი მართვის კონცეფცია ითვალისწინებს ტყის ეკოლოგიურ, ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარებას. ის ქვეყნის აღმშენებლობის სტრატეგიის ნაწილია. მისი მიზანია დააკმაყოფილოს ტყის რესურსებით საზოგადოების ძირითადი მოთხოვნები.

ტყე გეოგრაფიული ლანდშაფტის ნაწილია. ის მოიცავს საქართველოს კანონმდებლობით ტყისთვის მიკუთვნებული ხეების, მათი გავრცელების არეალში მოქცეული მიწის, აგრეთვე ბუჩქების, ბალახის, ცხოველებისა და სხვათა ერთობლიობას, რომლებიც თავიანთი განვითარების პროცესში ურთიერთდაკავშირებულნი არიან ბიოლოგიურად და გავლენას ახდენენ ერთმანეთსა და გარემოზე.

სახელმწიფო ტყის საერთო ფართობი 2456,2 ათას ჰექტარს შეადგენს, მათ შორის ტყით დაფარულია 2314,3 ათასი ჰექტარი. საქართველოში მერქნის საერთო მარაგი 451 მილიონი მ³-ია, რაც მერქნის მსოფლიო მარაგის 0,13 % შეადგენს.

მიუხედავად ქვეყნის ტერიტორიის მცირე ფართობისა (69 700 კმ²), საქართველოს ტყის მცენარეულობა ხასიათდება დიდი მრავალფეროვნებით, რომლის ანალოგი მწელად თუ მოიძებნება ჩვენი პლანეტის ზომიერ ნაწილში. ეს განპირობებულია სხვადასხვა ფაქტორით, რომელთაგან მნიშვნელოვანია საქართველოს გეოგრაფიული მდებარეობა და ბუნებრივ-კლიმატური პირობების მრავალფეროვნება.

საქართველო მდებარეობს დედამიწის სუბტროპიკული და ზომიერი ზონების საზღვარზე. ამის გამო აქ შექმნილია პირობები ორივე ზონისათვის დამახასიათებელი ტყის მცენარეულობისათვის. ჩრდილოეთიდან ჰაერის ცივი ნაკადისაგან კავკასიონის მთავარი ქედი დაცვა და თბილი შავი ზღვის სიახლოვე ხელსაყრელ თერმულ რეჟიმს ქმნის დასავლეთ საქართველოში თერმოფილური და სუბტროპიკული ტყეების განვითარებისათვის. ზომიერი და შედარებით ცივი ჰავა, რომლითაც ხასიათდება

საქართველოს საშუალომთიანი და მაღალმთიანი ტერიტორია, უზრუნველყოფს ყინვაგამძლე წიწვიანი და ფოთლომცვივანი ტყეების გავრცელებას.

საქართველოს ტყეების საერთო ფართობი 2 690 000 ჰექტარია, რაც ჩვენი ტერიტორიის 38% შეადგენს. ამასთანავე ტყეების განლაგების საერთო სურათი რთული და კონტრასტულია. ტყეების 90% -ზე მეტი მთების კალთებზეა, მათი ნახევარი კი - დიდი დაქანების ფერდობებზე, რის გამოც ამ ტყეების სამეურნეო გამოყენება ძლიერ შეზღუდული ან პრაქტიკულად გამორიცხულია.

მთებში ტყეების გავრცელების ქვედა ზღვარი დასავლეთ საქართველოში 150-200 მ-ია ზღვის დონიდან, ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოში - 450-600 მ. ტყეების ჰივსომეტრიული (სიმაღლით) გავრცელების ზედა ზღვარი საშუალოდ 2100-2200 მ-ია. მთავარ მდინარეთა (რიონი, ენგური, ცხენისწყალი, ლიახვი, არაგვი, ალაზანი) ხეობებში ტყეები ზოგან გავრცელების ზედა ბუნებრივ საზღვარს (2450-2550 მ) აღწევს.

საქართველოს ბარში და პლატოებზე ტყეებით დაფარულია ტერიტორიის 5-10 %. ზოგან უფრო ნაკლებიც. აქ ბუნებრივი ტყეები დიდი ხნის წინ გაიჩეხა და მათი ნაალაგარი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებად (ჩაის, ციტრუსების, ვაზის, ხორბლის, ხეხილისა და სხვ. მოსაყვანად) გამოიყენება. ზოგან გაშენებულია ხელოვნური ტყეები და ქარსაცავი ზოლები ადგილობრივი სახეობებისა და ეგზოტებისაგან.

საქართველოს ტყეებში იზრდება 120-ზე მეტი სახეობის ხე, 250-ზე მეტი სახეობის ბუჩქი, 2500-მდე სახეობის ზალახოვანი მცენარე. ყველაზე მეტად გავრცელებული სახეობებია: წიფელი, მუხა, რცხილა და ჯაგრცხილა, წაბლი, იფანი, ძელქვა, თელა, ტირიფი, ლაფანი, ვერხვი, მურყანი, ნეკერჩხალი, სოჭი, ფიჭვი, ნაძვი, ბზა, ცირცელი, დაფნა, საკმლის ხე, აკაკის ხე, უთხოვარი, არყის ხე. აქედან მხოლოდ 9 სახეობაა ისეთი, რომელიც 50 ათას ჰექტარზე მეტ ფართობზეა გავრცელებული. ესენია: წიფელი, ქართული მუხა, რცხილა, წაბლი, შავი მურყანი, ლიტვინოვის არყი, კავკასიური სოჭი, აღმოსავლეთის ნაძვი, ფიჭვი. დანარჩენი სახეობები ტყეს ქმნიან მცირე ტერიტორიაზე (100-10 000 ჰა), თუმცა ეს გარემოება არ ამცირებს მათ მნიშვნელობას, ისინი განეკუთვნებიან რელიქტურ და ენდემურ ტყეებს და ამიტომ დიდია მათი მნიშვნელობა სამეცნიერო და ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების თვალსაზრისით.

საქართველოს ტყეების დახასიათებისათვის მიზანშეწონილია მათი დაჯგუფება სიმაღლბრძოლივი გავრცელების მიხედვით - ბარის, მთის და მაღალმთის ტყეებად.

ბარის ტყეები რელიქტურია, რაც აღრმავებს მათდამი ინტერესს. ასეთ ტყეებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია მურყნარებს. ის გავრცელებულია მდინარეთა სანაპირო ზოლსა (ჭალაში) და ჭარბტენიან (დაჭაობებულ) ტერიტორიებზე, მთის ხეობებში ზოგან ზღვის დონიდან 1100-1200 მ სიმაღლემდე აღწევს. შედარებით დიდი ტერიტორია უკავია კოლხეთის დაბლობის დასავლეთ ნაწილსა და დიდი მდინარეების (მტკვარი, რიონი, ალაზანი) ხეობებში. მათი საერთო ფართობი დაახლოებით 69 000 ჰექტარია. ბარის ტყეებში გავრცელებული ჯიშებია: მურყანი, ლაფანი, მუხა, იმერეთის მუხა, ძელქვა, ბიჭვინთის ფიჭვი, ბზა, ქართული მუხა, დაფნა, კვეის ხე (საღსადაჯი).

მთის ტყეები გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოში ზღვის დონიდან 150-1800 მ, აღმოსავლეთ საქართველოში - 450-1900 მ ფარგლებში. ასეთ ტყეებზე მოდის ტყეებით დაფარული ტერიტორიის ყველაზე მეტი წილი (დაახლოებით 75%). გავრცელებული ჯიშებია: წიფელი, მუხა, რცხილა, წაბლი, სოჭი, ფიჭვი, უთხოვარი.

მაღალმთის (სუბალპური) ტყეები გავრცელებულია ზღვის დონიდან 1800-2500 მეტრამდე. მათი საერთო ფართობი დაახლოებით 600 ათასი ჰექტარია. ძირითადი ჯიშებია: არყი, მუხა, ნეკერჩხალი, წიფელი, სოჭი, ნაძვი, ფიჭვი.

საშენებლო საქმეში გამოსაყენებელი მერქნის მომცემი ხეების დომინანტი სახეობებია: წიფელი, ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი, მუხა, წაბლი, რცხილა, ძელქვა და ლაფანი. მაღალხარისხოვან მერქნიან მცენარეებს განეკუთვნება წითელი წიგნის სახეობები: კაკალი, ბზა და უთხოვარი.

საქართველოში ტყით დაფარული ფართობების დიდი უმეტესობა მათაა ფერდობებზე მოდის, ამიტომ ტყე ასრულებს ეკოლოგიურ, ნიადაგდაცვით, წყალდაცვით, წყალმარეგულირებელ, კლიმატმარეგულირებელ, ზეგავსაწინააღმდეგო და სხვ. ფუნქციებს. პრაქტიკულად შეუძლებელია ამ არსებითი სასიცოცხლო მნიშვნელობის ფუნქციების ეკონომიკური შეფასება.

საქართველოს ტყეებში მერქნის საერთო მარაგი დაახლოებით 400 მლნ მ³-ს შეადგენს.

ტყის ტიპების მიხედვით მერქნის მარაგი შემდეგია (მილიონ მ³):

წიფლნარი ტყეები	- 193;
სოჭნარი	- 74;
ნაძვნარი	- 30;
მუხნარი	- 15;
რცხილნარი	- 15;
ფიჭვნარი	- 12;
მურყნარი	- 5;
არყნარი	- 3.

სხვა ფორმაციის ტყეებში მერქნის მარაგი გაცილებით მცირეა. საქართველოს ტყეებში მერქნის წლიური მატება 4 მლნ მ³-ია (ერთ ჰა ტყეზე საშუალოდ 1,5 მ³).

ტყეები გეოგრაფიულად არათანაბრადაა განლაგებული. ტყით მდიდარ რეგიონებთან (აფხაზეთი, აჭარა, სვანეთი, რაჭა, ბორჯომის ხეობა, ბაღდადის, საჩხერის, ახმეტისა და სხვ. რაიონები) ერთად არსებობს ტყემცირე და თითქმის უტყეო (დედოფლისწყაროს, ნინოწმინდის, ახალქალაქის, გარდაბნის, წალკის, ყაზბეგის) რაიონებიც.

საქართველოში ჯერ კიდევ შემორჩენილია ხელუხლებელი (პირველქმნილი) ტყეები, რომლებიც განსაკუთრებული მაღალპროდუქტიულობით გამოირჩევა. ხელუხლებელ სოჭნარებს, სოჭნარ-წიფლნარებს, სოჭნარ-ნაძვნარებს პროდუქტიულობის მაჩვენებლით, ანალოგი არ გააჩნია ევროპისა და აზიის ქვეყნებში. გარემოს დამცველი ორგანიზაციები დღეისათვის დედამიწაზე გამოყოფენ ბიოლოგიური მრავალფეროვნების 25 „ცხელ წერტილს“. მათ შორის ერთ-ერთი კავკასია, კერძოდ კი საქართველოა. კავკასია მოიხსენიება ასევე იმ 200 გლობალურ ეკორეგიონს შორის, რომელიც ბუნების დაცვის მსოფლიო ფონდის (WWF) მიერაა გამოყოფილი ისეთ კრიტერიუმებზე დაყრდნობით, როგორცაა სახეობრივი მრავალფეროვნება, ენდემიზმის დონე, ტაქსონომიური უნიკალურობა, ევოლუციური პროცესები, ფლორისა და ფაუნის ისტორიული განვითარების თავისებურებები, მცენარეული ტიპების მრავალფეროვნება და ბიომების იშვიათობა გლობალურ დონეზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ქართული ტყე განსაკუთრებული ფუნქციონირება და მისი დაცვისა და ფართოდ გამოყენების საკითხს არა მარტო კავკასიის, არამედ მსოფლიო მასშტაბით უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ მსოფლიო ბოტანიკურ ლექსიკონში შესულია ხის ორი სახეობა ქართული სახელწოდებით - ძელქვა (*Zelkova carpinibolia* (Pall) C. Koch.) და ლაფანი (*Pterocarya pterocarpa* (Mchx). Knth).

ტყე დედამიწის მთლიან ეკოლოგიურ სისტემათა გლობალური და სასიცოცხლო ნაწილია - ის ცოცხალი ნივთიერებების აკუმულატორია. ბიოსფეროში აკავებს ქიმიურ ელემენტებსა და წყალს.

1 ჰა შერეული ტყე წელიწადში 13-17 ტონამდე ნახშირორჟანგს შთანთქავს და 10-15 ტონამდე ჟანგბადს გამოყოფს. ყველაზე დიდი რაოდენობით ჟანგბადს გამოყოფს ალვის ხე, მერე მუხა და ცაცხვი. რაც შეეხება წიწვოვან ხეებს, მათ ამ მხრივ დაბალი მაჩვენებლები აქვს.

ტყე უდიდესი ბიოლოგიური რესურსია. ახასიათებს ალდგენის უნარი. დედამიწის ზედაპირზე წყალშემნახი, ნიადაგდაცვითი, კლიმატმარეგულირებელი და სანიტარულ-ჰიგიენური სისტემა.

ტყის დაცვას და მის რაციონალურად გამოყენებას უდიდესი საყოფაცხოვრებო, სამეურნეო, სასიცოცხლო და სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს. ტყე ქვეყნის სიმდიდრეა.

1.2. ხის ჯიშები

სამშენებლო ინდუსტრიაში ძირითადად გამოიყენება წიწვოვანი ჯიშის მერქანი (ფიჭვი, ნაძვი, ლარიქსი, სოჭი და კედარი), რომელიც ხასიათდება დიდი სიმტკიცით, ხის ტანის სწორი ფორმით. ეს მასალის მოცულობის მაქსიმალური გამოსავლიანობის შესაძლებლობას იძლევა და ფოთლოვან ჯიშებთან შედარებით ნაკლებად ლკობასაშიშია რადგან მის ტანში ფისების საკმარ რაოდენობაა.

ფოთლოვანი ჯიშებიდან მუხა, აკაცია, წიფელი, კოპიტი გამოიყენება წირწკიმალების, ბალიშების, ქვესადებების, ზედებისა და სხვა საპასუხიმიგებლო დეტალებისათვის; არყის ხისაგან ამზადებენ ფანერას, ხოლო დანარჩენი ჯიშები, როგორცაა ვერხვი, ცაცხვი, თხმელა, რცხილა, ჩინარი, ალვის ხე და სხვა გამოიყენება მხოლოდ დროებით ნაგებობებში და ქარგილების, ხარაჩოებისა და ყალიბების მოსაწყობად.

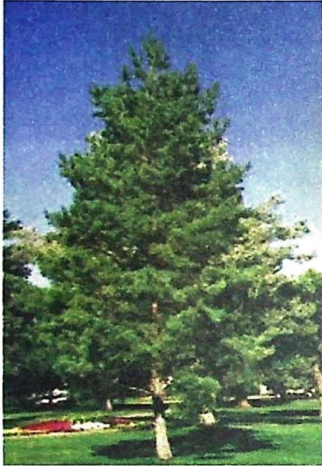
ფოთლოვანი ჯიშის მერქნის ფართოდ გამოყენებას ხელს უშლის ის, რომ მათ წიწვოვან ჯიშებთან შედარებით მეტი როკები და მანკები აქვს, სუსტად ეწინააღმდეგებიან ლკობას და მოპოვებაც რთულია.

კონსტრუქციულ ელემენტებში სხვადასხვა ჯიშის მერქნის გამოყენების არე დამოკიდებულია მის ტექნოლოგიურ და მექანიკურ თვისებებზე. ამ წესის უგულვებელყოფა მშენებლობაში იწვევს ხის კონსტრუქციების ექსპლუატაციის ვადის შემცირებას.

წიწვოვანი ხის ჯიშები

ფიჭვი (*Pinus*) ძვირფასი ჯიშია (ნახ. 1.1), რომელმაც ფართო გამოყენება პოვა მშენებლობაში. ხასიათდება ტანის სისწორით, სიმსუბუქით, მაღალი ტექნიკური თვისებებით. აქვს მკვეთრად გამოხატული მუქი-წითელი ან ღია-ყვითელი გული. დიდი

რაოდენობით შეიცავს ფისს (18-20 კგ ფისი 1 მ³ მერქანზე), რაც უზრუნველყოფს მერქნის მაღალ მდგრადობას ლპობისადმი. სიმკვრივე მშრალ მდგომარეობაში იცვლება 4-7,1 კნ/მ³ ფარგლებში. საუკეთესო თვისებებით ხასიათდება ფიჭვის მერქანი, რომლის ასაკი 80-100 წელია. მისი სიმაღლე აღწევს 40 მ-მდე, ტანი თითქმის ცილინდრულია, რაც აადვილებს დამუშავებას და ზრდის მერქნის გამოსავლიანობას. მნიშვნელოვანია ისიც, რომ ერთნაირი ტენიანობის პირობებში ნაქურთენისა და გულის სიმტკიცე თითქმის ტოლია, რაც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ განიკვეთის 85-90 %.



ნახ.1.1. კავკასიური ფიჭვი.

ფიჭვი ივითარებს მძლავრ ფესვთა სისტემას. იგი გვალვაგამძლე და სინათლის მოყვარული მცენარეა. ვერ იტანს დაჩრდილვას. ტყეებს (ფიჭვნარებს) ქმნის როგორც მდიდარ, ისე მწირ და ქვიან ნიადაგზე. კირქვებზე და ტორფიან ჭაობებზე ცოცხლობს 300-350 წელს. გვარი აერთიანებს 100-მდე სახეობას, რომლებიც გვხვდება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. საქართველოში გავრცელებულია 4 სახეობა: კავკასიური (სოსნოვსკის), ბიჭვინთის, ელდარის და კოხის ფიჭვი. ყველა სახეობა ორწიწვიანია. ფიჭვის მერქანზე დიდი მოთხოვნილებაა. ის ლარიქსივით არ იბრიცება და საკმაო გამძლეა. ფიჭვის ძელებით აგებული სახლი რამდენიმე ასეულ წელს ძლებს. ის შესანიშნავი საშენი მასალაა და პრაქტიკულად ნებისმიერი კონსტრუქციის დასამზადებლად

გამოიყენება.

ნაძვი (Picea) ისევე, როგორც ფიჭვი, საკმაოდ გავრცელებული ჯიშია (ნახ.1.2). მისი მერქანი განირჩევა თეთრი ფერით, სირბილით, ფისების ნაკლები შემცველობით (5-10 კგ ფისი 1 მ³ მერქანზე). ფიჭვთან შედარებით ნაკლებად მკვრივია. ტანი მასაც სწორი და ცილინდრული აქვს. გულის ფერი განსხვავდება ნაქურთენის ფერისაგან. აქვს დიდი რაოდენობით როკები, რომელთა ფერი მცირედ განსხვავდება მერქნის ფერისაგან. სიმკვრივეა 3,5-6,5 კნ/მ³. ნაძვი ადვილად ლპობადია და ატმოსფერული ზემოქმედებისას სწრაფად ლებულობს რუხ ფერს. ცვლადი ტენიანობის და ხანგრძლივი საექსპლუატაციო ვადის მქონე კონსტრუქციებში მიზანშეწონილია დაკონსერვებული ნაძვის მერქნის გამოყენება.

ნაძვი სიცოცხლის პირველ წლებში სიმაღლეში ნელა იზრდება, სულ რამდენიმე სანტიმეტრს იმატებს, მაგრამ შემდეგ სწრაფად ინაზღაურებს დანაკარგს და 80-100 წლის ასაკში, როდესაც ჭრის დრო მოდის, 35 მეტრს აღწევს. სწორი, წვრილფენოვანი ნაძვის მერქანი თითქმის ერთადერთი მასალაა როიალების, პიანინოებისა და სიმებიანი მუსიკალური ინსტრუმენტების დასამზადებლად. ნაძვის მერქანი, ფიჭვის მერქანთან ერთად, ყველაზე მეტად გამოიყენება მზიდი სამშენებლო კონსტრუქციების, დეტალების, ხის კარკასების, ნივნივებისა და კაშვირების დასამზადებლად.

ნაძვი მარადმწვანე ტანმალალი ხეა. აერთიანებს 40-მდე სახეობას, რომლებიც გავრცელებულია თურქეთში, ჩრდილოეთ კავკასიაში, კარპატისპირეთში, ამერიკის კონტინენტზე, ევროპისა და რუსეთის ჩრდილოეთში, კორეაში, იაპონიაში. საქართველოში გავრცელებულია მხოლოდ ერთი სახეობა - აღმოსავლური ნაძვი. ნაძვნარი ტყეებით დაფარულია დასავლეთ საქართველოს, ბორჯომის ხეობისა და კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთი ფერდობები. იზრდება ზღვის დონიდან 2200-2300 მეტრამდე.



ნახ. 1.2. ევროპული ნაძვი.



ნახ. 1.3. ციმბირული ლარიქსი.

საქართველოში, გარდა ჩამოთვლილისა, ბალ-პარკებსა და ნაწილობრივ ტყის კულტურაში, გვხვდება აგრეთვე ინტროდუცირებული სახეობები: ევროპული, ჰიმალაიური, ევრცხლისფერი (მჩხვლეტავი) ნაძვი და სხვ. ცოცხლობს 250-300, იშვიათად 500 წლამდე.

ლარიქსი (ფოთლოვანა) წიწვოვანთა ოჯახის წარმომადგენელია (ნახ. 1.3). თვისებებით ჩამოგავს ფიჭვს, თუმცა აქვს უფრო მეტი მუქი წაერისფერ-წითელი ჩამქრალი ფერი. გული ვიწროზოლოვან ნაქურთენთან შედარებით მუქი ფერისაა. გაცილებით მდიდარია ფისებით, ვიდრე ფიჭვი და მშვენიერი საშენი მასალაა, იმ კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც შეეხებათა წყალთან და გრუნტთან. რუსეთის და ევროპის ჩრდილოეთ რაიონებში დღესაც მრავლადაა საცხოვრებელი სახლები თუ საკულტო ნაგებობები, რომლებიც ლარიქსის მორებისაგან დამზადებულ ხიმინჯოვან საძირკვლებს ეყრდნობიან. მისი სიმტკიცე, სიმკვრივე და სიმაგრე დაახლოებით 30 %-ით მეტია ფიჭვისაზე. აქვს უფრო მცირე ზომის როკები, რომლებიც და მთელს ტანზე განლაგებულია თანაბრად.

ლარიქსის 20-მდე სახეობა გავრცელებულია ევრაზიასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში. საქართველოში ის ბუნებრივად არ იზრდება. ინტროდუცირებულია აქა-იქ მცირე რაოდენობით, მაგრამ ტენის ნაკლებობისას მალევე იღუპება. ყველაზე ხნიერი ეგზემპლარები (22-30 მ სიმაღლისა და 55-70 წლისა) გვხვდება შავი ზღვის სანაპიროზე, წინანდლის პარკსა და ბაკურიანში, ბორჯომში, ზემო სვანეთში. ყველაზე მრავლადაა გამენებული ახალქალაქში. ყინვაგამძლე და სინათლის მოყვარული მცენარეა. კარგად

ხარობს ზომიერად ტენიან და ფხვიერ ნიადაგებზე. საფხულის სიციხისა და გვალვისადმი მგრძობიარეა, ამიტომ სამხრეთ ქვეყნებში მისი კულტივირება მხოლოდ გრილ ადგილებშია შესაძლებელი. ძლიერ სწრაფმზარდია, მტკიცე და მაგარი მერქანი აქვს, რომელიც გამოიყენება მშენებლობაში, წყალქვეშა ნაგებობებში, გემთმშენებლობაში და სხვ. მერქნის გამძლეობითა და სიმძიმით, უთხოვართან ერთად, პირველი ადგილი უკავია წიწვოვანთა შორის. იძლევა ძვირფას ფისს, რომლისგანაც მზადდება სკიპიდარი და კანიფოლი.

ლარიქის ძალიან გავრცელებული ჯიშია რუსეთში (ტყეების 41%), მაგრამ მისი დაშლადება უმნიშვნელოა, რადგან დიდი სიმკვრივის გამო მდინარით მორების დაცურება რთულია და ძნელდება მისი მიტანა გადამამუშავებელ ქარხნებამდე. გარდა ამისა, ტანში არსებული ფისები ადვილად აზიანებს ხის საქრელ ინსტრუმენტებს. პირიქითაა საქმე ჩრდილოეთ ამერიკაში, სადაც ლარიქსის მერქანი უმეტავერსია მშენებლობაში დუგლასის ნაძვთან ერთად, რასაც განაპირობებს ხის გადამამუშავებელი საწარმოო ბაზის მაღალი დონე.

მსოფლიოში ლარიქსის გავრცელებული ჯიშებია: ციმბირული, დაურიის, იაპონური, გმელინის, კაიანდერასი, კამჩატკის, კურილიის, სუკაჩოვის, დრიფტის, დასავლეთის, ამერიკული და სხვ.

სოჭი (*Abies*) თვისებებით ძალიან ჩამოგავს ნაძვს, თუმცა მასზე ოდნავ რბილია, არა აქვს ფისსავალი გუბები და არ შეიცავს ფისს. მისი სიმკვრივეა 3,7-6,0 კნ/მ³. ტანმაღალი, მარადმწვანე ხეა. გავცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. საქართველოში მხოლოდ ერთი სახეობაა - კავკასიური სოჭი (ნახ. 1.4) და ინტროდუცირებულია 13 სახეობა. დიდი რაოდენობითაა გავცელებული ჩრდილოეთ ამერიკის წყნარი ოკეანის სანაპიროზე და აღმოსავლეთ აზიაში (განსაკუთრებით იაპონიაში). რუსეთში სოჭნარი ტყეების საერთო ფართობი 15 მლნ ჰექტარია, რაც ტყეების დაახლოებით 2%-ს შეადგენს.



ნახ. 1.4. კავკასიური სოჭი.

სოჭის მერქანი ძირითადად გამოიყენება ქალღის წარმოებაში, მშენებლობაში და მუსიკალური რეზონანსული ინსტრუმენტების დასამზადებლად. ის ლამაზი, დეკორატიული ხეა. ბაღებსა და პარკებში აშენებენ უმეტესად მის მტირალა, ხშირტოტიან და ნაირფერწიწვიან ფორმებს.

მსოფლიოში სოჭის 50-მდე სახეობაა ცნობილი, რომელთაგან შეიძლება დავასახელოთ შემდეგი ჯიშები: ციმბირული, კავკასიის, ევროპული, ამურის, თეთრი, მაკედონის, კილიკიის, სიცილიის, ნორდმანის, მარისის, კავკამის, ორფოთლიანი,

ფრაზერის, კორეის, სახალინის, ვიჩის, დურანგო, გვატემალის, შენსისისკის, ჰიმალაიური, სემიონოვის, გიკელი, ესპანური, ნუმედიის, ჩენგის, ფაზრის, ფორესტის და სხვ.

კედარი (Cedrus) მიეკუთვნება მარადმწვანე წიწვოვან მცენარეთა გვარის ფიჭვისებრთა ოჯახს (ნახ.1.5). გვარი მოიცავს 4 სახეობას, რომელთაგან 3 (ლიბანური, ატლასური და მოკლეწიწვა) გავცლებულია ხმელთაშუაზღვისპირეთის ოლქის აღმოსავლეთ და სამხრეთ ნაწილში, ერთი (ჰიმალაიური) - ჰიმალაის მთების დასავლეთ ნაწილში, აგრეთვე ყირიმში, კავკასიისა და შუა აზიის სამხრეთ ფართობებზე, სადაც კულტივირებულია 3 სახეობა: ლიბანური, ატლასური და ჰიმალაიური კედარი. საქართველოში მოშენებულია ჰიმალაიურის ჯიშში, რომლის სიმაღლეა 50-60 მ, დიამეტრი ძირთან 3,5 მეტრს აღწევს .



ნახ. 1.5. ჰიმალაიური კედარი.

კედარი სხვა წიწვოვან ჯიშებთან შედარებით ყველაზე რბილი და მსუბუქი მასალაა. მისი სიმკვრივეა 4,0-4,5 კნ/მ³. გული განსხვავდება ნაქურთენისაგან მუქი ფერით. აქვს ფისსავალი გზები და კარგად შეინიშნება გულგულას სხივები. როკები მთელ ტანზე თანაბრად აქვს განაწილებული ბოჭკოების მიმართ მახვილი კუთხით. კედარის მერქანი უფრო ლამაზია, ვიდრე ფიჭვისა. ადვილი დასამუშავებელია, კარგად პრიალდება და შესანიშნავი მოსაპირკეთებელი მასალაა. მას უძველესი დროიდან იყენებდნენ ხუროთმოძღვრებაში. რუსეთის ბევრ ქალაქში (ტიუმენი, ტობოლსკი, ტომსკი, ვოლოგდა, ვლადიმირი) საკმაო რაოდენობის შენობებია შემკობილი კედარის ფიჭვისაგან ხერხითა და საკრეთლით გამოჭრილი უცნაური ხეეულებით.

კედარი საქართველოში შემოიტანეს მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში. მიუხედავად იმისა, რომ ტენის მოყვარული ხეა, მეტ-ნაკლებად გვალვა- და ყინვაგამძლეც გამოდგა თბილისსა და მის მიდამოებში. სწრაფმზარდია, კარგად ხარობს ზღვის დონიდან 1200 მ სიმაღლემდე, ცოცხლობს 1000 წლამდე. აქვს მაგარი, მკვრივი და გამძლე მერქანი. გამოიყენება მშენებლობაში, საავტოო წარმოებაში, გემთმშენებლობაში, აგრეთვე სახეივნო ჯიშად.

გარდა ზემოთჩამოთვლილისა, არსებობს სხვა ჯიშის წიწვოვანი მერქანიც, როგორცაა: ალასკის კიპარისი, ჭაობის კიპარისი, ლოუსონის კიპარისი, დუგლასის სოჭი და ნაძვი, ნამდვილი სოჭი, კალიფორნიის წითელი სოჭი, კეთილშობილი სოჭი, წყნარი ოკეანის ვერცხლისფერი სოჭი, თეთრი სოჭი, კალიფორნიის მდინარის კედარი, დასავლეთის ლარიქსი, ამერიკული ლარიქსი, აღმოსავლური თეთრი ფიჭვი, შავი ფიჭვი (ბანკსიანის), დახვეული ფიჭვი, ფიჭვი „პიტჩ-ჰაინი“, ტბის ფიჭვი, ყვითელი ფიჭვი, წითელი ფიჭვი, სამხრეთის ყვითელი ფიჭვი, შაქრის (ლამბერტის) ფიჭვი, ვირჯინიის ფიჭვი, დასავლეთის თეთრი ფიჭვი, ფანქრის ხე, გიგანტური ტუი, ჩრდილოეთის ტუი, სიხტინსკის ნაძვი და სხვ.

ცალკე უნდა გამოვყოთ ურთხელი, იგივე უთხოვარი (Taxus baccata), რომელიც ფოთლოვანი მცენარეების ურთხლისებრთა ოჯახის წარმომადგენელია მოწითალო-მოყავისფრო თხელი ქერქით. სიმაღლეში იზრდება 28 მ-მდე, იზრდება ძალიან ნელა, მაგრამ ხასიათდება სიცოცხლის დიდი ხანგრძლივობით - 4000 წლამდეც კი. ხის მაქსიმალური დაფიქსირებული დიამეტრია 4 მეტრი (ნახ. 1.6). ქერქისგან ხდიან წებოს.

არსებობს ლამაზი ლეგენდა, უთხოვარის შესახებ, რომელიც თამარ მეფის სახელთან არის დაკავშირებული: ერთ გლეხს ხეივანი გაუშენებია და თამარ მეფის ხე მოსწონებია, უთხოვია, მისთვის ეჩუქებინა, მაგრამ თამარ მეფეს უარი უთქვამს, ამიტომაც ამ ხეს უთხოვარი დაერქვა.



ნახ. 1.6. უთხოვარი.

ნახევარსფეროს ზომიერ, სუბტროპიკულ და ტროპიკულ ზონებში, მცირე ნაწილი - სამხრეთ ამერიკაში. კავკასიაში 18-მდე სახეობაა, საქართველოში - 7 (ჰართვისის, ჭალის, იმერული, პონტოური, ქართული, აღმოსავლური, ჭოროხის).



ნახ. 1.7. გიგანტური მუხა.

ფოთლოვანი ხის ჯიშები

მუხა (Quercus) ფოთლოვანი მერქნის ჯიშებიდან ერთ-ერთი ყველაზე ძვირფასი მასალაა (ნახ. 1.7). მისი მერქანი ნაცრისფერ-ყავისფერია. მკვეთრად აქვს გამოხატული გულგულას სხივები, წლიური რგოლები და რადიალური წყლის სავალი გზები. გული მუქია ფერისაა და საგრძნობლად განსხვავდება ნაქურთენისაგან. სიმკვრივეა 5,4-9,0 კნ/მ³, სიცოცხლის ხანგრძლივობა - 500 წელი. მდგრადია ატმოსფერული ზემოქმედების მიმართ, რის გამოც მიზანშეწონილია მისი გამოყენება ხიდებსა და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებში. ტექსტურა მეტად ლამაზია, ადვილად მუშავდება, იხერხება და იღებება. არსებობს მისი 450-მდე სახეობა, რომელიც გავრცელებულია ჩრდილოეთ

საქართველოში გავრცელებულ ჯიშებს შორის ყველაზე დიდი ფართობი უჭირავს ქართულ მუხას. ის 20-28 მეტრი სიმაღლის ხეა. აქვს სქელი მუქი ქერქით დაფარული მოკლე და მსხვილი ღერო, ტყავისებრი, ზემოდან მუქი მწვანე, ქვემოდან მოყვითალო-მონაცრისფრო ან მურა ბუსუსით დაფარული ფოთლები. იზრდება 1700-2400 მ სიმაღლეზე და სამხრეთის მშრალ ფერდობებზე ქმნის მეჩხერ ტყეებს. ხარობს ტენიან

ფერდობებზეც. ცოცხლობს 450 წლამდე. მისი ხელუხლებელი მასივები შემორჩენილია საღორისა და აჯამეთის ტყეებში. დანარჩენი ჯიშები გავრცელებულია მდინარეების

მტკვრის, არაგვის, ივრის, ალაზანისა და მათი შენაკადების ქალებში, ტერასებზე, დაბლობებში, ხევებსა და ტაფობებში.

მუხა სითბოსა და სინათლის მოყვარულია, ამასთანავე საკმაოდ ყინვაგამძლეცაა. აქვს მაღალი ღირსების მერქანი.

მშენებლობაში ძირითადად გამოიყენება ზედების, სადებების, ქვესადებების, შუასადებების, წირწვიმალეების, სოგანების, პარკეტის, კარ-ფანჯრების და სხვ. დასამზადებლად. მუხის მერქანს, მაღალი ფასის გამო, სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად არ იყენებენ.

ძველ საბერძნეთში მუხა იყო ზევსისა და ჰერაკლეს თაყვანისცემის, აგრეთვე სულიერი და ფიზიკური ძალის სიმბოლო. მუხის ტოტი განასახიერებდა ძალას, სიძლიერესა და პოპულარობას. ტოტებისაგან დამზადებული გვირგვინებით ამკობდნენ ყველაზე გულად მეომართა საფლავებს. მასიური მუხის ხე ითვლებოდა ზევსის სკულპტურად.

ძველ რომში მუხა იყო იუპიტერის თაყვანისცემის სიმბოლო, ხოლო რკოს იუპიტერის ნაყოფს უწოდებდნენ. თუ რომელიმე ადამიანი რომის მოქალაქეს გადაარჩენდა სიკვდილისაგან, მას აჯილდოებდნენ მუხის ტოტებისაგან მოწეული გვირგვინით.

ძველ ტეტონებსა და ლიტველებში მუხა ითვლებოდა ჭექა-ქუხილის ღმერთად, რომელიც მოსახლეობას უგზავნიდა წვიმას მიწის გასანაყოფიერებლად.

კელტები მუხაში ხედავდნენ ამტანობისა და გამარჯვების სიმბოლოს.

გალებს მუხა მიაჩნდათ დედამიწის ღერძად.

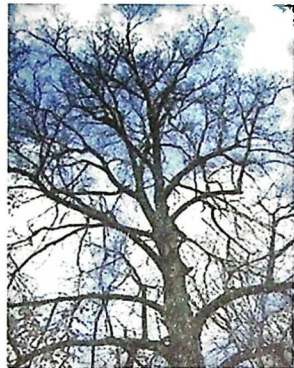
რევოლუციური ეპოქის საფრანგეთში მუხა ითვლებოდა იმედისა და თავისუფლების სიმბოლოდ. მისი მოჭრა კანონით აკრძალული იყო. მუხის ვარჯის ქვეშ ხდებოდა ფასიანი ქალაღებისა და მნიშვნელოვანი დოკუმენტების ხელმოწერა და მათზე ბეჭდის დასმა.

აკაცია (Acacia) მიეკუთვნება მიმოზისებრთა ქვეოჯახის მცენარეთა გვარს, რომელსაც საკმაოდ მკვრივი, მაგარი მერქანი აქვს. უმეტესად ეკლიანი ხეებია. იზრდება მშრალ უდაბნოებსა (მექსიკა, ავსტრალია) და ჭარბტენიან ადგილებში (ინდოეთი, მადაგასკარი). ცნობილია 750-მდე სახეობა, რომელთა ნახევარი გავრცელებულია ავსტრალიაში (იქ აკაცია ეროვნული ემბლემაა). როგორც სწრაფმზარდ მცენარეს, რგავენ ფერდობების გატყიანებისა და ქალაქების გამწვანებისათვის. მერქანს იყენებენ ავეჯის წარმოებაში. სენეგალური აკაციასგან იღებენ გუმიარაბიკს. საქართველოში გავრცელებულია შემდეგი ჯიშები: ლეგა, აბანოზის, აბრეშუმა, თეთრი და ყვითელი აკაცია.

კოპიტის, იგივე იფანი (Fraxinus) მოთეთრო-წაბლისფერი ფოთლოვანი ჯიშის მერქანია. მისი სიმკვრივეა 5,7-9,4 კნ/მ³. აქვს სასიამოვნო ტექსტურა, ადვილად იხერხება და პრიალდება, ელასტიკურია, ნაკლებად იზრიცება და სკდება. სიმაგრით თითქმის არ ჩამოუვარდება მუხას. ცუდად ეწინააღმდეგება ტენს. მიეკუთვნება მერქნის დეფიციტურ ჯიშს. შეუცვლელი მასალა სადურგლო საქმეში. გაორთქლის შემდეგ კარგად იღუნება, რაც საშუალებას იძლევა მისგან დაეგმზადოთ მრუდი მოხაზულობის დაწებებული კონსტრუქციები.

კოპიტის 67 სახეობა გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერ სარტყელში. საქართველოში ძირითადად გავრცელებულია 3 სახეობა - ჩვეულებრივი, თუთუფოთოლა და მახვილნაყოფა, რომლებიც თითქმის ყველა რეგიონში გვხვდება. გარდა ამისა, იზრდება კოპიტის 24 ეგზოტიკური სახეობა. მათ იყენებენ ბაღების, პარკებისა და ქუჩების გასამწვანებლად.

კოპიტის მასალა, კარგი დრეკადი თვისებების და სიმტკიცის გამო, გამოიყენებოდა საბრძოლო და შრომის იარაღების დასამზადებლად. მისგან აკეთებდნენ შუბებს, ხელკეტებს, მშვილდ-ისარს და სხვ. ძველ დროში დიდი პოპულარობით გამოირჩეოდა კოპიტის მერქნისაგან დამზადებული, ჩუქურთმებით დამშვენებული საოჯახო ჭურჭელი. კარგად დამუშავებული და გამშრალი ფიცარი გამოიყენებოდა გემთმშენებლობაში. კოპიტის ტექსტურა არ ჩამოუვარდება წითელი და შავი ხის ტექსტურას. მე-19 საუკუნეში კოპიტს ფართოდ იყენებდნენ ეტლების, ციგების, თხილამურების, ნიჩბების, ორთვალას ბორბლების, ბილიარდის კიის, ბეისბოლის ბიტების დასამზადებლად.



ნახ. 1.8. ცაცხვის ხე.

მშენებლობაში კოპიტის მერქანს იყენებენ გადახურვის კოჭების, სახურავის სანივნივე ელემენტების, კარ-ფანჯრის, ქერის, იატაკის, მოაჯირების, საბალე სკამების დასამზადებლად, აგრეთვე ხის სახლების კედლების გარედან მოსაპირკეთებლად (კარგად უძლებს ატმოსფერულ ზემოქმედებას).

ცაცხვი (*Tilia caucasica*) 35 მეტრამდე სიმაღლის ფოთოლმცვივანი ხეა (ნახ. 1.8), თხელი, მსკდომარე ქერქით. არსებობს მისი 40-მდე სახეობა. გავრცელებულია ჩრდილო ნახევარსფეროს ზომიერ და სუბტროპიკულ ზონებში.

განსაკუთრებით ბევრი სახეობაა სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში, ნაკლები - ევროპის, ამერიკისა და აზიის ზომიერ სარტყელებში. უყვარს თბილი და ტენიანი გარემო, ამიტომ ყველაზე კარგად ხარობს დასავლეთ ამიერკავკასიაში, შორეული აღმოსავლეთის სამხრეთში. ადვილად მრავლდება თესლით და ვეგეტატიურად.

ევრაზიის კონტინენტზე გავრცელებული ჯიშებიდან ცნობილია შემდეგი სახეობები: ამერიკული, ამურის, ჩინური, წვრილფოთლოვანი, ჰენრი, იაპონური, მანჯურიის, მაქსიმოვიჩის, მექსიკური, მონღოლური, დასავლური, ოლივერის, ბრტყელფოთოლა, ციმბირის, ტუანი და სხვ.

გარეგნულად ცაცხვი მეტად ლამაზი ხეა, ამიტომ მას ხშირად იყენებენ დეკორატიული დანიშნულებით ბაღების, სკვერების, ქუჩების, მაგისტრალების დასამშვენებლად. ტანის დიამეტრი 2-3 მეტრია, ზოგჯერ 5 მ-საც კი აღწევს. ცოცხლობს 300-400 წელს. ჭრა იწყება მაშინ, როცა წლოვანება აღწევს 90 წელს.

ცაცხვის მერქანს თეთრი ან მოწითალო-მოთეთრო ფერი აქვს. იგი ადვილად იჭრება, ირანდება და იპობა.

საქართველოში მსხვილი ცაცხვის მორებისაგან (დიამეტრით 1,5-2 მ) აკეთებენ საწნახელს, სასოფლო-სამეურნეო და საოჯახო ინსტრუმენტებს და ნაკეთობებს. ის შესანიშნავი მასალაა ფანერის, სახაზავი დაფების, ავეჯის, ფეხსაცმლის ხუნდების სექტორების, კასრების, მუსიკალური ინსტრუმენტების დასამზადებლად. ცაცხვის ფოთლებს, ქერქს, ლაფანს წარმატებით იყენებენ სააფთიაქო მრეწველობაში, აგრეთვე ალკოჰოლური სასმელების წარმოების ტექნოლოგიაში.

ცაცხვი უმველესი დროიდან მოიხმარებოდა ჩუქურთმებიანი ნაკეთობებისა და დეტალების შესაქმნელად, რადგან ადვილი დასამუშავებელია და თანაც ქათქათა თეთრი მერქანი აქვს.

მეფის რუსეთის პერიოდში არამზადები ცაცხვის მერქნისაგან ამზადებდნენ სამეფო (სათავადაზნაურო) ბეკდის ასლებს, საიდანაც წარმოიშვა და გავრცელდა ფრთიანი გამოთქმა „ყალბი ბეკედი“ („Липовая печать“, ანუ უბრალოდ „ლიპა“ - ყალბი).

მურყანი, იგივე თხმელა (Alnus) - მიეკუთვნება მცენარეთა გვარის არყისებრთა ოჯახს. მისი 30-მდე სახეობა გავრცელებულია ევროპაში, აზიაში, სამხრეთ ამერიკასა და ჩრდილოეთ აფრიკაში - ალჟირში. საქართველოში 2 სახეობაა: შავი (სიმაღლეა 30-38 მ) და ნაცვარ (სიმაღლით 15-18 მ). გავრცელებულია ყველგან, გარდა ჯავახეთისა. იზრდება დაბლობებში, თუმცა ზოგჯერ მთის ტერასებზეც გვხვდება ზღვის დონიდან 1800 მ სიმაღლემდე. ჭაობიან, ეწერ ნიადაგზე ქმნის ტყეს - მურყანარს. სინათლის, ტენისა და ნაწილობრივ სითბოს მოყვარულია. იზრდება სწრაფად. რბილი, ღია მოწითალო, მყიფე მერქანი აქვს. იყენებენ სადურგლო და სახარატო საქმეში. ცოცხლობს 50-60 წელს (იშვიათად 100 წელსაც).

მურყანის მერქანი არ გამოირჩევა სიმტკიცით, მაგრამ ერთგვაროვანი აგებულება აქვს, რაც აადვილებს მის დამუშავებას. კარგად ძლებს წყალქვეშ, ამიტომ გამოიყენება მცირე ზომის წყალქვეშა ნაგებობებში. მისი ნახშირისაგან წარმატებით ამზადებენ სანადირო დენტს. მერქანს ხმარობენ ელექტროგიტარების კორპუსის დასამზადებლად.

შენეხლობაში ნაკლებად გამოიყენება.

წიფელი (Fagus) მოვარდისფრო-თეთრი, მაგარი ჯიშის ხეა. მერქანს აქვს ლამაზი ტექსტურა, ადვილად იჭრება და მუშავდება. მიუხედავად დიდი სიმტკიცისა, მეტად არამდგრადია ცვალებადი ტენიანობისადმი. სიმკვრივე შეადგენს 8,1-9,3 კნ/მ³. ადვილად სკდება და იზრიცება, ამიტომ შრობის პროცესში განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს. კონსტრუქციებში გამოყენების შემთხვევაში მოითხოვს ინტენსიურ ქიმიურ კონსერვაციას (გაუღენტვას).

საქართველოში შეიძლება შეხვდეთ 50 მ სიმაღლისა და 2 მ დიამეტრის გოლიათებს. თითოეულ ასეთ ხეში 14-15 მ³ მასალაა. ევროპაში ასეთი წიფლის ხის ფასი დაახლოებით მსუბუქი ავტომანქანის ღირებულების ტოლფასია.

გავრცელებულია კავკასიის მთიანეთში, ჩრდილოეთ ირანში, ანატოლიაში, აღმოსავლეთ ბალკანეთში, ევროპისა და წინა აზიის ჩრდილოეთში, აზიისა და ჩრდილოეთ ამერიკის აღმოსავლეთ ნაწილის ოკეანური ჰავის მთიან ოლქებში. გვარში 10 სახეობაა. ნელა იზრდება. ცოცხლობს 400 წელს.

წიფელი ხშირ, შერეულ და დაბურულ კორომებს ქმნის. ის საქართველოში ტყის მთავარი ჯიშია.. ტყის ვერტიკალური გავრცელების საზღვართან იზრდება გალუნული და ტანბრეცილი ხეების სახით. მერქანს საუკეთესო ფიზიკური და ტექნიკური თვისებები აქვს, მეტად გამძლეა წყალში.

წიფლის უარყოფითი თვისებებია წყალშთანთქმა და გალუნვა გამშრობის დროს, ამიტომ ძირითადად გამოიყენება მცირე ზომის დეტალების დასამზადებლად, როგორცაა: პარკეტი, მოაჯირები, სახელურები. ზოგჯერ იყენებენ ფასადების მოსაპირკეთებლადაც.

რცხილა (Carpinus) მიეკუთვნება მერქნიან მცენარეთა გვარის თხილისებრთა ოჯახს. ზაფხულმწვანე ხეები ან მაღალი ბუჩქებია, აქვს რუხი ფერის გლუვი და ოდნავ დამსკდარი ქერქი. არსებობს მისი 50-მდე სახეობა, რომელიც გავრცელებულია აღმოსავლეთ აზიაში,

ევროპასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში. საქართველოში 2 სახეობა იზრდება - კავკასიური რცხილა და ჯაგრცხილა. იგი ჩრდილის ამტანი, სითბოს მოყვარული მცენარეა. ყინვა ვერ აზიანებს. მერქანს იყენებენ მუსიკალური საკრავების დასამზადებლად, აგრეთვე საწვავად ბუხრებსა და ლუმელში.

მშენებლობაში ნაკლებად გამოიყენება, რადგან მისგან ძელის, ძელაკის ან ფიცრის ამოღება პრაქტიკულად შეუძლებელია ტანის და ტოტების დაზრეცილობის გამო.

ვერხვი (Populus) ტირიფისებრთა ოჯახის წარმომადგენელი ფოთოლმცვივანი ხეა. სწრაფად მზარდია, კარგად ხარობს დრენირებულ, ტენიან ნიადაგზე, თუმცა გაშენება ყველანაირ ნიადაგზე შესაძლებელი. ვერ იტანს დაქაობებას, სინათლის მოყვარულია, ქარგამძლე. ფართოდ იყენებენ გასამწვანებლად. იზრდება მთისა და მდინარისპირა ტყეებში.

ცნობილია მისი 100-ზე მეტი სახეობა. ჩვენში მთისა და ჭალის ტყეებში ვერხვის 8 სახეობა იზრდება, მათ შორის ოფი, თეთრი ხვალო, კანადური, პირამიდული, მთრთოლავი ვერხვი და სხვ.

ვერხვის ტყეებს პრაქტიკულად ყველგან შეიძლება შეხვდეთ. ჩრდილოეთით მისი გავრცელების საზღვარი 70-ე განედზე გადის, სამხრეთის საზღვარი კი მისთვის საერთოდ არ არსებობს, ის ნებისმიერ ადგილზე ხარობს, სადაც სითბო და ტენია. კავკასიის მთის ტყეებში ვერხვი მუხისა და სოჭის ხშირი თანამგზავრია, განსაკუთრებით კი მდინარისპირა ტერიტორიებზე. ვერხვი „საერთაშორისო“ ჯიშია - შეიძლება ნახოთ ევროპის ნებისმიერ ქვეყანაში და ჩრდილოეთ ამერიკაში. რუსეთში მისი ტყეების ფართობი 18 მლნ ჰექტარია.

ვერხვის მერქანი რბილი და მსუბუქია. გამოიყენება მშენებლობაზე, წვრილი სამეურნეო ინვენტარის დასამზადებლად და ქალაქის წარმოებაში. შეუცვლელი მასალაა ასანთის ღეროების, კასრებისა და ტარის დასამზადებლად.

თელა (Ulmus) მიეკუთვნება მერქნიან მცენარეთა გვარის თელისებრთა ოჯახს. ფოთოლმცვივანი, ზოგჯერ მარადმწვანე (ტროპიკებსა და სუბტროპიკებში) ხეა, იშვითად ბუჩქის სახით. სიმაღლე 30-40 მ აღწევს. ცოცხლობს 200-400 წელს. გვარი მოიცავს 50-მდე სახეობას, რომელიც გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერი ჰავის ზონაში. კავკასიაში იზრდება 9 სახეობა, აქედან ერთი - ქართული თელა (Ulmus georgica) საქართველოს ენდემია. იზრდება შირაქის ხეებში, მეტად მშრალ და მეჩხერ ტყეში. თელის წმინდა კორომები ძალზე იშვიათია. საქართველოს ფოთლოვან ტყეებში შერეულია თელადუმა (თელამუში), რომელიც გავრცელებულია მთის ტყეების შუა სარტყელამდე. თელა ყინვაგამძლე და ჩრდილის ამტანი მცენარეა. ეტანება ნოყიერ და ტენიან ნიადაგს, ბევრი სახეობა გვალვასა და სუსტად დამლაშებულ ნიადაგსაც ეგუება. განვითარებული გვერდითი ფესვების გამო ქარი ვერ აქცევს. იყენებენ ბალ-პარკებისა და მინდორსაცავი ზოლების გასაშენებლად, ქუჩებისა და გზების გასამწვანებლად. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა გვალვაგამძლე შუაზიის ენდემი - „ლალბანდი“. თელის გამძლე და მაგარი მერქანი ძვირფასი სავეჯე მასალაა. გამოიყენება მშენებლობაშიც შიგა მოსაპირკეთებელი სამუშაოებისათვის, კარ-ფანჯრების, დახვეული კიბის კონსტრუქციების, კიბის საფეხურების, მოაჯირების, თაროების და სხვ. დასამზადებლად.

ნეკერჩხალი (Acer) 5-40 მ სიმაღლის ფოთოლმცვივანი ხეა (ნახ. 1.9). მოიცავს 150-მდე სახეობას, რომელიც გავრცელებულია ევრაზიაში, ჩრდილოეთ და ცენტრალურ ამერიკასა და ზონდის არქიპელაგის კუნძულებზე ზომიერი და სუბტროპიკული ჰავის

პირობებში, ნოყიერ და დაწრეტილ ნიადაგებზე. ზოგი ეგუება ნიადაგის სუსტ დამლაშებას. ყინვაგამძლე მცენარეა. კავკასიაში 11 სახეობაა, საქართველოში - 9, გავრცელებულია დაბლობიდან სუბალპურ სარტყელამდე.

ნეკერჩხლის მერქანი მკვრივი, გამძლე და მაგარია, კარგად პრიალდება. იყენებენ ავეჯის, მუსიკალური ინსტრუმენტების, სპორტული ინვენტარის, საყოფაცხოვრებო ნივთების დასამზადებლად. გავრცელებული ჯიშებია: სოსნოვსკის, თათრული, ამერიკის წითელი, შაქრის, იფანფოთოლა, თათისებრი ნეკერჩხალი, მაღალმთის ბოყვი, ლეკა, აზიური „გინალა“ და სხვ. მშენებლობაში მისი გამოყენება შეზღუდულია სიძვირის გამო.



ნახ. 1.9. ნეკერჩხალი.



ნახ. 1.10. არყის ხის ტყე.

არყი (*Betula*) მიეკუთვნება არყისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივანი ხეებისა და ბუჩქების გვარს, იზრდება 20 მ სიმაღლემდე (ნახ. 1.10). ცნობილია 130-მდე პოლიმორფული სახეობა, რომლებიც გვხვდება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერ და ცივ სარტყლებში, აგრეთვე სუბტროპიკულ მთებში.

საქართველოში გავრცელებულია 5 სახეობა. აჭარა-გურიაში მთის ზედა სარტყელსა და სუბალპურ ტანბრეცილ ტყეებში გვხვდება მედევედვის არყი; კოლხეთის ენდემი მეგრული არყი გავრცელებულია სამეგრელოსა და სვანეთის მთებში; რადეს არყი - კავკასიონის ჩრდილოეთი კალთების ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ნაწილში. ლიტვინოვის არყი ყველაზე გავრცელებული სახეობაა, დიდი რაოდენობითაა კავკასიონისა და სამხრეთ მთიანეთის კალთებზე, ხოლო მეჭვიკიანი არყი კავკასიაში ყველაგან გვხვდება.

არყი სინათლის მოყვარული და ტენის მომთხოვნია. ზოგი სახეობა შედარებით მშრალ პირობებს ეგუება, სიცივისა და ყინვის ამტანია. ცოცხლობს 150 წელზე მეტს. ქმნის წმინდა კორომებს ან შერეულია სხვა მერქნიან მცენარეებთან. არყის მერქანს იყენებენ საფანერო და საავეჯო წარმოებაში.

არყის ხის მერქნის ბოჭკოები შეესებულია თეთრი ფისისმაგვარი ნივთიერებით - ბეტულინით, რომელიც ქერქს აძლევს თეთრ ფერს.

მშენებლობაში არყის ხე გამოიყენება ხარაჩოების, ქარგილების, ყალიბების მოსაწყობად, თუმცა ამჟამად მიმდინარეობს სამეცნიერო სამუშაოები მისი კონსერვაციისათვის, რაც საშუალებას მოგვცემს, ეს ჯიში სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოვიყენოთ.

მეტად ლამაზი ტექსტურა აქვს კარელიის არყის ხეს, რომელსაც იყენებენ მხატვრული ნაკეთობების დასამზადებლად.

კაკალი, ნიგვზის ხე (*Juglans regia*) კაკლისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივანი ხეა. სიმაღლე 20-30 მ, ტანის დიამეტრი 1,5 მ-მდეა. ბუნებრივად გავრცელებულია მცირე აზიაში, ბალკანეთში, ირანში, ჩინეთში, კავკასიასა და შუა აზიაში.. ამიერკავკასიაში ველურად იზრდება თითქმის ყველგან, ქმნის მცირე კორომებს, მეტწილად კი ერთეული ხეებია. მდინარისპირა ვაკეთა ტყეებში შერეულია მუხასთან, თელასა და რცხილასთან.

საქართველოში ველური კაკლის ყველაზე დიდი კორომა მდინარე ალაზნის ნაპირებზე - პანკისის ხეობაში (10 ჰა) და ჯუმას ყურეში (ალაზნის ჭალაში, 40 ჰა). კაკალი სინათლისა და სითბოს მოყვარულია, მაღალ მთებში სცივე აზიანებს. უძლებს 22°C-მდე ყინვას. საკმაოდ გვალვაგამძლეა, კარგად ხარობს ნოყიერ ნიადაგზე, თიხნარ-კირნარზე. აქვს მძლავრი ფესვთა სისტემა.

კაკალი მაგარი, არადრეკადი ხისტი მასალაა, რომლის სიმკვრივეა 450-750 კგ/მ³. მედეგია ტენის მიმართ, ადვილად მუშავდება, კარგად პრიალდება და იღებება. მერქნის ფერი განიკვეთში და სიგრძეზე განსხვავებულია, რაც იძლევა ტექსტურის განუმეორებელ სახეს. მერქანი შესანიშნავი ძვირფასი მასალაა, რომელიც წარმატებით გამოიყენება შენობების ინტერიერების გასაწყობად და ხარისხიანი ნივთების დასამზადებლად, კერძოდ, კაკლისაგან ამზადებენ: სანადირო თოფის ხის ნაწილებს, პარკეტს, ავტომანქანების სალონის გასალამაზებელ დეტალებს, ძვირფას ავეჯს.

გავრცელებულია მოსაზრება, თითქოს საუკეთესო კაკლის მერქანი მისი ფესვებიდან მზადდება. არსებობს სწრაფად და ნელა მზარდი კაკლის ჯიშები, მაგალითად, თოფის კონდახისათვის საუკეთესოა თურქული კაკალი და ა.შ. სინამდვილე კი ასეთია: არ არსებობს თურქული, ქართული, რუსული, ფრანგული და ა.შ. კაკალი, არსებობს ბერძნული კაკალი, რომელიც იზრდება სხვადასხვა ქვეყანაში. ძირითადად გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს სამხრეთ განედებში. ბარში კაკალი სწრაფად იზრდება, მაგრამ მისგან ამოღებული მასალა დაბალი ხარისხისაა, რადგან აქვს უამრავი ფორები, არ აქვს ისეთი ლამაზი ნახატი, რაც ადამიანის თვალს გაახარებს. ფერიც მორუხოა და მის ზედაპირზე ფრჩხილითაც კი შეიძლება ნაკაწრის გაკეთება. რაც შეეხება მთის კაკალს, ის სულ სხვაა - ასეთი კაკალი ძალზედ რთულ პირობებში იზრდება, წლიური ნამატი ზომაში მცირეა. მას ნიადაგში ფესვები ღრმად აქვს გადგმული, საიდანაც ხე იღებს სხვადასხვა სახის მინერალურ მარილებს, რაც მას ლამაზ მდიდარ ტექსტურას ანიჭებს. მერქანი ძალზე მყარია და ნაკლებად განიცდის აშრეებას. სწორედ ამიტომ ითვლება ასეთი მასალა იდეალურად.

მსოფლიოში ყველაზე დიდი მოთხოვნა იტალიურ, გერმანულ, კავკასიურ და ფრანგულ კაკლის მერქანზე.

შენებლობაში კაკლის მერქანი გამოიყენება მოსაპირკეთებელი მასალის, პარკეტის, კარ-ფანჯრების, შიდა კიბეების დასამზადებლად.

ბოლო მონაცემებით კაკლის მერქნის დამამზადებელი (ათას ტონობით) ქვეყნების ჩამონათვალი ასეთია: ჩინეთი - 980, აშშ - 380, თურქეთი - 180, ირანი - 140, უკრაინა - 85, მექსიკა - 70, საფრანგეთი - 41, რუმინეთი - 40, ინდოეთი - 36, ეგვიპტე - 27.

ტირიფი (*Salix*) მიეკუთვნება ტირიფისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივან მცენარეთა გვარს (ნახ. 1.11). გვარი მოიცავს 600-მდე სახეობას, რომლებიც გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს ზომიერი და ცივი ჰავის სარტყლებში.

საქართველოში ბუნებრივად გავრცელებულია 17 სახეობა. უმეტესობა მთის შუა, სუბალპურ და ალპურ სარტყლებში იზრდება. ეტანება მთის ჩრდილოეთ ფერდობებსა და

ნოყიერ ტენიან ნიადაგს. დაბლობში კი, მდინარეთა ნაპირების გასწვრივ და ჰალის ტყეებში ხარობს. მეტწილად გავრცელებულია წნორი ანუ თეთრი ტირიფი. მის ყვითელულორტებთან ფორმებს - „მანეულსა“ და „ყვითელ ტირიფს“ - საგანგებოდ აშენებენ და საკალათე წნელად და ჰიგოდ იყენებენ. ნამდვილი საკალათე ტირიფი - *მანეული* ჩვენში ბუნებრივად იზრდება მხოლოდ ბაკურიანისა და ციხიჯგრის მიდამოებში. ტირიფი ძირითადად დეკორატიული ხეა. მშენებლობაში არ გამოიყენება.



ნახ. 1.11. ტირიფი.



ნახ. 1.12. ალის ხე.

ალის ხე (*Populus italic*, *Populus pyramidalis*) ტირიფისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივანი მცენარეა (ნახ. 1.12). სიმაღლეში იზრდება 40 მ-მდე, აქვს ვიწრო პირამიდული ქერქი. ყინვაგამძლე და სწრაფმზარდია. ღია დრეკადი ვარჯი ქარს ადვილად ატარებს და ირწყევა. ალის ხის საშობლო ავლანეთი და შუა აზია. კულტივირებულია კავკასიაში. კარგი სახეივნო ჯიშია. შესანიშნავია ქარსაცავი ზოლების გასაშენებლად. 15-20 წლისა უკვე საშენ მასალას იძლევა. მის მსუბუქ, გამძლე მერქანს ქალაქის წარმოებაში იყენებენ.

წითელი ხე - მელიისებრთა ოჯახის მარადმწვანე მცენარე (ნახ. 1.13). მისი საშობლოა კუბა, ჰაიტი, ბაჰამის კუნძულები და სამხრეთი ფლორიდა. სიმაღლე 60 მ-მდეა, სისხო 60 სმ-მდე. მის ლამაზ მერქანს, რომელიც ადვილად ირანდება და პრიალდება, იყენებენ საავეჯო წარმოებაში, ფოტოაპარატების კამერების, გამოსათეული სახაზავების წარმოებაში. ბრწყინვალე მასალაა ძვირფასი ავტომანქანების სალონების მოსაწყობად, არეთვე გემთმშენებლობასა და თვითმფრინავმშენებლობაში.

წითელი ხის მერქანი წითელი ან ყავისფერია, გამოირჩევა მაღალი სიმტკიცით, სიმკვრივით, საოცრად ლამაზი ტექსტურით.

წითელ ხეს მიეკუთვნება შემდეგი სახის მცენარეები:

- მაჰაგონის ხე (*Swietenia mahagoni*), ანუ დასავლეთ ინდოეთის მაჰაგონი;
- ამერიკული მაჰაგონი (*Swietenia macrophylla*);
- წითელი სანდალის ხე (*Pterocarpus santalinus*);
- მალაიზიის „პადუკი“ (*Pterocarpus indikus*);

- კენკროვანი ურთხელი (*Taxus baccata*);
- მახვილწვეროვანი ურთხელი (*Taxus cuspidate*);
- დაურიის ჟოსტერი (*Rhamnus davurika*);
- შავი (ევროპული) თხმელა (*Alnus glutinosa*);
- მონოტიპური გვარის სეკვოია (*Sequoia*).



ნახ. 1.13. წითელი ხე.

ბამბუკი (Bambusoideae) - ხისებრი მარცვლოვნების სახელწოდება. არსებობს მისი 1200-მდე სახეობა. ძირითადად განასხვავებენ ორ ტიპს: ღეროვანსა და ბალახისმაგვარს (Olyreae).

ღეროვანი ბამბუკის სიმაღლე შეიძლება იყოს 38 მ, რომლის ღეროს დიამეტრი 25 სმ-ია. ბამბუკი გავრცელებულია დედამიწის ორივე ნახევარსფეროში, თუმცა მისი სამშობლო უცნობია. ძალზე განვითარებული ფესვთა სისტემა აქვს, რაც სწრაფად გამრავლების საშუალებას აძლევს. ყვეაილობს 25 წელიწადში ერთხელ. სწრაფად იზრდება. მაგალითად, დაფიქსირებულია იაპონური მადაკეს ზრდა დღე-ღამეში 120 სმ-ით.

ღეროვანი ბამბუკი პრაქტიკულად ხუთივე კონტინენტზე გვხვდება, ხოლო ბალახისმაგვარი - მხოლოდ ტროპიკებში. ევროპაში ბამბუკი შეიტანეს ჩინეთიდან და იაპონიიდან, ძირითადად დეკორატიული დანიშნულებით. ამჟამად მისი იმპორტი წარმოებს აზიისა და სამხრეთ ამერიკის ქვეყნებიდან. ბამბუკის, როგორც სასოფლო-სამეურნეო მცენარის კულტივაცია, მხოლოდ იტალიაში ხდება.

ბამბუკს იაპონელები საკვებადაც იყენებენ, ხოლო, რადგანაც მისი ფესვები ბლომად შეიცავს სილიციუმმზავას (H_2SiO_3), რომელიც აუცილებელია თმის, კანისა და ძვლებისათვის, მას ფართოდ მოიხმარენ ტრადიციულ აღმოსავლურ მედიცინაში.

მშენებლობაში ბამბუკის ღეროებს ყველაზე მეტად იყენებენ ტალიანდსა და ჩინეთში სახლების, მცირემალიანი ხიდების, გადახურვის გისოსიანი კონსტრუქციების დასაშენებლად.

მე-19 საუკუნის 70-იან წლებში საქართველოში გავრცელდა ჩინური მადაკე, იაპონური მადაკე, მოსო და სხვ., სულ 20 სახეობა, უმთავრესად შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში.

ზოგადად, ბამბუკისაგან უამრავ საყოფაცხოვრებო და სამომხმარებლო ნივთს ამზადებენ. ასეთებია: ავეჯი, სათხილამურო ოჯახები, ქუდები, კალათები, ფარდები, საჭმელი ჩხირები, ქვაბები, ფლიაგები, კონტინერები, სათევზაო ოჯახები, ხელჯოხები,

სალამურები, ფლეიტები, ბანსურები, პნევმატიკური თოფები, ისრის ბუნიკები, სამურაის მშვილდ-ისრები, შუბები, კიბეები, წყალსადენის მილები. ჩინეთში და იამაიკაზე ბამბუკი ძირითადი მასალა ქაღალდის წარმოებაში.

ბამბუკი, როგორც მარადმწვანე დეკორატიული მცენარე, ფართოდ გამოიყენება ძვირფასი სასახლეებისა და რეზიდენციების ეზოების კეთილმოწყობაში.

წაბლი (*Castanea*) წიფლისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივანი მცენარეა. არსებობს მისი ოთხი სახეობა: ევროპული, ჩინური, იაპონური და ამერიკული. გავრცელებულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროს სუბტროპიკულ და ზომიერ სარტყლებში. საქართველოში ძირითადად ხარობს კოლხეთში. ქმნის წაბლნარებსა და შერეულ ფართოფოთლოვან ტყეებს ზღვის დონიდან 1000 მ-მდე. კულტივირებულია სამხრეთ ევროპის ქვეყნებსა და აშშ-ში.

წაბლის მერქანი მაგარი და გამძლეა. მისგან მზადდება ძვირფასი ავეჯი.

მშენებლობაში გამოიყენება კარ-ფანჯრების, იატაკების დასამზადებლად. შესანიშნავი ტექსტურის გამო გამოჩეული მასალა შენობის შიგა ინტერიერის მოსაწყობად.

უსისტემო ექსპლუატაციის გამო მისი გავრცელების არეალი მკვეთრად შემცირდა. ამიტომ შეტანილია „საქართველოს წითელ წიგნში“.

ლაფანი, ლაფნის ხე (*Pterocarya*) მიკვუთენება კაკლისებრთა ოჯახის ზაფხულმწვანე მერქნიან მცენარეთა გვარს. სიმაღლე იზრდება 35 მ-მდე. არსებობს მისი 11-მდე სახეობა. გავრცელებულია ევრაზიის სუბტროპიკულ და ზომიერად თბილ ქვეყნებში. უმრავლესობა თავმოყრილია აღმოსავლეთ აზიაში. იზრდება მთის ხეობებში და ზოგან ზღვის დონიდან 3500 მ სიმაღლემდე გვხვდება.

საქართველოში ბუნებრივად ხარობს მხოლოდ ერთი სახეობა - კავკასიური ლაფანი. ჩვეულებრივ, შერეულია ფოთლოვან ტყეში მურყანთან, თელადუმასთან, წიფელთან, რცხილასთან, იფანთან და სხვ. ლაფანის წმინდა კორომები - ლაფნიანები იშვიათია.

სწრაფმზარდაი, ცოცხლობს 250 წლამდე. რგავენ ხეივნებად, ეულად, ტენიან ადგილებში ტყის გასაშენებლად, მდინარისა და წყალსატევების ნაპირების გასამაგრებლად. მისი თეთრი რბილი მერქნისაგან ამზადებენ საყოფაცხოვრებო ნივთებს.

ლაფანი მშენებლობაში პრაქტიკულად არ გამოიყენება.

ბზა (*Buxus*) - მარადმწვანე დაბალი ხეები ან ბუჩქებია. 70-მდე სახეობა გავრცელებულია ტროპიკულ და სუბტროპიკულ, ნაწილობრივ ზომიერი ჰავის ზონაში ფილიპინების, კალიმანტანის, მცირე ზონდის, მადაგასკარისა და სოკოტრას კუნძულებზე, აფრიკაში, ჩრდილოეთ და ცენტრალურ ამერიკაში, დასავლეთ ინდოეთში, სამხრეთ ევროპასა და მცირე აზიაში. კავკასიაში ბუნებრივად გვხვდება ორი სახეობა - კოლხური და ჰირკანული ბზა. საქართველოში მოშენებულია ოთხი უცხოური სახეობა: ჩვეულებრივი, წვრილფოთოლა, იაპონური და ბალეარული.

ბზა ცოცხლობს 500-600 წელს, იზრდება ნელა. მისი მაგარი და მძიმე მერქანი გარეგნულად სპილოს ძვალს წააგავს. კარგად პრიალებს. ტოტებისა და ფოთლებისაგან ამზადებენ ყავისფერ საღებავს, ქერქი გამოიყენება მედიცინაში.

მშენებლობაში ბზის მერქანი შეიძლება გამოვიყენოთ ხის მზიდ კონსტრუქციებში სადებების, ქვესადებების, ზედების, შუადების, წირწკიმალების, სოგმანების სახით.

ძელკვა (*Zelkova*) თელისებრთა ოჯახის ფოთოლმცვივანი მცენარეა (ნახ. 1.14). სიმაღლეში იზრდება 40 მ-მდე, დიამეტრი კი 3 მ-ს აღწევს. ამ გვარის ლათინური სახელწოდება ქართული სიტყვების - ძელისა და ქვის შერთებით არის შედგენილი, რაც

მისი მერქნის სიმაგრესა და გამძლეობას გამოხატავს. იზრდება ხეობებში, მდინარეების პირას ფართოფოთლოვან ტყეებში. ცნობილია მისი 6 სახეობა: რცხილაფოთოლა,



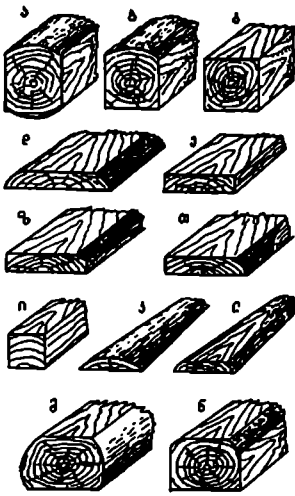
ნახ. 1.14. ძელქვა.

რომელიც იმერეთში, აღმოსავლეთ კახეთში და სამხრეთ ყარაბაღში იზრდება, დანარჩენი 5 კი - კრეტაზე, ჩინეთში, იაპონიასა და კორეაში გვხვდება. ძელქვა 500-600 წელს ცოცხლობს, აქვს უძვირფასესი მერქანი, მაგრამ სიმციროს გამო მრეწველობაში თითქმის არ გამოიყენება.

1.3. ხის მასალის სორტამენტი

ხის დამამუშავებელი საწარმოთა გამოშვებული პროდუქციის ნომენკლატურას, სადაც თავმოყრილია ყველა საჭირო გეომეტრიული მახასიათებელი ხის ნაწარმზე, სორტამენტი ეწოდება. სამშენებლო საქმეში, ძირითადად გამოიყენება მრგვალი და დახერხილი ხის მასალა.

მრგვალი ხის მასალა (მორი) ეწოდება სუფთად ჩამოხერხილი ბოლოებითა და ქერქისა და როკებისგან გაწმენდილ ტანის ნაწილს, რომელსაც დამატებითი დამუშავების გარეშე იყენებენ ანძების, კოშკების, წამწეების, ხარაჩოების, ქარგილების, ხიდების მოსაწყობად, აგრეთვე ხიმიჯებად სამირკვლების ქვეშ. მორს წაკვეთილი კონუსის ფორმა აქვს და ახასიათებს წოწება (დიამეტრის ცვალებადობა სიგრძეში), რომელიც ყოველ გრძივ მეტრზე 1 სმ-ია. ჩვეულებრივ დიამეტრი, აიღება წვრილი ბოლოს ზომის მიხედვით. მრგვალი ხის მასალა დიამეტრის შესაბამისად მზადდება კუნძების (40-60 სმ), მორების (16-39 სმ), ლატანმორების (8-15 სმ) და ლატანების (2-7 სმ) სახით. მორის დიამეტრი მისი სიგრძის შუაში შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით $d_{\text{შა}} = d + 0,4l$, სადაც d - წვრილი ბოლოს დიამეტრი, l - მორის სიგრძე. მორების სტანდარტული სიგრძეებია: 4; 4,5; 5; 5,5; 6 და 6,5 მ.



ნახ. 1.15. დახერხილი ხის მასალის სახეები:
 ა - ორნაწიბურიანი ძელი; ბ - სამნაწიბურიანი ძელი; გ - ოთხნაწიბურიანი ძელი; დ - ნაშურიანი ფიცარი; ე - სუფთა ფიცარი; ზ - სუფთა ფიცარი ბლაგვი ნაშურით; თ - სუფთა ფიცარი მახვილი ნაშურით; ი - ძელაკი; კ - ნაგვერდული; ლ - ფიცრული ნაგვერდული; მ - ნაშურიანი შპალი (წოლანა); ნ - სუფთა შპალი.

დახერხილი ხის მასალა მიიღება მორების გრძივად დახერხვით (ნახ. 1.15).

ფიცარი ეწოდება ისეთ დახერხილ მასალას, რომლის სიგანე ორჯერ და უფრო მეტად ქარბობს მის სისქეს (ნახ. 1.15, დ, ე, ზ, თ). ფიცრის სისქე იცვლება 1,1-10 სმ-მდე, ხოლო სიგანე - 6-25 სმ-მდე. მაქსიმალური სიგრძეა 6,5 მ, გრადაციით - 0,25 მ. არსებობს თხელი ფიცარი სისქით $h \leq 3,5$ სმ და სქელი ფიცარი $h \geq 3,5$ სმ. თუ ფიცარს ოთხივე გვერდი სუფთად აქვს ჩამორანდული, მას სუფთა ფიცარი ეწოდება (ნახ. 1.15, ე); თუ ორი დიდი გვერდი გარანდული აქვს, მაშინ მას ნაშურიან ფიცარს უწოდებენ (ნახ. 1.15, დ).

ძელი ეწოდება ისეთ მასალას, რომლის განიკვეთის სისქე და სიგანე მეტია 10 სმ-ზე. ის შეიძლება იყოს ორ-, სამ- და ოთხნაწიბურიანი (ნახ. 1.15, ა, ბ, გ). განიკვეთის მაქსიმალური ზომაა 27,5 სმ. პრაქტიკულად ძელი, რომლის განიკვეთის ზომა მეტია 15 სმ-ზე, დეფიციტურია, ამიტომ მათი გამოყენება შეზღუდულია.

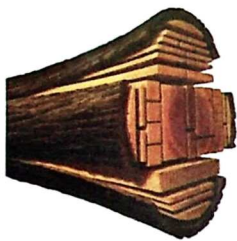
ძელაკი ისეთი მასალაა, რომელსაც ჩამორანდული აქვს ოთხივე მხარე და მისი განიკვეთის სიგანე ნაკლებია ორმაგ სისქეზე (ნახ. 1.15, ი). განიკვეთის გვერდის მაქსიმალური ზომაა 10 სმ.

ზოგადად, დახერხილ მასალეებში, გრძივ განიერ მხარეს ეწოდება ფენა, ვიწრო მხარეს - ნაწიბური, ხოლო მათი გადაკვეთის ხაზს - წიბო.

გარდა დახერხილი და მრგვალი ხის მასალისა, მშენებლობაში გამოიყენება შუალედური ფორმის მასალა, მაგალითად, ნახევარმორი (ფინი), რომელიც მიიღება მორის გრძივი გახერხვით; წოლანა - ორმხრივ ჩამორანდული მორი, რომელიც მიიღება მორისაგან სიგრძეზე ორი სეგმენტის ჩამოხერხვით (ნახ. 1.15, მ); ნაგვერდული (ნახ. 1.15, კ, ლ), რომელიც განიკვეთში არასრული ნახევარმორია.

ხის ტანის ნაწილს, რომლის დიამეტრია 8-13 სმ და სიგრძე 3-9 მ, ეწოდება ლატანმორი, ხოლო იმავე სიგრძის, მაგრამ უფრო მცირე დიამეტრისას (3-7 სმ) - ლატანი. 20 სმ-ზე მეტი დიამეტრის მორის გადანაჭერს ეწოდება კუნძი. ის ისეთი სორტიმენტია (სორტიმენტი - განსაზღვრული დანიშნულების ხის მასალა), რომელიც გამოიყენება სპეციალური დანიშნულების ხის პროდუქციის მისაღებად (საავიციო დახერხილი მასალა,

დაჭურჩნილი და ანათალი შპონი, შპალი და სხვ.). კუნძების გადანაჭრებს, რომლებიც შეესაბამებინ ხის დამამუშავებელი მოწყობილობების მუშა ზომებს, კოტრები ეწოდება.



ნახ. 1.16. მორის დანაწევრება ფიცრებად, ძელებად და ძელაკებად.

მერქნის დამუშავების სიზუსტის, სისუფთავის და მანკების რაოდენობის მიხედვით დადგენილია ხის მასალის ხარისხები - I, II, III და IV. აქედან მშენებლობაში ძირითადად გამოიყენება II და III ხარისხის მასალა. I ხარისხის მასალას იყენებენ მანქანათმშენებლობაში, გემთმშენებლობაში, ვაგონმშენებლობაში და სხვ., ხოლო IV ხარისხისას - ხის ტარის დასამზადებლად.

წიწვოვანი და ფოთლოვანი ჯიშის ხის მერქნისაგან ამზადებენ ნაკეთობებისა და ნახევარფაბრიკატების ფართო ასორტიმენტს. ასეთებია: გარანდული გრძივი ნაკეთობები (ნარანდიანი ფიცრები, პლინთუსები, ჰალტელები, თამასები,

კიბის საფეხურები, ფანჯრის რაფები), პროფილები (ძელაკები კედლებისა და ქერის მოპირკეთებისათვის, ნარიმანდიანი ფიცრები, ფიცრები ვაგონების შემოსვისათვის) და სხვ. ამ ნაკეთობების ზომის ერთეულია მეტრი.

საექსპორტო დანიშნულებით წიწვოვანი ჯიშის მერქნისაგან მზადდება შემდეგი დასახელების მასალა: ფიცრები - სიგრძით 2,7 მ-ზე მეტი და გრადაციით 0,3 მ; მოკლე დილენები - სიგრძით 0,45-1,35 მ, გრადაციით 0,15 მ; გრძელი დილენები - სიგრძით 1,5-2,4 მ და გრადაციით 0,3 მ; ბაგეტები - მოკლეები, სიგრძით 1,5-2,4 მ და გრძელები, სიგრძით 2,7 მ-ზე მეტი, გრადაციით 0,3 მ. ფიცრებისა და დილენების სისქეა 16-100 მმ, სიგანე 100-300 მმ, ხოლო ბაგეტებისა - შესაბამისად 16-75 მმ და 38-75 მმ. ნორმალე - ფართე ფიცრები (179-300 მმ); სოტომიზურა - ვიწრო ფიცრები (100-160 მმ); კორტამე - მოკლე ფიცრები სიგრძით 1,0-3,75 მ; მორალი - კვადრატული განივკვეთის ძელაკები; მადრიერი - სქელი ფიცრები, რომელთა განივკვეთის ზომები მოცემულია სტანდარტებში.

სამშენებლო საქმეში გამოყენებული დეტალების დასამზადებლად აწარმოებენ საერთო და სპეციალური დანიშნულების ნამზადებს.

დამუშავების მიხედვით ნამზადი შეიძლება იყოს დახერხილი და დაკალიბრებული. დახერხილი ისეთი ნამზადია, რომელიც მიიღება ძელის დახერხვის შედეგად, ხოლო დაკალიბრებული - უკვე დახერხილი ფიცრის გარანდვის შედეგად მისთვის ზუსტი ზომების მისაღებად სისქესა და სიგანეში. გარდა აღნიშნულისა, მზადდება აგრეთვე დაწებებული ნამზადიც, რომელიც მიიღება უფრო მცირე ზომის რამდენიმე ნამზადის დაწებებით. წიწვოვანი მერქნის ნამზადის მაქსიმალური სისქეა 100 მმ, სიგანე - 200 მმ, სორტამენტი კი ისეთივეა, როგორც დახერხილი ხის მასალისა. ფოთლოვანი ჯიშის მერქნის ნამზადის მაქსიმალური სისქეა 75 მმ, სიგანე - 150 მმ. წიწვოვანი ჯიშისათვის სორტამენტით არსებობს განივკვეთის 138 ნაირსახეობა, ხოლო ფოთლოვანი ჯიშის მერქნისათვის - 238. 0,3-1,0 მ სიგრძის ნამზადს აქვს 50 მმ გრადაცია, ხოლო 1 მ-ის ზევით - 100 მმ.

სპეციალური დანიშნულების ნამზადებს მიეკუთვნება: ნამზადი საავიაციო - წიწვოვანი ჯიშისა და ფოთლოვანი ჯიშის; ნამზადი სათხილამურე, რეზონანსული (მუსიკალური ინსტრუმენტებისათვის), სანიჩბე, საცხენოსნო (ოთხთვალას ბორბლის ხის

დეტალეზისათვის), ძელაკები საფეიქრო მაქოსათვის, მასრასა და კოქასათვის, ფეხსაცმლის ქუსლეზისათვის და ხუნდების სექტორები.

საექსპორტო მასალის ნომინალური (ე.წ. „სატრანსპორტო“) ტენიანობა არის 22 %. ამიტომ გაგზავნამდე ის ექვემდებარება ატმოსფერულ ან კამერულ შრობას. ზაფხულობით ატმოსფერული შრობის წინ აუცილებელია მასალის ანტისექტირება.

დახერხილ დეტალებს მიეკუთვნება შპალები, რკინიგზის გადამყვანი ძელები, თოვლსაქერი ფარების თამასები და სხვ. ქვემოთ განვიხილოთ შპალები, როგორც ყველაზე უფრო გავრცელებული დახერხილი დეტალები. აღსანიშნავია, რომ ყოველწლიურად მისი დამზადება რუსეთში 4-5 მლნ მ³ აღწევს.

შპალები ორგვარია: ფართოლიანდაგიანი და ვიწროლიანდაგიანი რკინიგზისათვის. ფართოლიანდაგიანი რკინიგზის შპალი სამი ტიპისაა: I - მთავარი გზებისათვის, II - სასადგურე და მისასვლელი გზებისათვის და III - სამრეწველო ობიექტების ნაკლებად დატვირთული მისასვლელი გზებისათვის. შპალი შეიძლება იყოს ნაშურიანი (ნახ. 1.15, მ), ჩამოხერხილი მხოლოდ ორ ურთიერთსაწინააღმდეგო მხარეზე და სუფთა, ჩამოხერხილი ოთხივე მხარეზე (ნახ. 1.15, ნ). I ტიპის შპალის სისქეა 180 მმ, ზედა ფენის სიგანე - 165 მმ, ქვედასი - 250 მმ. II ტიპის შპალის სისქეა 160 მმ, ზედა ფენის სიგანე სისქის ტოლია, ე.ი. ისიც 160 მმ-ია, ხოლო ქვედა ფენის სიგანეა 230 მმ. III ტიპის შპალის სისქე და ზედა ფენის სიგანე შეადგენს 150 მმ - ს, ქვედა ფენისა კი - 230 მმ-ს.

ლიანდაგებს შორის არსებულ ზომის (1524 მმ) შესაბამისად შპალის სიგრძე აიღება 2750 მმ, თუმცა მძიმე პირობებში მომუშავე უზნებისათვის შესაძლებელია ქარხანას შევუკვეთოთ, 2800 მმ სიგრძის შპალი; ხოლო იმ უზნებისათვის, სადაც ფართო და ვიწროლიანდაგიანი რკინიგზებია შეთავსებული - 3000 მმ. გადანრა ზომებში დასაშვებია: სისქეში 5 მმ, სიგრძეში 20 მმ. ტენიანობა არ უნდა იყოს 22%-ზე მეტი. შპალის დასამზადებლად, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოიყენება კუნძები. შპალები ვიწროლიანდაგიანი რკინიგზისათვის ზუსტად ისეთივეა, როგორც ფართოლიანდაგიანისათვის, განსხვავება მხოლოდ ზომებშია.

მე-20 საუკუნის ბოლოს პოსტსაბჭოთა სივრცის ქვეყნებში აქტიურად დაიწყო რკინაბეტონის შპალების გამოყენება, რამაც უარყოფითი შედეგი მოიტანა. რკინაბეტონის შპალი უფრო ძვირია, ვიდრე ხისა, მისი მუშაობის ვადა კი გაცილებით ნაკლები აღმოჩნდა, რადგანაც დინამიკური დატვირთვების შედეგად ხდებოდა ბზარების გაჩენა და კონსტრუქციის დაშლა. გარდა აღნიშნულისა, რკინაბეტონის შპალები გარკვეულ დისკომფორტს უქმნიდა მატარებელში მსხდომ მგზავრებს ძლიერი ვიბრაციის გამო. პეტროლატუმში გაუღწეილი ხის შპალების მუშაობის ხანგრძლივობა სულ ცოტა 50 წელია, კარგად იტანს დინამიკურ დატვირთვებს, აქრობს ვიბრაციას და ამიტომ შეუცვლელი მასალაა რკინიგზის მშენებლობაში.

აშშ-ის სტანდარტების მიხედვით წიწვოვანი და ფოთლოვანი ჯიშის დახერხილი მასალის სიგრძეებია 1,22 მ, 1,52 მ და ა.შ. 4,88 მ-მდე 0,305 მ ინტერვალით. განივკვეთის ზომები იცვლება 6,35 მმ - დან 101,5 მმ - მდე .

ფოთლოვანი ჯიშის დახერხილი ხის მასალა იყოფა სორტებად: I; II; შერჩეული; ჩვეულებრივი: №1, №2, №3ა და №3ბ. აქედან ყველაზე უკეთესია I სორტის მასალა, რომლის ზედაპირის 92% აბსოლუტურად სუფთაა (ყოველგვარი მანკებისა და როკების გარეშე). მეორე სორტისათვის ეს მაჩვენებელი 83,3%-ია და ა.შ. რაც შეეხება წიწვოვანი ჯიშის დახერხილ ხის მასალას, ისიყოფა სამ ძირითად ჯგუფად: ჩვეულებრივი,

კონსტრუქციული („ტიმბერისი“) და სანაკეთო. საერთო დანიშნულების ჩვეულებრივ დახერხილ მასალას მიეკუთვნება მოსაპირკეთებელი, ჩვეულებრივი ფიცრები, ჩვეულებრივი დიშენზიონები; კონსტრუქციულ დახერხილ მასალას - კოჭები და თამასები ბიძსები და სტრინგერები, სვეტები და ტიმბერსები; სანაკეთოს მიეკუთვნება მასალა ქარხნული სადღურგლო დეტალებისათვის და საერთო დანიშნულებისა.

აშშ-ში მიღებული წესების თანახმად, ჩვეულებრივი საშენებლო დახერხილი ხის მასალა იყოფა შემდეგ სორტებად: მოსაპირკეთებელი - a, b, c და d სორტები; ჩვეულებრივი - №1, №2, №3, №4 და №5 სორტები; ჩვეულებრივი საშუალო განიკვეთების („დიშენზიონი“) - №1, №2 და №3 სორტები. a და b სორტის მასალა გამოიყენება მხოლოდ პირველი კლასის ნაგებობებში იატაკის ან მოსაპირკეთებელი საშუალებისათვის გამკვირვალე ლაქის ქვეშ. c და d სორტს კი იყენებენ მოსაპირკეთებლად ჩვეულებრივი საღებავის ქვეშ. №1 და №2 სორტის მასალა გამოიყენება ნარჩენების გარეშე, ხოლო №3, №4 და №5 სორტის მასალებისათვის დასაშვებია განსაზღვრული რაოდენობის ნარჩენი.

დიშენზიონები ისეთი სორტიმენტებია, რომლებიც ძირითადად იხმარება კოჭების, ნიენივებისა და სვეტების დასაშადებლად. ისინი აუცილებლად უნდა აკმაყოფილებდნენ სიმტკიცის, სიხისტის და ზომების სტანდარტულობის მოთხოვნებს. აშადებენ ფიკვის, სოჭის და ნაძვის ჯიშის მერქნისაგან, სიგრძით 1,22-5,49 მ.

გერმანიის სტანდარტებში (DIN 4074) მოცემულია მრგვალი ხის მასალის ხარისხობრივი მაჩვენებლები. რაც შეეხება წიწვოვანი ჯიშის დახერხილ ხის მასალას, მისი სორტამენტი და დახერხვის კლასები მოცემულია DIN 4071, DIN 7073, DIN 4074, DIN 68365 სტანდარტებში, რომელთა მიხედვით დახერხილ ხის მასალას მიეკუთვნება თხელი ფიცრები სისქით 8-40 მმ, სქელი ფიცრები სისქით 40 მმ-ზე მეტი; ძელაკები განიკვეთის ფართობით 32 სმ² - მდე და სიგანით 8 სმ - მდე; ძელაკები კვადრატული ან მართკუთხა განიკვეთით, გვერდების თანაფარდობით 1:3 და გვერდის მინიმალური ზომით 6 სმ; ძელები განიკვეთის გვერდის ზომით არანაკლები 20 სმ. აკრძალულია მასალის მიწოდება შემკვეთისათვის განიკვეთის გვერდის ზომით 30 სმ -ზე ზევით. საერთოდ თავს არიდებენ 26 სმ -ზე მეტი ზომის მასალის დაშადებას.

დახერხილი მასალის სისქე იცვლება 16-75 მმ, სიგანე - 75-300 მმ, ხოლო სიგრძე 1500-6000 მმ-ის ფარგლებში. როგორც წესი, დახერხილი ხის მასალა მიეწოდება მომხმარებელს დაუმუშავებელი სახით.

კოჭების, სვეტების, ჩარჩოების დაწებებული ფიცრებისაგან შედგენილ პაკეტებს, როგორც წესი, აქვს მართკუთხა განიკვეთი. განიკვეთის სიმაღლის ფარდობა მის სიგანესთან იმ ელემენტებში, რომლებიც ღუნვაზე მუშაობენ, იცვლება 3 - დან 8 - მდე, მაგრამ არა უმეტეს 10-ისა. გამონაკლისის სახით დასაშვებია ორტესებრი და კოლოფისმაგვარი განიკვეთები, რომლებიც მართალია ძვირია, მაგრამ იძლევიან მერქნის ეკონომიას.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი სორტამენტისა, როგორც ჩვენთან, ისე საზღვარგარეთ, ყველგან აწარმოებენ მერქნისაგან დაშადებულ მასალებს, როგორცაა: საშენებლო ფანერი, მერქანბურბუმელოვანი ფილები, მერქანბოჭკოვანი ფილები, მერქანბოჭკოვანი პლასტიკები, ფილა OSB და სხვ.

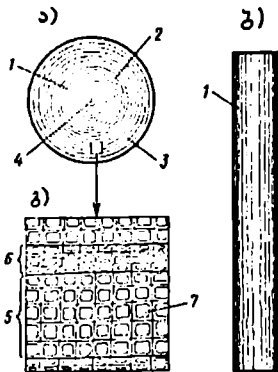
1.4. მერქნის ანატომიური აგებულება

ხის სამშენებლო კონსტრუქციები ძირითადად მზადდება წიწვოვანი ჯიშის მერქნისაგან, ამიტომ შემოვიფარგლოთ ასეთი ჯიშის მერქნის ანატომიური აგებულების შესწავლით, რომელიც ფოთლოვანი ჯიშის მერქნისაგან განსხვავდება სტრუქტურის სიმარტივითა და ერთგვაროვნებით.

ცოცხალი ხე შედგება ფესვების, ტანისა და ვარჯისაგან. ფესვები იწოვენ გრუნტიდან ტენს და უნარჩუნებენ ხეს შვეულ მდგომარეობას. ტანი ხის ძირითადი ნაწილია, რომლის აგებულებაზე და ხარისხზე დამოკიდებულია ხის სრულყოფილობა, როგორც საშენი მასალის. თუ ტანი იზრდება ნორმალურად და ახლოს არის ცილინდრის ფორმასთან, მაშინ ასეთ ტანს უწოდებენ სრულმერქნოვანს.

ვარჯის ტოტები, ნაყოფი და ფოთლები გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულებით.

მერქანი ანიზოტროპიული მასალაა, ანუ თვისებები სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვა აქვს. ხის გადანაჭერი (განიკვეთი) შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: ქერქი, ლაფანი, კამბიუმი, ნაქურთენი, გული, გულგულა (ნახ. 1.17). ამათ გარდა გადანაჭერზე ჩანს გულგულას სხივები, ფისსავალი გზები და წლიური რგოლები.



ნახ. 1.17. წიწვოვანი ჯიშის მერქნის აღნაგობა: ა - ხის ტანის განიკვეთი; ბ - საერთო ხედი; გ - მიკროსტრუქტურა; 1 - მერქნის ბოჭკოები; 2 - გული; 3 - ნაქურთენი; 4 - გულგულა; 5 - ადრეული წლიური ბოჭკოები; 6 - გვიანი წლიური ბოჭკოები; 7 - უჯრედები-ტრაქეიდები. ჩანს გულგულას სხივები, ფისსავალი გზები და წლიური რგოლები.

ქერქი წარმოადგენს ხის ტანის დამცავს, რომელიც შედგება გარე საცობისა და შიგა ლაფანის ფენებისაგან. ის თავისებური სამოსია, რომელიც ხეს იცავს გარემოს ზემოქმედებისაგან, აგრეთვე მონაწილეობს ხის სუნთქვის რეგულიაციაში.

ლაფანი კამბიუმის მოსაზღვრე ფენაა, რომელიც შედგება ცოცხალი უჯრედებისაგან და ვარჯისაგან, რომელსაც საკვები ნივთიერებები გადააქვს ტანსა და ფესვებში. ლაფანში გროვდება აგრეთვე საკვები ნივთიერების მარაგი.

კამბიუმი თხელკედლიანი ცოცხალი უჯრედებია ლაფანსა და ნაქურთენს შორის. ის ხელს უწყობს ხის ზრდას სისქეში. ზაფხულში წარმოშობს მკვრივ (ნაგვიანებ) მერქანს, შემოდგომაზე კი ფხვიერს (ადრეულს). კამბიუმის მოქმედება ზამთარში წყდება.

ნაქურთენი ხის ტანის შედარებით ახალგაზრდა ნაწილია, გამოირჩევა მოქნილობით, ნაკლებად მედეგია ლბობის მიმართ. მონაწილეობს ხის ზრდის ფიზიოლოგიურ პროცესებში. ნაქურთენის სისქე დამოკიდებულია ხის ჯიშზე. მაგალითად, ზოგიერთი

ჯიშის ხეს გული უჩნდება მესამე წელს (ურთხელი, თეთრი აკაცია), ზოგიერთს კი 30-35 წლის შემდეგ (ფიჭვი), ამიტომ ურთხელის ნაქურთენი ვიწროა, ფიჭვისა - განიერი.

გული წარმოიშობა ცოცხალი უჯრედების „მიმინებით“, წყალგამტარი გზების ჩაკეტვით, ფისების, მარილების, საღებავების დაგროვებით, ამიტომ გული უფრო მუქი ფერისაა, ვიდრე ნაქურთენი. გული ყველაზე მკვრივი, მტკიცე და ღირებული მასალაა.

ხის ჯიშები იყოფა გულიან (ფიჭვი, მუხა, ლარიქსი, კოპიტე) და ნაქურთენიან, გულის არმქონე (არყი, ვერხვი, რცხილა, თხმელა, ცაცხვი) ჯიშებად. ხის ის ჯიშები, რომლებსაც განივკვეთის თანაბარი შეფერილობა აქვთ, პერიფერიულ და ცენტრალურ ნაწილში ტენიანობის სხვადასხვაობით, უწოდებენ მწიფე მერქნიან ჯიშებს (წიფელი, ნაძვი, სოჭი).

გულგულა ხის განივკვეთში ყველაზე სუსტი ნაწილია, რომლის დიამეტრია 5 მმ, შედგება ერთმანეთთან ცუდად დაკავშირებული ფხვიერი უჯრედებისაგან.

გულგულას სხივები მიმართულია ქერქისაკენ და ემსახურება ხის ტანის განივი მიმართულებით წყლის, ჰაერისა და ორგანული ნივთიერებების გადატანას. მისი წილი ფოთლოვან ჯიშებში მოცულობის 15%, ხოლო წიწვოვანში 6 %-ია. ზოგიერთი ჯიშის მერქანში (მუხა, წიფელი) კარგად ჩანს შეუიარაღებელი თვალითაც.

მერქანი ხის პროდუქტია, ამიტომ მას მიღოვანი (ფენოვან-ბოჰოკოვანი) აღნაგობა აქვს. მერქნის ძირითად მასა ხის ტანის მიმართულებით განლაგებული ბოჰოკოები, რომლებიც წარმოდგენილი მართკუთხა განივკვეთის სიღრუეებიანი უჯრედებისაგან-ტრაქეიდებისაგან შედგება, კედელი კი ორგანული ნივთიერების-ლიგნინის და ცელულოზისაგან, რომლის სიგანეა 50 მკმ, სიგრძე 3 მმ.

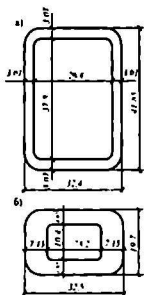
თუ განვიხილავთ ხის ჰორიზონტალურ (ტორსულ) გადანაჭერს (ნახ. 1.17) დავინახავთ გულის ირგვლივ კონცენტრულად განლაგებულ წრიულ რგოლებს. თითოეული ასეთი რგოლი შეესაბამება ხის ტანის სისქეში წლიურ ზრდას და მას წლიურ რგოლებს უწოდებენ. ამ რგოლების სისქე იცვლება წლოვანების, ჯიშის, ზრდის პირობებისა და ტანში ადგილმდებარეობის მიხედვით. ხის გადანაჭერზე წლიური რგოლების რაოდენობა მკაცრად შეესაბამება ხის წლოვანებას.

თითოეულ წლიურ რგოლს აქვს ორი შრე: შინაგანი - უფრო განიერი და ნათელი შრე, გაზაფხულზე წარმოიშობა რბილი, ადრეული მერქნისაგან, როდესაც ხე სწრაფად იზრდება. მის უჯრედებს თხელი კედლები და ფართო სიღრუეები აქვს (ნახ. 1.18, ა); გარეგანი - ვიწრო მუქი შრე, რომელიც მაგარ, ნაგვიანებ მერქანს შეიცავს და ზაფხულში ჩნდება. მის უჯრედებს უფრო სქელი კედლები და ვიწრო სიღრუეები აქვს (ნახ. 1.18, ბ), რის გამოც მერქნის სიმტკიცე დამოკიდებულია მასში ასეთი ნაგვიანები მერქნის ფარდობით შემცველობაზე. მაგალითად, ფიჭვში ის 10-30 %-ის ფარგლებში მერყეობს.

თანამედროვე კვლევებით დადგინდა, რომ ტრაქეიდის უჯრედის კედელი ფენოვანი გარსია (ნახ. 1.19), რომელიც შედგება თხელი პირველადი, სქელი მეორეული, შუა და შიგა ფენებისაგან.

თითოეული ფენა შედგება სპირალურად განლაგებული მიკროფიბრილებისაგან, რომელთა საფუძველი კრისტალური ცელულოზაა. უჯრედის კედლის შედგენლობაში განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ლიგნინი - თუ მერქნის მაღალი სიმტკიცე გაკიმვაზე უზრუნველყოფილია ძირითადად ცელულოზის მიკროფიბრილებით, კუმშვაზე სიმტკიცეს განაპირობებს ლიგნინი.

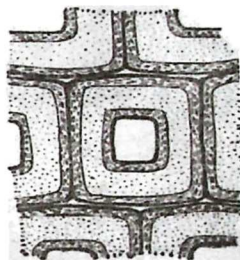
თუ მერქანს შევადარებთ რკინაბეტონს, დავინახავთ, რომ მერქანში არმატურის ფუნქციას ასრულებს ცელულოზა, ხოლო შემკვრელისას - ლიგნინი. იგი განთავსებულია



ნახ. 1.18. ფიქვის მერქნის ადრეული და გვიანი ტრაქეიდების განივი კრილი.

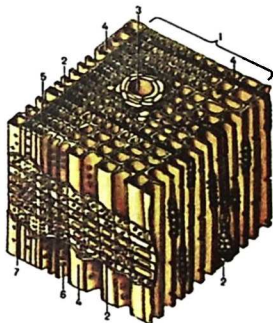
მიკროფიბრილებს შორის და ხელს უწყობს უჯრედის კედლის გადაქცევას მერქანად. პროზენქიმული (წაგრძელებული, ბოკოსმაგვარი) ან პარენქიმული (მოკლე ცილინდრული, მრავალკუთხა და ა.შ.) უჯრედების ერთობლიობა მერქანში ქმნის გამტარ, მექანიკურ და სათადარიგო ქსოვილებს.

წიწვოვან ჯიშებში (ნახ.1.20) გამტარის ფუნქციას ასრულებს მსხვილფენიანი ადრეული ტრაქეიდები მექანიკურს - სქელკედლიანი გვიანი ტრაქეიდები, სათადარიგოს - პარენქიმული უჯრედები, რომლებიც ქმნიან გულგულას სხივებს ან მიჰყვებიან ფისსავალ გზებს,

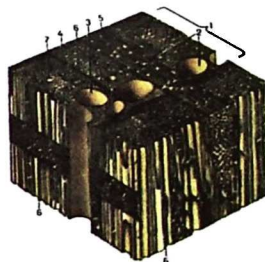


ნახ. 1.19. ტრაქეიდის გარსის აღნაგობის სქემა.

ზოგჯერ კი განლაგდებიან იზოლირებულად. შვეული ფისსავალი გზები დაკავშირებულია ჰორიზონტალურ ფისსავალ გზებთან, რომლებიც გადაიან გულგულას სხივებში.

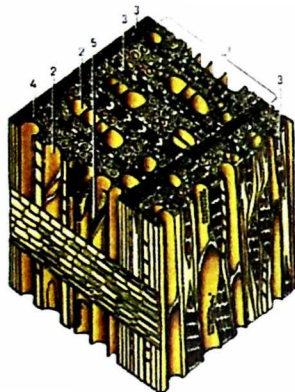


ნახ. 1.20. ფიქვის მერქნის მიკროსკოპიული აგებულების სქემა: 1 - წლიური ფენა; 2 - გულგულას სხივები; 3 - შვეული ფისსავალი გზა; 4 - ადრეული ტრაქეიდები; 5 - გვიანი ტრაქეიდები; 6 - შემომსაზღვრელი ფორები; 7- სხივისებრი ტრაქეიდები.

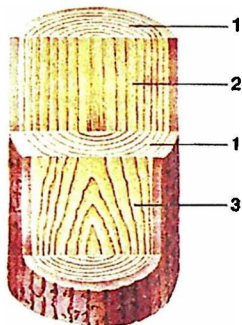


ნახ. 1.21. მუხის მერქნის მიკროსკოპიული აგებულების სქემა: 1 - წლიური ფენა; 2 - ჭურჭლები; 3 - ადრეული მერქნის მსხვილი ჭურჭელი; 4 - გვიანი მერქნის წვრილი ჭურჭელი; 5 - ფართო გულგულას სხივები; 6 - წვრილი გულგულას სხივები; 7 - ლიბრიფორმები.

ფოთლოვან რგოლურჭურჭლებიან (ნახ. 1.21) და გაბნეულჭურჭლებიან (ნახ. 1.22) ჯიშებში გამტარის ფუნქციას ასრულებს ძირითადი ჭურჭლები, მექანიკურს ლიბრიფორმის ბოჭკოები და ბოჭკოვანი ტრაქეიდები, სათადარიგოს - პარენქიმული უჯრედები, რომლებიც ქმნიან ჰორიზონტალურ ერთრიგა და მრავალრიგა გულგულას სხივების სისტემას.



ნახ. 1.22. არყის ხის მერქნის მიკროსკოპული აგებულების სქემა: 1 - წლიური ფენა; 2 - ჭურჭლები; 3 - გულგულას სხივები; 4 - ლიბრიფორმები; 5 - კიბისებრი პერფორაცია.



ნახ. 1.23. სის ტანის ჭრის სიბრტყეები: 1 - განივი; 2 - რადიალური; 3 - ტანგენციალური.

რადგან მერქანი ანიზოტროპიული მასალაა, ამიტომ ხის კონსტრუქციების დაპროექტებისა და გაანგარიშების დროს, დიდი ყურადღება ექცევა ბოჭკოების მიმართულებას. ხის ტანში არჩევენ სამ ძირითად ჭრის სიბრტყეს: 1 - განივს, ანუ ტორსულს, რომელიც გრძივი ბოჭკოების მიმართულების მართობულია; 2 - რადიალურს, რომელიც ხის ტანის პარალელურია და გადის განივკვეთის ცენტრში; 3 - ტანგენციალურს, რომელიც ხის ტანის პარალელურია, მაგრამ გადის განივკვეთის ცენტრიდან რაღაც მანძილზე (ნახ. 1.23).

ხე, ისევე როგორც ქვა, ბუნებრივი მასალაა, რომელიც არის სხვადასხვა გამოსახულების შემნახველი. მეცნიერ-მკვლევართა აზრით, ხემ მისცა დასაბამი დამწერლობის შექმნას. გარდა ამისა, უძველესი დროიდან ხე სიცოცხლესთან ასოცირდება.

1.5. მერქნის ქიმიური მედეგობა

შენობების მნიშვნელოვანი ჯგუფი ემსახურება ისეთ წარმოებებს, რომელშიც ქიმიურად აგრესიული გარემოა. ბუნებრივია, ასეთი სათავსების გადახურვის შიხდ კონსტრუქციებად უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს ქიმიურად მედეგი მასალისაგან დამზადებული

ელემენტები. სწორედ ასეთ მასალას წარმოადგენს მერქანი, რომელსაც ქიმიურად აგრესიული გარემოს მიმართ შესაძლებელია მედეგობა ახასიათებს. მაგალითად, თუ ზოგიერთ ქიმიურ საწარმოში რკინაბეტონის კონსტრუქციები მწყობრიდან გამოდის 5-7 წლის შემდეგ, ხის კონსტრუქციები იმავე პირობებში საიმედოდ გვემსახურება 50-100 წლის განმავლობაში. ლითონის კონსტრუქციები კი ქიმიურად აგრესიულ გარემოში პრაქტიკულად არ გამოიყენება.

ქიმიურად აგრესიული გარემოს სახეზე დამოკიდებულობით მერქანი შეიძლება გამოვიყენოთ ბუნებრივი ან ანტიპირენებით გაყენილი სახით. ბუნებრივი მერქნისაგან დამზადებული კონსტრუქციებით წარმატებით შეიძლება გადავხუროთ სასაწყობე შენობები, სადაც ინახავენ ფხვიერ კალიუმისა და ნატრიუმის მარილებს, მინერალურ სასუქებს, სხვადასხვა სახის მკვავებსა და ტუტეებს. აგრესიულ გარემოს მიეკუთვნება აგრეთვე საღორეები, საძროხეები, მეფრინველეობის ფაბრიკები და სხვ.

მერქანი სხვადასხვანაირად რეაგირებს ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედებაზე. ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე დაბალი კონცენტრაციის წყალბადფთორის, ფოსფორის და მარილმკვავები არ არღვევს მერქანს, მაგრამ 5 %-ზე მაღალი კონცენტრაციის გოგირდმკვავა და აზოტმკვავა დაბალ ტემპერატურაზეც კი შლის მას. მერქანი მედეგია ძმარ-, ლიმონ-, ჭიანჭველამკვავის და სხვ. მიმართაც. ორგანული მკვავების ცხელი გამხსნელებიც აზიანებს მერქანს, განსაკუთრებით კონცენტრაციისა და ტემპერატურის გაზრდისას. მერქანზე უარყოფითად მოქმედებს აგრეთვე გოგირდისა და გოგირდის ანჰიდრიდის გარემო მაღალი ფარდობითი ტენიანობისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

ელემენტარული ქიმიური შედგენილობა ყველა ჯიშის მერქნისათვის ერთნაირია. აბსოლუტურად მშრალი მერქნის ორგანული ნაწილი შედგება 4-50 % ნახშირბადის, 43-44 % ჟანგბადის, 6 % წყალბადისა და 0,1-0,3 % აზოტისაგან. მერქნის დაწვის შემდეგ რჩება მისი არაორგანული ნაწილი - ნაცარი (0,1-1,0 %), რომლის შედგენილობაში შედის კალციუმი, კალიუმი, ნატრიუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვ. ელემენტები. ისინი ქმნიან მინერალურ ნივთიერებას, რომლის დიდი ნაწილი (7-90%) არ იხსნება წყალში. ხსნადი ნივთიერებებიდან აღსანიშნავია ტუტე ლითონები - კალიუმისა და ნატრიუმის კარბონატები, ხოლო არახსნადიდან - კალციუმის მარილები.

მერქნის თვისებები ძლიერ არის დაკავშირებული მის ქიმიურ შედგენილობასთან. წიწვოვანი ჯიშები განსხვავდება ფოთლოვანისაგან ლიგნინის მეტი შემცველობით. წიწვოვანში დიდი რაოდენობითაა ფისის მკვავები. წრიული რგოლის ადრეულ ნაწილში ცელულოზა ნაკლებია, ვიდრე გვიანდელში. ცელულოზა, ლიგნინი და ექსტრაქტიული ნივთიერებები ნაქურთენში მეტია, ვიდრე გულში.

ზოგიერთ ფოთლოვან ჯიშში (კოპიტი, მუხა) ცელულოზის რაოდენობა გულში მეტია, ვიდრე ნაქურთენში. ტუტეებში ცელულოზის შემცველობა 3-10 %-ით ნაკლებია, ვიდრე ტანში. ქერქი ქიმიური შემადგენლობით ისეთივეა, როგორც მერქანი, თუმცა მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა მასში მეტია.

პრაქტიკულად ქიმიურად აგრესიულ გარემოში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ მთლიანკვეთიანი, მონოლითურად შეწყობილი ულითონო ხის კონსტრუქციები, რომლებსაც არა აქვთ ღრეზოები და ხერხელები, გადახურებები - ხე-ფანერის სამფენოვანი პანელები. ხის წამწების გამოყენება უნდა შევზღუდოთ, რადგან კვანძებში და გისოსის დახრილ ელემენტებზე ხდება აგრესიული ჰუმჟის და მტვრის დაგროვება, რომელიც დროთა განმავლობაში იწვევს მერქნის რღვევას.

1.6. მერქნის ფიზიკური თვისებები

მერქნის ფიზიკური თვისებებიდან სამშენებლო საქმეში ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანია: ტენიანობა, თბოგამტარობა, ტემპერატურული გაფართოება, სიმტკიცე, სიმკვრივე, სიხისტე და სიმაგრე.

ტენიანობა არის მერქნის ნიმუშში არსებული ტენის მასის შეფარდება თვით ამ ნიმუშის მასასთან აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში. ის პროცენტობით იზომება და გამოითვლება ფორმულით:

$$W = [(G_1 - G_2) / G_2] \cdot 100, \quad (1.1)$$

სადაც G_1 არის ნიმუშის წონა გამომშრობამდე; G_2 - იმავე ნიმუშის წონა გამომშრობის შემდეგ.

ტენიანობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის თვისებებზე. ყველაზე მაღალი ტენიანობა (200%-მდე) აქვს მდინარეში დაცურებულ მორებს. ახლად მოჭრილი ხის მერქნის ტენიანობა 80-100 %-ია. დასაწყობების პროცესში და შრობისას მერქნის ტენიანობა მცირდება 40, 25, 20 და 10%-მდე. მშრალად ისეთი მერქანი ითვლება, რომლის ტენიანობა $W < 15\%$.

მერქნის დატენიანობა და გამოშრობა იწვევს მისი უჯრედების კედლის ზომის ცვლილებას, რასაც მოსდევს მერქნის ელემენტების გაჯირჯვებისა და შეშრობის დეფორმაციები. იმის გამო, რომ ამ დეფორმაციათა სიდიდე სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა, მერქნის ტენიანობის ცვლილება იწვევს დახერხილი ხის მასალის დაბრეცას, დააფრაკებასა და ბზარების გაჩენას, ხოლო მომატებული ტენიანობა (20%) ლპობის ძირითადი მიზეზია.

ტენიანობის გაზრდა-შემცირებით 30%-მდე ხდება მაქსიმალური შეშრობა და გაჯირჯვება ბოჭკოების განივად ანუ წლიური რგოლების მართობულად და აღწევს 4%, ხოლო ტანგენციალური მიმართულებით - წრიული რგოლების პარალელურად იზრდება 10%-მდე. მათი მინიმალური მნიშვნელობაა 0,3%. ბოჭკოების გრძივად 30%-ზე მეტად ტენიანობის გაზრდისას თავისუფალი წყლის ხარჯზე მერქნის შეშრობა და გაჯირჯვება არ ხდება.

პრაქტიკაში მიღებულია, რომ სხვადასხვა ტენიანობის მერქნის სიმტკიცეების მახასიათებლები დაყვავთ სტანდარტულ ტენიანობაზე (12%) ფორმულით:

$$B_{12} = B_w [1 + \alpha(W - 12)], \quad (1.2)$$

სადაც B_{12} არის საძიებელი სიმტკიცე 12% ტენიანობისას; W - ტენიანობა გამოცდის მომენტში; B_w - მერქნის სიმტკიცის ზღვარი ფაქტიური ტენიანობისას; α - შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც მერქნის ჯიშისაგან დამოუკიდებლად ტოლია: კუმშვისა და ლუნვის დროს - 0,04, გაჭიმვისას - 0,01, ხოლო ახლოების დეფორმაციის შემთხვევაში - 0,03.

მერქანში შეიძლება იყოს ორი სახის წყალი (ტენი) - შეკავშირებული (ჰიგროსკოპული) და თავისუფალი (კაპილარული). შეკავშირებული წყალი იმყოფება მერქნის ბოჭკოების შიგნით, ხოლო თავისუფალი ავსებს სიცარიელეს ბოჭკოებს შორის. მათ გარდა, მერქანში შეიძლება იყოს აგრეთვე ქიმიურად შეკავშირებული წყალი, რომელსაც მხოლოდ მერქნის ქიმიური გადამუშავების დროს აქვს მნიშვნელობა.

მერქნის ბოჭკოებში შეკავშირებული წყლის მაქსიმალურ რაოდენობას ჰიგროსკოპულობის (გაჯერების) ზღვარი ეწოდება. ასეთ მდგომარეობაში მერქნის ტენიანობა დამოკიდებულია ჰაერის ფარდობით ტენიანობასა და ტემპერატურაზე.

გაჯერების ზღვრის ზევით მერქნის ტენიანობის გაზრდა შესაძლებელია მხოლოდ თავისუფალი წყლის ხარჯზე.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ სქელ მასალაში (მორები, ძელები) ტენიანობა გულსიკენ მაღალია, ზედაპირებისკენ კი - დაბალი, რაც იწვევს განიკვეთში ტენიანობის უთანაბრობას.

ფარდობითი ტენიანობა ნიმუშში არსებული ტენის მასის შეფარდებაა თვით ამ ნიმუშის მასასთან ბუნებრივ მდგომარეობაში. ის პროცენტებში იზომება და გამოითვლება ფორმულით

$$W = [(G_1 - G_2) / G_1] \cdot 100, \quad (1.3)$$

სადაც G_1 არის ნიმუშის წონა გამომშრობამდე; G_2 - იმავე ნიმუშის წონა გამომშრობის შემდეგ.

მაგალითი 1.1. ნიმუშის წონა ბუნებრივ მდგომარეობაში არის $G_1 = 300$ გ, გამომშრობის შემდეგ კი $G_2 = 200$ გ, გამოვთვალოთ ამ ნიმუშის აბსოლუტური და ფარდობითი ტენიანობა.

ამოხსნა: აბსოლუტური ტენიანობა (ფორმულა 1.1):

$$W = [(G_1 - G_2) / G_2] \cdot 100 = [(300 - 200) / 200] \cdot 100 = 50\%.$$

ფარდობითი ტენიანობა (ფორმულა 1.3):

$$W = [(G_1 - G_2) / G_1] \cdot 100 = [(300 - 200) / 300] \cdot 100 = 33\%.$$

ტენის პროცენტული შემცველობის მიხედვით მრგვალი და დახერხილი ხის მასალა, ჯიშისაგან დამოუკიდებლად, იყოფა ხუთ ძირითად ჯგუფად:

1. სველი, რომელიც დიდი ხნის განმავლობაში იყო წყალში, $W > 100\%$;
2. ახლად მოჭრილი, რომელსაც შენარჩუნებული აქვს ცოცხალი ხის ტენი, $W = 50-100\%$;
3. ნედლი, $W = 25\%$;
4. ჰაერზე გამშრალი, $W = 20\%$;
5. ოთახში გამშრალი, $W < 15\%$.

გარდა ამ ჯგუფებისა, შეიძლება იყოს აგრეთვე აბსოლუტურად მშრალი ($W = 0$) მერქანი, რომლის გამომშრობა ხდება $103 \pm 2^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე დაჩქარებული მეთოდით.

ტენიანობის ცვალებადობა იწვევს მერქნის უჯრედების კედლების ზომის ცვლილებას, რასაც, თავის მხრივ, მოსდევს მერქნის ელემენტების გაჯირჯებისა და შემრობის დეფორმაციები.

ჰიგროსკოპული ტენის გაზრდას აბსოლუტურად მშრალი მდგომარეობიდან ბოჭკოების გაჯერების ზღვრამდე, მერქნის გაჯირჯება ეწოდება. ამ დროს ხდება მერქნის ზომებისა და მოცულობის გაზრდა. შემრობა გაჯირჯების შეზღუდული პროცესია. თავისუფალი ტენის შემცირება არ იწვევს მერქანში შემრობის და გაჯირჯების დეფორმაციებს. სრული ანუ მაქსიმალური გაჯირჯება განისაზღვრება ფორმულით:

$$P_{\text{აგ}} = [(a_{\text{აგ}} - a_0) / a_0] \cdot 100\%, \quad (1.4)$$

სადაც $a_{\text{აგ}}$ არის ნიმუშის ზომა (მოცულობა) გაჯერების ზღვარზე, მმ (მმ³); a_0 - ნიმუშის ზომა (მოცულობა) აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, მმ (მმ³).

გაჯირჯების კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$K_{\text{ა}} = P_{\text{აგ}} / 30, \quad (1.5)$$

სადაც 30 არის გაჯერების ზღვრის საშუალო მნიშვნელობა, %.

შესაძლებელია აგრეთვე განვსაზღვროთ მერქნის ნაწილობრივი გაჯირჯების სიდიდე. ამისათვის განისაზღვრება ნიმუშის ზომები ტენიანობის დროს (რომელიც ნაკლებია

გაჯერების ზღვარზე) და შემდეგ ახდენენ მის აბსოლუტურ გამოშრობას. ამ შემთხვევაში გაჯირკვების სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$P = [(a - a_0) / a_0] \cdot 100\%, \quad (1.6)$$

სადაც a არის ნიმუშის ზომა (მოცულობა) W ტენიანობის დროს, მმ (მმ³).

გაჯირკვების კოეფიციენტი კი ტოლია:

$$K_a = P/W. \quad (1.7)$$

ისევე, როგორც შემრობის დროს, გაჯირკვების მაქსიმალური სიდიდე შეინიშნება ბოკკოების განივად ტანგენციალური მიმართულებით, ხოლო მაქსიმალური - ბოკკოების გრძივად. ფიზიკურად გაჯირკვების სიდიდე იცვლება 12-15%-ის ფარგლებში.

სრული (მაქსიმალური) შემრობა ეწოდება მერქნის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც მისგან სრულად არის გამოძევებული შეკავშირებული ტენი. ბუნებრივია, მისი სიდიდის განსაზღვრისას საჭიროა ნიმუშში ტენიანობა გაჯერების ზღვრიდან შევამციროთ ნულამდე. სრული შემრობის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$Y_{\text{აბს.}} = [(a_{\text{აბს.}} - a_0) / a_0] \cdot 100\%, \quad (1.8)$$

სადაც $a_{\text{აბს.}}$ და a_0 არის ნიმუშის ზომები (მოცულობები) გაჯერების ზღვარზე აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში, მმ (მმ³).

შემრობის კოეფიციენტი განსაზღვრება ფორმულით

$$K_{\text{შ}} = Y_{\text{აბს.}} / 30. \quad (1.9)$$

ნაწილობრივი შემრობა და მისი კოეფიციენტი გამოითვლება ნაწილობრივი გაჯირკვების და მისი კოეფიციენტის სიდიდეთა განსაზღვრის ანალოგიურად.

შემრობის კოეფიციენტი შეიძლება გამოვთვალოთ გაჯირკვების კოეფიციენტის საშუალებით (მიღებულია, რომ $W_{\text{ბოკ.}} = 30\%$) შემდეგი ფორმულის გამოყენებით

$$K_{\text{შ}} = 100 \cdot K_a / (100 + K_a). \quad (1.10)$$

მერქნის შემრობისა და გაჯირკვების კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია 1.1 ცხრილში.

როგორც 1.1 ცხრილიდან ჩანს, გაჯირკვების სიდიდე ოდნავ მეტია შემრობის სიდიდეზე და არ არის დამოკიდებული მერქნის ჯიშზე, ხოლო წიწვოვანი ჯიშის მერქნის შემრობის სიდიდის საშუალო მნიშვნელობა ნაკლებია, ვიდრე ფოთლოვანი ჯიშებისა, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ შემრობის არათანაბრობა (ტანგენციალური შემრობის სიდიდის ფარდობა რადიალურთან) წიწვოვან ჯიშებში მეტია, ვიდრე ფოთლოვანში. სწორედ არათანაბარი შემრობის შედეგად წარმოიშობა მერქანში არასასურველი შინაგანი დაძაბულობა, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ხის ელემენტებში ბზარების წარმოქმნა.

მერქნის ტენიანობის გასაზომად არსებობს პირდაპირი და ირიბი მეთოდები. პირდაპირი და ყველაზე ზუსტია საშრობ-წონითი მეთოდი, რომელიც გამოიყენება ეტალონად. ირიბს მიეკუთვნება ნემსოვანი, ტევადობითი, ზემადალსიხშირიანი, ოპტიკური, რადიომეტრიული, ინფრაწითელი და კომბინირებული. დღეისათვის პრაქტიკაში ყველაზე მეტად არის გავრცელებული გამოშრობის ნემსოვანი (კონდუქტომეტრული) და ტევადობითი (დეილკომეტრული) მეთოდები.

მერქნის შრობის პროცესში ტენიანობის საზომად რეკომენდებულია კონტროლის ისეთი სისტემის გამოყენება, რომ მოხდეს საშრობი კარადის კარის გაღება. დანარჩენ შემთხვევაში გამოიყენება ხელის ტენზომომები:

- რუსული წარმოების ВИМС-2.10. ხელსაწყო იხმარება მერქანპროდუქტებისა და

მერქნის ტენიანობის საზომად. ისაფიქსირებს ტენიანობას, მერქნის სახეობას, მასალის ნომერს, გაზომვის დროსა და თარიღს. გამოდის ბაზისურ, მუშა მდგომარეობაში. შედეგები იწერება ხელსაწყო განათებულ ეკრანზე. სამუშაო პირობები: ტემპერატურის დიაპაზონი - 0-დან +40°C; ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა - 60 %-მდე; ატმოსფერული წნევა - 86-106 კპა; სიზუსტე - 1-2 %-მდე; გაბარიტული ზომები 145x70x25 მმ; წონა - 150 გრ.

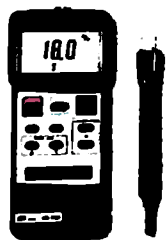
ცხრილი 1.1

მერქნის შეშრობისა და გაჯირჯვების კოეფიციენტების მნიშვნელობები

ჯიში	შეშრობის და გაჯირჯვების კოეფიციენტები, %					
	მოცულობის მიხედვით		რადიალური მიმართულებით		ტანგენციური მიმართულებით	
	K _ა	K _ბ	K _ა	K _ბ	K _ა	K _ბ
ლარიქსი	0,52	0,61	0,19	0,20	0,35	0,39
ფიჭვი	0,44	0,51	0,17	0,18	0,28	0,31
ნაძვი	0,43	0,50	0,16	0,17	0,28	0,31
ციმბირის სოჭი	0,39	0,44	0,11	0,11	0,28	0,31
კედარი	0,37	0,42	0,12	0,12	0,26	0,28
არყი	0,54	0,64	0,26	0,28	0,31	0,34
წიფელი	0,47	0,55	0,17	0,18	0,32	0,35
კოპიტი	0,45	0,52	0,18	0,19	0,28	0,31
მუხა	0,43	0,50	0,18	0,19	0,27	0,29
ვერხვი	0,41	0,47	0,14	0,15	0,28	0,30

- S200 - მერქნისა და მინერალური საშენი მასალების სწრაფი ტენზომომი დიელეკტრონული მეთოდით. დიაპაზონი - 0-70%, სიღრმე - 50 მმ, ხელსაწყო ზომები - 150x60x25 მმ, წონა - 160 გ;

- MS 7000 (ნახ. 1.24) - ნემსოვანი ტენზომომი, დიაპაზონი 9-30%. მახსოვრობაში ჩადებულია 150 ჯიშის მერქანი. აღჭურვილია გადასატანი გადამწოდით, რაც საშუალებას იძლევა, გაზომვა ჩატარდეს ხელსაწყოდან მოშორებით. ინტერფეისი RS-232 კი საშუალებას იძლევა, ხელსაწყო შევეერთოთ კომპიუტერთან.



ნახ.1.24. ტენზომომი MS 7000.

EM 2G - ნემსოვანი. დიაპაზონი 7-35%. სიზუსტე 2%;

- EM 4G - ნემსოვანი - დიაპაზონი 6-25%. სიზუსტე 2%;

- EM 4811 - ნემსოვანი - დიაპაზონი 0-100%. სიზუსტე 2%. გამოიყენება მერქნის, ნალესის, ფხვიერი მასალების, ქაღალდის, იატაკის, მორის, კედლების, გრუნტის ტენიანობის გასაზომად. გაბარიტული ზომები - 195x38x31 მმ. წონა - 95 გ;

- EM 4808 - ნემსოვანი - დიაპაზონი 5-42%. სიზუსტე 2%. გაბარიტული ზომები 160x63x30 მმ. წონა - 135 გ. გამოიყენება

თხელი ფივრების ($\delta \leq 20$ მმ) ტენიანობის გასაზომად;

- MC 7812 - არამრღვევი მეთოდით მერქნის ტენიანობის საზომი. დიაპაზონი 0-80%,

სიზუსტე 2%.

გარდა ჩამოთვლილისა, არსებობს მერქნის ტენიანობის საზომი სხვა ხელსაყოფი: DVM-125, MT 4004, SD 800, HM8 და სხვ.

ჰაერის ტენიანობისა და ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება ხელსაწყოები (ჰიგრომეტრები): ВИТ-1, ВИТ-2, ВИТ-3, ИВТ, ПБУ, Center 310, Center 315, EM 608, AR 9237, AR 9233, AR 847, ТКА-ПКМ, COMPACT- A, COMPACT-B, Merlin და სხვ.

თბოგამტარობა მერქნის მილოვან - ფოროვანი სტრუქტურის გამო ძლიერ მცირეა, განსაკუთრებით ბოჭკოების განივად, რაც სხვა საშენ მასალებთან შედარებით მერქანს საშუალებას აძლევს, გამოყენებულ იქნეს, როგორც კარგი თბოსაიზოლაციო მასალა, განსაკუთრებით შენობა-ნაგებობების მსუბუქი შემოფარგვლილი კონსტრუქციებისათვის. მაგალითად, 15 სმ სისქის ხის კედელი თბოგამტარობის მხრივ 2,5-იანი აგურის კედლის იდენტურია. თბოტევადობა ყველა ჯიშის მერქნისათვის ერთნაირია და ტოლია 0,327.

ტემპერატურული გაფართოება. გამოცდილება გვაჩვენებს, რომ მერქნის სიმტკიცის ზღვარი და დრეკადობის მოდული ტემპერატურის მომატებისას მცირდება, რაც იწვევს ხის კონსტრუქციების დეფორმაციის ზრდას. მაღალ ტემპერატურაზე სიმტკიცის კლება ძირითადი მიზეზი ხდება ზაფხულის ცხელ თვეებში ხის კონსტრუქციების ელემენტების რღვევისა, მაშინ, როცა ელემენტებში ძაბვები უფრო ნაკლებია, ვიდრე ზამთრის თვეებში.

უარყოფითი ტემპერატურის შემთხვევაში მერქანში არსებული განივი ყინულად იქცევა, მიიღება ე.წ. გაყინული მერქანი, რომლის სიმტკიცე კუმშვაზე, განივ ღუნვასა და ახლოჩაზე იზრდება, მაგრამ მერქანი უფრო მყიფე ხდება და მასში ზზარები წარმოიქმნება.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, მერქნის სიმტკიცის ექსპერიმენტული მეთოდებით განსაზღვრისას, მხედველობაში მიიღება არა მარტო ტენიანობა, არამედ ექსპლუატაციის პირობების შესაბამისი ტემპერატურაც. ამა თუ იმ ტემპერატურაზე მერქნის სიმტკიცის ზღვარი გამოითვლება სტანდარტულ ტემპერატურაზე დაყვანის გზით, ფორმულით:

$$\sigma_t = \sigma_{20} - \beta(t - 20). \quad (1.11)$$

სადაც σ_t არის მერქნის სიმტკიცე მოცემულ ტემპერატურაზე $^{\circ}\text{C}$; σ_{20} - იგივე 20°C ტემპერატურაზე; β - ტემპერატურის შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც აიღება ცხრილიდან (დანართი, ცხრ. 28).

1.11 ფორმულა გამოიყენება $10-50^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის დიაპაზონში. 20°C ტემპერატურაზე გადაანგარიშება უნდა მოხდეს ტენიანობაზე გადაანგარიშების შემდეგ.

ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობების მიხედვით ხის კონსტრუქციები დაყოფილია ოთხ - A, Б, Г, Д ჯგუფებად. A ჯგუფში შედის კონსტრუქციები, რომლებსაც მუშაობა უხდებათ გამთბარ შენობებში; Б - ცივ შენობებში; В - ღია ცის ქვეშ; Г - წყალში ან გრუნტთან შეხებაში (დანართი, ცხრ. 13)

ტემპერატურის ზემოქმედებით, მერქნის ზომების მატებას ახასიათებს ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი, რომელიც ბოჭკოების გასწვრივ და მის მიმართ რაღაც კუთხით სხვადასხვაა. ცნობილია, რომ ამ კოეფიციენტის სიდიდე ბოჭკოების გასწვრივ 7-10-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ბოჭკოების განივად და 3-ჯერ ნაკლები, ვიდრე ლითონისა. ბოჭკოების გრძივად სწორედ ამ კოეფიციენტის უმნიშვნელო სიდიდე არის იმის მიზეზი, რომ ხის შენობებსა და ნაგებობებში არ აკეთებენ ტემპერატურულ ნაკერებს.

ვილარდის მიხედვით მერქნის ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტის სიდიდე მერყეობს ზღვრებში - 0,000026 (ბზა) - 0,000049 (მუხა), საშუალოდ - 0,00004, 1°C - ით

ტემპერატურის ცვლილებისას.

სიმტკიცე. მერქნის საკმაოდ მაღალი სიმტკიცე ახასიათებს ძალის მოქმედებისას ბოჭკოების გასწვრივ. ამ დროს ბოჭკოს უჯრედის გარსი მუშაობს ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში და მერქანი ამჟღავნებს მაქსიმალურ სიმტკიცეს. მაგალითად, სუფთა ფიჭვის მერქნის სიმტკიცის ზღვრის საშუალო მნიშვნელობებია: გაჭიმვაზე - 100 მპა, ღუნვაზე - 75 მპა, კუმშვაზე - 40 მპა, მაგრამ რეალურ კონსტრუქციებში არ ხერხდება ასეთი მაღალი სიმტკიცის სრული გამოყენება, რადგანაც ხის კონსტრუქციების მზიდუნარიანობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის რეალური ბუნებრივი მანკები - ზზარები, როკები, ირიბბოჭკოიანობა, ორგულიანობა, აგრეთვე კონსტრუქციური დატვირთვების მოქმედების მიმართულება და ხანგრძლივობა.

ბოჭკოების განივი მიმართულებით ძალის მოქმედების დროს უჯრედის გარსი ადვილად იკყლიტება ან შრება იშლება, ამიტომ კუმშვაზე, გაჭიმვაზე, ახლქისი მერქნის სიმტკიცე დაბალია და არ აღემატება 6,5 მპა-ს.

გარდა აღნიშნულისა, მერქნის სიმტკიცე დამოკიდებულია მის მიღოვან-ბოჭკოების ანიზოტროპულ და არაერთგვაროვან აღნაგობაზე, აგრეთვე ხის ჯიშზე. ნაგვიანები მერქნის პროცენტულ შემცველობაზე, ტენიანობაზე, ტემპერატურასა და სხვა ფაქტორებზე.

მერქნის სიმტკიცეზე დიდ გავლენას ახდენს დატვირთვების მოდების სიჩქარე და ხანგრძლივობა. სტანდარტული ნიმუშების გამოცდით დადგენილია, რომ, რაც მეტია დატვირთვა (ძაბვა), მით უფრო სწრაფად ირღვევა ნიმუში. ასევე ექსპერიმენტებით დადგენილ იქნა, რომ მერქნის წინააღობა დატვირთვის ხანგრძლივობასთან ერთად მცირდება და მისწრაფის გარკვეული მუდმივი სიდიდისაკენ, რომელსაც მერქნის ხანგრძლივი წინააღობის ზღვარი ეწოდება. ამის შემდეგ, რაც არ უნდა ხანგრძლივად მოქმედდეს დატვირთვა, ნიმუში არ ირღვევა (ნახ. 1.25).

ს. მპა



დღებო

ნახ. 1.25. მერქნის ხანგრძლივი წინააღობის მრუდი.

მერქნის ხანგრძლივი წინააღობა დროებითისაგან განსხვავებით მერქნის სიმტკიცის რეალური მახასიათებელია.

სიმაგრე დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა ტენიანობა, ბოჭკოების ტალღოვნობა და ჯავარიანობა, ჯიში და სხვ. რაც მეტია მერქნის სიმკვრივე, მით მეტია სიმაგრე. ტენიანობის გაზრდა იწვევს სიმაგრის შემცირებას. მერქნის სიმაგრის განსაზღვრის მეთოდები და ხელსაწყოები მრავალგვარია. მაგალითად, ბაუმანი ლითონის კონუსის აჭრდა მერქნის ზედაპირს განსაზღვრული ძალით და სიმაგრის კოეფიციენტად ლებულობდა დაწვევის ძალის (კგ) ფარდობას ანაჭდვის ფართობთან (მმ²). ნედლინგერი

ამოწმებდა მერქნის სიმაგრეს სხვადასხვა ხელსაწყოებით და კვლევის შედეგების გათვალისწინებით შეიმუშავა ხის ჯიშების კლასიფიკაცია სიმაგრის მიხედვით:

1. მაგარი, როგორც ქვა - ოდალაჯი (Бакыт), ეკალმუხის ხე;
2. მაგარი, როგორც ძვალი - ზზა, იასამანი;
3. ძალიან მაგარი - შინდი;
4. საშუალოდ მაგარი - იფანი, ქლიაეი;
5. მაგარი - აკაცია, ნეკერჩხალი, რცხილა;
6. არც ისე მაგარი - წიფელი, მსხალი, მუხა;
7. რბილი - ფიჭვი, ნაძვი, სოჭი;
8. ძალიან რბილი - ალვის ხე, ცაცხვი.

ზოგჯერ სიმაგრის ქვეშ იგულისხმება მერქნის წინაღობა ცვეთისა ან ქვიშის ჰაერის ზემოქმედების მიმართ. ასეთი ცდები ჩატარებული აქვს ლანგს და ბაუმანს.

სიმკვრივე სკალარული ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც განისაზღვრება სხეულის მასის შეფარდებით თვით ამ სხეულის მოცულობასთან ან ფართობთან (ზედაპირული სიმკვრივე).

განასხვავებენ სიმკვრივის სამ სახეობას:

- სხეულის საშუალო სიმკვრივე - სხეულის მასის ფარდობა მის მოცულობასთან. ერთგვაროვანი სხეულისათვის მას, უბრალოდ, სხეულის სიმკვრივეს უწოდებენ;
- ნივთიერების სიმკვრივე - სხეულის სიმკვრივე, რომელიც შედგება ამ ნივთიერებისაგან;

• სხეულის სიმკვრივე წერტილში - სხეულის მასის მცირე ნაწილის (m) ამ მცირე ნაწილის მოცულობასთან (V) ფარდობის ზღვარი, როცა ეს წერტილი ეკუთვნის ამ მცირე ნაწილს და ეს ფარდობა მისიწრაფის წულისაკენ: $\lim m/v$. ასეთი განმარტების დროს უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ ატომურ დონეზეც კი არ არსებობს იდეალურად ერთგვაროვანი სხეული, ამიტომ უნდა შევჩერდეთ მოცულობაზე, რომელიც შეესაბამება გამოყენებულ ფიზიკურ მოდელს.

სიმკვრივის განზომილებაა კგ/მ³, გ/სმ³.

სამშენებლო საქმეში ჩვეულებრივ გამოიყენება საშუალო სიმკვრივე.

ერთგვაროვანი ან არაერთგვაროვანი სხეულის სიმკვრივე გამოითვლება ფორმულით

$$\rho = m/v, \tag{1.12}$$

სადაც m არის სხეულის მასა; v - მისი მოცულობა.

სიმკვრივე წერტილში $\rho = dm/dv$, მაშინ არაერთგვაროვანი სხეულის მასა

$$m = \int \rho(r) d^3r = \int \rho(r) v = \int dm. \tag{1.13}$$

მერქნის საშუალო სიმკვრივეს საზღვრავენ მართკუთხა პრიზმის ნიმუშებით, რომლის ფუძის ზომებია 20×20 მმ, სიმაღლე ბოჭკოების გასწვრივ - 30 მმ. ნიმუშის მასა განისაზღვრება 0,001 გსიზუსტით. ზომებს იღებენ შტანგენფარგლით ან მიკრომეტრით 0,05 მმ სიზუსტით. ნიმუშის V მოცულობას ითვლიან ფუძის ზომებისა და სიმაღლის ნამრავლით მეტრებში. ნიმუშის m მასა გამოისახება კგ-ში. სიმკვრივე ρ^* , W ტენიანობის დროს, გამოთვლება ფორმულით

$$\rho^* = m/v. \tag{1.14}$$

საშუალო სიმკვრივის დასადგენად უნდა გამოიყადოს მინიმუმ სამი ნიმუში.

სიმკვრივის გადანაგარიშება სტანდარტულ 12% ტენიანობაზე ხდება ფორმულით:

$$\rho^{12} = \rho^w \cdot \{1 - [(1-k)(w-12)/100]\}, \quad (1.15)$$

სადაც W არის გამოსაცდელი ნიმუშის ტენიანობა, %; ρ^{12} - მერქნის საშუალო სიმკვრივე სტანდარტული ტენიანობის პირობებში; k - მოცულობითი გაჯირგების კოეფიციენტი, $k = 0,85 \times 10^{-3} \rho^w$, თუ სიმკვრივის განზომილებაა კგ/მ³ და $k = 0,85 \rho^w$, თუ სიმკვრივის განზომილებაა გ/სმ³.

სხვადასხვა ნივთიერების სიმკვრივის (საშუალო) სიდიდე მოცემულია დანართში, 24-ე ცხრილში.

როგორც წესი, ტემპერატურის შემცირება სიმკვრივეს ზრდის, თუმცა გვხვდება გამონაკლისებიც, მაგალითად, წყალი, ზრინჯაო და თუჯი. წყალს მაქსიმალური სიმკვრივე აქვს 4°C-ზე და მცირდება ტემპერატურის მომატებითაც და დაკლებითაც.

ნივთიერების აირადი მდგომარეობიდან მყარში გადასვლისას სიმკვრივე იზრდება, მაგრამ არის ისეთი ნივთიერებებიც, რომელთა სიმკვრივე მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას მცირდება (წყალი, სილიციუმი, გერმანიუმი და სხვ.).

1.7. მერქნის შრობა

მერქნის შრობის მიზანია, მასალას მოვაცილოთ ტანში არსებული თავისუფალი თუ შეკავშირებული წყალი (ტენი). სამშენებლო საქმეში გამოიყენება მხოლოდ მშრალი ხის მასალა ტენიანობით 12-15%. უფრო მაღალი ტენიანობის მერქნის გამოყენება სამშენებლო ნორმებით დაუშვებელია, რადგან ტენიანი მერქანი დროთა განმავლობაში კარგავს ფორმას, იზრდება, სკდება, უჩნდება სხვადასხვა დაავადებები, სოკო და ა.შ.

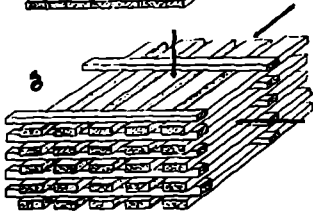
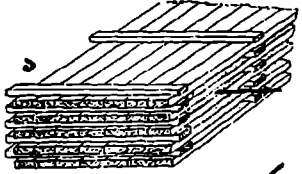
შრობის შედეგად ბუნებრივი ნედლეული იქცევა მრეწველობისათვის გამოსადეგ მასალად გაუმჯობესებული ბიოლოგიური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით. სწორად ჩატარებული შრობის პროცესი იცავს მერქანს სოკოს, ბიომავნებლების გარენისაგან, ქიმიური დაშლისაგან, მექანიკური სახეცელიებისაგან, ახანგრძლივებს ნაკეთობის ექსპლუატაციის ვადას.

მერქნის შრობა რთული პროცესია, რომლის მიმდინარეობა განისაზღვრება ერთდროულად რამდენიმე ფიზიკური მოვლენით. ესენია: სითბოს შთანთქმა მასალის ზედაპირით (სითბოგადაცემა); სითბოს გავრცელება მასალაში (სითბოგამტარობა); ტენის აორთქლება მასალის ზედაპირიდან (ტენცვლა); ტენის გადაადგილება მასალაში (ტენგადაცემა).

ზოგადად არსებობს შრობის ორი სახეობა - დაბალტემპერატურული ($t < 100^\circ\text{C}$) და მაღალტემპერატურული ($t > 100^\circ\text{C}$). დაბალტემპერატურულს მიეკუთვნება ატმოსფერული (ბუნებრივი), კამერული, კონვექციურ-ატმოსფერული, ვაკუუმური, რადიაციული, ხოლო მაღალტემპერატურულს - კონტაქტური, ელექტრული, სითხეებში და სხვ.

ატმოსფერული (ბუნებრივი) შრობა ხდება ღია საწყობებში ან ფარდულეებში. ის შრობის უძველესი და უმარტივესი სახეა. მასალა (ფიცრები, ძელები, ძელაკები) ეწყობა შტაბელებად შპაცების გარეშე (უწყვეტ რიგებად) ან შპაცების გამოყენებით (ფიცრების ნაწიბურებს შორის შუალედების - შპაცების დატოვებით) (ნახ. 1.26). აუცილებელია მაცირკულირებელი ჰაერი თანაბრად ევლებოდეს მასალის ზედაპირს.

შტაბელი შედგება ჰორიზონტალურად დაწყობილი ფიცრების რიგებისაგან შუასადებებზე. შუასადებად გამოიყენება ხის გარანდული ძელაკები განივკვეთით 15x40 მმ. თხელი ნაშხადის შრობის დროს შუასადებად შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს თვით ნაშხადი. დასაწყობება შპაცების გარეშე უფრო რაციონალურია, ტყვადია, მცირდება აეროდინამიკური წინააღმდეგობა, მარტივდება და მსუბუქდება საბუთაობის მექანიზაცია, მაგრამ უარყოფითი მხარე ის არის, რომ ასეთ შტაბელუმში ჰაერი მოძრაობს მხოლოდ ჰორიზონტალური მიმართულებით - შტაბელის განივად. დასაწყობება შპაცების გამოყენებით უზრუნველყოფს ჰაერის ცირკულაციის ყველა მიმართულებით.



ნახ. 1.26. ფიცრების შტაბელებად დასაწყობების სქემები:
 ა - შპაცების გარეშე;
 ბ - შპაცების გამოყენებით.

მერქნის ატმოსფერული შრობის დროს საჭიროა მუდმივი კონტროლი - სისტემატურად კონტროლდება მასალის ტენიანობა და ვიზუალურად აკვირდებიან შრობის შედეგად წარმოქმნილ დეფექტებს. იმ შემთხვევაში, თუ შეინიშნება ფიცრების ბოლოების ან გვერდების დაბზარვა, რაც მიგვანიშნებს შრობის პროცესის ინტენსიურობაზე, მაშინ შტაბელში ჰაერის მიწოდებას შეზღუდავენ გვერდითი ფარების მოწყობით.

ატმოსფერული შრობის უარყოფითი მხარეა სეზონურობა და პროცესის დიდი დრო, რომელიც ზოგჯერ თვეებით განისაზღვრება, მაგრამ მისი დაბალი ღირებულებისა და მშრალი მასალის მიღების გამო ეს მეთოდი, სიმტკიცის და ფერის დაკარგვის გარეშე, მეტად გავრცელებულია ხის დამმუშავებელ მრეწველობაში. პრაქტიკული თვალსაზრისით ძალიან ეფექტურია კომბინირებული (ატმოსფერულ-

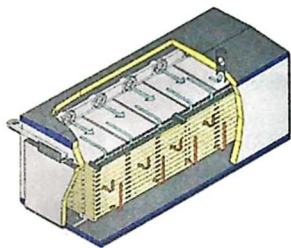
კამერული) შრომა, რომელიც საშუალებას იძლევა, არა მარტო შევამციროთ შრობის ღირებულება, არამედ გავაუმჯობესოთ მასალის ხარისხი შრობის პირველ ეტაპზე კამერაში თანაბარტენიანი გარემოს შექმნით.

ატმოსფერულ შრომას ფართოდ იყენებენ დახერხილი ხის მასალის შესაშრობად პროდუქციის სეზონური გადატვირთვისას (საზღვაო პორტებში), აგრეთვე ისეთ რაიონებში, სადაც ხელი არ მიუწვდებათ კამერულ შრომაზე.

კამერული (ხელოვნური) შრომა (ნახ. 1.27) ყველაზე გავრცელებული სახეობაა. შრომისათვის სითბოს წყაროდ შეიძლება გამოვიყენოთ ქვაბიდან მოწოდებული ორთქლი ან ნაშწი აირი, რომელიც მიიღება სპეციალურ საცეცხლეში საწვავის წვის შედეგად. ცხელი ორთქლი მიწოდება კამერის კალორიფერებს (ლითონის მილების სისტემას), რომელიც ათბობს შიგა სივრცეს. კამერაში არსებული გარემოს მიხედვით გამოიყენება ორთქლ-ჰაეროვანი და აირული კამერები.

მუშაობის რეჟიმის მიხედვით განასხვავებენ პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების საშრობ კამერებს. პერიოდულში ტენიანი მასალის ჩატვირთვა ხდება ერთი ბოლოდან, ხოლო უწყვეტში - ჩატვირთვა ერთიდან, გადმოტვირთვა კი მეორედან. კამერაში გამშრობი აგენტის ტემპერატურა და ტენიანობა იცვლება „სველი“ ბოლოდან „მშრალისაკენ“: ტემპერატურა იზრდება, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა - მცირდება. გარდა ამისა, უწყვეტი მოქმედების კამერა საშუალებას იძლევა შრომას მიეცეთ

კონვეიერული სახე, რაც საგრძნობლად ზრდის წარმადობას და თანაც მეტად მოსახერხებელია საწარმოსათვის. კამერული შრობის ეტაპებია:

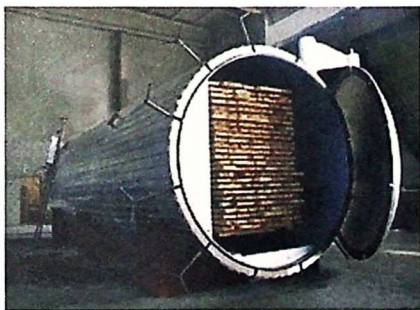


- საშრობი კამერის მომზადება;
 - მასალის მომზადება;
 - მასალის შრობა;
 - გამშრალი მასალის გადმოტვირთვა და დაყოვნება გასაციებელ სათავსში;
 - მასალის ტენიანობის კონტროლი.
- კამერული შრობის უპირატესობაა მასალის გაშრობა ტენიანობის საკირო სიდიდემდე, შრობის პროცესის კონტროლი, დროის ეკონომია და საწარმოო ფართობის სიმცირე.

ნახ. 1.27. საშრობი კამერა.

ძირითადი ნაკლი კი ისაა, რომ აუცილებლად საკიროებს სტაციონარულ შენობას.

ვაკუუმური შრობა მიმდინარეობს კამერებში (ნახ. 1.28), რომლებშიც წინასწარაა ამოტუმბული ჰაერი (შექმნილია ვაკუუმი). შრობის პროცესში მერქანში ტენის, ტემპერატურისა და წნევის გრადიენტების ზემოქმედებით მიმდინარეობს მერქანში არსებული თავისუფალი და შეკავშირებული წყლის თანაბარი მოძრაობა მასალის სიღრმიდან ზედაპირისაკენ. რბილი ტემპერატურული რეჟიმი (45-62°C) და ჰაერის გაიშვიათება ხელს უწყობს მერქნის სითბო- და ტენიანობის მახასიათებლების თანაბარ ცვალებადობას. მშრალი გარე ფენები შეიწოვს ტენს შიგა სველი ფენებიდან.



ნახ. 1.28. ვაკუუმური შრობის კამერა.

შრობა ვაკუუმური უზრუნველყოფს მერქნის თანაბარ შრობას, რომლის პროცესში არ ჩნდება შიგა ძაბვები და შესაბამისად ადგილი არ აქვს მასალის დაბრეცას და დასკდომას.

კონტაქტურ შრობას იყენებენ ბრტყელი მასალების, ძირითადად ფიცრის, გასაშრობად. პროცესი მიმდინარეობს ღია კამერაში შემდეგნაირად: გასაშრობ ფიცარს ათავსებენ 150°C-მდე გაცხელებულ ორ ლითონის ფილას შორის.

მეთოდის უპირატესობა ისაა, რომ შრობას სჭირდება სულ რამდენიმე წუთი. უარყოფითი - მერქნის ზედაპირის ფერცვლა სიშავისაკენ.

შრობა ელექტროველში ხორციელდება მაღალი სიხშირის დენის გამოყენებით. გასაშრობი მასალა თავსდება ლითონის ფილებს შორის, რომელიც უერთდება ელექტრულ ქსელს. იქმნება კონდენსატორი, რომელშიც დიელექტრიკის როლს ასრულებს მერქანი. ელექტროდენი ხშირად იცვლის მიმართულებას (ნიშანს), რის გამოც მერქანი ცხელდება და მისგან ორთქლდება ტენი. თუ პროცესი მიდის 100°C ტემპერატურაზე ზევით, მაშინ მას უწოდებენ გამოორთქლას, ხოლო თუ $t < 100^{\circ}\text{C}$ -ზე, მაშინ - აორთქლებას. ამ მეთოდით შრობა მიმდინარეობს ორთქლით გაჯერებულ გარემოში, ამიტომ მერქანი მუდმივად

იმყოფება დაორთქლილ მდგომარეობაში და არ აღინიშნება მასალაში ბზარების გაჩენა და დეფორმაციების წარმოქმნა.

კონვექციური (სითხეებში) შრობა ხდება აბაზანაში, რომელშიც შრობის აგენტად გამოიყენება წყალში უხსნარი ზეთოვანი ან პარაფინოვანი სითხეები, აგრეთვე გათხევადებული ლითონები, გოგირდი, წყალში ხსნადი ჰიგროსკოპული მარილები. მრეწველობაში დიდი გავრცელება პოვა შრობამ პეტროლატუმის გამოყენებით (ნავთობის გადამუშავების შედეგად ნარჩენი მოყვითალო პროდუქტი, რომლის ლღობის ტემპერატურაა 56°C). დახერხილი მასალა თავსდება აბაზანაში ლითონის კონტეინერებით. როცა სველი მერქანი ჩაიძირება 100°C ტემპერატურამდე გაცხელებულ პეტროლატუმში, მერქანში არსებული ტენი სწრაფად ცხელდება, ორთქლდება და გამოდის მასივიდან გარეთ. შრობა მიმდინარეობს ატმოსფერული წნევის ქვეშ 120-130°C ტემპერატურაზე. ხანგრძლივობაა 6-8 სთ, რაც 5-7-ჯერ ნაკლებია იმ დროსთან შედარებით, რომელიც სჭირდება მერქანს კამერული შრობის დროს. პეტროლატუმის ხარჯი შეადგენს 25-40 კგ/მ³.

ამ ხერხის უარყოფითი მხარეა მერქნის ზედაპირის გაჭუჭყიანება, რაც ამწელებს შემდგომში მის დამუშავებას და დაწებებას. ხშირად ამ სახის შრობას შეათავსებენ მერქნის ზეთოვანი ანტიესპტიკებით გაჟღენთვასთან. სითხეებში შრობა გამოიყენება მაღალი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენებისა და კავშირების, შპალების, ხიდების და სხვ. შემთხვევაში.

შრობის პროცესში სორტამენტის სხვადასხვა ნაწილში ტენიანობის სხვადასხვაობა იწვევს შიგა ძაბვების გაჩენას გარე დატვირთვების მოქმედების გარეშე, მოცულობის არათანაბარი ცვლილების გამო, გაწონასწორებული მოცემული ტენის საზღვრებში.

მერქნის შრობის დროს შეუძლებელია თავიდან ავიცილოთ შიგა ძაბვების გაჩენა (განსაკუთრებით სითხეებში შრობისას), თუმცა შრობის რეჟიმის ზუსტი დაცვით შეიძლება შევამციროთ ან სრულად მოვხსნათ ისინი, თუ ჩავატარებთ ტენტობოდამუშავებას. ამ მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ შრობის დამთავრების მომენტში ან ძაბვების ნიშნის ცვლილების დროს მერქანზე მოქმედებენ მაღალი ტემპერატურისა და ტენიანობის ჰაერით, რომლის საშუალებითაც ზედაპირული ფენები (რომლებშიც მოქმედებს მკუმშავი ძაბვები) ტენიანდება და წარმოიშობა შეკლების ნარჩენი დეფორმაციები, რომლებიც კომპენსაციას უკეთებენ შრობის ადრეულ ეტაპზე გაჩენილ წაგრძელების დეფორმაციას და ამგვარად ქრება ძაბვების წარმოშობის მიზეზი. რაც უფრო სქელაა მასალა, მით უფრო მეტია სისქეში ტენიანობის ცვლილება და შესაბამისად, შიგა ძაბვების მოსახსნელად საჭირო ხდება ტენტობოდამუშავების მრავალჯერ ჩატარება.

ტენტობოდამუშავება ჩვეულებრივ საშრობ კამერებში არ ხდება. მისთვის შექმნილია სპეციალური ჰერმეტიკული კამერა აღჭურვილი კალორიფერებით და წყლის გასაფრქვევი მილებით. ჩვეულებრივი ფიცრის ($\delta = 22-31$ მმ) ტენტობოდამუშავების ხანგრძლივობა გრძელდება 2-6 სთ.

შრობის დამთავრების შემდეგ მასალა კამერაში რჩება 1-2 დღე, რათა გაცივდეს 30-40°C ტემპერატურამდე და შემდეგ ხდება მისი გადმოტვირთვა და გაგზავნა დანიშნულებისამებრ.

შრობის შემდეგ შესაძლო დეფექტების სახეებია:

- დახერხილი მასალის შტაბელის არასრულყოფილი გაშრობა;
- შტაბელის მოცულობის მიხედვით მასალის არათანაბარი გაშრობა;
- მასალის სისქეში ან სიგრძეში არათანაბარი გაშრობა;

- მასალის დაბრევა;
- ობის გაჩენა ზედაპირზე;
- დანაოკება;
- ზზარების გაჩენა;
- შეფერილობის შეცვლა.

დახეხილი ხის მასალის შრობის ხანგრძლივობა გამოითვლება ფორმულით

$$T = T_s \cdot A_0 \cdot A_r \cdot A_d \cdot A_b \cdot A_{\text{სპ}},$$

სადაც T_s არის შრობის საწყისი ხანგრძლივობა შრობის ნორმალური რეჟიმისას (60%-დან 12%-მდე) კამერაში ჰაერის რევერსული ცირკულაციით (საშრობი აგენტის საანგარიშო სიჩქარე 1 მ/წმ), სთ; $A_0, A_r, A_d, A_b, A_{\text{სპ}}$ - კოეფიციენტები, რომლებიც შეესაბამებიან ცირკულაციის ინტენსივობას, შრობის რეჟიმს, საწყის და საბოლოო ტენიანობას, შრობის ხარისხსა და მასალის სიგრძეს.

შრობის საწყისი ხანგრძლივობა დამოკიდებული მასალის სახეობასა და განიკვეთის ზომებზე.

შრობის პროცესში, მასალა რომ არ დაიბრიცოს, მას ამყოფებენ ფიქსაციის მდგომარეობაში (დაწნევის ქვეშ).

შტაბელის დაწყობის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ფიცრები იდეალურად ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში დაწყობილი იქნეს სუფთად გარანდულ შუასადებებზე. ფიცრის თითოეული რიგი უნდა იყოს აგრეთვე მკაცრად ვერტიკალურ სიბრტყეში. ამ პირობების დაცვით ფიცრის ფიქსაცია უზრუნველყოფილია თვით მერქნის მასით ზედა 2-3 რიგის გამოკლებით.

1.8. ტემპერატურის გავლენა მერქნის სიმტკიცეზე

ტემპერატურის აწევა იწვევს მერქნის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუარესებას. 100°C-მდე ეს ცვლილებები შექცევადია, ანუ ნორმალურ ტემპერატურამდე გაცივების შემდეგ თვისებები აღდგება.

ავტორის მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებით^{*} დადგინდა, რომ ფიჭვისა და ლარიქსის მერქნის სიმტკიცის და დრეკადობის მაჩვენებლები ტემპერატურის მატებასთან ერთად მნიშვნელოვნად მცირდება. ტემპერატურის აწევით 20-დან 150°C-მდე სიმტკიცე კუმშვაზე ბოჭკოების გასწვრივ იცვლება ხაზოვანი კანონით, ხოლო ტემპერატურის შემდგომი მატება განაპირობებს სიმტკიცის მკვეთრ დაცემას. გაჭიმვისა და ახლურის დროს ბოჭკოების გასწვრივ ტემპერატურის მატება იწვევს სიმტკიცის კლებას ხაზოვანი დამოკიდებულებით თითქმის ნიმუშის რღვევამდე. ლუნვისას 60°C-მდე ტემპერატურის

* ექსპერიმენტები ჩატარდა მოსკოვის ოლქის ქ.მალაშინაში რუსეთის შინაგან საქმეთა სამინისტროს ხანძარსაწინააღმდეგო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ინჟინერ ვ.ხარტილოვთან ერთად და საქართველოს საშენი მასალების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ინჟ. ვ.ბერიასა და ს.მანველოვთან ერთად.

მატებით მერქნის სიმტკიცე ინტენსიურად მცირდება და შეადგენს საკონტროლო ნიმუშების 60%-ს, ხოლო ტემპერატურის შემდგომი მატება სიმტკიცის კლებას იწვევს თანდათანობით, ხაზოვანი კანონით და 230°C-ზე შეადგენს საწყისი სიმტკიცის 30%-ს. დრეკადობის მოდულის მნიშვნელობა 100°C-მდე პრაქტიკულად არ იცვლება, ხოლო შემდეგ სწრაფად მცირდება და 230°C-ზე შეადგენს საწყისი დრეკადობის მოდულის 34-38%-ს.

მერქნის დეფორმაცია 20-230°C დიაპაზონში კუმშვისას ბოჭკოების გასწვრივ და ღუნვისას, ჯიშისაგან დამოუკიდებლად, დატვირთვისას, რომელიც შეადგენს სიმტკიცის ზღვრის 50%-ს, იზრდება თანაბრად, ხოლო დატვირთვის შემდგომი ზრდისას დეფორმაციის სიდიდე მატულობს. გაჭიმვისას ბოჭკოების გასწვრივ მერქანი რღვევამდე მუშაობს, როგორც დრეკადი მასალა; ახლერისას დატვირთვის დასაწყისში იზრდება ინტენსიურად, ხოლო როცა მბეზა მიაღწევს სიმტკიცის ზღვრის 50-60%-ს, დეფორმაციის განვითარების სიჩქარე კლებულობს.

დადგენილია, რომ წინასწარი ტემპერატურული დამუშავება 200°C-მდე მერქნის სიმტკიცეს კუმშვასა და ღუნვაზე ზრდის 11-17%-ით, ხოლო გაჭიმვასა და ახლერაზე ამცირებს 11-23%-ით. დრეკადობის მოდული იზრდება 6-9%-ით. დეფორმირებადობა კლებულობს 3-25%-ით (ცხრილი 1.2).

მერქნის სიმტკიცეს ამცირებს არა მარტო ტემპერატურის მატება, არამედ ტენიანობისაც. ერთდროულად ორივეს მოქმედება უფრო მეტად ამცირებს სიმტკიცეს, ვიდრე ერთ-ერთისა ცალკე. ტენიანობის ზრდა მოქმედებს მერქნის გაჯერების ზღვრამდე (30%), შემდგომი მატება პრაქტიკულად არავითარ ზემოქმედებას არ ახდენს მერქნის სიმტკიცეზე.

ქვემოთ მოყვანილია 1.3 და 1.4 ცხრილები, სადაც მოცემულია ტემპერატურისა და ტენიანობის გავლენა მუხისა და ფიჭვის მერქნის სიმტკიცეზე.

ცხრილი 1.2

მერქნის ჯიში	სიმტკიცის და დეფორმაციის ცვლილების α_s და α_d კოეფიციენტები ფიჭვისა და ლარიქსის მერქნის ნიმუშებისათვის, რომლებიც წინასწარ იყო გაცხელებული 200°C ტემპერატურაზე							
	კუმშვა ბოჭკოების გასწვრივ		გაჭიმვა ბოჭკოების გასწვრივ		ახლერა ბოჭკოების გასწვრივ		სტატიკური ღუნვა	
	α_s	α_d	α_s	α_d	α_s	α_d	α_s	α_d
ფიჭვი	1,7	0,92	0,8	0,88	0,89	0,94	1,13	0,83
ლარიქსი	1,14	0,86	0,81	0,87	0,77	0,97	1,11	0,75

მერქნის სიმტკიცის ცვლილება 10-დან 100°C-მდე გაცხელებისას ნაჩვენებია დიაგრამაზე (ნახ. 1.29), რომლის ანალიზი აჩვენებს, რომ ამ დროს სიმტკიცე გაჭიმვაზე კლებულობს 16%-ით, კუმშვაზე - ორჯერ, ხოლო სტატიკური ღუნვის დროს სიმტკიცე საგრძნობლად მცირდება.

მაღალი ტემპერატურის გავლენით მერქნის ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესების ერთ-ერთ მოწინავე მიმართულებად ითვლება მერქნის თერმომოდულიფიკაცია, რომელიც გულისხმობს ჩვენთვის საკმაოდ ცნობილი ჯიშების (არყის ხე, წიფელი, მუხა, ნაძვი,

ცაცხვი, ლარიქსი, თხმელა, ფიკვი, კოპიტი და სხვ.) სპეციალური ტექნოლოგიით თერმულ დამუშავებას, რაც ამაღლებს მერქნის მდგრადობას გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედებისადმი, სიმტკიცეს, ასტაბილიზებს გეომეტრიულ ზომებს.

ცხრილი 1.3

მუხის მერქნის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე ბოჭკოების გასწვრივ

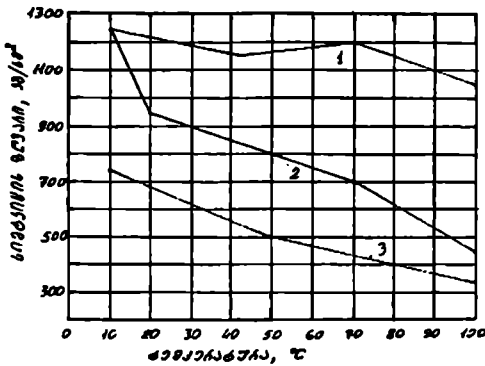
ტემპერატურა, °C	სიმტკიცის ზღვარი კგ/სმ ² , ტენიანობისას, %					
	0	9	15	30	45	60
25	91,5	59,5	47,1	30,5	31,7	30,8
45	84,5	50,0	38,7	24,0	25,1	24,0
60	79,3	42,8	32,2	18,3	20,0	18,9
80	72,6	33,0	23,8	12,8	13,4	11,4
100	65,9	23,5	15,1	6,3	7,1	5,6

ცხრილი 1.4

მაღალი ტემპერატურის გავლენა მერქნის სიმტკიცეზე ბოჭკოების განივად გაჭიმვისას

ჯიში	ტემპერატურა, °C	სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე, კგ/სმ ²					
		რადიალურად, მერქნის ტენიანობისას, %			ტანგენციალურად, მერქნის ტენიანობისას, %		
		15	25	50	15	25	50
ფიკვი	20	50	40	32	32	25	24
	40	45	28	27	27	21	19
	80	35	24	23	23	14	12
მუხა	20	79	76	68	75	59	56
	40	73	66	59	66	50	43
	80	54	43	40	41	29	28

160-250°C ტემპერატურაზე გაცხელება (მერქნის ჯიშსა და საბოლოო პროდუქტზე მოთხოვნის გათვალისწინებით) ისეთი საშუალო სიმაგრის ჯიშებისა, როგორცაა არყი, ნამვი, ფიკვი, ცაცხვი, თხმელა, უზრუნველყოფს მათ გადაყვანას მეორე ჯგუფის სიმაგრის მქონე მასალებში (მუხა, წითელი კედარი). ასეთი მერქნის მედეგობა გარემო დამაზიანებელი ფაქტორებისადმი უახლოვდება ტროპიკულ ჯიშებს, როგორცაა ტექტონა, იროკო და სხვ.



ნახ. 1.29. მაღალი ტემპერატურის გავლენა ფიჭვის მერქნის სიმტკიცეზე 12% ტენიანობისას: 1-გაჰიშვა ბოჭკოების გასწვრივ; 2 - ლუნვა; 3 - კუმშვა ბოჭკოების გასწვრივ.

თერმომოდულიფიცირებულ მერქანს მთელ სისქეზე უფრო გააკრებული შეფერილობა აქვს, ხოლო ფაქტურა - უფრო თანაბარი და მკვრივია. ასეთი მერქანი წარმატებით გამოიყენება სახლების შიგა და გარე შეფიცვისათვის, ბაღის ავეჯის, მცირე არქიტექტურული ფორმების, პარკეტის, მასიური იატაკებისათვის.

1.9. მოთხოვნები ხარისხისადმი და მასალის შერჩევა მზიდი კონსტრუქციებისათვის

მთელს მსოფლიოში საშენი მასალების ახალი ტექნოლოგიების განვითარების ტენდენციები პრაქტიკულად ერთნაირია. ისეიძლება დავახასიათოთ ერთი ფრაზით: ტექნოლოგიების შექმნა, რომელიც საშუალებას მოგვცემს, მივიღოთ გაუმჯობესებული საქსპლუტაციო თვისებების მასალები. ახალი მასალები გამოირჩევა არა მარტო შეძენილი თვისებებით, არამედ იმითაც, რომ განვსაზღვროთ, რამდენად წინ წავიდა ის „ორიგინალთან“ - ნატურალურ მერქანთან შედარებით. ყველა მანიაპულაცია, ჩატარებული მერქანზე, რომელიც გამოიყენება საშენი მასალების წარმოებაში, ძირითადად მიმართულია მერქნის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესებისაკენ - ვაქციით იგი უფრო მტკიცე, დრეკად, ხანგამძლე და ცეცლგამძლე მასალად.

მზიდი კონსტრუქციების დასამზადებლად ფიჭვის, ძელებისა და მორების გამოყენების შემთხვევაში დაუშვებელია მნიშვნელოვანი მანკების არსებობა, განსაკუთრებით კონსტრუქციის იმ ნაწილში, რომელიც გაჰიშვავა მუშაობს. ხის მანკი არის ხის ნორმალური ანატომიური აგებულობიდან გადახრა და, ბუნებრივია, ეს ამცირებს მერქნის ხარისხს და ზღუდავს მისი გამოყენების არეალს.

ტყის პროდუქტები დაყოფილია ხარისხებად (I, II, III, IV და B) მანკების სიდიდისა და სახეობის შესაბამისად. მშენებლობაში საშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოსაყენებელი მერქნისათვის საშენებლო ნორმებით გაწერილია არაერთი მოთხოვნა, თუმცა დახერხილი ხის მასალისა და მორების გამოყენებისას საჭიროა გავითვალისწინოთ შემდეგი:

ა) წლიურ რგოლებს შორის დაშორება ანუ წლიური რგოლების სისქე არ უნდა იყოს 5 მმ-ზე მეტი, ხოლო მასში გვიანი მერქნის შემცველობა - 20%-ზე ნაკლები;

ბ) დაწებებულ ლუნვად ელემენტებში განაპირა (გაჭიმული) I და II ხარისხის დახერხილ მასალაში და 6მ მმ-ზე ნაკლები სისქის ფიცრებში, რომელიც დგას წიბოზე და მუშაობს გაჭიმვაზე, დაუშვებელია გულგულას არსებობა.

დაწებებულ კონსტრუქციებში შესაწებებელი ფიცრების სისქე უნდა იყოს 33 მმ-ზე ნაკლები. სწორხაზოვან ელემენტებში დასაშვებია 42 მმ-იანი სისქის ფიცრების გამოყენება, მაგრამ მათ უნდა გაუკეთდეს გრძივი ჩაჭრები (ჩანახერხები) ადგილობრივი ძაბვების მოსახსნელად.

ხის კონსტრუქციების დასაშვადებლად უმჯობესია გამოვიყენოთ გამშრალი წიწვოვანი ჯიშის მერქანი. ფოთლოვანი მაგარი ჯიშისა კი - წირწვიმალეების, სოგამანების, სადებების, ზედების, ქვესადებებისა და სხვა საპასუხისმგებლო დეტალებისათვის. მერქნის ტენიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 12-15%-ს.

დაწებებული კოჭები და ხის წამწეები უნდა დამზადდეს სამშენებლო აწევით, რომლის სიდიდე შეადგენს მალის 1/200 ნაწილს.

ხის კონსტრუქციები უნდა იყოს ღია, კარგად ნიავედებოდეს. დაუშვებელია „მკვდარი“ ზონების არსებობა, სადაც დაგროვდება მტვერი, ჭუჭყი, ტენი. ზედაპირი, მოთხოვნის შესაბამისად, უნდა დამუშავდეს ანტიცეპტიკებითა და ანტიპირენებით. კედელში ხის ელემენტის ჩამაგრების შემთხვევაში ეს ნაწილი შეიფუთება საიზოლაციო მასალით, ხოლო ტორსული ნაწილი თავისუფალი უნდა იყოს, რათა მერქანმა შეძლოს „სუნთქვა“.

დაწებებულ კონსტრუქციებში იყენებენ სამი ხარისხის მასალას: I-ს გაჭიმულ ზონაში; II-ს შეკუმშულში; III-ს ნეიტრალურ ღერძთან და მის მიმდებარედ.

1.9.1. მერქნის მანკები

მერქნის მანკი არის ხის ტანისა და ცალკეული ნაწილების განსაკუთრებული ნაკლი , რომელიც ზღუდავს მის გამოყენებას.

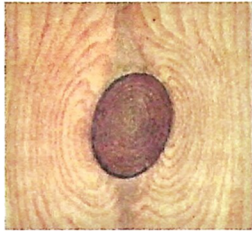
ბუნებრივი მანკები წარმოიშობა ხის ზრდის პროცესში არასასურველი კლიმატური პირობებისა და ადგილმდებარეობის, შემთხვევითი მექანიკური დაზიანებების, ბუნებრივი დაბერების, მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედების, მავნე მწერების, ფრინველების და მრღნელების ზემოქმედების შედეგად. ყველაზე ცუდ მანკად ითვლება მპალა, რადგან დამპალი მერქანი აბსოლუტურად უვარგისია გამოსაყენებლად.

მერქნის ძირითადი მანკების კლასიფიკაცია შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგნაირად:

- როკები;
- ბზარები;
- ხის ტანის ფორმის მანკები;
- ხის ტანის აგებულების მანკები;
- ქიმიური შეფერილობები;
- სოკოვანი დაავადებები;
- ბიოლოგიური დაზიანებები;
- მექანიკური დაზიანებები და დამუშავების მანკები;
- დაბრეცა.

როკი ხის ტოტის ჩანაზარდია ტანში (ნახ.1.30).

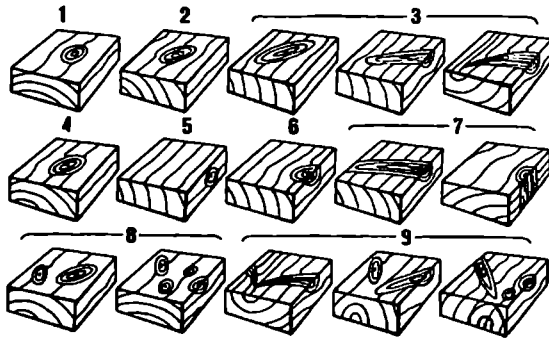
არსებობს როკების სხვადასხვა სახეობა (ნახ. 1.31). ის შეიძლება იყოს ღია ან მუქი ფერის, მკვრივი ან ფხვიერი, შეზრდილი მერქანთან ან თავისუფალი (გამოვარდნილი),ჯანმრთელი ან დამპალი. არსებობს თამბაქოვანი როკებიც, რომელიც რღვევის ბოლო სტადიაა და თამბაქოს ფერი აქვს. როკი აუარესებს მერქნის გარეგნობას, არღვევს ანატომიური აგებულობის ერთგვაროვნებას, იწვევს წლიური რგოლებისა და ბოჭკოების გამრუდებას, ამცირებენ მერქნის სიმტკიცეს ღუნვაზე და გაჭიმვაზე ბოჭკოების გასწვრივ, თუმცა ზრდის სიმტკიცეს განივი კუმშვისა და გრძივი ახლერის დროს.



ნახ. 1.30. მუქი ჯანმრთელი როკი (ფიჭვი).

როკიანობა ამცირებს დახერხილი ხის მასალის ხარისხს და შესაბამისად მის ღირებულებას.

ბზარი წარმოიქმნება ბოჭკოების გასწვრივ შიგა ძაბვების ზემოქმედებით მერქნის გაგლეჯის შედეგად. ის არღვევს მერქნის მთლიანობას, ამცირებს სიმტკიცეს, ზოგჯერ კი მერქანს საერთოდ უვარგისს ხდის მშენებლობისათვის. სახეობის მიხედვით ბზარების დახარისხებას აზრი აქვს მხოლოდ მსხვილი სორტიმენტებისათვის, მცირესთვის კი მას იხილავენ, როგორც ერთიან მანკს. გამოყოფენ განივ და ანატკერ ბზარებს.



ნახ. 1.31. როკების ძირითადი სახეობები: 1 - მრგვალი; 2 - ოვალური; 3 - წაგრძელებული; 4 - ფენოვანი; 5 - ნაწიბურის; 6 - წიბოვანი; 7 - შეზრდილი; 8 - ჯგუფური; 9 - გასშტოებული.

გულნაბზარი ბზარი (ნახ. 1.32) მზარდი ხის ტანის გულში გაჩენილი ბზარია, რომელიც მიმართულია რადიალურად გულიდან პერიფერიისაკენ და არ აღწევს ტანის ზედაპირს.

ანატკერი ბზარი (ნახ. 1.33) არის მზარდი ხის ტანის გულში გაჩენილი ბზარი, რომელიც მიმართულია წლიური რგოლების გასწვრივ. გადანაჭერში ჩანს, როგორც რკალისმაგვარი ბზარი, რომელიც შევსებული არ არის ფისით.

ყინულის ბზარები წარმოიქმნება მზარდი ხის ტანში ყინვებისას ტემპერატურის მკვეთრი დაცემის დროს. მისი გამომწვევი შეიძლება იყოს ხეზე მეხის დაცემაც.

შეშრობის ბზარი (ნახ. 1.34) გარე ბზარია, რომელიც წარმოიშობა მერქნის შრობის პროცესში და მიმართულია ზედაპირიდან გულისაკენ. გადანაჭერში ზოგჯერ ჩამოჰგავს გულნაბზარსა და ანატკეცს.



ნახ. 1.32. გულნაბზარი ბზარი.



ნახ. 1.33. ანატკეცი ბზარი.



ნახ. 1.34. შეშრობის ბზარები.



ნახ. 1.35. ხის წოწება.

ხის ტანის ფორმის მანკებს მიეკუთვნება:

წოწება (მრგვალი, წიბოვანი), გრძივი წიბოვნობა, ოვალურობა, ორმაგი წვერიანობა, კორძიანობა, კვანძოვნება, სიმრუდე.

წოწება (ნახ. 1.35) ისეთი მანკია, როდესაც ხის (მორის) დიამეტრი კონტიდან (ძირიდან) წვეროსაკენ თანდათანობით მცირდება და ეს შემცირება აჭარბებს 1 სმ-ს 1 გრძივ მეტრზე. წოწება ჩვეულებრივი მოვლენაა. მანკად ითვლება მხოლოდ ისეთი წოწება, რომელიც მეტია მითითებულ სიდიდეზე.

წოწება წიწვოვან ხეებს ნაკლებად ახასიათებს, ვიდრე ფოთლოვანს. ყველაზე დიდი წოწება შეინიშნება ხის წვერისაკენ, ყველაზე ნაკლები - შუა ნაწილში. ის ზრდის მერქნის ნარჩენებს დახერხვის დროს და ამცირებს მის ხარისხს.

გრძივი წიბოვნება ხის ტანზე ღრმა, გრძივი ჩაღრმავებების არსებობაა, რომელიც ვრცელდება სიგრძეში რამდენიმე მეტრზე. ასეთი მანკი შეიძლება ხეს ჰქონდეს არა მარტო ძირთან, არამედ მთელ ტანზეც. წიბოვნებისკენ მიდრეკილება აქვს წიფელს, რცხილას, თხმელას.

ოვალურობა მრგვალი მასალის ტორსის ფორმაა. წარმოქმნის მიზეზია ქარი, მზის სხივებით გადახურება და სხვ. ხშირად თან სდევს ისეთ მანკს, როგორცაა გულის გადაწვევა. რადიუსების შესაბამისად, წლიური რგოლების სისქე სხვადასხვაა. ოვალურობა მიუთითებს ხის ტანში გვერდელას არსებობაზე.

ორმაგი წვერი (ნახ. 1.36) მანკის ისეთი სახეობაა, რომელიც წარმოიშობა წვერის წონების სიკვდილით და მის ნაცვლად ორი გვერდითი შვეული ტოტის გაჩენით. ადგილს, სადაც მოხდა წვერის გაორება, *განშტოებას* ეძახიან. ხის ტანის ეს ნაწილი უვარგისია და დამუშავების დროს მიდის ნარჩენებში.

კორძი (თია) ხის ტანის ადგილობრივი გასქელებაა, რომელსაც თან სდევს მერქნის ჯავარიანობა. მისი სიმკვრივე მეტია, ვიდრე მერქნისა. წარმოქმნის მიზეზია ხის სხვადასხვა გამღობიანებლები და კამბიუმის ფენის დამზიანებლები. კორძს იყენებენ მოსაპირკეთებელ მასალად. მისგან ამზადებენ მცირე ზომის მხატვრულ ნაკეთობებს.



ნახ. 1.36. ხის ორმაგი წვერი.



ნახ. 1.37. ხის კვანძი (ნაძვი).

კვანძები (ნახ. 1.37) მანკის ისეთი სახეობაა, რომელიც გვხვდება ნაძვის ხეებში. ის არის ზედაპირული შეზრდილი როკების ერთობლიობა ყვითების სახით, სადაც უსისტემოდ დიდი რაოდენობის ტოტებია ამოზრდილი.

სიმრუდე (ნახ. 1.38) ხის ტანის გრძივი ღერძის გადახრაა ტანის გაღუნვის გამო. სიმრუდის გაზომვის დროს ძირიდან 1 მ ტანის სიმაღლე მხედველობაში არ მიიღება. ის მანკის ცუდი სახეობაა, რადგან ასეთი ხის ტანიდან მცირე რაოდენობის დახერხილი მასალა ამოდის. ხდება გრძივი ბოჭკოების ირიბად წაჭრა, რაც აქვეითებს მასალის ხარისხს. არსებობს მარტივი სიმრუდე (ერთი გაღუნვით) და რთული (ორი ან მეტი გაღუნვით).

სიმრუდის ნაირსახეობაა სპირალურობა (ნახ. 1.39), აქვს სპირალის მსგავსი ხის ტანის ფორმა, რომლის გადანაჭერი გვაძლევს ხელოვნურ ირიბფენიანობას.

ხის ტანის აგებულების მანკებს მიეკუთვნება: ბუნებრივი ირიბფენიანობა, ხელოვნური ირიბფენიანობა, გვერდელა, გაწელილი მერქანი, ფართოშრიანობა, ჯავარიანობა, ხვეულა, ჭვრიტე (თვალი), ჯიბე, გულგულა, გერი, მშრალგვერდიანობა, შენაზარდი, კიბო, ფისიანობა, ცრუ გული, ლაქიანობა, შიგა ნაქურთენი, დიდნაქურთენიანობა, წყალფენიანობა.

ბუნებრივი ირიბფენიანობა ანუ ბოჭკოების ტანგენციალური დახრილობა აღინიშნება ბოჭკოების სპირალური განლაგებისას ხის ღერძის ირგვლივ (დახერხილ მასალაში ტანგენციალურ ზედაპირზე ბოჭკოების დახრილი განლაგება). განისაზღვრება ხის ტანზე

ბზარების მიხედვით. ის ზრდის მერქნის სიმტკიცეს ახლებრისადმი. ხელს უწყობს გრძივ შეკლებას და დაბრეცას.



ნახ. 1.38. ხის რთული სიმრუდე.



ნახ. 1.39. ხის სპირალურობა (ირიბფენიანობა).

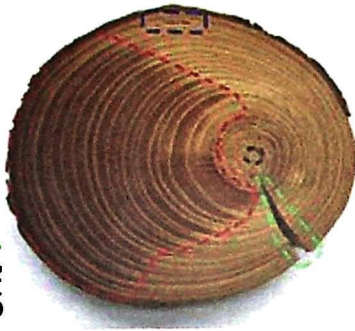
ხელოვნური ირიბფენიანობა ანუ ბოჭკოების რადიალური დახრილობა, იგივე წლიური რგოლების გადაჭრა, დახერხილი მასალის გრძივი ღერძის მიმართ წლიური რგოლების გადახრას მიიღება წოწებისა და სიმრუდის მანკების მქონე ხის ტანის დახერხვით, აგრეთვე ნორმალური მასალის არასწორი დახერხვით. ასეთი მანკიანი მერქანი ცუდად მუშაობს განივ დატვირთვაზე. უვარგისია მრუდი დაწებებული კონსტრუქციების დასამზადებლად. ამნელებს მასალის მექანიკურ დამუშავებას.

გვერდელა ხის ტანის ძირის ნაწილში აგებულიების ცვალებადობა გვიანი მერქნის წლიური რგოლების შესქელებით ან გამუქებით. გადანაჭერზე ჩანს, როგორც რკალისმაგვარი, იშვიათად რგოლური მუქი ფერის უბნები; დახერხილი მასალის გვერდით ზედაპირებზე - ასეთივე ფერის ზოლები. ახასიათებს გაღუნულ და დახრილად მდგარ ხის ტანს და ყველა რუკს. ხშირად თან სდევს გულგულას გადანაცვლება (ნახ. 1.40). ამალეებს მერქნის სიმტკიცესა და სიმაგრეს კუმშვისას და სტატიკური ღუნვისას, ხელს უშლის მერქნის მექანიკურ დამუშავებას, ამცირებს დარტყმით სიბლანტეს ღუნვისას და სიმტკიცეს გაჭიმვისას, მკვეთრად ზრდის შემრობას ბოჭკოების გასწვრივ, რაც ახლებრისა და გრძივი დაბრეცის მიზეზი ხდება. ეწინააღმდეგება გაყენთან, აუარესებს გარეგნობას.

განასხვავებენ მის შემდეგ სახეებს:

- ადგილობრივ გვერდელას - გვხვდება წვრილი რკალისებრი უბნების ან ზოლის სახით, რომელიც მოიცავს ერთ ან რამდენიმე წლიურ რგოლს (ნახ. 1.41);
- მთლიან გვერდელას - მნიშვნელოვანი უწყვეტი უბნებია, რომლებიც განლაგებულია გულგულას ერთ მხარეს და მოიცავს განივკვეთის ნახევარს ან მეტ ფართობს.

A
B
C
D



ნახ. 1.40. გულგულას გადანაცვლება. A - შემორობის ბზარი; B - მთლიანი გვერდელა; C - გადანაცვლებული გულგულა; D - ფისოვანი ჯიბე.



ნახ. 1.41. ადგილობრივი გვერდელა.

გაწელილი მერქანი ფოთლოვანი ჯიშის მერქნის აგებულების ცვლილებაა ტანის გაკიმულ ზონაში, რომელიც აისახება წლიური რგოლების სისქის მკვეთრ ზრდაში. შეიმჩნევა ზედაპირის შეფერილობის ცვლით. ტორსულ გადანაკერში აქვს რკალისმაგვარი უბნები, დახერხილ მასალაში, რომელსაც აქვს მკვეთრად გამოხატული წლიური რგოლები (მუხა, კოპიტ) - ვიწრო რგოლების სახით. ზრდის მერქნის სიმტკიცეს გაკიმვაზე ბოკოების გასწვრივ და დარტყმით სიბლანტეს ლუნვისას, ამცირებს სიმტკიცეს კუმშვისას ბოკოების გასწვრივ და სტატიკური ლუნვისას, აძლიერებს შემორობას ყველა მიმართულებით, რაც იწვევს დაბრეცასა და ბზარების გაჩენას, აძნელებს დამუშავებას.

ფართომრიანობა წლიური რგოლების სისქის გაზრდაა. ახასიათებს მიანდის ნაძვს, რომელიც იზრდება ტენიან ადგილებში. მერქანი რბილია და ნაკლებად მტკიცე.

ჯავარიანობა ანუ მერქანში ბოკოების უწესრიგო განლაგება გვხვდება ყველა ჯიშის მერქანში. ასეთი მერქნისაგანაა შედგენილი კორძები. ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს გაკიმვაზე, ლუნვასა და კუმშვაზე; ამაღლებს - ახლეჩაზე. აძნელებს ფიცრების გარანდვას, სამაგიეროდ ძვირფასი მასალა მოსაპირკეთებელი სამუშაოებისათვის.

არსებობს ჯავარიანობის ორი სახე: ტალღოვანი - ასე თუ ისე ბოკოების სწორი განლაგებით და ნაბურღი - ბოკოების უწესრიგო განლაგებით.

ხვეულა წლიური რგოლების ადგილობრივი გამრუდებაა, რაც გამოწვეულია როკებისა და შენაზარდების სიახლოვით. გამოიყურება, როგორც ნაწილობრივ გადაჭრილი აღუნული კონტური. ძალიან ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს, თუ განლაგებულია გაკიმულ ზონაში.

ნაკეთობაზე განლაგების მიხედვით არსებობს ცალმხრივი ხვეულა, რომელიც გადის ცალ ან ორ მოსაზღვრე მხარეს და გამჭოლი, რომელიც გადის დახერხილი მასალის ან დეტალის ურთიერთსაპირისპირო მხარეებზე.

ჭვრიტე (თვალი) ზრდაში განუვითარებელი მძინარე „თირკმლების“ ნაკვალებაა. ახასიათებს კარელიის არყის ხეს, ნეკერჩხალს, ალვის ხესა და კოპიტს (ნახ. 1.42).



ნახ. 1.42. ნეკერჩხლის „ჭვრიტე“
(თვალის).



ნახ. 1.43. „ჯიბე“ (ნაბე): ა - რადიალური კვეთი;
ბ - ტანგენციალური კვეთი; გ - ტორსული კვეთი.

ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს სტატიკური ღუნვისას და წინაღობას დარტყმითი ღუნვისადმი, თუ მდებარეობს გაჭიმული ზონის საშიშ უბანში. გავლენას არ ახდენს სიმტკიცეზე კუმშვისას და ახლფრისას.

არსებობს შემდეგი სახის ჭვრიტეები:

- გაბნეული - ერთმანეთისაგან 10 მმ-ითა და მეტად დამორებული;
- ჯგუფური - უბანზე შეყურსული სამი და უფრო მეტი, 10 მმ-ზე ნაკლები ზომისა.

ზოგჯერ უკავია 50...100 სმ²;

- ღია - გარეგნულად უახლოვდება მერქნის ფერს;
- მუქი - მერქანზე გაცილებით მუქი.

ჯიბე (ფისოვანი ჯიბე) წლიურ რგოლებს შორის არსებული ზოლია, რომელიც შევსებულია ფისით. ძირითადად ახასიათებს ნაბეს (ნახ. 1.43). ჯიბიდან გამონადენი ნივთიერება აფუჭებს ნაკეთობის ზედაპირს, ხელს უშლის შეწებებას, აკუმულირებს საჭრელ ინსტრუმენტებს და აუარესებს გარეგნობას. არსებობს ფისის ცალმხრივი და გამჭოლი ჯიბეები.

გულგულა არის ხის ტანის ცენტრალური ნაწილი, რომლის დიამეტრი 5 მმ-მდეა. შედგება მურა ან მერქანზე უფრო ღია ფერის ფხვიერი ქსოვილისაგან. არსებობს მისი ორი სახეობა:

- **ორმაგი გულგულა** - სორტიმენტში ორი (ან მეტი) დამოუკიდებელი წლიური რგოლების სისტემა, რომელიც გაერთიანებულია შემომფარველ ერთ სისტემაში (ნახ. 1.44). წარმოშობის მიზეზია ორმაგი წვერიანობა. ტანის გაორმაგება ან ორი მეზობელი ხის შერდა (ნახ. 1.45). გადანაჭერზე აქვს ოვალური ფორმა და შიგნით ჩანს შენაზარდი ქერქის ნარჩენები (ნახ. 1.46);

- **გადანაცვლებული გულგულა** - ექსცენტრულად განლაგებული გულგულა (ნახ. 1.47). გადანაჭერს ოვალური ფორმა აქვს. ასეთი მანკი მკვეთრად ამცირებს ხის ტანიდან საღი მასალის გამოსავლიანობას.

გერი არის ხის ტანზე ამოსული ტოტის კვდომის (ან ზრდის შეწყვეტის) შედეგად დარჩენილი როკი (ნახ. 1.48; 1.49). ღრმად ჩადის ტანში მახვილი კუთხით, აქვს გაწელილი ოვალის სახე და არღვევს მასალის მთლიანობას, ძალიან ამცირებს მის სიმტკიცეს გაჭიმვაზე და ღუნვაზე.



ნახ. 1.44. ორმაგი გულგულა.



ნახ. 1.45. ორმაგი შენაზარდი გულგულა.



ნახ. 1.46. ორმაგი გულგულა შუაში შენაზარდით.



ნახ. 1.47. გადანაცვლებული გულგულა.



ნახ. 1.48. „გერის“ ხედი.



ნახ. 1.49. „გერის“ მანკის კრილი ხის ტანზე.

მშრალგვერდიანობა ხის ტანის ზრდის პროცესში რაღაც ნაწილის კვდომის შედეგია, რომელსაც იწვევს მექანიკური დაზიანებები (ნახ. 1.50). როგორც წესი, არა აქვს ქერქი, ჩაღრმავებულია ტანში და შემოსაზღვრულია ზრდადი მერქნისა და ქერქის ზვინულით.



ნახ. 1.50. მშრალგვერდიანობა.



ნახ. 1.51. შენაზარდის გარე ხედი.

შენაზარდი შეზრდილი ჭრილობაა, რომელსაც თან სდევს გრძივი ღრეჩო (ნაპრალი, ჭკრიტე, ხვრელი), რომელიც შევსებულია ქერქისა და მკვდარი ქსოვილების ნარჩენებით (ნახ. 1.51). არსებობს შენაზარდი ღია (ნახ. 1.52) და დახურული (ნახ. 1.53) - შეზრდილი,



ნახ. 1.52. ღია შენაზარდი.



ნახ. 1.53. დახურული შენაზარდი.

ვალმხრივი და გამჭოლი ღია და მუქი ფერის.

ხის კიბო მანვის სახეობაა, რომელსაც სოკოებისა და ბაქტერიების ზემოქმედების შედეგად ჩაღმავებული ან ამობურცული სახე აქვს. დაავადებულ ადგილზე მერქანი არ იზრდება, მაგრამ ტანის საპირისპირო მხარეს გაძლიერებული ზრდის შედეგად წარმოიქმნება დამახასიათებელი „სიმსივნე“. წიწვოვან ჯიშებში თან სდევს გაფისიანება ან ფისის ჩამოდინება.

არსებობს ხის კიბოს ორი სახეობა: ღია (ნახ. 1.54) და დახურული (ნახ. 1.55; 1.56; 1.57), რომელიც გარეგნულად გაბერილ ქერქს და მერქანს ჩამოგავს.



ნახ. 1.54. ხის ღია „კიბო“.



ნახ. 1.55. ხის დახურული „კიბო“ (ქლიავი).



ნახ. 1.56. არყის ხის დახურული „კიბო“.



ნახ. 1.57. ხის დახურული „კიბო“ (თხმელა).

ფისიანობა წიწვოვანი ჯიშის მერქნის ისეთი უზანია, რომელიც უზვად არის გაუღენთილი ფისით. აქვს მუქი ფერი. პრაქტიკულად გავლენას არ ახდენს მერქნის სიმტკიცეზე, მაგრამ ამცირებს ჰიგროსკოპულობას, ამწელებს შეწებებას და ზედაპირის დამუშავებას.

ცრუ გული - მუქი, უთანაბროდ შფერილი გული, რომლის საზღვრები არ ემთხვევა წლიურ რგოლებს. ძირითადად გვხვდება ფოთლოვან ჯიშებში (არყის ხე, წიფელი, ნეკერჩხალი). ნაქურთენისაგან გამოყოფილია მუქი ზოლით. შეფერილობა: მუქი მურა, მურა წითელი, ზოგჯერ ლილისფერიც. გადანაჭერზე შეიძლება იყოს ცენტრალური, გადანაცვლებული, წრიული ან ვარსკვლავისებური (ნახ. 1.58). ცრუ გული გავლენას არ ახდენს მერქნის სიმტკიცეზე.

ლაქიანობა ფოთლოვანი ჯიშის მერქნის ნაქურთენის შეფერილობაა, რომელიც განპირობებულია ლაქებით ან ზოლებით. ის არ ამცირებს მერქნის სიმკვრივეს. ძირითადად გვხვდება გულისა და ნაქურთენის საზღვარზე. განასხვავებენ ლაქიანობის ორ სახეს: ტანგენციალურს - წრიული რგოლების გასწვრივ, მიჰყვება ხის ტანს ფესვებიდან წვეროსაკენ რამდენიმე მეტრის სიგრძეზე, ზოგჯერ წვერომდეც; რადიალურს - მერქნის შეფერილობის მკვეთრ ცვლას რგოებისა და კრილობების სიახლოვეს. განივკვეთზე მიმართულია ზედაპირისაკენ რადიუსის გასწვრივ. გვხვდება ყველა ფოთლოვანი ჯიშის მერქანში. აქვს ზოლის სახე წაგრძელებული, სოლისმაგვარი ბოლოებით. მას ხშირად უწოდებენ „მაქოს“ (ნახ. 1.59).



ნახ. 1.58. ვარსკვლავისებური „გრუ გული“.



ნახ. 1.59. ხის მანკი „მაქო“.

შიგა ნაქურთენი - გულის შიგნით არსებული წრიული რგოლები შეფერილობით და თვისებებით ისეთივეა, როგორც ნაქურთენის (ნახ. 1.60; 1.61). ადვილად ატარებს სითხეს. მიდრეკილია ლპობისაკენ. სიმტკიცე ისეთივე აქვს, როგორც გულს. ასეთი მანკები დამახასიათებელია ფოთლოვანი ჯიშის მერქნისათვის (მუხა, კოპიტ). ძვირფასია მოზაიკური სამუშაებისათვის.



ნახ. 1.60. შიგა ნაქურთენი (განივი კრილი).



ნახ. 1.61. შიგა ნაქურთენი (გრძობი კრილი).

დიდნაქურთენიანობა - ასეთი მანკის შემთხვევაში ხის ტანის განივკვეთში ნაქურთენის ფართობი გაცილებით მეტია გულის ფართობზე (ნახ.1.62). ასეთი მერქანი დაბალხარისხიანია. ნაქურთენის სიჭარბე შეიძლება თანაბრად განაწილებული ან ცალმხრივი იყოს.



ნახ.1.62. დიდნაქურთენიანობა (მუხა).

წყალფენიანობა მანკის ისეთი სახეობაა, როცა ხის გულის უბნები ტენის გავლენით არანორმალურად შავი ფერისაა. ის უმეტესად გვხვდება ხის ძირის ნაწილში, განივკვეთში ლაქების სახე აქვს, ხოლო სორტიმენტის გრძივ ჭრილში - ზოლებისა. გამოშრობის შემდეგ მუქი შეფერილობა ქრება და ფერმკრთალდება, მაგრამ ზედაპირზე წარმოიშობა წვრილი ბზარები. ახასიათებს ყველა სახის მერქანს.

ქიმიური შეფერილობა ახლადმოჭრილი მერქნის უბნების არანორმალური შეფერილობაა (ნახ. 1.63). ის ჩნდება ქიმიური და მთრიმლავი პროცესების შედეგად, უმეტესად მთრიმლავი ნივთიერებების დაჟანგვით.

განთავსებულია ძირითადად ხის ტანის გარე ფენებში (1-5 მმ). მერქნის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე გავლენას არ ახდენს, ცვლის მხოლოდ დახერხილი მასალის ზედაპირის ტექსტურას.

ქიმიური შეფერილობის მანკს მიეკუთვნება აგრეთვე სიყვითლე.



ნახ. 1.63. ხის მანკი - „ქიმიური შეფერილობა“.



ნახ. 1.64. წითელმკერდა ჭიანჭველას მიერ დაზიანებული მერქანი.

სოკოვანი დაავადებები მერქანს უჩნდება სოკოების ცხოველმოქმედების შედეგად. ასეთ მანკებს მიეკუთვნება:

- გულის სოკოვანი ლაქები, რომელიც ჩნდება მზარდ ხეში, უცვლის ფერს, მაგრამ არ ამცირებს მერქნის სიმარეს და არ აზიანებს სტრუქტურას;
- ობი - აფუჭებს მერქნის გარეგნობას და ბიძგს აძლევს ლპობის დაწყებას;
- სილურჯე - მერქნის ლურჯი ან მომწვანო შეფერილობა, რომელიც ფართოდ არის გავრცელებული. სიმტკიცეზე არ მოქმედებს, მაგრამ მერქანს აძლევს არასასიამოვნო შეფერილობას;
- ნაქურთენის ფერადი ლაქები - შეიძლება იყოს ნარინჯისფერი, ყვითელი,

ვარდისფერი და ყავისფერი.

- მშალა - მერქნის არანორმალური ფერის უბნები, რომელიც იწვევს სიმტკიცის შემცირებას. ასეთებია: ჭრელი საცრისებური, მურა მზარისმაგვარი, თეთრი ბოჭკოვანი, გარე ფაშარი, გულის, ნაჭურთენის და სხვა სახის სიდაშვლე.

მერქნისათვის, სოკოვან დაავადებებიდან ყველაზე საშიშია სახლის სოკოები.

ბიოლოგიურ დაზიანებებს (ნახ. 1.64) მიეკუთვნება მანკები, როგორცაა ზედაპირული სიღრმითი და გამჭოლი ჭიანჭამები, დაზიანებები პარაზიტი მცენარეებისაგან, მწერებისაგან, ფრინველებისაგან და სხვ.

ბიოლოგიური დაზიანებების გამოშვევია: ხოჭო, მოლუსკი, ტერმითი, ჭიანჭველა, კეპელა, კოდალა, ტარაკანი, კიბორჩხალა და ა.შ.

მექანიკური დაზიანებები და დამუშავების მანკები მოიცავს მექანიკური დაზიანებების ფართო ჯგუფს, რომელიც აღინიშნება ადამიანის ჩარევის შედეგად. ასეთებია: ტყის ჭრა, ხეების გასუფთავება ტოტებისაგან, დატვირთვა-ჩამოტვირთვა, შრომა, დახერხვა, დაკალიბრება, გაუღენთა, მონტაჟი და სხვ.

დაბრეცა სორტიმენტის ფორმის ცვლილებაა ჭრის, შრომისა და შენახვის ოპერაციების ჩატარებისას. არსებობს მისი შემდეგი სახეები:

- ფენოვანი გრძივი დაბრეცა - ფიციანი ილუნება ფენის სიბრტყეში. განასხვავებენ მარტივს და რთულს. მარტივია, როცა დაბრეცა ხდება ფენის სიბრტყეში მარტო ერთი გაღუნვით, რთულის შემთხვევაში კი ორი ან მეტი გაღუნვა არსებობს;

- გრძივი გაღუნვა წიბოზე - ფიციანი ილუნება წიბოს მხარეზე;

- განივი დაბრეცა - მასალის განივკვეთის ფორმის ცვლილება, მაგალითად, როდესაც სორტიმენტის განივკვეთი ღებულობს ღარის ან რომის ფორმას;

- ფრთიანობა - სპირალური დაბრეცა სიგრძეზე.

მუდმივი დანიშნულების შენობა-ნაგებობათა ელემენტების კატეგორიის შესაბამისად დადგენილია დახერხილი ხის მასალის მანკების შემდეგი შეზღუდვები:

- როკები I კატეგორიის მასალაში დასაშვებია, თუ მათ შორის მანძილი მეტია 50 სმ-ზე და II კატეგორიისაში - 40 სმ-ზე. ფიცრის (ძელის) სიგანეში როკის ზომა ნაკლები უნდა იყოს სიგანის $\frac{1}{4}$ - I კატეგორიის მასალაში, $\frac{1}{3}$ -ზე ნაკლები II კატეგორიის მასალაში და $\frac{1}{2}$ -ზე ნაკლები III კატეგორიის მასალაში;

- ირიბფენიანობა დასაშვებია არა უმეტეს 7 სმ-ისა I გრძივ მეტრზე I კატეგორიის, 10 სმ - II კატეგორიისა და 15 სმ - III კატეგორიის მასალისათვის;

- შეერთებების ზონებში დაუშვებელია მშალა ნებისმიერ ადგილას და ბზარები ახლერის სიბრტყეში;

- ჭიანჭამი და სილურჯე დაუშვებელია I და II კატეგორიის მასალაში. III კატეგორიის მასალაში დასაშვებია მხოლოდ ზედაპირული ჭიანჭამები;

- დახერხილ მასალაში ბზარები დასაშვებია სისქის $\frac{1}{4}$ -ზე (I კატეგორია) და $\frac{1}{3}$ -ზე (II კატეგორია). ფიცრის ზედაპირზე ბზარების ჯამური სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს სიგრძის $\frac{1}{4}$ -ს;

- გულგულა 6 სმ და მეტი სისქის ფიცრებში დაუშვებელია.

ანალოგიური შეზღუდვები არსებობს მრგვალ ხის მასალაზეც.

სოფმანების, წირწკიმალების, შუასადებებისა და სხვა წერილმანი საპასუხისმგებლო დეტალების დასამზადებლად გამოყენებული უნდა იქნეს მკვრივი, სწორბოჭკოვანი მერქანი როკებისა და სხვა მანკების გარეშე.

ლოპობისადმი ნაკლებად მედეგი მერქნის დეტალები ექვემდებარება ანტისეპტიკებით დამუშავებას.

დროებითი დანიშნულების შენობებისა და ნაგებობების შიდა კონსტრუქციების დასაშზადებლად დაშვებულია რბილი ფოთლოვანას ჯიშის მერქნის, აგრეთვე დაბალი ხარისხის წიწვოვანი ჯიშის გამოყენება.

მიწის ზევით მომუშავე ხის კონსტრუქციების ტენიანობა არ უნდა იყოს 25%-ზე მეტი. დროებითი ნაგებობებისათვის ტენიანობა ნორმირებული არ არის. დაწებებული კონსტრუქციების, სოგმანების, წირწვიმალეების, შუასადებების ტენიანობა არ უნდა აჭარბებდეს 15%-ს.

1.9.2. მოდიფიცირებული მერქანი

მოდიფიცირებული ეწოდება მერქანს, რომელიც დამუშავებულია რომელიმე ქიმიური ნივთიერებით (სინთეზური ფისით, ამიაკითა და სხვ.) მექანიკური სიმტკიცის ასამაღლებლად და წყალმდედგობის მისანიჭებლად. გაუღენთა ხდება მაღალი წნევის ქვეშ. მერქანში შესაყვანი ქიმიური ნივთიერებების (მონომერები, ოლიგომერები) პოლიმერიზაცია და პოლიკონდენსაცია მიიღწევა თერმიული დამუშავებით, რენტგენის ან α , β და γ სხივების საშუალებით კატალიზატორებთან ერთად.

მოდიფიცირებული მერქანში ჩვეულებრივთან შედარებით გაზრდილია სიმტკიცე სტატიკურ ღუნვაზე 75%-ით, შემცირებულია წყალშთანთქმა 3-5-ჯერ, ზედაპირული ცვეთა 1,5-2-ჯერ.

ტექნოლოგები უძველესი დროიდან ცდილობდნენ მერქნის ხარისხის გაუმჯობესებას. ისტორიიდან ცნობილია, რომ ძველი ვიკინგები მერქანს ამუშავებდნენ ცეცხლით მისი ხანგამძლეობის ასამაღლებლად. ძველი სლავები და გერმანელები ცხელ წყალში ასველებდნენ ან ხარშავდნენ ხის თხელ ფიცრებს სხვადასხვა ნაკეთობების დასაშზადებლად.

ინდიელები, სიმაგრის მისაცემად ხის შუბებს ამუშავებდნენ ღია ცეცხლში. შემორჩენილია უძველესი წისქვილის ბორბალი, დაშზადებული ნატურალურ ზეთით გაუღენთილი მერქნისაგან, რომელიც შემდეგ იქნა გაორთქილილი და გამომშრალი მზეზე. ნებისმიერმა დურგალმა იცის სწრაფად როგორ გავაშროთ ცაცხვი - ამისათვის საჭიროა მასალა ნახევარი საათი ჩავდოთ წყალში, შემდეგ შევახვიოთ პირსახოცში და დავდოთ გასაშრობად სითბოს წყაროს (ბუხარი, რადიატორი, ელექტროქურა) სიახლოვეს.

მერქნის მოდიფიკაციის თერმიული პროცესი (ნახ. 1.65) მოიცავს ტექნოლოგიას, რომლის დროს ხის მასალა ექვემდებარება ტემპერატურულ ზემოქმედებას სპეციალურ კამერაში, სადაც ტემპერატურაა 160-250°C, რის შემდეგაც მერქანი ღებულობს საუკეთესო ტექსტურას, ხოლო ჩვეულებრივი მერქანი სიმტკიცით ისეთივე ხდება, როგორც მუხა და წითელი კედარია.

მერქნის თერმოდამუშავება პირველად დაიწყო გერმანიაში და აშშ-ში გასული საუკუნის 30-იან წლებში. დამუშავება ხდებოდა 180-220°C ტემპერატურაზე წყლის ორთქლთან ერთად. მიღებული იქნა მასალა THERMOWOOD შესანიშნავი მახასიათებლებით. აღსანიშნავია, რომ ეს მასალა დღესაც გამოყენებაშია.

თერმომოდულიზაციის მერქანს პრაქტიკულად ვერ აზიანებს ბიომანებლები, არ ემინია ტენის, აქვს ამაღლებული ცეცხლმედეგობა და არ ლკება. ასეთი დამუშავების შემდეგ მერქანი ხდება ელიტური მოსაპირკეთებელი და საშენი მასალა, რომელიც არ ითხოვს რემონტს ან შეცვლას დიდი ხნის განმავლობაში.



ნახ. 1.65. თერმულად დამუშავებული ხის მასალა.

მერქნის ქიმიური პლასტიფიკაცია აირული ან წყალში გახსნილი ამიაკით გაცილებით ეფექტურია, ვიდრე გაორთქვლა. ის კარგად ილუნება და ფორმის მიცემის შემდეგ სწრაფად თავისუფლდება შიგა ძაბვისაგან. ამიაკით მოდიფიცირება წარმატებით გამოიყენება ფოთლოვანი ჯიშის მერქნისთვისაც. მაგალითად, ასეთი დამუშავებით არყის ხისა და ვერხვის მერქანი თვისებებით ისეთივე ხდება, როგორც მუხაა. კომერციული თვალსაზრისით უმჯობესია მოვახდინოთ დაბალხარისხოვანი და იაფი ჯიშის მერქნის (არყის ხე, ვერხვი, თხმელა, ცაცხვი) მოდიფიცირება, რითაც საბოლოო პროდუქტი იძენს ისეთ ახალ თვისებებს, რომელიც საჭიროა ექსპლუატაციისათვის.

მოდიფიცირების ახალი სახეობის პროდუქტია მუქანიკურ-ქიმიური მოდიფიცირებული მერქანი, რომელშიც მოდიფიკატორად გამოიყენება კარბამიდი. ტექნოლოგია ასეთია: პიველ ეტაპზე მერქანი იუღინთება წყალში გახსნილი კარბამიდის ხსნარით მეთოდით - „ცხელი - ცივი აბაზანა“ (დიფუზური) ან ავტოკლავი (იძულებითი); შემდეგ მიმდინარეობს შრობა (თუ საჭიროა დაწნეხაც) და ბოლოს თერმოდამუშავება, რომელიც აფიქსირებს მერქნის ახალ თვისებებს.

თუ გამოვიყენებთ სხვადასხვა დანამატებს მოდიფიკატორზე, შეიძლება მივიღოთ ამაღლებული სიმტკიცის, სიმგრის, ცვეთაგამძლე მერქანი, რომელიც მედეგია ლპობისა და ცეცხლისადმი.

არსებობს პოლიმერმოდიფიცირებული მერქანიც, ის გარეგნულად ჩამოკვავს ჩვეულებრივ მერქანს. წარმოებისათვის საჭიროა შშრალი მერქანი. გაუღვინა მიმდინარეობს მაღალი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში მაღალშელწევადობის პოლიმერებით, რომელთა სიმკვრივე ნაკლებია წყლისაზე. პოლიმერი შეაღწევს რა მერქანში, გადადის მკვრივ მდგომარეობაში შიგა ენერჯის ზემოქმედებით. მიიღება მყარი სტრუქტურა. მასალა ინარჩუნებს ბუნებრივი მერქნის გარეგნობას, აქვს მაღალი სიმტკიცე, მედეგია ტენისა და ტემპერატურის მიმართ, არის ეკოლოგიურად სუფთა პროდუქტი, გამოირჩევა კარგი თბოსაიზოლაციო და დიელექტრიკული თვისებებით. გაპრიალების

შემდეგ ზედაპირს არ სჭირდება შეღებვა და გალაქვა. ექსპლუატაციისას არ იცვლის ფერს, ფორმას, გეომეტრიულ ზომებს. აქვს მაღალი სიმტკიცე, სიმაგრე, სიმკვრივე, დარტყმითი სიბლანტე; არ ეშინია ჭუჭყის, ტენის, არ იბრიცება. უძლებს ტემპერატურულ ცვლადობას -150-დან +150°C-მდე.

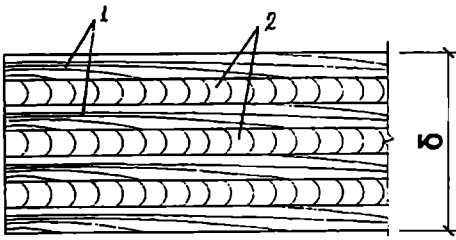
პოლიმერმოდირებული მერქნის გამოყენების არეა: პარკეტი, კარ-ფანჯრები, ჩარჩოები, ხის კონსტრუქციების ელემენტები, გარე კიბეები, მოაჯირები, ზღვისპირა ნაგებობები, სააგარაკე სახლები, ავეჯი, მოპირკეთება და სხვ.

მიუხედავად მაღალი ფასისა, მოდიფიცირებულ მერქანზე მოთხოვნა ყოველწლიურად იზრდება მისი უნიკალური დადებითი თვისებების გამო და რადგანაც მის დასამზადებლად ფოთლოვანი ჯიშის მერქანიც მისაღებია, ამიტომ მიზანშეწონილია, ასეთი წარმოების ამუშავება საქართველოს ხე-ტყით მდიდარ რომელიმე რეგიონში.

1.10. ხის ფენოვანი მასალები

ფენოვანი საშენი მასალებიდან ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ფანერი, მერქანბოკოვანი და მერქანბურბულელოვანი ფილები, ხის საშენებლო ფილა, სადურგლო ფილა, ფილა OSB და სხვ.

საშენებლო ფანერი (ფირფიცარი) კონსტრუქციული, მრავალფენიანი, ქარხნული წესით დამზადებული ფურცლოვანი საშენი მასალაა. ის შედგება კენტი რაოდენობის შპონების თხელი ფენებისაგან. შპონები მზადდება არყის ხის ან წიწვოვანი ჯიშის მერქნისაგან. მეზობელი შპონების ბოკოები ურთიერთმართობი მიმართულებითაა განლაგებული (ნახ. 1.66; 1.67), ხოლო ფანერის გარე შპონებს ერთნაირი მიმართულება აქვს.

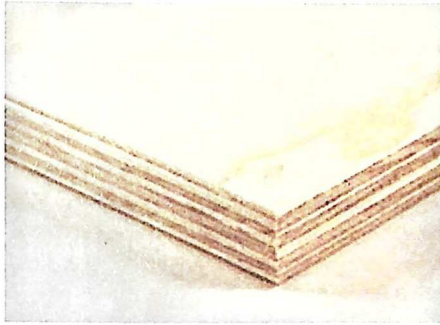


ნახ. 1.66. საშენებლო ფანერის განივკვეთის დეტალი: 1 - გრძივი ფენა; 2 - განივი ფენა.

საშენებლო საქმეში ძირითადად გამოიყენება დაწებებული და დაბაკლიტებული წყალმდეგი ფანერი. ფანერის შპონების დაწებება ხდება ფენოლოფორმალდეჰიდური ტიპის წყალმდეგი სინთეზური წებოების გამოყენებით. ეს იძლევა ამაღლებული წყალმდეგობის მარკის ფანერს, რომლის გამოყენება დაშვებულია ტენიანობის ყველა ჯგუფის შენობა-ნაგებობათა კონსტრუქციებში.

დაწებებული ფანერის ფურცლების სისქეა 1,5-12 მმ; სიგრძე - 2240, 2135, 1525, 1220 მმ, სიგანე - 1525, 1220 და 725 მმ. ამათგან პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული შვედფენიანი ფანერი, რომლის სისქეა 8-12 მმ, ფურცლის ზომა 1525×1525 მმ. 15 მმ-ზე მეტი სისქის ფანერს ეწოდება ფანერის ფილები. მისი სისქე 120 მმ-ს აღწევს.

დაწებებული ფანერის სიმტკიცე გარე ფენების მიმართულებით უფრო მაღალია, ვიდრე განივად, რადგანაც გრძივად ფენების რაოდენობა ერთით მეტია და გარე ფენები განლაგებულია ლენვისას მაქსიმალური ძაბვების ზონაში. ფანერის სიმტკიცე კრაზე 2,5-ჯერ აღემატება მერქნის სიმტკიცეს კრაზე ბოჭკოების მიმართულებით, რაც ფანერის დიდ უპირატესობაზე მიუთითებს. ფანერაში მანკების გავლენაც მცირეა.



ნახ. 1.67. ფანერი.

ჯვარედინა სტრუქტურის გამო ფანერს მერქანთან შედარებით ნაკლები ანიზოტროპულობა ახასიათებს. ამასთანავე დამახასიათებელია სიმტკიცის უფრო მაღალი მაჩვენებლები, დაბალი ბგერა- და თბოგამტარობა, ქიმიურად აგრესიული გარემოსა და ატმოსფერული ზემოქმედებისადმი მაღალი მედეგობა. ამ დადებითი თვისებების ერთობლიობა სამშენებლო კონსტრუქციებში მისი ფართოდ გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა, უპირველეს ყოვლისა,

შემომფარგვლელი კონსტრუქციების, წებოფანერის კოჭების, პანელების, წიბოვანი და ქარგილოვან-ზადისებრი თაღების დასამზადებლად.

დანიშნულების მიხედვით არსებობს ჩვეულებრივი დაწებებული, დეკორატიული, დაბაკელიტებული და ლამინირებული ფანერი.

წყალმედეგობის თვალსაზრისით ჩვეულებრივი დაწებებული ფანერი იყოფა შემდეგ მარკებად:

- **ФЦФ** (დამზადებული ფენოლფორმალდეჰიდურ წებოზე) ამალეებული წყალმედეგობის ფანერია. გამოირჩევა მაღალი სიმტკიცითა და ცვეთამედეგობით. ფანერის ყველაზე გავრცელებული სახეობაა;

- **ФК** (დამზადებული კარბამიდულ და ალბუმინოკაზეინურ წებოზე) საშუალოდ წყალმედეგი ფანერია. გამოიყენება სათავსების შიგა მოპირკეთებისათვის, ავეჯის წარმოებაში, ხის ტარის დასამზადებლად;

- **ФБА** (დამზადებული ნატურალური ალბუმინოკაზეინურ წებოზე) საშუალო წყალმედეგი ფანერია. არის ეკოლოგიურად სუფთა საშენი მასალა;

- **ФБ** (ფანერი, რომლის შპონები წინასწარ არის გაქვნილი ბაკელიტის ლაქით, შემდეგ კი შეწებებულია) მაქსიმალურ მედეგობას ამჟღავნებს აგრესიული გარემოს მიმართ. გამოიყენება ტროპიკული კლიმატის ქვეყნებში, ამალეებული ტენიანობის გარემოში და წყლის ქვეშაც კი;

- **БС** (დამზადებული ბაკელიტის წებოზე, **С** - აღნიშნავს სპირტში ხსნადს) მარკის ფანერი გამოირჩევა შესანიშნავი თვისებებით - ზემალალი სიმტკიცით, მედეგობით აგრესიული გარემოს მიმართ, მოქნილობით, დრეკადობით, წყალმედეგობით, არ ლპება, არ იყვანება. მას საავიაციო ფანერასაც უწოდებენ, რადგან ადრე წარმატებით გამოიყენებოდა ავიამშენებლობაში;

- **БВ** (დამზადებული ბაკელიტის წებოზე, **В** - აღნიშნავს წყალში ხსნადს) ფანერი

გამორჩევა ისეთივე თვისებებით, როგორც EC, იმ განსხვავებით, რომ მას არ ახასიათებს წყალმედეგობა, რადგან წებო, რომელზეც მზადდება, წყალხსნადია.

ზედაპირის სისუფთავის მიხედვით არსებობს გაუხეხავზედაპირებიანი, ერთ მხარეს გახეხილი და ორივე მხარეზე გახეხილი ფანერი.

ფენების რაოდენობის მიხედვით - სამფენიანი, ხუთფენიანი და მრავალფენიანია.

მერქნის ჯიშის მიხედვით - არყის ხისა და წიწვოვანი მერქნის (ლარიქსი, ფიჭვი, სოჭი, ნაძვი).

დეკორატიული ფანერი მზადდება ფისში გაყვანილი შპონების შეკვრის დაწნებით მაღალ ტემპერატურაზე. ცხელი დაწნება უზრუნველყოფს ზედაპირის დეკორატიული გამომსახველობის მკვეთრ გაუმჯობესებას. ხშირად ზედაპირის ტექსტურის გასაღამაზებლად იყენებენ ფისში გაყვანილ ქაღალდს, ქსოვილს, ფირს და 0,08-0,1 მმ სისქის მიკროშპონს, რომელსაც იღებენ წვირილფოროვანი ჯიშის ხის მორის დაჭურვებით.

დაბაკელიტებული ფანერი მზადდება წყალმედეგი ბაკელიტის წებოზე ძირითადად არყის ხის შპონისაგან. გამოდის ფილების სახით რომლის სიგრძეა 7700 მმ, სიგანე 2000 მმ-მდე, სისქე 5-16 მმ. იყენებენ სხვადასხვა მსუბუქი კონსტრუქციული ელემენტებისათვის, რომლებიც მომატებული ტენიანობის პირობებში მუშაობენ.

ლამინირებული ფანერი მზადდება ხის სქელი შპონების (0,35-4 მმ) შეწებებით ჩვეულებრივი ფანერის ანალოგიურად. გამორჩევა შეუდარებელი სიმტკიცითა და ფორმის სტაბილურობით. აკეთებენ 3- ან 5 ფენიანს წყალმედეგი წებოების გამოყენებით.

მცირე წონა, მაღალი მდგრადობა ტემპერატურული ცვალებადობის მიმართ, შესანიშნავი ფაქტურა, დაბალი ფასი - ეს ის თვისებებია, რომელიც ლამინირებულ ფანერს ძალზე პოპულარულს ხდის სამშენებლო საქმეში. განსაკუთრებით დიდი მოთხოვნა ამ ფანერზე ყალიბების დასამზადებლად, რომლებსაც იყენებენ სამოქალაქო თუ სამრეწველო დანიშნულების ორიგინალური ნაგებობების მშენებლობისათვის. ეს ყალიბები თავისი სიმსუბუქით, მოხერხებულობით, მრავალჯერ გამოყენების შესაძლებლობით, ზედაპირის თვისებებით, ფასით, ხელმისაწვდომობით გაცილებით მიზიდველი მასალაა, ვიდრე ლითონი, ფიცარი ან პლასტმასა.

ფანერის ყალიბებს იყენებენ საძირკვლების (ნახ. 1.68), გადახურვების (ნახ. 1.69), ატომური ელექტროსადგურების (ნახ. 1.70), ჰიდრონაგებობების (ნახ. 1.71), ესტაკადების (ნახ. 1.72), ხიდებისა (ნახ. 1.73) და სხვა ნაგებობების მშენებლობისათვის.

ხის ძვირფასი დეკორატიული ჯიშებიდან (მუხა, კაკალი, კოპიტა, ნეკერჩხალი, წიფელი) აზნადებენ გარანდულ ფანერს, რომელიც ავეჯისა და სამშენებლო ნაკეთობების დასაფანერებლად გამოიყენება.

არსებობს ფანერის მიღები, როლებიც უძლებენ 12 ატმ. შიგა წნევას. აზნადებენ არყის ხის მერქნისაგან ფენოლფორმალდეჰიდურ წებოზე. გამოიყენება არა მარტო სითხეების, არამედ ფხვიერი მასალების პნევმოტრანსპორტირებისთვისაც (დიამეტრით 1,5 მ-მდე).

მერქანბოჭკოვანი ფილა (რუსულად - ДВП) მერქნის ან მისი დაქუცმაცებული ნარჩენების ქაოსურად განლაგებული ბოჭკოების დაწნებით მიიღება. შეწებებისათვის გამოიყენება კანიფოლი, პარაფინი, ფენოლფორმალდეჰიდური ფასი და სხვ. ფილის დასამზადებლად იყენებენ მიდის ხის გადამამუშავებელი საწარმოს ნარჩენებს, აგრეთვე მოკრილი ხის ტანის და ტოტების წვეროებს, რომლებიც უვარგისია დახერხილი მასალის საწარმოებლად.



ნახ. 1.68. ყალიბი
საძირკვლისათვის.



ნახ. 1.69. ყალიბი
გადახურვისათვის.



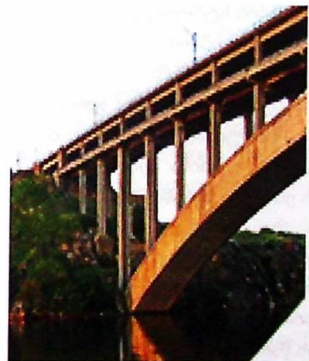
ნახ. 1.70. ყალიბი ატომური
ელექტროსადგურისათვის.



ნახ. 1.71. ყალიბი
ჰიდრონაგებობისათვის.



ნახ. 1.72. ყალიბი
ესტაკადისათვის.



ნახ. 1.73. ყალიბი
ხიდისათვის.

ფილა, როგორც კონსტრუქციული მასალა, მზადდება ორი სახისა: მაგარი და ზემამგარი. მაგარი ფილის სიმკვრივეა 850 კგ/მ³, სისქე - 3, 4, 5 და 6 მმ, სიგანე - 1200-1800 მმ, სიგრძე - 1200-3600 მმ. ზემამგარი ფილა მზადდება მერქანბოჭკოვანი მასისაგან, რომელიც გაუღნითილია წყალმედვეი ფისებით, ტუნგოს ზეთით და დამუშავებულია თერმულად. ფილის სიმკვრივეა 950 კგ/მ³, სისქე - 3 და 4 მმ, სიგანე - 1000-1800 მმ, სიგრძე - 1200-3600 მმ. საანგარიშო წინაღობა კუმშვასა და გაჭიმვაზე - 5-6 მპა.

მერქანბოჭკოვანი ფილის კონსტრუქციულ მასალად გამოყენების შემთხვევაში აუცილებელია მისი ანტისეპტირება.

ეს ფილები გამოიყენება სათავის შიგა მხარეიდან შემოსვისათვის, ძირითადად ზედაპირის გასწორების მიზნით. გარე არე არ გამოიყენება, რადგან ადვილად შთანთქავს ტენს, ხდება მისი გაჯირჯება და შესაბამისად სიმტკიცის დაკარგვა.

მერქანბურბუმელოვანი ფილა (რუსულად - ДСП) მზადდება დანაწევრებული ბურბუმელასა და ნახერხის დაწნებით. ფილას აქვს მაღალი სიმტკიცე ყველა მიმართულებით და გლუვი ზედაპირი. შემკვრელად გამოიყენება თერმორეაქტიული (ფორმალდეჰიდური, შარდოვანა-მელამინური) ფისები.

სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოიყენება ფილების ორი ტიპი: ჩვეულებრივი (მოუპირკეთებელი) და მოპირკეთებული ორივე მხრიდან. მისი სიმკვრივეა - 650-850 კგ/მ³. სისქე - 6-32 მმ, სიგანე - 1250-1750 მმ, სიგრძე - 2500-3500 მმ. ძირითადად გამოიყენება კედლების, ჭერისა და იატაკის შემოსვისათვის. ძალიან კარგი მასალაა იმ ზედაპირების შესამოსად, რომელსაც მოეთხოვება მაღალი სიხისტე, თანაც ეს მასალა ადვილად არ ტყდება.

ფანერთან და სხვა ფენოვან პლასტიკებთან შედარებით მერქანბურბუმელოვანი ფილები ნაკლებად პოპულარულია, რადგან ახასიათებს მნიშვნელოვანი ნაკლოვანებები: ნაკლებად მდებარეა ტენის მიმართ, ანუ სუფთა სახით, ზედაპირული ტენდამცავი საფარვლის გარეშე. მათი გამოყენება დაუშვებელია ნებისმიერი სახის სამუშაოსათვის და მეორე, თავის სტრუქტურაში ვერ იჭერს ისეთ მაკავშირებლებს, როგორცაა ლურსმანი და შურუპი. ფილის ორი ნაჭერის ერთმანეთთან შესაერთებლად საჭიროა საყელურიანი ჭანჭიკების გამოყენება.

სამშენებლო ხის ფილა გარეგნულად ჩამოჰგავს მერქანბურბუმელოვან ფილას, მაგრამ მისგან ძირეულად განსხვავდება. ის მზადდება არა ბურბუმელასა და ნახერხისაგან, არამედ ძელაკებისა და ლარტყებისაგან. სისქეში ერთნაირი და სიგანეში სხვადასხვა ზომის ეს ელემენტები შეწებდება და დაიფარება მოსაპირკეთებელი მასალით, როგორცაა შპონი, მერქანბოჭკოვანი ან მერქანბურბუმელოვანი ფილა. შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის პლასტიკების გამოყენებაც.

რადგანაც ასეთ ფილაში წებოს მცირე რაოდენობაა, ის საკმაოდ მსუბუქი და ერთდროულად მტკიცეა. ასეთ ფილებს მშენებლობის გარდა, წარმატებით იყენებენ ავეჯის წარმოებაშიც.

სადურგლო ფილა შედგება ლარტყების ფარებისაგან ირგვლივ შემოწებებული შპონით. არსებობს მისი შემდეგი სახეები: შემოსილი ფანერით ერთ ან ორ მხარეზე და შეუმოსავი; გახეხილი ერთ ან ორ მხარეს და გაუხეხავი; შეწებებული სინთეზური ან ცილის წებოთი. ფარებს ამზადებენ წიწვოვანი და ფოთლოვანი ორგანოების მერქნისაგან. კიდევების და

ზედაპირების შემოსვისათვის იყენებენ არყის ხის, წიფლის, ფიჭვის, თხმელის შპონსა და სადურგლო ფანერას.

არბოლიტი შედარებით ახალი საშენი მასალაა, გავრცელებულია რუსეთში და გამოიყენება დაბალსართულიანი სახცოვრებელი სახლების ასაშენებლად. არის მსხვილმარცვლოვანი კომპოზიტური მასალა რომელიც მიიღება ფორმამიმღები ნარევის გამყარებით. ნარევის შემადგენელი კომპონენტებია:

- სწრაფმყარებადი პორტლანდცემენტი;
- კირი ჰიდრავლიკური დანამატებით;
- დანაწევრებული ცელულოზის ნედლეული (ხის გადამამუშავებელი მრეწველობის დანაწილებული ნარჩენები, ნახრხი, ბამბისა და ბრინჯის დეროები);
- ქიმიური დანამატები ბეტონის ნარევის გამყარების დასაჩქარებლად და ცელულოზის შემავსებლის ნეიტრალიზაციისათვის (კალციუმის ქლორიდი, ოქსიკლორი, თიხამიწა);
- წყალი. სიმკვრივის მიხედვით არსებობს თბოსაიზოლაციო (500 კგ/მ³) და კონსტრუქციული (5-800კგ/მ³) არბოლიტი.

მშენებლობაში გამოიყენება მონოლითური არბოლიტი, არბოლიტის მცირე ზომის ბლოკები, მსხვილი ბლოკები და ოთახის (სათავსოს) კედლის ზომის იდენტური პანელები. გარდა ამისა, საცხოვრებელ სახლებში იყენებენ არბოლიტის სხვა კონსტრუქციულ ელემენტებს, როგორცაა გადახურვის ფილები, ზღუდარები, სავენტილაციო ბლოკები და სხვ.

არბოლიტის უარყოფითი თვისებაა დაბალი ტენმედეგობა, ამიტომ ზედაპირს, რომელიც შეხებაშია ჰაერთან, უნდა გადაეკრას ტენისაგან დამცავი ფენა.

ფილა OSB (Oriented Strand Board) - ხის ფილა დამზადებული ორიენტირებული გრძელი ბურბუმელასაგან (ხის ნაჭრებისაგან) სისქით 0,6 მმ-მდე და სიგრძით 140 მმ-მდე. მზადდება მაღალი ტემპერატურისა და წნევის ქვეშ დაწნევის მეთოდით. შესასწავებლად გამოიყენება წყალმდეგი წებოები (იზოციანური, შარდოვანა-მელამინურ-ფენოლფორმალდეჰიდური). ხის ნაჭრები ხალიჩისმაგვარად ეწყობა სამ ფენად. გარე ფენებს ქმნის ნაჭრები, რომლებიც ორიენტირებულია მზა ფილის გრძივი ღერძის გასწვრივ, ხოლო შუა ფენის ნაჭრები განლაგებულია მათ მართობულად. ასეთი სტრუქტურის შექმნით ვღებულობთ ანიზოტროპიულ მასალას - ამაღლებული სიმტკიცით ღუნვაზე და ამაღლებული დრეკადი სიმტკიცით ფილის მთავარი გრძივი ღერძის მიმართ. OSB ფილა „გაუმჯობესებული მერქანია“, უფრო მტკიცე და მოქნილია, რადგან ბრტყელ ნაჭრებში შენარჩუნებულია მერქნის ყველა დადებითი თვისება დეფექტებისა და მანკების გარეშე.

OSB ფილა ხისგან დამზადებული პირველი ფილაა, რომელიც შეიქმნა მშენებლობისათვის. ის თანდათან აძევებს ხმარებიდან ფანერას და მერქანბურბუმელოვან ფილებს.

შემაკავშირებელი და ზედაპირის სპეციალური დამუშავება (ContiFinish) უზრუნველყოფს ფილის წყალ- და ცეცხლმდეგობას, რომლითაც მნიშვნელოვნად უსწრებს მასიურ მერქანს. ის შედეგია ატმოსფერული ცვლილებებისადმი (ტენიანობის, ტემპერატურის), ადვილად სუფთავდება მტკერისაგან და მუშავდება ყველა იმ ინსტრუმენტით, რომელსაც ვიყენებთ სადურგლო წარმოებაში. ეს ფილები იმითაც გამოირჩევა, რომ ტანში კარგად იჭერენ ლითონის მაკვშირებლებს.

OSB ფილების წარმოებისათვის ძირითადად იყენებენ ფიჭვისა და ვერხვის ნარჩენებს. ფილაში მერქნის რაოდენობაა 95%, ხოლო შემკვრელისა 5%, ამიტომ ეს მასალა ეკოლოგიურად ყველაზე სუფთა ფილაა დღემდე არსებულ სხვა ფილებთან შედარებით, როგორც შუა მასალის, ისე წარმოების მხრივ. წებოს სიმცირე უზრუნველყოფს ფილის სიმსუბუქეს (სიმკვრივე 650 კგ/მ³), დაბალ თბოგამტარობას, ბგერაშთანთქმის კარგ უნარს, დამუშავების სიმარტივესა და არაჩვეულებრივ ესტეტიკურ გარეგნობას.

გამოდის ოთხი სახისა: OSB-1, OSB-2, OSB-3 და OSB-4. აქედან ყველაზე მოთხოვნადია OSB-3 მისი უნივერსალურობისა და დაბალი ფასის გამო. OSB-4 გამოირჩევა მაღალი ტენმედგობითა და ზემაღალი სიმტკიცით.

ფილების ძირითადი ზომებია: სისქე - 6, 8, 10, 12, 15, 18 და 22 მმ; სიგანე - 1045 მმ (OSB-3, სისქით 6 მმ) და 1250 მმ (ყველა დანარჩენი სისქის); სიგრძე - 2500 მმ.

თავი 2. ხის კონსტრუქციების დაცვა ცეცხლის, ბიოლოგიური მავნებლებისა და გარემოსაგან

მერქანი, თავისი მრავალი დადებითი თვისების გამო ძვირფასი კონსტრუქციული საშენი მასალაა, მაგრამ ამავე დროს ნაკლებად საიმედოა ექსპლუატაციაში, ვიდრე რკინაბეტონი, ლითონი, ქვა ან აგური.

რადგანაც მერქანი ორგანული წარმოშობის მასალაა, ადვილად ექვემდებარება ლოზბას და დაშლას ცეცხლის ზემოქმედების დროს, ამიტომ ხის კონსტრუქციების დაპროექტირების და დამზადების პროცესში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება მათ დაცვას ლოზბისა და ცეცხლისაგან.

მერქანი ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში განიცდის ცვლილებებს ფოტოქიმიური, ფიზიკური, მექანიკური, ბიოლოგიური ფაქტორების, აგრეთვე გარემოს ზემოქმედების გამო. გარდა ამისა, ატმოსფერული ზემოქმედების გავლენის სახე და ხარისხი დამოკიდებულია მერქნის ჯიშზე, სტრუქტურასა და მისი ზედაპირის დამუშავების ხერხზე.

ხის კონსტრუქციების ხანგამძლეობა დამოკიდებულია არა მარტო კვალიფიციურ დაპროექტებასა და მშენებლობაზე, არამედ ექსპლუატაციის პერიოდში მის დაცვაზე ცეცხლისაგან და ბიომავნებლებისაგან.

ხანძარი მიწისძვრასთან, გრიგალთან, წყალდიდობასა და მეწყერთან ერთად ნამდვილი უბედურებაა კაცობრიობისათვის. მას თან სდევს დიდი ზარალი და ხშირად ადამიანთა მსხვერპლიც. ამიტომ ნაგებობების ხანძარსაწინაღო დაცვას სჭირდება მშენებლობაში საკმაოდ დიდი კაპიტალური დაბანდება და რეალურად მოქმედი საშენებლო ნორმები.

განვითარებულ ქვეყნებში ყოველ 10-15 მაცხოვრებელზე წელიწადში ერთი ხანძარი მოდის, რაც ძალიან მაღალი მაჩვენებელია. ხანძრის შედეგად სახელმწიფოსათვის მიყენებული მატერიალური ზარალი და მსხვერპლი შეიძლება გამოწვეული იყოს შემდეგი მიზეზებით: ხანძარსაწინაღო ღონისძიებების უგულვებელყოფით, ხანძრის მასშტაბით, სახანძრო რაზმების არასათანადო აღჭურვილობით, მოსახლეობის სიმჭიდროვით, გეოგრაფიული მდებარეობით, კლიმატითა და, რა თქმა უნდა, შენობის (ნაგებობის, კონსტრუქციის) ცეცხლმედეგობის ხარისხით.

საერთაშორისო საშენებლო ნორმები (IBC), ევროკოდები (EUROCOD), რუსული (СНиП), გერმანული (DIN), ფრანგული, ავსტრიული, ბრიტანული, ფინური და სხვა ქვეყნების ნორმები ითვალისწინებს ყველა სახის კონსტრუქციების დაგეგმარებას ცეცხლმედეგობის გათვალისწინებით.

მზიდი ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის ზღვრის დადგენა ხორციელდება ექსპერიმენტული და თეორიული გზით. ექსპერიმენტული გზა დაკავშირებულია მასალების, ფინანსებისა და დროის დიდ დანაკარგთან, ამიტომ პრაქტიკული თვალსაზრისით უფრო მისაღებია ცეცხლმედეგობაზე გაანგარიშების თეორიული გზა სპეციალური გამოცდების ჩატარების გარეშე.

ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ორი გზა არსებობს - კონსტრუქციული და ქიმიური. კონსტრუქციული ითვალისწინებს სათავის რაციონალურ დაპროექტებას და

ნაგებობის ოპტიმალური ზომების შერჩევას. კონსტრუქციული მოთხოვნებით შეზღუდულია ხის შენობის სართულიანობა და ფართობი. კედლებსა და გადახურვებში ჰაერის სივრცეები (უბნები) ერთმანეთისაგან გამოიყოფა ხანძარსაწინააღმდეგე დიაფრაგმებით, რომლებიც მზადდება უწყვი მასალისაგან. გათბობისათვის საკედლე ღუმელების გამოყენების შემთხვევაში საკვამლე მილები იზოლირებული უნდა იყოს კედლებისაგან. კონსტრუქციულ ზომებს მიეკუთვნება აგრეთვე კედლებზე აზბესტციემენტის თხელი ფურცლების, ალუმინის, ალუმინის ფოლგისა და პოლიმერული უწყვი აფსკების აკვრა ხანძრის საწინააღმდეგოდ.

ცეცხლისაგან ხის კონსტრუქციების დაცვის ქიმიურ საშუალებებს მიეკუთვნება ზედაპირული დაფარვა და ღრმა გაუღენტვა ანტიპირენებით. ზედაპირული დაფარვისათვის იყენებენ სხვადასხვა სახის ლაქებსა და ემალს.

მერქანსა და მერქანპროდუქტებს დიდ ზიანს აყენებს ბიომანებლები და გარემო, რომლებსაც მიჰყავს დაძველებამდე და დაშლამდე. გამოყოფენ კლიმატურ და ბიოლოგიურ ფაქტორებს, რომლის სქემა შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ: დესტრუქციის პროცესში თვით ბუნება უზრუნველყოფს ეკოლოგიურ წონასწორობას, ამიტომ ბუნებრივ პირობებში მერქანი დროთა განმავლობაში იშლება ნახშირორჟანგად და წყლად - ყველაზე მარტივ ქიმიურ შენაერთებად.

გარემო ფაქტორებიდან მერქანზე უარყოფით გავლენას ახდენს იონიზებული გამოსხივება (მაგალითად, ულტრაიისფერი), რაც იწვევს მერქნის ორგანული შედგენილობის რადიოლიზით დაშლას. თუმცა მერქნის ნიმუშების კონტროლმა არამრღვევი მეთოდით და სხივურმა სტერილიზაციამ (სოკოებისათვის სასიკვდილო დოზა) დაგვანახა, რომ ეს პროცესი არ იწვევს მერქნის მექანიკური თვისებების შემცირებას, რადგანაც დასხივების დოზა ნაკლებია იმ დოზაზე, რომელიც იწვევს მის დაშლას.

მერქანზე უარყოფით გავლენას ახდენს აგრესიული მყავები და ტუტეები. მათი მოქმედებით ის იცვლის ფერს და იშლება. წიწვოვანი ჯიშის მერქანში არსებული ფისები საგრძნობლად ასუსტებს აგრესიულ გარემოს, ამიტომ წიწვოვანი მერქანი 2-3-ჯერ ნაკლებად ზიანდება, ვიდრე ფოთლოვანი. სილურჯით დაავადებული მერქანი უფრო მეტად იშლება, ვიდრე ჯანმრთელი.

წყალი სხვადასხვანაირად მოქმედებს მერქანზე. მდინარის წყალში ის 10-30 წელს ძლებს დაუზიანებლად, შემდეგ კი ზედაპირული ფენები (სისქით 10-15 მმ) კარგავს სიმტკიცეს და მერქანი ირღვევა.

ზღვის წყალს ყველაზე კარგად იტანს ლარიქსი. ქ. ვენეციის (იტალია) მშენებლობის დროს დაახლოებით 400 ათასი ლარიქსის ხიმიწილი ჩაიტანეს რუსეთიდან და ჩაარჭეს გრუნტში სხვადასხვა ნაგებობის საძირკვლის მოწყობისა და გამაგრებისათვის. არც ისე შორეულ წარსულში მოხდა ამ ხიმიწილების გამოკვლევა, რომელმაც აჩვენა, რომ მათი სიმტკიცე არ შემცირებულა, პირიქით, მოხდა მერქნის გაქვავება და შეუძლებელი გახდა მისი გაჭრა ცულთა ან ხერხით. ანალოგიურ ხიმიწილებზე დაყრდნობილი სანკტ-პეტერბურგის ბევრი ნაგებობაც (ისააკის ტაძარი, საადმირალო, ერმიტაჟი და სხვ.).

ბუნებაში მერქნის განადგურების ყველაზე უმოწყალო ორგანიზმებია სოკოები, რომელთა გავრცელებას ხელს უწყობს თბილი (5-30°C) და ტენიანი ($W \geq 22\%$) გარემო, ჰაერის მოდინების არარსებობა, მასალის არასწორი დასაწყობება და სხვა მრავალი ფაქტორი.

ბიოლოგიური მავნებლებისაგან დასაცავად მიმართავენ მერქნის ანტიეპიტორებასა და სტერილიზაციას.

2.1. მერქნის წვადობა

წვა ნივთიერების ურთიერთქმედებაა ჟანგბადთან, რასაც თან სდევს სითბოს ან კვამლის გამოყოფა და ალის ან ბუტტის გაჩენა. ალი - წვა აირად ფაზაში, რომელსაც თან სდევს გამოსხივება და სითბოს გამოყოფა.

წვა ქიმიური პროცესია, რომლის რეალიზებისათვის საჭიროა ჰაერი და სითბო. წვის პროცესი ორ ეტაპად მიმდინარეობს: პირველი - ანთება ან თვითანთება და მეორე - ალით წვა ან ბუტტვა.

წვის პროცესი მოიცავს რამდენიმე სტადიას:

- 105°C-მდე გაცხელებისას მერქნიდან ორთქლდება წყალი;
- 250°C-მდე გაცხელებისას მერქნიდან გამოიდევენება დარჩენილი ტენი და იწყება დაშლა აირადი პროდუქტების გამოყოფით;
- 270-280°C ტემპერატურაზე იწყება ეგზოთერმული რეაქცია სითბოს გამოყოფით ანუ იქმნება პირობები საჭირო ტემპერატურის შენარჩუნებისათვის. ამ დროს ხდება მერქნის დაშლა ალის გაჩენით და ტემპერატურის მომატებით;
- 450°C-ზე ზევით ალისებრი წვა გადადის ნახშირის უალო წვაში (ფუყვაში) და ტემპერატურა აღწევს 900°C.

მერქნის აალებისათვის გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მერქანზე მოქმედი სითბოს რაოდენობასა და ინტენსიურობას, გაცხელების ზედაპირის ფართობს, მასალის ზომებს (ბურბუმელა იწვის სწრაფად, მასიური მერქანი - უფრო ნელა) და ჰაერის ნაკადის სიჩქარეს (გაწოვას).

მერქნის თვითაალება იწყება 330°C ტემპერატურაზე. თუ ტემპერატურა მოქმედებს ხანგრძლივად, მაშინ აალების დასაწყებად 166-170°C ტემპერატურაც საკმარისია. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს შენობაში ხის კონსტრუქციებისა და დეტალების განთავსებისას გამათბობელ ხელსაწყოებთან მიმართებაში (გათბობის რადიატორი, ქურა, მილგაყვანილობა, საკვამლე მილი და სხვ.). გამათბობლისაგან მერქნის იზოლაცია ისე უნდა მოხდეს, რომ ხანგრძლივად მოქმედი ტემპერატურა არ აღემატებოდეს 50°C.

მერქანი მშრალ მდგომარეობაში მიეკუთვნება წვადი მასალების ჯგუფს - ის აალებს და ავრცელებს ცეცხლს. თუმცა, ცნობილია, რომ წვის პროცესში მერქნის ზედაპირზე ჩნდება ნახშირი, რომელიც ნელა იწვის. მას თბოგამტარობა ოთხჯერ ნაკლები აქვს, ვიდრე მერქანს, ხოლო დანახშირების სიჩქარე საშუალოდ შეადგენს 0,7-0,9 მმ-ს წუთში, რაც საშუალებას აძლევს ხის მასიურ კონსტრუქციებს, ხანძრის დროს შედარებით დიდხანს შეინარჩუნონ მზიდუნარიანობა განიკვეთის დარჩენილი ნაწილის ხარჯზე.

მერქნის წვის გაგრძელებისათვის აუცილებელია ზედაპირულ ფენებში მეტი იყოს აკუმულირებული სითბოს რაოდენობა ვიდრე სითბოს ის რაოდენობა, რომელსაც გარემოში გამოყოფს ანთებული მერქანი. მარტივად რომ ავხსნათ, წვის გაგრძელებისათვის საჭიროა მოსაზღვრე ფენებში ტემპერატურა მეტი იყოს, ვიდრე მერქნის აალების ტემპერატურაა.

რაც უფრო გლუვია კონსტრუქციის ზედაპირი, მით უფრო კარგად ირეკლავს მერქანი სითბოს და შესაბამისად ნაკლებად ააღდება. ბზარები, ნახეთქები, ნახვრეტები, ნაშვერები, მახვილი კუთხეები - ამ პროცესს აჩქარებს.

განვიხილოთ მერქნის წვის მექანიზმი. როგორც ცნობილია, მერქანი შედგება ცელულოზის ბოჭკოებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეწყებულაა ლიგნინით. ეს ნივთიერება მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების შედაგად ექვემდებარება პიროლიზს (თერმულ დაშლას), რომლის დროს ხდება წვადი ორგანული აირების გამოყოფა და ცეცხლის გაძლიერება.

წვის პირველ ეტაპზე ამ აირებთან ერთად ზედაპირზე ჩნდება წვის პროდუქტი - მყარი ნახშირი, რომელიც ასევე იწვის, მაგრამ ალის გარეშე. აირული წვის ფაზაში მერქნის წვის სიჩქარე რამდენიმეჯერ მეტია, ვიდრე დანახშირების შემდეგ.

პიროლიზს თან სდევს ნახშირბადის შემცველი მფრინავი ნივთიერებების გამოყოფა, როგორცაა: ნახშირორჟანგი (CO_2), ნახშირჟანგი (CO), ეთილენი (C_2H_4), პროპანი (C_3H_6), მეთანი (CH_4).

წვის აღწერილი მექანიზმის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ მერქნის წვის შენელების თეორიულად გამართლებული ოთხი მეთოდი:

1. ხის ელემენტების გაუღენტა ისეთი ნივთიერებებით, რომლებიც შეამცირებენ მერქნის თერმული დაშლის სიჩქარეს ან პიროლიზის რეაქციას მიმართავენ იმ მხარეს, სადაც ნაკლებად ხდება წვადი აირების გამოყოფა. ასეთ მასალებს უწოდებენ ცეცხლდამცავ ნივთიერებებს;

2. ხის ელემენტების ზედაპირზე ისეთი ფენის შექმნა, რომელიც ხელს შეუშლის მერქნის ააღებას, პიროლიზს. ასეთ საშუალებებს ეწოდება ცეცხლდამცავი საგოზავი (ლაქი, ემალი, საღებავი) ნივთიერებები;

3. წვადი აირების გაზავება (გაჟერება) უწვი ნივთიერებებით, მაგალითად, წყლის ორთქლით, ნახშირორჟანგით, აზოტით;

4. ხის დეტალის ზედაპირზე სითბოს ამრეკლავი საფარის მოწყობა.

2.2. ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის კონსტრუქციული ღონისძიებები

ცეცხლისაგან კონსტრუქციული დაცვა ითვალისწინებს სათავის რაციონალურ დაპროექტებასა და ნაგებობის ოპტიმალური ზომების შერჩევას. კონსტრუქციული მოთხოვნებით შეზღუდულია ხის შენობების სართულიანობა და ფართობი. კედლებსა და გადახურვებში ჰაერის სივრცეები (უბნები) ერთმანეთისაგან გამოიყოფა ხანძარსაწინააღმდეგობით, რომლებიც მზადდება უწყავი მასალისაგან. გათბობისათვის საკედლე ღუმელების გამოყენების შემთხვევაში საკვამლე მიღები იზოლირებული უნდა იყოს კედლებისაგან. კონსტრუქციულ ზომებს მიეკუთვნება აგრეთვე კედლებზე აზბესტცემენტის თხელი ფურცლების, ალუმინის, ალუმინის ფოლგისა და პოლიმერული უწყავი აფსკების აკვრა.

შეკიდული ჰერის კარკასის ელემენტები უნდა დამზადდეს ცეცხლგამძლე მასალისაგან.

შენობის ცეცხლმდეგობის ხარისხისაგან დამოუკიდებლად ბურული, ნივნივები, სასხვენო გადახურვის შეფიცვრა, იატაკი, კარებები, ჭიშკრები, ფანჯრისა და შუქფარნის ალათები, კედლებისა და სხვენის მოპირკეთება დასაშვებია განვახორციელოთ წყადი მასალისგან. ამავე დროს ნივნივებისა და სასხვენო გადახურვის შეფიცვრას უნდა ჩაუტარდეს ცეცხლისაგან დაცვის ღონისძიებები.

მერქნის აალება რომ არ მოხდეს, შენობებში, სადაც ტემპერატურა აღწევს 50°C და მეტს, არ არის რეკომენდებული ჩვეულებრივი ხის კონსტრუქციების გამოყენება, ხოლო იქ, სადაც ტემპერატურა მეტია 35°C-ზე - დაწებებული კონსტრუქციებისა.

გრძელი შენობების სხვენი, რომელიც გადაწყვეტილია ხის კონსტრუქციებში, დაყოფილი უნდა იყოს სახანძრო ნაკვეთურებად, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოიყოფა ცეცხლგამძლე მასალისაგან დამზადებული ხანძარსაწინაღო ტიხრებით სახანძრო ნაკვეთურის ფართობი არ აღემატება 54 მ²-ს. ტიხრებში არსებული კარებიც მზადდება ცეცხლგამძლე მასალისაგან.

სახანძრო თვალსაზრისით უპირატესობას ანიჭებენ მასიურ მრგვალ ან მართკუთხა განივკვეთის მქონე ელემენტებს, რომლებსაც მაღალი ცეცხლმდეგობის ზღვარი აქვს, ვიდრე ფიცრულ და წებო-ფანერის კონსტრუქციებს. ლითონის ზედების, ჭანჭიკების, ჩანგლებისა და სხვა შესაერთებელი მაკავშირებლების გამოყენების აუცილებლობის შემთხვევაში ეს დეტალები დაფარული უნდა იყოს ცეცხლდამცავი საღებავებითა და ლაქებით.

სამშენებლო ნორმებით დასაშვებია ერთსართულიან საწარმოო შენობებში გამოვიყენოთ დაუცველი ხის კოლონები, დგარები, კოჭები, წამწეები, კამარები და ჩარჩოები იმ პირობით, თუ შენობაში იქნება წყლის ავტომატური ცეცხლსაქრობი სისტემა.

მერქნის ცეცხლისაგან დაცვის კონსტრუქციული ღონისძიებების მიზანია, არ მოხდეს აალება. ამ მიზნით ზედაპირს ფარავენ ბათქაშის ფენით, აზბესტნარევი მუყაოთი, აზბესტციემენტის ფურცლებით, ფოლგითა და სხვ.

2.3. ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ქიმიური ღონისძიებები

ხისაგან აშენებული საცხოვრებელი სახლებისა და კულტურულ-გასართობი ობიექტების პოპულარობის განუხრელად ზრდამ, ხანძრების რაოდენობის მატებამ გამოიწვია ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ინტერესის გაზრდა. უფრო მეტიც, თანამედროვე სამშენებლო ნორმებში (ევროკოდები, საერთაშორისო სამშენებლო ნორმები და სხვ.) ყველა სახეობის კონსტრუქციის გაანგარიშებებში გათვალისწინებულია ცეცხლმდეგობა.

რატომღაც ისეთი მოსაზრება დამკვიდრდა, რომ ხის სახლები ადვილად იწვის და ხანძრის ხსენებაზე ყველას თვალწინ წარმოუდგება სახურავამდე ცეცხლში გახვეული შენობა. გონებაში ამოტივტივდება ისტორიული ფაქტები, რომლებიც გვახსენებენ, პრაქტიკულად როგორ განადგურდა XVI საუკუნეში „ჩინური ქალაქი“ (Китай-город), რომელიც ძირითადად შედგებოდა ხის ნაგებობებისაგან, ან 1666 წლის ლონდონის ხანძარი, რომელმაც ნახევარი ქალაქი გაანადგურა. რა თქმა უნდა, ეს ფაქტი ნამდვილად

მოხდა, ხის სახლებიც იწვოდა. უაზრობა იქნება, საპირისპირო ვამტკიცოთ, მაგრამ ახლა არაა მეთექვსმეტე საუკუნე და აღარც მეოცე - ხის ნაგებობებზე დიდი მოთხოვნილებაა ყველაგან და ყველა მიმართულებით.

ჯერ კიდევ ძველ დროში, როცა მეცნიერება და ტექნიკა განვითარების ჩანასახში იყო, ადამიანები იყენებდნენ სხვადასხვა მინარევებს ხის წვადობის შესამცირებლად. ასეთი იყო თიხა, კირი, სუფრის მარილი და სხვ. მეცნიერება თანდათან ვითარდებოდა, შესაბამისად ჩნდებოდა ახალი მინარევები და ნივთიერებები. ქიმიკოსები და ფიზიკოსები დაწვრილებით სწავლობდნენ მერქნის წვისა და აალების პროცესებს. შედეგად მიღებულ იქნა ანტიპირენი - ნივთიერება, რომელიც წინააღმდეგობას უწევს მერქნის აალებას და ზღუდავს ზედაპირზე ცეცხლის (ალის) გავრცელებას.

ცეცხლისაგან დამცავი ნივთიერებებიდან გამოიყოფა ორი ძირითადი ანტიპირენი: მარილიანი და უმარილო. ისტორიულად ყველაზე „ძველ“ მეთოდს მიეკუთვნება მერქნის გაჟღენთა მარილებით, რომელიც მინერალური მჟავის მარილების კონცენტრირებული გამხსნელებია (ქვანახშირის, ფოსფორის, ბორის). მათი უპირატესობაა შემადგენელი ნივთიერებების ხელმისაწვდომობა და დაბალი ფასი, უარყოფითი - მოხმარების მაღალი დოზა და შედარებით მცირე სიცოცხლისუნარიანობა.

ეფექტურობის მხრივ უფრო მისაღებად ითვლება უმარილო ანტიპირენები. ორივე სახეობისათვის მიმართავენ ზედაპირულ და სიღრმულ გაჟღენთას. სიღრმული უკეთესი შედეგებით გამოირჩევა, მაგრამ ძვირია.

როგორია ცეცხლდამცავი საშუალებების მოქმედება წვის პროცესში? ანტიპირენებს აქვს დნობის მაღალი ტემპერატურა. ცეცხლის ზემოქმედებით ისინი იშლებიან და იქცევიან უწყვად მასად, რომელიც ქაფდება და ფარავს კონსტრუქციის ზედაპირს. ამით ის სითბოს ამორებს ზედაპირს, ამავე დროს ჟანგბადს არ აძლევს საშუალებას, მივიდეს აალებულ კონსტრუქციამდე და საბოლოოდ ხელს უშლის წვის პროცესს.

ანტიპირენის მოქმედების მექანიზმი შესაძლებლობას გვაძლევს, გამოვთქვათ მოსაზრება, რომ ანტიპირენით გაჟღენთილ მერქანში არსებული ნივთიერება აირად მდგომარეობაში გადასვლისას, რაოდენობრივად მცირდება, ხოლო ნაწილი იქცევა ნახშირად ანუ თავისუფალი წვადი პროდუქტების რაოდენობა მცირდება და ამხშირე მცირდება ალის გავრცელების სიჩქარე მასალის ზედაპირზე. გაჟღენთა ასევე ამცირებს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობას, რაც ხელს უწყობს წვის თვითაქრობას.

მერქნისა და მერქნის მასალების ცეცხლდაცვისათვის მართებულია გამოვიყენოთ ისეთი ნივთიერებები, რომელიც კომპლექსურად შეეწინააღმდეგება წვას: აირად ფაზაში შეამცირებენ მერქნის დაშლის პროდუქტების დაჟანგვას, ხოლო მყარ ფაზაში შეცვლიან ცელულოზამასალების დაშლას.

აირებიდან წვას ყველაზე მეტად ხელს ამიაკი უშლის. ფოსფატები - ფუფვის საუკეთესო ინჰიბიტორია. ფოსფორ-აზოტის სისტემას ახასიათებს სინერგიზმი - კომპონენტების ურთიერთგამძლიერება ცეცხლდაცვის პროცესში.

არსებული კვლევების შედეგების ანალიზი აჩვენებს, რომ მასიური ხის კონსტრუქციები ხანძრის დროს ნაკლებად ირღვევა, ვიდრე რკინაბეტონისა. ლითონის კონსტრუქციები, მაღალი სითბოგამტარობის გამო, პრაქტიკულად ხანძრის დაწყებიდან 5-10 წუთში გამოდის წყობიდან და ირღვევა საკუთარი წონითაც კი. ამიტომ ლითონის კონსტრუქციები ექსპლუატაციისას საჭიროებს ცეცხლაგან განსაკუთრებულ დაცვას.

ცეცხლდამცავი ნივთიერებები მოქმედების მექანიზმის, სისქისა და ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- ცეცხლდამცავი საგოზავები სისქით 10-70 მმ;
- ცეცხლდამცავი საღებავები სისქით 1-10 მმ;
- დეკორატიული საფარველები, რომლებიც წარმოქმნიან დამცავ ფირს სისქით 1 მმ-დე;
- აფუებადი საფარველები;
- კომბინირებული საფარველები.

ქიმიური თვალსაზრისით ანტიპირენები შეიძლება იყოს ინერტული და აქტიური. ინერტული იცავს მერქანს ცეცხლისაგან ისე, რომ მერქანთან არ შედის ქიმიურ რეაქციაში, აქტიური კი - პირიქით.

ეფექტურობის მიხედვით ცეცხლისაგან დამცავი საშუალებები შეიძლება დაეყოთ სამ ჯგუფად:

1. მერქნის მასის შემცირება არა უმეტეს 9%-ით (ძნელადწვადი);
2. მერქნის მასის შემცირება 9-30%-ით (ძნელად აალებადი);
3. მერქნის მასის შემცირება 30%-ზე მეტით (ადვილად აალებადი).

ამრიგად, ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვა ითვალისწინებს მერქნის გადაყვანას ადვილად აალებადი ჯგუფიდან ძნელად წვადში.

მერქანი ადვილად წვადი მასალაა. მის გადასაყვანად ძნელად წვადი მასალების ჯგუფში ყველაზე ეფექტურია გაუღენტა მაღალი წნევის ქვეშ შემდეგი პრეპარატებით: МС 1:1, МС 3:7, ПТАС, ББ 1:1, ХМХА, МБ-1, ПББ-255, ПБС-255, ХМББ-3324, ТХЖФ, ХМХА-1110, ДМФ-552, ФБС-255, ТМФ-552, КФ-МТ, КФ-90, БАН, ОК-ГФ, СПАД-0, СПАД-10, ОК-ДС, Пирилакс, ПИРОИЗОЛ, Текстуrol, Сенеж, UNITERM 19010, Dricol, Noa-Com.

მერქნის ზედაპირული დაფარვისათვის გამოიყენება სხვადასხვა სახის ლაქი და ემალი, როგორცაა: აფუებადი ლაქები: ОФП-9, ВПД, ВПД-2, ВПД-2Д; Протерм Вуд, ОЗК-45Д, Нортекс-лак-огнезащита, ОЗЛ-СК, ЛДО-6А, PIREX 12; პერქლორვინილოვანი ემალი ХВ-5169, КО-5101; აგრეთვე ლაქები Экран - Д, ПХВО, Пиралан-64 და სხვ.

ანტიპირენმა უნდა უზრუნველყოს მაღალი ცეცხლდამცავი თვისებები, გამყლენთი ნივთიერების მდგრადობა გარემოს მიმართ ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში, დაბალი ჰიგროსკოპულობა, ლითონის დეტალებში არ გააჩინოს კოროზია, რეაქციაში არ შევიდეს მერქანთან, შეუნარჩუნოს მას წებვადობა და არ გააფუჭოს კონსტრუქციის ზედაპირი.

აუცილებელია ყურადღება მიექცეს იმას, რომ სიღრმითი გაუღენტა ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს, ოდნავ ზრდის ჰიგროსკოპულობას, ამიტომ არ არის რეკომენდებული მზიდი ხის კონსტრუქციების დაძაბული უბნების სიღრმითი გაუღენტა.

2.4. ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობა და გაანგარიშების საფუძვლები

ცეცხლმედეგობა სამშენებლო კონსტრუქციების (ელემენტების) უნარია, შეინარჩუნოს მზიდი ან შემომზლუდავი ფუნქცია ხანძრის პირობებში.

შენობები და ნაგებობები ცეცხლმედეგობის თვალსაზრისით იყოფა ხუთ ხარისხად, რომლებიც ძირითადი კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის და ცეცხლის გავრცელების ზღვრების მიხედვით განისაზღვრება. რაც უფრო მეტია ცეცხლმედეგობის ზღვარი და ნაკლებია ცეცხლის გავრცელების ზონა, მათ უფრო მაღალია შენობის ცეცხლმედეგობის ხარისხი. მაგალითად, I ხარისხის ცეცხლმედეგობის მქონე ნაგებობას ამენებენ ცეცხლგამძლე მასალისაგან, ხოლო V ხარისხისათვის ცეცხლმედეგობისა და ცეცხლის გავრცელების ზღვრები ნორმირებული არაა. შენობები აუცილებელია ისე დაპროექტდეს, რომ ნაგებობების ფაქტობრივი ცეცხლმედეგობის ზღვარი ($\Pi_{\text{ფ}}$) მეტი იყოს მის საჭირო მნიშვნელობაზე ($\Pi_{\text{სა}}$). ხანძარსაშუაშუროების მოთხოვნაც სწორედ იმაში მდგომარეობს, რომ შესრულებული იქნეს პირობა ($\Pi_{\text{ფ}} \geq \Pi_{\text{სა}}$).

ცეცხლმედეგობის ხარისხი არის შენობა-ნაგებობების ნორმირებადი მახასიათებელი, რომელიც განისაზღვრება სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობისა და ხანძრის საშიშროების მაჩვენებლებით. ცეცხლმედეგობის ზღვარი კი არის კონსტრუქციის ცეცხლმედეგობის ხანგრძლივობა სტანდარტულ ტემპერატურულ რეჟიმში საცეცხლე გამოცდის დაწყებიდან ამ კონსტრუქციისათვის ნორმირებული ზღვრული მდგომარეობიდან ერთ-ერთის დადგომამდე.

ხის კონსტრუქციების გაანგარიშებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მათი ცეცხლმედეგობა. სამშენებლო ნორმების შესაბამისად, შენობის ცეცხლმედეგობის მიხედვით, ყოველ კონსტრუქციულ ელემენტს აქვს თავისი ცეცხლმედეგობის ზღვარი, რომელიც მერყეობს 0,25-2,5 სთ ფარგლებში (ცხრ. 2.1).

შეკიდული ჭერის მოწყობის შემთხვევაში მისი კარკასის ელემენტები უნდა დამზადდეს ცეცხლგამძლე მასალისაგან.

შენობის ცეცხლმედეგობის ხარისხის მიუხედავადბურული, ნივნივები, სასხვენო გადახურვის შეფიცვა, იატაკი, კარები, ჭიშკარი, ფანჯრისა და შუქფარნის ალათები, კედლისა და სხვენის მოპირკეთება დასაშვებია წვადი მასალით. ამავე დროს, ნივნივებისა და სასხვენო გადახურვის შეფიცვამდე მასალას უნდა ჩაუტარდეს ცეცხლისაგან დაცვის ღონისძიებები.

მზიდი ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის ზღვარის დადგენა ხორციელდება ექსპერიმენტული და თეორიული გზით. ექსპერიმენტული გზა დაკავშირებულია მასალების, ფინანსებისა და დროის დიდ დანაკარგებთან, ამიტომ პრაქტიკული თვალსაზრისით უფრო მისაღებია ცეცხლმედეგობაზე გაანგარიშების თეორიული გზა სპეციალური გამოცდების ჩატარების გარეშე.

ხანძრის შემთხვევაში ტემპერატურა შენობის შიგნით, აგრეთვე კონსტრუქციების ზედაპირზე, დამოკიდებულია სახანძრო დატვირთვაზე, წვის ზედაპირის ფართობზე, წვის ხანგრძლივობაზე და საერთაშორისო ნორმების თანახმად გამოითვლება ფორმულით

$$T = T_0 + 345 \cdot \lg(8\tau + 1), \quad (2.1)$$

სადაც T არის ხანძრის ტემპერატურა, °C; T_0 - საწყისი ტემპერატურა, °C; τ - დრო ხანძრის დაწყებიდან, წთ.

(2.1) ფორმულით გამოთვლილი ტემპერატურა „სტანდარტული ხანძრის“ შესაბამისი ტემპერატურაა და მიღებულია, რომ ყველა სახის გამოცდა ცეცხლმედეგობაზე უნდა ჩატარდეს ამ ტემპერატურის შესაბამისად.

შენიშვნის ცეცხლმდედგომის ხარისხი	სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლმდედგომის მინიმალური ზღვარი, სთ								
	კედლები				სვეტები	კიბის ბაქნები, კონსოლები, კოჭები და კიბის უჯრედის მარშრუბი	ფილები, ფენილები (მათ შორის გათბუნებული) და გადახურვის სხვა მზიდი კონსტრუქციები	სახურავის ელემენტები	
	მზიდი და კიბის უჯრედების	თეთროზიდი	გარე არაზიდი (მათ შორის შვიდული პანალები/საგან)	შიგა არაზიდი (ტახტები)				ფილები, ფენილები (მათ შორის გათბუნებული) და გრძობები	კოჭები, წამწები, თალები, ჩარჩოები
I	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5
II	2	1	0,25	0,25	2	1	0,75	0,25	0,25
III	2	1	0,25-0,5	0,25	2	1	0,75	არ არის ნორმ.	არ არის ნორმ.
IIIა	1	0,5	0,25	0,25	0,25	1	0,25	0,25	0,25
IIIბ	1	0,5	0,25-0,5	0,25	1	0,75	0,75	0,25-0,5	0,75
IV	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	არ არის ნორმ.	არ არის ნორმ.
IVა	0,5	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
V	არ არის ნორმირებული								

გარდა მოყვანილი სტანდარტული ტემპერატურულ-დროითი დამოკიდებულებისა, ზოგიერთ ქვეყანაში გამოიყენება ხანძრის ტემპერატურის ცვლილების სხვა დამოკიდებულებებიც:

$$\begin{aligned}
 T &= 345 \cdot \lg(8\tau + 1); \\
 T &= 504 \cdot \tau^{0,141}; \\
 T &= 925 + 150 \ln \tau; \\
 T &= T_0 + 22,2\sqrt{\tau} + 774[1 - \exp(-0,49\sqrt{\tau})]; \\
 T &= T_0 + 504 + 10^{0,141 \cdot \lg \tau}
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

(2.1) ფორმულით გამოთვლილი „სტანდარტული ხანძრის“ შესაბამისი ტემპერატურულ-დროითი დამოკიდებულება მოცემულია 2.2 ცხრილში.

მიუხედავად იმისა, რომ მერქანი წვადი მასალაა, მასიური ხის კონსტრუქციები იწვის ნელა და დიდხანს ინარჩუნებს ამტანუნარიანობას. სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან 3-5 წთ-ის შემდეგ იწყება მერქნის გარე შრეების წვა და წარმოიქმნება დანახშირებული ფენა, რომელიც შესამჩნევად აფერხებს მერქნის შემდგომ წვას. ტრადიციული წარმოდგენა სითბური ზემოქმედების მიმართ ხის კონსტრუქციების დაბალი წინააღმდეგობის თაობაზე განპირობებულია იმით, რომ მერქანი გაიხსნის წვას. სინამდვილეში საქმე სხვაგვარადაა - დაწებებული პაკეტის მასიურობა, ანტიპირენების გამოყენების შესაძლებლობა,

დანახშირებული ფენის გავლენის შედეგად წვის სისწრაფის შემცირება, ხის კონსტრუქციებს გაცილებით ცეცხლმედეგს ხდის, ვიდრე ლითონის კონსტრუქციებია.

ცხრილი 2.2

„სტანდარტული ხანძრის“
შესაბამისი ტემპერატურულ-
დროითი დამოკიდებულება

დრო, სთ-წთ	ტემპერატურა
0-05	576
0-10	679
0-15	738
0-20	770
0-25	810
0-30	841
0-40	885
0-50	915
1-00	945
1-10	970
1-20	990
1-30	1006
1-40	1025
2-00	1049
2-15	1065
2-30	1085
2-45	1097
3-00	1110
3-15	1120
3-30	1133
3-45	1143
4-00	1153
4-15	1163
4-30	1170
4-45	1178
5-00	1186

ცეცხლმედეგობის გასაანგარიშებლად მიიღება დატვირთვების განსაკუთრებული შეხამება. რეკომენდებულია მხედველობაში იქნეს მიღებული ყველა მუდმივი დატვირთვა, ყველა ხანგრძლივად მოქმედი დროებითი დატვირთვა და საიმედოობის კოეფიციენტი. ხიდური და შეკიდული ამწეების შემთხვევაში ითვალისწინებენ მათი საკუთარი წონისაგან გამოწვეული დატვირთვის ვერტიკალურ შემდგენებს. განსაკუთრებული დატვირთვებიდან ისეთ დატვირთვებს, რომლებიც წარმოიშობა ტექნოლოგიური პროცესის ცვლილებების გამო.

განაგარიშების მეთოდი დაფუძნებულია შემდეგ დაშვებებზე:

1. მერქნის აალება იწყება ელემენტის განიკვეთის ყველა მხარეზე ერთდროულად;
2. მერქნის აალებიდან კონსტრუქციის რღვევამდე დანახშირება მიმდინარეობს მუდმივი სიჩქარით;
3. ელემენტის განიკვეთის კუთხეების მომრგვალების რადიუსი მერქნის დანახშირების სიღრმის ტოლია.

შიდი ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის ზღვარი (F) განისაზღვრება ფორმულით:

$$F = \tau_r + d_{\text{sh}} / V, \quad (2.3)$$

სადაც τ_r არის დრო სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან მერქნის აალებამდე, წთ; d_{sh} - მერქნის დანახშირების

სიჩქარე „სტანდარტული ხანძრის“ ტემპერატურის პირობებში, მმ/წთ; V - მერქნის დანახშირების ზღვრული სისქე, რომელიც შესაბამება კონსტრუქციის მიერ ზიდვის უნარის სრულ დაკარგვას, მმ.

მერქნის დანახშირების სიჩქარეზე გავლენას ახდენს: სითბური ზემოქმედების ინტენსიურობა, მასალის სიმკვრივე, ტენიანობა, ბოჭკოების მიმართულება, ცეცხლისაგან დაცვის ხარისხი, გარსშემომვლები ჰაერის მოძრაობა, ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა, ელემენტის კონსტრუქციული გაფორმება და სხვ.

ცელულოზის დაშლა იწყება 200-230°C ტემპერატურაზე, ხოლო 260°C –ზე ზევით ხდება პიროლიზის დაჩქარება და ცელულოზის უჯრედოვანი სტრუქტურა კარგავს სიმტკიცეს. საბოლოოდ მერქნის ადგილზე წარმოიქმნება ნახშირი, რომელიც აგრძელებს წვას, მაგრამ

თვით ნახშირის ფენა კარგი თბოიზოლატორია და ამუხრუქებს მერქნის წვის პროცესს, აგრეთვე აბნელებს ნაშენი გაზების გარეთ გამოსვლას და ჰაერის შეხებას მერქნის შიდა ფენებთან.

მერქნის დანახშირების სიჩქარის განსაზღვრა თეორიული გზით მეტად რთული ამოცანაა, ამიტომ პრაქტიკაში მისი დადგენა ხდება საცდელი ნიმუშების გამოცდით ლაბორატორიულ პირობებში. ზოგჯერ მიმართავენ ნატურალური კონსტრუქციების გამოცდასაც. დანახშირების სიჩქარის გამოთვლის მეთოდი პრაქტიკულად ყველა შემთხვევისათვის ერთნაირია და დამოკიდებულია სითბური ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ავტორის მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევის შედეგად* დადგენილი იქნა ფიჭვისა და ლარიქსის ჯიშის მერქნის დანახშირების სიჩქარე ბოჭკოების განივად სითბური ზემოქმედების დროს. ექსპერიმენტის საბოლოო შედეგები მოცემულია 2.3 ცხრილში.

გარდა აღნიშნული ლაბორატორიული კვლევებისა, ჩატარდა ნატურალური ზომის, სერიული დაწებებული ფიჭვისა და ლარიქსის ხის კოჭების გამოცდა** „სტანდარტული ხანძრის“ შესაბამისი ტემპერატურის პირობებში კოჭების ცეცხლმდებლობის ზღვარის დასადგენად. პარალელურად შესწავლილი იქნა გამოცდილი კოჭების დანახშირების სიჩქარე [14].

როგორც ექსპერიმენტის შედეგები გვიჩვენებს, დაწებებული ფიჭვისათვის დანახშირების სიჩქარე 0,65-0,69 მმ/წთ, ლარიქსისათვის - 0,53-0,54 მმ/წთ, ხოლო მთლიანკვეთიანი ფიჭვისა და ლარიქსის ელემენტებისათვის - შესაბამისად 0,71 და 0,6 მმ/წთ-ია.

სამეცნიერო ლიტერატურაში [8, 13, 14, 15] მოცემულია სხვადასხვა ჯიშის მერქნის დანახშირების სიჩქარე ბოჭკოების განივი მიმართულების შემთხვევაში. მაგალითად, სოჭისა და ნაძვისათვის ის შეადგენს 0,8 მმ/წთ, წითელი კედარისათვის - 0,78, რბილი წიწვოვანი ჯიშებისათვის - 0,67, მაგარი ფოთლოვანი ჯიშებისათვის (მუხა, აკაცია, კოპიტ) - 0,5 მმ/წთ და ა.შ.

დრო სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან აალებამდე (τ_f) აიღება 2.4 ცხრილიდან.

მართკუთხე განივკვეთის მქონე ელემენტებისათვის, რომელთა სიგანეა b და სიმაღლე h , ცეცხლის მოქმედებისას სამი ან ოთხი მზრიდან, დანახშირების შედეგად განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლების ცვლილება (შემცირება) შეიძლება გავითვალისწინოთ მათი გადამრავლებით შესაბამის უგანზომილებო კოეფიციენტებზე η_3 , η_4 , η_5 ან η_6 ,

* გამოცდები ჩატარდა სამსხმელო წარმოების კათედრის ლაბორატორიაში ინჟ. ვ. ახვლედიანთან ერთად.

** გამოცდები ჩატარდა მოსკოვის ოლქის ქ. ბალაშიხაში შინაგან საქმეთა სამინისტროს საკავშირო ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ВНИИПО МВД СССР) ინჟ. ვ. ხარტიონოვთან ერთად.

მერქნის ჯიში და სახეობა	დანახშირების სიჩქარე (მმ/წთ) ბოკოების განივად სითბური ზემოქმედებისას, წთ								
	10	20	30	40	50	60	საშუალო	მინიმალური	მაქსიმალური
ფიჭვი მთლიანკვეთიანი	0,583	0,596	0,764	0,781	0,747	0,815	0,71	0,45	0,95
ფიჭვი მთლიანკვეთიანი	0,583	0,596	0,764	0,781	0,747	0,815	0,71	0,45	0,95
ფიჭვი დაწებებული ლარიქსი მთლიანკვეთიანი	0,598	0,654	0,733	0,675	0,648	0,817	0,69	0,58	0,91
დაწებებული ლარიქსი მთლიანკვეთიანი	0,508	0,559	0,592	0,602	0,623	0,687	0,6	0,41	0,76
დაწებებული ლარიქსი	0,492	0,513	0,536	0,508	0,577	0,63	0,54	0,37	0,68

$\eta_{w4}, \eta_{L4}, \eta_{S4}$, რომელთა სიდიდეები მოცემულია გრაფიკებზე სიმაღლისა და დანახშირების სისქის გათვალისწინებით [16, დანართი 8.1-8.4]. აღნიშნული დამოკიდებულება მართებულია იმ შემთხვევისათვის, როცა დანახშირების სისქე $d \leq 0,25$; $d \leq 0,25$, წინააღმდეგ შემთხვევაში მიიღება განივკვეთის მცირე გვერდის მეოთხედის ტოლი. გრაფიკებზე ამ შემთხვევებს შეესაბამება წყვეტილ-წერტილოვანი ხაზები.

ცხრილი 2.4

დრო სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან მერქნის აალებამდე

№	ცეცხლდაცვის სახეობა	დრო მერქნის აალებამდე, წთ
1.	ცეცხლდაცვის გარეშე	4
2.	ანტიპირენებით გაყენებული	4
3.	თაბაშირით შელესილი, $\delta = 10...12$ მმ	30
4.	ცემენტით შელესილი ლითონის ბადეზე, $\delta = 10...15$ მმ	30
5.		35
6.	მინერალური ბამბის ფილები, $\delta = 70$ მმ	
7.	აზბესტცემენტპერლიტის ბრტყელი ფურცელი, $\delta = 10...12$ მმ	20
8.	აზბესტცემენტის დაწნეხილი ბრტყელი ფურცელი, $\delta = 10...12$ მმ	15
	ასაფუებელი ლაქი:	8
	ა) ВПД (4 ფენა) სასტ 25230-82	8
	ბ) ОФП (2 ფენა), სასტ 23790-79	

კოეფიციენტების გამოთვლა ცეცხლის ერთი, ორი, სამი და ოთხი მხრიდან მოქმედების შემთხვევაში შესაძლებელია ანალიზური ფორმულების გამოყენებითაც, რომლებიც მოცემულია ლიტერატურაში [13, 14].

ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობაზე გაანგარიშების მიახლოებით მეთოდს საფუძვლად უდევს მერქნის დანახშირების სიჩქარისა და გახურებისას მისი მექანიკური თვისებების ცვლილების მონაცემები. ცეცხლმედეგობაზე ხის კონსტრუქციების გაანგარიშებისათვის ასევე საჭიროა ვიცოდეთ ტემპერატურული ველის გავრცელება გასაანგარიშებელი ელემენტის განივკვეთში, რაც საშუალებას იძლევა, გავითვალისწინოთ ელემენტის არათანაბარი გახურება.

ხის ელემენტების განივკვეთებში ტემპერატურული ველის შესასწავლად ჩატარებული იქნა ხის დაწებებული სერიული კოჭების (მარკა БКП3-2; $l = 3$ მ; $b \times h = 120 \times 410$ მმ) გამოცდა* ცეცხლმედეგობაზე დატვირთვის ქვეშ. ექსპერიმენტი მიმდინარეობდა ჰორიზონტალურ სითბურ კამერაში. ჰაერისა და საწვავის მიწოდების რეგულირებით კამერაში უზრუნველყოფილი იყო „სტანდარტული ხანძრის“ შესაბამისი ტემპერატურა. კოჭის მალის შუაში მოქმედებდა მუდმივი სიდიდის შეყურსული დატვირთვა, რომლის სიდიდე სხვადასხვა კოჭისათვის იყო: 0,5P%; 0,75P%; 1,0P%; 1,5P%

კოჭებში ჩამონტაჟებული იყო ქრომალუმინის სპეციალური თერმოწყვილები, რომელთა საშუალებით აღირიცხებოდა ტემპერატურული ველის ცვალებადობა გამოცდების მიმდინარეობის დროს. კოჭის განივკვეთში ტემპერატურული იზოთერმები 60 წუთის განმავლობაში ცეცხლის მოქმედებისას ნაჩვენებია 2.1 ნახაზზე.

ექსპერიმენტული კვლევით დადგინდა, რომ ხის დაწებებულ კოჭებში ტემპერატურული ველი პრაქტიკულად დამოკიდებული არ არის დატვირთვაზე. ცეცხლის მოქმედებისას 45 წთ-ის განმავლობაში განივკვეთის დაუნახშირებელი ნაწილის 75-80% ცხელდება 133-160°C ტემპერატურამდე, ხოლო განივკვეთის ცენტრში ტემპერატურა აღწევს 70-80°C. კვლევის ექსპერიმენტული გზა საკმაოდ ძვირი და შრომატევადია, ამიტომ უმჯობესია, სადაც ეს შესაძლებელია, საკითხი გადაწყვიტოთ თეორიული კვლევით.

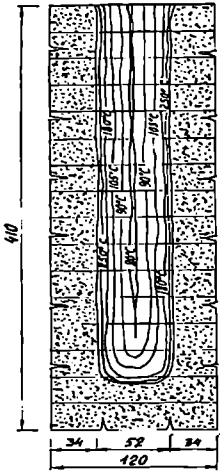
მართკუთხა განივკვეთის ხის დაწებებულ კოჭებში ტემპერატურული ველის შესწავლისათვის საგმარისია გადაწყვიტოთ ორი ამოცანა**, პირველი - როდესაც ღეროს ზედაპირზე მოქმედებს მუდმივი ტემპერატურა და მეორე - როცა ღეროს ზედაპირზე მოქმედებს დროში ცვალებადი ტემპერატურა.

პირველი ამოცანა შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ შემდეგნაირად: გვაქვს მერქნის ღერო, რომლის საწყისი ტემპერატურაა T_0 , განივკვეთის სიგანე l , სიმაღლე h და ღეროს სიგრძე L . ამასთან $L \gg h$, ხოლო $l < h$. მყისიერად ტემპერატურამ ღეროს ზედაპირზე აიწია T^C - მდე და დარჩა გახურების ბოლომდე მუდმივი. საჭიროა განვსაზღვროთ ტემპერატურა T კოჭის ნებისმიერ X წერტილში t დროის ნებისმიერი მომენტისათვის.

ზოგადად ეს ამოცანა საბგანოზომილებიანია, მაგრამ პრაქტიკული თვალსაზრისით საგმარისია გადაწყვიტოთ ერთგანზომილებიანი ამოცანა, რადგანაც ხის სამშენებლო კონსტრუქციებში ელემენტს უმთავრესად აქვს მართკუთხა განივკვეთი და სითბური ზემოქმედების დროს სამი ან ოთხი მხრიდან ტემპერატურა ცენტრში უფრო მაღე აღწევს მაქსიმუმს მოკლე გვერდის მიმართულებით (ნახ. 2.2). ტემპერატურის ზედდებებს სხვადასხვა მიმართულებით მხედველობაში არ ვიღებთ.

* გამოცდები ჩატარდა მოსკოვის ოლქის ქ. ბალაშიხაში შინაგან საქმეთა სამინისტროს საკავშირო ხანძარსაწინაღო დაცვის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ВНИИПО МВД СССР) ინჟ. ვ. ხარიტონოვთან ერთად.

** ამოცანების გადაწყვეტაში გამოყენებულია ტ. მ. დ., პროფესორ ნ. ბერიშვილის შრომები.



ნახ. 2.1. კოჭის განიკვეთში ტემპერატურული იზოთერმები ცეცხლის მოქმედებისას 60 წთ-ის განმავლობაში.

თბოგამტარობის ფურიეს დიფერენციალურ განტოლებას სითბოს ერთგანზომილებიანი ნაკადისათვის აქვს შემდეგი სახე [17]:

$$\partial T / \partial t = \alpha \cdot (\partial^2 T / \partial x^2), \quad (2.4)$$

სასაზღვრო პირობებისას:

$$T = T_1, \text{ როცა } x = 0 \text{ და } x = l;$$

$$T = T_0, \text{ როცა } t = 0.$$

კოეფიციენტი α არის მასალის ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა ფიქვისა და ლარიქსისათვის მიღებულია ექსპერიმენტული გზით* [20] და მოცემულია 2.6 ცხრილში. დანარჩენი ჯიშებისათვის მისი მნიშვნელობები შეიძლება ავიღოთ ლიტერატურიდან [18, 19].

(2.4) განტოლების ამოხსნა წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$T = U + V, \quad (2.6)$$

სადაც U და V აკმაყოფილებს შემდეგ განტოლებებსა და პირობებს:

სტაციონარული სითბოგადაცემისას $d^2U/dx^2 = 0$; შემთხვევისათვის, როცა $0 < x < l$, $U = T_1$, როცა $x = 0$ და $x = l$.

არასტაციონარული სითბოგადაცემისას

$$\partial V / \partial t = \alpha \cdot (\partial^2 V / \partial x^2), \quad (2.7)$$

პირობებისათვის, როცა $0 < x < l$, $V = 0$; როცა $x = 0$ და $x = l$, $V = T_0 - U$, როცა $t = 0$.

ცხრილი 2.6

მერქნის სითბოგადაცემის მახასიათებლები

მერქნის ჯიში	სიმკვრივე P , კნ/მ ³	სითბოტევადობის კოეფიციენტი C , კჯ/კგ	სითბოგამტარობის კოეფიციენტი λ , ვტ/მ	ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი α , მ ² /სთ
ფიქვი	3,72	1,59	0,10	0,00061
ლარიქსი	7,31	1,34	0,12	0,00046

* ექსპერიმენტები ჩატარდა მოსკოვის საინჟინრო-საშენებლო ინსტიტუტში პროფ. ვ. როიტმანთან ერთად.

იმ შემთხვევაში, თუ ზედაპირზე $x = 0$ და $x = l$ ტემპერატურები იქნება განსხვავებული, ვთქვათ T_1 და T_2 , მაშინ შესაძლებელია დაწეროთ განტოლება

$$U = T_1 - [(T_1 - T_2) \cdot x / l].$$

მაგრამ, რადგანაც ჩვენს ამოცანაში $T_1 = T_2 = T_1$, ამიტომ

$$U = T_1. \quad (2.8)$$

(2.7) დიფერენციალური განტოლების ამონახსნი შეიძლება ავიღოთ შემდეგი სახით:

$$V = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin \frac{n\pi x}{l} \exp \left[-\frac{an^2\pi^2 t}{l^2} \right], \quad (2.9)$$

სადაც კოეფიციენტი

$$a_n = \frac{2}{l} \int_0^l (T_0 - T_1) \sin \frac{n\pi x}{l} dx = \frac{2}{n\pi} (T_0 - T_1) (1 - \cos n\pi). \quad (2.10)$$

ჩავსვათ (2.10) (2.9) ფორმულაში და გარდაქმნების შემდეგ გვექნება :

$$V = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n\pi} (T_0 - T_1) [1 - (-1)^n] \sin \frac{n\pi x}{l} \exp \left[-\frac{an^2\pi^2 t}{l^2} \right].$$

ჩავსვათ (2.10) და (2.11) (2.6) ფორმულაში და საბოლოოდ მივიღებთ (2.4) განტოლების ამონახსნს: $T = T_1 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{n\pi} (T_0 - T_1) [1 - (-1)^n] \sin \frac{n\pi x}{l} \exp \left[-\frac{an^2\pi^2 t}{l^2} \right]. \quad (2.12)$

ამ განტოლების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ელემენტის განივკვეთის ცენტრში ტემპერატურა არასოდეს არ მიაღწევს გარე ტემპერატურის აბსოლუტურ მნიშვნელობას, რაც არ უნდა ხანგრძლივად მოქმედებდეს ის ელემენტზე.

მეორე ამოცანა შეიძლება ჩამოვყავალიბოთ შემდეგნაირად: გვაქვს ღერო საწყისი T_0 ტემპერატურით, განივკვეთის სიგანით l , სიმაღლით h და სიგრძით L ; ამასთან $L \gg h$, ხოლო $l < h$. ღეროზე მოქმედებს „სტანდარტული ხანძრის“ შესაბამისი ტემპერატურა (ფორმულა 2.1):

$$T^* = F(t) = T_0 + 345 \cdot \lg(8t + 1), \quad (2.14)$$

სადაც T^* არის ხანძრის ტემპერატურა $^{\circ}\text{C}$; T_0 - საწყისი ტემპერატურა $^{\circ}\text{C}$; t - დრო, წთ.

ცნობილია მასალის ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტი. საჭიროა განვსაზღვროთ ტემპერატურა T კოჭის ნებისმიერ x წერტილში t დროის ნებისმიერი მომენტისათვის (ნახ. 2.2).

„სტანდარტული ხანძრის“ მოქმედებისას გარემოს ტემპერატურა (ფორმულა 2.14) სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან 4-5 წუთის გასვლის შემდეგ გადააჭარბებს 300°C და ბუნებრივია, მერქანი დაიწყებს წვას. მერქნის წვის ტემპერატურაა 266°C . თანდათანობით მოხდება დარჩენილი განივკვეთის შემცირება და დანახშირების შედეგად მერქნის ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტის ცვლილება. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორის გათვალისწინება ტემპერატურული ველის საანგარიშო ფორმულის გამოყენებისას ძალზე რთული ამოცანაა, ამიტომ გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, პირობითად, ვუშვებთ, რომ სითბური ზომეუქმედების მთელ პერიოდში მერქანი არ იწვის და ტემპერატურაგამტარობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა არ იცვლება.

ფურიეს დიფერენციალური განტოლების (2.5) ამოხსნა ზედდების მეთოდის გამოყენებით წარმოვიდგინოთ რამდენიმე შესაყრების სახით, რომელთაგან თითოეული აკმაყოფილებს სხვადასხვა სასაზღვრო პირობებს, კერძოდ:

$$T = T_1 + T_2, \quad (2.15)$$

როცა $x = 0$ და $x = l$ $T = F(t)$, $t = 0$, $T = T_0$;

$x = 0$ და $x = l$ $T = 0$, $t = 0$, $T_1 = T_0$;

$x = 0$ და $x = l$ $T = F(t)$, $t = 0$, $T_2 = 0$.

T_1 -ის გამოსახულებას აქვს შემდეგი სახე:

$$T_1 = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin \frac{n\pi x}{l} \exp \left[-\frac{an^2 \pi^2 t}{l^2} \right], \quad (2.16)$$

სადაც

$$a_n = -(T_0 l / n\pi) (\cos n\pi - 1).$$

T_2 -ის ამონახსნისათვის გამოვიყენოთ დიუამელის თეორემა [21], რომლის თანახმადაც ღეროს ტემპერატურული ველი, რომლის ზედაპირზეც მოქმედებს ცვლადი ტემპერატურა $F(t)$, შეიძლება მივიღოთ იმ შემთხვევისათვის, როცა ღეროს ბოლოებზე მოქმედებს მუდმივი ტემპერატურა.

გვექნება:

$$F(t) = T_0 + 345 \cdot \lg(8\lambda + 1),$$

$$\text{ე.ი. } T_2 = \int_0^t \frac{\partial}{\partial t} T_0'(x, \lambda, t - \lambda) d\lambda,$$

$$T_2 = T_3 + T_4;$$

$$T_3 = T_0 + 345 \cdot \lg(8\lambda + 1).$$

როცა $x = 0$, $x = l$, $T_2 = F(t)$, $t = 0$, $T_2 = 0$;

$x = 0$, $x = l$, $T_4 = 0$, $t = 0$, $T_4 = -T_3$. (2.19)

თუ მხედველობაში მივიღებთ (2.19) სასაზღვრო პირობებს, მაშინ (2.20) განტოლების ამონახსნი მიიღებს სახეს:

$$T_4 = \frac{2}{\pi} [T_0 + 345 \lg(8\lambda + 1)] \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} (1 - \cos n\pi) \exp \left[-\frac{an^2 \pi^2 t}{l^2} \right] \sin \frac{n\pi x}{l}. \quad (2.20)$$

აღვნიშნოთ $an^2 \pi^2 / l^2 = \theta$ და $n\pi x / l = \varphi$, (2.21)

მაშინ (2.18) სასაზღვრო პირობების გათვალისწინებით (2.20) განტოლების ამონახსნი იქნება:

$$T_2' = [T_0 + 345 \lg(8\lambda + 1)] \left[1 - \frac{2}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \exp[-\theta t] (1 - \cos n\pi) \sin \varphi \right].$$

დიუამელის თეორემის თანახმად (ფორმულა (2.17)) გვექნება:

$$T_2 = \frac{2a\pi}{l^2} \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \exp[-\theta t] \sin \varphi [1 - (-1)^n] \int_0^t \exp[\theta \lambda] [T_0 + 345 \lg(8\lambda + 1)] d\lambda. \quad (2.22)$$

თუ შევიტანთ (2.16) და (2.22) (2.15) ფორმულაში, მივიღებთ ტემპერატურული ველის მნიშვნელობას განსახილველი ამოცანისათვის:

$$T = \frac{2T_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} [1 - (-1)^n] \exp[-\theta t] \sin \varphi + \frac{2a\pi}{l^2} \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \exp[-\theta t] \sin \varphi \int_0^t \exp[\theta \lambda] \cdot [1 - (-1)^n] [T_0 + 345 \lg(8\lambda + 1)] d\lambda. \quad (2.23)$$

გამოვთვალოთ ინტეგრალი:

$$\int_0^t e^{\theta\lambda} [1 - (-1)^n] [T_0 + 345 \lg(\theta\lambda + 1)] d\lambda = [1 - (-1)^n] \int_0^t e^{\theta\lambda} [T_0 + 345 \lg(\theta\lambda + 1)] d\lambda =$$

$$= [1 - (-1)^n] \left[\int_0^t T_0 e^{\theta t} d\lambda + \int_0^t e^{\theta\lambda} 345 \lg(\theta\lambda + 1) d\lambda \right]; \quad (2.24)$$

$$\int_0^t T_0 e^{\theta\lambda} d\lambda = T_0 \left(\frac{e^{\theta t} - 1}{\theta} \right); \quad (2.25)$$

$$\int_0^t e^{\theta\lambda} 345 \lg(\theta\lambda + 1) d\lambda = \frac{345}{\ln 10} \int_0^t e^{\theta\lambda} \ln(\theta\lambda + 1) d\lambda. \quad (2.26)$$

თუ გამოვიყენებთ ნაწილობით ინტეგრირებას და ცვლადის შეცვლას, (2.23) ინტეგრალი მიიღებს სახეს:

$$\frac{345}{\ln 10} \int_0^t e^{\theta\lambda} \ln(\theta\lambda + 1) d\lambda =$$

$$= \frac{345}{\ln 10} \left(\frac{1}{\theta} \exp \left[-\frac{1}{\theta} \theta \right] \left\{ \frac{\theta}{\theta} \exp \left[\frac{1}{\theta} \theta x \right] \ln x - \frac{\theta}{\theta} \int_1^{\theta t + 1} \frac{1}{x} \exp \left[\frac{1}{\theta} \theta x \right] dx \right\} \right). \quad (2.27)$$

თუ (2.24) ფორმულაში ჩავსვამთ (2.25) და (2.27) მნიშვნელობებს, მივიღებთ (2.23) ფორმულაში შემავალი განსაზღვრული ინტეგრალის ამონახსნს და თვით (2.23) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$T = \frac{2T_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} [1 - (-1)^n] \exp[-\theta t] \sin \varphi + \frac{2\alpha\pi}{l^2} \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \exp[-\theta t] \sin \varphi [1 - (-1)^n] \cdot$$

$$\cdot \left\{ T_0 \left(\frac{e^{\theta t} - 1}{\theta} \right) + \frac{345}{\ln 10} \left(\frac{1}{\theta} \exp \left[-\frac{1}{\theta} \theta \left(\frac{\theta}{\theta} \right) \exp \left[\frac{1}{\theta} \theta x \right] \ln x - \right. \right. \right.$$

$$\left. \left. \frac{\theta}{\theta} \int_1^{\theta t + 1} \frac{1}{x} \exp \left[\frac{1}{\theta} \theta x \right] dx \right) \right\}. \quad (2.28)$$

საბოლოოდ, გარდაქმნების შემდეგ, (2.21) აღნიშვნის გათვალისწინებით (2.29) განტოლებას ექნება სახე:

$$T = \frac{2T_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} [1 - (-1)^n] \exp \left[-\frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{l^2} \right] \sin \frac{n\pi x}{l} + \frac{2\alpha\pi}{l^2} \sum_{n=1}^{\infty} n \cdot \exp \left[-\frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{l^2} \right]$$

$$\cdot \sin \frac{n\pi x}{l} [1 - (-1)^n] \left\{ T_0 \frac{l^2}{\alpha n^2 \pi^2} \left(\exp \left[\frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{l^2} \right] - 1 \right) \right.$$

$$+ \frac{345}{\ln 10} \left[\frac{l^2}{\alpha n^2 \pi^2} \exp \left[-\frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{l^2} \right] \left(\exp \left[\frac{\alpha n^2 \pi^2}{l^2} x \right] \ln x \right. \right.$$

$$- \left[\ln(\theta t + 1) + \frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{l^2} + \left(\frac{\alpha n^2 \pi^2}{8l^2} \right) \frac{1}{2 \cdot 2!} [(\theta t + 1)^2 - 1] \right.$$

$$\left. \left. \left. + \left(\frac{\alpha n^2 \pi^2}{8l^2} \right)^3 \frac{1}{3 \cdot 3!} [(\theta t + 1)^3 - 1] + \dots \right] \right\}. \quad (2.30)$$

მიღებული თეორიულ-ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების, აგრეთვე საქართველოს საშენი მასალების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული სუფთა სტანდარტული ხის ნიმუშების მრავალი მაღალტემპერატურული გამოცდის შედეგების გათვალისწინებით [15] შედგენილი იქნა ცხრ. 2.7, რომელშიც მოცემულია ცეცხლმდეგობაზე ხის კონსტრუქციების (მასალა ფიკვი, ლარიქსი) საანგარიშო წინააღობის

(R) მნიშვნელობები განიკვეთის ზომისა და ელემენტების არათანაბარი გაზურების გათვალისწინებით (ექსპერიმენტებში მონაწილეობდნენ ინჟინრები ვ. ბერია და ს. მანველოვი).

ტემპერატურის მოქმედება იწვევს მერქნის სიმტკიცის ცვლილებას - ტემპერატურის გაზრდით იგი მცირდება, რაც ბუნებრივია, გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის გაანგარიშების დროს.

დანახშირების ზღვრული სისქის (სიღრმის) გამოსათვლელად აუცილებელია ხის კონსტრუქციების მზიდუნარიანობის საანგარიშო ფორმულაში მერქნის საანგარიშო წინააღობის მნიშვნელობა შევიტანოთ 2.4 ცხრილიდან და გამოვთვალოთ გეომეტრიული მახასიათებლების მინიმალური მნიშვნელობები. ვიცით რა ამ მახასიათებლების დამოკიდებულება დანახშირების სიღრმესთან, გამოითვლება კოეფიციენტები, რომელთა მიხედვითაც დადგინდება დანახშირების სიღრმის ზღვრული მნიშვნელობა. მაგალითად, ცენტრალურად შეკუმშული (ან გაჭიმული) მართკუთხა განიკვეთის ელემენტისათვის, რომელზეც ცეცხლი მოქმედებს ოთხი მხრიდან, განიკვეთის ფართობის შემამცირებელი კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა სიმტკიცის პირობიდან ტოლი იქნება:

$$\eta = N/A_6 R_{je} \quad (2.31)$$

სადაც N არის დატვირთვა; A_6 - განიკვეთის საწყისი ნეტო ფართობი; R_{je} - ცეცხლმედეგობაზე მერქნის საანგარიშო წინააღობა (ცხრ. 2.7).

ვიპოვიტ რა η_f - ის მნიშვნელობას, მისი და განიკვეთის სიგანის სიმაღლესთან ფარდობის (b/h) საშუალებით გრაფიკებიდან [16, დანართი 8.1] ვიპოვიტ (d_0/h) ფარდობის მნიშვნელობას, საიდანაც გამოვთვლიტ დანახშირების სიღრმის ზღვრულ სიდიდეს (d_0).

ანალოგიურად ხდება გაანგარიშებაც ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების.

დადგენილი სიდიდეების შეტანით (2.3) ფორმულაში გამოითვლება ელემენტის ცეცხლმედეგობის ზღვარი.

ამრიგად, ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობაზე გაანგარიშება მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით: პირველ ეტაპზე განისაზღვრება გასაანგარიშებელი ელემენტის გეომეტრიული ზომები, საანგარიშო სქემა, დატვირთვების შეხამება, საანგარიშო კვეთის მდებარეობა და ამ კვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები, აგრეთვე გამოითვლება მლუნავი მომენტისა და განივი ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობები. გაანგარიშების მეორე ეტაპზე განისაზღვრება დანახშირების ზღვრული სიღრმე, დანახშირების სიჩქარე და დრო სითბური ზემოქმედების დაწყებიდან აალებამდე და ბოლო ეტაპზე (2.3) ფორმულის საშუალებით გამოითვლება კონსტრუქციის ცეცხლმედეგობის ზღვარი.

მაგალითი 1. გასანგარიშებელია ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე გადახურვის ფიცრული დაწებებული კოქის ცეცხლმდეგობის ზღვარი. მალის შუაში კოქზე მოქმედებს შეყურსული ძალა P. საყრდენებზე და მალის შუაში კოქი დამაგრებულია პორიზონტალური კავშირებით.

საწყისი მონაცემები: კოქის მალი $l = 2,8$ მ; განიკვეთი $b \times h = 0,12 \times 0,41$ მ; მასალა - ფიკვი II ხარისხის, ტენიანობა 12-15%; შეყურსული დატვირთვა $P = 23$ კნ.

განგარიშებისას მხედველობაში მიიღება მუდმივი და ხანგრძლივად მოქმედი დროებითი დატვირთვები:

კოქის საკუთარი წონა (1 გრმ. მ-ის)

$$q = b \cdot h \cdot l \cdot \rho = 0,12 \cdot 0,41 \cdot 1 \cdot 1,5 = 0,246 \text{ კნ/მ};$$

მაქსიმალური მლუნავი მომენტი

$$M_x = (Pl^2 / 4) + (ql^2 / 4) = (23 \cdot 2,8^2 / 4) + (0,246 \cdot 2,8^2 / 8) = 16,34 \text{ კნმ};$$

მაქსიმალური განივი ძალა საყრდენებზე

$$Q = (P / 2) + (ql / 2) = (23 / 2) + (0,246 \cdot 2,8 / 2) = 11,84 \text{ კნ}.$$

საკირო სანგარიშო განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$h/b = 0,41 / 0,12 = 3,417; \quad W_n = bh^2/6 = 0,12 \cdot 0,41^2 / 6 = 0,00336 \text{ მ}^3.$$

დანახშირების სიღრმის ზღვრული სიდიდე გამოითვლება პირობიდან:

$$\eta_{\alpha} = M_x / W_n \cdot R_{f_m} = 16,34 \cdot 10^3 / 0,00336 \cdot 23 \cdot 10^3 = 0,211,$$

სადაც R_{f_m} - ფიკვის სანგარიშო წინაღობა ლუნვაზე (ცხრ. 2.7), რომელიც ტოლია

$$R_{f_m} = 23 \text{ მპა} = 230 \text{ კგ/სმ}^2 = 2300 \text{ ნ/სმ}^2 = 23 \cdot 10^6 \text{ ნ/მ}^2.$$

შემთხვევისათვის, როცა $h/b = 3,417$, η_{α} -ის მიღებული მნიშვნელობა დანახშირების ზღვრული სიღრმის ქვევითაა [16, დანართი 8.1], ამიტომ ვღებულობთ $d_u \leq b/4 = 12/4 = 3$ სმ.

კოქის ლუნვის დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობის შესამოწმებლად მივიღოთ $d_u = 3$ სმ, $d_u/h = 3/41 = 0,073$ და შესაბამისი $\eta_{\alpha} = 0,41$ [16, დანართი 8]. მდგრადობას ვამოწმებთ ფორმულით [1, 3. 4.14]:

$$M/\varphi_m \cdot W_{\alpha} = R_e,$$

სადაც $M = M_x$ არის მლუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა განსახილველ $l_x = l/2 = 280/2 = 140$ სმ უბანზე; $W_{\alpha} = W_n$, η_{α} - განსახილველ უბანზე განიკვეთის წინაღობის მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა დანახშირების გათვალისწინებით: $R_e = R_{f_m} = 23$ მპა (ცხრ. 2.7).

φ_m კოეფიციენტის მნიშვნელობა მართკუთხა მუდმივი განიკვეთის მქონე ლუნვადი ელემენტებისათვის, რომლებიც სახსროვნად არიან დამაგრებული ლუნვის სიბრტყიდან გამოსვლის საპირისპიროდ და, ამავე დროს საყრდენებზეც გამორიცხულია გრძივი ლერძის ირგვლივ მობრუნება, გამოითვლება ფორმულით

$$\varphi_m = 140 \cdot b^2 \cdot j \cdot K_{\phi} / l_x \cdot h_j,$$

სადაც K_{ϕ} კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია l_x უბანზე მლუნავი მომენტის ეპიურის ფორმაზე და ჩვენს შემთხვევაში ტოლია $K_{\phi} = 1,13$ [1, დანართი 4, ცხრ. 2]; b_j და h_j - კოქის განიკვეთის ზომები დანახშირების გათვალისწინებით:

$$b_j = b - 2d_u = 12 - 2 \cdot 3 = 6 \text{ სმ};$$

$$h_j = h - d \cdot K = 41 - 3 \cdot 1,4 = 36,8 \text{ სმ},$$

სადაც $K = 1,4$ არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დანახშირების სიჩქარის გაზრდას ქვევიდან შეეული მიმართულებით ცეცხლის სამი მხრიდან მოქმედების დროს [15, ცხრ. 4.4].

$$\varphi_m = 140 \cdot b^2 \cdot j \cdot K_{\phi} / l_x \cdot h_j = 140 \cdot 6^2 \cdot 1,13 / 140 \cdot 36,8 = 1,11;$$

$$M / \varphi_m \cdot W_n \cdot \eta_{\alpha} = 16,34 \cdot 10^3 / 1,11 \cdot 0,00336 \cdot 0,41 = 10,7 \cdot 10^6 \text{ პა} = 10,7 \text{ მპა} \leq R_{f_m} = 23 \text{ მპა}.$$

ამრიგად, როცა $d_u = 3$ სმ, კოქის ლუნვის დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობა დაცულია.

შევაშროშოთ კოქის სიმტკიცის პირობა ახლჩაზე. საყრდენების გეომეტრიული მახასიათებლები ისეთივეა, როგორც მალა:

$$b_{საყ} = 0,12 \text{ მ}; \quad h_{საყ} = 0,41 \text{ მ}; \quad d_{\mu/h_{საყ}} = 0,073;$$

$$S_b = b_{საყ} \cdot h_{საყ}^2 / 8 = 0,12 \cdot 0,41^2 / 8 = 2,52 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3;$$

$$h_{საყ} / b_{საყ} = 3,417; \quad J_b = b_{საყ} \cdot h_{საყ}^3 / 12 = 0,12 \cdot 0,41^3 / 12 = 6,892 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^4.$$

მოცემული სიდიდეებით $h_{საყ} / b_{საყ} = 3,417$ და $d_{\mu/h_{საყ}} = 0,073$ გრაფიკებიდან [16, დანართი 8.1, 8.2] ვპოულობთ: $\eta_{\Sigma} = 0,42$ და $\eta_{\rho} = 0,38$.

სიმტკიცის პირობას ახლავს ვამოწმებთ ფორმულით:

$$\eta_{\Sigma} \cdot Q \cdot S_b / \eta_{\rho} \cdot R_{f\mu} (b - 2d_{\mu}) \leq R_{f\mu}$$

$$0,42 \cdot 11,84 \cdot 10^3 \cdot 2,52 \cdot 10^{-3} / 0,38 \cdot 6,892 \cdot 10^{-4} (0,12 - 2 \cdot 0,03) = 0,8 \cdot 10^6 \text{ პა} = 0,8 \text{ მპა} < R_{f\mu} = 1,2 \text{ მპა} \text{ (ცხრ. 2.7)}.$$

იმ შემთხვევაში, თუ მიღებული მნიშვნელობა მეტია 1,2 მპა-ზე, მაშინ დანახშირების სიღრმის ზღვრული სიდიდის განსაზღვრისათვის გადაწყვეტია სიმტკიცის პირობა ახლავს. მას ვსაზღვრავთ შერჩევის მეთოდით.

კოჭის ცეცხლმდეგობის ზღვარი (ფორმულა 2.3):

$$F = r_f + (d_{\mu} / V) = 4 + (30 / 0,65) = 50 \text{ წთ.}$$

მაგალითი 2. გასანგარიშებელია ცეცხლმდეგობის ზღვარი ორივე ბოლოთი სახსროვნად ჩამაგრებული ფიცრული დაწებებული დგარისათვის. დგარი გაანგარიშდება, როგორც შეკუმშულ-გაღუნული ელემენტი. მას უშუალოდ ეკვრის საკედლე სამფენოვანი პანელები, ამიტომაც ცეცხლის მოქმედებას ვიხილავთ სამი მხრიდან. პირობითად ჩავთვალოთ, რომ საკედლე პანელები არ გამოდის წყობიდან მანამ, სანამ ცეცხლმდეგობის თვალსაზრისით დგარი არ მიადწევს ზღვრულ მდგომარეობას.

საწყისი მონაცემები: დგარის სიმაღლე $l = 4,2 \text{ მ}$; განივევითი $b \times h = 0,16 \times 0,2 \text{ მ}$; მოქმედი ძალები: $N = 49,85 \text{ კნ}$, $M = 5,3 \text{ კნმ}$. მასალა - II ხარისხის ფიჭვი ტენიანობით 12-15%. განივევითის საწყისი გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$A = b \cdot h = 0,16 \cdot 0,2 = 0,032 \text{ მ}^2;$$

$$W_x = b \cdot h^2 / 6 = 0,16 \cdot 0,2^2 / 6 = 1,07 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3;$$

$$W_y = h \cdot b^2 / 6 = 0,2 \cdot 0,16^2 / 6 = 0,853 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^3;$$

$$J_x = b \cdot h^3 / 12 = 0,16 \cdot 0,2^3 / 12 = 0,107 \cdot 10^{-3} \text{ მ}^4;$$

$$J_y = h \cdot b^3 / 12 = 0,2 \cdot 0,16^3 / 12 = 0,683 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^4;$$

$$(h / b)_x = h / b = 0,2 / 0,16 = 1,25;$$

$$(b / h)_x = b / h = 0,16 / 0,2 = 0,8.$$

(აქ და შემდეგაც ინდექსები x და y აღნიშნავს სიდიდეებს შესაბამისი X და Y ღერძების მიმართ).

დგარის ცეცხლისაგან დასაცავად ვიყენებთ მინი მარკის ლაქს, შესაბამისად 2.4 ცხრილიდან ვიღებთ, რომ დრო ცეცხლის მოქმედების დაწყებიდან მერქნის აალებამდე შეადგენს 8 წუთს.

მერქნის დანახშირების სიჩქარე დაწებებული ფიჭვისათვის მიიღება $V = 0,65 \text{ მმ/წთ}$ (ცხრ. 2.3).

ცეცხლმდეგობის ზღვარი გაანგარიშდება (2.3) ფორმულით.

მერქნის დანახშირების ზღვრულ სიღრმეს ვნიშნავთ მიახლოებითი მეთოდით სიმტკიცის პირობიდან, რომელსაც შემდეგი აქვს სახე:

$$(N / \eta_{\Sigma} \cdot A \cdot R_{f\mu}) + (M_{\mu} / \eta_{\rho} \cdot W_x \cdot R_{f\mu}) \leq 1.$$

M_{μ} სიდიდე განისაზღვრება ნორმების მიხედვით [1, პუნქტი 4.17].

მიახლოების პირველ საფეხურზე დაეუწყება, რომ დანახშირების სიღრმე $d_{\mu} = 0,03 \text{ მ}$, მაშინ $(d_{\mu}/h)_x = 0,03/0,2 = 0,15$; 8.1 და 8.2 დანართებიდან [16], როცა $h/b = 1,25$ და $d/h = 0,15$ ვპოულობთ: $\eta_{\Sigma} = 0,52$, $\eta_{\rho x}$ და $\eta_{\rho y} = 0,34$.

გამოვთვალოთ დამატებითი გაანგარიშო სიდიდეები, რომლებიც შედიან სიმტკიცის პირობის გამოსათვლელ ფორმულაში:

ინერციის რადიუსი:

$$r_{f\mu} = \frac{\eta_{f\mu} \cdot J_x}{\eta_{f\mu} \cdot A} = \sqrt{\frac{0,34 \cdot 0,107 \cdot 10^{-3}}{0,52 \cdot 0,032}} = 4,468 \cdot 10^{-2} \text{ მ};$$

საანგარიშო სიგრძე:

$$l_0 = \mu \cdot f = 1 \cdot 4,2 = 4,2 \text{ მ,}$$

სადაც $\mu = 1$ არის ღეროს ბოლოების ჩამაგრების სახეობაზე დამოკიდებული კოეფიციენტი. მოქნილობა

$$\lambda_n = l_0 / r_{jn} = 4,2 / 4,468 \cdot 10^{-2} = 94 > 70, \text{ ამიტომ}$$

$$\varphi_n = 3000 / \lambda_n^2 = 3000 / 94^2 = 0,34.$$

(იმ შემთხვევაში, როცა $\lambda < 70$, მაშინ $\varphi = 1 - 0,8(\lambda / 100)^2$).

დამატებითი მლუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (N / \varphi_n \cdot R_{fc} \cdot \eta_{FA}) = 1 - (49,85 \cdot 10^3 / 0,34 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 0,52 \cdot 0,032) = 0,617.$$

დამატებითი მლუნავი მომენტი

$$M_{\varphi} = M / \xi = 5,3 / 0,617 = 8,59 \text{ კნმ.}$$

ჩავსვათ მიღებული მნიშვნელობები სიმტკიცის პირობის ფორმულაში და გვექნება:

$$(49850 / 0,52 \cdot 0,032 \cdot 23 \cdot 10^6) + (8,59 \cdot 10^3 / 0,41 \cdot 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot 23 \cdot 10^6) = 1,081 > 1.$$

სიმტკიცის პირობა არ არის დაკმაყოფილებული.

მიახლოების მეორე საფეხურზე მივიღოთ $d_u = 0,025$, მაშინ $(d_u/h)_x = 0,025/0,2 = 0,125$; როცა $b/h = 1,25$ და $d/h = 0,125$, მაშინ 8.1 და 8.2 დანართებიდან [16] ვპოულობთ: $\eta_{Fx} = 0,6$, $\eta_{Fy} = 0,5$ და $\eta_{Fz} = 0,44$.

შესაბამისად

$$r_{Fx} = \sqrt{\frac{0,44 \cdot 0,107 \cdot 10^{-3}}{0,6 \cdot 0,032}} = 0,05 \text{ მ;}$$

$$\lambda_n = 4,2 / 0,05 = 84; \quad \varphi_n = 3000/84^2 = 0,425;$$

$$\xi = 1 - (49,85 \cdot 10^3 / 0,425 \cdot 23 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot 0,032) = 0,734;$$

$$M_{\varphi} = 5,3 / 0,734 = 7,22 \text{ კნმ.}$$

სიმტკიცის პირობა:

$$(49850 / 0,6 \cdot 0,032 \cdot 23 \cdot 10^6) + (7,22 \cdot 10^3 / 0,5 \cdot 1,07 \cdot 10^{-3} \cdot 23 \cdot 10^6) = 0,7 < 1.$$

სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია, მაგრამ მარაგი საკმაოდ დიდია, ამიტომ d_u სიდიდე განვსაზღვროთ ინტერპოლაციით:

$$d_u = d_{u1} + (d_{u2} - d_{u1})(1 - a_2) / (a_1 - a_2) = 0,025 + (0,03 - 0,025)(1 - 0,7) / (1,081 - 0,7) = 0,029 \text{ მ,}$$

სადაც a_1 და a_2 სიმტკიცის პირობის ფორმულის მნიშვნელობებია მიახლოების პირველ და მეორე საფეხურზე.

$d = 0,029$ მ მნიშვნელობისათვის ვამოწმებთ დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობის პირობას [1, პუნქტი 4.18]. ჩვენი შემთხვევისათვის ამ პირობას აქვს სახე:

$$(N / \varphi_n \cdot K_{FM} \cdot \eta_{FA} \cdot A \cdot R_{fc}) + (M / \varphi_{M1} \cdot K_{FM} \cdot \xi \cdot R_{fm} \cdot \eta_{Fz} \cdot W_x) \leq 1.$$

გამოთვალათ ამ ფორმულაში შემავალი სიდიდეები:

$$(h/b)_x = h/b = 0,2 / 0,16 = 1,25;$$

$$(d_u/h)_x = d_u/h = 0,029/0,2 = 0,145;$$

$$(b/h)_y = b/h = 0,16 / 0,2 = 0,8;$$

$$(d_u/b)_y = d_u/b = 0,029 / 0,16 = 0,181.$$

8.1 და 8.2 დანართებიდან [16] ვპოულობთ, რომ როცა $(h/b)_x = 1,25$ და $(d_u/h)_x = 0,145$, მაშინ $\eta_{Fx} = 0,54$; $\eta_{Fz} = 0,43$; $\eta_{Fy} = 0,37$. ხოლო როცა $(b/h)_y = 0,8$ და $(d_u/b)_y = 0,181$, მაშინ $\eta_{Fz} = 0,574$; $\eta_{Fy} = 0,476$; $\eta_{Fx} = 0,36$.

$$r_{Fx} = \sqrt{\frac{\eta_{Fz} \cdot J_x}{\eta_{Fz} \cdot F}} = \sqrt{\frac{0,37 \cdot 0,107 \cdot 10^{-3}}{0,54 \cdot 0,032}} = 0,048 \text{ მ;}$$

$$r_{Fy} = \sqrt{\frac{\eta_{Fz} \cdot J_y}{\eta_{Fz} \cdot F}} = \sqrt{\frac{0,36 \cdot 0,683 \cdot 10^{-4}}{0,574 \cdot 0,032}} = 0,037 \text{ მ;}$$

$$\lambda_n = l_0 / r_{Fn} = 4,2 / 0,048 = 87,5; \quad \varphi_n = 3000 / \lambda_n^2 = 3000 / 87,5^2 = 0,388;$$

$$\lambda_y = \sigma / r_{fy} = 4,2 / 0,037 = 113,5; \quad \varphi_y = 3000 / \lambda_y^2 = 3000 / 113,5^2 = 0,233.$$

K_{FN} კოეფიციენტი ვსაზღვრავთ ნორმების მიხედვით [1, ფორმულა 23] დგარის დანახშირების გათვალისწინებით:

$$\varphi_{FN} = [140(b-2d_u)^2 K_\varphi / \lambda_y (h-2d_u)] = [140(0,16-2\cdot 0,029)^2 \cdot 1,13 / 1,8 \cdot (0,2-2\cdot 0,029)] = 6,455,$$

სადაც $K_\varphi = 1,13$ - კოეფიციენტი [1, დანართი 4, ცხრ. 2].

λ_x - მანძილი ელემენტის საყრდენ კვეთებს შორის. იმ შემთხვევაში, როცა ელემენტის შეკუმშული წიბო დამაგრებულია შუალედ წერტილებში ღუნვის სიბრტყის მართობი მიმართულებით (ე. ი. შენობის გრძივი მიმართულებით), მაშინ λ_x მანძილია ამ წერტილებს შორის. ჩვენს შემთხვევაში დგარებს შორის შენობის გრძივი მიმართულებით ვაწყობთ 3 ცალ გრძივს განივკვეთით 50X120 მმ, რომელთა შორის მანძილი $\lambda_x = (4,2-2\cdot 0,3) / 2 = 1,8$ მ, სადაც 0,3 მ - მანძილი დგარის ზედა და ქვედა ბოლოებიდან განაპირა გრძივებამდე.

ღუნვადი ელემენტების დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობას ვამოწმებთ მაშინ, როცა $\lambda_x \geq 7b$. მართლაც,

$$\lambda_x = 1,8 > 7\cdot 0,16 = 1,12 \text{ მ,}$$

ე.ი. შემოწმება საკიროა.

K_{FN} კოეფიციენტი განისაზღვრება ნორმების მიხედვით [1, ფორმ. 34] დგარის დანახშირების გათვალისწინებით:

$$K_{FN} = 1 + \{0,75 + 0,06[(\lambda_x / (h-2d_u))^2 - 1]\} \cdot [m^2 / (m^2 + 1)] = \\ = 1 + \{0,75 + 0,06[(1,8 / (0,2-2\cdot 0,029))^2 - 1]\} \cdot [2^2 / (2^2 + 1)] = 8,513,$$

სადაც $m = 2$ დგარის გაკიბული (ე.ი. შიგა) სარტყელის ჩამაგრებათა რიცხვი ($\lambda_x = 1,8$ მ უმანზე (როცა $m \geq 4$, მაშინ სიდიდე $[m^2 / (m^2 + 1)]$ მიიღება 1-ის ტოლი).

K_{FN} კოეფიციენტი განისაზღვრება აგრეთვე ნორმების მიხედვით [1, ფორმ. 24] დგარის დანახშირების გათვალისწინებით:

$$K_{FN} = 1 + \{0,142 + [(\lambda_x / (h-2d_u)) + 1,76 \cdot (h-2d_u) / \lambda_x]\} \cdot [m^2 / (m^2 + 1)] = \\ = 1 + \{0,142 + [1,8 / (0,2-2\cdot 0,029)] + 1,76 \cdot [(0,2-2\cdot 0,029) / 1,8]\} \cdot [2^2 / (2^2 + 1)] = 1,751.$$

ξ კოეფიციენტი ასევე განისაზღვრება დგარის დანახშირების გათვალისწინებით, ფორმულით [1, ფორმულა 3,ა]

$$\xi = 1 - (N / \varphi_y \cdot \sigma_{Rk} \cdot A \cdot R_{fc}) = 1 - (49,85 \cdot 10^3 / 0,233 \cdot 0,54 \cdot 0,03223 \cdot 10^6) = 0,68.$$

ჩავსვით მიღებული მნიშვნელობები დგარის დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობის შესამოწმებელ ფორმულაში და გვექნება:

$$(49850 / 0,233 \cdot 8,513 \cdot 0,54 \cdot 0,032 \cdot 23 \cdot 10^6) + (5300 / 6,455 \cdot 1,751 \cdot 0,68 \cdot 26 \cdot 10^6 \cdot 0,43 \cdot 1,07 \cdot 10^{-3}) = 0,121 < 1.$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ დგარის დეფორმირების ბრტყელი ფორმის მდგრადობის პირობა დაცულია. საბოლოოდ ვიღებთ $d_u = 29$ მმ.

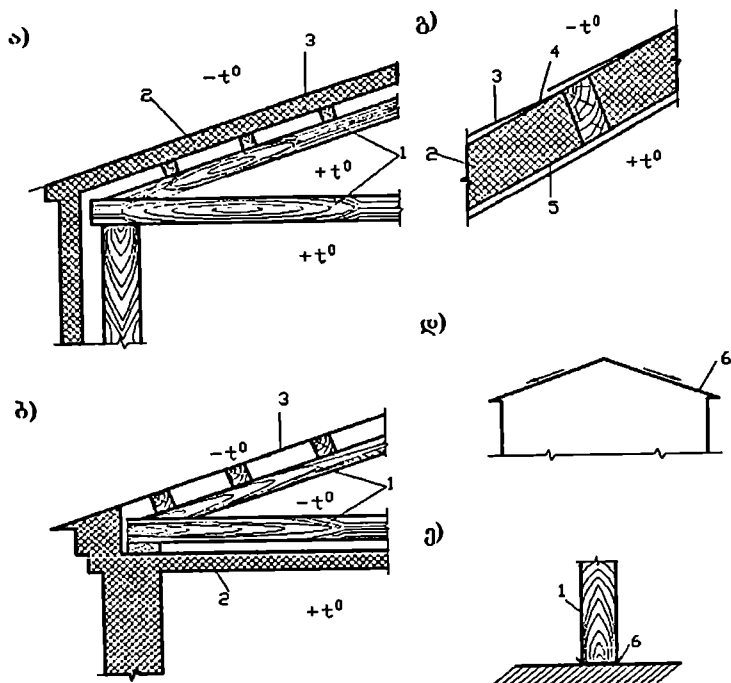
დგარის ცეცხლმედეგობის ზღვარი

$$F = r_y + (d_u / V) = 8 + (29 / 0,65) = 52,6 \text{ წთ} = 53 \text{ წთ.}$$

2.5. ხის კონსტრუქციების ლობობისაგან დაცვის კონსტრუქციული ღონისძიებები

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ხის კონსტრუქციების კონსტრუქციულ დაცვას ლობობისაგან (ნახ. 2.3). ის უზრუნველყოფს კონსტრუქციების ექსპლუატაციის ისეთ რეჟიმს, როდესაც ტენიანობა არ აღემატება ლობობისათვის ხელშემწყობ დონეს. დახურულ შენობაში

ხის ელემენტების დაცვას უზრუნველყოფს მაღალი ხარისხის წყალგაუმტარი ბურული. სახურავს უნდა ჰქონდეს აუცილებელი ქანობი და მათში არ უნდა მოეწყოს წყლის შიგა გადაყვანისათვის საჭირო წყალშემკრები მილები და შენადარები. კაპილარული ტენისაგან დასაცავად ბეტონსა და მერქანს შორის ეწყობა ბიტუმის ჰიდროიზოლაცია. ხის კონსტრუქციების დაყრდნობა საძირკველზე ხდება იატაკის ნიშნულის ზევით 20-30 სმ-ზე.



ნახ. 2.3. მერქნის კონსტრუქციული დაცვა ლპობისაგან; ა - უსხვეწო დათბურებული სახურავი; ბ - სხვეწიანი დათბუნებული სახურავი; გ - დაცვა კონდენსატისაგან; დ - დაცვა ატმოსფერული ნალექებისაგან; ე - დაცვა კაპილარული ტენისაგან; 1 - კონსტრუქცია; 2 - თბოიზოლაცია; 3 - ბურული; 4 - სასულე; 5 - ორთქლიზოლაცია; 6 - ჰიდროიზოლაცია.

ჰაერზე მყოფი ელემენტების ტენისაგან დასაცავად მიმართავენ შემდეგ კონსტრუქციულ ღონისძიებებს:

- სახურავის საკმაოდ დიდი შეერის მოწყობა;
- ჩაშენებულ დეტალებს აწყობენ ფასადების დაშორებით;
- უზრუნველყოფენ სახურავიდან წყლის სწრაფ გადაყვანას;
- მიწის დონიდან ხის ელემენტებს აშორებენ არანაკლებ 30 სმ-ით წყლის შხეფებისაგან დასაცავად;

- კონსტრუქციისა და შეფიცივისათვის არჩევენ რაციონალურ პროფილებს;
- შენობაზე საფარველს, საცვრეს, წვეთოვან არხებსა და სხვ. სწორად განალაგებენ;
- წყლის შემკრები კუთხეების, ღარების, პირაპირების შესაძლო მინიმალური რაოდენობა;

- ითვალისწინებენ დასველებული ელემენტების სწრაფად შრობის უზრუნველყოფას. უსარდაფო შენობების პირველ სართულზე ხის იატაკი მიწის დონიდან დაშორებული უნდა იყოს მინიმუმ 30 სმ-ით და ეს სივრცე კარგად უნდა ნიავედობოდეს. მიწის ზედაპირს ფარავენ ორთქლსაიზოლაციო მასალით (პოლიეთილენის აფსკით).

სხვა მასალასთან (მიწა, ლითონი, ბეტონი) შეხებაში მყოფმა მერქანმა ტენი რომ არ მიიღოს, საჭიროა მათ შორის იყოს უნაკერო ჰიდროიზოლაციური ფენა.

ჰაერის კონდენსატით კონსტრუქციების დანესტიანება რომ არ მოხდეს, სახურავში ეწყობა ორთქლსაიზოლაციო ფენა და სასულე ხვრელები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათ განიავებას. მერქნის კარგი განიავება ხელს უწყობს მის გამოშრობას ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში და პრაქტიკულად გამორიცხავს ლაშობას.

გარდა აღნიშნულისა, მიღებული უნდა იყოს სიფრთხილის შემდეგი ზომები: შეერთებებში გამოყენებული ლითონის დეტალები უნდა იყოს უქანავი ან მოთუთიებული; ხის ჰორიზონტალური ან დახრილი ზედაპირები ყოველთვის დაცული იყოს ბურულით; ხის ელემენტებს შორის ნაკერები ისე განლაგდეს, რომ სახიფათო შედეგის გარეშე შეიძლებოდეს ელემენტის გამოცვლა და შეკეთება.

ნესტიან და სველ სათავსებს, როგორცაა საშხარეულო, საბაზანო, საშხაპე, ცხენსადგომი, სამროხე, საღორე და სხვ., უნდა ჰქონდეს საკმარისი საშუალებები განიავევისათვის, რათა ჰაერის საშუალო ფარდობითი ტენიანობა შეძლებისდაგვარად დაბალი იყოს.

მასალა ტრანსპორტირებისა და დაშტაბულებისა და ცული უნდა იყოს ატმოსფერული ნალექების (ტენის) პირდაპირი მოხვედრისაგან, აგრეთვე კონდენსატის მოქმედებისაგან. არ შეიძლება ხის დეტალების შეფუთვა ჰაერგაუმტარ მასალაში 8-10 დღეზე მეტ ხანს, რადგანაც ამის შემდეგ მერქანს უზრუნველდება ობი და სხვადასხვა ბაქტერიები, რომლებიც ასევე ხელს უწყობენ მის დაშლასა და ხარისხის დაქვეითებას.

მერქანზე უაყოფით გავლენას ახდენს აგრეთვე მზის სხივების ინტენსიური, პირდაპირი ზემოქმედება. ულტრაიისფერი სხივები იწვევს ტანის გამოშრობას და ზედაპირის დესტრუქციას, ხოლო გაბურების შედეგად ხდება ტენიანობის ცვლილება განივკვეთში, რაც იწვევს არასასურველ დეფორმაციებს. მზის სხივებისაგან დასაცავად ჰაერზე მყოფ ელემენტებს ფარავენ სხვადასხვა ტიპის საღებავებით (დისპერსიული, გაუმჟვირი და სხვ.).

2.6. ხის კონსტრუქციების და მისი ელემენტების ქიმიური დაცვა ბიომავნებლებისაგან

მერქანი ორგანული წარმოშობის ბუნებრივი პროდუქტია, ამიტომ გარკვეული ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში განიცდის ბიოლოგიური მავნებლების

ზემოქმედებას, რომლებიც ცოცხალი ორგანიზმებია . მათ მიეკუთვნება: სოკოები, მწერები, ბაქტერიები, წყალმცენარეები, მოლუსკები, კიბორჩხალები, თერმიტები და სხვ.

ხის კონსტრუქციებს ყველაზე დიდ ზარალს აყენებს სოკოები, რომელთაგან დაზიანებული მერქანი ფერს იცვლის და ხდება მურა ან ყავისფერი, მცირდება მისი მექანიკური სიმტკიცე. პროცესს თან სდევს მერქნის სკდომა და ზოლოს, მისი დაშლა. არსებობს ხისმრღვევი სოკოების სამი ჯგუფი: ტყის, საწყობისა და სახლის. საერთოდ კი მათი წაირსახეობა 250 ათასამდეა.

ტყის სოკო ცოცხალ ხეებს აზიანებს ტყეში და ამდენად ხის კონსტრუქციებისათვის ისინი უშუალოდ საშიში არ არიან. ტყის სოკოთი დაავადებული მერქანი დაბალი ხარისხის მასალას მიეკუთვნება, თუმცა მშენებლობაში მისი გამოყენება შეზღუდული არ არის.

საწყობის სოკო ჩნდება უკვე მოჭრილ ხეებზე, რომლებიც ესებიან გრუნტს მათი შენახვისას ტყეში, საწყობებში ან ხანგრძლივი ტრანსპორტირების დროს. ამ სოკოებს ზოგჯერ დეფექტურ მდგომარეობამდე მიჰყავს ღია ჰაერზე მომუშავე სამშენებლო კონსტრუქციები (სვეტები, ანძები, კოშკები, ხიდები) ან მათი ნაწილები.

ყველაზე მავნე და საშიშია სახლის სოკოები. რომლებიც მერქანს არღვევენ ხის კონსტრუქციების ექსპლუატაციის დროს. ასეთებია: ჩვეულებრივი, თეთრი, აფსკისმაგვარი და მაღაროს სოკოები.

ჩვეულებრივ სახლის სოკოს (ნახ. 2.4) – *Serpula lacrymans* - ლიტერატურაში



ნახ. 2.4. ჩვეულებრივი სახლის სოკო.

მერილიუსი ეწოდება. ის ხის ზედაპირზე ქმნის დიდ თეთრ ბამბისმაგვარ კოლონიას, რომელიც თანდათან იზრდება და იფარება მოყავისფრო - ყვითელი ლაქებით. ზოგჯერ გვხვდება ვარდისფერი, იისფერი და მომწვანო ფერისაც.

ეს სოკოები აზიანებს როგორც წიწვოვანი, ისე ფოთლოვანი ჯიშის მერქანს.

თეთრი სახლის სოკო (ნახ. 2.5) – *Coriolaria vaporaria* Bond et Sing - ისევე, როგორც ჩვეულებრივი, ხის ზედაპირზე ქმნის სოკოთა

კოლონიას, ზონრებს და ნაყოფიერ ტანს, რომელთა, სიკვდილის შემდეგაც კი, სოკოს ლაქას და ზონრებს თეთრი შეფერილობა აქვს.

აფსკისმაგვარი სახლის სოკო (ნახ. 2.6) – *Coniophora puteana* – ყველაწიერ მერქანს აზიანებს. ხის ზედაპირზე ქმნის სუსტად განვითარებულ სოკოვან კოლონიას, ზონრებს და ნაყოფიერ ტანს. დასაწყისში სოკოს ყვითელი ფერი აქვს, ხოლო დროთა განმავლობაში გადადის მოყავისფროში. ზონრები ყავისფერი ან შავია დიდი რაოდენობის წვრილი განშტოებებით. ნაყოფიერი ტანი (ანუ სოკო) ადვილად შეიძლება მოვადროთ ხეს.

მაღაროს სოკო (ნახ. 2.7) – *Paxillus panuoides* - შედგება მიცელიუმის, ზონრებისა და ნაყოფიერი ტანისაგან. ღარიბი ბამბისმაგვარი წარმონაქმნი იშვიათად გვხვდება. აქვს მოყვითალო-მომწვანო ფერი. ჩნდება მაღალი ტენიანობის (50-70%) და ნორმალური



ნახ. 2.5. თეთრი სახლის სოკო.



ნახ. 2.6. აფსკისმაგვარი სახლის სოკო.

ტემპერატურის (8-23°C) პირობებში. ხეზე შეინიშნება წვრილი პრიზმისმაგვარი წითელი ან მურა-წითელი ოქროსფერი მკალას ფენების სახით.



ნახ. 2.7. მალაროს სოკო.

სოკოს ნაყოფიერი ტანი არის სოკოვანი ძაფების გადახლართული ქსოვილი (მიცელიუმი), რომელიც ეკერის ხეს და დროთა განმავლობაში აზიანებს მერქანს, რადგანაც ამ უკანასკნელით იკვებება სოკო.

სოკოს გამრავლება ხდება მიცელიუმის ნაწილით, საიდანაც ჩნდება ახალი ორგანიზმი, ან სპორებით, რომლებიც ჩნდება

მიცელიუმის სპეციალურ გიფ-ებზე. „გიფ“-ი სოკოს ძაფების განშტოებული სქემაა, რომელიც შეუზღუდავად იზრდება მხოლოდ სიგრძეში. ზრდის სიჩქარეა 0,1-6 მმ საათში და დამოკიდებულია მკვებავი ნივთიერებების მიწოდების სიჩქარეზე.

დაზიანების პირველ ეტაპზე ზედაპირზე ჩნდება ობი, რომელიც იკვებება მერქნის წვენით. შემდეგ ობის მიერ მოშადებულ პირობებში მრავლდება ხის შემაფრადებელი სოკოები, ხოლო მერქნის დაშლას ასრულებს საწყობის ან სახლის სოკოები. ისინი იწვევენ მერქნის ლობობას, რასაც თან სდევს გრძივი და განივი ბზარების გაჩენა და ბოლოს, მერქნის მინერალიზაცია.

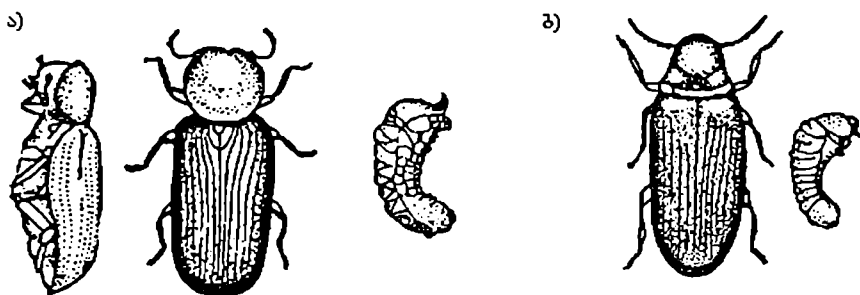
ხის შემაფრადებელი სოკოები იწვევს მერქნის ნაქურთენის მურალურჯ შეფერილობას, რასაც სილურჯეს ემახიან. მსოფლიო პრაქტიკა გვაჩვენებს, რომ სილურჯით დაავადებული მერქნის ფასი, ჯანსაღთან შედარებით, 20-50%-ით ნაკლებია. არსებობს ზედაპირული და სიღრმული სილურჯე. ზედაპირული ვრცელდება 2 მმ-ის სისქეზე და პატარა ლაქების (დiameter 10-20 მმ) სახე აქვს. სიღრმული უფრო იშვიათია. ის შეიძლება იყოს უწყვეტი, რომელიც ღებავს მთელ ნაქურთენს ან იყოს ლაქების სახით, რომელიც ღებავს ნაქურთენის ნაწილს.

ობი და სილურჯე აფუჭებს მერქნის გარეგან სახეს, ამცირებენ ხარისხს, ზრდის წყალშთანთქმის უნარს და ადამიანებში ხშირად იწვევენ ალერგიულ დაავადებებს.

სოკო ხელს უწყობს მერქნის დატენიანებას ცელულოზის დაშლის შედეგად წარმოქმნილი წყლის ხარჯზე და შესაბამისად იწვევს მერქნის ლპობას, რომელიც ხის კონსტრუქციების დაზიანების ძირითადი მიზეზია.

ღონისძიებები ლპობისაგან მერქნის დასაცავად უნდა დავიწყოთ მასალის დამზადების, ტრანსპორტირებისა და შენახვის მომენტიდან და გავაგრძელოთ შენობების მთელი ექსპლუატაციის განმავლობაში. რადგანაც მერქნის იზოლირება სოკოების გამჭენი სპორებისა და დადებითი ტემპერატურისაგან პრაქტიკულად შეუძლებელია, ზოგიერთი იშვიათი გამონაკლისის გარდა (წყალქვეშა ნაგებობები), მერქნის ლპობისაგან დაცვის ძირითად ღონისძიებებს მიეკუთვნება სტერილიზაცია, კონსტრუქციული და ქიმიური მეთოდები.

სოკოების გარდა, ხის კონსტრუქციებს დიდ ზიანს აყენებენ მწერები, თერმიტები, კიანჭველები, რქაკუდები და ზღვის მრღნელები (ლიმნორია, ხელიურა, ხომალდის ჭია). მწერებიდან ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ხის მრღნელი, რკილი (ნახ. 2.8), ულვამა, გრძელცხვირა, მერქანჭამია, სახლის, ავეჯის, ხიბინჯის და სხვა სახის ხოჭოები.

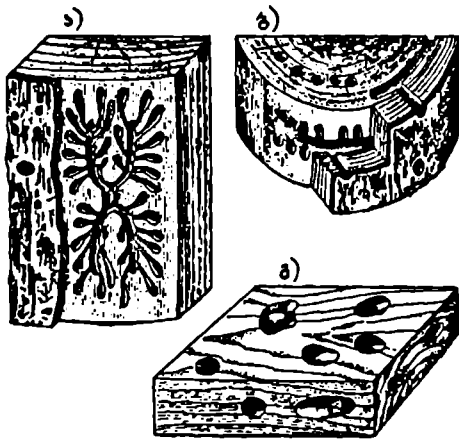


ნახ. 2.8. ხოჭოები: ა - ხის მრღნელი; ბ - რკილი.

ბიოლოგიური მავნებლებისაგან მერქნის დაზიანების კლასიკური მაგალითია კიანჭამები (ნახ. 2.9; 2.10), რომელიც შეიძლება იყოს ზედაპირული ან სიღრმითი. მერქნის ძირითადი დაზიანებლებია არა ზრდადასრულებული მწერები, არამედ მათი ჭუპრები, რომლებიც იკვებებიან მერქნით და მისი ქერქით. მწერები ძირითადად აზიანებენ წიწვოვანი ჯიშის მერქანს.

ხოჭოს ერთ ჭუპრს შეუძლია სიგრძეში 40 მ არხის გაჭრა.

ულვამა ხოჭო საკმაოდ მოზრდილი მწერია (სიგრძე 25-35 მმ), რომელიც ჭუპრებთან ერთად აზიანებს ხის შიგა ნაწილს და ზედაპირზე არ გამოდის.



ნახ. 2.9. კიანაკაშები: ა - ზედაპირული;
 ბ - სიღრმითი მრგვალ მასალაში;
 გ - სიღრმითი დახერხილ მასალაში.

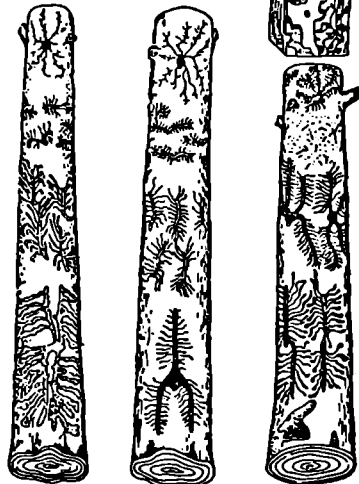
თერმიტები გარეგნულად თეთრ კიანაკელებს ჩამოჰგავს. ცხოვრობს დიდ კოლონიებად. აზიანებს გრუნტში და გრუნტთან შეხებაში მყოფ მერქანს. გავრცელებულია ამიერკავკასიასა და შუა აზიაში.

ზღვის მრღნელები აზიანებენ მერქნის იმ ნაწილს, რომელიც წყალშია, ამიტომ მათთან ბრძოლა სირთულეებთან არის დაკავშირებული.

ბაქტერიები აზიანებენ მერქანს ნაწილობრივ. მრავლდებიან უჯრედის გაყოფით, ამიტომ ვერ გადაადგილდებიან მერქანში, გარდა იმ ნაწილისა, რომელიც წყალშია. ბაქტერიები ქმნიან კოლონიებს

მერქნის უჯრედებში და საკვებად იყენებენ ცილას და ლიგნინს. მათი გამრავლების არეა ნაქურთენი. გულს ბაქტერიები ვერ აზიანებენ, რადგანაც ხის გულის მერქნის შემადგენელი კომპონენტები მედეგია არიან ბაქტერიებისადმი.

წყალმცენარეები და ხავსი უშუალოდ არ აზიანებენ ხეს, ეკვრიან ჩრდილოეთის მხრიდან, მათი არსებობა მიუთითებს ზედაპირული ტენის დიდ რაოდენობაზე. უღრან ტყეებში ხავსი ერთგვარ გზის გამკვლევ ფუნქციასაც ასრულებს.



ნახ. 2.10. კიანაკაშები: ა - შხარდ ფიკვზე; ბ - მოკრილ დაწენილ ფიკვზე; გ - შხარდ ნაძვზე.

ბიოლოგიური მავნებლებისა და მღრღნელი ხოჭოებისაგან მერქნის დასაცავად ყველაზე ეფექტურია მერქნის გადახურება 80°C და მეტ ტემპერატურაზე, რომლის დროსაც ეს მავნებლები მთლიანად ისპობა, აგრეთვე მასალის ქიმიური დამუშავება ზეთოვანი საღებავებით (ანტისეპტიკებით). ექსპლუატაციაში მყოფ კონსტრუქციებში მავნებლებისა და მათი მატლების განადგურებისათვის მიმართავენ შებოლვას საწამლაკი გაზებით და ხერხელებში საწამლაკი ნივთიერებების ხსნარების შესხურებას.

მერქნის სტერილიზაცია ჰაერზე ან კამერებში მაღალტემპერატურული შრობის საშუალებაა. ქიმიური დაცვა აუცილებელია იმ შემთხვევებში, როდესაც მოსალოდნელია კონსტრუქციის (ხიდების, ანძების, კომკების, ხიმიწეების, ესტაკადების, ელექტროენერჯის გადამცემი ხაზების საყრდენების და სხვ.) დატენიანება. ამ

კონსტრუქციების ლობისაგან ქიმიური დაცვა ხდება მათი გაყენებით ან დაფარვით სოკოების მომწამლავი ნივთიერებებით - ანტისეპტიკებით, რომლებიც ძირითადად ორი სახისაა: ზეთოვანი (პეტროლატუმი, პარაფინი, ბიტუმი, გოგირდი, მცენარეული ზეთები, სილიციუმის ორგანული პოლიმერები, პოლიეთილენგლიკოლი) და წყალში ხსნადი (ფთორი, დინიტროფენოლი, ნატრიუმის ქლორიდი, პენტაქლორფენოლი, თუთიის ქრომქლორიდი).

წყალში ხსნად ანტისეპტიკებს არა აქვს სუნი და ფერი, ისინი ადამიანისათვის უვნებელია, ამიტომ მათი გამოყენება მიზანშეწონილია დახურულ შენობებში. ზეთოვანი ანტისეპტიკები კი ძლიერი მომწამლავი ნივთიერებებია სოკოებისათვის, აქვთ არასასიამოვნო სუნი და მავნეა ადამიანებისათვის, ამიტომ ისინი იხმარება ისეთი კონსტრუქციების დასაცავად, რომელთა ექსპლუატაცია ხდება ღია ცის ქვეშ, წყალში ან მიწაში. ანტისეპტიკებას ექვემდებარება ძირითადად ფიცრული კონსტრუქციები და კედლისა და სახურავის სამფუნოვანი პანელების წებო-ფანერის კარკასები, რომლებსაც მუშაობა უხდება ტენიან პირობებში.

ქარხნებში ხის კონსტრუქციების ანტისეპტიკება მიმდინარეობს კონვეიერული ტიპის ხაზებზე, რომლებიც აღჭურვილია წყლის აბაზანებითა და საშრობი კამერებით, სადაც მზა ხის კარკასების ან ცალკეული ელემენტების გაყენთა ხდება ცივ ხსნარში ორჯერადი ჩაძირვით და დაყოვნებით 20 წთ, ხოლო შემდეგ მიმდინარეობს გაშრობა 70-80°C ტემპერატურაზე. ზედაპირზე ანტისეპტიკის მშრალი მარილების შენარჩუნება შეადგენს 20-30 გრ/მ².

სამშენებლო მოედანზე მერქნის ანტისეპტიკება ხორციელდება წყალში გახსნილი ანტისეპტიკებით ან პასტებით, რომლებიც დაიტანება ზედაპირზე საღებავსაფრქვევით ან ჰიდროპულტით. ანტისეპტიკების დაწყებამდე მერქნის ზედაპირი უნდა გაიწმინდოს მტერისა და ყოველგვარი ჭუჭყისაგან.

ღრმა გაყენებისათვის გამოიყენება ავტოკლავური მეთოდი, რომელიც აუცილებლად მიმდინარეობს საქარხნო პირობებში მაღალი წნევის ქვეშ. ამ მეთოდს შესანიშნავი შედეგი აქვს, მაგრამ საგრძნობლად აძვირებს კონსტრუქციის თვითღირებულებას.

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გამოიყენება წყალში ხსნადი ანტისეპტიკები, რომლითაც უდენტონ მერქანს. ისხის მასივს უქმნის მაქსიმალურ ანტიბაქტერიულ დონეს და ერთდროულად ცეცხლმედეგობასაც ზრდის. ზოგჯერ კომბინირებულ დაცვასაც მიმართავენ, როცა ერთდროულად იყენებენ სიდრმით გაყენთასა და ზედაპირულ დაფარვას.

ანტისეპტიკების ყველაზე ეფექტური მეთოდია კონსტრუქციის (დეტალის, ელემენტის) ჩაძირვა გახსნილ პრეპარატში, მაგრამ გაბარიტული ზომები ამის საშუალებას ყოველთვის არ იძლევა, თანაც ძალიან ძვირი ჯდება, რადგან დიდი რაოდენობის ხსნარია საჭირო. ამიტომ პრაქტიკაში მიმართავენ მერქნის ზედაპირზე ანტისეპტიკის წასმას (2-4 ფენა) ჩვეულებრივი ფუნჯის საშუალებით ან გასხურებით. დამუშავებულ მერქანს გასაშრობად სჭირდება 48-72 საათი ბუნებრივ პირობებში (ფარდულის ქვეშ), რის შემდეგაც ელემენტი მზად არის მოხმარებისათვის.

დღეისათვის ყველაზე გავრცელებული ანტისეპტიკებია: TEKNOS (ფინეთი); Lignofix , Бохемит(ჩეხეთი); ББ-32, ХМБ-444, ХМ-11, ХМФ-БФ, ХМФ-221, ФБС-211 (რუსეთი); МБ-1 (ლატვია); აგრეთვე მსოფლიოში გავრცელებული სხვა მარკები, როგორცაა: К-33, АСФОР-Экстра, СГК-1, КСД-Ф, Шпракс-В-СК, ПП, МС, Нортекс, БС-13, Дефендер W, Novafilar

FR1, Шит-1, 1030 WOOD BLISS, 1035 NANMOS, BIOFA 8750, Lifeline Ultra-2, Foreks 2, Biocent, NEOMID Base Eco, ECOSEPTPRO-TRANC, EKOSEPT 440, BIOFA, ECOSEPT 400, FEIDAL, DERUFA PNOFI, Protec 100, Protec 245, PINOTEX, Древотекс, Сенеж და სხვ.

მერქნის დაცვის კონსტრუქციული და ქიმიური ღონისძიებები უნდა დაიგეგმოს დროულად, რათა თავიდან იქნეს აცილებული მისი ვადაზე ადრე გამოსვლა წყობიდან. პრაქტიკულად, წინასწარ უნდა იქნეს გათვალისწინებული, რა მავნე გარემოში მოუხდება მუშაობა კონსტრუქციას (ტენიანობა, მაღალი ტემპერატურა, ქიმიურად აგრესიული გარემო და სხვ.); შერჩეულ იქნეს შესაბამისი ჯიშის მერქანი, წინასწარი დამუშავების მეთოდი და სახეობა, მერქანდაცვის ღონისძიებების ჩატარების დრო და ადგილი; მერქნის ყოველმხრივი დამუშავების შემდეგ უნდა მოხდეს რეკომენდებული ღონისძიებების შესრულების შემოწმება.

თავი 3. მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება

3.1. ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით გაანგარიშების საფუძვლები

ყველა ტიპის საშენელო კონსტრუქციის გაანგარიშება ხორციელდება ზღვრული მდგომარეობის განსაზღვრის მეთოდით.

კონსტრუქციის მდგომარეობა ზღვრულია, როცა ვეღარ აკმაყოფილებს წაყენებულ საექსპლუატაციო მოთხოვნებს, ე.ი. არის მზიდუნარიანობის ამოწურვის ზღვარზე და დაკარგული აქვს გარეგანი ზემოქმედებისადმი წინაღობის უნარი ან არ არის დაცული ნორმალური საექსპლუატაციო პირობები, რადგან დეფორმაციებმა მიაღწია დასაშვებზე მეტ ზღვრულ სიდიდეს.

გაანგარიშების მიზანი ის არის, რომ კონსტრუქციამ ექსპლუატაციის პირობებში არ მიაღწიოს და არ გადალახოს ზღვრული მდგომარეობა.

ხისა და პლასტმასის კონსტრუქციების გაანგარიშებისას იყენებენ ორი ჯგუფის ზღვრულ მდგომარეობას: I ჯგუფი მოიცავს გაანგარიშებას სიმტკიცესა და მდგრადობაზე დატვირთვების საანგარიშო მნიშვნელობისათვის, ხოლო II ჯგუფი - დეფორმაციებზე გაანგარიშებას ნორმატიული დატვირთვების ქვეშ.

I ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობა ხასიათდება კონსტრუქციის მზიდუნარიანობის დაკარგვით, რის გამოც იგი უვარგისი ხდება. ასეთებია: რღვევა, მდგრადობის დაკარგვა, გადამბრუნება, დაუშვებელი ცოცვადობა, რეზონანსული რხევები.

ასეთი ზღვრული მდგომარეობები გამოირიცხება, როდესაც სრულდება შემდეგი პირობები:

$$\sigma \leq R_{საგ} \quad \text{და} \quad \tau \leq R_{სბ} \quad (3.1)$$

ე.ი. როცა ნორმალური (σ) ან ამხლეზი (τ) ძაბვა არ გადააჭარბებს რაღაც ზღვრულ სიდიდეს $[R]$, რომელსაც მასალის საანგარიშო წინაღობა ეწოდება.

II ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობისათვის დამახასიათებელია ისეთი ნიშნები, რომლებიც კონსტრუქციის ექსპლუატაციას აძნელებს ან აფერხებს დიდი დეფორმაციების გამო, მაგრამ მთლიანად არ გამოირიცხავს მისი ექსპლუატაციის შესაძლებლობას, ე.ი. ამ დროს კონსტრუქცია უვარგისია მხოლოდ ნორმალური ექსპლუატაციისათვის. უნდა დაკმაყოფილდეს პირობა

$$f/l \leq [f/l], \quad (3.2)$$

ე.ი. ღუნვაზე მომუშავე ელემენტები ვარგისია ნორმალური ექსპლუატაციისათვის, როცა მაქსიმალური ფარდობითი ჩაღუნვა არ აღემატება ნორმებით დადგენილ ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობას.

კონსტრუქციების ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით შეფასებისათვის პრაქტიკაში შემოღებულია ცნებები: ნორმატიული და საანგარიშო დატვირთვები და წინაღობები; მუშაობის პირობების და მასალის უსაფრთხოების კოეფიციენტები და სხვა პარამეტრები.

3.2. დატვირთვები და ზემოქმედებები

ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშებისათვის, სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად, ძირითადად ითვალისწინებენ მუდმივ დატვირთვას (G) შენობის კონსტრუქციებისა და სხვა ელემენტების საკუთარი წონისაგან და ხანმოკლედ მოქმედ დროებითი დატვირთვას თოვლისა (S) და ქარისაგან (W). გარდა ამისა, მხედველობაში მიიღება აგრეთვე დატვირთვები ადამიანების წონისაგან, მანქანა-დანადგარებისა და ავეჯისაგან.

მუდმივ დატვირთვებში, გარდა საკუთარი წონისა, შედის აგრეთვე წინასწარი დამაბვიტ გამოწვეული ძალები, გრუნტის წნევა და სხვ. დროებითი დატვირთვების მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით შეიძლება იყოს ხანგრძლივი დროებითი (მანქანა-დანადგარების მასა, სითხეების და გაზების წნევა, დატვირთვები წიგნთსაცავებსა და საწყობებში, ზოგიერთ შემთხვევაში თოვლის დატვირთვა), ხანმოკლე დროებითი (ადამიანის წონა, თოვლის, ქარის და ამწის დატვირთვები, ტემპერატურულ-კლიმატური ზემოქმედებები) და განსაკუთრებული (მიწისძვრა, აფეთქება, მეწყერი, ყამირის დაჯდენა). ყველაწარმოადგენს დატვირთვის სახეს აქვს ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობები.

ნაგებობაზე მისი ნორმატიული ექსპლუატაციის დროს მოქმედი დატვირთვის მაქსიმალურ მნიშვნელობას ნორმატიული დატვირთვა ეწოდება.

საანგარიშო დატვირთვა განისაზღვრება ნორმატიულის შესაძლო ცვალობადობის საფუძველზე. ამისათვის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა მრავლდება დატვირთვის საიმედოობის γ კოეფიციენტზე, რომლის მნიშვნელობა აიღება დატვირთვის სახის მიხედვით და უმეტეს შემთხვევაში მეტია ერთზე (1-1,6).

$$G_{\text{საანგ}} = G^{\circ} \cdot \gamma_{\text{გ}}; \quad P_{\text{საანგ}} = P^{\circ} \cdot \gamma_{\text{დ}}, \quad (3.3)$$

სადაც G° არის მუდმივი ნორმატიული დატვირთვა; P° - დროებითი ნორმატიული დატვირთვა; $\gamma_{\text{გ}}$ - მუდმივი დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი; $\gamma_{\text{დ}}$ - დროებითი დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი.

ექსპლუატაციის დროს კონსტრუქციები და ნაგებობები განიცდის რამდენიმე სახის დატვირთვის ერთდროულ ზემოქმედებას. ამიტომ გაანგარიშების დროს ითვალისწინებენ სხვადასხვა დატვირთვის შეხამების შესაძლებლობას, რისთვისაც შემოტანილია დატვირთვების შეხამების კოეფიციენტი - $n < 1$. არსებობს ძირითადი შეხამება (მუდმივი დატვირთვა + ხანგრძლივი დროებითი + არანაკლებ ორი სახის ხანმოკლე დროებითი) და განსაკუთრებული შეხამება (მუდმივი + ხანგრძლივი დროებითი + შესაძლო ხანმოკლე დროებითი + ერთ-ერთი განსაკუთრებული სახის დატვირთვა). ძირითადი შეხამების კოეფიციენტი $n_{\text{გ}} = 0,9$, განსაკუთრებულისა - $n_{\text{გ}} = 0,8$.

მუდმივი G° ნორმატიული დატვირთვა შედგება ორი ნაწილისაგან. პირველი ნაწილია გასაანგარიშებელ კონსტრუქციაზე გადმოცემული ყველა შემომფარგვლელი ელემენტისა და მასალის მასა. თითოეული ელემენტისაგან გადაცემული დატვირთვა განისაზღვრება ამ ელემენტის მოცულობის გადამრავლებით მის სიმკვრივესა და კონსტრუქციების განლაგების ბიჯზე; მეორე ნაწილია დატვირთვა ძირითადი მზიდი კონსტრუქციის საკუთარი წონისაგან, რომელიც წინასწარი გაანგარიშების დროს შეიძლება

განისაზღვროს მიახლოებით, თუ კონსტრუქციის ელემენტების ზომებს წინასწარ დავნიშნავთ:

$$g_{\text{სფ}} = (g^{\text{ს}} + S^{\text{ს}}) / [1000 / (K_{\text{სფ}} \cdot l - 1)], \quad (3.4)$$

სადაც $g_{\text{სფ}}$ არის შიდა კონსტრუქციის საკუთარი წონა დახურვის პროექციის 1მ^2 ფართობზე ან მალის 1 გრძივ მეტრზე; $g^{\text{ს}}$ - მუდმივი დატვირთვა შემომფარგვლელი (დამჭერი) ნაწილების საკუთარი წონისაგან; $S^{\text{ს}}$ - დროებითი თოვლის დატვირთვა; l - კონსტრუქციის საანგარიშო მალი; $K_{\text{სფ}}$ - საკუთარი წონის კოეფიციენტი, რომელიც გამოხატავს ფართობზე ან მალზე მოსული ერთეულოვანი დატვირთვის შესაბამისი მასალის ხარჯს (დანართი, ცხრ. 18).

ნორმატიული $S^{\text{ს}}$ თოვლის დატვირთვა მიიღება მშენებლობის რაიონის მიხედვით და დამოკიდებულია თოვლის საფარის ნორმატიულ S_0 წონაზე, რომელიც მოცემულია ნორმებში [3] გადახურვის ჰორიზონტალური პროექციის 1მ^2 -ზე. ეს სიდიდე მრავლდება კოეფიციენტზე, რომელიც ითვალისწინებს სახურავის დახრის კუთხეს და ფორმას. ე.ი. ნორმატიული დატვირთვა $S^{\text{ს}} = \mu S_0$. ორქანობიანი სახურავისათვის, როცა დახრის კუთხე $\alpha \leq 25^\circ$, მაშინ $\mu = 1$; როცა $\alpha \geq 60^\circ$, $\mu = 0$; როცა $60 > \alpha > 25^\circ$, მაშინ $\mu = (60^\circ - \alpha) / 35$. ეს დატვირთვა თანაბრადაა განაწილებული და შეიძლება მოქმედებდეს მთელს მალზე ან მალის ნაწილზე. მრუდი მოხაზულობის სახურავისათვის (სეგმენტური წამწე, თალი, კამარა) კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია f/l ფარდობაზე, სადაც f - თალის აწევის ისარი; l - მალი.

საანგარიშო თოვლის S დატვირთვა მიიღება ნორმატიული მნიშვნელობის გადამრავლებით დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტზე:

$$S = \gamma S^{\text{ს}}. \quad (3.5)$$

γ კოეფიციენტი დამოკიდებულია ნორმატიული მუდმივი და თოვლის დატვირთვების ფარდობაზე და როცა $g^{\text{ს}}/S^{\text{ს}} < 0,8$, მაშინ $\gamma = 1,6$, ხოლო თუ $g^{\text{ს}}/S^{\text{ს}} \geq 0,8$, მაშინ $\gamma = 1,4$, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ მსუბუქი სახურავებისთვის ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა მეტია, ვიდრე მასიური მძიმე სახურავისათვის.

ადამიანის წონა ინსტრუმენტებიანად მიიღება ტოლი: ნორმატიული $P^{\text{ს}} = 0,1$ კნ და საანგარიშო $P = P^{\text{ს}} \cdot \gamma = 0,1 \cdot 1,2 = 0,12$ კნ.

მაგალითი 3.1. განვსაზღვროთ ორქანობიან სახურავზე მოქმედი თოვლის დატვირთვის საანგარიშო და ნორმატიული მნიშვნელობები. მშენებლობის ადგილი ქ. თბილისი. სახურავის დახრის კუთხე ჰორიზონტთან $\alpha = 16^\circ$. ნორმატიული მუდმივი დატვირთვა $g = 0,5$ კნ/მ².

ამოხსნა: კლიმატური დარაიონების მიხედვით (დანართი, ცხრ. 16) შენობა იმყოფება II ზონაში. თოვლის საფარის წონა $S_0 = 0,7$ კნ/მ². სახურავის ფორმის კოეფიციენტი, როცა $\alpha = 16^\circ < 25^\circ$, $\mu = 1$. ნორმატიული თოვლის დატვირთვა $S^{\text{ს}} = \mu S_0 = 1 \cdot 0,7 = 0,7$ კნ/მ². საკუთარი წონისა და თოვლის ნორმატიული დატვირთვების ფარდობა $g^{\text{ს}}/S^{\text{ს}} = 0,5/0,7 = 0,7 < 0,8$, ამიტომ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma = 1,6$. საანგარიშო თოვლის დატვირთვა სახურავის პროექციის 1მ^2 -ზე

$$S = \gamma S^{\text{ს}} = 1,6 \cdot 0,7 = 1,12 \text{ კნ/მ}^2.$$

ქარის დატვირთვა. ქარის ნორმატიული დატვირთვა დამოკიდებულია მის W_0 სიჩქარისეულ დაწვევაზე, C აეროდინამიკურ კოეფიციენტზე და შენობის სიმაღლის გავლენის გამთვალისწინებელ კოეფიციენტზე:

$$W^6 = W_0 \cdot k \cdot C, \quad (3.6)$$

სადაც W_0 მნიშვნელობა აიღება ნორმებიდან მშენებლობის რაიონის მიხედვით (დანართი, ცხრ. 17); კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია შენობის სიმაღლეზე, თუ ისარ აღემატება 10 მ-ს, მაშინ $k = 1$; C აეროდინამიკური კოეფიციენტი დამოკიდებულია შენობის ფორმაზე, მის აბსოლუტურ და ფარდობით ზომებზე, დახრილობაზე, სახურავის ფარდობით სიმაღლესა და ქარის დაწნევის მიმართულებაზე.

თუ სახურავის დახრის კუთხე $\alpha \leq 14^\circ$, მაშინ ქარის დატვირთვა მოქმედებს, როგორც გაწოვა (პასიური მხარე) და ისე არ ზრდის, არამედ ამცირებს ძალებს შიდა კონსტრუქციებში. ამიტომ მის მნიშვნელობას არ ითვალისწინებენ და გაანგარიშების დროს მიღის სიმტკიცის მარაგში.

ქარის დატვირთვა აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული შენობის სვეტებისა და კედლების, სამკუთხა და ისრისებური ფორმის კონსტრუქციების გაანგარიშებაში.

ქარის საანგარიშო დატვირთვა მიიღება ნორმატიული დატვირთვის გადამრავლებით საიმედოობის γ კოეფიციენტზე:

$$W = W_0 \cdot \gamma. \quad (3.7)$$

3.3. მერქნის დროებითი, ნორმატიული და საანგარიშო წინაღობა, დრეკადობისა და ძვრის მოდულები

მერქნის დროებითი წინაღობა (სიმტკიცის ზღვარი) განისაზღვრება სტანდარტული ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდისას. სტანდარტული ნიმუშების გამოცდა ხანმოკლე დატვირთვებზე ტარდება ლაბორატორიულ პირობებში, სპეციალური სახელმწიფო სტანდარტების დაცვით. ნიმუშების შერჩევა ხდება ერთგვაროვანი ელემენტების ერთობლიობიდან შემთხვევითი შერჩევის მეთოდის გამოყენებით.

მერქნის ნორმატიული R^6 წინაღობა სუფთა მერქნის ძირითადი მახასიათებელია. მისი გამოთვლისათვის ატარებენ სუფთა სტანდარტული ნიმუშების მრავალრიცხოვან გამოცდას 12% ტენიანობის პირობებში გაკიბვაზე, კუმშვაზე, ლუნვაზე, თელვასა და ახლეჩაზე. ამ გამოცდების შედეგებს აქვს დიდი გაზნევა, ამიტომ აუცილებელია მათი დამუშავება მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით და ვარიაციის (ცვალებადობის) კოეფიციენტის გათვალისწინებით, რომლის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$R^6 = R_{60} \cdot (1 - \eta_0 \cdot V), \quad (3.8)$$

სადაც R_{60} არის მერქნის დროებითი წინაღობა; V - ვარიაციის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დამაბულობის სახეობასა და მასალის ხარისხზე. მისი მნიშვნელობა იცვლება 0,15-0,25 ფარგლებში; η_0 - მამრავლი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია უზრუნველყოფის დონეზე (სარწმუნო ალბათობა) და განაწილების ფუნქციის სიმკვრივის სახეზე. ნორმატიული წინაღობისათვის ნორმალური განაწილების პირობებში, როცა უზრუნველყოფა მინიმუმის მიხედვით $P = 0,95$, მაშინ $\eta = 1,65$, ხოლო საანგარიშო წინაღობისათვის, როცა $P = 0,99$, მაშინ $\eta = 2,33$.

მერქნის საანგარიშო R წინაღობა რეალური კონსტრუქციული ელემენტის რეალური მერქნის სიმტკიცის ძირითადი მახასიათებელია. ასეთ მერქანს აქვს ბუნებრივი დასაშვები მანკები და დატვირთვის ქვეშ მუშაობს მრავალი წლის განმავლობაში.

ის გამოითვლება ფორმულით:

$$R = R^e \cdot m_{\alpha} / \gamma_m \quad (3.9)$$

სადაც R^e არის მასალის ნორმატიული წინაღობა; γ_m - მასალის საიმედოობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია მიღებული უზრუნველყოფის დონეზე და მასალის სიმტკიცის ცვლილების მაჩვენებელზე; m_{α} - დატვირთვის ხანგრძლივობის კოეფიციენტი.

ხანმოკლე დატვირთვისის დროს სტანდარტული ნიმუშების გამოცდისას $m_{\alpha}=1$; მყისიერი დატვირთვისას $m_{\alpha}>1$, ხოლო ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვებისათვის, ანუ რეალურად მოქმედი დატვირთვებისათვის - $m_{\alpha}<1$.

დატვირთვის ხანგრძლივობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია დატვირთვის მოქმედების საანგარიშო დროზე და გამოითვლება ფორმულით:

$$m_{\alpha} = 1,03 \cdot [1 - (\sqrt{t_{\text{დრო}}/18,5})]. \quad (3.10)$$

$m_{\alpha} = 0,66$ სიდიდე მიღებულია ბაზისურად და მის მიმართ სხვა რეჟიმებისა და დატვირთვების შეხამებისათვის საანგარიშო წინაღობის ნორმირება ხდება შესაბამისი მუშაობის პირობების კოეფიციენტის შემოტანით, რომლის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$m = m_{\alpha} / 0,66. \quad (3.11)$$

γ_m არის მასალის საიმედოობის კოეფიციენტი და ითვალისწინებს რეალური მერქნის სიმტკიცის შემცირებას აგებულების არაერთგვაროვნებისა და სხვადასხვა მანკების არსებობის გამო. ის გამოითვლება ფორმულით:

$$\gamma_m = (1 - \eta \cdot V) / (1 - \eta \cdot V). \quad (3.12)$$

შენიშვნები და ნაგებობები განირჩევა ერთმანეთისაგან პასუხისმგებლობის ხარისხით, რომელიც გათვალისწინებულია (3.9) ფორმულაში დანიშნულების საიმედოობის კოეფიციენტის γ_n შემოტანით:

$$R = R^e \cdot m_{\alpha} / \gamma_m \cdot \gamma_n. \quad (3.13)$$

γ_n კოეფიციენტის მნიშვნელობა აიღება შენობებისა და ნაგებობების პასუხისმგებლობის კლასის მიხედვით. ნორმებით გათვალისწინებულია ნაგებობების პასუხისმგებლობის სამი კლასი - I, II და III, რომლებსაც შესაბამება γ_n -ის მნიშვნელობები 1; 0,95 და 0,9, ხოლო დროებითი შენობებისა და ნაგებობებისათვის, რომელთა მუშაობის ვადაა 5 წლამდე, $\gamma_n = 0,8$ (დანართი, ცხრ. 5).

მაგალითი 3.2. შეკუმშული ფიჭვის ხის ელემენტისათვის გამოვთვალოთ ნორმატიული და საანგარიშო წინაღობის მნიშვნელობები შემდეგი მონაცემების მიხედვით: მასალის ხარისხი - II; შენობის კლასი - I; სტანდარტული ნიმუშების გამოცდის შედეგად მიღებული დროებითი წინაღობა $R_{\text{დრო}} = 38$ მპა.

ამოხსნა: I კლასის შენობის შესაბამისი დანიშნულების საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 1$.

მამრავლები $\eta = 1,65$ და $\eta = 2,33$.

დატვირთვის ხანგრძლივობის გამოვალისწინებული კოეფიციენტი $m_{\alpha} = 0,66$.

ვარიაციის კოეფიციენტი $V = 0,16\%$ (მიიღება გამოცდილი ნიმუშების შედეგების დამუშავებით მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით).

მასალის საიმედოობის კოეფიციენტი

$$\gamma_m = (1 - \eta \cdot V) / (1 - \eta) = (1 - 1,65 \cdot 0,16) / (1 - 2,33 \cdot 0,16) = 1,174.$$

ნორმატიული წინაღობა

$$R^e = R_{sp}(1 - \eta \cdot V) = 38(1 - 1,65 \cdot 0,16) = 27,97 \text{ მპა.}$$

საანგარიშო წინაღობა

$$R = R^e \cdot \gamma_m / \gamma_m \cdot \gamma_n = 27,97 \cdot 0,66 / 1,174 \cdot 1 = 15,72 \text{ მპა.}$$

ფიჭვის (ნაძვის) ჯიშის მერქნის საანგარიშო წინაღობათა მნიშვნელობები მოცემულია დანართის მე - 7 ცხრილში. სხვა ჯიშის მერქნის საანგარიშო წინაღობების მისაღებად ეს მონაცემები უნდა გამრავლდეს გადაყვან კოეფიციენტზე (დანართი, ცხრ. 8).

მერქნის ანიზოტროპიული აღნაგობის გამო, ხის კონსტრუქციების მუშაობაზე ტემპერატურის, ტენიანობის, აგრესიული გარემოს, განიკვეთის ზომებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინება ხდება მასალის მუშაობის პირობების m კოეფიციენტის საშუალებით, რომელზეც საჭირო შემთხვევაში დამატებით უნდა გამრავლდეს ნორმატიული და საანგარიშო წინაღობები. ყველა ცალკეული შემთხვევის მიხედვით m კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია დანართში (ცხრ. 9,10,11,12).

მერქნის დრეკადობის მოდული მიიღება ნიმუშების ხანმოკლე ლაბორატორიული გამოცდისას და $E_{ახს} = 15 \cdot 10^4$ მპა, ხოლო დეფორმაციაზე გაანგარიშებისას - ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვებისას, ხის ჯიშისაგან დამოუკიდებლად ბოჭკოების გასწვრივ - $E = 10^4$ მპა. ძვრის მოდული ბოჭკოების გრძივად და განივად $G = 500$ მპა. პუასონის კოეფიციენტი ბოჭკოების განივად, როცა ძალა მოქმედებს ბოჭკოების გრძივი მიმართულებით, $\nu_{გან} = 0,5$, ხოლო ბოჭკოების გრძივად, როცა ძალა მოქმედებს ბოჭკოების განივი მიმართულებით $\nu_{გან} = 0,02$.

კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც ექსპლუატაციის სხვადასხვა პირობებშია და მათზე მოქმედებს ამაღლებული ტემპერატურა, მუდმივი და დროებითი ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვები, დრეკადობისა და ძვრის მოდულის მნიშვნელობები მრავლდება $m_{ტ}$, $m_{ძ}$, $m_{ახს}$ კოეფიციენტებზე.

თუ კონსტრუქციების ექსპლუატაციისას ჰაერის ტემპერატურაა $+35^{\circ}\text{C}$ -მდე, მაშინ $m_{ტ} = 1$, ხოლო $35-50^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის ფარგლებში $m_{ტ} = 0,8$.

$m_{ძ} = 0,75$ -დან 1 -მდე (დანართი, ცხრ. 9).

თუ კონსტრუქციებში მუდმივი და დროებითი ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვებით გამოწვეული ძაბვა აღემატება ყველა დატვირთვის ჯამური მოქმედებისას აღძრული ძაბვის 80% -ს, მაშინ $m_{ახს} = 0,8$.

3.4. ხის ელემენტების გაანგარიშების ზოგადი მიმოხილვა

ხის კონსტრუქციული ელემენტები არის მთლიანკვეთიანი ფიცრები, ძელები, ძელაკები, მორები, ნახევარმორები, რომელთა გეომეტრიული ზომები მოცემულია სორტამენტში (დანართი, ცხრ. 4). ის შეიძლება იყოს ცალკეული კონსტრუქცია (კოჭი, დგარი), ასევე რთულ კონსტრუქციაში შემავალი ღერო. მათი გაანგარიშება გაკვირვებულ, კუმშვებულ, ღუნვებულ, თელვებულ, ახლევებულ, გაკვირვებას და კუმშვებულ ღუნვისას, ხდება ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით (იხ. თავი 3, §3.1) შესუსტებისა და მუშაობის

პირობების გათვალისწინებით. ელემენტში მოქმედი ძალები და დეფორმაციები განსაზღვრება სამშენებლო მექანიკის ცნობილი ფორმულებით.

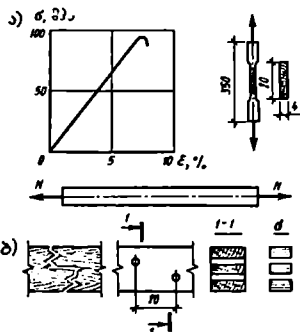
ელემენტების შემოწმება სიმტკიცეზე გულისხმობს განიკვეთში იმ ძალების განსაზღვრას, რომლებიც არ აღემატება მერქნის საანგარიშო წინაღობებს, აგრეთვე მაქსიმალური ჩაღუნვების განსაზღვრას. თავის მხრივ ზღვრული ჩაღუნვები არ უნდა აღემატებოდეს ნორმებით დადგენილს (დანართი, ცხრ. 14).

ელემენტების განიკვეთების შერჩევა ნიშნავს ისეთი ოპტიმალური ზომების დადგენას, რომელთა მიხედვით ელემენტის სიმტკიცე და მდგრადობა საკმარისი იქნება მოქმედი დატვირთვების მისაღებად, ხოლო ჩაღუნვები - არაუმეტეს მათი ზღვრული მნიშვნელობებისა.

3.5. ცენტრალური გაჭიმვა

ცენტრალური გაჭიმვა. გაჭიმვაზე მუშაობს წამწეების ქვედა სარტყლები, კამარებისა და თაღების შემკრავები, კავშირის ელემენტები და გამჟოლი კონსტრუქციების ზოგიერთი ღერო. გამჭიმში N ძალა მოქმედებს ელემენტის გრძივი სიმეტრიის ღერძის გასწვრივ და მისი განიკვეთის ნებისმიერ წერტილში ჩნდება ნორმალური σ ძაბვა, რომელიც სიგრძის ნებისმიერ ნაწილში ერთნაირია.

გაჭიმვაზე მერქანი მუშაობს, როგორც დრეკადი მასალა და აქვს საკმაოდ მაღალი სიმტკიცე. 3.1 ნახაზზე ნაჩვენებია გაჭიმვაზე გამოსადელი სუფთა სტანდარტული ნიმუში და გაჭიმვის დიაგრამა, რომელზედაც კარგად ჩანს, რომ მერქანი ძალის მოდების მომენტიდან რღვევამდე მუშაობს, როგორც დრეკადი მასალა (დამოკიდებულება ძაბვასა და დეფორმაციას შორის პირდაპირპროპორციულია), ხოლო ცალკეული ნიმუშების სიმტკიცე აღწევს 100 მპა. რეალური მერქნის სიმტკიცე კი გაცილებით ნაკლებია, რადგან მერქანს აქვს სხვადასხვა ტიპის მანკები და კონსტრუქცია მუშაობს ხანგრძლივად და არა რამდენიმე წუთით, როგორც ნიმუშის გამოცდის პროცესში.



ნახ. 3.1. გაჭიმული ელემენტი: ა - დეფორმაციის გრაფიკი და ნიმუში; ბ - მუშაობის სქემა, რღვევა და ძაბვის ეპიურა.

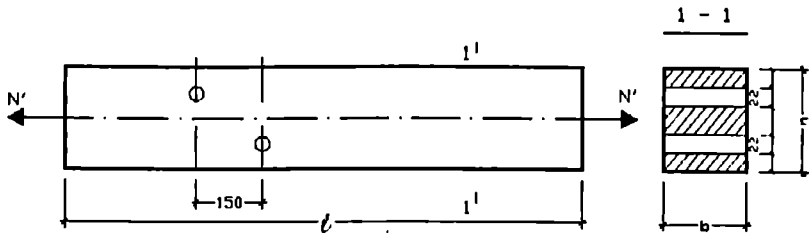
გაჭიმული ხის ელემენტის მუშაობა მეტად საპასუხისმგებლოა, ამიტომ მას, როგორც წესი, აშუადებენ I ხარისხის მასალისაგან. იმ ადგილებში, სადაც გაჭიმული ელემენტი შესუსტებულია ხვრელებით ან ჩაჭრებით, სიმტკიცე მცირდება შესუსტების ნაპირებთან ძაბვის კონცენტრაციის შედეგად, რასაც ითვალისწინებენ საანგარიშო წინაღობის შემცირების გზით. შესუსტებები ერთ განიკვეთში შეთავსებულად ითვლება, თუ მათ შორის მანძილი არ აღემატება 20 სმ-ს.

ცენტრალურ გაჭიმვის გაიანგარიშებენ ფორმულით:

$$\sigma = N/A_0 \leq R_b \cdot m_0, \quad (3.14)$$

სადაც N არის მოქმედი გამჭიმში ძალა; A_0 - განიკვეთის ნეტო ფართობი; R_b - საანგარიშო

წინაღობა გაკვირვებულ (დანართი, ცხრ. 7), $m_0 = 0,8$ - შესუსტების ადგილებში ძაბვების კონცენტრაციის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი. თუ ელემენტში შესუსტებები არ არის, მაშინ $m_0 = 1$.



ნახ. 3.2.

მაგალითი 3.3. შევარჩიოთ I ხარისხის მერქნისაგან დამზადებული ძელის განიკვეთი, რომელზეც მოქმედებს N' კნ გამჭიმო ძალა. ღეროს განიკვეთი შესუსტებულია 2 ერთმანეთის მიჯრით მდებარე $d = 22$ მმ წრიული ნახერტით (ნახ. 3.2), რომლებიც გამოდიან ძელის უფრო ფართო გვერდზე. ნახერტებს შორის დაშორებაა 15 სმ, შენობის პასუხისმგებლობის კლასი II. კონსტრუქცია მიეკუთვნება საექსპლუატაციო პირობების 51 ჯგუფს.

ამოხსნა: საანგარიშო გამჭიმო ძალა შენობის პასუხისმგებლობის კლასის შესაბამისი დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის (დანართი, ცხრ.5) გათვალისწინებით

$$N = N' \cdot \gamma_n = 200 \cdot 0,95 = 190 \text{ კნ.}$$

რადგანაც შესუსტებებს შორის დაშორება 15 სმ < 20 სმ, ამიტომ შესუსტების კოეფიციენტი $m = 0,8$, საანგარიშო წინაღობის მნიშვნელობა ბოკოების გასწვრივ (დანართი, ცხრ. 7)

$$R_b = R \cdot m = 10 \cdot 0,8 = 8 \text{ მპა} = 0,8 \text{ კნ/სმ}^2 \text{ (დანართი, ცხრ.7).}$$

ძელის განიკვეთის საკუთარ ფართობი

$$A_{სკ} = N / R_b = 190 / 0,8 = 237,5 \text{ სმ}^2.$$

სორტამენტის ცხრილიდან (დანართი, ცხრ.4) ვირჩევთ განიკვეთს:

$$A_{სრ} = b \times h = 15 \times 20 = 300 \text{ სმ}^2.$$

შევამოწმოთ პირობა:

$$A_s = A_{სრ} - A_{პ} \geq A_{სკ}.$$

$$A_s = 300 - 2 \cdot 2,2 \cdot 15 = 234 \text{ სმ}^2 < A_{სკ} = 237,5 \text{ სმ}^2.$$

პირობა არ არის დაკმაყოფილებული, ამიტომ გავზარდოთ განიკვეთი:

$$A_{სრ} = b \times h = 15 \times 22,5 = 337,5 \text{ სმ}^2.$$

$$A_s = 337,5 - 2 \cdot 2,2 \cdot 15 = 271,5 \text{ სმ}^2 > A_{სკ} = 237,5 \text{ სმ}^2.$$

პირობა დაკმაყოფილებულია.

შემოწმება სიმტკიცეზე:

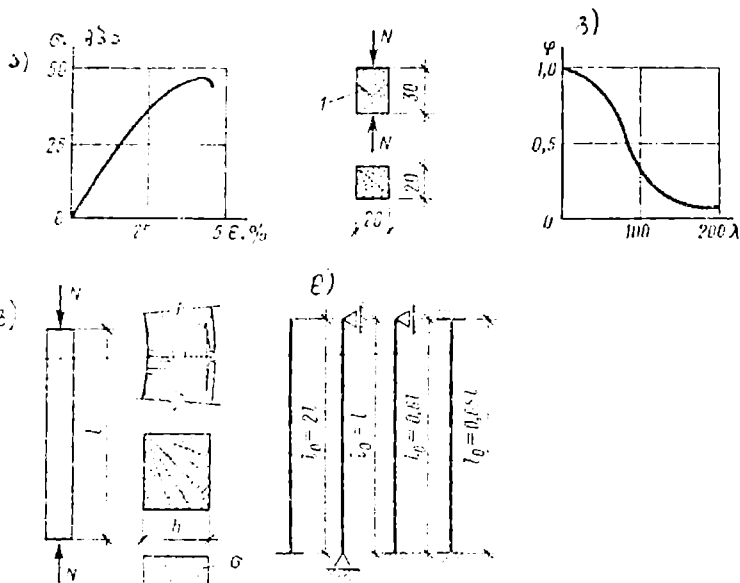
$$\sigma = N / R_b = 190 / 271,5 = 0,7 \text{ კნ/სმ}^2 = 7 \text{ მპა} < R_b = 8 \text{ მპა.}$$

3.6. ცენტრალური კუმშვა

ცენტრალური კუმშვა. კუმშვაზე მუშაობს წაშლის ზედა სარტყელი, დგარები, ირიბანები, სვეტები და გამჭოლ კონსტრუქციათა ზოგიერთი ღერო. ელემენტის სიმეტრიის ღერძის

განვიხილოთ მოქმედი N მკუმშავი ძალის გავლენით განივკვეთის ნებისმიერ წერტილში ჩნდება ნორმალური მკუმშავი ძაბვა σ .

მერქანი კუმშვაზე მუშაობს უფრო საიმედოდ, ვიდრე გაჭიმვაზე, მაგრამ არა დრეკადად. როგორც დეფორმაციის გრაფიკიდან ჩანს (ნახ. 3.3, ა), სიმტკიცის ზღვარის ნახევრამდე დეფორმაციის ზრდა მიმდინარეობს ხაზოვანი კანონით და მერქანი დრეკადად მუშაობს. დატვირთვის შემდგომი ზრდისას დეფორმაცია უფრო უსწრებს ძაბვის ზრდას, რაც მერქნის მუშაობის დრეკადპლასტიკურ ხასიათზე მიუთითებს.



ნახ. 3.3. შეკუმშული ელემენტი: ა - დეფორმაციის გრაფიკი და ნიმუში; ბ - მუშაობის სქემა, რღვევა და ძაბვის ეპიურა; გ - გრძივი ღუნვის კოეფიციენტის გრაფიკი მოქნილობაზე დამოკიდებულებით; დ - ღეროს ბოლოების ჩამაგრების ტიპები და საანგარიშო სიგრძეები.

ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტის გაანგარიშება ხდება განივკვეთის შესუსტებების გათვალისწინებით ზღვრული მდგომარეობის I და II ჯგუფის მიხედვით.

გაანგარიშება სიმტკიცეზე:

$$\sigma = N/A_6 \leq R_6, \quad (3.15)$$

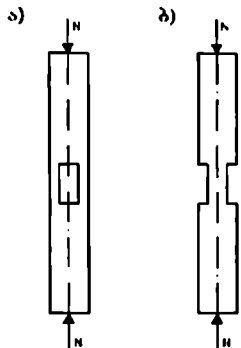
სადაც N არის მოქმედი მკუმშავი ძალა; R_6 - მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე ბოჭკოების გრძივად; A_6 - განივკვეთის ნეტო ფართობი (შესუსტებების გათვალისწინებით).

გაანგარიშება მდგრადობაზე:

$$\sigma = N/(\varphi \cdot A_{\text{საანგ}}) \leq R_6, \quad (3.16)$$

სადაც $A_{\text{საანგ}} = A_6$, თუ $A_{\text{პლ}} \leq 0,25A_6$; $A_{\text{საანგ}} = (4/3)A_6$, თუ $A_{\text{პლ}} > 0,25A_6$ და შესუსტება ნაწიბურებზე არ გამოდის (ნახ. 3.4, ა), სიმეტრიული შესუსტების დროს, რომელიც

გამოდის ნაწიბურებზე (ნახ. 3.4, ბ) $A_{საგ} = A_6$; $A_{საგ}$ - საანგარიშო ფართობი; $A_{ბ}$ - ბრუტო ფართობი; A_6 - ნეტო ფართობი; $A_{აგ}$ - შესუსტებული ფართობი.



ნახ. 3.4. ელემენტის შესუსტებები: ა - ნაწიბურებზე არ გამოდის; ბ - გამოდის ნაწიბურებზე.

არასიმეტრიული შესუსტება განიხილება ექსცენტრული კუმშვის შემთხვევაში. ϕ - გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი დამოკიდებული მოქნილობაზე და განისაზღვრება ფორმულებით:

$$\phi = 1 - \alpha(\lambda/100)^2, \text{ თუ } \lambda \leq 70; \quad (3.17)$$

$$\phi = A/\lambda^2, \text{ თუ } \lambda > 70. \quad (3.18)$$

სადაც კოეფიციენტი $\alpha = 0,8$ მერქნისათვის და $\alpha = 1$ ფანერისათვის; λ - მთლიანკვეთიანი ღეროს მოქნილობა, რომელიც დამოკიდებულია ღეროს საანგარიშო სიგრძეზე (ნახ. 3.3, დ) და ღეროს განივკვეთის ინერციის რადიუსზე:

$$\lambda = l/r,$$

სადაც $l_0 = \mu l$. l არის ღეროს გეომეტრიული სიგრძე; μ - ღეროს ბოლოების ჩამაგრების ტიპზე დამოკიდებული კოეფიციენტი (ნახ. 3.3, დ).

განივკვეთის ინერციის რადიუსი

$$r = \sqrt{\frac{I_{სგ}}{A_{სგ}}}, \quad (3.20)$$

სადაც $J_{სგ}$ და $A_{სგ}$ არის შესაბამისად ღეროს განივკვეთის ბრუტო ინერციის მომენტი და ფართობი.

A-ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია მასალაზე, კერძოდ, მერქნისათვის $A = 3000$, ფანერისათვის $A = 2500$, პოლიეთერული მინაპლასტიკისათვის $A = 1097$, ორგანული მინისათვის $A = 580$ და ა.შ.

ხის კონსტრუქციების შეკუმშული ელემენტის მაქსიმალური მოქნილობა ნორმების მიხედვით შეზღუდულია, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ელემენტის დიდი დეფორმაციები. ზღვრულ მოქნილობათა სიდიდე მოცემულია დანართში (ცხრ. 15).

მაგალითი 3.4. შევარჩიოთ კვადრატული განივკვეთის $l = 400$ სმ სიგრძის ძელისაგან დამზადებული და ბოლოებით სახსროვნად ჩამაგრებული დგარის განივკვეთი, დატვირთული $N' = 200$ კნ მკუმშავი ძალით. დგარს შესუსტებები არა აქვს. კონსტრუქცია დამზადებულია II ხარისხის ფიჭვის მერქნისაგან და ეკუთვნის საექსპლუატაციო პირობების A2 ჯგუფს. დანიშნულების მიხედვით კონსტრუქციის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 0,95$.

ამოხსნა. დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით დგარზე მოქმედი საანგარიშო ძალა

$$N = N' \cdot \gamma_n = 200 \cdot 0,95 = 190 \text{ კნ.}$$

დაეუშვათ, მოქნილობა $\gamma = 80$, მაშინ მისი შესაბამისი გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი

$$\phi = 3000/\lambda^2 = 3000/80^2 = 0,47.$$

განივკვეთის საკირო ფართობი

$$A_{სგ} = N/\phi \cdot R_d = 190/0,47 \cdot 1,3 = 311 \text{ სმ}^2.$$

განივკვეთის საკირო სიმაღლე

$$h_{სგ} = \sqrt{311} = 17,6 \text{ სმ.}$$

ავიღოთ კვადრატული განივკვეთის ძელი ზომებით:

$b \times h = 17,5 \times 17,5$ (დანართი, ცხრ. 4). განივკვეთის ფართობი $A = 17,5 \cdot 17,5 = 306 \text{ სმ}^2$;
ინერციის რადიუსი $r = 0,289h = 0,289 \cdot 17,5 = 5,1 \text{ სმ}$;

მოქნილობა $\lambda = (e/r = 400/5,1 = 78 > 70$, ამიტომ შესაბამისი გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი
 $\varphi = 3000 / \lambda^2 = 3000/80^2 = 0,5$.

შევამოწმოთ მიღებული განივკვეთი სიმტკიცეზე:

$$\sigma = N/\varphi \cdot A = 190/0,5 \cdot 306 = 1,22 \text{ კნ/სმ}^2 = 12,2 \text{ მპა} < R_c \cdot m_{\varphi} = 15 \cdot 1 = 15 \text{ მპა.}$$

3.7. განივი ღუნვა

ღუნვაზე მომუშავე ელემენტებს მიეკუთვნება კოჭები, გრძივები, ნივნივები, ფენილები და სხვ. ღუნვად ელემენტებში დატვირთვებისაგან, რომლებიც მოქმედებენ გრძივი ღერძის განივად, წარმოიშობა მღუნავი მომენტები M და განივი ძალები Q , რომელთა მნიშვნელობები განისაზღვრება საშუენებლო მექანიკის მეთოდებით.

მღუნავი მომენტის მოქმედებით ელემენტის განივკვეთში ჩნდება ღუნვის ძაბვა σ , რომელიც იწვევს განივკვეთის ზედა ნაწილის კუმშვას და ქვედა ნაწილის გაჭიმვას, რის შედეგადაც ელემენტი იღუნება.

ღუნვის დიაგრამა (ნახ. 3.5,ა), კუმშვის დიაგრამის ანალოგიურად, დაახლოებით ნახევრამდე სწორხაზოვანია, შემდეგ კი იხრება და ასახავს ჩაღუნვების მკვეთრ ზრდას. ნიშუმის რღვევა იწყება განაპირა შეკუმშულ ბოჭკოებში ნაოჭების გაჩენით და მთავრდება ქვედა გაჭიმული ბოჭკოების გაგლეჯით. ნორმალური ძაბვების განაწილება განივკვეთში სიმაღლეზე არათანაბარია (ნახ. 3.5, გ) და მუშაობის მეორე სტადიაში მრუდი მოხაზულობისაა, ნეიტრალური ღერძი ინაცვლებს გაჭიმული ნაწილისაკენ, რაც მიუთითებს მერქნის დრეკადპლასტიკურ მუშაობაზე. რეკომენდებულია, ღუნვაზე მომუშავე ხის კონსტრუქციები დამზადდეს II ხარისხის მერქნისაგან, რომლის საანგარიშო წინაღობა $R_c = 13 \text{ მპა}$.

განივ ღუნვაზე მომუშავე ელემენტის გაანგარიშება ითვალისწინებს შემოწმებას სიმტკიცეზე საანგარიშო დატვირთვების ქვეშ და შემოწმებას სიხისტეზე ნორმატიული დატვირთვების ზემოქმედებისას ანუ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტის გაუთვალისწინებლად.

სიმტკიცეს ანგარიშობენ ფორმულით:

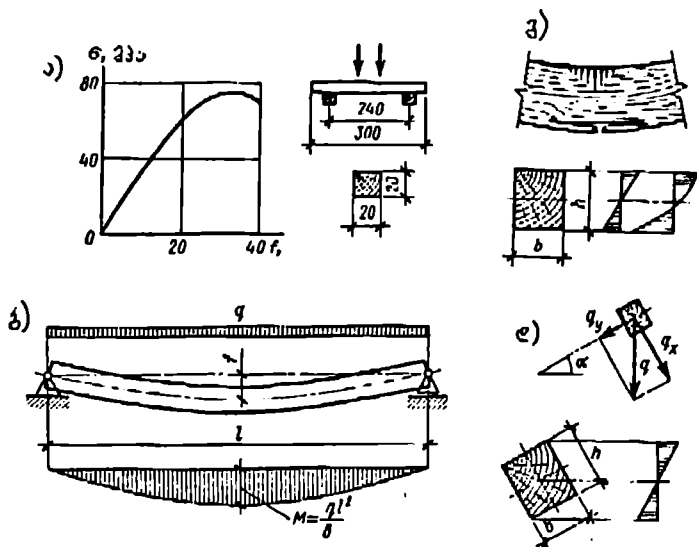
$$\sigma = N / W_{\text{სანგ}} \leq R_c \cdot m_{\sigma} \quad (3.21)$$

სადაც M არის საანგარიშო მღუნავი მომენტი; R_c - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ღუნვაზე; $W_{\text{სანგ}}$ - განივკვეთის საანგარიშო წინაღობის მომენტი (მთლიანკვეთიანი ელემენტებისათვის $W_{\text{სანგ}} = W_0$); m_{σ} - განივკვეთის ზომების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი.

ღუნვაზე მომუშავე მოკლე ძელები ($l \leq 6h$), ელემენტები, რომლებიც ძალიან დატვირთულია საყრდენებზე, რთული პროფილის კოჭები (მაგალითად, განივკვეთის ორტესებრი ფორმისას, როდესაც კედლის სისქე გაცილებით ნაკლებია სარტყლების სიგანეზე) მოწმდება მხები ძაბვების მოქმედებაზე, ფორმულით:

$$\tau = Q \cdot S_{\text{არ}} / J_{\text{არ}} \cdot b_{\text{სანგ}} \quad (3.22)$$

სადაც Q არის საანგარიშო განივი ძალა; $S_{\text{ზ}}$ - ელემენტის განივკვეთის მერადი ნაწილის ბრუტო სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ; $J_{\text{ზ}}$ - განივკვეთის ინერციის მომენტი; $s_{\text{ზაზ}}$ - ელემენტის საანგარიშო სიგანე; $R_{\text{ზ}}$ - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ახლეჩაზე (დანართი, ცხრ. 7).



ნახ. 3.5. ღუნვადი ელემენტი: ა - ღუნვის დიაგრამა და ნიშნუმი; ბ - მუშაობის სქემა და მღუნავი მომენტის ეპიურა; გ - რღვევის სქემა და ნორმალური ძაბვების ეპიურები; დ - მუშაობის სქემა ირიბი ღუნვის დროს და ძაბვების ეპიურები.

სიხისტეზე (ჩალუნებზე) შემოწმება ხდება ფორმულით:

$$f \leq [f], \quad (3.23)$$

სადაც $[f]$ არის ნორმებით განსაზღვრული ჩალუნვის ზღვრული მნიშვნელობა (დანართი, ცხრ. 14); f - ნორმატიული დატვირთვისაგან გამოწვეული ჩალუნვის რეალური მნიშვნელობა, რომელიც გამოითვლება მასალათა გამძლეობის ცნობილი ფორმულიებით. მაგალითად, ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭისათვის, რომელზეც მოქმედებს თანაბრად განაწილებული დატვირთვა

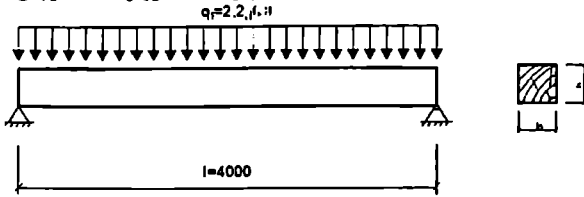
$$f = 5 \cdot q^{\text{წ}} \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J_{\text{ზ}}, \quad (3.24)$$

სადაც $q^{\text{წ}}$ არის ნორმატიული დატვირთვის ინტენსივობა; l - ელემენტის მალი; E - მერქნის დრეკადობის მოდული; $J_{\text{ზ}}$ - განივკვეთის ბრუტო ინერციის მომენტი.

სიმტკიცესა და სიხისტეზე გაანგარიშების გარდა, მცირე სიგანის მქონე ღუნვადი ელემენტები მოწმდება ბრტყელი ფორმის დეფორმაციის მდგრადობაზე, რომელიც მოცემულია ლიტერატურაში.

მაგალითი 3.5. შევარჩიოთ ორ საყრდენზე მდებარე $l = 4$ მ მალის მქონე კოჭის განივკვეთი, თუ მასზე მოქმედებს თანაბრად განაწილებული დატვირთვა: ნორმატიული $q^{\text{წ}}$, საანგარიშო q (ნახ. 3.6).

კონსტრუქცია I ხარისხის მერქნისაგანა დამზადებული და ეკუთვნის საექსპლუატაციო პირობების 51 ჯგუფს. დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 1$.



ნახ. 3.6.

ამოსხნა. განესაზღვროთ დატვირთვის მნიშვნელობები დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის (γ_n) გათვალისწინებით

$$q^b = q^b \cdot \gamma_n = 1,7 \cdot 1 = 1,7 \text{ კნ/მ};$$

$$q = q^b \cdot \gamma_n = 2,2 \cdot 1 = 2,2 \text{ კნ/მ};$$

შევარჩიოთ კოქის განიკვეთი სიმტკიცის მიხედვით:

$$W_{საქ} = M / R_c = 440 / 1,3 = 338 \text{ სმ}^3,$$

სადაც $M = q \cdot l^2 / 8 = 2,2 \cdot 4,0^2 / 8 = 4,4 \text{ კნ.მ} = 440 \text{ კნსმ}$.

დავნიშნოთ განიკვეთის სიგანე $b = 10$ სმ, მაშინ განიკვეთის საჭირო სიმაღლე იქნება

$$h_{საქ} = \sqrt{\frac{6W_{საქ}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 338}{10}} = 14,2 \text{ სმ. სორტამენტის მიხედვით (დანართი, ცხრ. 4) ავიღოთ კოქის$$

განიკვეთი შემდეგი ზომებით $b \times h = 10 \times 15$ სმ.

მიღებული განიკვეთის წინააღობის მომენტი

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 10 \cdot 15^2 / 6 = 375 \text{ სმ}^3.$$

შემოწმება სიმტკიცეზე

$$\sigma = M / W = 440 / 375 = 1,18 \text{ კნ/სმ}^2 = 11,8 \text{ მპა} < R_{c,კოქ} = 13 \cdot 1 = 13 \text{ მპა}.$$

შემოწმება ჩაღუნვაზე

$$f/l = 5 \cdot q^b \cdot l^3 / 384 \cdot E \cdot J = 5 \cdot 0,017 \cdot 400^3 / 384 \cdot 1000 \cdot 2820 = 1 / 200 = [f/l] = 1 / 200.$$

სადაც $J = bh^3 / 12 = 10 \cdot 15^3 / 12 = 2820 \text{ სმ}^4$;

$$q^b = 1,7 \text{ კნ/მ} = 0,017 \text{ კნ/სმ};$$

$$E = 10000 \text{ მპა} = 1000 \text{ კნ/სმ}^2.$$

ამრიგად, კოქი აკმაყოფილებს როგორც სიმტკიცის, ისე სიხისტის პირობებს.

3.8. ირიბი ლუნვა

ირიბი ლუნვა (ნახ. 3.5, დ). თუ ელემენტზე მოქმედი დატვირთვის მიმართულება არ ემთხვევა განიკვეთის ერთ-ერთი მთავარი ღერძის მიმართულებას, აღინიშნება ე.წ. ირიბი ლუნვა. მისი კლასიკური მაგალითია დახრილი სახურავის მართკუთხა განიკვეთის გრძივები. მრგვალი განიკვეთის ელემენტებში ირიბი ლუნვა არ ხდება, რადგანაც ყველა ღერძი განიკვეთის სიმეტრიის ღერძია.

ვერტიკალურად მოქმედი თანაბარგანაწილებული დატვირთვა ირიბი ლუნვისას, როცა ელემენტის განიკვეთი დახრილია ჰორიზონტის მიმართ რაღაც α კუთხით, იძლევა მთავარი x და y ღერძების მიმართულებით: $q_x = q \cdot \cos \alpha$, $q_y = q \cdot \sin \alpha$. განისაზღვრება შესაბამისი მლუნავი მომენტები M_x და M_y , რის შემდეგ სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება ფორმულით:

$$\sigma = (M_x / W_x) + (M_y / W_y), \quad (3.25)$$

სადაც $M_x = q_x \cdot l^2/8$, $M_y = q_y \cdot l^2/8$ (თანაბრად განაწილებული დატვირთვისას); W_x და W_y განივკვეთის წინაღობის მომენტებია x და y ღერძების მიმართ, $W_x = b \cdot h^2/6$ და $W_y = h \cdot b^2/6$.

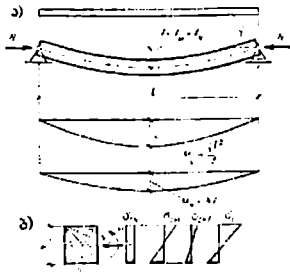
სიხისტის შემოწმების მიზნით განისაზღვრება მთლიანი ჩაღუნვის მნიშვნელობა შემდეგი ფორმულით

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{\text{დოვ}}, \quad (3.26)$$

სადაც f_x და f_y ჩაღუნვის მნიშვნელობებია x და y ღერძების მიმართ.

3.9. შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები

შეკუმშულ - მოღუნული ელემენტები (ნახ. 3.7) ერთდროულად მუშაობენ კუმშვასა და ღუნვაზე. ასეთია, მაგალითად, წამწის შეკუმშული სარტყელი, რომელშიც დამატებით ღუნვას იწვევს სახურავის ელემენტებისაგან გადმოცემული კვანძთაშორისი დატვირთვები. კუმშვა-ღუნვა შეიძლება აღინიშნოს ღეროს განივკვეთის ცალმხრივი შესუსტების, სიმრუდის და ელემენტზე ძალის ექსცენტრულად მოდების შემთხვევებში. ამიტომ ამ სახის დეფორმაციას სხვაანირად ექსცენტრულ კუმშვასაც უწოდებენ.



ნახ. 3.7. შეკუმშულ - მოღუნული ელემენტი: ა - მუშაობის სქემა და მღუნავი მომენტების ეპიურები; ბ - ნორმალური ძაბვების ეპიურები.

შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტების გაანგარიშება ხდება ფორმულით:

$$\sigma = (N / A_{\text{სააზ}}) + (M_{\phi} / W_{\text{სააზ}}) \leq R_y, \quad (3.27)$$

სადაც N არის საანგარიშო გრძივი ძალა;

$A_{\text{სააზ}}$ - განივკვეთის საანგარიშო ფართობი;

R_y - მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე მუშაობის პირობების კოეფიციენტის გათვალისწინებით;

$W_{\text{სააზ}}$ - განივკვეთის წინაღობის მომენტი;

M_{ϕ} - განივი და გრძივი დატვირთვებისაგან გამოწვეული მღუნავი მომენტი დეფორმირებული სქემის გათვალისწინებით.

M_{ϕ} - ს მნიშვნელობა სახსროვნად დაყრდნობილი ელემენტებისათვის მღუნავი მომენტის ეპიურის სინუსოიდური, პარაბოლური, პოლიგონური და მათთან მიხაზობებული მოხაზულობისას, აგრეთვე კონსოლური ელემენტებისათვის, განისაზღვრება ფორმულით:

$$M_{\phi} = M / \xi. \quad (3.28)$$

მაშინ (3.27) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$\sigma = (N / A_{\text{სააზ}}) + (M / \xi W_{\text{სააზ}}) \leq R_y, \quad (3.29)$$

ξ მნიშვნელობა იცვლება 0-დან 1-მდე და ხის ელემენტებისათვის გამოითვლება ფორმულით:

$$\xi = 1 - (N / \phi \cdot R_y \cdot A_{\text{საა}}), \quad (3.30)$$

სადაც ϕ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტია.

შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები ძირითადად გვხვდება სამკუთხა უირიზნო ხელითონის წამწეების ზედა სარტყელში. ასეთი წამწეების უარყოფითი მხარეა მასალის დიდი ხარჯი, ამიტომ განიკვეთის შემცირება მეტად აქტუალურია. ეს შეიძლება მიღწეულ იქნეს ორი გზით: პირველი – გაანგარიშებებში ფიზიკური (დეფორმაციის დროს ძაბვების გადანაწილება მეტად დატვირთული ბოჭკოებიდან ნაკლებად დატვირთულ ბოჭკოებზე), გეომეტრიული (ელემენტის ფორმისა და გეომეტრიის ცვლილება) და კონსტრუქციული (საანგარიშო სქემის შეცვლა დეფორმაციის პროცესში) არაწრფივობის გავითვალისწინებით და მეორე – ექსცენტრულად შეკუმშული ღეროს მუშაობაში დამატებითი მღუნავი მომენტის გამოვალისწინებელი ξ კოეფიციენტის სიდიდის კორექტირებით. განვიხილოთ მეორე შემთხვევა.

კრიტიკული ძაბვის თეორიული მნიშვნელობა აბსოლუტურად დრეკადი ღეროსათვის გამოითვლება ეილერის ცნობილი ფორმულით:

$$\sigma_{cr} = \pi^2 E / \lambda^2, \quad (3.31)$$

სადაც E არის მასალის დრეკადობის მოდული; λ - ღეროს მოქნილობა.

გრძივი ღუნვის φ კოეფიციენტის მნიშვნელობა წარმოადგენს კრიტიკული σ_{cr} ძაბვის $R_{სიხ}$ სიმტკიცის ზღვართან ფარდობას:

$$\varphi_{cr} = \sigma_{cr} / R_{სიხ} = \pi^2 E / \lambda^2 R_{სიხ}, \quad (3.32)$$

საიდანაც $\sigma_{cr} = \varphi_{cr} \cdot R_{სიხ}$ ანუ კრიტიკული ძაბვის გამოსათვლელად სიმტკიცის ზღვარის მნიშვნელობა უნდა გავამრავლოთ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტის კრიტიკულ სიდიდესზე.

მრავალრიცხოვანი ცდებით დადგენილია, რომ $E/R_{სიხ}$ ფარდობა პრაქტიკულად მუდმივი სიდიდეა და დამოკიდებული არ არის დატვირთვის ხანგრძლივობაზე. მოქნილი ღეროებისათვის ($\lambda \geq 70$) ანუ როცა კრიტიკული ძაბვა პროპორციულობის ზღვარზე ნაკლებია

$$\varphi = A / \lambda^2 = 3000 / \lambda^2. \quad (3.33)$$

პროპორციულობის ზღვარს იქით ($\lambda < 70$) ანუ დიდი სიხისტის მქონე ელემენტებისათვის, მასალის E დრეკადობის მოდული ცვალებადობას იწყებს და

$$\varphi = 1 - a(\lambda/100)^2, \quad (3.34)$$

სადაც a კოეფიციენტი დამოკიდებულია მასალის სახეობაზე.

ξ კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნორმალური N და კრიტიკული $N_{cr} = \varphi_{cr} \cdot R_{სიხ} \cdot A_{სიხ}$ ძალების ფარდობაზე ([16], §3.6) და გამოითვლება ფორმულით:

$$\xi = 1 - (N/N_{cr}) = 1 - (N/(\varphi_{cr} \cdot R_{სიხ} \cdot A_{სიხ})). \quad (3.35)$$

ზემოთ მოცემული თეორიის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოქნილი ($\lambda > 70$) ღეროსათვის უფრო მნიშვნელოვანია გაანგარიშება მდგრადობაზე, ხოლო ხისტი ღეროებისათვის ($\lambda < 70$), რომლებიც მუშაობენ პროპორციულობის ზღვარს მიღმა, კრიტიკული ძაბვების გამოსათვლელად სარგებლობენ ტექმაიერ-იასინსკის ემპირიული ფორმულით $\sigma_{cr} = a - b\lambda$, სადაც a და b კოეფიციენტებია, დამოკიდებული მასალაზე, ხოლო შეკუმშულ-მოღუნული ხისტი ელემენტებისათვის ξ კოეფიციენტის გაანგარიშებისას (3.30) φ კოეფიციენტის სიდიდე უახლოვდება 1-ს და შედეგები ყოველთვის მისაღები არ არის, რადგან (3.33) და (3.34) ფორმულები თვითონ სტრუქტურით შეესაბამება მოქნილ ღეროებს. ასეთი შესაბამისობა ξ კოეფიციენტის გამოთვლისას შეიძლება გამოვასწოროთ (ხისტი ელემენტებისათვის) შემდეგი გარდაქმნებით: (3.34) ფორმულაში λ -ს მნიშვნელობა

შევიტანოთ ეილერის კრიტიკული ძალის შესაბამისი გრძივი ღუნვის φ -მნიშვნელობისას, ანუ $\lambda^2 = 3000 / \varphi_{კრ}$ მაშინ

$$\varphi = 1 - 0,8 \cdot (\lambda / 100)^2 = 1 - 0,8 \cdot (3000 / 10^4 \cdot \varphi_{კრ}) = 1 - (1 / 4,17 \cdot \varphi_{კრ}), \quad (3.36)$$

საიდანაც

$$\varphi_{კრ} = 1 / [4,17 \cdot (1 - \varphi)]. \quad (3.37)$$

(3.35) ფორმულიდან გვექნება:

$$1 - \xi = N / \varphi_{კრ} \cdot R_{სილ} \cdot A_{სილ}, \quad (3.38)$$

საიდანაც

$$\varphi_{კრ} = N / [(1 - \xi) \cdot R_{სილ} \cdot A_{სილ}]. \quad (3.39)$$

გავუტოლოთ (3.37) და (3.39) ფორმულები ერთმანეთს, მივიღებთ:

$$1 / [4,17 \cdot (1 - \varphi)] = N / [(1 - \xi) \cdot R_{სილ} \cdot A_{სილ}],$$

საიდანაც

$$\xi = 1 - \{ [4,17 \cdot N \cdot (1 - \varphi)] / (R_{სილ} \cdot A_{სილ}) \}. \quad (3.40)$$

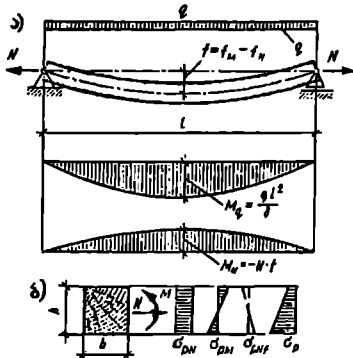
(3.40) ფორმულა საშუალებას იძლევა, (3.30) ფორმულასთან შედარებით შევამციროთ შეკუმშულ-მოღუნული ღეროს განივკვეთი დაახლოებით 5%-ით.

3.10. გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები

გაჭიმულ-მოღუნული (ნახ.3.8) ელემენტების (წაწმის ქვედა სარტყელი და სხვ.)

განაგარიშება ხდება ფორმულით:

$$\sigma = (N / A_{საბგ}) + (M \cdot R_{გ} W_{საბგ} R_{e}) \leq R_{გ}, \quad (3.41)$$



ნახ. 3.8. გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტი:
ა - მუშაობის სქემა და მღუნავი მომენტების ეპიურები; ბ - ნორმალური ძაბვების ეპიურები.

სადაც განივკვეთის ფართობისა და წინაღობის მომენტის საანგარიშო მნიშვნელობები $A_{საბგ} = A_{სილ}$, $W_{საბგ} = W_{სილ}$. თუ განივკვეთში შესუსტებები არ არის. თუ შესუსტებებია, მაშინ $A_{საბგ} = A_{სილ}$, $W_{საბგ} = W_{სილ}$.

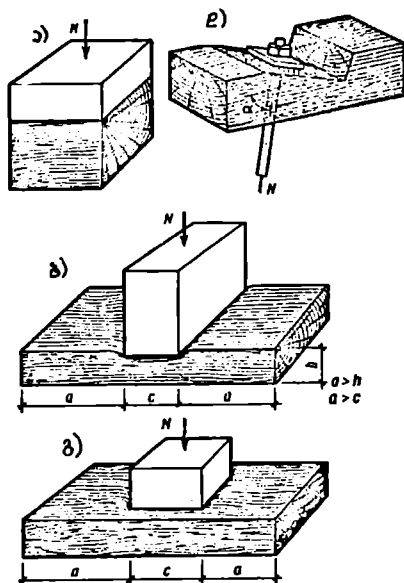
საანგარიშო წინაღობის R_g/R_e ფარდობა გაჭიმვასა და ღუნვაზე უზრუნველყოფს ამ ძაბვების მიყვანას საერთო მნიშვნელობამდე, რაც აუცილებელია მისი შედარებისათვის გაჭიმვაზე საანგარიშო წინაღობასთან.

3.11. თელვა

დატვირთვის მოქმედების მიმართულების მიხედვით არსებობს თელვის სამი სახე: თელვა ბოჭკოების გასწვრივ, ბოჭკოების განივად და ბოჭკოების მიმართულებისადმი რაიმე კუთხით.

სამშენებლო ნორმების მიხედვით მერქნის თელვა და კუმშვა ბოჭკოების გასწვრივ ერთნაირია, რადგანაც მუშაობის ხასიათის მიხედვით ისინი ერთმანეთის ანალოგებია. ამ დროს ($\alpha=0$) მერქნის უჯრედების კედლები მუშაობს ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში და საანგარიშო წინაღობა მაქსიმალურია.

ბოჭკოების განივად თელვისას ($\alpha = 90^\circ$) უჯრედის კედლები მუშაობს ყველაზე არახელსაყრელ პირობებში უჯრედი იჭყლიტება შინაგანი სიცარიელეების გამო, რაც დიდ დეფორმირებადობას იწვევს და საანგარიშო წინაღობა მინიმალურია. მერქნის თელვა ბოჭკოების განივად შეიძლება ხდებოდეს მთელ ფართობზე, ადგილობრივად მთელ სიგანეზე, სიგრძის ნაწილზე და ფართობის ნაწილზე (ნახ. 3.9, ა,ბ,გ).



ნახ. 3.9. მერქნის თელვა ბოჭკოების განივად და ბოჭკოებისადმი რაიმე კუთხით: ა - მთელ ფართობზე; ბ - ადგილობრივად (მთელ სიგანეზე და სიგრძის ნაწილზე); გ - ფართობის ნაწილზე (ნაწილ სიგანეზე და ნაწილ სიგრძეზე); დ - საყელურის ქვეშ (ბოჭკოებისადმი რაიმე კუთხით).

ბოჭკოების მიმართულებისადმი რაიმე α კუთხით თელვის დროს მერქნის სიმტკიცესა და დეფორმირებადობას აქვს საშუალოდ მნიშვნელობები, რაც დამოკიდებულია α კუთხის სიდიდეზე.

ამ შემთხვევაში საანგარიშო წინაღობა თელვაზე გამოითვლება ფორმულით:

$$R_{\sigma\alpha} = R_{\sigma} / \{1 + [R_{\sigma} / R_{\sigma 90}] - 1\} \cdot \sin^2 \alpha, \quad (3.42)$$

სადაც R_{σ} არის მერქნის საანგარიშო წინაღობა თელვაზე ბოჭკოების გასწვრივ; $R_{\sigma 90}$ - იგივე ბოჭკოების განივად.

ზოგადად თელვაზე საანგარიშო ფორმულას აქვს ასეთი სახე:

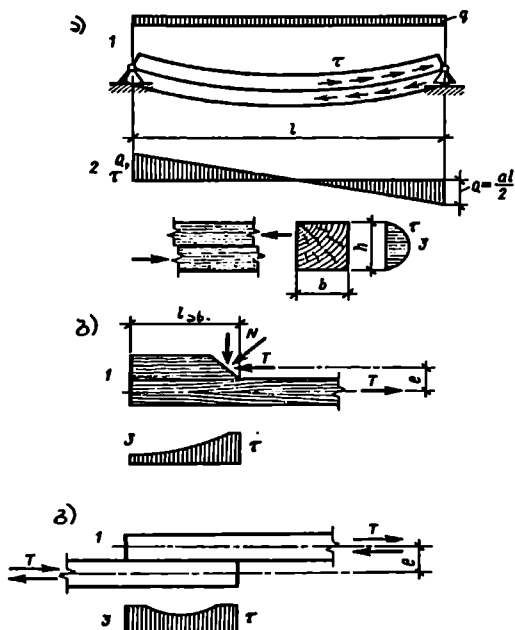
$$\sigma = N_{\sigma} / A_{\sigma} \leq R_{\sigma\alpha}, \quad (3.43)$$

სადაც N_{σ} არის თელვის საანგარიშო ძალა; A_{σ} - თელვის ფართობი.

მერქნის მანკები უმეტეს შემთხვევაში არ ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს თელვაზე მუშაობისას და ამიტომ მათი რაოდენობა და სახეები არ იზღუდება.

3.12. ახლგა

ახლგის T ძალის მოქმედებისას ელემენტის გრძივი განივკვეთის სიბრტყის პარალელურად აღიძვრება ახლგის τ ძაბვა, რომელიც ძირითადად მოქმედებს მქრქისა. ბოჭკოების გრძივად, იშვიათად ბოჭკოების განივად ან რაღაც α კუთხით. მქრქისა. სიმტკიცე ახლგაზე შედარებით მცირეა მისი ბოჭკოვან-მილოვანი აღნაგობის გამო. ამასთან განივი მიმართულებით მერქნის ბოჭკოები გაცილებით სუსტია, ვიდრე გრძივი მიმართულებით და განივად მათი გაწყვეტა ახლგის დეფორმაციის დროს ადვილად ხდება. ახლგისას ელემენტის რღვევა ხდება მყიფედ, თითქმის წამიერად და ახლგისა. ნაწილებად შესამჩნევი წინასწარი დეფორმაციის გარეშე.



ნახ. 3.10. ახლგაზე მომუშავე ელემენტები.

მერქნის მანკები სხვადასხვა ხარისხით ახდენს გაცოცხლის სიმტკიცეზე ახლგის დროის ძირითადი მანკები - როცკისა. არ ამცირებს სიმტკიცეს, პირიქით. ბევრად ეხმარება მქრქისა. ახლგაზე მუშაობისას. დიდი ამხლგრი ძაბვების მოქმედებისა. ზონაში დაუმუშებელია ბსარქისა. არსებობა.

ახლგას იწვევს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულების ძერის გამოშვევი T წყვილძალა (ნახ. 3.10, ა). ამ ძალების გამოშვევა ელემენტზე მოქმედი განივი Q ძალები. განივკვეთის სიმაღლეში τ ძაბვები ნაწილდება არათანაბრად. მართკუთხა განივკვეთისათვის ის მაქსიმალურია ნეიტრალური ღერძის გასწვრივ, ხოლო ნულოვანი ზედა და ქვედა

წახნაგებთან. განივკვეთის სიგანეში მათი მნიშვნელობა არ იცვლება.

ახლეჩაზე საანგარიშო ფორმულას ზოგადად ასეთი სახე აქვს:

$$\sigma = T / A_{\text{ახ}} \leq R_{\text{ახ}}^{\text{სა}}, \quad (3.44)$$

სადაც $A_{\text{ახ}}$ არის ახლეჩის საანგარიშო ფართობი; $R_{\text{ახ}}^{\text{სა}}$ - ახლეჩაზე საანგარიშო წინააღობის საშუალო მნიშვნელობა, რომელიც ახლეჩის სიბრტყის სიგრძეზე ძაბვების არათანაბარი განაწილების გამო გამოითვლება ფორმულით:

$$R_{\text{ახ}}^{\text{სა}} = R_{\text{ახ}} / [1 + \beta \cdot (\epsilon_{\text{ახ}} / e)], \quad (3.45)$$

სადაც $R_{\text{ახ}}$ არის მერქნის საანგარიშო წინააღობა ახლეჩაზე ბოჭკოების გრძივად (დანართი, ცხრ. 7); β - კოეფიციენტი, რომელიც ცალმხრივი ახლეჩისას ტოლია 0,25-ისა, ორმხრივისას - 0,125-ის; $\epsilon_{\text{ახ}}$ - ახლეჩის სიბრტყის საანგარიშო სიგრძე, რომელიც აიღება არა უმეტეს ელემენტში ჩაჭრის 10 სიღრმისა; e - ამხლეჩი ძალის მხარი; შეფარდება $\epsilon_{\text{ახ}}/e \geq 3$. $E = 0,5 \cdot h$ - ცალმხრივი ახლეჩისას; $e = 0,25 \cdot h$ - ორმხრივი ახლეჩისას (h - ელემენტის განივკვეთის სიმაღლე).

ბოჭკოების მიმართულებასთან ამხლეჩი ძალის კუთხით მოქმედებისას მერქნის საანგარიშო წინააღობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$R_{\text{ახ}} = R_{\text{ახ}} / \{1 + [R_{\text{ახ}} / R_{\text{ახ}}^{\text{სა}}] - 1\} \cdot \sin^3 \alpha. \quad (3.46)$$

სიმტკიცე ახლეჩის დროს მოწმდება ფორმულით:

$$\tau = Q \cdot S / J \cdot b \leq R_{\text{ახ}}, \quad (3.47)$$

სადაც Q არის განივი ძალა; S , J და b - განივკვეთის სტატიკური მომენტი, ინერციის მომენტი და სიგანე.

მაგალითი 3.6. შევამოწმოთ II ხარისხის მერქნის ღუნვადი ელემენტის სიმტკიცე ახლეჩაზე რომელზედაც მოქმედებს მაქსიმალური განივი ძალა $Q = 24$ კნ. ელემენტის განივკვეთის ზომებია: სიგანე $b = 12$ სმ; სიმაღლე $h = 22$ სმ.

ამოხსნა. II ხარისხის მერქნის საანგარიშო წინააღობა ახლეჩაზე ღუნვისას $R_{\text{ახ}} = 1,6$ მპა (დანართი, ცხრ. 7). განივკვეთის სტატიკური და ინერციის მომენტები:

$$S = bh^2 / 8 = 12 \cdot 22^2 / 8 = 726 \text{ სმ}^3;$$

$$J = bh^3 / 12 = 12 \cdot 22^3 / 12 = 10648 \text{ სმ}^4.$$

ამხლეჩი ძაბვა

$$\tau = Q \cdot S / J \cdot b = 24 \cdot 726 / 10648 \cdot 12 = 0,136 \text{ კნ/სმ}^2 = 1,36 \text{ მპა} < R_{\text{ახ}} = 1,6 \text{ მპა}.$$

თავი 4. ხის კონსტრუქციების ელემენტების

შეერთებები

4.1. ზოგადი ცნობები

მშენებლობაში გამოყენებული ხის ელემენტების გეომეტრიული ზომები სორტამენტით შეზღუდულია (განიკვეთში 27,5 სმ-მდე, სიგრძეში - 6,5 მ-მდე), ამიტომ ცალკე მათი გამოყენება შეიძლება მხოლოდ მცირე მალის მქონე კოჭებისა და დაბალი მზიდუნარიანობის მქონე დგარებში. ბუნებრივია, ეს შეზღუდვა საშუალებას არ იძლევა, სორტამენტით გამოშვებული ხის მასალის გამოყენებით დეაშხადოთ დიდი მალისა და სიმაღლის სამშენებლო კონსტრუქციები, თუ არ გამოიყენებთ ცალკეული ელემენტების შეერთებებს.

სიგრძეში ელემენტების შეერთებას ეწოდება წაზრდა, სიგანეში - შემჭიდროება, ხოლო რალე კუთხით და საყრდენებზე მიმაგრებას - ჩაანკრება.

თანამედროვე ხის სამშენებლო კონსტრუქციების სწრაფად განვითარებას ხელი შეუწყო ელემენტების შეერთებათა ახალი სახეობებისა და დამზადების მეთოდების დანერგვამ. საერთოდ, შეერთება ხის კონსტრუქციების ყველაზე საპასუხისმგებლო ნაწილია, რადგანაც ამ ადგილებში ყველაზე ნათლად იკვეთება მერქნის ანიზოტროპიული აგებულების უარყოფითი თვისებები.

შეერთების განხორციელებისას ელემენტებში ხშირად კეთდება ჩანაჭრები და ხვრელები, რომლებიც ასუსტებენ განიკვეთს და ადიდებენ დეფორმირებადობას, ამიტომ რღვევა სწორედ შეერთებაში იწყება. აქედან გამომდინარე მის სწორ კონსტრუქციულ გადაწყვეტაზე, გაანგარიშებასა და შესრულებაზე დამოკიდებული მთლიანად კონსტრუქციის სიმტკიცე.

შეერთების ყველა სახეობას, დაწებების გარდა, ახასიათებს დამყოლობა, ამიტომ იწვევს კონსტრუქციისა და ცალკეული ელემენტების დამატებით დეფორმაციებს. შეერთებების დამყოლობა უზრუნველყოფს კვანძების ცალკეულ ელემენტებსა და კავშირებს შორის ძალების გათანაბრებას, რაც ამცირებს ძაბვათა კონცენტრაციას შეერთებებში და ამაღლებს მის საიმედოობას.

შეერთება არ უნდა იწვევდეს შესაერთებელი ელემენტების განიკვეთების მნიშვნელოვან შესუსტებას, უნდა უზრუნველყოფდეს ელემენტების მჭიდროდ და ზუსტად შეერთებას, მათ ერთობლივ მუშაობას, იძლეოდეს შეერთების ხარისხიანად განხორციელებისა და ექსპლუატაციის პროცესში მისი მუშაობის შემოწმების საშუალებას, იყოს მარტივი, საიმედო ხანგრძლივი დატვირთვის პირობებში და არ ახასიათებდეს მყიფე რღვევა.

არსებობს ხის ელემენტების შეერთების დაახლოებით 40-50 სახეობა (ნახ. 4.1), რომლებიც მუშაობის ხასიათის მიხედვით შეიძლება დაყვით ორ ჯგუფად:

1. შეერთებები კონსტრუქციული მაკავშირებლობით, რომლებიც უზრუნველყოფენ შეერთების სივრცით და გეომეტრიულ უცვლელობას. ასეთ შეერთებებს მიეკუთვნება, მაგ., კუმშვაზე მომუშავე საბჯენები და ჭდობები.
2. შეერთებები საანგარიშო მაკავშირებლობით, რომლებიც მუშაობენ კუმშვაზე (სოგამანები, ხუნდები), ღუნვაზე (წირწკიმალეები, ჭანჭიკები, ლურსნები, ღეროები,

ხრახნეუი, ხის ფირფიტები), გაჭიმვაზე (ჭანჭიკები, ლურსმნები, ხრახნები, ჭიმები, საკიდები) და ძვრზე (წებოვანი ნაკერი).

რადგანაც სხვადასხვა ტიპის შერთებებში შესაძლებელია ერთნაირი ტიპის მაკავშირებლების გამოყენება, ამიტომ მიზანშეწონილია შერთებები დაეყოს შემდეგი კლასიფიკაციის მიხედვით:

- სპეციალური მაკავშირებლების გარეშე;
- ხის მაკავშირებლებიანი;
- ლითონის მაკავშირებლებიანი;
- წებოვანი შერთებები.



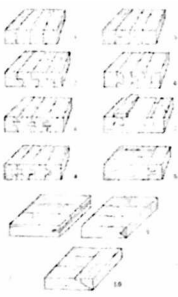
ნახ. 4.1. ხის ელემენტების შერთებების სახეობები (წაზრდა, შემჭიდროება, დაკავშირება).

ხის ელემენტების შერთების ყველა სახეობას წაყენება მთავარი მოთხოვნა - კვანძებსა და პირაპირებში დაცული იყოს სიმტკიცის, მთლიანობისა და სიბლანტის პირობა.

მერქნის მუშაობისას კუმშვაზე, გაჭიმვასა და ძვრზე, ლითონის კონსტრუქციებისაგან განსხვავებით, მასში არ მიმდინარეობს ძაბვების პლასტიკური გადაწევა, პირიქით, აღინიშნება მყიფე რღვევა - ახლენა ბოჭკოების გრძივად და განივად. ახლენის დეფორმაციის განეიტრალება ხდება თელვისას მაკავშირებლების მუშაობით, რასაც შერთების სიბლანტე ეწოდება. სიბლანტის გასაზრდელად მიმართავენ შერთების „დანაწევრებას“: შესაძლებლობის ფარგლებში ზრდიან მაკავშირებლების რაოდენობას, რის ხარჯზეც თელვის ძაბვა ნაწილდება უფრო თანაბრად. „ფხვიერი“ დეფორმაციის თავიდან ასაცილებლად შერთებას

აკეთებენ შემჭიდროებულს ღრეჩოების გარეშე.

მერქნის ცალკეული ნაჭრების დამუშავების გარდა, ხშირად იმის საჭიროება, რომ ისინი შეეერთდნენ კვანძებად და კონსტრუქციებად. ფარების დასამზადებლად გამოიყენება მეოთხედით, ბრტყელი ჯიფით, ძელაკებით, ღარებით და თხემით, მაკრატელათი შერთების სახეები (ნახ. 4.2).



ნახ. 4.2. ფარში ფიცრების შერთების სახეები: 1 - ბრტყელი ჯიფით; 2 - მეოთხედით; 3 - ძელაკებით; 4 - ღართა და მართკუთხა თხემით; 5 - მაკრატელათი; 6 - სოგმანებით; 7; 8 - ბუნეებით; 9 - ტორსში ჩაწებებული ძელაკებით; 10 - ჩაწებებული სამკუთხა განიკვეთის ძელაკებით.

ბრტყელი ჯიფით შეერთებაში თითოეულ ფიცარს ეწოდება ნაწილი, ხოლო მათ შორის ღარს - ჯიფით.

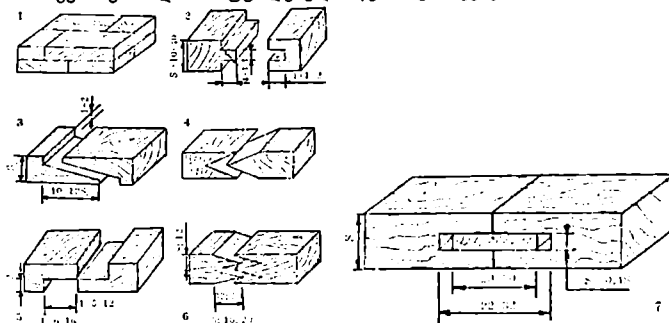
ფარების აწყობა ხდება სოგმანების საშუალებით, ხოლო ტორსების დამაგრებისათვის გამოიყენება ღარი და თხემი ჩაწებებული ან დაწებებული ძელაკებით.

მცირე სიგრძის ფიცრებისა და ძელების ნაჭრების შესაერთებლად გამოიყენება: ღარი და თხემი, პირმიდგმა, მეოთხედი, ძელაკები, ულვაშისებური შეერთება (ნახ. 4.3).

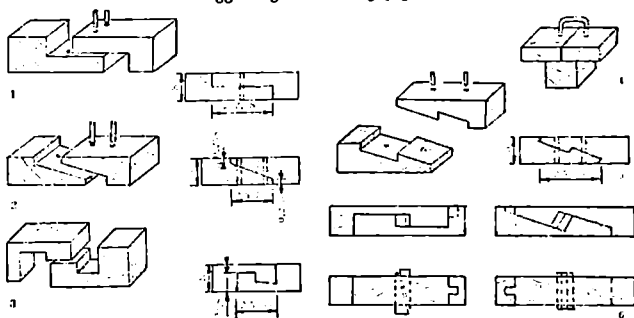
ყველაზე საიმედოდ ითვლება კბილა შეერთება წებოთი, რომელსაც იყენებენ ძელების (ფიცრების) სიგრძეში წაზრდისათვის (ნახ. 4.4). შეერთების სახეები: ნახევარჩაჭრა, პირმიდგმა, პირდაპირი და ირიბი საკეტები და მოსაკიმი საკეტები.

სიმაღლეში განიკვეთის გასაზრდელად (ნახ. 4.5) გამოიყენება შეერთების შემდეგი სახეები: პირმიდგმა ჩამალული კოტათი, გამჭოლი თხემით, ნახევარჩაჭრა, ირიბი ჩაჭრა, დამაგრება ფოლადის თამასით, ჭანჭიკებით, საკიდებითა და სხვ.

კოტებით შეერთების დროს აუცილებელია წებოს გამოყენება.

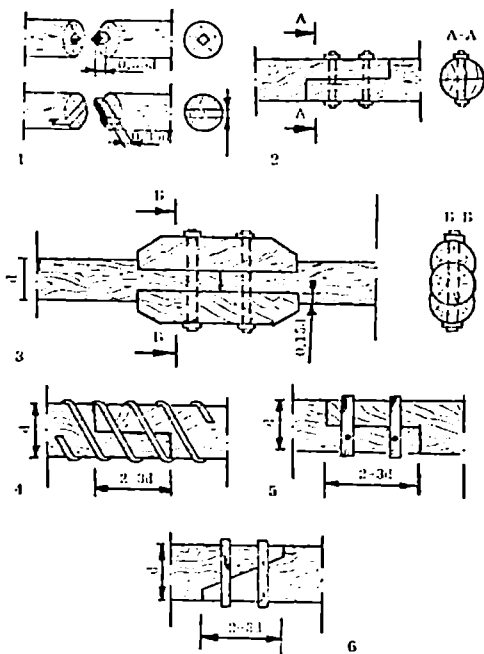


ნახ. 4.3. ფიცრებისა და ძელების შეერთების ვარიანტები: 1 - პირმიდგმით; 2 - ღარითა და თხემით; 3 - ულვაშისებური; 4,6 - კბილა წებოზე; 5 - ნახევარჩაჭრით; 7 - ძელაკით.



ნახ. 4.4. ხის ელემენტების წაზრდის სახეები: 1 - ნახევარჩაჭრით; 2 - ირიბი ჩაჭრით; 3 - პირდაპირი საკეტით; 4 - პირმიდგმით; 5 - ირიბი საკეტით; 6 - პირდაპირი და ირიბი მოსაკიმი საკეტებით.

პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება აგრეთვე ჯვრისებრი და კუთხური შეერთებებიც (ნახ. 4.6).

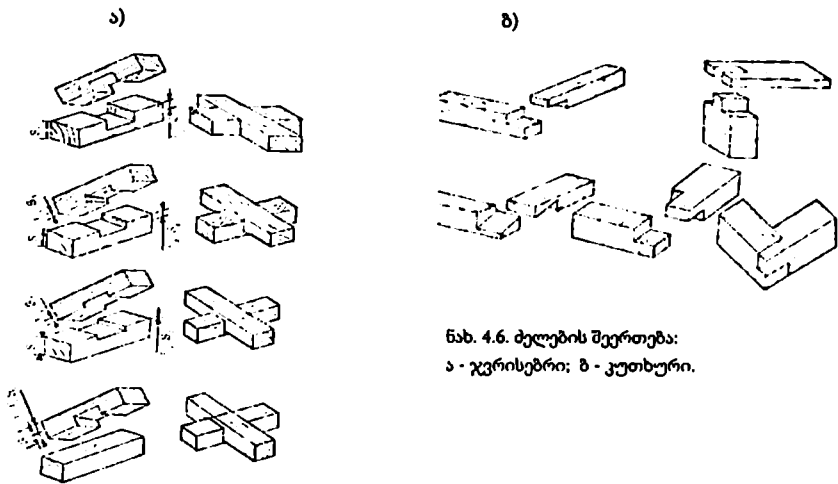


ნახ. 4.5. ხის ელემენტების შემჯიდროების სახეები: 1 - პირმიდგმით ჩამალული კოტიტა და გამჭოლი თხემით; 2 - ნახევარჩაჭრა ჭანჭიკებზე; 3 - პირმიდგმით ზედებით ჭანჭიკებზე; 4,5 - ნახევარჩაჭრით ფოლადის თამასებითა და საკიდებით; 6 - ირიბი ჩაჭრით საკიდებზე.

კოტებით განხორციელებულ შეერთებებში ერთი ელემენტის ტორსის კოტა ჯდება მეორე ელემენტის ტორსში ამოღებულ ნახვრეტში. კოტას დანიშნულებაა, არ მისცეს ერთ ელემენტს მეორეს მიმართ განივად გადაადგილების საშუალება. კოტას ჩასასმელი ბუდე სიღრმე 3-4 მმ-ით ღრმა უნდა იყოს კოტას სიგრძეზე, რათა არ მოხდეს კოტას ბოლოს მიბჯენა ელემენტზე. არსებობს კოტას სამი სახეობა: პირდაპირი, ირიბი და გამჭოლი.

კოტაზე შეერთება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როცა შესაერთებელი დეტალები დამუშავებულია მაღალხარისხოვნად და ზუსტად.

შესაერთებელი ხის ელემენტების საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია სპეციალური საშუალებების გამოყენება, რომელიც მოგვცემს აწყობილი კონსტრუქციის უსაფრთხოების გარანტიას. ასეთ საშუალებებს მიეკუთვნება: ლურსმნები, ხრახნები, ჭანჭიკები, ჩანგლები, საკიდები, სადურგლო წებო და სხვ.



ნახ. 4.6. ბელგის შერთება:
 ა - ჯვრისებრი; ბ - კუთხური.

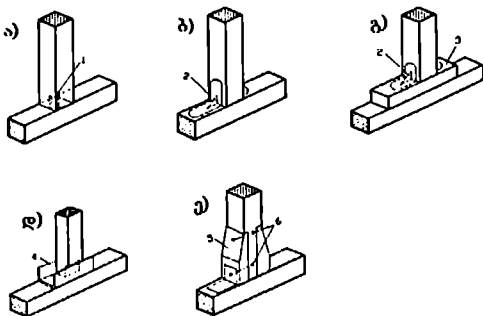
4.2. კონტაქტური შერთებები

ხის ელემენტების კონტაქტური შერთება ისეთი შერთებაა, რომელშიც ძალვა ერთი ელემენტიდან მეორეს გადაეცემა ჩამორანდული და შესაბამისად დამუშავებული საკონტაქტო ზედაპირებით. ასეთ შერთებებში დამატებით გამოყენებული მუშა მაკავშირებლები ფიქსაციის ფუნქციას ასრულებენ და ერთდროულად ავარიული მაკავშირებლებიცაა ანუ მუშაობაში ებმებიან მხოლოდ კონსტრუქციის ან მისი ცალკეული დეტალების ავარიის დროს.

კონტაქტურ შერთებაში მერქანი ძირითადად მუშაობს თელვაზე. კუმშვა ბოკკოების მართობულად გვხდება დგარის ჰორიზონტალურ ხის ელემენტთან (წოლანა, რიგელი, კოკი) შერთებებში (ნახ. 4.7, ა,ბ). როცა მკუმშავი ძალის მნიშვნელობა დიდია, საჭირო ხდება საკონტაქტო ზედაპირის ფართობის გაზრდა, რაც მიიღწევა მაღალი სიმტკიცის მერქნის (მუხა, წიფელი, აკაცია, კოპიტი) ან ლითონის (შველურის გადანაჭერი) ქვესადების გამოყენებით (ნახ. 4.7, გ,დ). ზოგჯერ მიმართავენ დგარის საყრდენ ნაწილში ხის სადგმელების გამოყენებასაც (ნახ. 4.7,ე).

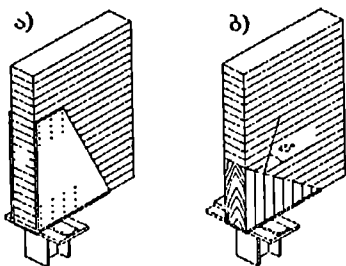
თუ საყრდენის ფართობის გაზრდა შეუძლებელია რაიმე კონსტრუქციული მოსაზრებით, მაშინ თელვაზე მერქნის წინაღობის გასაზრდელად იყენებენ სხვადასხვა სახის ზედებს (ფანერი, ლითონის ფურცელი), რომელიც კონსტრუქციის გვერდით წახნაგებს მიემაგრება წირწვიმალების ან წებოს საშუალებით (ნახ. 4.8, ა,ბ). ამ დროს თელვაზე წინაღობის ამალეების ეფექტი მიიღწევა კონსტრუქციისაგან გადმოცემული ძალის (საყრდენი რეაქცია) გადანაწილებით საყრდენზე ზედების დახმარებით.

საინტერესოა 4.8, ბ ნახაზზე მოცემული ვარიანტიც. ეს მეთოდი მდგომარეობს შემდეგში: დიდი განივკვეთის ფიგურულ-დაწებებული კოკის საყრდენი ნაწილიდან 45°-იანი კუთხით



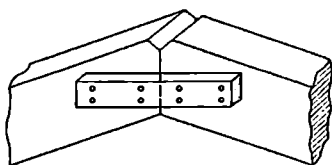
ნახ. 4.7. დგარის შეერთება ჰორიზონტალურ ხის ელემენტთან: ა - ფიქსირებული ცილინდრული წირჭვიმალეზის გამოყენებით (1); ბ - იგივე ლითონის კუთხოვანებით (2); გ - მაგარი ჯიშის მერქნის ქვესადებით (3); დ - იგივე ლითონის შევლურით (4); ე - ხის სადგმელებით (5), ჭანჭიკებით (6).

ამოიჭრება განივკვეთის ნაწილი, შებრუნდება 90° -ით და უკანვე ჩაეწებება. ამ ოპერაციის შემდეგ კოჭის საყრდენი ნაწილი შემოწმდება თელვაზე ბოჭკოების გრძივად (და არა განივად, როგორც ჩვეულებრივ შემთხვევაში), წებოვანი ნაკერი - ჭრაზე, ხოლო მერქანი წებოს ნაკერის მიმართულებით - თელვაზე გრძივი ბოჭკოების მიმართ 45° -იანი კუთხით. კონტაქტური ზედაპირებით შეერთების ადგილებში მერქნის მუშაობა თელვაზე რაიმე კუთხით მიმდინარეობს ხის ისეთი ელემენტების შეერთებაში, სადაც შესაერთებელი ელემენტების სიმეტრიის ღერძები ერთმანეთთან ქმნის $\alpha < 180^\circ$ კუთხეს (ნახ. 4.9).



ნახ. 4.8. დაწებებული კოჭების საყრდენი ნაწილების გაძლიერება: ა - ფანერის ზედებითა და ლურსმნებით; ბ - დაწებებული სადგმელებით.

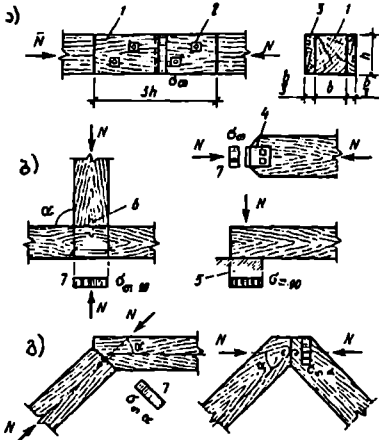
გვერდითი ზედების ან შუადების დანიშნულებაა, თავის თავზე მიიღონ განივი ძალები და ფიქსაცია გაუკეთონ შესაერთებელ ელემენტებს.



ნახ. 4.9. შეკუმშული ხის ელემენტების კონტაქტური შეერთება.

4.3. შუბლური მიყრდნობა

შუბლური მიყრდნობა კუმშვაზე მომუშავე ელემენტების შეერთების ყველაზე მარტივი და საიმედო სახეობაა (ნახ. 4.10.). ის მუშაობს თელვაზე და გაანგარიშება ხდება ელემენტში აღძრულ გრძივ მკუმშვ ძალაზე (ფორმულა 3.31). გაჭიმვაზე ასეთი შეერთება არ მუშაობს.



ნახ. 4.10. შუბლური მიყრდნობა:

- ა - გრძივი, მერქნის ბოჭკოების გასწვრივ;
 ბ - განივი, ბოჭკოების განივად; გ -
 დახრილი, ბოჭკოების მიმართულებისადმი
 რაღაც კუთხით; 1 - შესაერთებელი
 ელემენტი; 2 - მოსაკიმი ჭანჭიკები;
 3 - ზედი; 4 - ლითონის დამაგრება;
 5 - საყრდენი; 6 - მანქავალი; 7 - თელვის
 ძაბვის ეპიურები; α - თელვის კუთხე.

წინაღობა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე თელვა ბოჭკოების გრძივად.

მაგალითი 4.1. შევამოწმოთ დგარზე დაყრდნობილი კოქის განივი შუბლური მიყრდნობის სიმტკიცე თელვაზე. კოქის განივკვეთია $b \times h = 20 \times 20$ სმ. დგარში მოქმედი გრძივი მკუმშავი ძალა $N = 70$ კნ.

ამოხსნა. თელვის ფართობის სიგრძე $l_m = 20$ სმ. მერქნის საანგარიშო წინაღობა ადგილობრივ თელვაზე ბოჭკოების განივად კოქის სიგრძის ნაწილზე (ნახ. 4.10.ბ):

$$R_{\text{შპ}} = R_{\text{შ}} [1 + 8 / (l_m + 1,2)] = 1,8 [1 + 8 / (20 + 1,2)] = 2,48 \text{ მპა} = 0,248 \text{ კნ/სმ}^2.$$

თელვის ფართობი $A_m = b \times h = 20 \times 20 = 400$ სმ².

ძაბვა $\sigma = N / A_m = 70 / 400 = 0,175 \text{ კნ/სმ}^2 < R_{\text{შპ}} = 0,248 \text{ კნ/სმ}^2$.

დახრილი შუბლური მიყრდნობა (ნახ. 4.10, გ) ორი შეკუმშული ელემენტის შეერთებაა, რომელთა სიმეტრიის ღერძები ერთმანეთთან ქმნის რაიმე კუთხეს. ამ დროს შესაძლებელია ერთი ელემენტის ტორსული განივკვეთით მართობული იყოს ღეროს

გრძივი შუბლური მიყრდნობის შეერთების პირაპირი ორი მხრიდან გადახურულია ხის ზედით, რომლის სისქე $\delta \geq b/3$, ხ არის შესაერთებელი ელემენტის განივკვეთის სისქე, ხოლო ზედის სიგრძე $l_m \geq h/3$, სადაც h ელემენტის სიმაღლეა. პირაპირის ზედები შეკრულია მოსაკიმი ჭანჭიკებით, რომელთა რაოდენობა აიღება კონსტრუქციულად.

განვი შუბლური მიყრდნობა ორი ღეროს შეერთება მართი კუთხით, როდესაც ერთი შეკუმშული ელემენტის ტორსი ეყრდნობა მეორე ელემენტის ფენას და უერთდება არამუშა მაკავშირებლებით (ნახ. 4.10, ბ). მაგალითად, ასე უერთდება დგარები კარკასის ზედა და ქვედა ჰორიზონტალურ ელემენტებს. ასეთ შეერთებებში მერქანი დგარის ტორსში მუშაობს თელვაზე ბოჭკოების გასწვრივ, ხოლო ჰორიზონტალური ელემენტის ფენაში - ბოჭკოების განივად. გაანგარიშებისათვის საკმარისია თელვა ბოჭკოების განივად, რადგანაც ამ დროს მერქნის საანგარიშო

ღერძის მიმართ ან ორივე დახრილი იყოს. ასეთი შეერთების გაანგარიშებისას საკმარისია მერქნის თელვაზე შემოწმება იმ ღეროსი, რომლის ტორსიც დახრილია ღერძის მიმართ.

ხის ერთი ელემენტის მეორეზე უბრალო მიყრდნობის მნიშვნელოვანი უპირატესობა შეერთების სხვა სახეობებთან შედარებით, ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმის ცვალებადობის დროს, მერქნის დეფორმაციის უმნიშვნელო გავლენაა მის მუშაობაზე, განსაკუთრებით მაშინ, როცა კუმშვის ძალა მიმართულია ხის ელემენტის ბოჭკოების გასწვრივ.

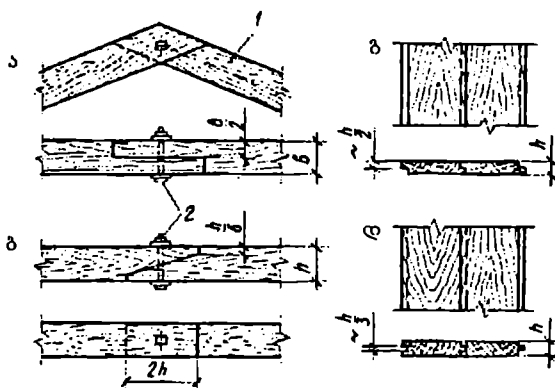
პირდაპირი პირაპირის დროს შესაერთებელი დეტალების ტორსული ზედაპირები აუცილებელია იყოს დეტალის გრძივი ღერძის მართობული.

ირიბი პირაპირის დროს ტორსებს შესაერთებელი დეტალების გრძივი ღერძების დიაგონალის მიმართულება აქვს. ასეთ შეერთებას მეტი მზიდუნარიანობა ახასიათებს, რადგან იზრდება მიყრდნობის ფართობი.

მზიდ კონსტრუქციებში შუბლური მიყრდნობის პირაპირი (კონსტრუქცია) გამოიყენება მხოლოდ კვანძებში. მალში მათი გამოყენება აკრძალულია. პირაპირი ასევე არ შეიძლება გამოვიყენოთ საყრდენად.

4.4. კონსტრუქციული და შუბლური ჯდობები

ასეთი ჯდობა შეერთების სახეობაა, რომელშიც წარმოიშობა გაცილებით ნაკლები სიდიდის ძალა, ვიდრე მისი მზიდუნარიანობა და ამიტომ არ საჭიროებს გაანგარიშებას (ნახ. 4.11). ხის კონსტრუქციებში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული მეოთხედით, ნარანდით, ნახევარჩაჭრითა და ირიბი ჩაჭრით განხორციელებული ჯდობა.



ნახ. 3.5. კონსტრუქციული ჯდობა: ა - ჯდობა ნახევარჩაჭრით; ბ - ჯდობა ირიბი ჩაჭრით; გ - შეუღლება მეოთხედით; დ - შეუღლება ნარანდით; 1 - შესაერთებელი ელემენტი; 2 - ჯანჭიკი.

მეოთხედით შეერთება გამოიყენება ფიცრის სიგანეში ნაწიბურებით შესაერთებლად. ამისათვის თითოეული ფიცრის ერთ ნაწიბურზე ცალმხრივ ღარს ზევით ამოიღებენ, ხოლო მეორე ნაწიბურზე - ქვევით. ასეთ შეერთებებს ძირითადად იყენებენ გარე

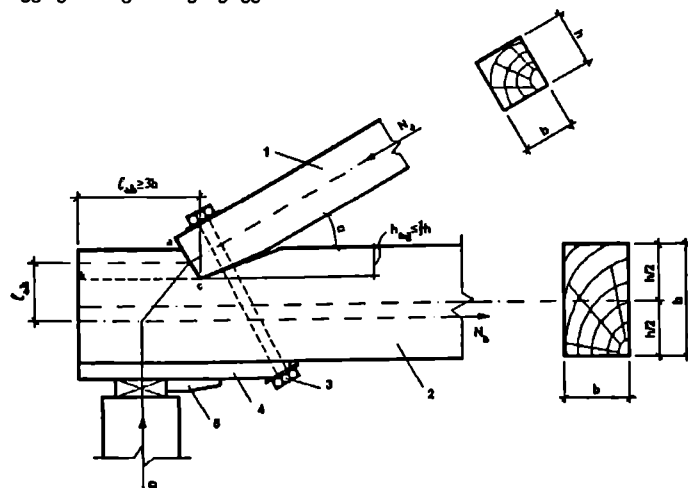
კედლების შეფიცვისათვის, რათა კედლები ქარისა და ატმოსფერული ნალექების შელწევისაგან დაიცვან.

ნარანდით შეუღლება ფიცრების ან ძელების შემჭიდროება ნაწიბურებით, როდესაც ფიცრის (ძელის) ერთ ნაწიბურზე სისქის შუაში ამოღებულია დარი, ხოლო მეორე ნაწიბურზე გამოწვეერი, რომლებიც აწყობის დროს მჭიდროდ შედიან ერთმანეთში და ქმნიან შეერთებას. ასეთ შეერთებებს იყენებენ ფენილების მოსაწყობად, რათა ფიცრებმა (ძელებმა) ღუნვაზე ერთობლივად იმუშაონ და ამავე დროს სახურავის შიგა სივცეში არ ჩამოცვივდეს დამათბუნებლად გამოყენებული წიდის ნაფხვენი ან მინერალური ბამბის ბოკკოები.

ქღობა ნახევარჩაჭრით გამოიყენება ძელების ან მორების ბოლოების შესაერთებლად. ამისათვის ბოლოებზე სისქის ნახევარზე კეთდება ჩანაჭერი და შეერთება მოიჭიმება ჭანჭიკებით. ასეთი შეერთების მაგალითია სანივნივე ფეხების შეერთება სახურავის კეხში.

ირიბი ჩაჭრა გამოიყენება ძელების ან მორების სიგანეში წასაზრდელად. ამისთვის შესაერთებელი ბოლოები ჩაიჭრება ირიბად, დაედება ერთმანეთს და მოიჭიმება ჭანჭიკით. ჩაჭრის სიგრძე კონსტრუქციულად მიიღება $l_{\text{ჩ}} = 2h$, სადა h განივკვეთის სიმაღლეა. ამ ტიპის შეერთებებს იყენებენ სახურავის გრძივების სიგრძეში წასაზრდელად.

შუბლური ქღობა (ნახ. 4.12) შეერთების ისეთი სახეობაა, რომელშიც შეკუმშული ელემენტიდან ძალა უშუალოდ, ყოველგვარი მუშა კავშირების გარეშე გადაეცემა მეორე ელემენტს. ასეთი ქღობები ძირითადად გამოიყენება ძელებისაგან (მორებისაგან) განხორციელებული წამწეების საყრდენ და შუალედ კვანძებში. ქღობა ყოველთვის იკვრება საავარიო ჭანჭიკებით.



ნახ. 4.12. შუბლური ქღობა: 1 - წამწის ზედა სარტყელი; 2 - წამწის ქვედა სარტყელი; 3 - ავარიული ჭანჭიკი; 4 - კოჭკემა; 5 - მინაჭედი; 6 - საყრდენი ბალიში; $h_{\text{ჩ}}$ - ახლურის სიბრტყე.

შუბლურმა ქღობამ შეიძლება დაკარგოს მზიდუნარიანობა, თუ დადგება შეკუმშული ელემენტის მიბჯენის ფართობის თელის ან ქვედა ელემენტის ახლურის პირობის ზღვრული მდგომარეობა.

ახლეჩაზე გაანგარიშება ხდება ამზლეჩი (გამკვიჩავი) N_b ძალის მიხედვით

$$T_{ab} = N_b / A_{ab} \leq R_{ab\sigma}, \quad (4.1)$$

სადაც $R_{ab\sigma} = R_{ab} / (1 + \beta \cdot [ab / l])$ არის ახლეჩაზე მერქნის საანგარიშო წინაღობის საშუალო მნიშვნელობა; $A_{ab} = [ab \cdot b$ - ახლეჩის ფართობი.

თელვაზე გაანგარიშება ხდება თელვის ac ფართობზე მოქმედი N_j ძალის მიხედვით ($N_j = N_{\sigma}$):

$$\sigma_{\sigma} = N_j / A_{\sigma} \leq R_{\sigma\sigma}, \quad (4.2)$$

სადაც $A_{\sigma} = b \cdot h_{\sigma} / \cos \alpha$; b - განივკვეთის სიგანე.

ძელებისა და მორებისათვის წამწის განაპირა კვანძებში ჩაჭრის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს $h_{\sigma} \leq h / 3$, ხოლო შუალედ კვანძებში - $h_{\sigma} \leq h / 4$.

4.5. შეერთებები ხის მაკავშირებლებით

ხის მაკავშირებლებს მიეკუთვნება მაგარი ჯიშის მერქნისაგან დამზადებული წირწკიმალები და სოგმანები.

წირწკიმალი (ნაგელი) ეწოდება ღეროს ან ფირფიტას, რომელიც შესაერთებელი ელემენტების ურთიერთბვრას ეწინააღმდეგება, თვითონ მუშაობს ღუნვაზე, ხოლო შესაერთებელი ელემენტების მერქანი - თელვაზე. მასალად გამოიყენება მაგარი ჯიშის მერქანი, ფოლადი, ალუმინი და პლასტმასა. შეერთებები შეიძლება იყოს ერთჭრადი, ორჭრადი და მრავალჭრადი, რაც დამოკიდებულია შესაერთებელი ელემენტების რაოდენობაზე. განაწილება შეიძლება იყოს მართკუთხა, ჭადრაკული ან ირიბი.

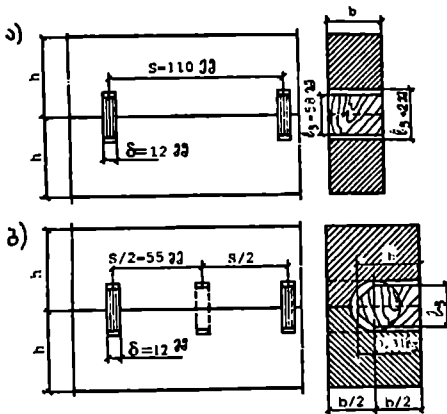
ხის სამშენებლო კონსტრუქციებში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული მუხის ფირფიტოვანი წირწკიმალები (ნახ. 4.13), რომლებიც სტანდარტული ზომის ფირფიტებია, ძირითადად ღუნვაზე მუშაობენ და შესაერთებელი სქელი ძელების წინასწარ ამოღებულ ბუდეებში ისმებიან. ისინი უზადდება ორი სტანდარტული ზომისა - $l_{\sigma} = 54 \times 12$ მმ და 72×16 მმ. შეერთებაში ფირფიტების ღერებს შორის მანძილი $S = 9\delta$, ხოლო ბუდის ჩაჭრის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს ძელის განივკვეთის სიმაღლის მეხუთედს. თუ შესაერთებელი ელემენტების საერთო სიგანე $b \leq 15$ სმ, მაშინ კეთდება გამჭოლი ფირფიტები (რომელიც ძელის მთელ სიგანეზე გადის, ნახ. 4.13, ა), ხოლო თუ $b > 15$ სმ - ყრუ ფირფიტოვანი წირწკიმალები (ნახ. 4.13, ბ).

ფიჭვის (ნაძვის) მერქნის ელემენტების შეერთებისას მუხის ან არყის ხის ფირფიტოვანი წირწკიმალის მზიდუნარიანობა

$$T_{\eta} = 0,75b_{\eta}, \quad (4.3)$$

სადაც b_{η} არის ფირფიტოვანი წირწკიმალის სიგანე, რომელიც გამჭოლი წირწკიმალებისათვის მიიღება შესაერთებელი ელემენტების სიგანის ტოლი $b_{\eta} = b$, ხოლო ყრუ წირწკიმალებისათვის - $b_{\eta} = 0,5b$.

როდესაც შესაერთებელი ელემენტები დამზადებულია სხვა ჯიშის მერქნისაგან, საჭიროა გაანგარიშებაში შემასწორებელი კოეფიციენტის შეყვანა, რომლის მნიშვნელობები მოცემულია სამშენებლო ნორმებსა და წესებში.

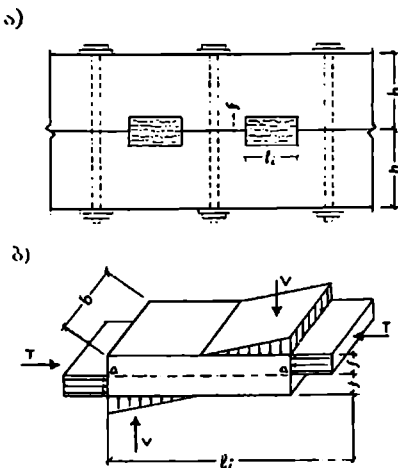


ნახ. 4.13. შეერთებები ფირფიტოვან წირწკიმალებზე:
 ა - განგმირი ფირფიტებით; ბ - ყრუ ფირფიტებით.

სოგმანი ისეთ სადებს ეწოდება, რომელიც ბირითადად კუმშვაზე მუშაობს და შესაერთებელი ელემენტების ურთიერთბერას ეწინააღმდეგება. ის თავსდება წინასწარ ამოღებულ ბუდეში (ნახ. 4.14). სოგმანებით შეერთებაში ძალების გადაცემის დროს სოგმანი და შესაერთებელი ელემენტები თელვასა და ახლუჩაზე მუშაობს.

სოგმანებით შეერთების თავისებურება განბჯენის არსებობა, რომელიც სოგმანზე ექსცენტრულად მოდებული ძალების გავლენით წარმოიშობა და სოგმანის მობრუნებას ცდილობს, ამიტომ განბჯენის

ჩასაქრობად საჭირო ხდება მუშა შემკრავი ფოლადის ჭანჭიკების დაყენება.



ნახ. 4.14. შეერთება ხის სოგმანების გამოყენებით: ა - საერთო ხედი; ბ - სოგმანის მუშაობის სქემა; ა - ა ახლუჩის სიბრტყე; v - განბჯენი; l₁ - სოგმანის სიგრძე; f - ჩაჭრის სიმაღლე; b - სოგმანის სიგანე.

ხის პრიზმული სოგმანები ორი ტიპისაა: გრძივი და განივი. გრძივი სოგმანის შემთხვევაში მისი და შესაერთებელი ელემენტების ბოჭკოების მიმართულება ერთმანეთს ემთხვევა, ხოლო განივი სოგმანებისას მისი ბოჭკოების მიმართულება შესაერთებელი ელემენტების ბოჭკოების მიმართულების მართობულია. მეორე შემთხვევაში, სოგმანის ბუდეში მჭიდროდ ჩასმის უზრუნველსაყოფად, მათი დამზადება შეიძლება ორი სოლისმაგვარი ელემენტისაგან.

პრაქტიკულად სოგმანებით შეერთება საკმაოდ რთულად განსახორციელებელია, რადგანაც ბუდეებში სოგმანები ერთნაირი სიზუსტით უნდა იყოს ჩასმული. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ძალის მოდების შემდეგ, მჭიდროდ ჩასმული სოგმანები ადრე ჩაერთება მუშაობაში, დანარჩენი - გვიან, რაც ასეთი შეერთების არასაიმედო მუშაობას განაპირობებს. გარდა ამისა,

სოგმანებისათვის ბუდეების ამოღება და ჭანჭიკებისათვის ნახვრეტების გაკეთება მნიშვნელოვნად ასუსტებს შესაერთებელი ელემენტების განივკვეთს.

ყოველივე ზემოთქმულისა და კიდევ სხვა უარყოფითი მხარეების, განსაკუთრებით კი ახლუჩაზე ცუდი მუშაობის გამო, სოგმანებით შეერთებებს, იშვიათი გამოწკლისის გარდა, აღარ მიმართავენ.

4.6. შეერთებები ლითონის მაკავშირებლების გამოყენებით

ლითონის მაკავშირებლების გამოყენებით ხის ელემენტების შეერთება ისეთი სახეობაა, რომელშიც ძალა ერთი ელემენტიდან მეორეს გადაეცემა ფოლადის ჭანჭიკების, ღეროების, ლურსმნების, ხრახნების, საკიდების, ჩანგლების, ჭიმების, დაკბილული ფირფიტებისა და ლითონის სხვა ნაკეთობების საშუალებით. აქედან ყველაზე გავრცელებულ ლითონის მაკავშირებლებია ჭანჭიკები და ლურსმნები.

4.6.1. ჭანჭიკებით შეერთება

ჭანჭიკი სტანდარტული ნაკეთობაა, დამზადებული C38/23 მარკის მცირედ ლეგირებული ფოლადისაგან. ხის კონსტრუქციებში გამოყენებული ჭანჭიკები მზადდება ჩვეულებრივი დამუშავებით და მათ „შავ“ ჭანჭიკებს ეძახიან. მათ აქვთ საკმაოდ დიდი, ხის კონსტრუქციების გაბარიტების შესაბამისი სიგრძე და საკმაოდ სქელი ოთხკუთხა საყელურები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჭანჭიკში აღძრული ძალის გადანაწილებას მერქნის თელვის ფართობზე. პრაქტიკაში ყველაზე მეტად არის გავრცელებული ჭანჭიკები, რომელთა დიამეტრია 12, 16 და 20 მმ.

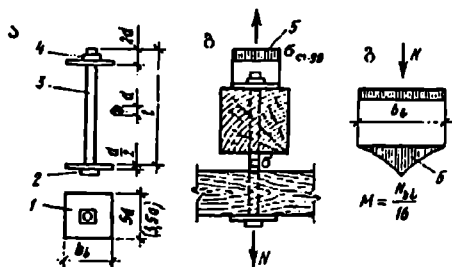
ჭანჭიკების დასაყენებლად შესაერთებელ ელემენტებში ბურღის ერთი გველით კეთდება ჭანჭიკის შესაბამისი დიამეტრის ხვრელი. ხვრელების გასაკეთებლად ზოგჯერ იყენებენ სპეციალურ შაბლონსაც. შეერთებებში შეიძლება იყოს მოსაჭიმი, გაჭიმული და ღუნვადი ჭანჭიკები.

შეერთებები, შესრულებული მოსაჭიმი ჭანჭიკებით, ემსახურება ცალკეული ელემენტების მკვირვ შეერთებას განივი შემჭიდროებისას, ამიტომ მათში აღიძვრება უმნიშვნელო ძალები და მათი გაანგარიშება აუცილებელი არ არის. დიამეტრს იღებენ კონსტრუქციული მოსაზრებით, მაგრამ არა ნაკლები 12 მმ-ისა და შესაერთებელი ელემენტების ჯამური სისქის 0,05-ისა. დროთა განმავლობაში მოსაჭიმი ჭანჭიკები, მერქნის შესრობის გამო, საჭიროებს რეგულირებას.

გაჭიმული ჭანჭიკებით შესრულებული შეერთებები გამოიყენება ხის კონსტრუქციების საანკერო მიმაგრებისათვის საყრდენებზე, შეკედული ჭერისა და მოწყობილობების დასამაგრებლად და კვანძურ შეერთებებში. ასეთი ჭანჭიკების გაანგარიშება ხდება საანგარიშო დატვირთვებით ჭანჭიკში აღძრულ გამჭიმავ ძალაზე შესუსტებული განივკვეთის კუთხვილის ფართობის მიხედვით (ნახ. 4.15) ფორმულით:

$$\sigma = N / 0,8 \cdot A \leq R, \quad (4.4)$$

სადაც $R = 235$ მპა არის ფოლადის საანგარიშო წინაღობა; $0,8$ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ძაბვების კონცენტრაციას კუთხვილზე; A - განივკვეთის ფართობი.



ნახ. 4.15. შერთვის გაკიბული ჯანჭიკებით:
 ა - ჯანჭიკი; ბ - ჯანჭიკისა და მერქნის
 მუშაობის სქემა; გ - საყელურის მუშაობის
 სქემა; 1 - საყელური; 2 - თავი; 3 - ღერო;
 4 - ქანრი; 5 - ძაბვის ეპორები.

ჯანჭიკის საყელურის ქვეშ მერქანი მოწმდება ადგილობრივ თელავზე (3.31). ფორმულით. თვით საყელური კი გაანგარიშდება ღუნვაზე მოთვლილი იერქის რეაქტიულ წნევაზე, როგორც კვადრატული ფირფიტა გვერდის b სიგრძით და დაყრდნობილი ცენტრით ჯანჭიკის თავზე. ამ დროს მაქსიმალური მღუნავი მომენტი d დიამეტრის ნახევრით შესუსტებული საყელურის შუა განივკვეთში $M = N \cdot b / 16$. წინაღობის მომენტი $W_{საყ} = M / R$, ხოლო საჭირო სისქე $\delta_{საყ} = \sqrt{6W_{საყ} / R}$.

მაგალითი 4.2. გასანგარიშებელია სანივნივო წამწეზე შეკიდული გადახურვის გრძივი ჯანჭიკის საყიდარი. საყიდარში მოქმედი გამჭობი ძალა $N = 35$ კნ. ფოლადის საანგარიშო წინაღობა $R = 235$ მპა = 23,5 კნ/სმ².

ამოსხნა. ჯანჭიკის კუთხეილზე საჭირო განივკვეთის ფართობი $A_{საყ} = N / 0,8R = 35 / 0,8 \cdot 23,5 = 1,86$ სმ².

ავიღოთ ჯანჭიკის დიამეტრი $d = 2,2$ სმ. კუთხეილზე ჯანჭიკის განივკვეთის ყარაობი $A = 1,88$ სმ² > $A_{საყ} = 1,86$ სმ² (დანართი, ცხრ. 19).

ადგილობრივ თელავზე საყელურის ქვეშ ზოკოების განივად მერქნის საანგარიშო წინაღობა $R_{თო} = 4$ მპა = 0,4 კნ/სმ² (დანართი, ცხრ.7). თელვის საჭირო ფართობი საყელურის ქვეშ

$$A_{საყ} = N / R_{თო}$$

ავიღოთ კვადრატული საყელური, რომლის გვერდის ზომა $b = 10$ სმ.

თელვის ფართობი საყელურის ქვეშ $A = b^2 - 0,25\pi d^2 = 10^2 - 0,25 \cdot 3,14 \cdot 2,2^2 = 96,2$ სმ² - $\pi \cdot 10^2 = 100$ სმ². ამიტომ გავზარდოთ საყელურის ზომა. ავიღოთ $b = 11$ სმ. $A = b^2 - 0,25\pi d^2 = 11^2 - 0,25 \cdot 3,14 \cdot 2,2^2 = 117,2$ სმ².

თელვის ძაბვა

$$\sigma = N / A = 3 / 117,2 = 0,3$$
 კნ/სმ².

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი საყელურის განივკვეთში

$$M = N \cdot b / 16 = 35 \cdot 11 / 16 = 24,1$$
 კნ.სმ.

საყელურის საჭირო წინაღობის მომენტი

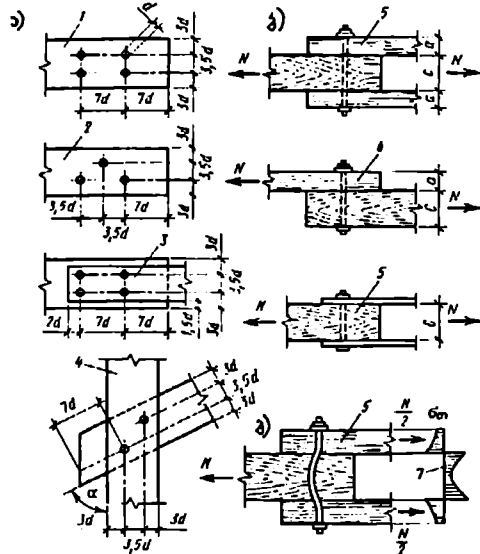
$$W_{საყ} = M / R = 24,1 / 23,5 = 1,03$$
 სმ³.

საყელურის საჭირო სისქე

$$\delta_{საყ} = \sqrt{\frac{6W_{საყ}}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,03}{11-2,2}} = 0,84$$
 სმ.

საყელურის სისქეს - $\delta = 9$ მმ.

ლუნვაზე მომუშავე ჭანჭიკებით შერთება მიეკუთვნება ე.წ. წირწკიმალების კლასს (ნახ. 4.16). რომელიც მაკავშირებლები (ჭანჭიკები) ძირითადად ლუნვაზე მუშაობენ, ნაწილობრივ კი - ჭრაზე. ასეთი შერთებები წარმატებით გამოიყენება ხის კონსტრუქციების პირაპირებსა და კვანძებში, სადაც ეწინააღმდეგებიან შესაერთებელი ელემენტების ურთიერთძვრას. ამ ელემენტებში ძალები შეიძლება იყოს მკუმშავი, გამჭიმი ან ნიშანცვლადი. საყელურები ანალოგიურია მომჭიმავი ჭანჭიკებისა. ჭანჭიკში ლუნვასა და ჭრას იწვევს მერქნისაგან გადმოცემული რეაქტიული ძალები.



ნახ. 4.16. შერთებები ლუნვად ჭანჭიკებზე: ა - განლაგების სქემა; ბ - საანგარიშო სქემა; გ - მუშაობის სქემა; 1 - პირდაპირი განლაგება; 2 - ჭადრაკული; 3 - ლითონის ზედებით; 4 - შერთებები კუთხით; 5 - სიმეტრიული ორჭრადი; 6 - არასიმეტრიული ერთჭრადი; 7 - მერქნის თელვის ძაბვის ეპიურა.

ჭანჭიკების განლაგების სქემები და მათ შორის მანძილები მოცემულია ნახ. 4.16 ნახაზზე. შერთების მზიდუნარიანობა პირდაპირ დამოკიდებულებაშია შესაერთებელი ელემენტების ძვრის სიბრტყეების (ჭრათა რიცხვის) რაოდენობასთან. თუმცა გაანგარიშებისას ჭრის ძაბვები ჭანჭიკებში შედარებით მცირეა და არ განსაზღვრავს შერთების მზიდუნარიანობას.

შერთებებში ლუნვადი ჭანჭიკების გაანგარიშება ხდება საანგარიშო დატვირთვებისაგან აღძრული N გრძივი ძალის მიხედვით. შერთების ცალ მხარეზე ჭანჭიკების საჭირო რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$n_{\text{ჭკ}} = N/T \cdot m_{\text{ჭკ}}, \quad (4.5)$$

სადაც $m_{\text{ჭკ}}$ არის შერთებაში ჭრათა (ნაკერების) რიცხვი; T - ერთ ჭრაზე ჭანჭიკის მინიმალური მზიდუნარიანობა, რომელიც დამოკიდებულია ჭანჭიკის d დიამეტრზე, შუა ელემენტის c სისქეზე, განაპირა ელემენტის a სისქეზე, სიმეტრიულობასა და ელემენტებს შორის კუთხეზე კოეფიციენტით k_{α} , რომლის მნიშვნელობები მოცემულია 4.1 ცხრილში.

სიმეტრიულ ჭანჭიკის მზიდუნარიანობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით: ჭანჭიკის ლუნვის პირობიდან ხის ზედების შემთხვევაში:

$$T_{\text{ღ}} = (1.8d^2 + 0.02a^2)\sqrt{k_{\alpha}}; \quad (4.6)$$

ლითონის ზედების შემთხვევაში:

$$T_c = 0.25a^2 \sqrt{k_a}; \quad (4.7)$$

შუა ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_c = 0.5 \cdot c \cdot d \cdot k_a; \quad (4.8)$$

განაპირა და უფრო თხელი ერთჰრადი ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_a = 0.8 \cdot a \cdot d \cdot k_a; \quad (4.9)$$

განაპირა და უფრო სქელი ერთჰრადი ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_a = 0.3 \cdot a \cdot d \cdot k_a. \quad (4.10)$$

ლითონის ზედებით შეერთებები ძირითადად გამოიყენება კონსტრუქციის კვანძებში, ხოლო ხის ზედებით - კოჭებში, წამწეთა სარტყლებში, კამარის კეხის კვანძში და სხვ.

ცხრილი 4.1

კუთხე გრადუსებში	კოეფიციენტი k_a				მუხის წირწკიმწლებისათვის
	ფოლადის, ალუმინის და მინაპლასტიკის წირწკიმწლებისათვის დიამეტრით, მმ				
	12	16	20	24	
30	0.95	0.9	0.9	0.9	1.0
60	0.75	0.7	0.65	0.6	0.8
90	0.7	0.6	0.55	0.5	0.7

ღუნვადი ჭანჭიკებით შეერთების ანალოგიურია შეერთებები ღუნვადი ლითონის ღეროებით, რომელიც დაახლოებით 25%-ით იაფია. მოკლე ფოლადის ღეროები შეერთებებში ლითონის ზედებით ყვრება მერქნის ყრუ ხვრელებში (არაგამჭოლი). ისინი გაანგარიშდება, როგორც ერთჰრადი სიმეტრიული ღუნვადი მაკავშირებლები. მათ უწოდებენ ყრუ წირწკიმალეებს.

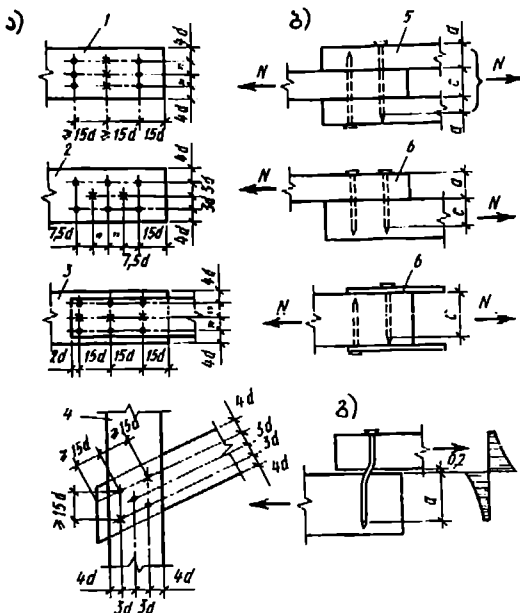
თუ ფოლადის ჭანჭიკებს მუშაობა უხდება ტენიან ან აგრესიულ გარემოში, უმჯობესია ისინი შევცვალოთ ალუმინის (მარკით A-16) ან მინაპლასტიკის (მარკით AF-4C) ჭანჭიკებით. მათი მზიდუნარიანობა ერთ ჰრადე, შესაბამისად გამოითვლება ფორმულებით:

$$T_c = 1.6d^2 + 0.02 a^2 \quad \text{და} \quad T_c = 1.45d^2 + 0.02 a^2 \quad (4.11)$$

4.6.2. ლურსმნოვანი შეერთებები

ლურსმნოვანი შეერთება მარტივი, მაგრამ შეერთების მეტად შრომატევადი სახეობაა და შედარებით იშვიათად გამოიყენება. მისი სორტამენტი მოცემულია დანართში (ცხრ. 15). ხის კონსტრუქციებში უმეტესად გამოიყენება 3, 4, 5 და 6 მმ დიამეტრის ლურსმნები. მერქანში ლურსმნის ჩასობა ხდება ხელით ან პნევმატიკური ჩაქურჩის დახმარებით.

შეერთებაში ლურსმნების განლაგების წესი გამორიცხავს შესაერთებელი ელემენტების გახლეჩას. ეს მით უფრო მოსალოდნელია, რაც ნაკლებია სისქე. ამიტომ ლურსმნის დიამეტრი არაუმეტეს ელემენტის სისქის მეოთხედი უნდა იყოს. ლურსმნების განლაგებისა და მუშაობის სქემები მოცემულია 4.17 ნახაზზე. ლურსმნოვანი შეერთების გაანგარიშება პრინციპულად არ განსხვავდება ჭანჭიკებით შეერთებისაგან.



ნახ. 4.17. შეერთებები ლუნვადი ლურსმნების გამოყენებით: ა - განლაგების სქემები; ბ - საანგარიშო სქემები; 1 და 2 - პირდაპირი და ჰადრაკული განლაგება; 3 - ლითონის ზედებში; 4 - შეერთებებში კუთხით; 5 - სიმეტრიული ორჭრადი; 6 - არასიმეტრიული ერთჭრადი.

დამზადების მეთოდის მიხედვით არსებობს ნაჭედი და მავთულოვანი ლურსმნები.

ნაჭედი კონუსური ფორმის ღეროა ქუდით. ის, როგორც წესი, მზადდება დიდი ზომის და

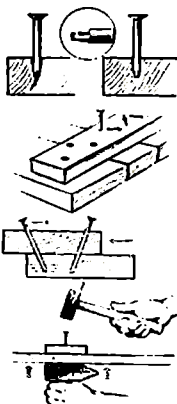
ბირითადად კონტინერების, ვაგონების, ყუთების დამზადებისას, აგრეთვე მორებისაგან აშენებულ სახლებში მორების, ძელების, კოჭების, რიგელების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად გამოიყენება. მავთულოვანი ლურსმნები მზადდება ქარხნული წესით მავთულისაგან. მათ წრიული ან ოთხკუთხა განივკვეთი აქვს, წვერო კი წამახვილებულია.

ლურსმნის ქუდს პერფორირებული ზედაპირი აქვს. ჩაჭედების დროს ჩაჭერი ნაკლებად ცურავს, ვიდრე გლუვზე. სხვადასხვა სიგრძის 0,7-9,4 მმ-მდე დიამეტრის ლურსმნებს ამზადებენ რბილი (მცირედ ნახშირბადიანი) ფოლადისაგან, ზოგჯერ დაჟანგვის საწინააღმდეგოდ ზედაპირს ფარავენ თუთიით ან სპილენძით. არსებობს სპილენძის ლურსმნებიც.

ლურსმნოვანი შეერთების სიმტკიცე დამოკიდებულია ლურსმნის სიგრძეზე, დიამეტრსა და განლაგების სიხშირეზე. გრძელი და მსხვილი ლურსმნანი ამაღლებს შეერთების მზიდუნარიანობას, მაგრამ არ არის გამორიცხული შესაერთებელი ელემენტების დასკდომა, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ლურსმნებს ასობენ ფიცრის ან ძელის კიდესთან ახლოს. უკეთესია ჩასობა წლიური რგოლების განივად, რადგან ბოჭკოების გასწვრივ ადვილად ხდება მისი ამოძრობა.

ლურსმნების გამოყენება კარგ ეფექტს იძლევა, როცა თხელი ელემენტებია (ფიცარი, ფანერი, ძელაკი) შესაერთებელი სქელ ელემენტებთან. ამ შემთხვევაში ლურსმნის სიგრძე თხელი ელემენტის სისქეზე 2,5-4-ჯერ მეტი უნდა იყოს.

მსხვილი ლურსმნების ($d \geq 6$ მმ) ჩასასობად ზოგჯერ მიმართავენ შესაერთებელი ელემენტების ჩაბურღვას ლურსმნის დიამეტრზე 1-2 მმ-ით ნაკლები დიამეტრის ბურღით, რაც გამორიცხავს ხის ელემენტის დასკდომას.



ნახ. 4.18. ლურსმნის ჩასობის სახეები.

მერქანში ლურსმნის ჩასობა ერთი შეხედვით მარტივია, მაგრამ ეს ოპერაცია მოითხოვს გარკვეულ ცოდნასა და მოხერხებულობას. მაგალითად, თუ ლურსმანს ვასობთ ადვილად მსკდომარე ფიცარში, უშეზღვევია მარჯუბით წავაჭრათ წაწვეტებული ბოლო ან ეს ბოლო ჩაქუჩით დავებლაგვოთ (ნახ. 4.18, ა). თუ რამდენიმე ლურსმანია ჩასასობი, მაშინ უშეზღვევია ისინი განვალაგოთ ჯადრაკულად (ნახ. 4.18, ბ) და არა ერთ რიგად.

შესაერთებელი ძელების სიხისტის გასაზრდელად ძელებში ლურსმანს ასობენ დახრილად, ერთმანეთის მიმართ რაიმე კუთხით (ნახ. 4.18, გ), ერთი დახრილი მარცხნივ, მეორე - მარჯვნივ.

თუ ლურსმანი ჩასასობია ისეთ ფიცარში, რომელიც მალის შუაში არაფერს არ ეყრდნობა (ნახ. 4.18, დ), მაშინ საჭიროა ჩასობის ადგილზე მოვაწყოთ დროებითი საყრდენი ჩაქუჩის ან

ნაჯახის ყლის გამოყენებით.

მაგალითი 4.3. დავადგინოთ ერთი ვერტიკალური ფიცრის ორ ჰორიზონტალურ ფიცართან შეერთებისათვის საჭირო ლურსმნების ზომა და რაოდენობა. სამივე ფიცრის განივკვეთი ერთნაირია $b \times h = 5 \times 15$ სმ. ვერტიკალურ ფიცარზე მოქმედებს გრძივი გამჭიმვი ძალა $N = 11,6$ კნ.

ამოხსნა. ვერტიკალური ფიცრის ბოლო შედის ჰორიზონტალური ფიცრების შუაში და ერთმანეთს უერთდება $d = 0,5$ სმ დიამეტრისა და $l = 15$ სმ სიგრძის ლურსმნებით. შეერთება ორჭრადია ($n_3 = 2$) და სიმეტრიული. შესაერთებელი ელემენტის სისქვა $a = c = 5$ სმ. ლურსმნის წამახვილებული წვერის ზომა $l_0 = 1,5d = 1,5 \cdot 0,5 = 0,75$ სმ; ფიცრებს შორის შესაძლო ღრეჩოს ზომა $d_{\text{ჩ}} = 0,2$ სმ; მანძილი შეერთების ნაკერიდან ლურსმნის მუშა სიგრძის ბოლომდე (ანუ რა სიგრძეზეა ლურსმანი ჩასული განაპირა ელემენტში)

$$a_1 = l - 2b - (c - 2d_{\text{ჩ}}) = 15 - 2 \cdot 5 - 0,75 - 2 \cdot 0,2 = 3,85 \text{ სმ.}$$

ლურსმნის მზიდუნარიანობა ერთ კრაზე:

ლურსმნის ღუნვის პირობიდან:

$$T_c = 2,5 \cdot d^2 + 0,01 a^2 = 2,5 \cdot 0,5^2 + 0,01 \cdot 3,85^2 = 0,77 \text{ კნ.}$$

შუა ელემენტის (ფიცრის) თელვის პირობიდან:

$$T_c = 0,5 \cdot c \cdot d = 0,5 \cdot 5 \cdot 0,5 = 1,25 \text{ კნ.}$$

განაპირა ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_{a_1} = 0,8 \cdot a_1 \cdot d = 0,8 \cdot 3,85 \cdot 0,5 = 1,54 \text{ კნ.}$$

ლურსმნის საანგარიშო ამტანუნარიანობა $T_{\text{ჩ}} = T_c = 0,77$ კნ.

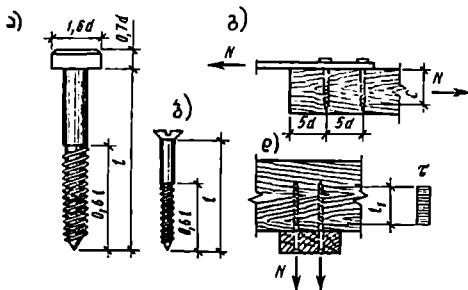
ლურსმნების საჭირო რაოდენობა

$$n_{\text{ჩ}} = N / T_{\text{ჩ}} \cdot n_3 = 11,6 / 0,77 \cdot 2 = 7,53 \text{ ცალი.}$$

ვიღებთ 8 ცალ $d = 55$ მმ და $l = 150$ მმ ლურსმანს და შეერთების განხორციელებისათვის თითოეულ მხარეს ვასობთ 4 ცალს. კონსტრუქციული მოსაზრებით, განაგარიშების გარეშე, შეერთებას ვაძლიერებთ ერთი ცალი მომჭიმავი $d_3 = 12$ მმ დიამეტრის ჯანჭიკით.

4.6.3. შვერთებები ხრახნების, საკიდების და ჩანგლების გამოყენებით

ხრახნული შვერთებები (ნახ. 4.19). ხრახნი სტანდარტული ფოლადის ნაკეთობაა, რომელიც და შედგება თავის, გლუვი და დაკუთხვილი ნაწილებისაგან. მისი დიამეტრი ოზომება გლუვი ნაწილის მიხედვით.



ნახ. 4.19. ხრახნული შვერთებები: ა - ყრუ ჭანჭიკი; ბ - შურუპი; გ - ხრახნების მუშაობის სქემა ლუნვაზე; დ - იგივე ამოდრობაზე.

ხრახნს, რომლის დიამეტრი ნაკლებია 12 მმ-ზე, ეწოდება შურუპი. მას აქვს სფერული ან ბრტყელი თავი განაჭვრით, რომელშიც ჩადის ხელის ან ელექტრონული სახრახნისის პირი, რომელთა დახმარებითაც ჩაიხრახნება მერქანში. თუ ხრახნის დიამეტრი $d > 12$ მმ-ზე, მაშინ მას უწოდებენ ყრუ ჭანჭიკებს. მათ აქვს კვადრატული ან ექვსკუთხა თავი და ჩაიხრახნება მერქანში ქანჩის გასაღების საშუალებით.

ხრახნული შვერთებები, ლურსმნოვანთან შედარებით ბევრად საიმედოა. თუ სიგრძე და დიამეტრი სწორად არის შერჩეული ხრახნები პრაქტიკულად არ არღვევს მერქნის მთლიანობას ბუდის ირგვლივ. შურუპის სიგრძე იცვლება 6 მმ-დან (ყველაზე თხელი დეტალებისათვის) 15 სმ-მდე - ყველაზე სქელი თამასისათვის. შურუპის თავი დანიშნულების შესაბამისად შეიძლება იყოს ბრტყელი ან ამობურცული.

ხრახნები გამოიყენება ლითონის ზედების მერქანთან მისამაგრებლად. მერქანში ნახვრეტის დიამეტრი უნდა იყოს ხრახნის გლუვი ნაწილის დიამეტრის 0,8 ნაწილი, რათა ხრახნის დაკუთხვილი ნაწილი მჭიდროდ ჩაიხრახნოს მერქანში. მათ შორის დაშორება ბოჭკოების გასწვრივ მიიღება $10d$, განივად - $5d$; გლუვი ნაწილის ჩაძირვა მერქანში - $4d$. ამოდრობაზე მომუშავე ხრახნებით განხორციელებული შვერთებები მიეკუთვნება შვერთებათა კლასს გაჭიმული მაკავშირებლებით. ასეთ შვერთებებში ხრახნები ეწინააღმდეგება მერქნიდან ლითონის იმ დეტალების აგლეჯას, რომლებშიც აღიძვრება გამჭვიში ძალები. ხრახნის საანგარიშო წინაღობა ამოდრობაზე მეტია, ვიდრე ლურსმნისა და შეადგენს $R_{\text{ხ}} = 1$ მპა.

ხრახნის მზიდუნარიანობა ამოდრობაზე გამოითვლება ფორმულით:

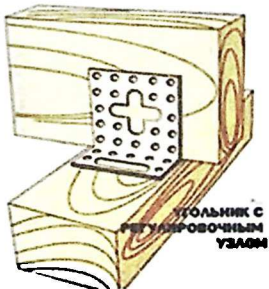
$$T_{\text{ხ}} = R_{\text{ხ}} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1, \quad (4.5)$$

სადაც d არის ხრახნის გლუვი ნაწილის დიამეტრი; l_1 - ხრახნის დაკუთხვილი ნაწილის სიგრძე.

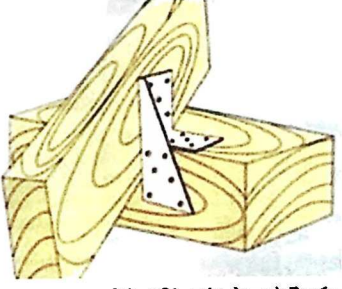
ზოგიერთ შემთხვევაში ხრახნები ისეთ შვერთებებშიც გამოიყენება, სადაც უწევს მუშაობა ლუნვაზე და მათი გაანგარიშება ისევე ხდება, როგორც ლუნვადი ჭანჭიკების შემთხვევაში.

ბოლო ხანებში ხის კონსტრუქციებში დიდი გავრცელება პოვა შეერთებებმა ლითონის დაკბილული ფირფიტების (ლდფ) გამოყენებით (იხ. §4.7). მართალია, შეერთების ეს სახეობა მისაღებია და დიდ ეკონომიასაც იძლევა კონსტრუქციების დამზადების პროცესში, მაგრამ ფირფიტების გამოყენება მობილურია ისეთი ელემენტების შესაერთებლად, რომელთა ზედაპირები ერთ სიბრტყეში მდებარეობს, სხვა შემთხვევებში ლდფ-ზე შეერთებათა განხორციელებისას გვიწევს სხვადასხვა სირთულეების დაძლევა. ამიტომ ისეთი დეტალების შესაერთებლად, რომელთა ზედაპირები ერთმანეთთან ქმნიან კუთხეს, ან განსხვავებულ სიბრტყეში მდებარეობს, უფრო მოსახერხებელია სხვადასხვა ფორმის დახვეტილი (პერფორირებული) ლითონის სამაგრების გამოყენება, რომლებიც მერქანს მიემაგრება ხრახნების საშუალებით (ნახ. 4.20; 4.21; 4.22).

ეს სამაგრები სხვადასხვა დანიშნულებისა და ფორმის ფოლადის დეტალებია წინწაწარ დაშტამპული ნახვერტებით. კოლექციაში შედის უნივერსალური ელემენტები: ფირფიტები და კუთხოვანები ჩვეულებრივი, მარტივი ტიპის შეერთებებისათვის, აგრეთვე სპეციალური დეტალები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დავამაგროთ ძელები ერთმანეთთან პირდაპირი თუ ნებისმიერი კუთხით, კოჭი მივამაგროთ ბეტონის საყრდენს, დახრილი ნივნივი - წოლანას და ა.შ. ასეთი სამაგრების გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს რთული მოხაზულობის სახურავის კონსტრუქციის მოწყობას, რადგან აღარ გვჭირდება ღარების, კოტების, ქდომებისათვის ჩანაჭრების



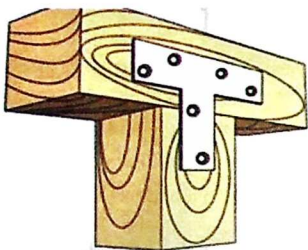
ნახ. 4.20. ორი ძელის შეერთება მართი კუთხით.



ნახ. 4.21. ორი ძელის შეერთება უნივერსალური სამაგრით.

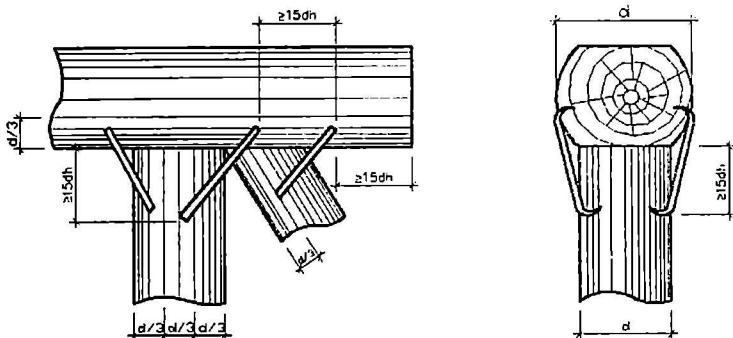
გაკეთება. მონტაჟისათვის საკმარისია ფოლადის სამაგრები, ხრახნები და ელექტროსახრახნისები. კონსტრუქციის მონტაჟი (აწყობა) მიმდინარეობს სწრაფად და ხარისხიანად.

შეერთება საკიდით მიეკუთვნება გაკიბული მაკავშირებლების შეერთების კლასს. მას იყენებენ ისეთი ელემენტების შესაერთებლად, რომლებშიც მოქმედებს განივი გამჭიმი ძალები. ამიტომ მას შეიძლება ჰქონდეს მართკუთხა, ნახევრადმოლუნული ან მოლუნული ფორმა. საკიდების განივი ელემენტები შედგება ფურცლოვანი ან დაპროფილებული ფოლადისაგან. მათ ერთმანეთთან დასაკავშირებლად იყენებენ ჰანჭიკებს. ეს ჰანჭიკები გაანგარიშდება გაკიბვაზე, ხოლო განივი ელემენტები - ღუნვაზე. გაკიბვაზე გაანგარიშდება აგრეთვე მოლუნული საკიდები. მერქანი საკიდების ქვეშ, ჩვეულებრივად, გაანგარიშდება თელვაზე.



ნახ. 4.22. T-ებრი სამაგრი ორი ძელის შესაერთებლად.

შეერთება ჩანგლების გამოყენებით მიეკუთვნება კონსტრუქციულ შეერთებათა კლასს (ნახ. 4.23). ჩანგლები მზადდება წრიული (ან კვადრატული) განიკვეთის ფოლადის ღეროსაგან, რომლის დიამეტრია 10-18 მმ და გამოიყენება დამატებითი ან მაფიქსირებელი კავშირებისათვის ნაგებობებში, რომლებიც აშენებულია მორების ან ძელებისაგან ხიდების საყრდენებში, მორებისაგან განხორციელებულ წამწებებში, ხარაჩოებში, ყალიბებსა და სხვ. ფიცრულ კონსტრუქციებში ჩანგლების გამოყენება დაუშვებელია.



ნახ. 4.23. შეერთებები ჩანგლების გამოყენებით.

ჩანგლები, როგორც წესი, ჩაესობა შესაერთებელ ელემენტებში ბოლოებით (კოტებით) მერქნის წინასწარ გაბურღვის გარეშე. ერთი ჩანგლის მზიდუნარიანობა ნორმებით განსაზღვრული არ არის.

4.6.4. შეერთებები ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით

შეერთებები ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით დაწებებული ხის ელემენტების წებოთი შეერთების ნაირსახეობაა, რომელიც ხორციელდება პერიოდული პროფილის A-II და A-III კლასის მოკლე არმატურის ღეროებით, რომელთა დიამეტრია 12-25 მმ. ისინი ჩაეწებება მართკუთხა ღერებში ზედით ან მრგვალ ნახვრეტებში და უზრუნველყოფენ შეერთების პირაპირის სიმტკიცეს (ნახ. 4.24). ჩასაწებებლად ძირითადად გამოიყენება ეპოქსიდურ - ცემენტის წებო. მერქნის ტენიანობა ასეთ შეერთებებში არ უნდა აღემატებოდეს, 12%.

ღარის ან ნახვრეტის ზომა არმატურის ღეროს დიამეტრზე 5 მმ-ით მეტი უნდა იყოს.

ჩასაწებებელი არმატურის ღეროს მზიდუნარიანობა ამოდრობაზე ან ჩაჭყლუტაზე, ბოჭკოების გრძივად და განივად, გაჭიმულ და შეკუმშულ ხის ელემენტებში (ნაძვი, ფიჭვი) განისაზღვრება ფორმულით:

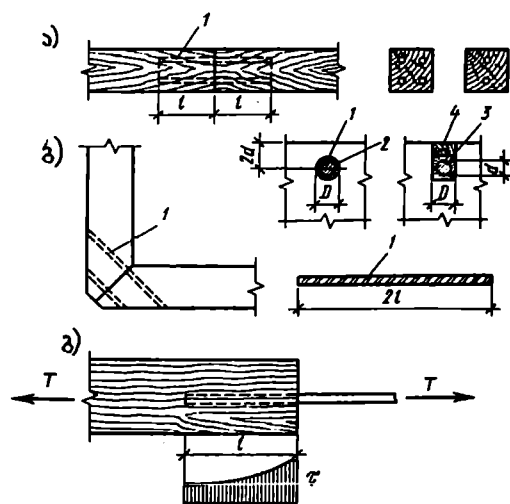
$$T = \pi(d+0,005)R_{\text{ახ}}K_{\text{ახ}} \quad (4.6)$$

სადაც ϵ არის ჩაწებების სიღრმე; d - ღეროს დიამეტრი; $R_{\text{ახ}} = 2,1$ მპა - მერქნის მაქსიმალური საანგარიშო წინაღობა ახლუჩაზე შეერთებებში ბოჭკოების გრძივად; $K_{\text{ახ}}$ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჩაწებების სიგრძეში ახლუჩის ძაბვის განაწილებას და გამოითვლება ფორმულით:

$$K_{\text{ახ}} = (1,2-0,02)\epsilon/d \quad (4.7)$$

გრძივად ჩაწებებული ღეროების რაოდენობა, რომელზეც მოქმედებს გამჭიმავი ან მკუმშავი N ძალა, გამოითვლება ფორმულით:

$$N_{\text{საჯ}} = N/T \quad (4.8)$$



ნახ. 4.24. შეერთებები ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით: ა - გრძივად ჩაწებებული; ბ - დახრილად ჩაწებებული; 1 - არმატურის ღერო; 2 - ხვეტი; 3 - ღარი; 4 - ძელაკი (ზედი).

დახრილად ჩაწებებული ღეროები მუშაობს ძერაზე და მერქნის თელვაზე ბოჭკოების განივად. დასაწყისში მუშაობას

დრეკადი ხასიათი აქვს, შემდეგ გადადის პლასტიკურში და შეერთება ირღვევა დიდი დეფორმაციების განვითარებით მერქნის ადგილობრივი თელვის გამო. ასეთი შეერთების მზიდუნარიანობა უფრო მეტია, ვიდრე გრძივად ჩაწებებული ღეროებისა. ძაბვის არათანაბარი განაწილების კოეფიციენტის მნიშვნელობაც საგრძნობლად მეტია.

შეერთებები დახრილად ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით ეფექტურად გამოიყენება კონსტრუქციების საყრდენებსა და შუალედ კვანძებში.

ს. ტურკოვსკის (მოსკოვი) მიერ ჩატარებულმა თეორიულ-ექსპერიმენტულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ დახრილად ჩაწებებულ ღეროებს აქვს საკმარისი სიმტკიცე და წარმატებით შეიძლება მათი გამოყენება დოდგაბარითიანი დაწებებულ ხის კონსტრუქციებში გრძივი ძალების მოსაღებად, მაგალითად, დგარების ხისტ დამაგრებაში, გაჭიმული ელემენტების პირაპირებში, ჩარჩოების ხისტ კვანძებში და სხვ.

მაგალითი 4.4. შევარჩიოთ გრძივად ჩაწებებული არმატურის ღეროების რაოდენობა. განიკვეთი და ჩაწებების სიღრმე ორი ძელის შეერთების პირაპირისათვის. ძელების განიკვეთითა 17.5×17.5 სმ, რომლებშიც მოქმედებს საანგარიშო დატვირთვებისაგან გამოწვეული გრძივი გამჭიმო ძალა $N = 125$ კნ (ნახ. 4.24,ა).

ამოხსნა. წყვილად განთავსებული ღეროების მაქსიმალური დიამეტრი $d = b/7 = 17.5/7 = 2.5$ სმ. ავიღოთ ღერო დიამეტრით $d = 2.2$ სმ. ჩაწებების სიღრმე $r = 10d = 10 \cdot 2.2 = 22$ სმ. ასლფის ძაბვის უთანაბრობის კოეფიციენტი $K_{\text{ახ}} = 1.2 - 0.02 \cdot r/d = 1.2 - 0.02 \cdot 22/2.2 = 1$.

მერქნის საანგარიშო წინაღობა ასლფაზე $R_{\text{ახ}} = 2.1$ მპა = 0.21 კნ/სმ².

ერთი ღეროს საანგარიშო მზიდუნარიანობა

$$T = \pi \cdot (d + 0.005) R_{\text{ახ}} K_{\text{ახ}} = 3.14 \cdot 2.22 (2.2 + 0.005) \cdot 0.21 \cdot 1.0 = 32 \text{ კნ.}$$

ღეროების საჭირო რაოდენობა

$$n_{\text{საჭ}} = N/T_{\text{საჭ}} = 125/32 = 3.9 \text{ ცალი.}$$

ავიღოთ 4 ცალი ღერო, თითოეული დიამეტრით $d = 2.2$ სმ, $A = 3.8$ სმ², A – II კლასის, $R = 280$ მპა = 28 კნ/სმ².

4 ღეროს განიკვეთის ჯამური ფართობი $A = 3.8 \cdot 4 = 15.2$ სმ².

შევამოწმოთ ღეროების სიმტკიცე გაჭიმვაზე

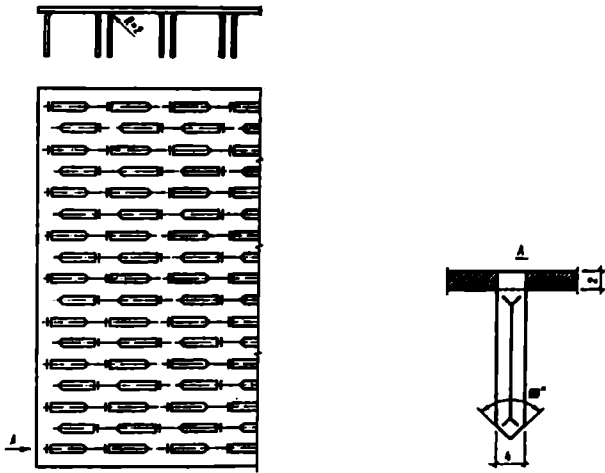
$$\sigma = N/A = 125/15.2 = 8.2 \text{ კნ/სმ}^2 < R = 28 \text{ კნ/სმ}^2.$$

4.7. შეერთებები ლითონის დაკბილული ფირფიტების გამოყენებით

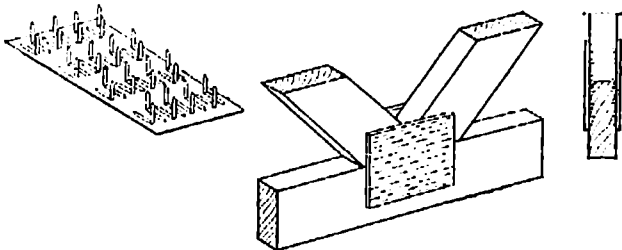
ლითონის დაკბილული ფირფიტა ფოლადის ფურცლისაგან დამზადებული 1.2-2 მმ სისქის ფირფიტაა, რომელშიც ამოშტამბულია ლურსმნისმაგვარი კბილები ამოღუნული 90°-ით. ხის ელემენტების ლდფ-ზე განხორციელებული შეერთებების (ნახ. 4.25; 4.26) უპირატესობაა მაღალი ინდუსტრიულობა და ეკონომიურობა. შეერთების აწყობა ხდება ერთდოულად ორივე მხრიდან დაწნეხის საშუალებით (წნევა 5 მპა), სპეციალიზებულ საწარმოებში ან ხის გადამამუშავებელ საამქროებში.

ლდფ ძირითადად გამოიყენება ფიცრული წამწეების, ჩარჩოების, კარკასების, გადახურვის ფილების, საკედლე პანელებისა (ნახ. 4.27; 4.28) და სხვა კონსტრუქციების კვანძებისა და პირაპირების შეერთებებში. კონსტრუქციის წინასწარ აწყობილი და ფიქსირებული ელემენტების შეერთებები ხორციელდება სპეციალურ მაგიდაზე დასაწნეხი მექანიზებული მოწყობილობების საშუალებით და არ საჭიროებს რაიმე რთულ ტექნოლოგიურ პროცესს.

ლდფ-ს ბევრნაირი სახეობა არსებობს, მაგრამ პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ორი ტიპი: ლდფ - 1.2 და ლდფ - 2. რუსეთში დამუშავებული რეკომენდაციების მიხედვით [11] ლდფ-თი განხორციელებული ფიცრული კონსტრუქციები რეკომენდებულია გამოყენებული იქნეს V ხარისხის ცეცხლმდეგობის შენობებში, სადაც არ არის შეკიდული აწეები და ექსპლუატაციის ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობები შესაბამემა A1, A2, F1 და E2 კლასს [13]. იმ შემთხვევაში, თუ მისაღებია დასაბუთება და მერქნისა და ლდფ-ს ცეცხლისაგან დაცვის დამატებითი გარანტირებული ღონისძიებები, მაშინ შესაძლებელია ასეთი კონსტრუქციების გამოყენება IV ხარისხის ცეცხლმდეგობის შენობებში ექსპლუატაციის A3, E3 და E1 პირობებისათვის.



ნახ. 4.25. ლითონის დაკბილული ფირფიტა (სისქე 2 მმ).

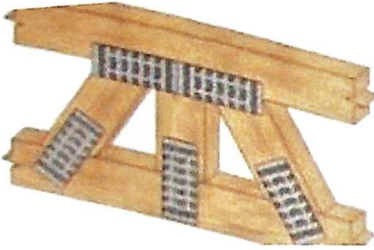


ნახ. 4.26. შეერთება ლითონის დაკბილული ფირფიტებით.

ლდფ-თი განხორციელებული ფიგურული კონსტრუქციების ელემენტების შეერთებები უნდა უზრუნველყოფდეს მზიდუნარიანობას, კბილების ბუდეებში მერქნის თელვისა და ფირფიტის კბილების ლუნვის პირობებს, აგრეთვე ფირფიტების სიმტკიცის პირობებს გაჭიმვაზე, კუმშვასა და ჭრაზე.

კონსტრუქციის მუშა ნაბაზებში მითითებული უნდა იყოს პირობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მათ დაცვას დაზიანებებისაგან ტრანსპორტირების, მონტაჟისა და ექსპლუატაციის დროს.

ლდფ-თი განხორციელებულ ფიგურულ კონსტრუქციებში დასაშვებია გაურანდავი ელემენტების გამოყენება, რომელთა სისქეში განსხვავება არ აღემატება 1,5 მმ-ს.



ნახ. 4.27. ნაშრის ფრაგმენტი კვანძებში ლდფ-ს გამოყენებით.



ნახ. 4.28. გამპოლკედლიანი კამარა.

რეკომენდებულია ლდფ-1.2 და ლდფ-2 დამზადდეს ფურცლოვანი 8კპ და 10კპ მარკის ნახშირბადიანი ფოლადისაგან, სისქით 1,2 და 2 მმ. ზედაპირი იფარება ანტიკოროზიული თუთიის ან ალუმინის ფენით. ფურცლის (ლენტის) სიგანე აიღება დასაშუალებელი ფირფიტის სიგანის (ან სიგანის ჯერადი) ტოლი უნდა იყოს. სიგანეში გაითვალისწინება დაშტამპვის დროს გადანაშვრების სიდიდეც.

ლდფ-ს აშუადებენ დასაწეხი მოწყობილობების მქონე სპეციალურ საამქროში, რომელიც უზრუნველყოფილია სხვადასხვა ტიპის შტამპებით (პუანსონებით). დამზადების შემდეგ ფირფიტის გადანაშვრები სიგანეზე ჩამოიჭრება სპეციალური საჭრისებით.

ფირფიტაში ერთი კბილის ამოსაჭრელი ძალის (კნ, კგ) სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით

$$P = L \cdot \delta \cdot \gamma \cdot k, \quad (4.9)$$

სადაც L არის ერთი კბილის კონტურის პერიმეტრი, მმ; γ - ლითონის სიმტკიცის ზღვარი კრაზე, მპა (კგ/მმ²); δ - ლითონის ფირფიტის სისქე, მმ; $k = 1,1-1,3$ - მარაგის კოეფიციენტი.

ფირფიტაში ყველა კბილის ამოსაჭრელად და სიგანეში გადანაშვრების ჩამოსაჭრელად შეირჩევა წნების ტიპი და მარკა. დაშტამპვის შემდეგ მიღებული ლდფ-ს ზოლი სიგრძეში დაიჭრება საჭირო სიგრძეზე საჭრელი შტამპით და შემოწმდება შესაბამის ტექნიკურ პირობებზე. საკონტროლო შემოწმებისას დაიწუნებენ ფირფიტებს, რომლებსაც:

- კბილების ძირში აღმოაჩნდება ნახერები და ბზარები;
- კბილების ფირფიტის სიბრტყის მიმართ პერპენდიკულარობა დარღვეულია 3⁰-ზე მეტით;
- ფირფიტის ზედაპირის გამრუდება სიგრძის 15 სმ-ზე აღემატება 8 მმ-ს და სიგანის 5 სმ-ზე - 3 მმ-ს.

დამკვეთისათვის მიწოდებული ფირფიტების ვარგისობა მოწმდება შემდეგნაირად: ფირფიტაზე, შერჩევით, რამდენიმე კბილს გადალუნავენ ორივე მხარეს 45⁰-ით 6-8-ჯერ (ერთ მხარეზე) და თუ კბილის ძირში ბზარები არ გაჩნდება, მაშინ ფირფიტა ითვლება ვარგისად. შესამოწმებლად პარტიაში (≈50 კგ) შეირჩევა 5-10 ფირფიტა.

ლდფ-ს დაცვა ატმოსფერული ზემოქმედებისაგან ხორციელდება თუთიის ან ალუმინის ფენის ზედაპირული დადებით. თუ კონსტრუქციის ექსპლუატაცია ხდება A1, A2, B1 და B2 პირობებში, მაშინ ლდფ-ს დამზადება შეიძლება მოთუთიებული ფურცლოვანი ფოლადით ზედაპირის დამატებითი დამცავი დამუშავების გარეშე.

ლდფ-ს შეერთებებზე შესრულებული ხის კონსტრუქციები გაანგარიშდება ძალებზე, რომლებიც შენობის ექსპლუატაციის პერიოდში, აგრეთვე ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის დროს აღიძვრებიან მათში მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან. შეერთების გაანგარიშება დაიყვანება ლდფ-ს საჭირო ფართობის განსაზღვრაზე, რომელიც კონტაქტშია ელემენტის ორივე მხარესთან და ფირფიტის სიმკვციის შემოწმებასთან.

ფირფიტის საჭირო მუშა ფართობი (კონტურზე 10 მმ ზოლის გამოკლებით) განისაზღვრება ფორმულით

$$A_{\beta} = N/2R_{\beta} \quad (4.10)$$

სადაც N არის ძალა მისაერთებელ ელემენტში: $R_{\beta} = 0,2(\cos 2\beta + 3)$ - ლდფ-ს საანგარიშო ამტანუნარიანობა (R_{β} -ს განსაზღვრისათვის არსებობს გრაფიკები); β - კუთხე ძალისა და ბოჭკოთა მიმართულებებს შორის.

ფირფიტებში, რომლებიც შეერთებებში შეიძლება მუშაობდეს გაჭიმვაზე, კუმშვასა და ჭრაზე, ძაბვა არ უნდა აღემატებოდეს საანგარიშო სიდიდეებს.

4.2 ცხრილში მოცემულია ლდფ-1.2 და ლდფ-2-ის ტიპის ფირფიტების საანგარიშო მზიდუნარიანობა.

ცხრილი 4.2

ლდფ-1.2 და ლდფ-2 - ის ტიპის ფირფიტების საანგარიშო მზიდუნარიანობა

აღნიშვნა	შეერთების დაძაბული მდგომარეობა	მახასიათებელი კუთხეები: β, α, γ , გრად.	შეერთების საანგარიშო მზიდუნარიანობა	
			ლდფ-1.2	ლდფ-2
შეერთების მუშა ფართობი R, მკა	მერქნის თელვა და კბილების ღუნვა ბოჭკოებისა და მოქმედი ძალის მიმართულებებს შორის β კუთხის დროს	0 – 15	0,8	0,8
		30	0,7	0,7
		45	0,6	0,6
		60	0,5	0,5
		75 - 90	0,4	0,4
ფირფიტის მუშა განივკვეთის სიგანე R _გ , კნ/მ	ფირფიტის გაჭიმვა ფირფიტის გრძივ ღერძსა და მოქმედ ძალას შორის α კუთხის დროს	0 – 15	115	35
		45 - 90	200	65
ფირფიტის ჭრადი განივკვეთის სიგრძე R _ჭ , კნ/მ	ფირფიტის ჭრა ფირფიტის გრძივ ღერძსა და გადამჭრელი ძალის მიმართულებას შორის γ კუთხის დროს	65	35	65
		45	50	95
		90	35	65

სამკუთხა სამსახსრიანი კამარის საყრდენი კვანძის დაპროექტებისას ლდფ-ზე მოქმედი ძალების ტოლქმედი მრავლდება საანგარიშო მზიდუნარიანობის შემამცირებელ K კოეფიციენტზე, რომელიც ითვალისწინებს კვანძში ძალის მოდების ექსცენტრისიტეტს. ის

დამოკიდებულია წინწივას ზედა სარტყლის (სახურავის) დახრის კუთხეზე და ტოლია: დახრა $0^\circ - K = 1$; $15^\circ - 0,85$; $18^\circ - 0,8$; $22^\circ - 0,7$; $25^\circ - 0,675$; დახრა მეტია $25^\circ - K = 0,65$.

გაჭიმვაზე ლდფ-ს N_8 მზიდუნარიანობა გამოითვლება ფორმულით: $N_8 = 2bR_8$, სადაც b არის ფირფიტის ზომა ძალის მოქმედების მართობულად; R_8 - აილება 4.1 ცხრილიდან.

ფირფიტის კბილების მზიდუნარიანობა ჭრაზე Q_{3r} განისაზღვრება ფორმულით: $Q_{3r} = 2L_{3r}R_8$, სადაც L_{3r} არის ფირფიტის ჭრის სიგრძე შესუსტებების გაუთვალისწინებლად; R_{3r} - აილება 4.1 ცხრილიდან.

თუ ფირფიტაზე ერთდროულად მოქმედებს ჭრისა და გამჭიმვი ძალები, უნდა შესრულდეს პირობა

$$(N_8/b \cdot R_8) + (Q_{3r}/L_{3r} \cdot R_{3r}) \leq 1.$$

უნდა გვახსოვდეს, რომ 12 მ-მდე ძალის წამწეებში ლდფ-ს ზედაპირის მინიმალური ფართობი შეადგენს 50 სმ^2 , ხოლო 12-18 მ ძალის შემთხვევაში - 75 სმ^2 .

ლდფ-ზე განხორციელებული ხის სამშენებლო კონსტრუქციები მზადდება მთლიანკვეთიანი ან შედგენილი ელემენტებისაგან. ეკონომიკური თვალსაზრისით ყველაზე მისაღებია ფიცრული კონსტრუქციები, თუმცა ზოგჯერ შედარებით დიდი ძალებისათვის გამოიყენება ძელური კონსტრუქციებიც.

კონსტრუქციის აწყობა ხორციელდება სპეციალურ ასაწყობ დანადგარებზე (სტენდებზე). ცალკეული ელემენტებისა და ლითონის დაკბილული ფირფიტების განლაგება მკაცრად უნდა შესაბამებოდეს მუშა ნახაზებს. ღრეჩობის სიდიდე სტენდზე განლაგებული ასაწყობი კონსტრუქციის ცალკეულ ელემენტებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 1 მმ-ს, ხოლო მანძილი ფირფიტის განაპირა კბილებს და შესაერთებელი ფიცრების (ძელების) კიდეს შორის არ უნდა იყოს 10 მმ-ზე ნაკლები, რათა არ მოხდეს მერქნის ადგილობრივი ახლეჩა და შესაბამისად ახლეჩის წერტილში ელემენტის განიკვეთის ფართობის შემცირება.

თუ ფირფიტები ერთ კვანძში ერთნაირი ტიპისა და ზომისაა, მაშინ მათ აყენებენ კვანძის ორივე მხარეს სიმეტრიულად. ლითონის ფირფიტების ჩაწნება მერქანში ხორციელდება ჰიდრავლიკური წნეხის საშუალებით (ნახ. 4.30), თანაც ისე, რომ ყველა კბილზე ჩაწნეხის ძალა თანაბრად იყოს განაწილებული. ჩაწნება ითვლება დამთავრებულად, როდესაც ყველა კბილი სრულად ჩაესობა მერქანში.



ნახ. 4.30. ჰიდრავლიკური წნეხი ფიცარში ლითონის დაკბილული ფირფიტების ჩასაწნებად.

აუცილებელია დამზადებული კონსტრუქცია შემოწმდეს დამამზადებელი ქარხნის ტექნიკური კონტროლის განყოფილებაში და დაესვას პროდუქციაზე შესაბამისი დამლა და შედგეს დოკუმენტაცია, რომლის შენახვის ვადაა 5 წელი.

4.8. შეერთებები წებოზე

წებო ბუნებრივი ან სინთეზური ნივთიერებაა, რომელსაც იყენებენ სხვადასხვა მასალის შესაწებებლად. წებოთი განხორციელებული შეერთება ხისტი შეერთების სახეს მიეკუთვნება. ხის ელემენტების დასაწებებლად გამოიყენება ფენოლფორმალდეჰიდური (ფენოლური), რეზორცინული, ფენოლურ-რეზორცინული, ალკილრეზორცინული, კარბამიდული, კარბამიდულ-მელამინური, შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური, პოლივინილაცეტატური, სახუროე და სხვა სახის წებოები. ლითონთან მერქნის შესაერთებლად იყენებენ მოდიფიცირებულ ეპოქსიდურ, კაუჩუკის, პოლიურეტანულ და ფენოლურ წებოებს. მოდიფიცირებული მერქნის დასაწებებლად გამოიყენება ეპოქსიდური, რეზორცინულ-ფორმალდეჰიდური, შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური წებოები, ხოლო პლასტმასების დასაწებებლად - ეპოქსიდური, პოლიეთერული, პოლიურეთანული, ფურანული, პოლიამიდური, პერქლორვინილური, პოლიაკრილური, კაუჩუკის, დისპერსიული და სხვ. წებოები.

წებოს შედგენილობაში შედის პოლიმერი, შემავსებელი, გამხსნელი, გამამაგრებელი. პოლიმერი, რომელიც წებოს ძირითადი კომპონენტია, შეიძლება იყოს თერმორეაქტიული ან თერმოპლასტიკური. მისი გამყარებისათვის საჭიროა ან მაღალი ტემპერატურა, ან გამხსნელის მოცილება, ან კიდევ გამამაგრებლის გამოყენება.

ფენოლფორმალდეჰიდური წებოები (ВИАМ-Б-3, ВИАМ-Ф-9, КБ-3) ძირითადად გამოიყენება ხის დაწებებული კონსტრუქციების დასამზადებლად. წებოს გამყარება ხდება 140-160°C ან ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე სპეციალური რეაგენტების (გამამყარებლის) დამატებით, როგორცაა სულფიდური მჟავები. წებოს გასახსნელად გამოიყენება აცეტონი, სპირტი, წყალი, შემავსებლად კი - ხის ფეკილი, ცარცი, ცელულოზა, ლიგნინი.

ასეთი წებოების უარყოფითი მხარეა ის, რომ მისი დამზადებისა და მოხმარების დროს გამოიყოფა თავისუფალი ფენოლი და ფორმალდეჰიდი, რომლებიც მომწამვლელ ნივთიერებათა რიცხვში შედის. მერქნის შესაერთებლად ლითონთან, პლასტმასასთან, ბეტონთან გამოიყენება პოლივინილბუტირალით მოდიფიცირებული წებოები (БФ-2, БФ-4, БФ-6).

რეზორცინული და ფენოლურ-რეზორცინული წებოები (ФР-12, ФРФ-50, РАФ-10, ФРАМ-30 და სხვ.) თავისი შედგენილობით ახლოსაა ფენოლურ წებოებთან. გამყარება ხდება რეზორცინისა და ფორმალდეჰიდის (ან პარაფორმს) შორის რეაქციის შედეგად ოთახის ტემპერატურაზე 24-48 სთ-ის განმავლობაში. გამამყარებლად შესაძლებელია აგრეთვე სუსტი მჟავებისა და ფუძეების გამოყენება. შემავსებლად იხმარება ხის ფეკილი, ცელულოზა, ლიგნინი; პლასტიფიკატორად - გლიცერინი, დიეთილენგლიკოლი; გამხსნელად - სპირტი. წებოები გამოიყენება მერქნის, პლასტმასის და ბეტონის დასაწებებლად. გამყარების დრო შეადგენს 2-3 საათს.

წებოების განსაკუთრებულ ჯგუფს მიეკუთვნება ალკილრეზორცინული და ფენოლური წებოები, დამზადებული ალკილრეზორცინულ ოლიგომერებზე (ФР-100, ДФК-1-АМ, ДФК-8, ДФК-4, ДФК-14Р, СФЖ-3016, СФХ). ისინი მყარდებიან ნორმალურ ტემპერატურაზეც და გახურებითაც. კარგად აწებებენ მერქანს. შემავსებლად გამოიყენება ხის ფეკილი, ლიგნინის ფეკილი. მის მოდიფიცირებას ახდენენ თხევადი კაუჩუკით, პოლიამიდებით და ამყარებენ ფორმალინით, პარაფორმით ან უროტროპინით. ასეთი წებოების გამყარების ვადა ნორმალურ ტემპერატურაზე შეადგენს 12-24 საათს.

ეპოქსიდური წებოები (ЭПЦ-1, К-153, К-147, 608-1) გამოირჩევა უნივერსალურობით. ოთახის ტემპერატურაზე გამყარებისათვის გამამაგრებლად უმატებენ სხვადასხვა ამინებსა და ამიდებს, კერძოდ, პოლიეთილენპოლიამინს, ჰექსამეთილენდიამინს, მეტაფენილენდიამინს, ამინოფენოლს, ხოლო ცხელ მდგომარეობაში გამყარებისათვის გამოიყენება დიკარბონატმჟავას, ის მჟავების - მალეინმჟავას და ფთალმჟავას, აგრეთვე დიმეთილტეტრაჰიდროფთალისა და დიციანდიამიდის ანჰიდრიდები. უნდა გვახსოვდეს, რომ ეპოქსიდური წებოების ცხელ მდგომარეობაში გამყარების ტექნოლოგია მეტად რთულია, ამიტომ უნდა ვერიდოთ მის გამოყენებას.

ეპოქსიდური წებოს ცხოველუნარიანობა ოთახის ტემპერატურაზე 1,5-2 საათია, ხოლო 140°C ტემპერატურაზე - 24 სთ. გამყარების ხანგრძლივობაა არანაკლებ 24 საათი.

კარბამიდული, კარბამიდულ-მელამინური და შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური წებოების (МФ-17, М-60, М-70, КМФ, М-19-62, УКС, КС-3-СК, КФ-5, КФ-Ж, КФ-БЖ, ММФ, МФФ, МФФР) გამყარება ხდება ნორმალურ და მაღალ ტემპერატურაზე. ნორმალურ ტემპერატურაზე გამყარებისას გამოიყენება სუსტი მჟავები (ლიმონ-, მჟაუნ- და ძმარმჟავა), ხოლო გახურებულ მდგომარეობაში (120-180°C) გამყარებისათვის ხმარობენ ძლიერი მჟავას ამონიუმის მარილებს (ნიშადური, ამონიუმის სულფატი). შემავსებლად იყენებენ ხის ფქვილს, ცელულოზას, ლიტოპონს, პოლიმერების დისპერსიებს.

შარდოვანა-ფორმალდეჰიდური წებოები კარგად იხსნება წყალში, ნაკლებად თბომედეგი არიან (70...80°C -მდე), ამიტომ მათი გამოყენება ელემენტებში, რომლებიც ხანგრძლივად არის ჰაერზე, აკრძალულია.

კარბამიდული წებოებით აწებებენ სხვადასხვა ხარისხის მერქანს და მერქან-პლასტიკურ მასალებს.

სახურეო წებო მიიღება ცხოველების ძვლის, ჩლიქების, ტყავისა და სხვა მსგავსი მასალების ნარჩენების გადამუშავებით. მათ იყენებენ ცხელ მდგომარეობაში მცირე ფართობის ზედაპირების შესაწებებლად, რადგანაც გამყარების პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. ამის გამო ასეთ წებოებს მხოლოდ სახურეო-საავეჯო წარმოებაში იყენებენ.

პოლივინილაცეტატური წებოები მზადდება პოლივინილაცეტატის წყლის დისპერსიისაგან არის არაჟანის მსგავსი სითხე ძმარმჟავას სუსტი სუნით. წებოს სიმკვრივეა 1,2 გ/სმ³. ძირითადად გამოიყენება ფოროვანი მასალების შესაწებებლად. ის ქიმიურად ნეიტრალურია, უზიფათოა, არ სჭირდება გამამყარებელი, გვამლევს უფერო შერთების ნაკერს, მაგრამ ნაკლებად თბომედეგია (60°C), სტატიკურ დატვირთვაზე ახასიათებს ცოცვადობა და ამავე დროს არაწყალმედეგია. მერქნის დაწებება ხდება ნორმალურ ტემპერატურაზე ან გახურებით (80°C). წებოს ხარჯია 200 გ/მ². გამყარების ხანგრძლივობაა 20-40 წთ 25°C ტემპერატურაზე. გახურების შემთხვევაში გამყარების დრო 7 წუთია.

პოლიეთერული წებოები (მარკა ПН) გამოიყენება მინაპლასტიკების ერთმანეთთან და მერქანთან დასაწყებლად. გამყარება ხდება როგორც ნორმალურ, ასევე ამაღლებულ ტემპერატურაზე. გამყარების დროს რეაქციის თანმხლები პროდუქტები არ გამოიყოფა, რაც უზრუნველყოფს შეერთების ნაკერის მაღალ სიმტკიცესა და საიმედოობას.

პოლიამიდური წებოები გამოიყენება მერქნის, ლითონის, პლასტმასის, რეზინის, მინის, აფსკების და ქიმიკლების დასაწყებლად. მიიღება პოლიამიდებისა და ფორმალდეჰიდის ურთიერთრეაქტივების შედეგად. ეს წებოები გამოირჩევა მაღალი თბომედეგობით

(200°C) და მდგრადობით აგრესიული გარემოს მიმართ, მაგრამ არამედგეგია წყლის ხანგრძლივი ქმედებისას.

კაუჩუკის წებო არის კაუჩუკის ან რეზინის ნარევებისა და ორგანული გამხსნელების ხსნარი. არჩევენ ვულკანიზებულ და არავულკანიზებულ წებოებს. მშენებლობაში გამოიყენება არავულკანიზებული წებოები, მარკით 88, რომელიც ნაირიტის ზეჯის, ეთილაცეტატისა და ბენზინის ნარევი.

სამშენებლო საქმეში მნიშვნელოვანი ადგილი უკირავს დისპერსიულ (ლატექსურ) წებოებს: ბუტადიენსტიროლური, ბუტადიენაკრილილნიტრილური, პოლიკლოროპრეკლოური, ტიოკოლური და სხვ. მათი უპირატესობა გამოიხატება იმაში, რომ შედეგობაში არ შედის ორგანული გამხსნელები და ამის გამო უზიფათონია ხანძარსაშინორების, თვალსაზრისით, ამავე დროს არ ხასიათდებიან ტოქსიკურობით.

გარდა ზემოთჩამოთვლილისა, მსოფლიოში გამოიყენება მრავალხეობიანი დანიშნულების უმაღლესი ხარისხის ხის წებოები, როგორცაა: პარფექსი (Parlex) ცინაკრილიტის წებო, პარსონის ფირმა, აშშ); ურედანა 450 (Uredana 450, დანია) ტაიტბონდი (Titebond); მეგაპოუ (Magpow); უნივერსალური ხის წებო 502; ოასტიკი (Oastik), ევოსტიკი (Evostik); უნიკოლი (Unikol); სტარკე (Stärke); ქოლოლი (Collal); ვუდბონდი (WoodBond) და სხვ.

ხის დაწებებული კონსტრუქციების დამზადებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს დაწებების ტექნოლოგიას. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ სპეციალური მერქანი ერთნაირი წარმატებით არ ექვემდებარება დაწებებას. წებოების ყველაზე კარგი თვისებები აქვს თეთრ სოკს, ჭაობის კიპარისს, ლარიქსს, ვერცხლისფერ ხახვს, სელეოსს, ვერხვს, ალვის ხეს, თელას, ამერიკულ წაბლს. ასევე კარგი წებოები იძლევიან გამოირჩევიან, მაგრამ საჭიროებენ დაწებების ტექნოლოგიის ნორმალურ ძაბობებს. შემდეგი ჯიშები: კედარი, დუგლასის სოკი, ფიჭვი, თხმელა, ცაცხვი, თელაქვის, მაგნოლია, წითელი ხე, კოპიტი, მუხა, ნეკერხალი. არის მერქნის ჯიშების ჯგუფი, რომელიც ცუდად ექვემდებარება დაწებებას, ესენია ამერიკული წიფელი, პიქის ხე, მსოფლიო ნეკერხალი.

შესაწებებელი ხის ელემენტები უნდა იყოს ბრტყელი, თანაბარი და დეფექტებისაგან თავისუფალი. უმჯობესია ზედაპირის დამუშავება უშუალოდ დაწებების წინ ათაუდობის 12 საათისა, რათა დაწებებულმა ზედაპირებმა არ მოასწროს დეფორმირება ტენსიონის ცვლადობის გამო და არ დაედოს მტვერი. პაკეტი ფიცრის სისქე სასურველია იყოს ერთნაირი (40 მმ-მდე) წნევის თანაბარი განაწილების თვალსაზრისით და ასევე დროის შინაგანი არასასურველი დამაბულობის საწინააღმდეგოდ. ფიცრების გარანდები უნდა მოხდეს მაღალი სიზუსტის დაზგაზე; დაწებება - 0,3-0,5 მმ წნევის ქვეშ. რისთვისაც გამოიყენება მექანიკური, პნევმატიკური ან ჰიდრავლიკური წნეები.

მერქნის დაწებების დროს წებოს ხარჯი შეადგენს 220-300 გრამს 1მ²-ზე. წებოებიან ნაქრის ყველაზე მაღალი სიმტკიცე ახასიათებს იმ შემთხვევაში, როცა შესაწებებელი ელემენტების ზედაპირები პარალელურია მერქნის ბოჭკოების მიმართულებას. შეწებების სიმტკიცე დიდ გავლენას ახდენს მერქნის სიმკვრივე - რაც მეტია სიმკვრივე, მით მეტია შეწებების სიმტკიცე. შეწებებისას გამოიყენება მხოლოდ მშრალი მერქანი (W = 10-20%).

დაწებებულ ხის კონსტრუქციებში, როგორც წესი, იყენებენ მართკუთხა ფორმის შედგენილ განივკვეთს. რეკომენდებული არ არის ხის ელემენტების კუთხური შეერთება დაწებების საშუალებით, რადგანაც ასეთი შეერთების სიმტკიცე ძალიან მცირეა. ასევე არ

არის მიზანშეწონილი დაწებებული შედგენილი კოჭის ტესტები ან ორტესტები განიკვეთი, ვინაიდან ასეთ კოჭებში კედლისა და თაროს დაკავშირება კონსტრუქციის სუსტი ადგილია წარმოადგენს.

ყველაზე მაღალი სიმტკიცე წებოვან ნაკერს ახასიათებს იმ შემთხვევაში, როცა შესაწებებელი ელემენტების ზედაპირები პარალელურია მერქნის ბოჭკოების მიმართულებისა შეწებების სიმტკიცეზე დიდ გავლენას ახდენს მერქნის სიმკვრივე - რაც უფრო მეტია სიმკვრივე, მით უფრო მტკიცედ ეწებება ხის ელემენტები ერთმანეთს. ყველაზე გავრცელებული ჯიშებისათვის, როგორცაა ფიჭვი, ნაძვი, არყის ხე, ლარიქსი, მუხა, შეწებების სიმტკიცე იცვლება 8-12 მპა-ის ფარგლებში.

მანქანური წესით გარანდული ხის ელემენტების შეწებებისას წებოს ფენის სისქეა 0,2-0,5 მმ. საერთოდ უნდა გვახსოვდეს, რომ, რაც უფრო თხელია წებოს ფენა, მით უფრო მტკიცეა შეერთება და პირიქით, წებოს სქელი ფენა ხელს უწყობს შეერთებაში შიგა ძაბვების გაჩენას.

შეწებებისათვის იყენებენ უფრო გამოშრალ მერქანს, ვიდრე ეს საჭიროა ექსპლუატაციის მიხედვით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ, პირველი - წებოს წყალშემცველი ხსნარები ასველებს მერქანს და მეორე - უკვე დამზადებული ელემენტების შემრობა ასუსტებს შეერთებას. შესაერთებელ ელემენტებს შორის ტენიანობის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 3-15%-ს.

ზოგაერთ სიმნელესთან გვაქვს საქმე, ანტიპირენებითა და ანტისეპტიკებით გაყდენილი ხის ელემენტების შეწებების შემთხვევაში. საქმე იმაშია, რომ წყალში ხსნადი ანტისეპტიკები ამაღლებს მერქნის ჰიგროსკოპულობას, ამიტომ საჭირო ხდება შეწებების წინ გულდასმით გამოვაროთ გაყდენილი დეტალი. ბენზინში ან ნავთში გახსნილი ანტისეპტიკები მკვეთრად ამცირებს წებოს ადჰეზიურ თვისებებს. გაყდენთვის შედეგად ზედაპირზე თითქმის ყოველთვის ჩნდება მარილები, რომელთა მოსაცილებლად საჭირო ხდება ელემენტის გარანდვა შეწებების წინ. არაა რეკომენდებული გამოვიყენოთ ცხელი შეწებება, რაგდანაც ტემპერატურის გავლენით ხდება მარილების თერმული დაშლა და ზეთოვანი ანტისეპტიკების ცალკეული ფრაქციების აორთქლება, რაც, ბუნებრივია აქვეითებს შეწებების ხარისხს.

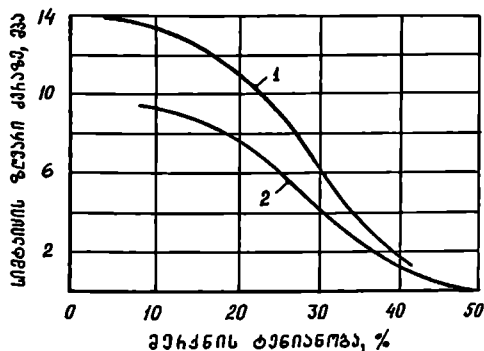
ზეთოვანი ანტისეპტიკებით გაყდენილი ხის ელემენტების შეწებებისას წყალში ხსნადი წებოებით ცუდად სველდება ზედაპირი, ამიტომ ასეთ შემთხვევებში გამოიყენება მაღალი კოცენტრაციის ან ორგანულ გამხსნელზე დამზადებული წებოები. ზეთოვანი ანტისეპტიკების წვეთების მოსაცილებლად მერქანი შეწებებამდე კარგად უნდა გაიწმინდოს აცეტონით ან დიქლორეთანით.

გაყდენილი მერქნის შეწებებისას შეერთების მაღალი სიმტკიცის მისაღწევად მიმართავენ დაყოვნებას, უფრო ხანგრძლივ დაწეხას, ვიდრე ჩვეულებრივ პირობებში და ამავე დროს წნევის გაზრდას, მაგალითად, გაყდენილი მერქნის ზედაპირზე ფენოლფორმალდეჰიდური ან რეზორცინულ-ფორმალდეჰიდური წებოების წასმის შემთხვევაში საჭიროა უფრო ხანგრძლივი (15-20 წთ) ღია დაყოვნება წებოსი, ვიდრე ჩვეულებრივის დროს (5 წთ).

მერქნისა და ლითონის შეწებებისას წარმოიშობა სიმნელეები იმის გამო, რომ კონტაქტში შედის ფორებიანი და გლუვზედაპირიანი მასალები, რომლებიც საჭიროებენ სხვადასხვა სახის წებოს და აქვს სხვადასხვა ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები. ფენოლფორმალდეჰიდური წებოების გამოყენების შემთხვევაში შეწებების წინ

აუცილებელია ლითონის დაედოს ქვეფენა, რისთვისაც გამოიყენება წებო ნფ-2 ან ПФН-12 და აჩერებენ 36 საათს, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც გამოიყენება მოდიფიცირებული ეპოქსიდური წებო, ქვეფენის მოწყობა უკვე საჭირო აღარ არის, რადგანაც ამ წებოებზე ნაკლებ გავლენას ახდენს რეცეპტურის ცვლილება, ნაკერის სისქე, ჰაერზე დაყოვნების ხანგრძლივობა, დაწნეხის სიდიდე და ტემპერატურა.

შეწებების სიმტკიცეზე დიდ გავლენას ახდენს მერქნის ტენიანობა (ნახ. 4.31) - რაც უფრო მეტია ტენიანობა, მით უფრო მცირეა წებოს შეჭიდება მერქანთან, რადგანაც წყლის მოლეკულები ბლოკირებას უკეთებენ ზედაპირის ადჰეზიურად აქტიურ რადიკალებს. შესაბამისი სახეობის წებოს შერჩევის შედეგად შესაძლებელია შევანებოთ მერქნის სხვადასხვა ტენიანობის მქონე ელემენტები, მაგალითად, რეზორცინულ-ფორმალდეჰიდური წებოები აწებებს მერქანს, რომლის ტენიანობაა 20-22%-მდე, ფენოლფორმალდეჰიდური - 15-18%-მდე, კარბამიდული და პოლივინილაცეტატური - 10%-მდე.



ნახ. 4.31. დაწებების სიმტკიცეზე მერქნის ტენიანობის გავლენის გრაფიკი ფენოლფორმალდეჰიდური წებოს გამოყენების შემთხვევაში: 1 - მუხისათვის; 2 - ფიკვისათვის.

როგორც წესი, დაწებებული ხის კონსტრუქციები მზადდება ქარხნებში საცეცხლო დანადგარების და ჩარხების საშუალებით. სამშენებლო მოედანზე დაწებებული კონსტრუქციების დამზადება რეკომენდებული არ არის.

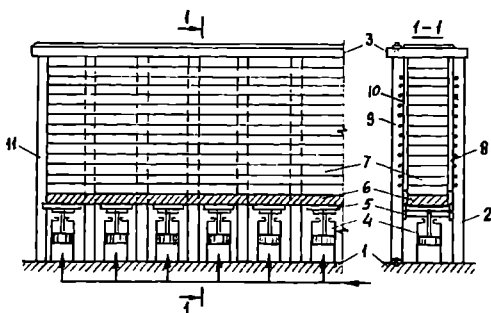
მერქნის, ფანერის, მერქანბოჭკოვანი და მერქანბურბულეოვანი ფილების დასაწებებლად გამოიყენება I...IV კლასის წებოები, ექსპლუატაციის ტემპერატურულ-ტენიანობით პირობების შესაბამისად [1, ცხრ. 2].

დაწებებული სწორხაზოვანი პაკეტის დამზადებისას გამოიყენება გარანდული ფიცრები სისქით 42-მმ-მდე, ხოლო მრუდი ელემენტებისათვის - 33 მმ-მდე. როგორც წესი, პრაქტიკაში გამოიყენებული დასაწებებელი ფიცრის სისქეა 25 მმ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც პაკეტის სიგანე b არ აღემატება 20 სმ-ს, თითო ფენა შედგება თითო ფიცრისაგან, ხოლო თუ $b > 20$ სმ, მაშინ თითოეულ ფენაში აუცილებელია გამოვიყენოთ არანაკლებ 2 ფიცრისა.

წებოს საშუალებით შესაძლებელია ნებისმიერი განივკვეთისა და სიგრძის პაკეტის დამზადება, თუმცა ის შეზღუდულია ისეთი ფაქტორებით, როგორცაა ტრანსპორტირება, ქარხნის სამქროს ზომები, მოწყობილობა დაწებებისათვის, სარანდი დაზგის მუშა სიგანე და სხვ. ამჟამად დაწებებული ელემენტების სიმაღლე შეიძლება იყოს 230 სმ, სიგრძე კი 35 მეტრამდე. ცალკეული ფიცრები გვერდების ჩამორანდვამდე სიგრძეში გადაებმება

ერთმანეთს კბილა შეერთების საშუალებით საჭირო სიგრძის მიღწევამდე, შემდეგ ხდება მათი ზედაპირების გასუფთავება მტვრისაგან, წებოს წასმა, დამტაბელება და მოთავსება სპეციალურ სტენდზე ხრახნული ან ჰიდრავლიკური წნეხის ქვეშ ისეთნაირად, რომ წნევა თანაბრად იყოს განაწილებული მთელ პაკეტზე (ნახ. 4.32). იმის გამო, რომ დაწებებული ხის კონსტრუქციების დამზადება მოითხოვს საკმაოდ ზუსტ ტექნოლოგიას, საჭიროა მომსახურე პერსონალს ქონდეს წებოზე მუშაობის ნებართვა.



ნახ. 4.32. მრავალცილინდრიანი ჰიდრავლიკური წნეხი სწორსაზოვანი ელემენტების დასაწებებლად: 1 - წნეხის საბირკველი; 2 - უძრავი ელემენტი, რომელიც მუშაობს გაქიმვასა და ღუნვაზე; 3 - მისაბჯენი კოჭი; 4 - ჰიდროცილინდრი; 5 - ცილინდრის ქოკთან სახსრულად მიერთებული დასაწნეხი ფილა; 6 - შუასადები; 7 - ფიცრების პაკეტი; 8 - ჩასატანებელი დეტალი გორგოლაქიანი გარსაკრით პაკეტის დაცენტრებისთვის; 9

გადასასხნელი ელემენტი, რომელიც მუშაობს გაქიმვასა და ღუნვაზე; 10 - ჩასატანებელი დეტალი გორგოლაქიანი გარსაკრით პაკეტის გასწორებისა და დაცენტრებისათვის; 11 - წნეხის დგარი.

ამჟამად საქართველოში არ არსებობს ინდუსტრიული წესით დაწებებული ხის კონსტრუქციების დამამზადებელი ქარხანა და ასეთი კონსტრუქციები არ მზადდება. დაწებებული ხის კონსტრუქციების უცხოური ასორტიმენტი მოცემულია ლიტერატურაში ([34], ცხრ. 1.3).

საწარმო, რომელიც ამზადებს დაწებებულ ხის კონსტრუქციებს, აღჭურვილი უნდა იყოს საწარმოი კამერებით, თბილი მუშა სათავსით, სადაც სისტემატუტად მოხდება ტემპერატურის და ტენიანობის კონტროლი, კბილა შეერთებებისათვის კოტების ამოსაღები დაზგებითა და წნეხებით სწორსაზოვანი და მრუდი მოხაზულობის მქონე ელემენტებისათვის (ნახ. 4.33).

ზემოთ აღწერილი ტექნოლოგიით დამზადებული ფიცრის პაკეტები წებოს გამყარების შემდეგ მოიხსნება სტენდიდან, გაირანდება ორ ან ოთხ მხარეს და შემკვეთის სურვილის მიხედვით სდება მისი შემდგომი დამუშავება (გაბურღვა, ღარების ამოღება სოფმანებისა და წირწკიმალებისათვის, გალაქვა და სხვ.).

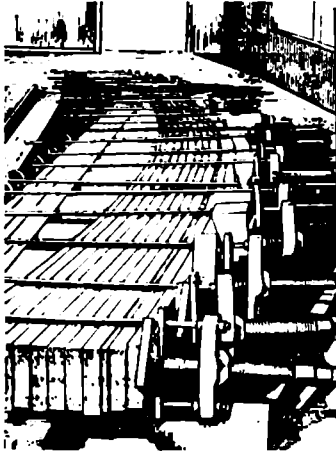
ხის კონსტრუქციების შეწებების ნაკერს აკონტროლებენ ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის გამოყენებით, აგრეთვე რენტგენის ან გამა-სხივების საშუალებით.

საწყისი მასალების (მერქანი, პლასტმასი) ხარისხი მოწმდება სიმტკიცის და ტენიანობის, ხოლო ნაშაადისა - ფორმისა და ზომების მიხედვით. მოთხოვნები ფორმის, ზომებისა და ტენიანობის შესახებ მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტებში და სხვა ინსტრუქციულ დოკუმენტებში.

წებოს თვისებების შეფასება ხდება მისი სიბლანტის, ცხოველუნარიანობის, გამყარების დროისა და შეწებების უნარის მიხედვით. გამოცდას ატარებენ წებოს მცირე პარტიებზე ლაბორატორიულ პირობებში.

წებოს სიბლანტის განსაზღვრა ხდება ვისკოზიმეტრებში (მცირე ზომის ძაბრებში) იმ დროის მიხედვით, რომლის განმავლობაშიც წებოს განსაზღვრული ულუფა (50 ან 100 გრამი) ჩადენილმა ძაბრის ქვედა ხერულიდან საზომ ჭიქაში. რაც მეტი დრო დასჭირდება ამ პროცესს, მით უფრო ბლანტად ითვლება წებო.

ცხოველუნარიანობა და გამყარების დრო განისაზღვრება იმ დროით, რომელიც საჭიროა წებოს მოშადებიდან მისი შესქელების დაწყებამდე. ცხოველუნარიანობა ფასდება ოთახის ტემპერატურაზე ($20 \pm 2^{\circ}\text{C}$), ხოლო გამყარების დრო - ადუღებული წყლის აბაზანაში.

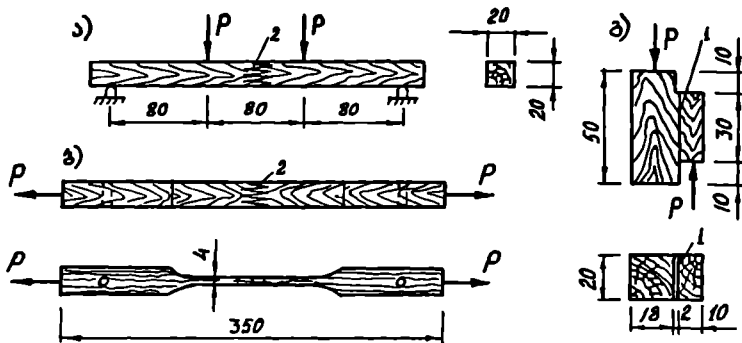


ნახ. 4.33. მრუდი მოხაზულობის ჰაქეტის დაწესა.

შეწებების უნარი განისაზღვრება წებოვანი ნაკერის სიმტკიცის მიხედვით, რომელიც განისაზღვრება მცირე ზომის ნიმუშების გამოცდით (ნახ. 4.34).

წებოვანი შეერთების სიმტკიცე ფასდება მზა პროდუქციიდან ამოჭრილი ნიმუშების სიმტკიცის მიხედვით. განსხვავებით შეწებების უნარის შემოწმებისაგან, ამ შემთხვევაში ფასდება იმ წებოვანი შეერთების სიმტკიცე, რომელიც მიღებულია საწარმოო პირობებში ყველა საწარმოო ფაქტორის ზემოქმედების დროს. შემოწმების დროს წებოვანი შეერთება გამოიცდება ახლერაზე (ნახ. 4.34, გ). კბილა შეერთების შემოწმებას ახდენენ გაკიშვასა და ლუნვაზე მომუშავე ნიმუშებზე (ნახ. 4.34, ა, ბ). ნიმუშებს იღებენ დაწებებული მზა ბლოკის ნარჩენებისაგან, რომლებმაც გაიარეს საკონტროლო გამოცდა.

მექანიკური გამოცდების ჩატარება მიზანშეწონილია არა მთელს კონსტრუქციაზე, არამედ მის ელემენტებზე (ნახევარკამარაზე, ნახევარჩარჩოზე). სადაც ეს შესაძლებელია, კოჭები და პანელები უნდა გამოიცადოს მთლიანად. მაგალითად, დაწებებული კოჭის გამოცდის დროს შეირჩევა სტატიკურად რკვევადი სქემა, რომლის დროსაც ელემენტებში აღიძვრება შიდა ძალები (M, N, Q), მიახლოებული საექსპლუატაციო პირობებში წარმოშობილ შიდა ძალებთან. გარე დატვირთვების იმიტირებისათვის გამოიყენება ჰიდრავლიკური დომკრატები ან საბურკეტო მოწყობილობები. დატვირთვა ხორციელდება საფეხურებად - დროის გარკვეული ინტერვალებით საკონტროლო კოჭის რღვევამდე. გამოცდით მიიღება ხანმოკლე გამოცდის შესაბამისი მრღვევი დატვირთვის მნიშვნელობა.



ნახ. 4.34. ნიშნუში წებოვანი ნაკერის სიმტკიცის კონტროლისათვის: ა - კბილა პირაპირში ღუნვისას; ბ - კბილა პირაპირში გაკიზვისას; გ - ახლუჩისას; 1 - წებოვანი ნაკერი; 2 - კბილა პირაპირი.

განისაზღვრება კოჭის (შეერთების) საიმედოობის კოეფიციენტი:

პლასტიკური რღვევის დროს

$$K_{აღ} = 1,38(1,94 - 0,116 f t), \quad (4.11)$$

მყიფე რღვევის დროს

$$K_{აფ} = 1,64(1,94 - 0,116 f t), \quad (4.12)$$

სადაც $t = 0,02t_1 + t_2$; t_1 არის დრო, რომელიც საჭიროა მოქმედი დატვირთვის მისაყვანად მრღვევ სიდიდემდე; t_2 - დრო, რომლის განმავლობაშიც კონსტრუქცია უძლებს მრღვევი დატვირთვის მოქმედებას.

პროექტის მიხედვით წინასწარ გამოითვლება კოჭის საანგარიშო შზიდუნარიანობა $N_{ა}$.

გამოცდის ბოლო ეტაპზე კოჭის რღვევის სქემის შესაბამისად უნდა დაკმაყოფილდეს პირობები:

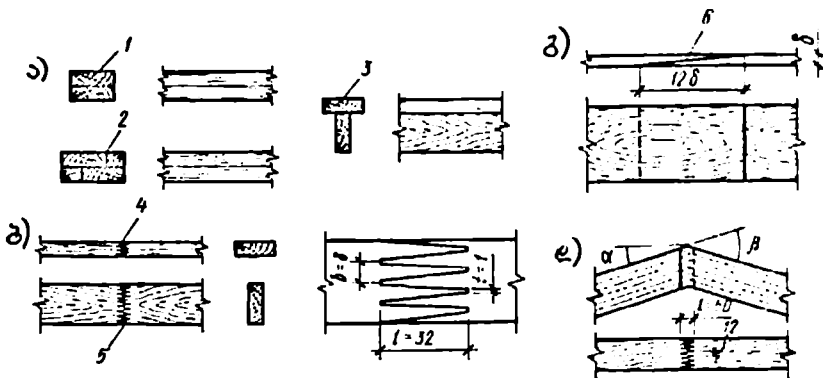
$$N_0 / N_{ა} \geq K_{აღ} \quad \text{და} \quad N_0 / N_{ა} \geq K_{აფ}. \quad (4.13)$$

თუ უტოლობები (4.13) არ სრულდება, მაშინ კონსტრუქცია არ აკმაყოფილებს შზიდუნარიანობისთვის საჭირო მოთხოვნებს და ის დაწუნებულია.

წებოვანი შეერთების პირაპირები, განლაგებისა და მუშაობის ხასიათის მიხედვით შეიძლება დაყოს სამ ჯგუფად (ნახ. 4.35): სიბრტყითად (ფენოვანი), პირაპირი ნაწიბურების მქონედ და ერთდროულად სიბრტყითად და ნაწიბურებიანად. სიბრტყითი შეერთება ფიცრების სიბრტყითი შეერთებაა. ნაწიბურებით შეერთება - ფიცრების შეერთებაა ნაწიბურებით. ის გამოიყენება დიდგაბარიტანი დაწებებული ელემენტების დამზადებისას, როცა განივკვეთის სიგანე მეტია, ვიდრე ცალკეული ფიცრების სიგანე. სიბრტყითი და ნაწიბურებით შეერთებების (ნახ. 4.35, 3) მაგალითია, როცა ერთი ფიცარი სიბრტყით უერთდება მეორე ფიცარს ნაწიბურით. ასეთი შეერთების გამოყენებას პრაქტიკაში უნდა ვერიდოთ, რადგან შეწებების სიბრტყეში, ღუნვაზე მომუშავე ელემენტში, წაერმოიშობა არასასურველი ამხლეჩი ძაბვა.

სწორხაზოვან ელემენტებში შესაწებებელი ფიცრების სისქე $b_{ფ} \leq 42$ მმ, ხოლო მრუდხაზოვანში - არ უნდა აღემატებოდეს 33 მმ. პრაქტიკაში მასიური დაწებებული ხის კონსტრუქციების დასაშზადებლად ძირითადად იყენებენ 25-26 მმ სისქის ფიცრებს.

დაწებებული ხის ელემენტების გაანგარიშება მთლიანკვეთიანი ელემენტების გაანგარიშების ანალოგიურია, ოღონდ ღუნვასა და ექსცენტრულ კუმშვაზე მომუშავე



ნახ. 4.35. წებოვანი შეერთებები: ა - სიბრტყითი; ბ - ულვაშისებური; გ - კბილანა; დ - კუთხური;
 1 - სიბრტყითი პირაპირი; 2 - პირაპირი ნაწიბურებით; 3 - სიბრტყითი და ნაწიბურით;
 4; 5 - კბილანა პირაპირი; 6 - ფანერის ულვაშისებრი პირაპირი.

ელემენტები შემოწმებულ უნდა იქნეს ახლგაზე, წებოვან ნაკერში მოსალოდნელი შეუწებებლობის გამო, შემდეგი ფორმულით:

$$\tau = Q \cdot S / J \cdot b \cdot m_{\alpha} \leq R_{\alpha}, \quad (4.14)$$

სადაც Q არის მოქმედი განივი ძალა; S - განივკვეთის ნაწილის სტატიკური მომენტი, რომელიც განიცდის ახლგას; J - განივკვეთის ინერციის მომენტი; b - წებოვანი ნაკერის სიგანე; m_{α} - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, რომელიც და 0,6-ის ტოლი აიღება.

შეერთებათა სხვა განხილულ საშუალებებთან შედარებით ხის ელემენტების შეერთება წებოთი უფრო სრულყოფილი და პროგრესულია. ხის კონსტრუქციებში ის იმავე ინტენსივობით გამოიყენება, როგორც შედლებით შეერთება ფოლადის კონსტრუქციებში.

ამგამად წებოთი შეერთება ხის კონსტრუქციებში გამოყენებული ყველაწიური შეერთებების 85-90% შეადგენს.

თავი 5. დამყოლ მაკავშირებლებზე შედგენილი ხის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება

დამყოლობა ეწოდება მაკავშირებელთა უნარს, დატვირთვის ქვეშ მომუშავე კონსტრუქციის შესაერთებელ ელემენტებს (ფიცარი, ძელი) მისცეს ერთმანეთისადმი გადაადგილების საშუალება.

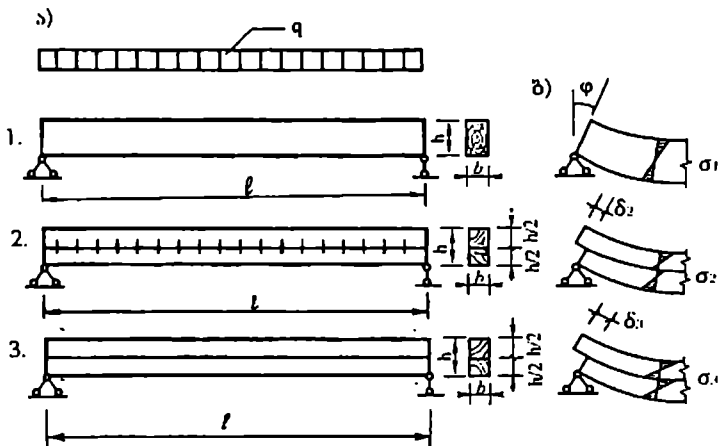
დახერხილი ხის მასალის სორტამენტით შეზღუდულია ზომები განიკვეთსა და სიგრძეში, ამიტომ ხის კონსტრუქციების დიდი ნაწილი (კოჭი, წამწე, კამარა, ჩარჩო) მზადდება შედგენილი სახისა.

როგორც მე-4 თავშია განხილული, შეერთება შეიძლება იყოს ხისტი (წებო) და დამყოლი (წირწიკიშალები, ხრახნები, ლურსმნები, საკიდები, ჩანგლები, კანჭიკები, სოგმანები, ლითონის საყელურები, ლდფ და სხვ.).

მაკავშირებელთა დამყოლობა აუარესებს შედგენილი განიკვეთის მუშაობას იმავე განიკვეთის მქონე მთლიანკვეთიან ელემენტებთან შედარებით. მიერდება ელემენტის მზიდუნარიანობა, იზრდება დეფორმირებადობა, იცვლება ძაბვებისა და ძვრის ძალების განაწილების ხასიათი. ამიტომ შედგენილი ელემენტების დაპროექტებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მაკავშირებლების დამყოლობა.

5.1. განივ ღუნვაზე მომუშავე შედგენილი კოჭების გაანგარიშება

განვიხილოთ შედგენილი კოჭების ყველაზე მეტად გავრცელებული სამი სახეობა (ნახ. 5.1):



ნახ. 5.1. კოჭების სახეები: ა - კოჭების საერთო ხედი; ბ - დეფორმაციები საყრდენზე.

1 - მთლიანკვეთიანი კოჭი; 2 - შედგენილი კოჭი დამყოლ მაკავშირებლებზე; 3 - შედგენილი კოჭი მაკავშირებლების გარეშე.

1. მთლიანკვეთიანი (ან ფიცრული დაწებებული) ხის კოჭი ერთი ძელისაგან;

2. შედგენილი ხის კოჭი ორი ძელისაგან - დამყოლ მაკავშირებლებზე (ფირფიტოვანი წირწკიმალები, სოგამანები, ჭანჭიკები, ლდუ);

3. შედგენილი ხის კოჭი ორი ძელისაგან - მაკავშირებლების გარეშე (ორივე ღერო მუშაობს დამოუკიდებლად).

ერთი ძელისაგან შედგენილი კოჭი 1-ის განივკვეთის ინერციის მომენტი, წინაღობის მომენტი და ჩაღუნვა გამოითვლება ფორმულებით:

$$J_1 = b \cdot h^3 / 12; \quad (5.1)$$

$$W = b \cdot h^2 / 12; \quad (5.2)$$

$$f_1 = 5 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J_1. \quad (5.3)$$

დამყოლ მაკავშირებლებზე შედგენილი კოჭი 2-ის განივკვეთის ინერციის მომენტი, წინაღობის მომენტი და ჩაღუნვა იქნება J_2 , W_2 და f_2 .

მაკავშირებლების გარეშე ორი ძელისაგან შედგენილი კოჭი 3-ის ინერციის მომენტი, წინაღობის მომენტი და ჩაღუნვა იქნება:

$$J_3 = b \cdot h^3 / 48; \quad (5.4)$$

$$W_3 = b \cdot h^2 / 12; \quad (5.5)$$

$$f_3 = 5 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J_3. \quad (5.6)$$

1 და 3 კოჭების შედარება გვიჩვენებს, რომ 3 კოჭის განივკვეთის ინერციის მომენტი 4-ჯერ ნაკლებია, წინაღობის მომენტი - 2-ჯერ, ხოლო ჩაღუნვა - 4-ჯერ მეტია, ვიდრე 1 კოჭისა.

რაც შეეხება კოჭი 2-ს, მას შუალედური მდგომარეობა უჭირავს 1 და 3 კოჭებს შორის.

განხილული კოჭების ზოგიერთი პარამეტრი შეიძლება შემდეგნაირად დავაკავშიროთ:

$$J_1 > J_2 > J_3, \quad (5.7)$$

$$W_1 > W_2 > W_3, \quad (5.8)$$

$$f_1 < f_2 < f_3. \quad (5.9)$$

ანალოგიური დამოკიდებულობა არსებობს ძერის ძალებს შორისაც:

$$T_1 > T_2 > 0, \quad (5.10)$$

რადგან მესამე კოჭის შემთხვევაში, სადაც ძელები ერთმანეთზე დაყრდნობილია მაკავშირებლების გარეშე, ძალაც ნულის ტოლია - $T_3 = 0$.

თუ გავანალიზებთ 5.7-5.9 ფორმულებს, მივალთ დასკვნამდე, რომ კოჭები დამყოლ მაკავშირებლებზე შეიძლება გავიანგარიშოთ მთლიანკვეთიანი კოჭების ანალოგიურად, თუ განივკვეთის გეომეტრიულ მახასიათებლებს (J , W) გადავამრავლებთ დამყოლობის გამთვალისწინებელ კოეფიციენტზე:

$$J_2 = K_{\text{ж}} \cdot J_1, \quad (5.11)$$

სადაც $K_{\text{ж}}$ დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტია და იცვლება 1-დან J_2/J_1 -მდე. ორი ძელისაგან შედგენილი განივკვეთისათვის $J_2/J_1 = 0,25$.

$$W_2 = K_w \cdot W_1, \quad (5.12)$$

სადაც დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი K_w იცვლება 1-დან W_2/W_1 -მდე. ორი ძელისაგან შედგენილი განივკვეთისათვის $W_2/W_1 = 0,5$.

$K_{\text{ж}}$ და K_w კოეფიციენტების მნიშვნელობები დამოკიდებულია განივკვეთში ფენების რაოდენობასა და კოჭის მალზე.

ჩაღუნვა

$$f_2 = f_1 / K_f \quad (5.13)$$

სადაც K_f დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი ჩაღუნვისას ძერის ძალა

$$T_2 = K_T \cdot T_1, \quad (5.14)$$

სადაც K_T დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი ძერისას.

შედგენილი კოჭის განივკვეთის შემოწმება სიმტკიცეზე წარმოებს ფორმულით

$$\sigma = M / W_i \cdot K_w \leq R_e, \quad (5.15)$$

სადაც W_i არის შედგენილი კოჭის განივკვეთის წინაღობის მომენტი, როგორც მთლიანკვეთიანის; K_w - კოეფიციენტი ნაკლები ერთზე, რომელიც ითვალისწინებს მაკავშირებლების დამყოლობას.

ჩაღუნვაზე შემოწმება

$$f_2 = K_f \cdot f_1 \cdot l^4 / E \cdot J \cdot K_w \leq f_{\text{ზღ.}} \quad (5.16)$$

K_w და K_f კოეფიციენტის მნიშვნელობები მოცემულია ნორმატიულ ლიტერატურაში ([1], ცხრილი 13).

შედგენილი კოჭის მზიდუნარიანობა, სიმტკიცის გარდა (5.15), მოწმდება მაკავშირებლების მზიდუნარიანობითაც, რომელთა რაოდენობამაც უნდა უზრუნველყოს შესაერთებელ ელემენტებს შორის მოქმედი ძერის ძალების თავის თავზე მიღება.

ძერის ძალა გამოითვლება ფორმულით:

$$T = Q \cdot S_{\text{ზრ.}} / J_{\text{ზრ.}} \cdot n / m, \quad (5.17)$$

სადაც Q არის განივი ძალა; $J_{\text{ზრ.}}$, $S_{\text{ზრ.}}$ - განივკვეთის (როგორც მთლიანკვეთიანის) ინერციის და წინაღობის ბრუტო მომენტები.

კოჭის სიგრძეზე თანაბრად განაწილებული მაკავშირებლების რაოდენობა

$$n_{\text{მაკ.}} = M_{\text{მაკ.}} \cdot S_{\text{ზრ.}} / J_{\text{ზრ.}} \cdot T_{\text{მაკ.}}, \quad (5.18)$$

სადაც $T_{\text{მაკ.}}$ არის მაკავშირებლების საანგარიშო მზიდუნარიანობა; $n_{\text{მაკ.}}$ - მაკავშირებელთა რაოდენობა; $M_{\text{მაკ.}}$ - კოჭში მოქმედი მაქსიმალური მღუნავი მომენტი.

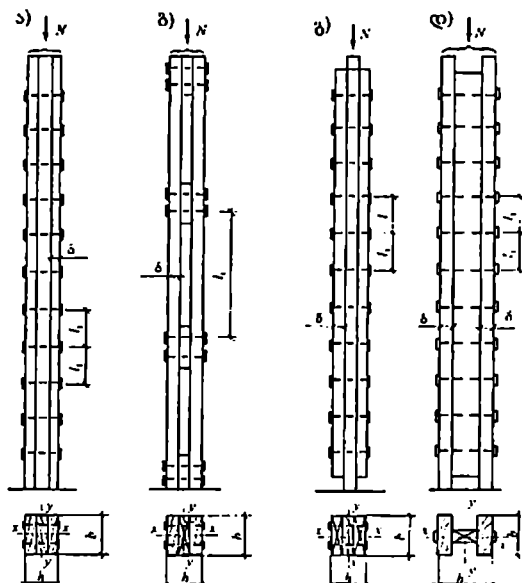
5.2. ცენტრალურად შეკუმშული შედგენილი ღეროების გაანგარიშება

შეკუმშულ ღეროზე დიდი ძალის მოქმედებისას და უწყვეტი განივკვეთების შეზღუდვის გამო, მიმართავენ შედგენილი ღეროების დაპროექტებას ცალკეული ელემენტების პაკეტის სახით.

თუ ღეროს ცალკეულ ელემენტებს (შტოებს) შორის არ არის ღრეჩო და ყველა ელემენტს აქვს საყრდენი, ასეთ ღეროებს პაკეტს უწოდებენ (ნახ. 5.2, ა). თუ პაკეტის შტოები განცალკევებულია და ერთმანეთს უკავშირდება მოკლე შუასადებებით, მაშინ ასეთ ღეროებს უწოდებენ ღეროებს მოკლე შუასადებებით (ნახ. 5.2, ბ). არის შემთხვევები, როცა ღეროს ელემენტების ნაწილი ბოლოებით არ არის დაყრდნობილი (ნახ. 5.2, გ, დ). ასეთი შემთხვევები აღინიშნება წაშლის გისოსის ელემენტების სარტყელებთან შეერთებისას.

გრძივი ღუნვისას, შედგენილი ღეროების გაანგარიშება დამყოლ მაკავშირებლებზე შეიძლება ვაწარმოოთ მთლიანკვეთიანი განივკვეთის მქონე ღეროს ანალოგიურად

კოეფიციენტის შემოტანით, რომელიც გაითვალისწინებს მაკავშირებლების დამყოლობას მოქნილობის განსაზღვრისას.



ნახ. 5.2. დამყოლმაკავშირებლებულიანი შედგენილი ღეროების ძირითადი ტიპები:

ა - ღერო-პაკეტი; ბ - ღერო მოკლე შუასადებით; გ, დ - ღერო, რომლის შემადგენელი შტოების ნაწილი ბოლოებით არ არის დაყრდნობილი.

უნდა აღინიშნოს, რომ გრძივი ღუნვის დროს ძვრა შესაერთებელ ელემენტებს შორის გაცილებით მცირეა, ვიდრე განივი ღუნვის დროს.

შედგენილი ღეროების ელემენტების მოქნილობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_2 = \frac{l_{\text{საზგ}}}{\sqrt{l_2/A}} = \frac{l_{\text{საზგ}}}{\sqrt{l_1 \cdot K_{\text{კ}}/A}} = \frac{l_{\text{საზგ}}}{\sqrt{K_{\text{კ}} \cdot \sqrt{l_1/A}}} = \frac{\lambda_1}{\sqrt{K_{\text{კ}}}} = \mu \lambda_1 \quad (5.19)$$

სადაც A არის განივკვეთის ფართობი; l - სიგრძე; λ - მოქნილობა; $K_{\text{კ}}$ - დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი; ინდექსი 1 - მთლიანკვეთიანი ელემენტებისათვის; ინდექსი 2 - დამყოლმაკავშირებლებიანი ელემენტებისათვის.

მოქნილობის დაყვანის კოეფიციენტი $\mu = 1/\sqrt{K_{\text{კ}}}$ ყოველთვის მეტია ერთზე და განისაზღვრება ფორმულით

$$\mu = \sqrt{1 + K_c \cdot \frac{b h n_{\text{გ}}}{l_{\text{საზგ}} n_{\text{კ}}}}, \quad (5.20)$$

სადაც K_c არის მაკავშირებელთა დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობები მოცემულია 5.1 ცხრილში; b და h - შედგენილი ღეროს განივკვეთის სიგანე და სიმაღლე, სმ; $l_{\text{საზგ}}$ - ელემენტის საანგარიშო სიგრძე, მ; $n_{\text{გ}}$ - ძვრის ნაკერების საანგარიშო რაოდენობა; $n_{\text{კ}}$ - შედგენილი ღეროების ერთი ნაკერის 1 გრძივი

შეტრზე მაკავშირებელთა საანგარიშო ჭრათა რიცხვი (თუ რამდენიმე ნაკერია მაკავშირებელთა ჭრების სხვადასხვა რიცხვით, მაშინ მიიღება ყველა ნაკერის ჭრათა რიცხვის საშუალო).

ცხრილი 5.1

შერთებების დამყოლობის კოეფიციენტი K_c

№	მაკავშირებელთა სახე	კოეფიციენტი K_c	
		ცენტრალური კუმშვისას	კუმშვა ღუნვისას
1.	ლურსმნები	$0,1d^2$	$0,2d^2$
2.	ფოლადის ცილინდრული წირწკიმალები: ა) დიამეტრით $\leq 1/7$ შესაერთებელი ელემენტების სისქისა; ბ) დიამეტრით $> 1/7$ შესაერთებელი ელემენტების სისქისა;	$0,2d^2$ $1,5/ad$	$0,4d^2$ $3/ad$
3.	მუხის ცილინდრული წირწკიმალები	$1/d^2$	$1,5/d^2$
4.	მუხის ფირფიტოვანი წირწკიმალები		
5.	წებო	0	0

შენიშვნა: ლურსმნების და წირწკიმალების დიამეტრი d , ელემენტების სისქე a , ფირფიტოვანი წირწკიმალების სიგანე b და სისქე δ აღებული უნდა იქნეს სანტიმეტრებში.

შედგენილი ელემენტის დაყვანილი მოქნილობა არ უნდა აღემატებოდეს ცალკეული შტოს მოქნილობას, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$\lambda = \frac{l_{\text{საანგ}}}{\sqrt{\frac{J_1}{A_{\text{საანგ}}}}}, \quad (5.21)$$

სადაც $l_{\text{საანგ}}$ არის ელემენტის საანგარიშო სიგრძე; $A_{\text{საანგ}}$ - ელემენტის განივკვეთის ბრუტო ფართობი; $\sum J_1$ - შედგენილი ელემენტის ცალკეული შტოების ბრუტო განივკვეთის ფართობის ინერციის მომენტების ჯამი საკუთარი ღერძის მიმართ, რომელიც პარალელურია განივკვეთის საანგარიშო ღერძისა.

დამყოლ მაკავშირებლებზე შედგენილი ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტების გაანგარიშება ხდება ფორმულებით:

სიმტკიცეზე

$$N/A_{\text{ნეტო}} \leq R_d, \quad (5.22)$$

მდგრადობაზე

$$N/\varphi \cdot A_{\text{საანგ}} \leq R_d, \quad (5.23)$$

სადაც $A_{\text{ნეტო}}$ და $A_{\text{საანგ}}$ გამოითვლება შედგენილი ელემენტის განივკვეთის კონსტრუქციის შესაბამისად; φ - გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია λ მოქნილობაზე.

განვიხილოთ პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებული შედგენილი ღეროები რომლებიც მოცემულია 5.2 ნახაზზე, რომელთა მზიდუნარიანობა ნაკლებია, ვიდრე იმავე

განიკვეთის მთლიანკვეთიანი ელემენტისა, სამაგიეროდ შედგენილ ღეროს უფრო მეტი სიხისტე აქვს.

1. ღერო-პაკეტი - ასეთი შედგენილი ღეროს ყველა შტო დაყრდნობილია ბოლოებით და კუმშვაზე მუშაობს (ნახ. 5.2.ა). ღეროს სიგრძეზე მაკავშირებლებს შორის l_1 მანძილი მცირეა და არ აღემატება შტოს სისქის შვიდმაგ მნიშვნელობას ($l_1 \leq 7 \lambda_0$).

გაანგარიშება $x - x$ ღერძის მიმართ ხდება ისე, როგორც მთლიანკვეთიანი ელემენტის დროს, რადგან x ღერძი ღერო-პაკეტის შტოების ნაკერების მართობულია და ღეროს მოქნილობა ცალკეული შტოს მოქნილობის ტოლია.

გაანგარიშება $y - y$ ღერძის მიმართ, რომელიც ღეროს შტოების ნაკერების პარალელურია, წარმოებს მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებით.

გრძობი ღუნვის კოეფიციენტი განისაზღვრება დაყვანილი მოქნილობის მიხედვით

$$\lambda_{ფყ} = \mu \cdot \lambda_0 \quad (5.24)$$

სადაც μ არის მაკავშირებელთა დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი (ფორმულა 5.20); λ_0 - ღეროს მოქნილობა $y - y$ ღერძის მიმართ, როგორც მთლიანკვეთიანი ელემენტის დროს.

2. ღერო მოკლე შუასადებით - ასეთი ღეროს შტოები განცალკევებულია, ერთმანეთს უკავშირდება მოკლე შუასადებებით, დაყრდნობილია ბოლოებით და კუმშვაზე მუშაობს (ნახ. 5.2.ბ). ამ შემთხვევაში მაკავშირებლებს შორის l_1 მანძილი აღემატება შტოს სისქის შვიდმაგ მნიშვნელობას ($l_1 > 7 \lambda_0$). გაანგარიშება $x - x$ ღერძის მიმართ აქაც ტარდება შუასადებების გათვალისწინებლად, როგორც მთლიანკვეთიანი ელემენტისა.

გაანგარიშება $y - y$ ღერძის მიმართ ხორციელდება მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებით. დაყვანილი მოქნილობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\lambda_{ფყ} = \sqrt{(\mu \cdot \lambda_y)^2 + \lambda_{ფგ}^2} \quad (5.25)$$

სადაც $\lambda_{ფგ} = l_1 / r_{ფგ}$ არის შტოს თავისუფალი სიგრძის ანუ მანძილის მეზობელ მაკავშირებლებს შორის, მოქნილობა საკუთარი ღერძის მიმართ, რომელიც $y - y$ ღერძის პარალელურია; $r_{ფგ}$ - შტოს განიკვეთის ინერციის რადიუსი საკუთარი ღერძის მიმართ.

3. ღერო, რომლის შემადგენელი შტოების ნაწილი ბოლოებით არ არის დაყრდნობილი (ნახ. 5.2, გ, დ). ასეთ ღეროებში აყენებენ მთლიანკვეთიან უწყვეტ ზედებს ან შუასადებებს, რომლებიც აძლიერებენ ღეროს სიხისტეს, მაგრამ ვერ ღებულობენ მკუმშვ ძალებს, რადგანაც წყდებიან საყრდენებამდე.

ასეთი ღეროების ანგარიშისათვის გამოიყენება მიახლოებითი მეთოდი, რომელიც განმტკიცებულია ექსპერიმენტული მონაცემებით.

$x - x$ ღერძის მიმართ გაანგარიშებისას მოქნილობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_x = \frac{l_{ლფი}}{\sqrt{I_x / A_{ფყ}}} ; \quad (5.26)$$

აქ ინერციის მომენტი გამოითვლება მიახლოებითი ფორმულით:

$$I_x = J_{ფფ} + 0,5 J_{არ. ფფ} \quad (5.27)$$

ამ ფორმულაში: $l_{ლფი}$ არის ღეროს საანგარიშო სიგრძე; $J_{ფფ}$ - დაყრდნობილი შტოს განიკვეთის ინერციის მომენტი $x - x$ ღერძის მიმართ; $J_{არ. ფფ}$ - იგივე, არდაყრდნობილი შტოებისათვის; 0,5 - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს არდაყრდნობილი შტოების სიხისტის ნაწილობრივ გამოყენებას და ძირითად დაყრდნობილ შტოსთან შეერთებულია მაკავშირებლებით.

$y - y$ ღერძის მიმართ გაანგარიშებისას შედგენილი ღეროს მოქნილობა, როგორც მთლიანი ელემენტის, გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_y = \frac{I_{\text{საფრ}}}{\sqrt{I_y/A_{\text{ფაფრ}}}}; \quad (5.28)$$

სადაც I_y არის ყველა შტოს ინერციის მომენტი $y - y$ ღერძის მიმართ; $A_{\text{ფაფრ}}$ - მხოლოდ დაყრდნობილი შტოს (შტოების) განივკვეთის ფართობი.

დაყვანილი მოქნილობა მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებით ტოლია

$$\lambda_{\text{ფაფრ}} = \mu \cdot \lambda_y. \quad (5.27)$$

(5.27) ფორმულაში კოეფიციენტ 0,5-ის სიდიდე დამოკიდებულია ღეროს სიგრძესა და მაკავშირებლების რაოდენობაზე. მისი მნიშვნელობა შეიძლება განსხვავდებოდეს მითითებული საშუალო მნიშვნელობისაგან. უფრო დეტალურად J_x ინერციის მომენტის გამოთვლა მოცემულია ლიტერატურაში ([26], გვ.150).

5.3. შეკუმშულ-გალუნული შედგენილი ღეროების გაანგარიშება

ასეთი ღეროების გაანგარიშება ისევე ხდება, როგორც მთლიანკვეთიანისა, ოღონდ მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებით. ღუნვის სიბრტყეში მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინება ხდება ორჯერ: პირველად, წინაღობის მომენტის K_w კოეფიციენტის შემოტანით, როგორც ეს ხდება შედგენილი ელემენტის განივ ღუნვაზე გაანგარიშების დროს, ხოლო მეორედ - დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი ξ კოეფიციენტის განსაზღვრისას, ელემენტის დაყვანილი მოქნილობის მხედველობაში მიღებით.

ნორმალური ძაბვები გამოითვლება ფორმულით:

$$\sigma = (N/A_{\text{ფაფრ}}) + (M_{\text{ფ}}/K_w \cdot W_{\text{ფაფრ}}) \leq R_{\text{კ}}, \quad (5.30)$$

სადაც $M_{\text{ფ}} = M/\xi$; $\xi = 1 - (N/\varphi \cdot A_{\text{ხრ}} \cdot R_{\text{კ}})$;

$$\varphi = 3000/\lambda_{\text{ფაფრ}}^2 \quad \lambda_{\text{ფაფრ}} = \mu \cdot \lambda_{\text{მთლ.}}$$

ξ კოეფიციენტის მნიშვნელობა შესაძლებელია გამოვთვალოთ ავტორის მიერ შემოთავაზებული (3.41) ფორმულითაც.

მოქნილობის დაყვანის μ კოეფიციენტის განსაზღვრისას, მაკავშირებელთა დამყოლობის K_c კოეფიციენტის განსაზღვრა წარმოებს 5.1 ცხრილიდან (სვეტი „კუმშვა ღუნვისას“).

ჩაღუნვა ზოგადი სახით განისაზღვრება ფორმულით:

$$f = K \cdot \mu^{\text{ნ}} \cdot l^3 / E \cdot J \cdot K_{\text{კ}} \cdot \xi \leq f_{\text{ზ}}, \quad (5.31)$$

სადაც K კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ელემენტის დაყრდნობის პირობებზე და დატვირთვის სქემაზე.

მოკლე შუასადებიანი ღეროების შემთხვევაში მთლიანი ღეროს გაანგარიშების გარდა, აუცილებელია განაპირა შტოს, როგორც უფრო მეტად დამაბული შეკუმშულ-გალუნული ელემენტის შემოწმება მდგრადობაზე ფორმულით:

$$\sigma = (N/A_{\text{ხრ}}) + (M/W_{\text{ხრ}}) \leq \varphi_{\text{პკ}} R_{\text{კ}}, \quad (5.32)$$

სადაც $A_{\text{ზ}}$ და $W_{\text{ზ}}$ არის ღეროს მთლიანი განივკვეთის ბრუტო ფართობი და წინაღობის მომენტი; $\varphi_{\text{ზ}}$ - განაპირა დაძაბული შტოს გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი, განსაზღვრული შტოს საანგარიშო სიგრძის $l_{\text{ზ}}$ მიხედვით.

საყრდენიდან მაქსიმალური მღუნავი მომენტის მოქმედების კვეთამდე განსალაგებელი მაკავშირებლების რაოდენობის განსაზღვრისათვის მხედველობაში მიიღება შეკუმშულ-გალუნულ ელემენტში განივი ძალის სიდიდის ცვალებადობა:

$$n_{\text{აქ}} = 1,5 \cdot M_{\text{ფ}} \cdot S_{\text{ზ}} / J_{\text{ზ}} \cdot T_{\text{აქ}} \cdot \xi = 1,5 \cdot M_{\text{ფ}} \cdot S_{\text{ზ}} / J_{\text{ზ}} \cdot T_{\text{აქ}} \quad (5.33)$$

სადაც $T_{\text{აქ}}$ არის მაკავშირებლების საანგარიშო მზიდუნარიანობა; $M_{\text{აქ}} = M_{\text{ფ}} / \xi$ - მღუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა; $M_{\text{ფ}}$ - მღუნავი მომენტი დეფორმირებული სქემის გათვალისწინებით.

შეკუმშულ-გალუნული შედგენილი ელემენტის მდგრადობა ღუნვის სიბრტყიდან გაანგარიშდება მღუნავი მომენტის გაუთვალისწინებლად

$$N / \varphi \cdot A_{\text{საზ}} \leq R_{\text{კ}}$$

თავი 6. სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციები

6.1. ზოგადი ცნობები

სიბრტყით მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციებს მიეკუთვნება კონსტრუქციები, რომლებსაც აქვთ მთლიანი განივკვეთი (გისოსის ელემენტების გარეშე) და გარე დატვირთვებისაგან წარმოშობილი შიგა ძალები მოქმედებს კონსტრუქციის სიბრტყეში.

ასეთი ტიპის ხის კონსტრუქციები შეიძლება იყოს ორი სახისა:

ა) კოჭები, გრძივები, ნივინივები, დგარები - რომელთა პარამეტრები (სიგრძე, განივკვეთის ზომები) თავსდება დახერხილი ხის მასალის სორტამენტის მონაცემებში;

ბ) ფირფიტოვან წირწკიმალებზე (ან სოგმანებზე) განხორციელებული შედგენილი კოჭები, ლურსმნოვანი კოჭები ჯვარედინა ფიცრული კედლით, შედგენილი დაწებებული კოჭები, დგარები, კამარები, ჩარჩოები, სამკუთხა განმზღეინანი სისტემები, რომელთა გეომეტრიული პარამეტრები აღემატება სორტამენტის მონაცემებს.

სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციები ძირითადად მზადდება ქარხნული წესით, თუმცა შესაძლებელია მათი დამზადება ადგილზე - სამშენებლო მოედანზე, კვალიფიციური მუშახელისა და საჭირო ტექნიკური აღჭურვილობის არსებობის პირობებში. კონსტრუქციის ტიპის შერჩევისას საჭიროა მხედველობაში იქნეს მიღებული მზიდ კონსტრუქციებს შორის დაშორება (ბიჯი), მოხაზულობა, შემომფარგვლეილი კონსტრუქციის სახეობა, კონსტრუქციის ფარდობითი სიმაღლე, ფორმა, განივკვეთის დასაშვები ზომები, არქიტექტურული და ხანძარსაწინალო მოთხოვნები, ადგილობრივი პირობები, კომერციული მხარე, მშენებლობის ხანგრძლივობა და მრავალი სხვა ფაქტორი.

შედგენილი კოჭების მალი $l = 6-30$ მ, განმზღეინანი სამკუთხა სისტემების $l = 9-60$ მ, წრიული მოხაზულობის კამარების $l = 12-72$ მ, ხოლო ჩარჩოების მალი $l = 9-36$ მ.

6.2. კონსტრუქციის საკუთარი წონის განსაზღვრა

კონსტრუქციული ფორმის ეფექტურობის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებელია ისის საკუთარი წონა, რომელიც წინასწარი გაანგარიშების დროს შეიძლება განისაზღვროს იმასლოეით. თუ კონსტრუქციის ელემენტების ზომებს წინასწარ დავნიშნავთ:

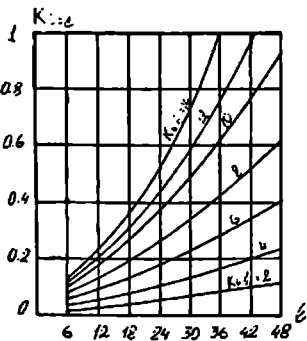
$$G_{\text{ს.ფ.}} = (G^{\text{ს}} + S^{\text{ს}}) / [1000 / (K_{\text{ს.ფ.}} \cdot l - 1)], \quad (6.1)$$

სადაც $G_{\text{ს.ფ.}}$ არის მზიდი კონსტრუქციის საკუთარი წონა დახურვის პროექციის 1 მ² ფართობზე ან მალის 1 გრძივ მეტრზე; $G^{\text{ს}}$ - ნორმატიული მუდმივი დატვირთვა შემომფარგვლეილი ნაწილების საკუთარი წონისაგან; $S^{\text{ს}}$ - ნორმატიული დროებითი თოვლის დატვირთვა; l - კონსტრუქციის საანგარიშო მალი; $K_{\text{ს.ფ.}}$ - საკუთარი წონის კოეფიციენტი, რომელიც გამოსატავს ფართობზე ან მალზე მოსული ერთეულოვანი

დატვირთვის შესაბამისი მასალის ხარჯს და დამოკიდებულია კონსტრუქციის სახეობასა და საანგარიშო სქემაზე (დანართი, ცხრ.20).

კონსტრუქციის საკუთარი წონა მიახლოებით შეიძლება გამოვთვალოთ სხვა ფორმულითაც:

$$G_{\text{ს.ფ.}} = K_{\text{საბ}}(G^{\text{ფ}} + S^{\text{ფ}}), \quad (6.2)$$



ნახ. 6.1. სატვირთო კოეფიციენტის გამოსათვლელი გრაფიკი.

სადაც $K_{\text{საბ}}$ არის სატვირთო კოეფიციენტი, დამოკიდებული მალხსა და საკუთარი წონის კოეფიციენტზე. ის შეიძლება გამოითვალოს 6.1 ნახაზზე წარმოდგენილი გრაფიკიდან.

კონსტრუქციის საკუთარი წონის განზომილება მიიღება იმ ერთეულებში, რომელსაც ჩავსვამთ (6.2) ფორმულაში $G^{\text{ფ}}$ და $S^{\text{ფ}}$ დატვირთვებისათვის (კნ/მ²; კნ/მ; კნ).

დასაპროექტებელი კონსტრუქციის ეკონომიკური ეფექტურობა, პირველი მიახლოებით, შეიძლება დავადგინოთ $K_{\text{ს.ფ.}}$ საკუთარი წონისა და ლითონის ხარჯის $K_{\text{ლი}}$ კოეფიციენტების საშუალებით, რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია 6.1 ცხრილში.

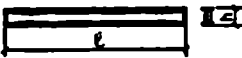


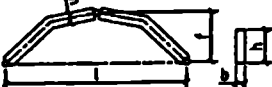



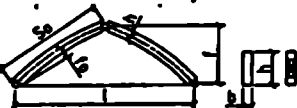

6.3. სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების ძირითადი ფორმები

ხის კონსტრუქციების სახეობის, ფორმისა და ტიპის შერჩევასა მხედველობაში მიიღება ნაგებობის დანიშნულება, დატვირთვის პარამეტრები, ექსპლუატაციის პირობები, მოცულობით-დაგეგმარებითი მონაცემები (მალი, ბიჯი), ტექნოლოგიური პროცესის სახეობა, არქიტექტურული მოთხოვნები, ადგილმდებარეობა, კონსტრუქციების დასამზადებელი საწარმოო ბაზის შესაძლებლობები, სახურავის ტიპი და სხვ.

სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების ძირითადი სქემები მოცემულია 6.1 ცხრილში. ცხრილის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მცირემალიან გადახურვებში ($f \leq 12$ მ) ეფექტურია გამოვიყენოთ მთლიანკვეთიანი, დაწებებული ფიგურული, დაწებებული ხე-ფანერის, შედგენილი ფიგურული ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე, შედგენილი ფირფიტოვან წირწკიმალებზე და არმირებული კოჭები; საშუალომალიან ($f = 12-36$ მ) გადახურვებში უმჯობესია გამოვიყენოთ სამკუთხა განმზგენიანი სისტემები, ჩარჩოები და არმირებული კოჭები; დიდმალიან გადახურვებში კი - ტეხილი და წრიული მოხაზულობის სამსახსრიანი კამარები. წონის მიხედვით ყველაზე კარგი მაჩვენებლებით გამოირჩევა ხე-ფანერის დაწებებული კოჭები და დაწებებული ორსახსრიანი წრიული მოხაზულობის კამარები, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთი კამარების მასიურ გამოყენებას ხელს უშლის კონსტრუქციის ტრანსპორტირების სირთულე დიდი ზომების გამო.

სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების ძირითადი სქემები

კონსტრუქციის დასახელება	კონსტრუქციის სქემა	მალი, ლ, მ	h/ l	K _{ხ.ფ.}	K _{მ.} , %
ბელური კოჭი		≤ 6 მ	1/10-1/17	4-7	0-1
შედგენილი ფიცრული კოჭი ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე		4-12	1/10-1/20	3-7	1-3
შედგენილი ბელური კოჭი ფირფიტოვან წირწყვიმალეებზე		4-9	1/10-1/20	7-12	0-1
შედგენილი ბელური კოჭი დახრილ ლითონის ღეროებზე		4-9	1/10-1/20	7-12	1-5
დაწებებული ფიცრული კოჭები	მუდმივი სიმაღლის ორქანობიანი 	6-24 12-24	1/10-1/17 1/10-1/15	4-7 4-8	0-1,5 0-1,5
მოღუნული დაწებებული ფიცრული კოჭი		12-30	1/8-1/16	4-5,5	0-2
დაწებებული ფიცრული დაარმირებული კოჭები		6-24 6-24	1/10-1/17 1/10-1/17	3-7 3-8	1-3 1-3
ხე-ფანერის დაწებებული კოჭი ბრტყელი კედლით		6-18	1/8-1/10	3,5-5,5	0-1

ხე-ფანერის დანებებული კოჭი ტალოვანი კედლით		6-12	1/10-1/15	2-5,4	0-1
სამკუთხა მონაზულობის განმზგენიანი სისტემები	დანებებული $f/h=1/2-1/5$ 	12-30	1/20-1/40	4-6	5-20
	მელური $f/h=1/4-1/6$ 	9-15	1/50-1/80	5-7	5-20
	ტეხილი $f/h=1/4-1/6$ 	12-60	1/20-1/40	2,5-4	5-20
	არმირებული $f/h=1/2-1/6$ 	12-60	1/20-1/40	4-6	5-20
ორსახსრიანი კამარა	$f/h=1/4-1/6$ 	12-30	1/35-1/50	2-4	5-20
სამსახსრიანი კამარა	$f/h=1/4-1/6$ 	18-72	1/30-1/50	2,5-4	5-20
ოსრისებრი კამარა	$f/h=1/2-1/3$ 	12-60	1/30-1/50	2,5-4	5-20
სამსახსრიანი ჩარჩოები	$H \leq 6\text{ მ}$ 	12-30	1/12-1/24	5-9	5-7

		12-30	1/12-1/24	5-9	5-7
		9-24	1/15-1/30	4-7	5-7
		9-15	1/7-1/10	6-10	8-15
		9-24	-	6-10	5-7
ორსახსრიანი ჩარჩო		9-36	1/10-1/20	-	1-10

6.4. ფენილები და მოლარტყვა

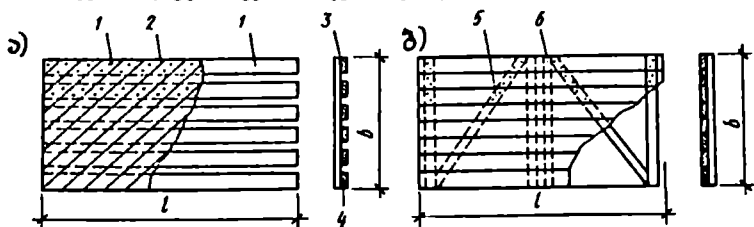
ფიცრებისა და ძელაკებისაგან დამზადებული ფენილები გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის გადახურვებში. რულონური ბურულის ქვეშ იყენებენ ორმაგ ფენილს. ზედა დამცავი ფენა კეთდება მიჯრით მიწყობილი ფიცრებისაგან ქვედა ფიცრების მიმართულებისადმი $45-60^\circ$ კუთხით. ქვედა მუშა ფენილის ფიცრები ან ძელაკები ეწყობა უპირატესად გრძივების მართობულად და გაუხშობებულად (ერთმანეთისაგან დაშორებით) ფიცრების მზიდუნარიანობის უკეთ გამოყენების მიზნით, აგრეთვე ფენილის ორივე ფენის კარგი განიავეებისათვის. მუშა ფენის ძელაკებს შორის მანძილი აიღება 1-1,5 მ. ასეთი კონსტრუქცია ქმნის სახურავის ხისტ დისკოს, რომელიც უზრუნველყოფს შენობის გადახურვის ხის კონსტრუქციების სივრცით სიხისტეს და ხელს უწყობს ბურულზე მოქმედი შეყურსული დატვირთვის გადანაწილებას სახურავის ფართობის ნაწილზე.

შესაძლებელია ერთფენიანი ფენილების გამოყენებაც, რომლებსაც ქვედა მხრიდან მილურსმნული აქვს გამანაწილებელი ფიცრები ან ძელაკები.

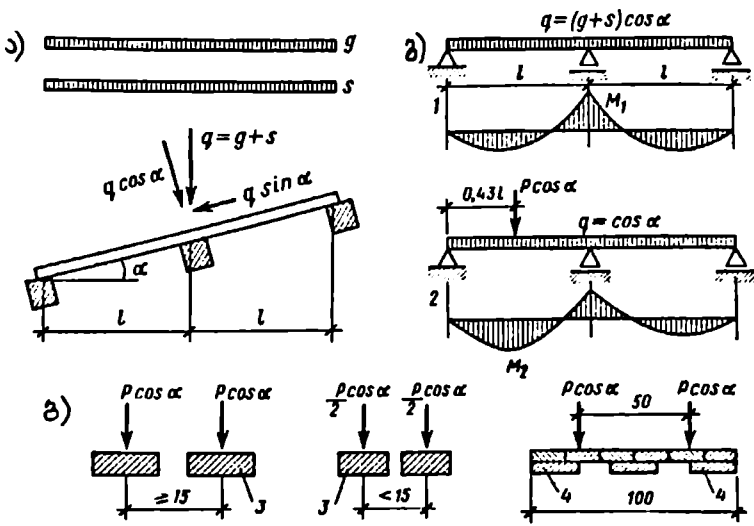
როდესაც სახურავის ბურულად გათვალისწინებულია ფურცლოვანი მასალის (ფოლადის, ალუმინის, აზბესტცემენტის, მინაპლასტიკის ფურცლები) ან კრამიტის გამოყენება, მაშინ გადახურვებში იყენებენ ფიცრებისაგან ან ძელაკებისაგან შესრულებულ მოლარტყვას (გაუხშობელი ფენილი) განივკვეთებით არანაკლები 50×50 მმ. ძელაკების განლაგების ბიჯი დამოკიდებულია ბურულის სახეობასა და ზომებზე.

თანამედროვე მშენებლობაში სახურავებისათვის ძირითადად იყენებენ ასაწყობ სტანდარტულ სახურავის ფარებს, რაც მნიშვნელოვნად აჩქარებს სახურავის მონტაჟს და ამცირებს ხის მასალის ხარჯს (ნახ. 6.2).

ფენილები და მოლარტყვა მუშაობს განივ ღუნვაზე. მათი გაანგარიშება ხდება კოქის ორმალიანი სქემით დატვირთვის ორგვარი შეხამებისას (ნახ. 6.3):



ნახ. 6.2. გადახურვის ფენილის ფიცრულ-ლურსმნოვანი ფარები: ა - ფარი ორმაგი ჯვარედინა ფენილით; ბ - ფარი ერთმაგი ირიბიანი ფენილით; 1 - ფიცრები; 2 - ლურსმნები; 3 - ირიბი დამცველი ფენილი; 4 - გაუხშობელი მუშა ფენილი; 5 - ირიბები; 6 - განივები.



ნახ. 6.3. ფენილებისა და მოლარტყვის საანგარიშო სქემები: ა - თანაბრად განაწილებული დატვირთვის სქემები; ბ - იგივე, შეყურსული დატვირთვისათვის; გ - მუშაობის სტატიკური სქემები; გ - დატვირთვის პირველი შეხამება; დ - დატვირთვის მეორე შეხამება.

1. მუქარის და თოვლის დატვირთვის ერთდროული მოქმედებისას გაანგარიშება სიმტკიცესა და ჩალუნვაზე (პირობითად ვიღებთ ფენილის ზოლს სიგანით 1 მ) ხდება ფორმულით:

$$\sigma_c = M_{ax}/W_x \leq R_c \cdot m_c, \quad (6.3)$$

სადაც $M_{ax} = 0,125(g + S) \cdot l^2$ არის მაქსიმალური მლუნავი მომენტი; $m_c = 1,15$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი; g და S - მუდმივი და თოვლის დატვირთვების საანგარიშო მნიშვნელობები.

ჩალუნვა

$$f = 2,13 \cdot q^6 \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J \leq [f] = 1/150, \quad (6.4)$$

სადაც q^6 არის მუდმივი და დროებითი (თოვლის) დატვირთვების ჯამური ნორმატიული მნიშვნელობა.

2. მუდმივი და შეყურსული დროებითი დატვირთვის (ადამიანის წონა ინსტრუმენტებთანად $P = 1,2$ კნ) შეხამებისას გაანგარიშება წარმოებს მხოლოდ სიმტკიცეზე. შეყურსული ძალის მოდების ყველაზე არახელსაყრელი ადგილია საყრდენიდან $0,432l$ (ნახ.6.3, გ). ამ შემთხვევაში მაქსიმალური მლუნავი მომენტი

$$M_{ax} = 0,07 \text{ გლ}^2, \quad (6.5)$$

ხოლო ძაბვა გაანგარიშდება 6.3 ფორმულით.

სახურავის ქანობის განვიად განლაგებული გაუხშობელი ფენილის გაანგარიშება ხდება ირიბ ლუნვაზე (3.25) და (3.26) ფორმულებით. ფენილის საანგარიშო სიგანე მიიღება ფიცრების განლაგების ბიჯის ტოლი მხოლოდ ერთი ფიცრის განიკვეთის გათვალისწინებით ან 1 მ-ის ტოლი. ამ დროს მხედველობაში მიიღება ამ სიგანეზე განლაგებული ყველა ფიცრის განიკვეთი. შეყურსული დატვირთვა $P = 1,2$ კნ ითვლება მთლიანად მოდებულად თითოეულ ფიცარზე, თუ მათ შორის ბიჯია $B > 15$ სმ. როცა $B \leq 15$ სმ, მაშინ ფიცარზე მოედება ამ დატვირთვის ნახევარი (ნახ. 6.3, ბ).

მაგალითი 6.1. შევარჩიოთ და შევამოწმოთ თბილი სახურავის ერთმანეთისადმი კუთხით ორიენტებული ორმაგი ფიცრული ფენილი (ნახ. 6.3, ა) შემდეგი მონაცემების მიხედვით: სახურავის ქანობი $i = 1:4$, $\alpha = 14^\circ$, $\sin \alpha = 0,25$, $\cos \alpha = 0,97$. ფენილის ფარის სიგრძე $l = 3$ მ, რომელიც ყრდნობა $L = 1,5$ მ ბიჯით განლაგებულ გრძივებს. ფიცრებისაგან განხორციელებული უწყვეტი ირიბი ფენილი განიკვეთით $b_1 \times h_1 = 10 \times 1,6$ სმ, მილურსმწულია მუშა ფენილზე 45° -იანი კუთხით. საჭიროა განისაზღვროს მუშა ფენილის ფიცრების განიკვეთი და ბიჯი.

ფენილზე მოქმედი თანაბრად განაწილებული და შეყურსული დატვირთვების ჰორიზონტალური გეგმილის ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობებია:

$$\text{საკუთარი წონისაგან - } g^6 = 0,7 \text{ კნ/მ; } g_1 = 0,8 \text{ კნ/მ;}$$

$$\text{თოვლისაგან - } S^6 = 1,5 \text{ კნ/მ; } S_1 = 2,4 \text{ კნ/მ;}$$

$$\text{ადამიანის წონისაგან (ინსტრუმენტებთანად) - } P_1 = 1,2 \text{ კნ.}$$

კონსტრუქცია დამზადებულია მე-2 ხარისხის მერქნისაგან და მიეკუთვნება პასუხისმგებლობის I კლასს და საექსპლუატაციო პირობების 62 ჯგუფს.

ამოხსნა. ნაგებობის პასუხისმგებლობის I კლასისათვის დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 1$ (დანართი, ცხრ. 1), ამიტომ დატვირთვების მნიშვნელობები იგივე რჩება:

$$g_1 = 0,8 \text{ კნ/მ; } S_1^6 = 1,5 \text{ კნ/მ; } S_1 = 2,4 \text{ კნ/მ; } P_1 = 1,2 \text{ კნ.}$$

ფენილის ფარის საანგარიშო სქემა წარმოადგენს ორმალეან სახსროვან დაყრდნობილ უკრელ კოქს (ნახ. 6.3). ძალის ჰორიზონტალური გეგმილი

$$l = L \times \cos \alpha = 1,5 \times 0,97 = 1,45 \text{ მ.}$$

პირობითად $B = 1 \text{ მ}$ სიგანის მუშა ფენილის განივკვეთის შერჩევისას ვისარგებლოთ საანგარიშო დატვირთვითა პირველი შეხამებით ($g + S$):

$$q = g + S = 0,8 + 2,4 = 3,2 \text{ კნ/მ.}$$

მე-2 ხარისხის მერქნის საანგარიშო წინაღობა ღუნვაზე $R_c = 13 \text{ მპა} = 1,3 \text{ კნ/სმ}^2$ (დანართი, ცხრ. 2). საანგარიშო მღუნავი მომენტი შუალედ საყრდენზე

$$M = ql^2/8 = 3,2 \cdot 1,45^2/8 = 0,84 \text{ კნმ} = 84 \text{ კნსმ.}$$

წინაღობის საჭირო მომენტი

$$W_{საყ} = M/R_c = 84/1,3 = 65 \text{ სმ}^3.$$

ავიღოთ ფიცრების განივკვეთი $b \times h = 10 \times 2,5 \text{ სმ}$.

ფიცრების საერთო საჭირო სიგანე ფენილის 1მ სიგანის ზოლზე

$$B_{საყ} = 6W/h^2 = 6 \cdot 65/2,5^2 = 65,5 \text{ სმ.}$$

ფიცრების განლაგების ზოგი

$$a_1 = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625 \text{ კნ.}$$

ფენილის მზიდუნარიანობაზე შემოწმება საანგარიშო დატვირთვითა მეორე შეხამების დროს ($g+2P$) მიმდინარეობს კონსტრუქციის საკუთარი წონისა $q = g = 0,8 \text{ კნ/მ}$ და სამუშაო ინსტრუმენტებით აღჭურვილი ორი მუშის წონის გათვალისწინებით. ეს უკანასკნელი დატვირთვა მოქმედებს განაპირა საყრდენებიდან ყველაზე არახელსაყრელ მანძილზე, რომელიც ტოლია $a = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625 \text{ კნ}$.

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი განვითარდება შეყურსული დატვირთვის მოქმედების წერტილში:

$$M = 0,07ql^2 + 0,21Pl = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86 \text{ კნ.მ} = 86 \text{ კნ.სმ.}$$

შემოწმება სიმტკიცეზე

$$\sigma = M / W = 8665 / 1,49 \text{ კნ/სმ}^2 = 14,9 \text{ მპა} < R_{ფ} \cdot \mu_{ფ} \cdot \mu_{საყ} = 13 \cdot 1,2 \cdot 1 = 15,6 \text{ მპა,}$$

სადაც $\mu_{ფ} = 1$ არის ექსპლუატაციის პირობების კოეფიციენტი; $\mu_{საყ}$ - ხანმოკლე დატვირთვების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი (დანართი, ცხრ. 4;6).

ჩაღუნვაზე შემოწმებას ვახდენთ ნორმატიული დატვირთვების პირველი შეხამების მიხედვით საკუთარი წონისა და თოვლის ერთობლივი მოქმედებისათვის:

$$q^0 = g^0 + S^0 = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ კნ} / \text{მ} = 0,022 \text{ კნ/სმ.}$$

ინერციის მომენტი $J = bh^3 / 12 = 65,2 \cdot 2,5^3 / 12 = 81 \text{ სმ}^4$;

დრეკადობის მოდული $E = 9000 \text{ მპა} = 900 \text{ კნ/სმ}^2$;

ფენილის ფარდობითი ჩაღუნვა

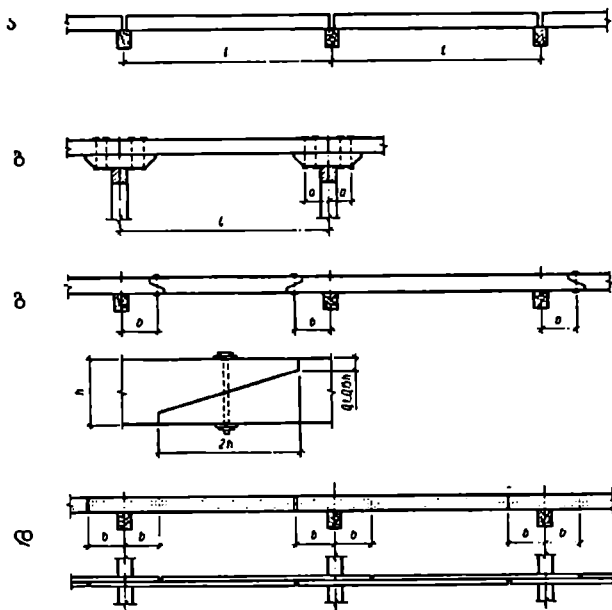
$$f/l = 2,13 \cdot q^0 \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J = 2,13 \cdot 0,022 \cdot 145^4 / 384 \cdot 900 \cdot 81 = 1/197 < [f/l] = 1/150.$$

ამრიგად, სიმტკიცისა და სიხისტის პირობები დაკმაყოფილებულია და ფენილი ვარგისია ექსპლუატაციისათვის.

6.5. გრძივები და ნივნივები

გრძივი სახურავის მზიდი კონსტრუქციული ელემენტია, რომელიც დაყრდნობილია სანივნივე კონსტრუქციების ზედა სარტყელზე. ის შეიძლება დამზადებულ იქნეს ფიცრების, ძელების, დაწებებული ელემენტების ან მორებისაგან. კონსტრუქციის დანიშნულებისა და მალის მიხედვით განასხვავებენ ერთმალთან ჭრილ, კონსოლურ-კოჭოვან და მრავალმალთან უჭრელ გრძივებს (ნახ. 6.4). ქანობიანი სახურავის შემთხვევაში გრძივები ყოველთვის ირიბ ღუნვაზე მუშაობს.

ერთმალისანი ჰრილი გრძივები ადვილი დასამზადებელი და დასამონტაჟებელია, პირაპირები ეწყობა სანივნივე კონსტრუქციებზე დაყრდნობის ადგილებში პირმიდგმით. ასეთი გრძივები არაკონომიურია, რადგანაც მალის შუაში თანაბარგანაწილებული დატვირთვისაგან წარმოიშობა მაქსიმალური მლუნავი მომენტი. ისინი გამოიყენება მცირე მალეებისა და დატვირთვების შემთხვევაში.



ნახ. 6.4. სახურავის გრძივები: ა, ბ - ჰრილი; გ - კონსოლურ-კოჭოვანი; დ - მრავალმალისანი უჰრელი შეწყვილებული ფიცრებისაგან დამზადებული.

კონსოლურ-კოჭოვანი გრძივები მრავალმალისანი სტატიკურად რკვევადი სისტემაა. მათი დამზადებისათვის გამოიყენება ძელები (ზოგჯერ მორებიც), რომლებიც სიგრძეში ერთმანეთს უკავშირდება ირიბი პირაპირების განლაგების ადგილებში. პირაპირები შეკრულია ჭანჭიკებით, რათა არ მოხდეს ძელების გადაადგილება შემთხვევითი მალეების მოქმედების შედეგად (ნახ. 6.4, გ). საანგარიშო სქემაში პირაპირების ადგილას თავსდება სახსრები. პირაპირები ეწყობა თითო მალის გამოშვებით იმ ადგილებში, სადაც მლუნავი მომენტის მნიშვნელობები მინიმალურია (ან წულოვანია).

თუ სახსრებს მოვთავსებთ საყრდენებიდან $0,15l$ მანძილზე, მაშინ მომენტები საყრდენზე და მალის შუაში ტოლია, რის შედეგადაც მიიღება გრძივის ტოლმომენტისანი გადაწყვეტა. მომენტები ყველა მალში ერთნაირი რომ იყოს, განაპირა მალეების სიგრძე შემცირებული - $0,8 l$ -ის ტოლი მიიღება. ამ დროს მლუნავი მომენტები მალში და საყრდენზე გამოითვლება ფორმულით:

$$M = ql^2/16, \quad (6.6)$$

სადაც q არის გრძივზე მოქმედი თანაბრადგანაწილებული საანგარიშო დატვირთვა; l - გრძივის მალი.

მაქსიმალური ჩალუნვა ტოლი იქნება:

$$f = 2 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J, \quad (6.7)$$

სადაც q არის გრძივზე თანაბრადგანაწილებული ნორმატიული დატვირთვა.

თუ სახსრები ეწყობა საყრდენებიდან $0,2l$ მანძილზე, მაშინ მიიღება გრძივების ტოლჩალუნვებიანი სქემა, როცა განაპირა მალეების გარდა, ყველა მალეში ჩალუნვები ერთნაირია, ხოლო თუ განაპირა მალეების ზომას $0,79l$ ავიღებთ, მაშინ ამ მალეებშიც ჩალუნვები დანარჩენ მალეებში ჩალუნვებს გაუტოლდება.

ასეთ პირობებში მლუნავი მომენტებისა და ჩალუნვების მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულებით:

$$M_{\max} = ql^2/24; \quad M_{\text{საყ}} = ql^2/12; \quad f = ql^4/384 \cdot E \cdot J. \quad (6.8)$$

დატვირთვის მდგენელი ქანობის სიბრტყეში (q) იწვევს გრძივში ძვრის ძალებებს გაჩენას, რომელსაც თავის თავზე იღებს მუშა და დამცავი ფენილი.

კონსოლურ-კოჭოვანი გრძივების ნაკლია ის, რომ დახერხილი ხის მასალის მაქსიმალური $6,5$ მ სიგრძის შემთხვევაში, პირაპირების განთავსების ზემოთ განხილული სქემების მიხედვით ასეთი გრძივების მალი არ აღემატება $4,5$ მ-ს.

მრავალმალეანი უჭრელი შეწყვილებული ფიცრებისაგან დამზადებული გრძივები (ნახ. 6.4, დ) მზადდება წიბოზე დაყენებული და ერთმანეთთან დალურსმნული შეწყვილებული ფიცრებისაგან, რომელთა პირაპირები ეწყობა სხვადასხვა სიბრტყეში ყოველი საყრდენის მარცხნივ და მარჯვნივ $0,2l$ მანძილზე, ე.ი. იმ ადგილებში, სადაც მლუნავი მომენტი იცვლის ნიშანს.

ასეთი გრძივის საანგარიშო სქემაზე ასახულია მრავალმალეანი უჭრელი სახსროვნად დაყრდნობილი კოჭი, რომლის ყველა მალი თანატოლია. მაქსიმალური მლუნავი მომენტი წარმოიშობა შუა საყრდენებზე $M_{\text{საყ}} = M_{\text{საყ}} = ql^2/12$ და გრძივის ბოლოდან მეორე საყრდენზე $M_1 = ql^2/10$. განივკვეთების შერჩევა და ნორმალურ ძაბვებზე შემოწმება ხდება მაქსიმალური მომენტის მიხედვით (ფორმულა 3.21).

ჩალუნვებზე გამოწმებით მხოლოდ პირველი და ბოლო მალის გრძივებს, რომლებშიც ნორმატიული დატვირთვებისაგან გამოწვეული დეფორმაციები მაქსიმალურია, ფორმულით:

$$f/l = 2,5 \cdot q \cdot l^3 / 384 \cdot E \cdot J \leq [f/l] = 1/200. \quad (6.9)$$

ფიცრების პირაპირის თითოეულ მხარეზე საჭირო ლურსმნების რაოდენობა გაანგარიშდება განივ ძალაზე ფორმულით:

$$n_l = Q/T_{\text{მზ}} = M_{\text{საყ}} / 2l^x \cdot T_{\text{მზ}}, \quad (6.10)$$

სადაც $T_{\text{მზ}}$ არის ერთი ლურსმნის შიდიუნარიანობა; l^x - მანძილი საყრდენიდან ლურსმნების რიგის ტოლქმედამდე.

თუ განაპირა მალის სიდიდეს არ შევამცირებთ $0,8l$ -მდე, მაშინ საჭირო ხდება მისი გაძლიერება მესამე ფიცრის დამატებით.

მაგალითი 6.2. გასანგარიშებელია სახურავის ორმალეანი ფიცრულ-დანებებული გრძივი შემდეგი მონაცემების მიხედვით: გრძივის მალი (მანძილი შიდი სანივნივე კონსტრუქციებს შორის) $B = l = 5$ მ; ; სახურავის ქანობი $i = 1:10$, შესაბამისი $\text{tg} \alpha = 0,1$; $\alpha = 5^{\circ}42'$, $\text{sin} \alpha = 0,0993$, $\text{cos} \alpha = 0,9966$.

გრძობის 1 მ-ზე მოსული სრული (მუდმივი + თოვლი) დატვირთვის მნიშვნელობები: ნორმატიული - 3,115 კნ/მ, საანგარიშო - 4,623კნ/მ (ნახ. 6.5).

ამოხსნა. გრძობის საანგარიშო მალი $l_n = 500 - 2 \cdot 8 / 2 = 492$ სმ, სადაც 8 სმ - საყრდენი მოედნის სიგანეა სმ-ში, რომელიც ტოლია შიდა კონსტრუქციის ზედა სარტყლის სიგანის ნახევრისა (რაც იმას ნიშნავს, რომ დასაპროექტებელი შიდა კონსტრუქციის ზედა სარტყლის სიგანე არ უნდა იყოს $2 \cdot 8 = 16$ სმ-ზე ნაკლები).

მლუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა შუა საყრდენზე

$$M = q l_n^2 / 8 = 4,623 \cdot 4,92^2 / 8 = 13,99 \text{ კნმ.}$$

გრძობი მუშაობს ირიბ ღუნვაზე, ამიტომ მლუნავი მომენტების შემდგენები განიკვეთის მთავარი ღერძების მიმართ ტოლი იქნება:

$$M_x = M \cos \alpha = 13,99 \cdot 0,9966 = 13,94 \text{ კნმ;}$$

$$M_y = M \sin \alpha = 13,99 \cdot 0,0993 = 1,39 \text{ კნმ.}$$

გრძობის განიკვეთის გვერდების თანაფარდობა მიიღება $\eta = l_x / b = 2$.

გრძობის განიკვეთის საჭირო წინააღობის მომენტი

$$W_{\text{საჭ}} = (M_x + \eta \cdot M_y) / R_c = 13,94 \cdot 10^5 + 2 \cdot 1,39 \cdot 10^5 / 1300 = 1286 \text{ სმ}^3,$$

საიდანაც

$$h_{\text{საჭ}} = \sqrt[3]{6 \eta W_{\text{საჭ}}} = \sqrt[3]{6 \cdot 2 \cdot 1286} = 24,9 \text{ სმ}$$

$$b_{\text{საჭ}} = h_{\text{საჭ}} / 2 = 24,9 / 2 = 12,45 \text{ სმ.}$$

მივიღოთ გრძობის განიკვეთი 15×25 სმ, შედგენილი 10 ფენა მე-2 ხარისხის დაწებებული ფიცრებისაგან, თითოეული სისქით 25 მმ (ნახ. 6.6).

დანიშნული განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$W_x = b h^2 / 6 = 13 \cdot 25^2 / 6 = 1354 \text{ სმ}^3; \quad W_y = h b^2 / 6 = 25 \cdot 13^2 / 6 = 704 \text{ სმ}^3;$$

$$J_x = b h^3 / 12 = 13 \cdot 25^3 / 12 = 16928 \text{ სმ}^4; \quad J_y = h b^3 / 12 = 25 \cdot 13^3 / 12 = 4577 \text{ სმ}^4.$$

შევამოწმოთ გრძობის განიკვეთი სიმტკიცეზე მაქსიმალური მლუნავი მომენტის მოქმედებაზე:

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y = 13,94 \cdot 10^5 / 1354 + 1,39 \cdot 10^5 / 704 = 1226 \text{ ნ/სმ}^2 < R_c = 1300 \text{ ნ/სმ}^2 \text{ (13 მპა).}$$

გრძობის სრული ჩალუნვა განისაზღვრება განაპირა საყრდენებიდან იმ მანძილზე, სადაც მოქმედებს მაქსიმალური მლუნავი მომენტი:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq \frac{1}{200} l,$$

სადაც f_x და f_y სრული ჩალუნვის შემდგენებია და გამოითვლება ფორმულებით:

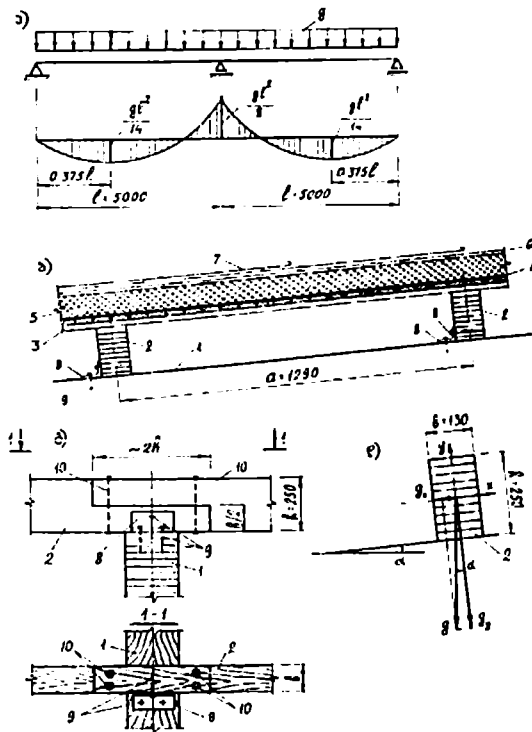
$$f_x = 2,13 \cdot \text{გნ} \cdot (l_n \sin \alpha / 384 \cdot E \cdot J_x = 2,13 \cdot 31,15 \cdot 492^2 \cdot 0,0993 / 384 \cdot 10^6 \cdot 16928 = 0,81 \text{ სმ;}$$

$$f_y = 2,13 \cdot \text{გნ} \cdot (l_n \cos \alpha / 384 \cdot E \cdot J_y = 2,13 \cdot 31,15 \cdot 492^2 \cdot 0,9966 / 384 \cdot 10^6 \cdot 4577 = 0,16 \text{ სმ;}$$

$$\text{მაშინ } f = \sqrt{0,81^2 + 0,16^2} = 0,83 < \frac{1}{200} \cdot 500 = 2,5 \text{ სმ.}$$

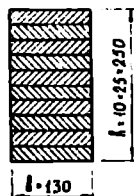
დახრილი ნივნივები გამოიყენება მცირემალაიანი მარტივი ტიპის სახურავის მოსაწყობად (ნახ. 6.7). ასეთი ნივნივები მზადდება ფიცრების, ძელების ან მორებისაგან და განლაგდება ქანობის მიმართულებით. სწორად დაპროექტების შემთხვევაში მათ უგანმზებენო კონსტრუქციების სახე აქვს. ნივნივებში რომ არ აღიძრას განზღუდნი, საჭიროა სანივნივო ფეხის მაურლატზე ან გრძობზე დაყრდნობის სიბრტყე იყოს

ჰორიზონტალური. განზღვევის, რომელიც აღიბრება სანივნივე ფეხში გრძივი ძალების მოქმედებით, თავის თავზე იღებს ჰორიზონტალური რიგელი ან წყვილი შემკრავი.



ნახ. 6.5. უკრელი ორმალიანი ფიციური დაწებული გრძივები: ა, დ - საანგარიშო სქემები; ბ - სახურავის კონსტრუქცია; გ - გრძივი პირაპირი და დაყრდნობა მზიდ კონსტრუქციაზე; 1 - მზიდი კონსტრუქცია; 2 - გრძივი; 3 - ორი ფენა უწყვეტი მუშა ფენილი $\delta = 35$ მმ; 4 - ორთქლიზოლაცია - ერთი ფენა პერგამენტი; 5 - გამათბუნებელი - ორი ფენა ქაფპლასტის ფილები, $\delta = 140$ მმ; 6 - ცემენტის მოჭიკა, $\delta = 20$ მმ; 7 - სამი ფენა რუბეროიდი; 8 - მისაბეგნი კუთხოვანა L70x5; 9 - ლურსმნები 5x100; 10 - კანკიკები $d=20$ მმ, $l = 300$ მმ.

სახურავის ქანობის მიმართულებით მოქმედ შემდეგნს ($g_x = g \cdot \sin \alpha$) გრძივის მზიდ კონსტრუქციაზე დაყრდნობის წერტილებში თავის თავზე იღებს კუთხოვანას გადანაჭერი 75x5, რომელიც მიმაგრებულია მზიდი კონსტრუქციის ზედა სარტყელთან და გრძივთან ლურსმნების ($d = 5$ მმ, $l = 100$ მმ) საშუალებით. გრძივის პირაპირები ეწყობა საყრდენზე განივკვეთის ნახევარზე ჩაკრით. პირაპირის შესაკრავად გამოყენებულია კანკიკები $d = 20$ მმ, $l = 300$ მმ (ნახ.6.5).



ნახ. 6.6. გრძივის განივკვეთი.



ნახ. 6.7. სახურავის დახრილი წივნივები.

მაგალითი 6.3. დასაპროექტებელია ორქანობიანი სახურავის ხის ნივნივი დასასვენებელი სახლის საძილე კორპუსისათვის შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. შენობის სიგანე (მალი) - $l = 12,5$ მ;
2. მანძილი შიდა კონსტრუქციებს შორის (ბიჯი) - $B = 1,0$ მ;
3. შენობის სიგრძე - $L = 50$ მ;
4. შიდა კონსტრუქციის მასალა - ფიჭვი;
5. მერქნის ტენიანობა - $\leq 12\%$;
6. ხის კონსტრუქციების გჯგუფი - A1;
7. ხის მასალის ხარისხი - I, II;
8. სახურავი - ცივი;
9. სახურავის მასალა - დაპროფილებული ფოლადის მოთუთიებული ფენილი მარკით H60-782-0,8;
10. შენობის ცეცხლმდებარეობის ხარისხი - II;
11. შენებლობის ადგილმდებარეობა - ს. ხრეთი, ჭიათურის რაიონი.

1. შენობის კონსტრუქციული სქემის შერჩევა და გეომეტრიული ზომების დადგენა

რადგან შენობა საძილე კორპუსია და შენდება სოფელ ადგილას, მიზანშეწონილია გადახურვისათვის გამოყენებულ იქნეს ხის კონსტრუქციების მარტივი ტიპი - სახურავი ხის ნივნივით. შენობას აქვს ფიბროლითის ფილებით (სისქე 150 მმ) დათბუნებული სხვენი, რომელიც უშუალოდ ეყრდნობა აგურის კედლებს.

შენობა აგურის გრძივი კედლით გაყოფილია ორ თანაბარ ნაწილად (ნახ. 6.8). თითოეული სანივნივე ფეხის ჰორიზონტალური გეგმილის მალი $l = 12,5 / 2 = 6,25$ მ. სახურავის დახრის კუთხე ჰორიზონტთან $\alpha = 25^\circ$, შესაბამისად $\sin \alpha = 0,423$; $\cos \alpha = 0,906$; $\operatorname{tg} \alpha = 0,466$; $\operatorname{ctg} \alpha = 2,146$.

მოლარტყვის ძეღაკები (1) განლაგებულია სანივნივე ფეხზე (2), რომელიც ქვედა ბოლოთი ეყრდნობა მაუერღატს (3), ხოლო ზედა ბოლოთი - გრძივს (4). მაუერღატი დაყრდნობილია გარე კედელზე. სანივნივე ფეხის მალის შესამცირებღად გამოყენებულია ირიბა (5), რომლის ქვედა ბოლო უერთდებღ წოღანას (6), ეს უკანასკნელი თავის მხრივ ეყრდნობღ შუღ კედელს. სანივნივე სისტემის განმზღენის ჭასაქრობად დაყენებულია რიგელი (7). შუღ კედელზე წოღანასღ და გრძივს შორის მოთავსებულია დგარი (8).

წოღანღ და მაუერღატი განთავსებულია ერთ სიბრტყეში. მაუერღატის ღერძი გღდანღცვღებულია კედლის ღერძთან შედარებით 16 სმ-ით. მანძილი მაუერღატის ღერძიღან შიგ კედლის ღერძის ხაზამდე (ნახ.6.9)

$$l = l_0 - 16 = 625 - 16 = 609 \text{ სმ.}$$

ნივნივის სიმაღლე კეხში

$$h = l_0 \operatorname{tg} \alpha = 625 \cdot 0,466 = 291 \text{ სმ.}$$

ირიბას დახრის კუთხე ჰორიზონტთან $\beta = 45^\circ$ ($\sin \beta = \cos \beta = 0,707$).

ირიბასღ და სანივნივე ფეხის ღერძების გღდაკვეთის წერტილის დღშორეღღ დგარის ღერძიღან

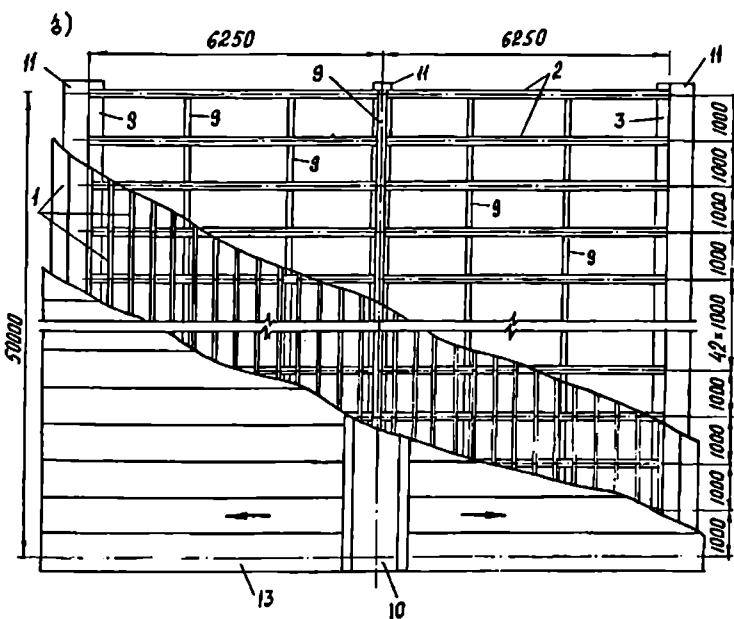
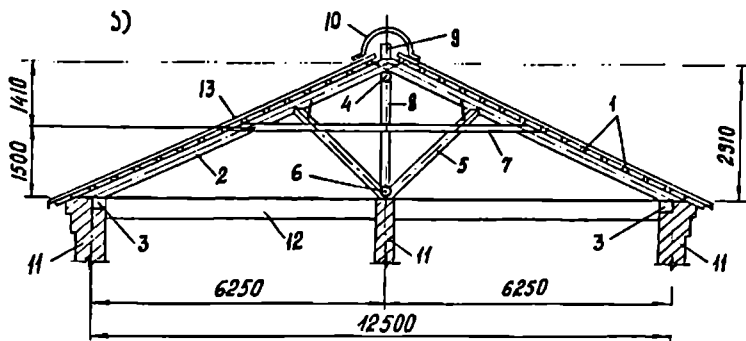
$$l_2 = l_0 / (1 + \operatorname{ctg} \alpha) = 625 / (1 + 2,146) = 199 \text{ სმ.}$$

სანივნივე ფეხის ზედა და ქვედა ნაწიღების სიგრძეები

$$l'_1 = l_1 / \cos \alpha = 410 / 0,906 = 453 \text{ სმ; } l'_2 = 199 / 0,906 = 220 \text{ სმ.}$$

კუთხე ირიბასღ და სანივნივე ფეხს შორის

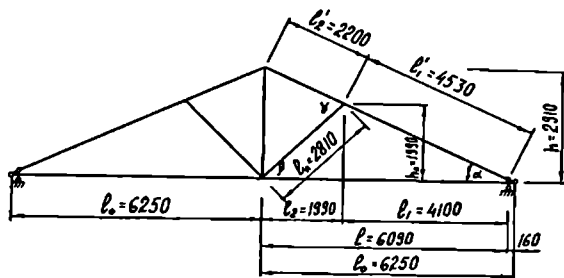
$$\gamma = \alpha + \beta = 25^\circ + 45^\circ = 70^\circ; \quad \sin \gamma = 0,94; \quad \cos \gamma = 0,342.$$



ნახ. 6.8. ა - შენობის განივი კრილი; ბ - გეგმის ფრაგმენტი; 1 - მოლარტყვა 60×60 მმ; სანივნივო ფეხი 125×200 მმ; 3 - მაუერლატი - 200×275 მმ; 4 - გრძივი $d = 150$ მმ; 5 - ირიბა 125×125 მმ; 6 - წოლანა $d = 150$ მმ; 7 - რიგელი 50×88 მმ; 8 - დგარი 125×150 მმ; 9 - ჰორიზონტალური კავშირი 125×150 მმ; 10 - ფოლადის კომპენსატორი $\delta = 1$ მმ; 11 - აგურის კედელი; 12 - სხვენი; 13 - ფოლადის დაპროფილებული ფენილი მარკით H60-782-0.8.

2. დატვირთვები

ბურულის ქვეშ მოლარტყვისათვის გამოყენებულია ფიჭვის ძელები. მათი განივკვეთია 60×60 მმ, რომლებიც დამორებულია ერთმანეთისაგან ქანობის მიმართულებით 500 მმ-ით. მოცემულობის თანახმად სანივნივო ფეხებს შორის მანძილი (ზიჯი) $B = 1,0$ მ.



ნახ. 6.9. სახურავის ნივნივის გეომეტრიული ზომები, მმ-ში.

რადგანაც სახურავის დახრის კუთხე $\alpha < 25^\circ$, ამიტომ ქარის დატვირთვა მხედველობაში არ მიიღება.

თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ს. ხრეთისათვის $S_0 = 2,0 \text{ კნ/მ}^2$ (დანართი, ცხრ. 1). სახურავის ფორმის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი, როცა სახურავის დახრის კუთხე $\alpha \leq 25^\circ$, $\mu = 1$ [3, ცხრ.5].

თოვლის სრული ნორმატიული დატვირთვა

$$S^{\text{ს}} = S_0 \cdot \mu = 2,0 \cdot 1 = 2 \text{ კნ/მ}^2.$$

ნივნივის საკუთარი წონა

$$g_{\text{ს.წ}} = (k \cdot g^{\text{ს}} + S^{\text{ს}}) / [(1000 / K_{\text{ს.წ}} \cdot l) - 1] = (1,1 \cdot 0,146 + 2) / [(1000 / 4 \cdot 12,5) - 1] = 0,114 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც $K_{\text{ს.წ}} = 4$ - საკუთარი წონის კოეფიციენტი (დანართი, ცხრ.18); $g^{\text{ს}} = (0,11 + 0,036) = 0,146 \text{ კნ/მ}^2$ (ცხრილი 6.2).

კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს განსხვავებას სანივნივე ფეხის სიგრძესა და გეგმის შორის, გამოითვლება ფორმულით

$$K = (l_1' + l_2') / l = (4,53 + 2,2) / 6,09 = 1,1.$$

გადახურვაზე მოსული მუდმივ დატვირთვათა სიდიდე მოცემულია 6.2 ცხრილში.

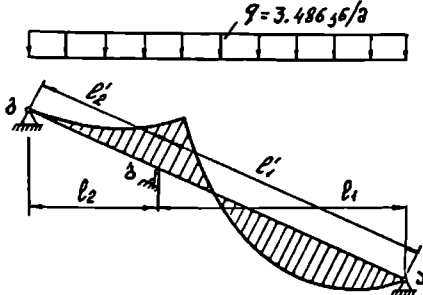
ცხრილი 6.2

№	დატვირთვის სახე	ნორმატიული დატვირთვა, კნ/მ ²	დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი, γ_f	საანგარიშო დატვირთვა, კნ/მ ²
1.	ამუქდნობი დატვირთვა:	0,11 0,036 0,114 ----- 0,26	1,1 1,1 1,1 ----- -----	0,121
	დაპროექტებული ფილადას ფეხილი მძლარეცეა 0,06-0,06-5 / 0,5 საქსეცეა			0,04
	სულ			0,125
	-----			0,286
2.	ხედვითი დატვირთვა: თოვლი	2,0	1,6	3,2
3.	სრული დატვირთვა	2,26	-----	3,486

გადახურვის ნორმატიული საკუთარი წონის ფარდობა თოვლის დატვირთვის ნორმატიულ მნიშვნელობასთან $q^*/S^* = 0,26/2 = 0,13 < 0,8$, ამიტომ ნორმების თანახმად [1, 3.5.7] თოვლის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_r = 1,6$.

3. სანივნივე ფეხის გაანგარიშება

სანივნივე ფეხს ვიხილავთ, როგორც სამ საყრდენზე მდებარე უჭრელ კოქს (ნახ. 6.10). მისთვის საშიშ კვეთს წარმოადგენს ირიბასთან მიბჯენის ადგილი (ბ წერტილი). მლუნავი მომენტი ამ განიკვეთში



$$M_b = [q((l_1^3 + l_2^3) \cdot B) / [8(l_1 + l_2)]] = [3,486(4,1^3 + 1,99^3) \cdot 1] / [8(4,1 + 1,99)] = 5,5 \text{ კმ}.$$

სანივნივე ფეხის განიკვეთის სიგანე დავნიშნოთ $b = 125$ მმ (დანართი, ცხრ.4). მაშინ განიკვეთის საჭირო სიმაღლე

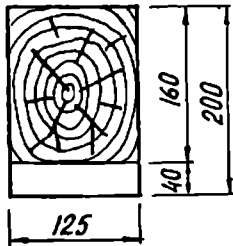
$$h_{სჭ} = \sqrt{\frac{6MR}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 550 \cdot 1,4}{12,5}} = 19,2 \text{ სმ},$$

ნახ. 6.10. სანივნივე ფეხის საანგარიშო სქემა

სადაც $R = 1,4$ კნ/სმ² (14 მპა) არის მასალის

საანგარიშო წინალობა კუმშვაზე (დანართი, ცხრ.7).

დავნიშნოთ სანივნივე ფეხის განიკვეთი $b \times h = 125 \times 200$ მმ (ნახ.6.11).



ნახ. 6.11. სანივნივე ფეხის განიკვეთი.

შესუსტებული განიკვეთის წინალობის მომენტი (ნახ. 6.11; 6.12), როდესაც ჭდობის სიმაღლე „ბ“ კვანძში $h_{ჭ} = 4$ სმ $< 0,25h = 0,24 \cdot 20 = 5$ სმ, გამოითვლება ფორმულით:

$$W_e = bh^2 / 6 = 12,5(20 - 4)^2 / 6 = 533 \text{ სმ}^3. \text{ სიმტკიცის პირობა } \sigma = M / W_e = 550/533 = 1,03 \text{ კნ/სმ}^2 = 10,3 \text{ მპა} < R_e = 14 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ სანივნივე ფეხის ქვედა ნაწილი მალით τ_1 მალში მოქმედ M_1 მლუნავ მომენტზე. M_1 მომენტის გამოთვლისათვის კოქს τ_1 მალით ვიხილავთ, როგორც ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე:

$$M_1 = ql^2 / 8 = 3,486 \cdot 4,1^2 / 8 = 7,32 \text{ კმ} = 732 \text{ კნსმ}.$$

განიკვეთის წინალობის და ინერციის მომენტები:

$$W = bh^2 / 6 = 12,5 \cdot 20^2 / 6 = 833 \text{ სმ}^3;$$

$$J = bh^3 / 12 = 12,5 \cdot 20^3 / 12 = 8333 \text{ სმ}^4 = 8,333 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4.$$

მაგზა

$$\sigma = M_1 / W = 732/833 = 0,88 \text{ კნ/სმ}^2 = 8,8 \text{ მპა} < R_e = 14 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ სანივნივე ფეხი სისისტეზე ფორმულით:

$$f/l^3 = 5 \cdot q^* \cdot l^3 / 384 \cdot E \cdot J_x \cdot \cos \alpha = 5 \cdot 2,26 \cdot 410^3 / 384 \cdot 10^9 \cdot 8333 \cdot 0,906 = 1/372 < [f/l] = 1/200.$$

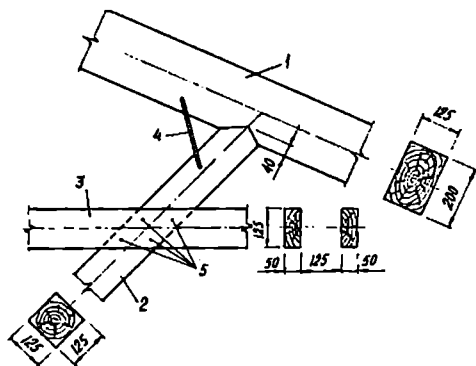
სადაც $E = 10^4$ მპა = 10^9 კგ/მ² = 10^5 კგ/სმ² არის მერქნის დრეკადობის მოდული.

4. ირიბას და რიგელის გაანგარიშება

სანივნივე ფეხის შუალედ საყრდენზე აღძრული რეაქტიული ძალების შეჯგუფებული შექცევითი

$$P = (ql/2) + (M_b/l_1) + (M_c/l_2) = (ql/2) + (M_b/l_1) + (M_c/l_2) = (3,486 \cdot 6,09/2) + (5,5 \cdot 6,09/4,1) + 14,72 \text{ კნ}.$$

ეს ძალვა იშლება ორ შემდგენად - N , რომელიც კუმშავს ირიბას და N_s , რომელიც მიმართულია სანივნივე ფეხის გასცვრივ (ნახ. 6.13).



ნახ. 6.12. ირიბას სანივნივე ფეხთან შეერთების ზ კვანძი: 1 - სანივნივე ფეხი; 2 - ირიბა; 3 - რიგელი; 4 - ჩანგალი $d = 16$ მმ, $l = 300$ მმ; 5 - ლურსმნები $d = 5$ მმ, $l = 150$ მმ.

თუ ვისარგებლებთ სინუსების თეორემით, გვექნება:

$$P \sin \gamma = N / \sin(90 - \alpha) = N_s / \sin(90 - \beta),$$

საიდანაც

$$N = (\cos \alpha / \sin \gamma) \cdot P = (0,906 / 0,94) \cdot 14,72 \text{ კნ} = 14,2 \text{ კნ} = 0,0142 \text{ მგნ};$$

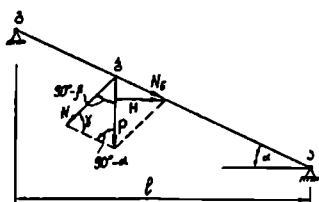
$$N_s = (\cos \beta / \sin \gamma) \cdot P = (0,707 / 0,94) \cdot 14,72 \text{ კნ} = 11,1 \text{ კნ} = 0,011 \text{ მგნ}.$$

ირიბას საანგარიშო სიგრძე $l_0 = l_{\text{კო}} = 281$ სმ = 2,81 მ.

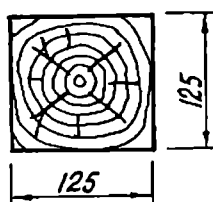
ირიბას განივკვეთის სიმაღლე განისაზღვრება ზღვრული მოქნილობის მიხედვით:

$$\lambda = l_0 / i = l_0 / 0,289h \leq \lambda_{\text{ლ}} = 150, \text{ საიდანაც}$$

$$h = l_0 / 0,289 \cdot \lambda_{\text{ლ}} = 2,81 / 0,289 \cdot 150 = 0,065 \text{ მ}.$$



ნახ. 6.13. ირიბასა და რიგელში მოქმედი ძალების სქემა.



ნახ. 6.14. ირიბას განივკვეთი, მმ-ში.

მივიღოთ ირიბას განივკვეთი $b \times h = 125 \times 125$ მმ (ნახ. 6.14). მისი განივკვეთის ფართობი $A = 156 \text{ სმ}^2 = 0,016 \text{ მ}^2$.

ღეროს მოქნილობა

$$\lambda = l_0 / i = l_0 / 0,289h = 2,81 / 0,289 \cdot 0,125 = 78,$$

შესაბამისი გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი

$$\varphi = 1 - \alpha (\lambda / 100)^2 = 1 - 0,8 (78 / 100)^2 = 0,57.$$

ძაბვა ირიბაში

$$\sigma = N / \varphi A = 0,0142 / 0,51 \cdot 0,016 = 1,74 < R_s = 14 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ ქდობის სიმტკიცის პირობა თელვაზე. ირიბა უერთდება სანიონიო ფეხს ორთოგონალური მუხლური ქდობით (ნახ. 6.12). თელვის კუთხე $\gamma = 70^\circ$. შესაბამისად თელვაზე ფიჭვის მერქნის საანგარიშო წინაღობა

$$R_{\text{თ}} = R_m / \{1 + [(R_m / R_{\text{თ}}) - 1] \cdot \sin^2 \gamma\} = 14 / \{1 + [(14/3) - 1] \cdot 0.94^2\} = 3.4 \text{ მპა.}$$

თელვის ფართობი

$$A_m = 12.5 \cdot 12.5 / 2 = 78 \text{ სმ}^2.$$

ძაბვა

$$\sigma = N / A_m = 0.0142 / 0.0078 = 1.82 < R_{\text{თ}} = 3.4 \text{ მპა.}$$

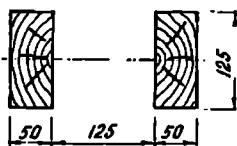
განმზღენი ძალის ჰორიზონტალური შემდგენი (ნახ.6.13) ტოლია

$$H = N \cdot \cos \alpha = 11.1 \cdot 0.906 = 10.1 \text{ კნ} = 0.0101 \text{ მგნ.}$$

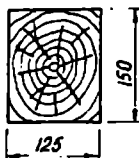
ამ ძალვას თავის თავზე იღებს რიგელი. მას ვაპროექტებთ ორი ფიცრისაგან შედგენილი განიკვეთით 50×125 მმ (ნახ. 6.15), რომლებიც ლურსმნების საშუალებით მიემაგრება სანიონიო ფეხს. გამოყენებულია ლურსმნები, რომელთა დიამეტრია $d = 6$ მმ, სიგრძე $l = 150$ მმ.

ერთჰრადი ლურსმნის ზიდვის უნარი

$$T_L = 4d^2 l = 4 \cdot 0.6^2 \cdot 1.44 = 1.44 \text{ კნ.}$$



ნახ. 6.15. რიგელის განიკვეთი, მმ-ში.



ნახ. 6.16. დეგარის განიკვეთი, მმ-ში.

ლურსმნების საჰირო რაოდენობა

$$n = H / T_L = 10.1 / 1.44 = 7 \text{ ცალი.} \quad \text{ვიღებთ } n = 8 \text{ ცალს.}$$

კვანძის თითოეულ მხარეს ვაყენებთ 4 ცალ ლურსმანს.

რადგანაც რიგელში მოჰქმედი გამჰიმი ძალის სიდიდე მცირეა, ამიტომ მის შემოწმებას ვაჰიშვებთ არ ვახდენთ.

დეგარის განიკვეთის ენიშნავთ კონსტრუქციულად $b \times h = 125 \times 150$ მმ (ნახ. 6.16).

$$A = 12.5 \times 15 = 187.5 \text{ სმ}^2.$$

5. სანიონიო ფეხის გაანგარიშება ცეცხლმდეგობაზე

სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლმდეგობაზე გაანგარიშებისას რეკომენდებულია მხედველობაში იქნეს მიღებული ყველა მუდმივი, ხანგრძლივად მოქმედი დროებითი და ხანმოკლე მოქმედი დატვირთვები გადატვირთვის კოეფიციენტით $\gamma_1 = 1$ (ე.ი. გაანგარიშება ნორმატიულ დატვირთვებზე).

ხის კონსტრუქციების ცეცხლმდეგობაზე გაანგარიშების საფუძვლები და მეცნიერული კვლევის შედეგები მოცემულია ლიტერატურაში [2, 13, 16].

ცეცხლმდეგობაზე გაანგარიშება სანიონიო ფეხის ჰედა ნაწილი მალით $l_1 = 4.1$ მ და განიკვეთით $b \times h = 0.125 \times 0.2$ მ. მასალა - ფიჭვი II ხარისხის. ნორმების თანახმად, გადახურვის ნიონივების ცეცხლმდეგობის ზღვარია 0.75 სთ [16, დანართი 5].

მლუნავი მომენტი მალის ზუაში

$$M_1 = q^b \cdot l_1^2 / 8 = 2.26 \cdot 4.1^2 / 8 = 4.75 \text{ კნმ} = 475 \text{ კნსმ.}$$

მაჰსიმალური განივი ძალა საყრდენზე

$$Q = q^{\cdot} \cdot l_1 / 2 = 2,26 \cdot 4,1 / 2 = 4,63 \text{ კნ.}$$

განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$h_b / b = 20 / 12,5 = 1,6;$$

$$W_n = b h_b^2 / 6 = 12,5 \cdot 20^2 / 6 = 833 \text{ სმ}^3.$$

დანახშირების ზღვრული სიდიდე განისაზღვრება პირობიდან (ცეცხლი მოქმედებს ოთხი მხრიდან)

$$\eta_{\text{კ}} = M / W_n \cdot R_{f_m} = 47 / 833 \cdot 26 = 0,022,$$

სადაც $R_{f_m} = 26$ მპა მერქნის საანგარიშო წინაღობაა ლუნვაზე ცეცხლმდეგობაზე გაანგარიშებისათვის [16, დანართი 6].

გრაფიკიდან [16, დანართი 8.3] ნათელია, რომ, როცა $h/b = 1,6$; $\eta_{\text{კ}}$ - ის მიღებული მნიშვნელობა დანახშირების ზღვრული სიდიდის გარეთაა (მას გრაფიკზე შესაბამემა წყვეტილ-წერტილოვანი ხაზი) და ამიტომ შემდეგში ვღებულობთ, რომ დანახშირების სისქე $d_u \leq b/4 = 12,5/4 = 3,12$ სმ.

კოკის ლუნვის ბრტყელი ფორმის მდგრადობის შესამოწმებლად ლუნვაზე ვღებულობთ, რომ, როცა $d_u = 3,12$ სმ და $d/h = 3,12/20 = 0,16$, მაშინ $\eta_{\text{კ}} = 0,17$.

კოკის ლუნვის ბრტყელი ფორმის მდგრადობის შემოწმებას ვახდენთ ნორმების შესაბამისად [1, 3.4.14] საანგარიშო ფორმულებში დანახშირებული განივკვეთის ზომების ჩასმით:

$$b_f = b - 2d_u = 12,5 - 2 \cdot 3,12 = 6,26 \text{ სმ,}$$

$$h_f = h_b - 2d_u = 20 - 2 \cdot 3,12 = 13,76 \text{ სმ.}$$

მლუნავი მომენტის ეპიურის ფორმაზე დამოკიდებული კოეფიციენტი $K_{\text{ფ}} = 1,13$ [1, დანართი 4, ცხრ.2]; მანძილი ჰორიზონტალურ კავშირებს შორის $l_s = 4,1$ მ (ნივნივები დამაგრებულია საყრდენებზე, ხოლო მოლარტყვას მხედველობაში არ მიიღება, რადგანაც ხანძრის შემთხვევაში ისინი სწრაფად გამოდიან წყობიდან), მაშინ კოეფიციენტი φ_M ტოლი იქნება [1, ფორმ.23]

$$\varphi_M = 140 \cdot b_f^2 \cdot K_{\text{ფ}} / l_s \cdot h_f = 140 \cdot 6,26^2 \cdot 1,13 / 410 \cdot 13,76 = 1,1$$

და შესაბამისად ძაბვა [1, ფორმ.22]

$$\sigma = M / \varphi_M \cdot W_n \cdot \eta_{\text{კ}} = 475 / 1,1 \cdot 833 \cdot 0,17 = 3,05 \text{ კნ / სმ}^2 = 30,5 \text{ მპა} > R_{f_m} = 26 \text{ მპა,}$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ კოკის ლუნვის ბრტყელი ფორმის მდგრადობა არ არის უზრუნველყოფილი. ამიტომ საჭიროა გავზარდოთ სანივნივე ფეხის განივკვეთი ან დავამატოთ ჰორიზონტალური კავშირები. ვირჩევთ მეორე გზას. დავამაგროთ სანივნივე ფეხი ყოველ $l_1/2 = 4,1/2 = 2,05$ მ-ზე, მაშინ

$$\varphi_M = 140 \cdot 6,26^2 \cdot 1,13 / 205 \cdot 13,76 = 2,2.$$

ძაბვა

$$\sigma = M / \varphi_M \cdot W_n \cdot \eta_{\text{კ}} = 475 / 2,2 \cdot 833 \cdot 0,17 = 1,52 \text{ კნ/სმ}^2 = 15,2 \text{ მპა} > R_{f_m} = 26 \text{ მპა.}$$

შევამოწმოთ სიმტკიცის პირობა ახლეთაზე.

განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები საყრდენზე ისეთივეა, როგორც მაღლი:

$$b_s = 12,5 \text{ სმ}; \quad h_s = 20 \text{ სმ}; \quad d_u/h_s = 3,12/20 = 0,16;$$

$$S_s = b_s \cdot h_s^2 / 8 = 12,5 \cdot 20^2 / 8 = 625 \text{ სმ}^3; \quad J_s = b_s \cdot h_s^3 / 12 = 12,5 \cdot 20^3 / 12 = 8333 \text{ სმ}^4.$$

როცა $h_s / b_s = 20/12,5 = 1,6$ და $d_u/h_s = 0,16$, გრაფიკებიდან [1, ფორმ.23] ვპოულობთ

$$\eta_{\text{კ}} = 0,18 \text{ და } \eta_{\text{კ}} = 0,13.$$

დანახშირების ზღვრული სიმაღლე (სისქე) განისაზღვრება ახლეთაზე სიმტკიცის პირობიდან [17, ფორმ.44]:

$$\eta_{\text{კ}} \cdot Q \cdot S_s / [\eta_{\text{კ}} \cdot J_s (b_s - 2 \cdot d_u)] = R_{f_{qs}}$$

ჩავსვათ მნიშვნელობები და გვექნება:

$$0,18 \cdot 4,63 \cdot 625 / [0,13 \cdot 8333 (12,5 - 2 \cdot 3,12)] = 0,08 \text{ კნ/სმ}^2 = 0,8 \text{ მპა} < R_{f_{qs}} = 3,2 \text{ მპა} [16, დანართი 6].$$

ცეცხლმდეგობის ზღვარი გაანგარიშდება ფორმულით

$$\Pi = \tau_f + d_u / V,$$

სადაც V არის დანახშირების სიჩქარე [16, ცხრ.4]. მთლიანკვეთიანი ფიჭვის ელემენტებისათვის, როცა განივკვეთის სიგანე $b > 120$ მმ, $V = 0,8$ მმ/წთ; τ_f - დრო ცეცხლის მოქმედების დაწყებიდან მერქნის აალებამდე [16, დანართი 7]. ცეცხლდაცვის გარეშე და ანტიპირენებით გაუღწევთისას $\tau_f = 4$ წთ; d_u - დანახშირების ზღვრული სიღრმე (სისქე).

$$\Pi = 4 + 31,2 / 0,8 = 43 \text{ წთ} = 0,72 \text{ სთ} < [\Pi] = 0,75 \text{ სთ.}$$

ცეცხლმდეგობის თვალსაზრისით სანივნივე ფეხი არ აკმაყოფილებს ნორმების მოთხოვნებს, ამიტომ საჭიროა გავზარდოთ განივკვეთის სიგანე ან მივმართოთ ცეცხლდაცვის რაიმე სხვა ღონისძიებას. ვირჩევთ მეორე გზას. სანივნივე ფეხი დავფაროთ $B\Pi D$ მარკის აფუბადი ლაქით, მაშინ $\tau_f = 8$ წთ [16, დანართი 7] და ცეცხლმდეგობის ზღვარი

$$\Pi = 8 + 31,2 / 0,8 = 47 \text{ წთ} = 0,78 \text{ სთ} < [\Pi] = 0,75 \text{ სთ.}$$

მაგალითი 6.4. დასაგეგმარებელია მართკუთხა განივკვეთის სახურავის დახრილი ხის ნივნივის ფეხი, ბურული - აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფურცლები (შიფერი). ნივნივებს შორის ბიჯი $B = 1,2$ მ, ნივნივის მალი $l = 4,5$ მ. სახურავის დახრის კუთხე ჰორიზონტის მიმართ $\alpha = 30^\circ$ (ნახ. 6.17). მასალა - II ხარისხის ფიჭვის მერქანი, რომლის საანგარიშო წინაღობა $R_x = R_c = R_m = 13$ მპა = 1300 ნ/სმ². დრეკადობის მოდული $E = 10\,000$ მპა = $10 \cdot 10^6$ ნ/სმ². ზღვრული ფარდობითი ჩაღუნვა $f/l_0 = 1/200$ (დანართი 14). მშენებლობის ადგილი - ქ. ონი.

სახურავის ჰორიზონტალური პროექციის 1 მ²-ზე ბურულის, მოლარტყვისა და ნივნივების საკუთარი წონისაგან ნორმატიული მუდმივი დატვირთვა მივიღოთ $g^b = 0,32$ კნ/მ², დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი მუდმივი დატვირთვისათვის $\gamma_f = 1,1$, დროებითი ნორმატიული დატვირთვა თოვლისაგან $S_0 = 0,7$ კნ/მ² (დანართი 1).

$$G_s^b / S_0 = 0,32 / 0,7 = 0,46 < 0,8, \text{ ამიტომ } \gamma_f = 1,6 \text{ [3, 3.5.7]. თუ } G_s^b / S_0 > 0,8, \text{ მაშინ } \gamma_f = 1,4.$$

თითოეულ ნივნივის ფეხზე მოდის სატვირთე ფართობი, სიგრძით $l = 4,5$ მ და სიგანით $l_1 = 1,2$ მ (ნახ.6.17).

ნივნივის ფეხის ერთ გრძივ მეტრზე მოსული დატვირთვები:

ნორმატიული

$$g^b = (g^b + S_0) \cdot B \cdot \cos \alpha = (0,32 + 0,7) \cdot 1,2 \cdot 0,866 = 1,06 \text{ კნ/მ;}$$

საანგარიშო

$$g^b = (g^b \cdot \gamma_f + S_0 \cdot \gamma_f) \cdot B \cdot \cos \alpha = (0,32 \cdot 1,1 + 0,7 \cdot 1,6) \cdot 1,2 \cdot 0,866 = 1,53 \text{ კნ/მ,}$$

სადაც $\cos \alpha = \cos 30^\circ = 0,866$; $B = 1,2$ მ - ბიჯი ნივნივის ფეხებს შორის.

ნივნივის ფეხი მუშაობს, როგორც დახრილი კოჭი, დაყრდნობილი კეხისა და საკედლე (მაუერლატი) გრძივებზე.

საანგარიშო დატვირთვების შემდგენები (ნახ. 6.18, ბ,გ):

$$g_x = g^b \cdot \sin \alpha = 1,53 \cdot 0,5 = 0,765 \text{ კნ/მ;}$$

$$g_y = g^b \cdot \cos \alpha = 1,53 \cdot 0,866 = 1,32 \text{ კნ/მ.}$$

სადაც $\sin \alpha = \sin 30^\circ = 0,5$.

საანგარიშო მლუნავი მომენტი

$$M_{adj} = g_y \cdot l_0 / 8 = 1,32 \cdot 5,196^2 / 8 = 4,45 \text{ კნმ} = 445\,000 \text{ ნსმ,}$$

სადაც $l_0 = l / \cos \alpha = 4,5 / 0,866 = 5,196$ მ - ნივნივის ფეხის საანგარიშო სიგრძე.

საანგარიშო გრძივი ძალა

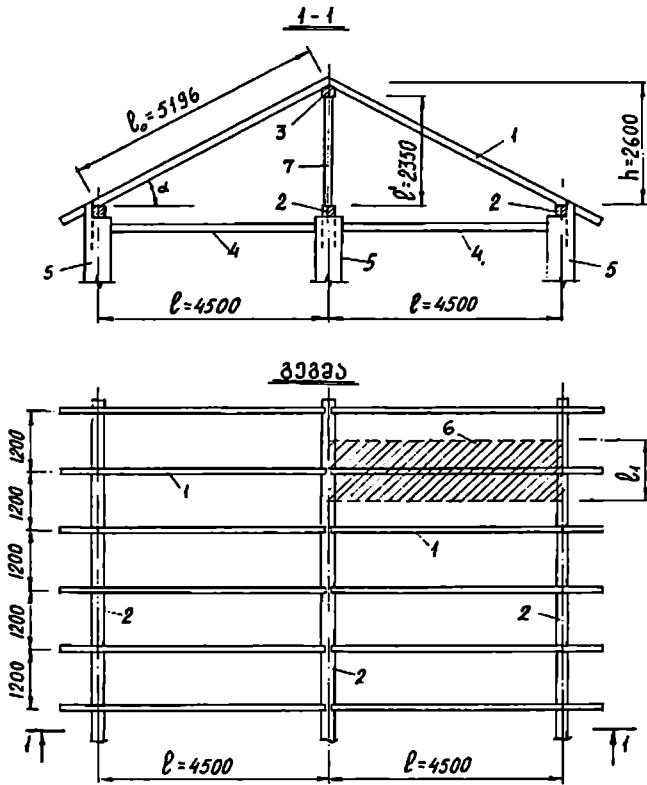
$$N = g_x \cdot l_0 / 2 = 0,765 \cdot 5,196 / 2 = 1,99 \text{ კნ} = 1990 \text{ ნ.}$$

სიმტკიცის პირობას აქვს სახე:

$$\sigma_{adj} = N / A_s + M_{adj} / W_s \leq R,$$

სადაც A_s და W_s - განივკვეთის ნეტო ფართობი და წინაღობის მომენტი.

ჩვესვათ მნიშვნელობები და მივიღებთ:
 $1990/A_6 + 445000/W_6 \leq R = 1300 \text{ ნ/სმ}^2$.



ნახ. 6.17. შენობის გადახურვის განივი კრილი და გეგმის ფრაგმენტი: 1 - ნივნივი; 2 - მაურლატი; 3 - კეხის გრძივი; 4 - სასხვენო გადახურვა; 5 - მზიდი კედლები; 6 - ნივნივზე მოსული სატვირთო ფართობი; 7 - დგარი (ზომები მოცემულია მმ-ში).

ამ უტოლობის მარცხენა ნაწილის პირველი შესაკრები რიცხობრივად ნაკლებია მეორესთან შედარებით. მართლაც, მეორე შესაკრების მრიცხველი დაახლოებით 200-ჯერ მეტია პირველზე, ხოლო მნიშვნელების თანაფარდობა

$$W_6/A_6 = (b \cdot h^2/6) / b \cdot h = h/6,$$

ე.ი. მართულება განიკვეთის ხის ელემენტების ხშირად გამოყენებული განიკვეთებისათვის წინაღობის მომენტის W მნიშვნელობა რიცხობრივად 25-50-ჯერ ნაკლებია განიკვეთის ფართობის (A) მნიშვნელობაზე. ამიტომ განიკვეთის შერჩევა უნდა მოხდეს მეორე შესაკრების მიხედვით (გარკვეული მარაგით):

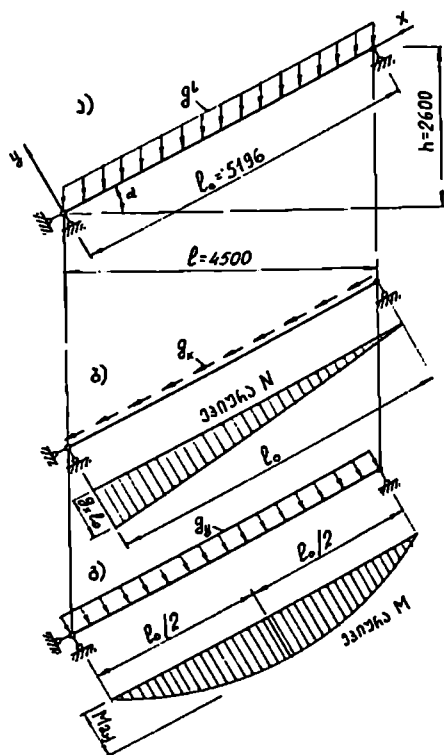
$$445\,000/W_6 \leq 1300.$$

აქედან გამოეთვალათ საჭირო წინაღობის მომენტი:

$$W_6 = 445\,000/1300 = 342 \text{ სმ}^3.$$

სორტამენტის მიხედვით შევარჩიოთ ნივნივის ფეხის განივკვეთი მთლიანკვეთიანი $b \times h = 10 \times 15$ სმ ძელისაგან რომლის გეომეტრიული მახასიათებლებია:

$$W_x = bh^2/6 = 10 \cdot 15^2/6 = 375 \text{ სმ}^3; \quad A = bh = 10 \cdot 15 = 150 \text{ სმ}^2.$$



ნახ. 6.18. სანივნივო ფეხის საანგარიშო სქემები.

$$\sigma_{აქ} = 1990/150 + 445000/375 = 1200 \text{ ნ/სმ}^2 < R = 1300 \text{ ნ/სმ}^2.$$

როგორც ვხედავთ, გრძივი ძალის გაელუნა ჯამურ ძაბვაზე ნივნივის ფეხში უმნიშვნელოა ($13,3 \ll 1186,7$), ამიტომ როდესაც სახურავის დახრის კუთხე $\alpha \leq 35^\circ$, მაშინ გაანგარიშებებში დასაშვებია მხედველობაში არ იქნეს მიღებული გრძივი ძალის (გ.) მოქმედება.

გვიანგარიშით მიღებული განივკვეთი სიხისტეზე.

ნორმატიული თანაბარგანაწილებული განივი დატვირთვის ინტენსიურობა

$$g_n = g_y \cos \alpha = 1.32 \cdot 0.866 = 1,143 \text{ კნ/მ} = 1143 \text{ ნ/მ} = 11,43 \text{ ნ/სმ}.$$

ზღვრული ფარდობითი ჩალუნვა

$$f/l_0 = 5 \cdot g_n \cdot l_0^3 / 384 \cdot E \cdot J_x = 5 \cdot 11,43 \cdot 519,6^3 / 384 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 2813 = 1/135 > [f/l_0] = 1/200,$$

სადაც $J_x = bh^3/12 = 10 \cdot 15^3/12 = 2813 \text{ სმ}^4$.

სიხისტე არასაკმარისია, ამიტომ აუცილებელია გავზარდოთ ნივნივის ფეხის ინერციის მომენტი სულ მცირე $200/135 = 1,48$ -ჯერ:

$$J'_x = J_x \cdot 1,48 = 2813 \cdot 1,48 = 4163 \text{ სმ}^4.$$

ნივნივის ფეხის განივკვეთის სიგანე იგივე $b = 10$ სმ დავტოვოთ და გამოვთვალოთ განივკვეთის საკირო

სიმაღლე სიხისტის პირობიდან გამომდინარე:

$$b \cdot h^3/12 = J'_x, \quad h_{საქ} = \sqrt[3]{\frac{12J'_x}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 4163}{10}} = 17,1 \text{ სმ};$$

სორტამენტის გათვალისწინებით მივიღოთ $h = 17,5$ სმ, ე.ი. საბოლოოდ ნივნივის ფეხის ზომებია $b \times h = 10 \times 17,5$ სმ (ნახ. 6.19).

ინერციის მომენტი

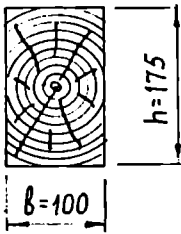
$$J_{x1} = bh^3/12 = 10 \cdot 17,5^3/12 = 4466 \text{ სმ}^4.$$

ზღვრული ფარდობითი ჩალუნვა

$$f/l_0 = 5 \cdot g_n \cdot l_0^3 / 384 \cdot E \cdot J_{x1} = 5 \cdot 11,43 \cdot 519,6^3 / 384 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 4466 = 1/214 < [f/l_0] = 1/200.$$

სიხისტის პირობა დაკმაყოფილებულია.

სანივნივე ფეხის მაუერლატზე დაყრდნობის კონსტრუქცია ასახულია 6.20 ნახაზზე, ხოლო კეხის კვანძის კონსტრუქცია 6.21 ნახაზზე.

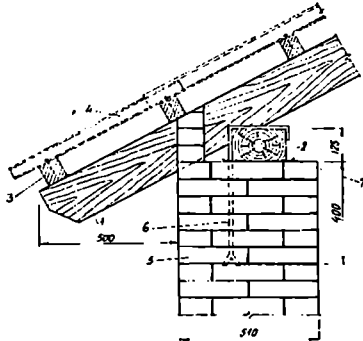


ნახ. 6.19. წივნივის ფეხის განიკვეთი, მმ-ში.

გავიანგარიშოთ დგარი. დგარის გეომეტრიული სიგრძე l^1 ტოლია მისი საანგარიშო სიგრძისა $l^0 = l^1 = 2,35$ მ, რადგანაც იგი განგარიშდება, როგორც ცენტრალურად შეკუმშული, ორივე ბოლოთი სახსროვნად დაყრდნობილი ღერო (ნახ. 6.22). მასზე მოქმედებს წივნივის ფეხებიდან გადაცემული რეაქციის ძალები:

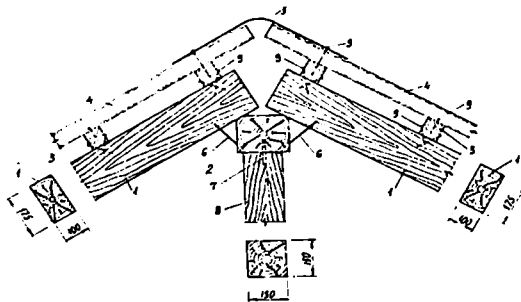
$$P = 2R = 2 \cdot 6^t \cdot l/2 = 2 \cdot 1,53 \cdot 4,5/2 = 6,89 \text{ კნ} = 6890 \text{ ნ.}$$

დავუშვათ, მოქნილობა $\lambda = 80$. შესაბამისად გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი $\varphi = 3000/80^2 = 0,47$ (რადგანაც $\lambda > 70$).



ნახ. 6.20. საყრდენი კვანძის კონსტრუქცია: 1 - წივნივის ფეხი; 2 - მაუერლატი 125×200 მმ; 3 - მოლარტყვა 75×75 მმ; 4 - აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფურცლები; 5 - კედელი; 6 - ლითონის სამაგრი (ანკერი) $d = 20$ მმ, $l = 800$ მმ; 7 - ჰიდროიზოლაცია.

ნახ. 6.21. კეხის კვანძის კონსტრუქცია: 1 - წივნივის ფეხი; 2 - კეხის გრძივი 150×200 მმ; 3 - მოლარტყვა 75×75 მმ; 4 - აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფურცლები; 5 - აზბესტცემენტის ფურცლის ზედი; 6 - კავი; 7 - მანკვალი; 8 - დგარი; 9 - ლურსმნები.



ნახ. 6.21. კეხის კვანძის კონსტრუქცია: 1 - წივნივის ფეხი; 2 - კეხის გრძივი 150×200 მმ; 3 - მოლარტყვა 75×75 მმ; 4 - აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფურცლები; 5 - აზბესტცემენტის ფურცლის ზედი; 6 - კავი; 7 - მანკვალი; 8 - დგარი; 9 - ლურსმნები.

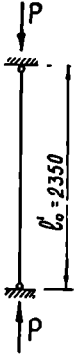
როცა განივკვეთის ზომები მეტია 13 სმ-ზე, მერქნის საანგარიშო წინაღობა $R_s = 15 \text{ მპა} = 1500 \text{ ნ/სმ}^2$.

განივკვეთის საჭირო ფართობი

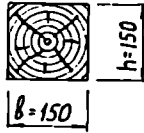
$$A_{საყ} = P / \varphi R_s = 6890 / 0,47 \cdot 1500 = 9,8 \text{ სმ}^2.$$

კვადრატული განივკვეთის დგარის საჭირო ზომები

$$b_{საყ} = h_{საყ} = \sqrt{9,8} = 3,13 \text{ სმ}.$$



გამოვიანგარიშოთ დგარის



ნახ. 6.23. დგარის განივკვეთი სმ-ში.

განივკვეთის საჭირო ზომები ღეროს მოქნილობის პირობიდან გამომდინარე. შეკუმშული ხის ელემენტების ზღვრული მოქნილობა $\lambda = 120$ (დანართი, ცხრ.15). შესაბამისად $\lambda = l_0 / r$, აქედან $r = l_0 / \lambda = 2350 / 120 = 1,96 \text{ სმ}$; $r = 0,289 h_{საყ}$, $h_{საყ} = b_{საყ} = 1,96 / 0,289 = 6,8 \text{ სმ}$.

კონსტრუქციული მოსაზრებით მივიღოთ დგარის განივკვეთის ზომები (ნახ. 6.23) $h \times b = 15 \times 15 \text{ სმ}$ (დანართი, ცხრ.4).

ნახ.6.22. დგარის საანგარიშო სქემა.

შევამოწმოთ დანიშნული განივკვეთი სიმტკიცეზე. განივკვეთის ფართობი $A = h \times b = 15 \times 15 = 225 \text{ სმ}^2$; ინერციის რადიუსი $r = 0,289 \times 15 = 4,3 \text{ სმ}$; მოქნილობა $\lambda = l_0 / r = 234 / 4,3 = 55 < 70$; გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი $\varphi = 1 - 0,8 / (\lambda / 100)^2 = 1 - 0,8 (55 / 100)^2 = 0,76$.

ძაბვა

$$\sigma = P / \varphi A = 6890 / 0,76 \times 225 = 40 < R_s = 1500 \text{ ნ/სმ}^2.$$

დგარის შიდა კედელზე დაყრდნობის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 6.24 ნახაზზე.

ნახ. 6.24. დგარის შიდა კედელზე დაყრდნობის კონსტრუქცია: 1 - დგარი;

- 2 - მაუერლატი; 3 - შიდა კედელი; 4 - ლითონის სამაგრი (ანკერი)
 $d = 20 \text{ მმ}$, $l = 1300 \text{ მმ}$; 5 - მანქვალი; 6 - ჰიდროიზოლაცია; 7 - კავი.

6.6. მთლიანკვეთიანი ხის კოჭები

მთლიანკვეთიანი კოჭი ცალკე ბელია, წიბოზე დაყრდნობილი სქელი ფიცარი (ფიცრები) ან მოარშიებული მორი, რომლებსაც აქვს საჭირო გეომეტრიული ზომები. დახერხილი მასალის ზომების შეზღუდვის გამო ხის მთლიანკვეთიანი კოჭები გამოიყენება 6 მ-მდე მალეზში და ზოგჯერ არა უმეტეს 3 მ. ისინი სართულშუა და სასხვერო გადახურვებისა და სამუშაო ბაქნების კონსტრუქციათა შიდა ელემენტებია, ძირითადად ლუნვაზე მუშაობენ და იტანენ თანაბარგანაწილებულ დატვირთვას, რომელშიც შედის გადახურვის (სახურავის) ყველა ელემენტის საკუთარი წონა და დროებითი დატვირთვა.

საცხოვრებელი სახლების გადახურვებში ხის კოჭის გამოყენება ყველაზე ეკონომიური ვარიანტია. ის მსუბუქია, ადვილია მისი დამზადება და მონტაჟი, აქვს დაბალი

თბოგამტარობა, რაც გამოორიცხავს სხვენში ხის ელემენტებზე არასასურველი წყლის წვეთების გაჩენას, იაფია ლითონის პროფილებთან შედარებით, ხელმისაწვდომია, ჭედვადია, თუმცა საჭიროებს ანტიპირენებითა და ანტისეპტიკებით დამუშავებას ლპობისა და ხანძრისადმი მედეგობის ასამაღლებლად.

გადახურვის ხის კოჭების თანამედროვე ვარიანტებია: მთლიანკვეთიანი, დაწებებული და ორტესებრი. კოჭის ოპტიმალური მალაია 2,5-4 მ, განივკვეთი მართკუთხაა, გვერდების თანაფარდობით 1:1,4. კედელში კოჭის ბოლოები ჩამოეყრდნობა არანაკლებ 12 სმ და შეიფუთება ჰიდროსაიზოლაციო მასალით, გარდა ტორსისა. შესაძლებელია კოჭის ჩამოყრდნობა კედელში ჩამაგრებულ ანკერზე.

სართულშუა გადახურვის კოჭებზე მოსული მუდმივი დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა 1,9-2,2 კნ/მ² აიღება, ხოლო დროებითისა (საექსპლუატაციოსი) – 2,0 კნ/მ². კოჭებს შორის დაშორება (ბიჯი) უმჯობესია შენობის კარკასის სვეტებს შორის დაშორების შესაბამისად ავიღოთ.

დანართში მოცემულია სართულშუა გადახურვის მთლიანკვეთიანი ხის კოჭების განივკვეთები ბიჯის, მალისა და დატვირთვების გათვალისწინებით (დანართი, ცხრ.20; 21), აგრეთვე სართულშუა და სასხვენო გადახურვების ხის კოჭების მაქსიმალური მალეები განივკვეთის ზომებზე და ბიჯზე დამოკიდებულობით (დანართი, ცხრ.22). განივკვეთის ზომები აღებულია დახერხილი ხის მასალის სორტამენტის შესაბამისად (დანართი, ცხრ.4).

კოჭის დაპროექტება ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. მოქმედი დატვირთვების შესაბამისად გამოითვლება კოჭზე მოქმედი თანაბარ-განაწილებული ნორმატიული და საანგარიშო მნიშვნელობები;
2. განისაზღვრება კოჭის მალში მოქმედი მლუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა;
3. მლუნავი მომენტის და მასალის საანგარიშო წინაღობის მიხედვით გამოითვლება განივკვეთის საჭირო წინაღობის მომენტი $W_{საჭ}$ ფორმულით:

$$W_{საჭ} = M_{აქ} / R_{ე}, \quad (6.11)$$

სადაც $M_{აქ}$ არის მაქსიმალური მლუნავი მომენტი; $R_{ე}$ - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ღუნვაზე;

4. $W_{საჭ}$ - ს მიხედვით შეირჩევა კოჭის განივკვეთის ზომები;

5. განისაზღვრება კოჭის დანიშნული განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები: ფართობი A , წინაღობის მომენტი W და ინერციის მომენტი J ;

6. მოხდება კოჭის მზიდუნარიანობაზე შემოწმება ნორმალურ ძაბვებზე ღუნვისას (სიმტკიცეზე შემოწმება) ფორმულით:

$$\sigma = M / W \leq R_{ე}; \quad (6.12)$$

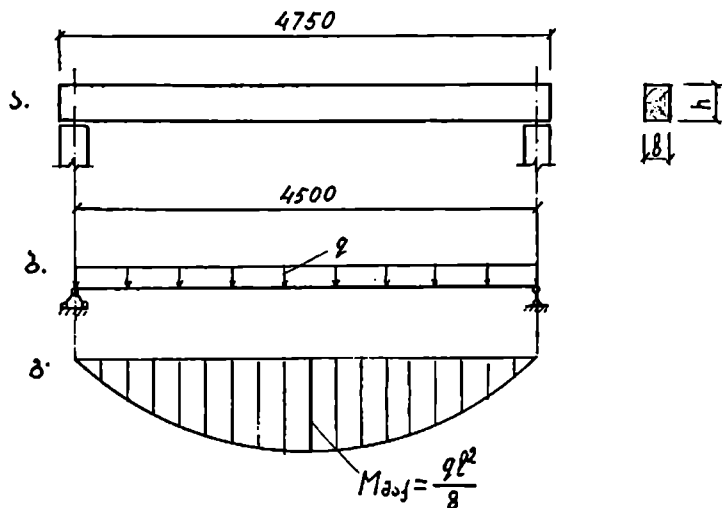
7. შესრულდება კოჭის ჩაღუნვაზე (სიხისტეზე) შემოწმება ფორმულით:

$$f / l = 5 \cdot q^6 \cdot [3/384 \cdot E \cdot J = [f / l], \quad (6.13)$$

სადაც f / l არის ფარდობითი ჩაღუნვა; l - კოჭის მალი; E - მერქნის დრეკადობის მოდული; J - განივკვეთის ინერციის მომენტი; $[f / l]$ - ფარდობითი ჩაღუნვის დასაშვები მნიშვნელობა.

მთლიანკვეთიანი ხის კოჭის შემოწმება ძვრის ძაბვებზე (ამხლეჩ ძაბვებზე) აუცილებელი არ არის მათი სიმცირის გამო.

მაგალითი 6.4. გასაანგარიშებელია სართულშუა გადახურვის მართკუთხა განივკვეთის ფიქვის ხის კოჭი (ნახ. 6.25), რომლის სიგრძეა 4,75 მ. კოჭებს შორის დაშორება (ბოჯი) $B = 2$ მ. კოჭი ორივე ბოლოთი დაყრდნობილია 25 სმ სისქის აგურის კედლებზე. კოჭის საანგარიშო მალაია $l = 4,5$ მ. კონსტრუქციის დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 0,95$. საექსპლუატაციო პირობების ჯგუფი - A2. გადახურვისაგან გადმოცემული დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა $q^b = 400$ კგ/მ² = 4 კნ/მ². მასალის ხარისხი - II.



ნახ. 6.25. მთლიანკვეთიანი ხის კოჭი: ა- კოჭი; ბ- საანგარიშო სქემა; გ- მლუნავი მომენტის ეპიურა, ზომები მმ-ში.

1. დატვირთვის განსაზღვრა. კოჭის საკუთარი წონის გამოსათვლელად დავუშვათ, რომ განივკვეთის ზომებია $b \times h = 0,15 \times 0,25$ მ, მაშინ

$$P = b \cdot h \cdot l \cdot \rho = 0,15 \cdot 0,25 \cdot 4,5 \cdot 500 = 84 \text{ კგ} = 0,84 \text{ კნ.}$$

კოჭის 1 გრძივ მეტრზე მოქმედი თანაბარგანაწილებული ნორმატიული დატვირთვა

$$q^b = (B \cdot q^b + P^b_{კო}) / l = (2 \cdot 400 + 84) / 4,5 = 196 \text{ კგ/მ} = 1,96 \text{ კნ/მ.}$$

საანგარიშო დატვირთვა

$$q^s = q^b \cdot \gamma_n = 196 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 223 \text{ კგ/მ} = 2,23 \text{ კნ/მ,}$$

სადაც $\gamma_n = 0,95$ არის კონსტრუქციის დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი;

$\gamma = 1,2$ - დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი [1].

2. გამოთვალეთ მაქსიმალური მლუნავი მომენტი

$$M = q^s \cdot l^2 / 8 = 2,23 \cdot 4,5^2 / 8 = 5,64 \text{ კნმ} = 564 \text{ კსმ.}$$

საჭირო წინაღობის მომენტი

$$W_{სა} = M / R_c = 564 / 1,4 = 403 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $R_c = 14$ მპა = 140 კგ/სმ² [დანართი, ცხრ.7].

ავიოლოთ კოჭის განივკვეთი $b \times h = 0,12,5 \times 17,5$ სმ.

განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

წინაღობის მომენტი

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 12,5 \cdot 17,5^2 / 6 = 638 \text{ სმ}^3 = 0,000638 \text{ მ}^3.$$

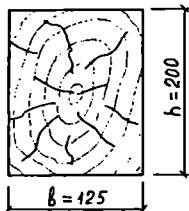
ინერციის მომენტი

$$J = b \cdot h^3 / 12 = 12,5 \cdot 17,5^3 / 12 = 5583 \text{ სმ}^4 = 5,58 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4.$$

სიმტკიცეზე შემოწმება

$$\sigma = M/W = 564/638 = 0,88 \text{ კნ/სმ}^2 = 8,8 \text{ მპა} < R_c = 14 \text{ მპა}.$$

პირობა დაკმაყოფილებულია.



ნახ. 6.26. კოჭის განიკვეთი, მმ-ში.

სიხისტეზე შემოწმება

$$f/l = 5 \cdot q^6 \cdot l^3 / 384 \cdot E \cdot J = 5 \cdot 0,0196 \cdot 450^3 / 384 \cdot 1000 \cdot 5583 = 1/240 > [f/l] = 1/250,$$

სადაც $E = 10^4$ მპა = 1000 კნ/სმ² - მერქნის დრეკადობის მოდული.

პირობა არ არის დაკმაყოფილებული. გავზარდოთ განიკვეთის სიმაღლე და მივიღოთ განიკვეთის ზომები $b \times h = 12,5 \times 20$ სმ.

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 12,5 \cdot 20^2 / 6 = 833 \text{ სმ}^3;$$

$$J = b \cdot h^3 / 12 = 12,5 \cdot 20^3 / 12 = 8333 \text{ სმ}^4;$$

$$f/l = 5 \cdot 0,0196 \cdot 450^3 / 384 \cdot 1000 \cdot 8333 = 1/358 < [f/l] = 1/250.$$

პირობა დაკმაყოფილებულია. საბოლოოდ კოჭის განიკვეთის ვიდეო

$b \times h = 125 \times 200$ მმ (ნახ. 6.26).

6.7. ხის შედგენილი კოჭები

ხის შედგენილი კოჭი ეწოდება ორი ან მეტი ელემენტისაგან დამზადებულ კონსტრუქციას, რომელიც განიცდის ღუნვაზე მუშაობს. მასალად გამოიყენება ძელი, ფიცარი, ფანერი, მოარშიებული მორი. ის შეიძლება იყოს ხისტი ან დამყალი კონსტრუქცია. ხისტს მიეკუთვნება დაწებებული სწორხაზოვანი და მოღუნული ფიცრული კოჭები, ხე-ფანერის დაწებებული, აგრეთვე დაწებებული დაარმირებული, ხოლო დამყალი კოჭები - ფიცრული ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე, ძელი ფირფიტოვან წირწკიმალებზე, ძელი დახრილი ლითონის ღეროებზე (ცხრ. 6.1), გრძივ, განივად დაჭიმულ და დახრილ სოგამანებზე, გაჭიმულ მაკავშირებლებზე და სხვ.

შედგენილი კოჭების ეფექტურობას განაპირობებს შედარებით დიდი მალეების გადახურვის შესაძლებლობა (24 მ-მდე); სიმსუბუქე; მობილურობა; მონტაჟის, ექსპლუატაციის და რემონტის სიმარტივე; სხვადასხვა ჯიშის მერქნის გამოყენება; მაღალი სიმტკიცე და სიხისტე; ხანგამძლეობა და სხვ.

შედგენილი კოჭები მთლიანკვეთიანთან შედარებით ძნელი დასაზადებელია. მიუხედავად ამისა, მათ ფართოდ გამოყენებას მშენებლობაში განაპირობებს შემდეგი მოსაზრებები:

- მთლიანკვეთიანი ძელებისა და მორების გამოყენების შეზღუდულობა, რადგანაც დახერხილი ხის მასალის სორტამენტით დაუშვებელია 6,5 მ სიგრძისა და 25×25 სმ-ზე

მეტი განივკვეთის ძელის გამოყენება. გადახურებებში მთავარ კოჭებად და ძირითად გრძივებად, რომლებიც იღებენ მნიშვნელოვან დატვირთვებს დამხმარე კოჭებისაგან, გამოიყენება შედგენილი კოჭები, რომლებსაც გაცილებით მეტი მზიდუნარიანობა და სიხისტე აქვს;

- მერქნის ეკონომია რაციონალური პროფილების გამოყენების გზით (ორტესებრი, წებო-ფანერის);

- შედგენილ კოჭებში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მცირე სიგრძისა და განივკვეთის ელემენტები, ხოლო ნაკლებად დატვირთულ ნაწილებში - დაბალი ხარისხის მასალა.

ფიცრულ კონსტრუქციებში შესაერთებლად გამოიყენება წებო, ლურსმანი და ლითონის დაკბილული ფირფიტები (ლდფ), რომლებიც თავის თავზე იღებენ ელემენტების შეერთების სიბრტყეში წარმოშობილ ძვრის ძალებს.

ერთი მიმართულებით ღუნვაზე მომუშავე შედგენილ კოჭებს დაშაადების დროს ეძლევა სამშენებლო აწვეა შესაერთებელი მაკავშირებლების დაყენებამდე.

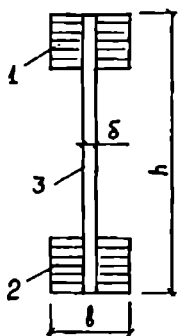
კერძო მშენებლობაში უპირატესობა ენიჭება ხის კოჭებს, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ჰიგიენურობითა და ეკოლოგიურობით, მცირე კუთრი წონით, შესანიშნავი თბო-და ზეგრატიზაციით. სწორად დაპროექტებული და დაშაადებული ხის კონსტრუქციების სამსახურის ვადა ასწლობით განისაზღვრება. კოჭების წინასწარი დამუშავება დამცავი საშუალებებით (ანტიპირენები) უზრუნველყოფს მათ ხანგრძლივ დაცვას ლობისა და ხანძრისაგან (ანტიპეტკიკები). ბიო- და ცეცხლმედეგობა კი ხის კოჭებს აქცევს ერთ-ერთ ძირითად და ფუნქციურ მასალად თანამედროვე მშენებლობაში.

კარკასული ტექნოლოგიით აშენებული სახლების საფუძველია ქარხნული წესით დაშაადებული ხის ორტესებრი კოჭები (ნახ. 6.27). კოჭის თაროებისათვის გამოიყენება დაწებებული ძელები, ხოლო კედლად - ფანერი ან ორიენტირებული ბურბუმელიანი ფილები (OSB – oriental strand board). ეს უკანასკნელი გამოირჩევა მაღალი მექანიკური სიმტკიცითა და მდგრადობით გარეგანი ზემოქმედებებისადმი. OSB-ს დასაშაადებლად გამოიყენება წიწვოვანი ჯიშის მერქნის ნარჩენები [6; 9].

ასეთი კოჭებით განხორციელებული გადახურვა გამოირჩევა მაღალი თერმოიზოლაციით ტრადიციულ რკინაბეტონის გადახურვასთან შედარებით. ორტესებრი კოჭი იდეალურად ეწყობა სახურავის, გადახურვისა და კედლების კარკასს. მცირე წონის გამო არ სჭირდება აშენის გამოყენება მონტაჟის დროს და სამუშაოს ხელით ასრულებს ოთხკაციანი ბრიგადა.

ვეროპულ ნორმებში [6] მოცემულია OSB ფილების მექანიკური მახასიათებლები, თუმცა არ არსებობს ინფორმაცია ამ მასალის სიმტკიცეზე გაკონსტრუქციის და პუასონის კოეფიციენტზე.

ორტესებრ კოჭებში კედელთან სარტყლების დაკავშირება ხდება ლითონის წირწვიმალეების (შურუპების) დახმარებით. ასეთი კოჭების რღვევას დატვირთვის ქვეშ იწვევს გამჭიმვი ძალები ქვედა სარტყელში ან კედლის მდგრადობის დაკარგვა, ამიტომ ხშირად კედელს ამაგრებენ განივი სიხისტის წიბოებით.



ნახ. 6.27. ხის ორტესებრი კოჭი:
 1 - ზედა სარტყელი;
 2 - ქვედა სარტყელი;
 3 - კედელი (ფანერი ან OSB).

დამზადების პროცესში შედგენილ კოჭებს ეძლევა სამშენებლო აწვეა დატვირთვის მოქმედების საწინააღმდეგო მიმართულებით, რომლის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით

$$f_{\text{სა}} = 0,1l/h, \quad (6.14)$$

სადაც l არის კოჭის მალი; h - ერთი ძელის განივკვეთის სიმაღლე.

მთლიანკვეთიანი კოჭების ანალოგიურად შედგენილი კოჭებიც მუშაობს განივ ღუნვაზე. მათი დაპროექტება ხორციელდება სამ ეტაპად:

1. მზიდუნარიანობის მიხედვით შვირჩევა კოჭის ელემენტების განივკვეთები (ჯერ $W_{\text{სა}}$, მერე $h_{\text{სა}}$);

2. გაანგარიშდება წირწვიმალეების საჭირო რაოდენობა ფორმულით:

$$n \geq 1,2M \cdot S_{\text{სა}} / T_{\text{წ}} \cdot J_{\text{სა}}, \quad (6.15)$$

სადაც M - მრუნავი მომენტი; $S_{\text{სა}}$ - განივკვეთის ძვრადი ნაწილის სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ; $T_{\text{წ}}$ - წირწვიმალის მზიდუნარიანობა; $J_{\text{სა}}$ - განივკვეთის ბრუტო

ინერციის მომენტი.

3. მოხდება კოჭის შემოწმება სიმტკიცესა და სიხისტეზე ფორმულებით:

$$\sigma = M/W \leq R_c \cdot K_w, \quad (6.16)$$

$$f/l = 5 \cdot q^b \cdot (l^3 / 384 \cdot E \cdot J \cdot K_w) \leq [f/l], \quad (6.17)$$

სადაც K_w და K_w - მაკავშირებლების დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტებია, რომლის მნიშვნელობები შესაერთებელი ძელების რაოდენობასა და მალზე დამოკიდებულობით მოცემულია 6.3 ცხრილში.

ცხრილი 6.3

კოეფიციენტების აღნიშვნა	კოჭში ფენების რიცხვი	დამყოლობის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტების მნიშვნელობები შედგენილი კოჭის ღუნვაზე გაანგარიშებისათვის			
		კოჭის მალი, მ			
		2	4	6	9 და მეტი
K_w	2	0.7	0.85	0.9	0.9
	3	0.6	0.8	0.85	0.9
	10	0.4	0.7	0.8	0.85
K_w	2	0.45	0.65	0.75	0.8
	3	0.25	0.5	0.6	0.7
	10	0.07	0.2	0.3	0.4

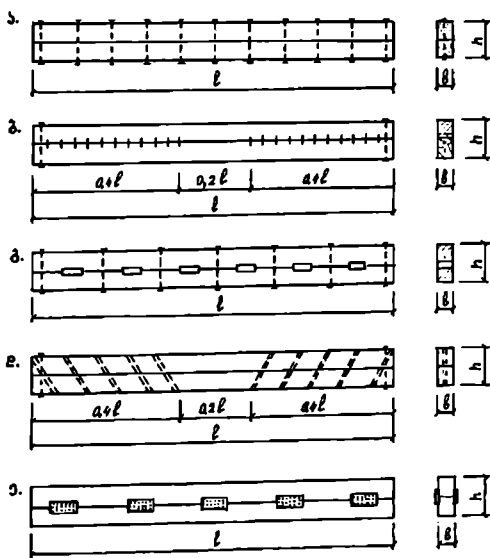
6.7.1. დამყოლმაკავშირებლებიანი შედგენილი კოჭები

ხის კონსტრუქციების უმეტესობა (კოჭები, ჩარჩოები, კამარები) შედგენილი განივკვეთისაა. ასეთი კონსტრუქციების შექმნის აუცილებლობას განაპირობებს ხის

მასალების სიგრძისა და განიკვეთის შეზღუდვა. შედგენილ ხის კონსტრუქციებში ცალკეული ფიგურები და ძელები ერთმანეთს უერთდება ხისტი (წებო) ან დამყოლი მაკავშირებლებით. დამყოლმაკავშირებლებიან კონსტრუქციებში ფიგურები (ძელები) ერთმანეთს უკავშირდება წირწკიმალების ან სოგმანების საშუალებით, ხოლო მორებში - ჭანჭიკების დახმარებით.

დამყოლობა ეწოდება მაკავშირებლების უნარს, კონსტრუქციის დეფორმაციის დროს საშუალება მისცეს შესაერთებელ ფიგურებს (ძელებს), გადაადგილდნენ ერთმანეთის მიმართ. მაკავშირებლების დამყოლობა აუარესებს შედგენილი ელემენტის მუშაობას იმავე განიკვეთის მთლიანკვეთთან შედარებით, შესაბამისად მაკავშირებლები ამცირებს ელემენტის შიდიუნარიანობას, ზრდის დეფორმაციებს. ამიტომ შედგენილი ელემენტების გაანგარიშებისას აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული მაკავშირებლების დამყოლობა.

დამყოლმაკავშირებლებიანი შედგენილი ხის კოჭების სქემები ნაჩვენებია 6.28 ნახაზზე.



ნახ. 6.28. დამყოლმაკავშირებლებიანი შედგენილი ხის კოჭის ტიპები:

ა - ჭანჭიკებზე; ბ - ფირფიტოვან წირწკიმალებზე; გ - სოგმანებზე;

დ - დახრილ ლითონის ცილინდრულ წირწკიმალებზე;

ე - ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე.

წირწკიმალების დასაბზადებლად იყენებენ ლითონს, პლასტმასას და მაგარი ჯიშის მერქანს (მუხა, აკაცია, ანტისეპტირებული არყის ხე). ის შეიძლება იყოს ფირფიტოვანი ან ცილინდრული, გამკოლი ან ყრუ. ბუდეებში წირწკიმალების ჩასმა უმჯობესია კოჭისათვის სამშენებლო აწევის მიცემის შემდეგ, რაც მაკავშირებლებს აიძულებს კოჭის დატვირთვისას მჭიდროდ ჩსხდნენ ბუდეებში და სწრაფად ჩაერთონ მუშაობაში.

შედგენილი დამყოლმაკავშირებლებიანი კოჭის სიგრძე შეზღუდულია დახერხილი ხის მასალის სორტამენტით და არ აღემატება 6,5 მ-ს. მოარშიებული მორის გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია მალი გიზარდოს 8 მ-მდე. ისინი ძირითადად გამოიყენება ერთმალისანი კოჭების სახით მცირე ზომის შენობების სართულშუა და სასხვენო გადახურვებში, აგრეთვე მცირემალიან ხიდებში.

ჭანჭიკებზე დამზადებული შედგენილი ხის კოჭი შედგება ერთმანეთზე დადებული ორი ძელისაგან, რომლებიც დაკავშირებულია ლითონის „შავი“ ჭანჭიკებით (იხ. თავი §4.6). ეს ჭანჭიკები მიეკუთვნება ერთჯრადი წირწკიმალების კლასს, რომლებიც ძირითადად ღუნვაზე, ნაწილობრივ კი ჭრახე მუშაობენ და ეწინააღმდეგებიან შესაერთებელი ძელების ურთიერთძვრას.

ღუნვადი ჭანჭიკების გაანგარიშება ხდება საანგარიშო დატვირთვებისაგან აღძრული N გრძივი ძალის მიხედვით. ჭანჭიკების საჭირო რაოდენობა განისაზღვრება (4.5) ფორმულით. ერთი ჭანჭიკის შიდიუნარაინობა T კი - (4.6-4.10) ფორმულებით. ვიღებთ T-ს მინიმალურ მნიშვნელობას, ვსვამთ (4.5) ფორმულაში და ვიღებთ ჭანჭიკების საჭირო რაოდენობას.

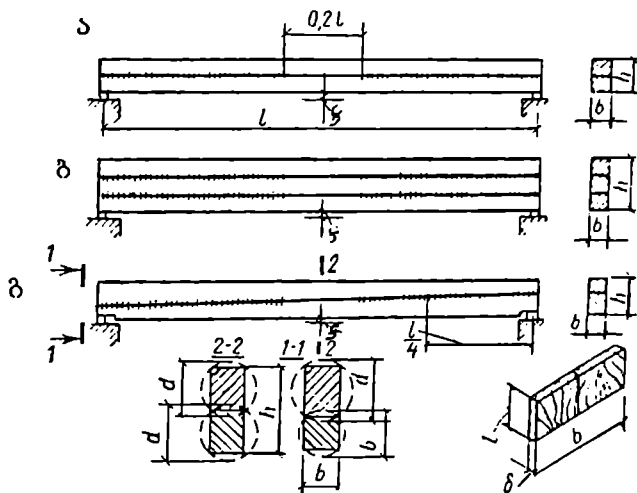
ასეთი ტიპის შედგენილი კოჭები ნაკლებად გამოიყენება, რადგან ახასიათებს საკმაოდ დიდი დამყოლობა, თანაც კოჭის ზედა და ქვედა ზედაპირებზე გამომწვერილი ჭანჭიკის ქანჩები გარკვეულ უხერხულობას ქმნის ექსპლუატაციის პროცესში.

სოგმანებზე განხორციელებულ შედგენილი კოჭებში (ნახ. 6.28, გ) შესაერთებელი ძელები ერთმანეთს უკავშირდება მაგარი ჯიშის მერქნისაგან დამზადებული სოგმანებით (იხ. თავი 4, §4.5). სოგმანებზე ძვრის ძალები ექსცენტრულად არის მოდებული და მის მოზრუნებას ცდილობს. ამის საწინააღმდეგოდ აუცილებელია ყოველი სოგმანის შემდეგ შემკრავი ფოლადის ჭანჭიკის დაყენება. ყოველივე ეს საკმაოდ ასუსტებს განიკვევს, ამიტომ ასეთი კოჭების დამზადება არაეფექტურია და მას იშვიათად იყენებენ.

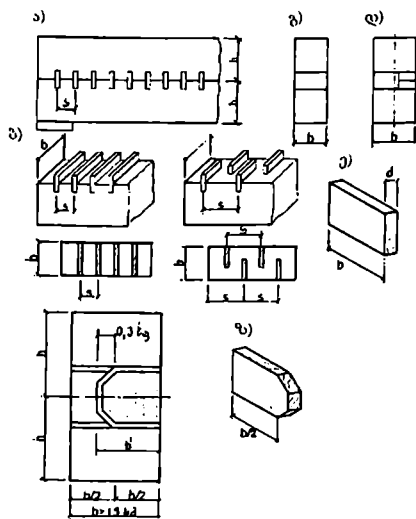
მე-20 საუკუნის 30-იანი წლებიდან სამშენებლო პრაქტიკაში დიდი გავრცელება პოვა შედგენილმა ხის კოჭებმა ფირფიტოვან წირწკიმალებზე (ნახ. 6.28, ბ). მისი კონსტრუქცია დაამუშავა 1932 წელს ცნობილმა რუსმა მეცნიერმა ვ.დერევიაგინმა, ამიტომ ასეთ კოჭებს დერევიაგინის კოჭებსაც უწოდებენ. კოჭი შედგენილია ორი (ან სამი) ძელისაგან (მორისაგან), რომელთა ერთმანეთთან დასაკავშირებლად მაგარი ჯიშის მერქნის (მუხა, აკაცია, არყის ხე) ფირფიტოვან წირწკიმალებს (იხ. თავი 4, §4.5) იყენებენ (ნახ. 4.13).

წირწკიმალები თავსდება საყრდენებიდან L მალის კოჭის 0,4 L ზონებში, შუა 0,2L ზონაში ფირფიტები არ თავსდება ორი მოსაზრების გამო:

1. ფირფიტები ღებულობს ძვრის ძალეებს, რომელთა სიდიდე განივი ძალის პროპორციულია. კოჭის ძალის შუა ზონაში განივი ძალის სიდიდე უმნიშვნელოა, ამიტომ ძალის შუა 0,2L ზონაში ფირფიტები საჭირო არ არის;
2. ძალის შუა ზონაში მღუნვაეი მომენტისა და ნორმალური ძალის მნიშვნელობები მაქსიმალურია, ამიტომ ფირფიტების ბუდეებით კოჭის განიკვევითის შესუსტება მიზანშეუწონელია (ნახ. 6.29).



ნახ. 6.29. შედგენილი ხის კოკი ფირფიტოვან წირწკიმალებზე: ა - ორი ძელისაგან; ბ - სამი ძელისაგან; გ - ორი მორისაგან.



ნახ. 6.30. შედგენილი ხის კოკი ფირფიტოვან წირწკიმალებზე: ა - კოკის ნაწილი გამჭოლი წირწკიმალებით; ბ - კოკის ქვედა ძელი ბუდეებში ჩასმული წირწკიმალებით; გ - გამჭოლი ფირფიტოვანი წირწკიმალი, როცა $b \leq 15$ სმ; დ - ყრუ ფირფიტოვანი წირწკიმალი, როცა $b > 15$ სმ; ე - გამჭოლი ფირფიტოვანი წირწკიმალი; ზ - ყრუ ფირფიტოვანი წირწკიმალი, $S = 9d$, $d = 12$ ან 16 მმ, $l_{\text{წ}} = 5,4$ ან $7,2$ სმ.

შესაერთებელი ძელების განიკვეთის სიმაღლე h არ უნდა იყოს 140 მმ-ზე ნაკლები, რადგან წირწკიმალის ბუდის სიღრმე 0,2h ტოლია და ნაკლები სიმაღლის შემთხვევაში ჩაჭრები კოკს ძალიან შეასუსტებს.

წირწკიმალების დასაზზადებლად გამოიყენება მაგარი ჯიშის მუხის ან არყის ხის ანტისექტირებული მერქანი ტენიანობით 8-10%.

ქვედა ძელს, რომელიც გაჭიმვაზე მუშაობს, ამზადებენ I ხარისხის, ზედა შეკუმშულს - II ხარისხის, ხოლო შუა ძელს - III ხარისხის მასალისაგან.

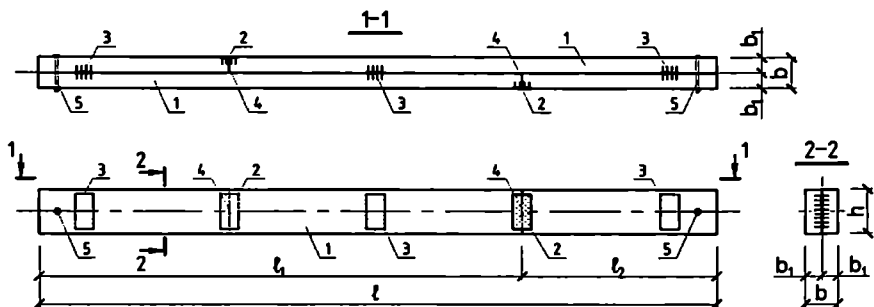
კოჭებს დამზადების მომენტში აუცილებლად უკეთდება კონსტრუქციული საშენებლო აწევა (შემადლება) შვეული დატვირთვით გამოწვეული ჩაღუნვის საწინააღმდეგო მიმართულებით, რომლის სიდიდე გამოითვლება (6.14) ფორმულით.

ფირფიტების (წირწიკმალების) რაოდენობის დადგენა (6.15) ფორმულით, ხოლო კოჭის შემოწმება სიმტკიცესა და სიხისტეზე (6.16; 6.17) ფორმულებით ხდება. გაანგარიშებით მიღებული ფირფიტოვანი წირწიკმალები განლაგდება კოჭის სიგრძეზე ზემოაღნიშნულ 0,4 l უზნებზე ერთმანეთისაგან 9 δ მანძილის დაშორებით.

შედგენილი ხის კოჭები დახრილ ლითონის ცილინდრულ წირწიკმალებზე (ნახ.6.28, დ) შედარებით ახალი კონსტრუქციაა. ასეთი გამჭოლი ცილინდრული წირწიკმალებით შეიძლება შევეართოთ 2, 3 ან 4 ძელი, თითოეული განივკვეთის სიმაღლით 5-15 სმ. წირწიკმალებად გამოიყენება ფოლადის მთლიანკვეთიანი ცილინდრული ღეროები ან სქელკედლიანი მილის გადანაჭრები, რომელთა დიამეტრია ≈ 20 მმ. კოჭის გაანგარიშება ანალოგიურია სხვა დამყოლმაკავშირებლებიანი შედგენილი ხის კოჭების გაანგარიშებისა.

შედგენილი კოჭები ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე (ლდფ) საკმაოდ პერსპექტიულ მიმართულებად ითვლება (ნახ. 6.28, ე). ლდფ-ზე შეიძლება დამზადდეს შედგენილი კოჭები ძელებისაგან და ფიცრებისაგან.

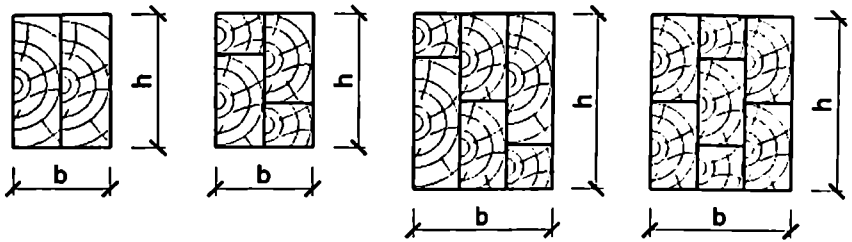
ლდფ-ზე განხორციელებული ფიცრული შედგენილი კოჭები (ნახ. 6.31) გამოირჩევა დამზადების სიმარტივით, სიმსუბუქით, საიმედოობით, ეკონომიურობით. მისი დამზადება შესაძლებელია, როგორც წიწვოვანი, ისე ფოთლოვანი ჯიშის მერქნისაგან ფიცრების სისქით 4-5 სმ. ასეთ კონსტრუქციებში დასაშვებია დაუფრეზავი ელემენტების გამოყენება, რომელთა განსხვავება სისქეში არ აღემატება 1,5 მმ-ს.



ნახ. 6.31. შედგენილი ფიცრული კოჭი ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე.

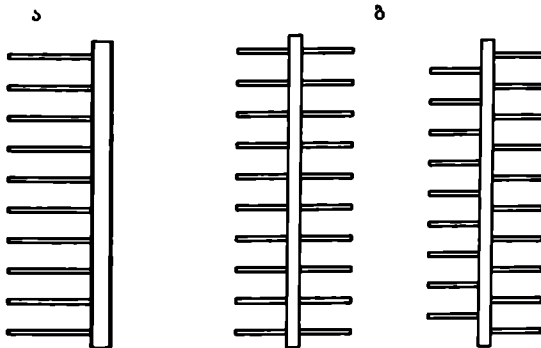
ლითონის დაკბილული ფირფიტების სახეები და გაანგარიშების საფუძვლები განხილულია მეოთხე თავის 4.5 პარაგრაფში.

შედგენილი ფიცრული კოჭების განივკვეთის სახეები მოცემულია 6.32 ნახაზზე. განივკვეთის გარე ფიცრების ერთმანეთთან სიგრძეში (სიმაღლეში) წაზრდა (შეშქიდრობა) ხორციელდება ცალმხრივკბილებიანი, ხოლო შიგა მხრიდან - ორმხრივკბილებიანი ლდფ-ებით (ნახ. 6.33). ასეთი კოჭების ფასი დაახლოებით ფიცრულ-დაწებებული კოჭების ფასს უტოლდება, ხოლო სხვა ტიპის შედგენილ კოჭებზე დაახლოებით 1,5-ჯერ იაფია.



ნახ. 6.32. შედგენილი ფიცრული კოჭების განივკვეთის სახეობები.

კონსტრუქციის წინასწარ აწყობილი და ფიქსირებული ელემენტების შეერთებები ხორციელდება სპეციალურ დასაწნეხი მექანიზმებული გადასადგილებელი მოწყობილობების საშუალებით მაგიდაზე და არ საჭიროებს რაიმე რთულ ტექნოლოგიურ პროცესს.



ნახ. 6.33. ლითონის დაკბილული ფირფიტები:

ა - ცალმხრივი; ბ - ორმხრივი.

რუსეთში დამუშავებული რეკომენდაციების მიხედვით [11], ლდფ-ზე განხორციელებული ფიცრული კონსტრუქციები რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს V ხარისხის ცეცხლმედეგობის შენობებში, სადაც არ არის შევიდული აშენები და ექსპლუატაციის ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობები შეესაბამება A1, A2, E1, E2 კლასს [1]. იმ შემთხვევაში, თუ დასაბუთება იქნება მისაღები და ლდფ-ს ცეცხლისაგან დაცვის დამატებითი გარანტირებული ღონისძიებები, მაშინ შესაძლებელია ასეთი კონსტრუქციების გამოყენება IV ხარისხის ცეცხლმედეგობის შენობებშიც ექსპლუატაციის A3, E3 და E1 პირობებისათვის [12].

კოჭში ფიცრების შეერთება უნდა უზრუნველყოფდეს მზიდუნარიანობას კბილების ზუდეებში, მერქნის თელვისა და ფირფიტის კბილების ღუნვის პირობებს, აგრეთვე ფირფიტების სიმტკიცის პირობებს გაჭიმვაზე, კუმშვასა და ჭრაზე.

კონსტრუქციის აწყობა ხორციელდება სპეციალურ ასაწყობ დანადგარზე (სტენდზე). ცალკეული ელემენტებისა და ლითონის დაკბილული ფირფიტების განლაგება მკაცრად

უნდა შესაბამებოდეს მუშა ნახაზებს. სტენდზე განლაგებული ასაწყობი კონსტრუქციის ცალკეულ ელემენტებს შორის ღრეჩოების სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს 1 მმ-ს, ხოლო მანძილი ფირფიტის განაპირა კბილებსა და შესაერთებელი ფიცრების (ძელების) კიდეს შორის არ იყოს 10 მმ-ზე ნაკლები, რომ არ მოხდეს მერქნის ადგილობრივი ახლეჩა და შესაბამისად, ახლეჩის წერტილში ელემენტის განივკვეთის ფართობის შემცირება.

თუ ფირფიტები ერთ კვანძში ერთნაირი ტიპისა და ზომისაა, მაშინ მათ კვანძის ორივე მხარეზე სიმეტრიულად აყენებენ. ლითონის ფირფიტების ჩაწნება მერქანში ხორციელდება ჰიდრაულიკური წნეხის საშუალებით, თანაც ისე, რომ ჩაწნეხის ძალაყველა კბილზე თანაბრად გადანაწილებულდეს. ჩაწნება ითვლება დამთავრებულად მას შემდეგ, რაც ყველა კბილი სრულად ჩაესობა მერქანში.

აუცილებელია დამზადებულმა კონსტრუქციამ შემოწმება გაიაროს დამამზადებელი ქარხნის ტექნიკური კონტროლის განყოფილებაში, პროდუქციას დაესვას შესაბამისი დამლა და შედგეს დოკუმენტაცია, რომლის შენახვის ვადაა 5 წელი.

6.7.2. დაარმირებული ხის კოჭები

დაარმირებული კოჭების მასალა ძირითად წიწვოვანი ჯიშის მერქანია, რომელსაც აქვს საკმაოდ მაღალი და სტაბილური მექანიკური თვისებები და მდგრადია საექსპლუატაციო ზემოქმედებათა მიმართ.

გამოიყენება როგორც ლითონის, ისე პლასტმასის (მინაპლასტიკი) არმატურა. მისი შერჩევას აუცილებელია გავითვალისწინოთ არა მარტო სიმტკიცის, არამედ დრეკადი მახასიათებლებიც, რადგანაც ნორმალური ძაბვების ფარდობა არმატურასა და მერქანში მათი ერთობლივი მუშაობისას, დამოკიდებულია მათი დრეკადობის მოდულების თანაფარდობასთან. თუ არმატურისა და მერქნის ფარდობითი დეფორმაციები $\epsilon = \epsilon_a$, მაშინ ძაბვა არმატურაში $\sigma = E_a \cdot \epsilon_a / E_a$, სადაც σ და σ_a არმატურასა და მერქანში განვითარებული ნორმალური ძაბვებია; E_a და E_a - შესაბამისი დრეკადობის მოდულები.

შენელებლობაში გამოყენებული ლითონებიდან ასეთ მოთხოვნებს პასუხობს ფოლადის და ალუმინის შენადნობები, თუმცა ფოლადის არმატურის გამოყენება უფრო ეფექტურია. ყველაზე რაციონალურია პერიოდული პროფილის A - II და A - III კლასის არმატურების გამოყენება.

არმირებული კოჭების ზედა და ქვედა ზონაში არმატურის ღეროების მოთავსებას ახდენენ ორ განაპირა ფიცარში ღარების წინასწარი ამოკრით (ნახ. 6.34).

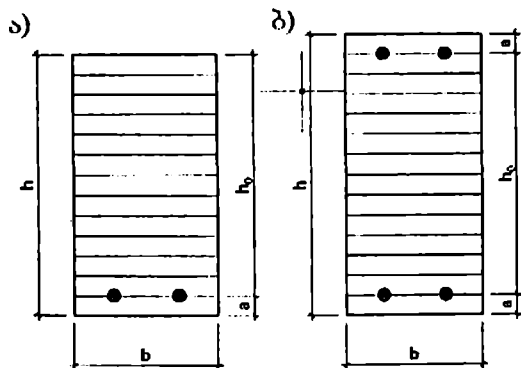
ცილინდრული ღარის დიამეტრი არმატურის დიამეტრზე 1 მმ-ით მეტი უნდა იყოს - $d = d + 1$ მმ. ეს 1 მმ-იანი ღრეჩო საჭიროა წებოს მასის განთავსებისათვის.

არმატურის მერქანში ჩაწებებისათვის გამოიყენება ეპოქსიდური წებოები, რომელთა ცხოველუნარიანობა 45-80 წუთია.

არმირებული კოჭების მზიდუნარიანობა ბევრად აღემატება ფიცრულს და მასზე უფრო საიმედოცაა, რადგან გაჭიმულ ზონაში როკების მოხვედრა დიდ გავლენას ვერ ახდენს კონსტრუქციის მუშაობაზე.

ფოლადის არმატურასა და მერქანს შორის წებოვან ნაკერს წაეყენება შემდეგი მოთხოვნები: მაღალი მექანიკური სიმტკიცე და საკმარისი სიხისტე; დასველება-გაშრობის

მრავალკერადი ციკლისადმი მდგრადობა; ხანმედევობა; დატვირთვის ხანგრძლივი მოქმედებისას მცირე ცოცვადობა; ტექნოლოგიურობა; საიმედოობა.



ნახ. 6.34. არმირებული ხის კოჭები: ა - ცალგა არმირებით; ბ - ორგა არმირებით.

დაარმირებული ხის კონსტრუქციების დატვირთვისას თვალნათლივ დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დამახასიათებელი სტადია: დრეკადი, დრეკად-პლასტიკური და სტადია. თანაც, ამ პირობებში არმატურასა და მერქანს შორის კავშირი იდეალურია, ვიდრე კონსტრუქცია არ დაირღვევა, რაც ძირითადად მერქნის გაჭიმული ზოკოების წყვეტის

გამო ხდება.

ღუნვასა და კუმშვაზე მომუშავე არმირებული ხის კონსტრუქციები გაანგარიშდება ზღვრული მდგომარეობის ორი ჯგუფის მიხედვით: I - სიმტკიცესა და მდგრადობაზე; II - დეფორმაციებზე (ჩაღუნვებზე).

გაანგარიშებებში გამოიყენება კონსტრუქციის ძირითად მასალაზე - მერქანზე დაყვანილი განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

$$J_{დყ} = bh^3(1+3n\mu)/12; \quad (6.18)$$

$$W_{დყ} = bh^2(1+3n\mu)/6; \quad (6.19)$$

$$S_{დყ} = bh^2(1+3n\mu)/8, \quad (6.20)$$

სადაც $h_0 = h - 2a$ არის განიკვეთის მუშა სიმაღლე; h - განიკვეთის სრული სიმაღლე; a - დამცველი ფენის სისქე; b - განიკვეთის სიგანე; $n = E_s/E_w = 21 \cdot 10^4 / 10^4 = 21$ - არმატურისა და მერქნის დრეკადობის მოდულების ფარდობა; $\mu = A_s/bh_0$ - არმირების კოეფიციენტი; A_s - არმატურის განიკვეთის ფართობი.

სხვა მახასიათებლები:

მერქნის დრეკადობის მოდული $E_w = 10^4$ მპა;

არმატურის დრეკადობის მოდული $E_s = 21 \cdot 10^4$ მპა;

განიკვეთის ფართობი $A = bh$.

შემოწმება სიმტკიცესა და სიხისტეზე

$$\sigma = 6M(1+3n\mu) / bh^2 \leq R_w \quad (6.21)$$

$$f/l = 5 \cdot q^2 \cdot l^3 / 384 \cdot E_w \cdot (1+n) bh^3 \leq [f/l]. \quad (6.22)$$

მაგალითი 6.5. შევარჩიოთ ხის დაწებებული ორქანობიანი კოჭის განიკვეთი ორგა არმირებით (ნახ. 6.34, ბ) შემდეგი მონაცემების მიხედვით: მალი $l = 12$ მ; ზედა წახნაგის ქანობი $i = 1 : 12$. კოჭზე

მოქმედებს თანაბარგანაწილებული დატვირთვა კოჭისა და სახურავის საკუთარი წონისა და თოვლისაგან: ნორმატიული $q_1 = 8,42 \text{ კნ/მ}$; საანგარიშო $q_1 = 13,68 \text{ კნ/მ}$.

კონსტრუქცია მიეკუთვნება პასუხისმგებლობის II კლასსა და საექსპლუატაციო პირობების 3 ჯგუფს. მერქანი I, II და III ხარისხისაა.

ამოხსნა. არმირებული კოჭის ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასებისათვის, ჯერ გავიანგარიშოთ ჩვეულებრივი დაწებებული ხის კოჭი.

პასუხისმგებლობის კლასის (II) შესაბამისად და დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის ($\gamma_n = 0,95$) გათვალისწინებით, დატვირთვები ღებულობს მნიშვნელობებს:

$$q^d = q^1 \cdot \gamma_n = 8,42 \cdot 0,95 = 8 \text{ კნ/მ} = 0,08 \text{ კნ/სმ};$$

$$q = q_1 \cdot \gamma_n = 13,68 \cdot 0,95 = 13 \text{ კნ/მ} = 0,13 \text{ კნ/სმ}.$$

კოჭის განიკვეთი შევადგინოთ ფიგურებისაგან, რომელთა განიკვეთი ჩამოხერხვისა და გარანდის შემდეგ ტოლი იქნება $b_1 \times h_1 = 16,5 \times 2,6 \text{ სმ}$. მერქნის საანგარიშო წინაღობები (დანართი, ცხრ. 7):

$$R_c = 15 \text{ მპა}; \quad R_b = 1,5 \text{ მპა}.$$

კოჭის განიკვეთის სიმაღლე საყრდენებზე განისაზღვრება სიმტკიცის პირობიდან ახლგაზრდა

$$h_{\text{საყ}} = 3Q/2bR_b = 3 \cdot 78/2 \cdot 16,5 \cdot 0,15 = 47,3 \text{ სმ},$$

სადაც განივი ძალა საყრდენზე $Q = ql/2 = 13 \cdot 12/2 = 78 \text{ კნ}$.

მივიღოთ $h_0 = 50 \text{ სმ} = 0,5 \text{ მ}$.

კოჭის სიმაღლე მალის შუაში

$$h = h_0 + l/2 \cdot 12 = 0,5 + 12/2 \cdot 12 = 1 \text{ მ}.$$

განვსაზღვროთ სახიფათო ზონის მდებარეობა და შესაბამისი განიკვეთი შევამოწმოთ სიმტკიცეზე. განგარიშება განვახორციელოთ შემდეგი თანამიმდევრობით:

$$x = (h_0/2h = 12 \cdot 0,5/2 \cdot 1 = 3 \text{ მ};$$

$$M_x = q \cdot x(l-x)/2 = 13 \cdot 3(12-3)/2 = 175 \text{ კნმ} = 17500 \text{ კნსმ};$$

$$h_x = h_0 + (h-h_0) \cdot 2x/l = 0,5 + (1-0,5) \cdot 2 \cdot 3/12 = 0,75 \text{ მ};$$

$$W_x = bh_x^2/6 = 16,5 \cdot 75^2/6 = 15500 \text{ სმ}^3.$$

მაბეა

$$M_x/W_x = 17500/15500 = 1,13 \text{ კნ/სმ}^2 = 11,3 \text{ მპა} < R = 12,97 \text{ მპა},$$

სადაც $R = R_c \cdot \gamma_c \cdot \gamma_{\text{მომ}} \cdot \gamma_{\text{მტკ}} = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 \cdot 0,9 = 12,97 \text{ მპა}$.

აქ γ_c , $\gamma_{\text{მომ}}$ და $\gamma_{\text{მტკ}}$ კოეფიციენტების მნიშვნელობები აღებულია დანართიდან (ცხრილი 9, 11, 12).

შევამოწმოთ კოჭი ჩაღუნვაზე მალის შუაში, რისთვისაც განვსაზღვროთ განიკვეთის ცვალებადობისა და ძვრაზე დამყოლობის გამთვალისწინებელი k და c კოეფიციენტები და ინერციის მომენტი:

$$k = 0,15 + 0,85h_0/h = 0,15 + 0,85 \cdot 0,5/1 = 0,57;$$

$$c = 15,4 + 3,8h_0/h = 15,4 + 3,8 \cdot 0,5/1 = 17,3;$$

$$J = bh^3/12 = 16,5 \cdot 100^3/12 = 13,75 \cdot 10^5 \text{ სმ}^4.$$

ჩაღუნვა განიკვეთის ცვალებადობისა და ძვრაზე დამყოლობის კოეფიციენტების გათვალისწინებლად

$$f = 5 \cdot q^d \cdot l^4/384 \cdot E \cdot J = 5 \cdot 0,08 \cdot 1200^4/384 \cdot 1000 \cdot 13,75 \cdot 10^5 = 1,57 \text{ მმ},$$

სადაც $E = 10 \text{ 000 მპა} = 100 \text{ 000 კგ/სმ}^2 = 1000 \text{ კნ/სმ}$ - მერქნის დრეკადობის მოდული.

ფარდობითი ჩაღუნვა

$$f/l = \{ f_0[1+c(h/l)^2] \} / k \cdot l = \{ 1,55[1+17,3(100/1200)^2] \} / 0,57 \cdot 1200 = 1/395 < [f/l] = 1/300.$$

გავიანგარიშოთ არმირებული კოჭი.

არმატურისა და მერქნის დრეკადობის მოდულების ფარდობა

$$n = E_s/E_a = 2,1 \cdot 10^5 / 10^4 = 21.$$

ორფა არმირებისას განიკვეთის არმირების კოეფიციენტი

$$\mu = A_s/A = 0,03.$$

განიკვეთის საპირო მასიმიალური სიმაღლე

$$h_{სკ} = \sqrt[3]{\frac{12J}{b(1+3n\mu)}} = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot 13,75 \cdot 10^5}{16,5(1+3 \cdot 21 \cdot 0,03)}} = 70,2 \text{ სმ};$$

კოჭის განიკვეთი შევადგინოთ 21 ცალი $\delta = 40$ მმ სისქის ფიცრისაგან. გვექნება

$$h = 21 \cdot 40 = 840 \text{ მმ} = 84 \text{ სმ}.$$

საყრდენზე კოჭის სიმაღლე გამოეთვალეთ $i = 1:12$ (0,08%) ქანობის გათვალისწინებით

$$h_{სკ} = 84 - 0,08 \cdot 1200 / 2 = 36 \text{ სმ}.$$

შევამოწმოთ მიღებული განიკვეთი სიმტკიცეზე სახიფათო განიკვეთიში:

$$x = 12 - 0,36 / 2 - 0,84 = 2,57 \text{ მ} = 257 \text{ სმ};$$

$$h_x = 36 + 257 - 0,08 = 57 \text{ სმ};$$

$$J_{დფკ} = bh^3 \cdot (1+3n\mu) / 12 = 16,5 \cdot 57^3 (1+3 \cdot 21 \cdot 0,03) / 12 = 735910 \text{ სმ}^4;$$

$$M_x = q \cdot x(l-x) / 2 = 13 \cdot 2,57(12-2,57) / 2 = 157,5 \text{ კნმ} = 15750 \text{ კნსმ}.$$

ძაბვა

$$\sigma_x = M_x \cdot h_x / 2 \cdot J_{დფკ} = 15750 \cdot 57 / 2 \cdot 735910 = 0,61 \text{ კნ/სმ}^2 = 6,1 \text{ მპა} < R_c \cdot m_{sf} \cdot m_{\sigma} \cdot m_{\sigma\sigma} = \\ = 15 \cdot 0,915 \cdot 0,95 \cdot 0,9 = 11,7 \text{ მპა},$$

სადაც m_{sf} , m_{σ} , $m_{\sigma\sigma}$ კოეფიციენტების მნიშვნელობები აღებულია ცხრილებიდან (დანართი, ცხრ. 9, 11, 12).

განივი ძალა საყრდენზე

$$Q = q \cdot l / 2 = 13 \cdot 12 / 2 = 78 \text{ კნ}.$$

სტატიკური მომენტი საყრდენზე

$$S_{დფკ} = bh^2_{სკ} (1+2n\mu) / 8 = 16,5 \cdot 36^2 (1+2 \cdot 21 \cdot 0,03) / 8 = 6040 \text{ სმ}^3.$$

ინერციის მომენტი საყრდენზე

$$J_{დფკ} = bh^3_{სკ} (1+3n\mu) / 12 = 16,5 \cdot 36^3 (1+3 \cdot 21 \cdot 0,03) / 12 = 185400 \text{ სმ}^4.$$

შევამოწმოთ შეწებების ნაკერის სიმტკიცე საყრდენზე მზებში ძაბვების მიხედვით:

$$\tau = QS_{დფკ} / 0,6b J_{დფკ} = 78 \cdot 6040 / 0,6 \cdot 16,5 \cdot 185400 = 0,256 \text{ კნ/სმ}^2 = 2,56 \text{ მპა} > R_{ab} = 2,4 \text{ მპა}.$$

პირობა არ არის დაკმაყოფილებული, ამიტომ გავზარდოთ განიკვეთი. ავიღოთ 22 ცალი $\delta = 40$ მმ სისქის ფიცრისაგან შედგენილი განიკვეთი. გვექნება:

$$h = 22 \cdot 40 = 880 \text{ მმ} = 88 \text{ სმ}.$$

შესაბამისად:

$$h_{სკ} = 88 - 0,08 \cdot 1200 / 2 = 40 \text{ სმ};$$

$$x = 12 - 0,4 \cdot 4 / 2 - 0,88 = 61,84 \text{ სმ};$$

$$h_x = 40 + 273 - 0,08 = 61,84 \text{ სმ};$$

$$J_{დფკ} = 16,5 \cdot 61,84^3 (1+3 \cdot 21 \cdot 0,03) / 12 = 939743 \text{ სმ}^4;$$

$$M_x = 13 \cdot 2,73(12-2,73) / 2 = 164,5 \text{ კნმ} = 16450 \text{ კნსმ}.$$

ძაბვა

$$\sigma_x = 16450 \cdot 61,84 / 2 \cdot 939743 = 0,54 \text{ კნ/სმ}^2 = 5,4 \text{ მპა} < R_c \cdot m_{sf} \cdot m_{\sigma} \cdot m_{\sigma\sigma} = 11,73 \text{ მპა}.$$

$$Q = 78 \text{ კნ}.$$

$$S_{დფკ} = 16,5 \cdot 40^2 (1+2 \cdot 21 \cdot 0,03) / 8 = 7359 \text{ სმ}^3.$$

$$J_{დფკ} = 16,5 \cdot 40^3 (1+3 \cdot 21 \cdot 0,03) / 12 = 255200 \text{ სმ}^4.$$

$$\tau = 78 \cdot 7359 / 0,6 \cdot 16,5 \cdot 255200 = 0,23 \text{ კნ/სმ}^2 = 2,3 \text{ მპა} > R_{ab} = 2,4 \text{ მპა}.$$

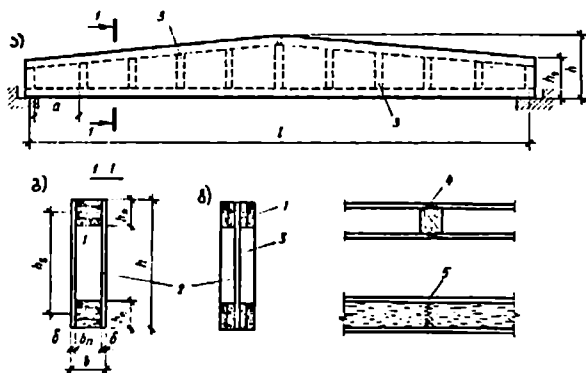
თუ შევადარებთ გაანგარიშებით მიღებულ განივკვეთებს, დავინახავთ, რომ არმირებულ კოჭში მერქნის ხარჯი 13%-ით ნაკლებია, ვიდრე ჩვეულებრივი კოჭის (ჩვეულებრივ კოჭს სჭირდება 2.57 მ³ მერქანი, ხოლო არმირებულს - 2.05 მ³) შემთხვევაში.

6.7.3. ხე-ფანერის დაწებებული კოჭები

ხე-ფანერის დაწებებული კოჭები შედგება წყალმდეგი ფანერის კედლის, ფიცრული სარტყლების და წიბოებისაგან, რომლებიც შეწყებებულია ერთმანეთთან. განივკვეთის ფორმის მიხედვით კოჭი არსებობს ორტესებრივ ან ყუთისმაგვარი, ხოლო კონტურის მოხაზულობის მიხედვით - სწვრივსარტყლებიანი, ორქანობიანი და მრუდი მოხაზულობის ზედა სარტყლით. ასეთ კოჭებს აქვს საკმაოდ მცირე მასა და დიდი მზიდუნარიანობა.

საკედლე ფანერის სისქე აიღება 10-12 მმ, კოჭის სიმაღლე - $h = (0,12-0,08)l$. ფანერის კედლის მდგრადობის უზრუნველსაყოფად კოჭის მალის ყოველ $(0,12-0,08)l$ მანძილზე ფიცრებისაგან ეწყობა სიხისტის წიბოები, რომელთა ადგილმდებარეობა კედლის ფანერის პირაპირებს უთავსდება (ნახ. 6.35). გაჭიმული ქვედა სარტყლის ფიცრებში ეწყობა კბილიანი პირაპირები, ხოლო შეკუმშულ ზედა სარტყელში - პირმიდგმითი. კედლის ფანერის პირაპირები ორივე მხრიდან გადაიხურება ფანერის ზედებით და დაწებდება კედელთან.

ხე-ფანერის დაწებებული კოჭების მალი არ აღემატება 15 მ-ს.



ნახ. 6.35. ხე-ფანერის დაწებებული წიბოვანი კოჭი: ა - წინხედი; ბ, გ - ყუთისმაგვარი და ორტესებრივი განივკვეთი; 1 - სარტყელი; 2 - ფანერის კედელი; 3 - ფიცრული წიბოები; 4 - სარტყლის პირაპირი; 5 - კედლის პირაპირი.

სარტყლის ფიცრები შეიძლება განლაგებული იყოს ჰორიზონტალურად ან ვერტიკალურად. სარტყლების კედელთან მისაწებებლად სარტყლებს უკეთდება ჩაქრები (ღარები) იმ ანგარიშით, რომ შეწყებების ფენის სიგანე არ აღემატებოდეს 10 სმ-ს, რათა კოჭის მუშაობის პროცესში მერქნის დეფორმაციისას ზოჭკოების განივად მერქნის ნაკერებში ძაბვების კონცენტრაციარა მოხდეს. ზედა სარტყელი მზადდება II ხარისხის მასალისაგან, ქვედა კი - I ხარისხისაგან.

ხე-ფანერის დაწებებული კოჭები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 15 მ-მდე მაღლით თუმცა მსოფლიო სამშენებლო პრაქტიკაში გვხვდება 45 მ მაღლის კოჭებიც.

წიბოვანი კოჭების გაანგარიშება ხდება ლუნვაზე კედლისა და სარტყლების ერთობლივი მუშაობის გათვალისწინებით (დამყოლობა მხედველობაში არ მიიღება). გაანგარიშებისას აუცილებელია მერქნისა და ფანერის დრეკადობის მოდულების განსხვავების გათვალისწინებაც ($E_3 = 0,9E_0 = 9000$ მპა). შესაბამისად ხდება გეომეტრიული მახასიათებლების დაყვანა იმ მასალაზე, რომელშიც ვეძებთ ძაბვას.

სარტყელეზში (მერქანში) ძაბვების განსაზღვრისათვის განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები გამოითვლება ფორმულებით:

$$A_{დაყ.მერქ} = A_{მერქ} + A_0(E_0/E_{მერქ}); \quad (6.23)$$

$$J_{დაყ.მერქ} = J_{მერქ} + J_0(E_0/E_{მერქ}); \quad (6.24)$$

$$S_{დაყ.მერქ} = S_{მერქ} + S_0(E_0/E_{მერქ}); \quad (6.25)$$

$$W_{დაყ.მერქ} = 2J_{დაყ.მერქ} / h, \quad (6.26)$$

სადაც $A_{მერქ}$, $J_{მერქ}$, $S_{მერქ}$ არის სარტყლების განიკვეთის ფართობი, ინერციისა და სტატიკური მომენტები შესაბამისად; A_0 , J_0 , S_0 - იგივე, ფანერის კედლისათვის; E_0 , $E_{მერქ}$ - ფანერისა და მერქნის დრეკადობის მოდულები; h - კოჭის განიკვეთის სიმაღლე.

კოჭის ფანერის კედელი მოწმდება ქრაზე საყრდენზე მოქმედი მაქსიმალური განივი ძალის მიხედვით

$$\tau = Q \cdot S_{დაყ.ფ} / J_{დაყ.ფ} \cdot n \leq R_{კრ.ფ} \quad (6.27)$$

სადაც n არის კედლის ფანერის სისქე.

იგმაე ფორმულით შემოწმდება ფანერისა და სარტყლების შეწებების სიმტკიცე. ამ დროს ახლერის ფართობის სიგანე აიღება სარტყლების გაორმაგებული სიმაღლის ტოლი, ხოლო მრიცხველში ფანერის ნაცვლად ჩაისმება მერქნის (სარტყელეზის) სტატიკური მომენტი - $S_{დაყ.მერქ}$.

გრძივი მიმართულებით ფანერის კედლის მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის კედლის სისქე $\delta \geq h_{კედ} / 50$. თუ კედლის სისქე ამ სიდიდეზე ნაკლებია, საჭირო ხდება მისი შემოწმება ნორმალური და მხები ძაბვების მოქმედებაზე.

ხე-ფანერის კოჭის ჩალუნვა დამოკიდებულია მერქნის სარტყლის, ფანერის კედლის ინერციის მომენტებისა და დრეკადობის მოდულების სიდიდეებზე, სარტყლების ღერძებს შორის განიკვეთის სიმაღლეზე (მაღლის შუაში - h' , საყრდენებზე - h''), აგრეთვე კედლებში მხებ ძაბვებზე. მაქსიმალური ჩალუნვა გამოითვლება ფორმულით:

$$f = 5 \cdot q^2 \cdot [4 / 384(E_{მერქ} \cdot J_{მერქ} + E_0 \cdot J_0) \cdot k_{ფ} \cdot k_r] \leq [f] = 1/300, \quad (6.28)$$

სადაც $k_{ფ}$ არის ორქანობიანი კოჭის განიკვეთის ცვალებადობის გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$k_{ფ} = 0,4 + 0,6 \cdot h''_0 / h';$$

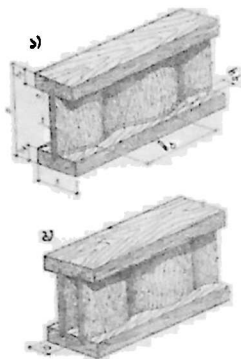
ხოლო კოეფიციენტი

$$k_r = 1 / [1 + 100(h/r)^2].$$

მცირემალიანი კოჭების შემთხვევაში ამჟამად წარმატებით გამოიყენება ხე-ფანერის ორტესებრი კოჭები ტალღოვანი ფანერის კედლით (ნახ. 6.28). ისინი მუდმივი სიმაღლის ორტესებრი განიკვეთის კონსტრუქციებია. სარტყლებში გამოყენებულია II ხარისხის ცალკეული ფიცრები, რომლებშიც სპეციალური მოწყობილობის დახმარებით კეთდება სინუსოიდური მოხაზულობის ღარები, რომლებშიც ჩაისმება ან ჩაწებდება ტალღოვანი

ფანერი. ასეთ ფანერს საკმარისი განივი სიხისტე გააჩნია, რაც გამორიცხავს სიხისტის წიბოების მოწყობის აუცილებლობას.

ასეთი კოჭების გაანგარიშებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის, რომ კედელი პრაქტიკულად არ მუშაობს ნორმალურ დაბეჭვზე ღუნვისას და ამ დაბეჭვს თავის თავზე იღებენ სარტყლები. გარდა ამისა, თავისი ფორმის გამო, კედელი არის დამყოლი ელემენტი. ამიტომ სიმტკიცესა და დეფორმაციებზე გაანგარიშებას აწარმოებენ ისევე, როგორც შედგენილ კოჭს დამყოლი კედლით.



ნახ. 6.36. ხე-ფანერის კოჭი ტალღოვანი ფანერის კედლით: ა - ორტესებრი ერთმაგი კედლით; ბ - ყუთისმაგვარი - ორტესებრი ორმაგი კედლით.

კედლის სარტყლებთან შეერთების წებოვანი ნაკერი მოწმდება ამხლეჩ დაბეჭვზე. კედელი - მდგრადობაზე, ხოლო მთლიანად კოჭის განივკვეთი - სიმტკიცესა და ჩალუნვებზე.

ხე-ფანერის დაწებებული კოჭების დაპროექტება მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრებით:

1. კოჭის განივკვეთის შერჩევა.

კოჭის სრული სიმაღლე h აიღება მალის $1/12$ და მრგვალებდა ფანერის სდანიდარტული ზომების შესაბამისად. საყრდენზე კოჭის სიმაღლე $h_{\text{ს}} = h - 0,5i \cdot l$. ფანერის კედლის სისქე $\delta_{\text{ფ}} \geq h_{\text{ფ}}/130$. წინასწარ ვნიშნავთ სარტყელთა ფიცრების სიგანეს ($b_{\text{ფ}} = 16$ მმ).

ქვედა სარტყლის განივკვეთის ზომები შეირჩევა სიმტკიცის პირობიდან გაჭიმვაზე

$$\sigma = M/W_{\text{ფ-ფ}} < R_{\text{ფ}}, \quad (6.29)$$

სადაც M არის ყველაზე საშიშ განივკვეთში მოქმედი მღუნავი მომენტი; $W_{\text{ფ-ფ}}$ - წინაღობის მომენტი, დაყვანილი მერქანზე; $R_{\text{ფ}}$ - მერქნის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე.

ყველაზე საშიში კვეთი კოჭში განლაგებულია საყრდენიდან მანძილზე:

$$x = \left(\sqrt{\gamma \cdot (1 + \gamma)} - \gamma \right) \cdot l; \quad \gamma = h_0/i \cdot l, \quad (6.30)$$

სადაც i არის კოჭის ზედა სარტყლის ქანობი; h_0 - კოჭის სიმაღლე საყრდენზე; l - კოჭის მალი.

ზედა სარტყლის განივკვეთი მიიღება ქვედას ანალოგიურად.

2. მიღებული განივკვეთის შემოწმება

- ქვედა სარტყლის სიმტკიცე გაჭიმვაზე ყველაზე საშიშ განივკვეთში (6.29) ფორმულით მოწმდება;

- ზედა სარტყლის სიმტკიცე კუმშვაზე ღუნვით კოჭის სიბრტყიდან მდგრადობის

გათვალისწინებით

$$\sigma = M/W_{\text{დ.ე.ფ}} \leq R_s \quad (6.31)$$

სადაც φ არის მდგრადობის კოეფიციენტი ზედა სარტყლისათვის კოჭის საბრტყიდან (მიღება მოქნილობა $\lambda = l_s / 0.29b$ - ზე დამოკიდებულებით [35]); R_s - მერქნის საანგარიშო წინალობა კუმშვაზე; l_s - ზედა სარტყლის ჩამაგრებებს შორის მანძილი (სახურავის მოსაწყობად); b განივკვეთის სიგანე;

- ფანერის კედლის სიმტკიცის მიხედვით

$$\sigma = M/W_{\text{ფ.ე.ე}} \leq R_{\text{ფ.ე.ე}} \cdot m_{\text{ფ}} \quad (6.32)$$

სადაც $W_{\text{ფ.ე.ე}}$ არის ფანერაზე დაყვანილი წინალობის მომენტი; $R_{\text{ფ.ე.ე}}$ - ფანერის საანგარიშო წინალობა გაჭიმვაზე; $m_{\text{ფ}} = 0,8$ - პირაპირში ფანერის საანგარიშო წინალობის შემამცირებელი კოეფიციენტი;

• კედლის სიმტკიცე საშუალო განივკვეთში მთავარი გამჭიმი ძალების მოქმედებისას საყრდენიდან ფანერის კედლის პირველ პირაპირამდე (ან პირველი შეყურსული ძალის მოდების წერტილამდე)

$$\frac{\sigma_{\text{კვ.ე.ე}}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{კვ.ე.ე}}}{2}\right)^2 + \tau_{\text{კვ.ე.ე}}^2} \leq R_{\text{ფ.ე.ე}} \cdot m_{\text{ფ}} \quad (6.33)$$

სადაც $R_{\text{ფ.ე.ე}}$ არის ფანერის საანგარიშო წინალობა გაჭიმვაზე α კუთხით ([1], დანართი 5, ნახ.17); $\sigma_{\text{კვ.ე.ე}}$ - ნორმალური ძაბვა კედელში ლუნვისაგან სარტყლების შიდა ნაწიბურის დონეზე; $\tau_{\text{კვ.ე.ე}}$ - მხები ძაბვები კედელში სარტყლების შიდა ნაწიბურის დონეზე; α - კუთხე ფანერის გარე ფენების ბოჭკოების მიმართულებისადმი. გამოითვლება დამოკიდებულებიდან

$$\text{tg}2\alpha = 2\tau_{\text{კვ.ე.ე}}/\sigma_{\text{კვ.ე.ე}} \quad (6.34)$$

• კედლის ადგილობრივი მდგრადობა მოწმდება $h_{\text{კვ.ე.ე}}/b_{\text{ფ}} > 50$ პირობის გათვალისწინებით (როცა ფანერის გარე ფენების ბოჭკოების მიმართულება ემთხვევა ძალის მიმართულებას)

$$[\sigma_{\text{კვ.ე.ე}}/K_u(100b_{\text{ფ}}/h_{\text{კვ.ე.ე}})^2] + [\tau_{\text{კვ.ე.ე}}/K_r(100b_{\text{ფ}}/h_{\text{საანგ}})^2] \leq 1, \quad (6.35)$$

სადაც K_u და K_r არის კოეფიციენტები, რომლებიც განისაზღვრება გრაფიკებიდან ([1], დანართი 5, ნახ.18; 19); $h_{\text{საანგ}}$ - კედლის საანგარიშო სიმაღლე. თუ განივ წიბოებს შორის მანძილი $a \geq h_{\text{კვ.ე.ე}}$, მაშინ $h_{\text{საანგ}} = h_{\text{კვ.ე.ე}}$; თუ $a < h_{\text{კვ.ე.ე}}$, მაშინ $h_{\text{საანგ}} = a$;

- მოწმდება ფანერის კედელი ჭრაზე ფორმულით:

$$\tau = Q \cdot S_{\text{დ.ე.ფ}} / J_{\text{დ.ე.ფ}} \cdot b_{\text{ფ}} \leq R_{\text{ფ.ე.ე}} \quad (6.36)$$

სადაც Q არის განივი ძალა; $S_{\text{დ.ე.ფ}}$ და $J_{\text{დ.ე.ფ}}$ - სტატიკური და ინერციის დაყვანილი მომენტები ფანერაზე; $b_{\text{ფ}}$ - ფანერის კედლების ჯამური სისქე; $R_{\text{ფ.ე.ე}}$ - ფანერის საანგარიშო წინალობა ჭრაზე;

• ფანერის სიმტკიცე წებოვანი ნაკერის მიმართ მოწმდება (6.36) ფორმულით. ფანერის კედლის სისქის ($b_{\text{ფ}}$) ნაცვლად იღებენ წებოვანი ნაკერების ჯამურ სისქეს ($\Sigma h_{\text{ნაკ}}$);

- მოწმდება წებოფანერის კოჭის სიხისტე ფორმულით:

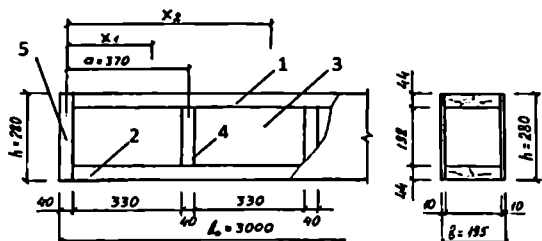
$$f/l = \{ f_0[1+c(h/l)^2] \} / k \cdot l \leq [f/l] \quad (6.37)$$

სადაც $f_0 = 5 \cdot q^2 \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J$ არის კოჭის ჩალუნვა ნორმატიული დატვირთვის დროს; $K = 0,15 + 0,85 h_{\text{ნაკ}}/h$ - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს განივკვეთის ცვალებადობას;

$C = 15,4+3,8h_0/h$ - ძვრის დეფორმაციის გამოვალისწინებული კოეფიციენტი; h_0 - კოჭის განივკვეთის სიმაღლე საყრდენზე; h - კოჭის განივკვეთის მაქსიმალური სიმაღლე.

მაგალითი 6.5. გასაანგარიშებელია კოლოფისებრი განივკვეთის დაწებებული ხე-ფანერის კოჭი, რომლის მალა $\iota_0 = 3$ მ, განივკვეთის სიმაღლე $h = 0,28$ მ, სიგანე $b = 0,195$ მ. კოჭის კედლები შესრულებულია წყალმდევი ფანერისაგან განივკვეთით 175×44 მმ. განივი სიხისტის წიბოები

განლაგებულია ყოველ 33 სმ-ში (სინათლემში) განივკვეთით 40×175 მმ (ნახ. 6.37).



ნახ. 6.37. კოლოფისებრი განივკვეთის დაწებებული ხე-ფანერის კოჭი: 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ქვედა სარტყელი; 3 - კედელი ფანერის $\delta = 10$ მმ; 4 - განივი სიხისტის წიბოები; 5 - საყრდენი წიბო (ზომები მმ-ში).

ავიღოთ კოჭზე მოქმედი დატვირთვები:
 ნორმატიული $q^* = 2,7$ კნ/მ.
 საანგარიშო $q = q^* \cdot \gamma = 2,7 \cdot 1,2 = 3,24$ კნ/მ,

სადაც $\gamma = 1,2$ არის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი [3].

კოჭი დაყრდნობილია 20 სმ სიხის აგურის კედელზე, ამიტომ კოჭის საანგარიშო მალი იქნება $\iota = \iota_0 - 20$ სმ = $300 - 20 = 280$ სმ = $2,8$ მ.

კოჭში მოქმედი მაქსიმალური მლუნავი მომენტი

$$M = q \iota^2 / 8 = 3,24 \cdot 2,8^2 / 8 = 3,18 \text{ კნმ.}$$

მანძილი მარცხენა საყრდენი წიბოს ღერძიდან პირველ განივ სიხისტის წიბოს ღერძამდე:

$$a_1 = 0,33 + 0,04 = 0,37 \text{ მ.}$$

მანძილი მარცხენა საყრდენი წიბოს ღერძიდან პირველი და მეორე პანელების შუამდე:

$$x_1 = 0,04 / 2 + 0,33 / 2 = 0,185 \text{ მ;}$$

$$x_2 = 0,04 / 2 + 0,33 + 0,33 / 2 = 0,555 \text{ მ.}$$

განვსაზღვროთ მლუნავი მომენტები ამ კვეთებში:

$$M_1 = q x_1 (\iota - x_1) / 2 = 3,24 \cdot 0,185 (2,8 - 0,185) / 2 = 0,78 \text{ კნმ;}$$

$$M_2 = q x_2 (\iota - x_2) / 2 = 3,24 \cdot 0,555 (2,8 - 0,555) / 2 = 2,02 \text{ კნმ.}$$

კოჭის განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

დაყვანილი ინერციის მომენტი

$$J_{\text{დაყ}} = J_0 + J_0 E_0 / E_0 \text{ მ}^4,$$

სადაც ფანერის კედლების ინერციის მომენტი

$$J_0 = 2 \cdot \delta_0 \cdot h^3 / 12 = 2 \cdot 0,01 \cdot 0,28^3 / 12 = 0,0000365 \text{ მ}^4 = 3,65 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

სარტყლების ინერციის მომენტი

$$J_0 = (b_0 \cdot h^3 / 12) + b_0 \cdot h_0 \cdot [(h/2) - (h_0/2)]^2 = (0,175 \cdot 0,044^3 / 12) + 0,175 \cdot 0,044 [(0,28/2) - (0,044/2)]^2 = 10,844 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

$$J_{\text{დაყ}} = 10,844 \cdot 10^{-5} + 3,65 \cdot 10^{-5} \cdot (9000/10000) = 14,129 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4.$$

ფანერაზე დაყვანილი ინერციის მომენტი

$$J_{\text{დაყ}} = J_0 + J_0 E_0 / E_0 = 3,65 \cdot 10^{-5} + 10,844 \cdot 10^{-5} \cdot (10000/9000) = 15,7 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

დაყვანილი წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{დაყ}} = 2 \cdot J_{\text{დაყ}}/h = 2 \cdot 14,129 \cdot 10^{-5}/0,28 = 100,92 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

ფანერაზე დაყვანილი წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{ფან}} = 2 \cdot J_{\text{ფან}}/h = 2 \cdot 15,7 \cdot 10^{-5}/0,28 = 112,14 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

კედლისა და სარტყლების სტატიკური მომენტები:

$$S_{\text{გ}} = 2 \cdot \delta_{\text{გ}} \cdot h^2/8 = 2 \cdot 0,01 \cdot 0,28^2/8 = 19,6 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

$$S_{\text{ა}} = b_{\text{ა}} \cdot h_{\text{ა}} \cdot [(h/2) - (h_{\text{ა}}/2)] = 0,175 \cdot 0,044 \cdot [(0,28/2) - (0,044/2)] = 90,86 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

ფანერაზე დაყვანილი სტატიკური მომენტი

$$S_{\text{დაყფ}} = S_{\text{გ}} + S_{\text{ა}} \cdot E_{\text{ა}}/E_{\text{გ}} = 19,6 \cdot 10^{-5} + 90,86 \cdot 10^{-5} \cdot (10000/9000) = 120,55 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

შევამოწმოთ კოჭი სიმტკიცეზე (6.29) ფორმულით:

$$\sigma = M/W_{\text{დაყ}} = 3,18/100,92 \cdot 10^{-5} = 3151 \text{ კნ/მ}^2 = 3,15 \text{ მპა} < R_{\text{ბ}} = 9 \text{ მპა}.$$

კოჭის კედლის ნეიტრალური ღერძის გასწვრივ ვამოწმებთ განივკვეთს მზებ ძაბვებზე (ფორმულა 6.36):

$$\tau = Q \cdot S_{\text{დაყფ}}/J_{\text{დაყფ}} \cdot \delta_{\text{გ}} = 4,54 \cdot 120,55 \cdot 10^{-5}/15,7 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 0,01 = 1743 \text{ კნ/მ}^2 = 1,74 \text{ მპა} < R_{\text{გკ}} = 6 \text{ მპა},$$

სადაც განივი ძალა $Q = q/2 = 3,24 \cdot 2,8/2 = 4,54$ კნ; $R_{\text{გკ}}$ - ფანერის საანგარიშო წინაღობაა კრაზე ფურცლის სიბრტყის მართობულად ([1], ცხრ.10).

შევამოწმოთ მაქსიმალური მზები ძაბვები ფანერისა და მერქნის (სარტყლების) შეწყების სიბრტყეში:

$$\tau = Q \cdot S_{\text{დაყ}}/b_{\text{ანგ}} \cdot J_{\text{დაყ}} = 4,54 \cdot 90,86 \cdot 10^{-5}/0,088 \cdot 15,7 \cdot 10^{-5} = 299 \text{ კნ/მ}^2 = 0,3 \text{ მპა} < R^{\text{მა}} = 0,8 \text{ მპა},$$

სადაც $b_{\text{ანგ}} = b \cdot n_{\text{ანგ}} = 2 \cdot 0,044 = 0,088$ მ; $R^{\text{მა}} = 0,8$ მპა - წებოვანი ნაკერის საანგარიშო წინაღობა.

შევამოწმოთ ფანერის კედლის მდგრადობა ნორმალური და მზები ძაბვების მოქმედებისას პირველი პანელის შუაში $x_1 = 0,185$ მ, კოჭის კედლის სიმაღლე სარტყლებს შორის $h'_{\text{კე}} = 0,28 - 0,044 \cdot 2 = 0,192$ მ.

რადგანაც $h'_{\text{კე}}/\delta_{\text{გ}} = 0,192/0,01 = 10,2 < 50$, ამიტომ ფანერის კედლის მდგრადობა უზრუნველყოფილია ([1], ფორმ.47).

შევამოწმოთ ფანერის კედლები მდგრადობაზე კედლის სიბრტყიდან მეორე პანელის შუაში $x_2 = 0,555$ მ:

განივი ძალა

$$Q_2 = q(0,5 \ell - x_2) = 3,24(0,5 \cdot 2,8 - 0,555) = 2,74 \text{ კნ}.$$

ნორმალური ძაბვა

$$\sigma_{\text{კე}} = M_2/W_{\text{დაყ}} = 2,02/112,14 \cdot 10^{-5} = 1801 \text{ კნ/მ}^2 = 1,8 \text{ მპა}.$$

მზები ძაბვა

$$\tau_{\text{კე}} = Q_2 \cdot S_{\text{დაყფ}}/2\delta_{\text{გ}} \cdot J_{\text{დაყ}} = 2,74 \cdot 120,55 \cdot 10^{-5}/2 \cdot 0,01 \cdot 15,710^{-5} = 1052 \text{ კნ/მ}^2 = 1,05 \text{ მპა}.$$

$$h_{\text{კე}} = 0,192 \text{ მ და } \gamma_2 = a_0/h_{\text{კე}} = 0,33/0,192, \text{ მაშინ } K_{\text{ა}} = 16,5 \text{ მპა და } K_{\text{რ}} = 2,65 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ კედლის ადგილობრივი მდგრადობა (ფორმ.6.35):

$$\sigma_{\text{კე}}/K_{\text{ა}}(100 \delta_{\text{გ}}/h_{\text{კე}})^2 + \tau_{\text{კე}}/K_{\text{რ}}(100 \delta_{\text{გ}}/h_{\text{ანგ}})^2 = 1,8/16,5(100 \cdot 0,01/0,192)^2 + 1,05/2,65(100 \cdot 0,01/0,192)^2 = 0,044 < 1.$$

შევამოწმოთ მეორე პანელის შუაში კედლის მდგრადობა მთავარი გამჭვირი ძაბვების მოქმედებაზე (ფორმ.6.33). ამისათვის უნდა განვსაზღვროთ კუთხე $\varphi = 2 \tau_{\text{კე}}/\sigma_{\text{კე}} =$

$$= 2 \cdot 1,05/1,8 = 1,167, \text{ შესაბამისად } 2\alpha = 49^{\circ}24', \alpha = 24^{\circ}42' \text{ და } R_{\text{გგ}} = 6,4 \text{ მპა} ([1], \text{დანართი 5, ნახ.17}).$$

$$\frac{\sigma_{\text{კე}}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{კე}}}{2}\right)^2 + \tau_{\text{კე}}^2} = \frac{1,8}{2} + \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + 1,05^2} = 2,28 \text{ მპა} < R_{\text{გგ}} = 6,4 \text{ მპა};$$

შევამოწმოთ კოჭის სიხისტე (ფორმ. 6.37):

ჯერ გამოვთვალოთ კოჭის ჩაღუნვა:

$$f_0 = 5 \cdot q^6 \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J = 5 \cdot 2,7 \cdot 10^{-3} \cdot 2,6^4 / 384 \cdot 10^4 \cdot 14,129 \cdot 10^{-5} = 0,0011 \text{ მ};$$

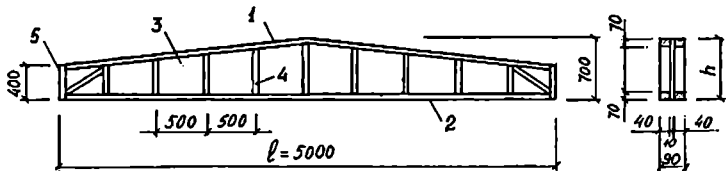
კოეფიციენტები: $c = 15,4 + 3,8 \cdot h_0 / h = 15,4 + 3,8 \cdot 0,28 / 0,28 = 19,2$;

$$K = 0,15 + 0,85 \cdot h_0 / h = 0,15 + 0,85 \cdot 0,28 / 0,28 = 1.$$

$$f / \ell = f_0 \cdot [1 + c(h/\ell)^2] / k \cdot \ell = 0,0011 \cdot [1 + 19,2 \cdot (0,28/2,8)^2] / 1 \cdot 2,8 = 1/2135 < [f/\ell] = 1/250.$$

სიმტკიცის, სიხისტისა და მდგრადობის ყველა პირობა დაკმაყოფილებულია.

მაგალითი 6.6. გასაანგარიშებელია დაწებებული ხე-ფანერის ორქანობიანი კოჭი ფანერის კედლით (ნახ. 6.38) შემდეგი მონაცემების მიხედვით: კოჭის საანგარიშო მალი $\ell = 5$ მ; კოჭის სრული სიმაღლე მალის შუაში $h = 0,7$ მ; სიმაღლე საყრდენებზე $h_0 = 0,4$ მ; კოჭის კედელი - წყალმდედი ფანერისა, მარკით ФСФ, სისქით $\delta_{\Phi} = 10$ მმ; სარტყლებისათვის გამოყენებულია I ხარისხის (სორტის) ფიჭვის მერქნის ძელები 40×70 მმ განიკვეთით; სიხისტის განივი წიბოები 40×70 მმ; განიკვეთით კოჭზე მოქმედებს დატვირთვები: ნორმატიული $q^{\Phi} = 2,26$ კნ/მ; საანგარიშო $q = q^{\Phi} \cdot \gamma_f = 2,26 \cdot 1,2 = 2,71$ კნ/მ.



ნახ. 6.38. ორქანობიანი დაწებებული ხე-ფანერის კოჭი: 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ქვედა სარტყელი; 3 - ფანერის კედელი; 4 - განივი სიხისტის წიბოები; 5 - საყრდენი წიბო (ზომები მმ-ში).

კოჭის განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლებია:

მანძილი ზედა და ქვედა სარტყლების ღერებს შორის (კვხში)

$$h_1 = h - h_0 = 0,7 - 0,07 = 0,63 \text{ მ};$$

ზედა სარტყლის ქანობი

$$i = (h - h_0) / 0,5 \ell = (0,7 - 0,4) / 0,5 \cdot 5 = 0,12;$$

სარტყლების ჯამური განიკვეთი

$$A = A_{\Phi} + A_{\text{კ}} = 4 \cdot 0,04 \cdot 0,07 = 0,0112 \text{ მ}^2;$$

ზედა სარტყლის მოქნილობა

$$\lambda_f = \ell_f / 0,289 h_0 = 0,5 / 0,289 \cdot 0,07 = 24,7.$$

ყველაზე საშიში კვეთის დაშორება მარცხენა საყრდენიდან (ფორმ.6.30)

$$x = (\sqrt{\gamma \cdot (1 + \gamma)} - \gamma) \cdot \ell = (\sqrt{0,67 \cdot (1 + 0,67)} - 0,67) \cdot 5 = 1,94 \text{ მ},$$

სადაც $\gamma = h_0 / \ell \cdot i = 0,4 / 5 \cdot 0,12 = 0,67$.

ამ კვეთში კოჭის განიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები იქნება:

კოჭის სიმაღლე

$$h_x = h_0 + x \cdot i = 0,4 + 1,94 \cdot 0,12 = 0,63 \text{ მ};$$

ფანერის კედლის ინერციის მომენტი

$$J_{\Phi} = \delta_{\Phi}^3 \cdot h_x^3 / 12 = 0,01 \cdot 0,63^3 / 12 = 21 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

სარტყლების ინერციის მომენტი

$$J_0 = 4 (b_x \cdot h_x^3 / 12 + b_x \cdot h_x (h_x / 2 - h_0 / 2)^2) =$$

$$= 4 \{0,04-0,07^3/12+0,04-0,07(0,63/2-0,07/2)^2\} = 88 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

დაყვანილი ინერციის მომენტი

$$J_{\text{დაყ}}^0 = J_0 + J_0 \cdot E_0/E_0 = 88 \cdot 10^{-5} + 21 \cdot 10^{-5} \cdot 9000/10000 = 106,9 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

დაყვანილი წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{დაყ}}^0 = 2 J_{\text{დაყ}}^0 / h_1 = 2 \cdot 106,9 \cdot 10^{-5} / 0,63 = 339 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

საშიშ კვეთში მლუნავი მომენტი იქნება

$$M_1 = 0,5 q x (-x) = 0,5 \cdot 2,71 \cdot 1,94(5-1,94) = 8,04 \text{ კნმ}.$$

შევამოწმოთ ქვედა გაკიმბული სარტყელი სიმტკიცეზე (ფორმ. 6.29):

$$\sigma = M_1 / W_{\text{დაყ}}^0 = 9,04 / 339 \cdot 10^{-5} = 2372 \text{ კნ/მ}^2 = 2,37 \text{ მპა} < R_b = 7 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ ზედა სარტყელი სიმტკიცეზე (ფორმ. 6.31):

რადგანაც $\lambda_1 = 24,7 < 70$, მდგრადობის კოეფიციენტს ვითვლით ფორმულით:

$$\varphi_1 = 1 - 0,8(\lambda_1/100)^2 = 1 - 0,8(24,7/100)^2 = 0,95 \text{ ([1], 3.4.3)}.$$

მაბეა

$$\sigma = M_1 / W_{\text{დაყ}}^0 \cdot \varphi_1 = 8,04 / 339 \cdot 10^{-5} \cdot 0,95 = 2496 \text{ კნ/მ}^2 = 2,5 \text{ მპა} < R_b = 13 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ კედელი ნორმალურ ძაბვებზე (ფორმ. 6.32). ამისათვის განვსაზღვროთ ფანერზე დაყვანილი ინერციისა და წინაღობის მომენტები:

$$J_{\text{დაყ}}^0 = J_0 + J_0 \cdot E_0/E_0 = 21 \cdot 10^{-5} + 88 \cdot 10^{-5} \cdot 10000/9000 = 119 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

$$W_{\text{დაყ}}^0 = 2 J_{\text{დაყ}}^0 / h_1 = 2 \cdot 119 \cdot 10^{-5} / 0,63 = 380 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

მაბეა

$$\sigma = M_1 / W_{\text{დაყ}}^0 = 8,04 / 380 \cdot 10^{-5} = 2130 \text{ კნ/მ}^2 = 2,13 \text{ მპა} < R_{b,0} \cdot \eta_0 = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ მპა}.$$

განვსაზღვროთ მლუნავი მომენტი და განვიძალა ფანერის პირველ პირაპირში ანუ პირველი განივი სიხისტის წიბოს ზონაში სარტყლის შიგა ნაწიბურის დონეზე ($x_1 = 0,5 \text{ მ}$):

$$M_1 = 2,71 \cdot 0,5(5-0,5) / 2;$$

$$Q_1 = q(0,5x_1 - x_1) = 2,71(0,5 \cdot 0,5 - 0,5) = 5,41 \text{ კნ}.$$

გეომეტრიული მახასიათებლები ამ კვეთში ტოლი იქნება:

კოჭის განიკვეთის სიმაღლე

$$h_1 = 0,4 + 0,5 \cdot 0,12 = 0,46 \text{ მ};$$

კოჭის კედლის სიმაღლე

$$h_{\text{კედ}} = 0,46 - 2 \cdot 0,07 = 0,32 \text{ მ};$$

ფანერის კედლისა და სარტყლების ინერციის მომენტები

$$J_{01} = 0,01 \cdot 0,46^3 / 12 = 8,1 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

$$J_{01} = 4 \{0,04-0,07^3/12+0,04-0,07(0,46/2-0,07/2)^2\} = 43 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

$$W_{\text{დაყ}1} = 2 \cdot 56 \cdot 10^{-5} / 0,46 = 240 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

კედლისა და სარტყლების სტატიკური მომენტები:

$$S_{01} = \delta_0 \cdot h_1^2 / 8 = 0,01 \cdot 0,46^2 / 8 = 26,45 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

$$S_{01} = 4 \cdot h_0 \cdot h_1 (h_1/2 - h_0/2) = 4 \cdot 0,04 \cdot 0,07(0,46/2 - 0,07/2) = 218 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

დაყვანილი სტატიკური მომენტი

$$S_{\text{დაყ}1} = S_{01} + S_{01} \cdot E_0/E_0 = 26,45 \cdot 10^{-5} + 218 \cdot 10^{-5} \cdot 10000/9000 = 268,7 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

განვსაზღვროთ ნორმალური და მხები ძაბვები კედელში:

$$\sigma_{\text{კედ}} = M_1 \cdot h_{\text{კედ}} / W_{\text{დაყ}1} \cdot h = 3,05 \cdot 0,32 / 240 \cdot 10^{-5} \cdot 0,46 = 880 \text{ კნ/მ}^2 = 0,88 \text{ მპა};$$

$$\tau_{\text{კედ}} = Q_1 \cdot S_{\text{დაყ}1} / J_{\text{დაყ}1} \cdot \delta_0 = 5,42 \cdot 268,7 \cdot 10^{-5} / 56 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 = 2602 \text{ კნ/მ}^2 = 2,6 \text{ მპა}.$$

მაშინ $\lg 2\alpha = 2 \tau_{\text{კედ}} / \sigma_{\text{კედ}} = 2 \cdot 2,6 / 0,88 = 5,91$, $2\alpha = 80^\circ 24'$, $\alpha = 40^\circ 12'$, ხოლო $R_{0,8} = 4,7 \text{ მპა}$ ([1],

დანართი 5, ნახ.17).

შევამოწმოთ კედლის სიმტკიცე საშიშ კვეთში მთავარი ძაბვების მოქმედებისას (ფორმ. 6.33):

$$\frac{\sigma_{კლ}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{კლ}}{2}\right)^2 + \tau_{კლ}^2} = \frac{0,88}{2} + \sqrt{\left(\frac{0,88}{2}\right)^2 + 2,6^2} = 3,08 \text{ მპა} < R_{ფგ} \cdot m_{ფ} = 4,7 \cdot 0,8 = 3,76 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ ფანერის კედელი ჭრაზე (ფორმ. 6.36) საყრდენი წიბოს ზონაში.

განივკეთის გეომეტრიული მახასიათებლებია:

ფანერის კედლის ინერციის მომენტი

$$J_{ფ} = 0,01 \cdot 0,04^3 / 12 = 5,3 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

სარტყლეების ინერციის მომენტი

$$J_0 = 4 \{0,04 \cdot 0,07^3 / 12 + 0,04 \cdot 0,07(0,4/2 - 0,07/2)^2\} = 30,9 \text{ მ}^4;$$

დაყვანილი ინერციის მომენტი

$$J_{დაყ} = J_{ფ} + J_0 \cdot E_{ფ} / E_{ფ} = 5,3 \cdot 10^{-5} + 30,9 \cdot 10^{-5} \cdot 10000 / 9000 = 39,7 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

კედლის სტატიკური მომენტი

$$S_{ფ} = 0,01 \cdot 0,4^2 / 8 = 20 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

სარტყლეების სტატიკური მომენტი

$$S_0 = 4 \cdot 0,04 \cdot 0,07(0,4/2 - 0,07/2) = 184,8 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3;$$

დაყვანილი სტატიკური მომენტი

$$S_{დაყ} = S_{ფ} + S_0 \cdot E_{ფ} / E_{ფ} = 20 \cdot 10^{-5} + 184,8 \cdot 10^{-5} \cdot 10000 / 9000 = 225,33 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^3.$$

მაქსიმალური განივი ძალა

$$Q = q \cdot l / 2 = 2,71 \cdot 5 / 2 = 6,78 \text{ კნ, მაშინ}$$

$$\tau_{კლ} = Q \cdot S_{დაყ} / J_{დაყ} \cdot n_{ფ} = 6,78 \cdot 225,33 \cdot 10^{-5} / 39,7 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 = 3852 \text{ კნ} / \text{მ}^2 = 3,85 < R_{ფკ} = 6 \text{ მპა}.$$

კედლის შემოწმებას ადგილობრივ მდგრადობაზე არ ვახდენთ, რადგან საყრდენი წიბოდან კოჭის პირველ პანელში კმაყოფილება უტოლოა

$$h_{კლ} / n_{ფ} = 0,32 / 0,01 = 32 < 50.$$

(6.37) ფორმულით მოვახდინოთ კოჭის შემოწმება სიხისტეზე.

განვსაზღვროთ K და C კოეფიციენტები ([1], დანართი 4, ცხრ.3):

$$K = 0,4 + 0,6 \cdot h_0 / h = 0,4 + 0,6 \cdot 0,4 / 0,7 = 0,74;$$

$$C = (45,3 - 6,9 \cdot h_0 / h) \cdot A_0 / A_{კლ} = (45,3 - 6,9 \cdot 0,4 / 0,7) \cdot 0,04 \cdot 0,07 \cdot 4 / 0,26 \cdot 0,01 = 178.$$

კოჭის ძალის შუაში გეომეტრიული მახასიათებლები იქნება:

$$J_{ფ} = 0,01 \cdot 0,07^3 / 12 = 28,6 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4;$$

$$J_0 = 4 \{0,04 \cdot 0,07^3 / 12 + 0,04 \cdot 0,07(0,7/2 - 0,07/2)^2\} = 111,6 \text{ მ}^4;$$

$$J_{დაყ} = J_0 + J_{ფ} \cdot E_{ფ} / E_0 = 111,6 \cdot 10^{-5} + 28,6 \cdot 10^{-5} \cdot 9000 / 10000 = 137,3 \cdot 10^{-5} \text{ მ}^4.$$

კოჭის ჩალუნვა

$$f_0 = 5 \cdot q \cdot l^4 / 384 \cdot E \cdot J = 5 \cdot 2,26 \cdot 10^{-3} \cdot 5^4 / 384 \cdot 10^4 \cdot 137,3 \cdot 10^{-5} = 0,00134 \text{ მ}.$$

კოჭის ფარდობითი ჩალუნვა (ფორმ.6.37)

$$f / l = f_0 [1 + c(h/l)^2] / k \cdot l = 0,00134 [1 + 178(0,7/5)^2] / 0,74 \cdot 5 = 1/617 < [f/l] = 1/200.$$

სიმტკიცის, სიხისტისა და მდგრადობის ყველა პირობა დაკმაყოფილებულია.

6.7.4. ფიცრული დაწებებული კოჭები

დაწებებული კოჭი (ძელი) ნატურალური მერქნის წარმოების კანონზომიერი განვითარების შედეგია, რომელმაც მთლიანკვეთიანი კოჭი შეცვალა უფრო ხარისხიანი, ესთეტიკურად მიმზიდველი, შესანიშნავი ფიზიკური მახასიათებლების მქონე კონსტრუქციით.

XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან დაწებებული ძელების წარმოება ინტენსიურად ვითარდებოდა ჩრდილოეთ ამერიკაში, სადაც ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლების 85% შენდებოდა და შენდება მერქნისაგან. ამასთანავე, დაწებებული კონსტრუქციების დასამზადებლად აშშ-ში ნებადართული იყო შედარებით დაბალი ხარისხისა და იაფი მერქნის გამოყენება (არყი ხე, ვერხვი, ნეკერჩხალი). შემდეგ დაიწყო კოჭების დამზადება დაწებებული შპონისაგან (LVL). ჩრდილოეთ ამერიკაში 2004 წელს ფიცრულ-დაწებებული ძელების რაოდენობამ მთლიანი დაწებებული კონსტრუქციების მოცულობაში შეადგინა 35-40%, მათ შორის LVL-მა – 60-65%. LVL-ს ძირითადად იყენებენ საბინაო მშენებლობაში ორტესებრივ კოჭების თარობად (50%) და კონსტრუქციულ კოჭებად (43%) რიგელების სახით გარაყის კარებებისათვის, გრძივებად, საყრდენ კოჭებად და სხვ.

დღეისათვის აშშ-ში სართულშუა გადახურვებში (მე-2 და შემდეგი სართულები) დაწებებული კოჭების წილია 45%, თუმცა მსოფლიო ექსპერტების პროგნოზით ეს პროცენტი მალე მიაღწევს 80%-ს.

საინტერესოა ფაქტი: ჩრდილოეთ ამერიკაში დაწებებული კოჭების იმპორტი პრაქტიკულად არ ხდება. ამას განაპირობებს არა ამერიკელების გადაწყვეტილება, თავის ბაზარზე არ შეუშვან სხვა ქვეყნის საწარმოო ფირმების პროდუქცია, არამედ ის, რომ იმპორტულ მასალაზე აუცილებელია დამლა „ხარისხი მოწონებულია“, რომელსაც გასცემს ხის კონსტრუქციების ინსტიტუტი და მისი მიღება ძალზე რთულია, რადგან ჩრდილოეთ ამერიკის კონტინენტზე ხის მასალის ხარისხზე მსოფლიოში ყველაზე მკაცრი მოთხოვნებია.

დაწებებული კოჭების წარმოება ევროპაში შედარებით გვიან დაიწყო, მაგრამ 2002 წელს უკვე 3,4 მლნ მ³-ს მიაღწია. 1995-2005 წლებში მატებამ შეადგინა 12% წელიწადში. 1996-2000 წლებში მოთხოვნა იყო 8%, მაგრამ 2001-2004 წლებში აიწია 13,2%-მდე და შემდეგ ყოველწლიურად მატულობს, როგორც დამზადება, ისე მოთხოვნა.

2010 წლისათვის ხე-ტყის მასალების დამზადებისა (მრიცხველი) და დახერხილი ხის მასალის (მნიშვნელი) მოცულობები მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნებისათვის ასეთია:

- აშშ - 500/98 მლნ მ³;
- კანადა - 220/60 მლნ მ³;
- EC – 274/85 მლნ მ³;
- რუსეთი - 140/26 მლნ მ³;
- შვედეთი - 73/19 მლნ მ³;
- ფინეთი - 58/18,3 მლნ მ³.

გერმანია, რომლის ტერიტორია რუსეთის ტერიტორიაზე 48-ჯერ ნაკლებია, ყოველწლიურად ამზადებს დაახლოებით 2 მლნ მ³ დაწებებულ კონსტრუქციებს, რუსეთი კი - 200 ათას მ³-ს.

დაწებებული ძელების ევროპიდან ექსპორტი ყოველწლიურად იზრდება იაპონიასთან მიმართებაში - ბოლო 9 წელიწადში იგი გაიზარდა 10-ჯერ.

დაწებებული ძელების წარმოებაში ევროპაში წინა პოზიციებზეა ისეთი ქვეყნები, როგორცაა ავსტრია (28%), გერმანია (26%), იტალია, საფრანგეთი, შვეიცია, ფინეთი და დანია. ევროპელი მწარმოებლების ძირითადი პროდუქციაა ფიცრულ-დაწებებული ძელი, რომელსაც იყენებენ მზიდი კონსტრუქციების (კოჭი, კამარა, კოლონა) ძირითადი ელემენტებისათვის სამრეწველო და სავაჭრო ობიექტების აშენებისას დაწებებული ძელის ყველაზე მსხვილი მომხმარებელი, ერთ სულ მოსახლეზე გადაანგარიშებით, გერმანიაა, რომელიც გამოიყენებს ევროპაში დამზადებული დაწებებული ძელების 33%-ს, იტალია - 27%-ს.

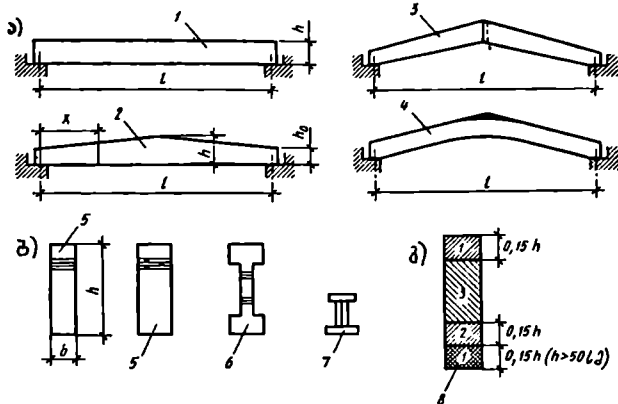
აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში დაწებებული ძელის უმსხვილესი მწარმოებელი და მომხმარებელია იაპონია, სადაც საცხოვრებელი სახლების დაახლოებით ნახევარი ამ მასალით შენდება. დაწებებული ძელები ძირითადად გამოიყენება კარკასის რიგელებად, დარებად და ქვედა საყრდენ ძელებად.

იაპონიაში ექსპორტული დაწებებული ძელების რაოდენობის მიხედვით პირველ სამ ადგილს იკავებენ ავსტრია (27%), ფინეთი (21%) და ჩინეთი (19%). ბოლო წლებში დაწებებული ძელების ექსპორტის მოცულობა გაიზარდა ავსტრიაში 37%-ით, ფინეთში 38%-ით, ხოლო ჩინეთში - 8-ჯერ.

რუსეთში დაწებებული ძელების წარმოებამ მნიშვნელოვანი ზრდა დაიწყო 2003 წლიდან, ამ წელს დამზადდა დაახლოებით 1 მლნ მ³ მასალა (1990 წელს - 95,9 ათასი მ³), რაც განაპირობა ექსპორტის გაზრდამ იაპონიაში. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ რუსეთის დიდი ქალაქების გარეუბნებში და სოფლებში მასობრივად დაიწყო ეკოლოგიური და ენერგოდამზოგავი 1-2 სართულიანი საცხოვრებელი ხის სახლების მშენებლობა, სადაც წარმატებით იყენებენ დაწებებულ კოჭებსა და ძელებს, თუმცა მსოფლიოში ხე-ტყით ყველაზე მდიდარ ქვეყანაში ასეთი სახლების წილი ჯერ მხოლოდ 30%-ია (აშშ-ში 85%, განვითარებულ ქვეყნებში - 60%).

გერმანული კომპანია Weining Group-ის მონაცემებით, დაწებებული ძელების წარმოება ევროპაში ყოველწლიურად მატულობს 310%-ით და პერსპექტივაში ასეთი ტემპით განვითარდება უახლოეს 20-30 წლის განმავლობაში, მით უმეტეს, რომ პრაქტიკაში შემოდის ახალი, ნანოტექნოლოგიით დამზადებული დაწებებული კონსტრუქციები.

ფიცრებისაგან შედგენილი დაწებებული კოჭები ინდუსტრიული წესით დამზადებული ხის კონსტრუქციების ძირითადი სახეობაა (ნახ. 6.39).



ნახ. 6.39. ხის დაწებებული კოჭები: ა - კოჭის ტიპები; ბ - განიკვეთის ტიპები; გ - ფიცრების ხარისხი; 1 - ერთქანობიანი კოჭი; 2 - ორქანობიანი; 3 - ტეხილი მოხაზულობის კეხში კბილა პირაპირით; 4 - მოლუნული; 5 - მართკუთხა განიკვეთით; 6 - ორტესუბრი განიკვეთით; 7 - რელსისმაგვარი განიკვეთით; 8 - განიკვეთში განთავსებული ფიცრების ხარისხი.

დაწებებული კოჭი შეწებებული თხელი ფიცრების პაკეტია. გომეტრიული ზომები და განიკვეთის ფორმა პრაქტიკულად შეიძლება იყოს ნებისმიერი და დამოკიდებული არ არის დახერხილი ხის მასალის სორტამენტის შეზღუდვებზე. დამყოლ მაკავშირებლებზე განხორციელებული ელემენტებისაგან განსხვავებით დაწებებული კოჭები ფაქტობრივ მონოლითური (მთლიანკვეთიანი) კონსტრუქციებია.

კოჭის განიკვეთის სიმაღლე მიიღება $(0,08-0,12)l$, ხოლო სიგანე შეიძლება იყოს 40 სმ-მდე, თუმცა პრაქტიკაში დაწებებული კოჭის სიგანე მიიღება 17 სმ-მდე, რაც საშუალებას იძლევა, ასეთი კოჭები დავაზადოთ სიგანეში მთლიანი ფიცრებისაგან.

ფიცრების შეწებებისათვის გამოიყენება სინთეზური წებოები. მერქნის ტენიანობა $W \leq 15\%$. კოჭის განიკვეთის სიმაღლე საყრდენზე არ შეიძლება იყოს 40 სმ-ზე ნაკლები. ფიცრების სისქე სწორხაზოვან ელემენტებში $\delta_0 \leq 42$ მმ, ხოლო მრუდხაზოვანში - $\delta_0 \leq 42$ მმ.

7 მეტრამდე მალის შემთხვევაში იყენებენ ორტესებრ ან რელსისმაგვარი განიკვეთის დაწებებულ კოჭებს, რომელთა კედელი განხორციელებულია წიბოზე დაყრდნობილი ფიცრებისაგან. ასეთი კოჭების ნაკლად ითვლება წიბოსთან თაროს შეწებების სირთულე და ნაკლები საიმედოობა.

6-15 მ სიგრძის მალეების შემთხვევაში გამოიყენება შედგენილი კოჭები, რომლებიც სიბრტყეებით შეწებებული ფიცრებით არის დაზუადებული. სიგრძეში ფიცრები ერთმანეთს უკავშირდება კბილა პირაპირებით, რომლებიც ეწყობა ხტულად (განცალკევებით). მათ შორის დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ ფიცრის 20 სისქისა.

15 მეტრზე მეტი მალეების შემთხვევაში უზოჯობესია გამოვიყენოთ ტეხილი მოხაზულობის ან მოლუნული კოჭები.

საერთოდ, ხის დაწებებული კოჭების მალის მაქსიმალური სიგრძეა 24 მ, რადგანაც უფრო დიდი მალეების შემთხვევაში ძლიერ რთულია მათი დამზადება და ტრანსპორტირება, ექსპლუატაციის დროს კი საგრძნობ დეფორმაციებსაც განიცდიან.

ამიტომ დიდი მალევისათვის უზრუნველყოფისათვის გამოვიყენოთ კამაროვანი ან გამჭოლი ხის კონსტრუქციები.

დაწებებული კოჭების მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის კოჭის h სიმაღლის შეფარდება b სიგანესთან შეზღუდულია და დაცული უნდა იქნეს პირობა $h/h \leq 6$. ორტყეობრივი განიკვეთის კოჭის კედლის სიგანე (სისქე) უნდა იყოს არანაკლებ კოჭის თაროს სიგანის ნახევრი და არანაკლებ 80 მმ. დატენიანების საწინააღმდეგოდ კოჭის ზედა ფენა გადახურული უნდა იყოს 2,5 სმ სისქის ანტისეპტირებული ფიცრით.

დაწებებული კოჭების სიმტკიცეზე გაანგარიშება მთლიანკვეთიანი კოჭების ანალოგიურია, სახსროვნად დაყრდნობილი მუდმივი ან ცვლადი განიკვეთიანი კოჭების მაქსიმალური ჩაღუნვა, მხები ძაბვების გავლენის გათვალისწინებით, გამოითვლება ფორმულით:

$$f = f_0 / k \cdot [1 + c(h/l)^2] \leq [f], \tag{6.38}$$

სადაც $f_0 = 5 \cdot 10^{-6} \cdot E \cdot J$ არის მუდმივი განიკვეთის h სიმაღლის მქონე კოჭის ჩაღუნვა ნორმატიული დატვირთვისაგან ძვრის დეფორმაციის გაუთვალისწინებლად; h - განიკვეთის მაქსიმალური სიმაღლე; l - კოჭის მალი; E - მერქნის დრეკადობის მოდული; J - კოჭის განიკვეთის ინერციის მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ; $k = (0,15 + 0,85 h_0/h)$ - განიკვეთის ცვალებადობის კოეფიციენტი (მუდმივი განიკვეთის კოჭისათვის $k = 1$); h_0 - კოჭის განიკვეთის სიმაღლე საყრდენზე; $c = 15,4 + 3,8 \cdot h_0/h$ - ძვრის დეფორმაციის გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი ([1], დანართი 4, ცხრ. 3).

6.8. სამფენოვანი პანელები

გადახურვის სამფენოვანი პანელი შედგება ხის მზიდი კარკასისა და ფანერის შემოსვისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია წებოთი და ქმნიან კოლოფისმაგვარ განიკვეთს. შემოსვისათვის გამოიყენება წყალმდეგი ფანერი, რომლის სისქე არანაკლებ 8 მმ-ია. წიბოების სისქე აიღება 33-43 მმ. აუცილებლობის შემთხვევაში წიბოები შეიძლება იყოს დაწებებულ - ფიცრული.

ასეთი ტიპის ხე - ფანერის პანელების ფართოდ გამოყენებას სახურავისა თუ კედლების შემომფარგვლელ კონსტრუქციადად, განაპირობებს მათი მაღალი მზიდუნარიანობა საკმაოდ მცირე მასის პირობებში, რაც საშუალებას აძლევს ფანერის შემოსვებს შეითავსოს შემომფარგვლელი და მზიდი ფუნქციები.

შუა ფენისათვის გამოსაყენებელ მასალებს უნდა ჰქონდეს მცირე სიმკვრივე, საკმარისი სიმტკიცე კუმშვასა და ძვრაზე, იყოს ბიომედეგი, შეძლებისდაგვარად ცეცხლმდეგი. ამ მოთხოვნებს ყველაზე კარგად აკმაყოფილებს ქაფალასტი და მინერალური ბაზა, რომლებსაც დამატებით შესანიშნავი თბოსაიზოლაციო თვისებები ახასიათებს. შუა ფენის სისქე აიღება თბოტექნიკური და კონსტრუქციული მოთხოვნების გათვალისწინებით.

საქარხნო პირობებში პანელის დაშლადებისას ფანერის ზედა შემოსვაზე ეკვრება ერთი ფენა რუბეროიდი, ხოლო ადგილზე მონტაჟის შემდეგ - დანარჩენი ორი ფენა.

ბე - ფანერის დაწებებული პანელებით შეიძლება გადაიხუროს 3-6 მ სიგრძის მალი, ხოლო თუ გრძივ წიბოებს დავამზადებთ დაწებებულს - 9 მ-მდე, პანელის სიგანე აიღება ფანერის ფურცლის სიგანის შესაბამისი (1535 მმ), სიმაღლე კი შეადგენს მალის 1/30-1/40 ნაწილს. ფანერის გარე ფენის ბოჭკოების მიმართულება უნდა ემთხვეოდეს პანელის სიგრძის (მალის) მიმართულებას, რაც იმით არის განპირობებული, რომ სიგრძეში ფანერის ფურცლები გადაბნას ერთმანეთს „უღვაშისებურად“ და იმავდროულად უკეთესად გამოვიყენოთ ფანერის სიმტკიცე.

სტანდარტული ზომის (1,5×6 მ) სამფენოვანი პანელის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 6.40 ნახაზზე.

პანელში გრძივი წიბოების რაოდენობას განსაზღვრავს ფანერის ზედა შემოსვის ღუნვაზე მუშაობის პირობა შეყურსული დატვირთვის მოქმედებისას (ადამიანის წონა ინსტრუმენტებით $P^6 = 1$ კნ; $P = P^6 \cdot 1,2 = 1 \cdot 1,2 = 1,2$ კნ). ამავე დროს ითვლება, რომ ეს შეყურსული დატვირთვა ნაწილდება 100 სმ სიგანის ზოლზე.

წიბოებიანი სამფენოვანი პანელის გაანგარიშება სიმტკიცესა და დეფორმაციებზე ხორციელდება სამშენებლო მექანიკის ჩვეულებრივი მეთოდებით შემოსვებისა და წიბოების სიხისტეთა ფარდობის გათვალისწინებით, რადგანაც მერქნისა და ფანერის დრეკადობის მოდულები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. გეომეტრიული მახასიათებლების დაყვანა ხდება იმ მასალაზე, რომელშიც საჭიროა ძაბვების განსაზღვრა. შემოსვებში ნორმალური ძაბვების განაწილება დამოკიდებულია წიბოებს შორის დაშორებაზე - რაც მეტია დაშორება, მით მეტია ძაბვა.

საერთოდ ბე - ფანერის დაწებებულ კონსტრუქციებში ძაბვები გამოითვლება წარმოებს დრეკადობის თეორიის მეთოდების გამოყენებით. რაც შეეხება სამფენოვან პანელებს, მათი გაანგარიშება საკმაოდ რთულია და იგი გაშუქებულია ლიტერატურაში [16, 26, 28, 29].

მაგალითი 6.6. გასაანგარიშებელია ქიმიური ბოჭკოს დასართავი საამქროს სახურავის ბე-ფანერის დაწებებული სამფენოვანი პანელი შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. პანელის ზომები გეგმაში - $l \times b_1 = 600 \times 150$ სმ;
2. პანელის განივკვეთის სიმაღლე - $h_a = 16$ სმ;
3. მასალა - ფიკვი; მარკით $\Phi C \Phi$ მარკის B/BB ხარისხის ფანერი;
4. ხის კონსტრუქციების ჯგუფი - A1;
5. ჰერის ფარდობითი ტენიანობა - $< 60\%$;
6. მერქნის ტენიანობა - $\leq 9\%$;
7. ხის მასალის ხარისხი - II;
8. სახურავი - ფხილღ. ცივი;
9. მშენებლობის რაიონი - ქ. ნინოწმინდა.

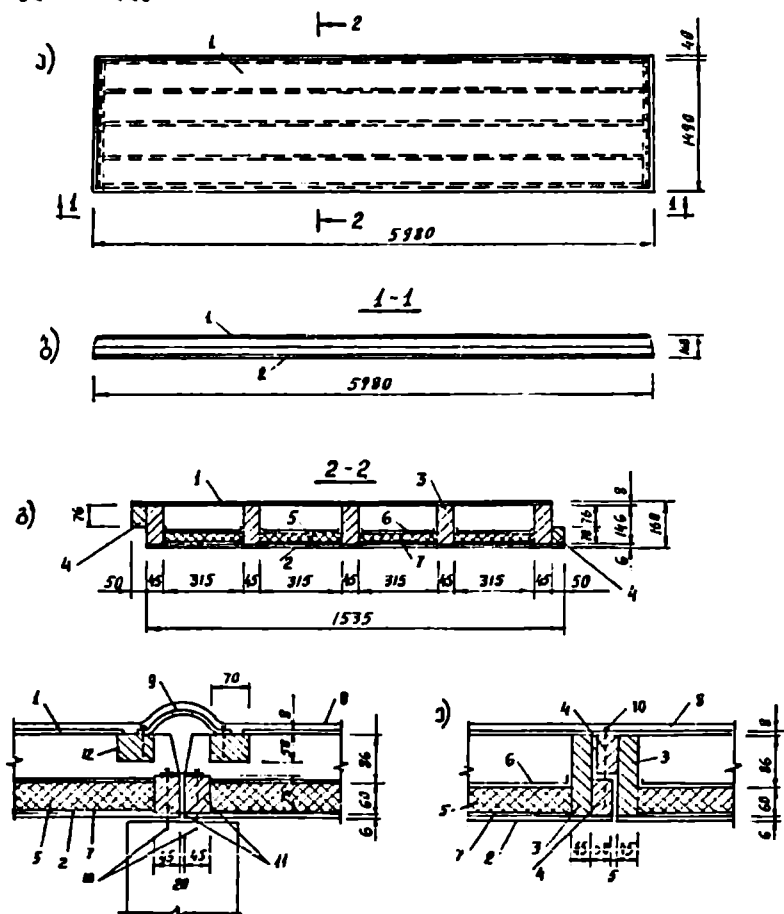
სახურავის ბურულის მასალად ვიყენებთ ოთხ ფენა რუბეროიდს ცხელ მასტიკაზე, ამიტომ სახურავის ქანობი მიიღება $i = 1:4$ (დანართი, ცხრ. 25). შესაბამისად, $\text{tg} \alpha = 0,25$; $\alpha = 14^{\circ}02'$; $\text{cos} \alpha = 0,9702$.

პანელის ზომები ქანობის სიბრტყეში:

სიგრძე: $l = l_1 - 2$ სმ = $600 - 2 = 598$ სმ, სადაც 2 სმ ღრეჯია პანელებს შორის შენობის გრძივი მიმართულებით.

სიგანე: $b = b_1 / \cos \alpha = 150 / 0,9702 = 154,6$ სმ.

პანელის სიმაღლე: $h_1 = 16$ სმ.



ნახ. 6.40. ხე-ფანერის სამფენოვანი პანელი: ა - ზედხედი; ბ - გვერდხედი; გ - განივი ჭრილი; დ - პანელის პირაპირი საყრდენზე; ე - პანელის გრძივი პირაპირი; 1 - ზედა შემოსვა; 2 - ქვედა შემოსვა; 3 - გრძივი წიბოები; 4 - პირაპირის ძელები; 5 - გამათბუნებელი; 6 - მუყაო; 7 - ორთქლოზოლაცია; 8 - რუბეროიდი; 9 - კომპენსატორი; 10 - ლურსმნები; 11 - პანელის განივი ძელები; 12 - განივი ძელები (ზომები მმ-ში).

პანელის განივკვეთი კოლოფისმაგვარია (ნახ. 6.40, გ). მონტაჟის დროს პანელს შორის განივი მიმართულებით უნდა დარჩეს 1-1,2 სმ ღრეჩო ამიტომ პანელის კონსტრუქციული სიგანე

$$b_1 = b - 1,1 = 154,6 - 1,1 = 153,5 \text{ სმ} = 1535 \text{ მმ.}$$

ღრეჩოები რულონური ხალიჩის მოწყობამდე იცემა თბოსაიზოლაციო მასალით, ხოლო გრძივი მიმართულებით საპირისპირო ძელები ერთმანეთს მიელურსმნება 5 მმ დიამეტრის ლურსმნებით

ყოველ 30 სმ-ზე. ამ პირაპირზე ეწყობა კომპენსატორი (ნახ. 6.40, დ), რომლის დანიშნულებაც ტემპერატურული დეფორმაციების თავის თავზე მიღება.

გამათბუნებელი ვიყენებთ მინერალური ზამბის ფილებს ბიტუმის შემკვრელზე სისქით 60 მმ და სიმკვრივით 300 კგ/მ³.

თბოსაიზოლაციო ფილები მიეკვრება ქვედა შემოსვას ბიტუმის საშუალებით, რომელიც ერთდროულად ასრულებს ორთქლსაიზოლაციო ფუნქციასაც. პანელების ტრანსპორტირების დროს გამათბუნებელმა ფილებმა თავიანთი საპროექტო მდგომარეობა რომ შეინარჩუნოს, მათზე ზემოდან მაგრდება ერთი ფენა მუყაო, რომლის ბოლოები გადაიკეცება და მიეღუსმინება კარკასის წიბოებს.

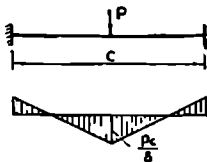
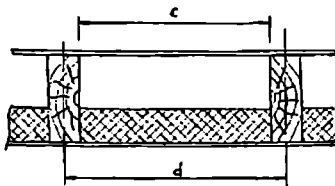
პანელის ზედა შემოსვისათვის ვიყენებთ 8 მმ სისქის შეიდფენიან B/BB ხარისხის ფიბ მარკის არყის ხის ფანერს, რომლისთვისაც დატვირთვის ძირითად სახეა შეყურსული სამონტაჟო დატვირთვა ადამიანისაგან - $P^B = 1 \text{ კნ} = 100 \text{ კგ}$.

ქვედა შემოსვისათვის ვიყენებთ 6 მმ სისქის ხუთფენიან იმავე მარკის ფანერს.

საანგარიშო წინალობები შეიდფენიანი ფანერისათვის: კუმშვაზე - $R_{გა} = 1200 \text{ ნ/სმ}^2 = 12 \text{ მპა}$; გაჭიმვაზე - $R_{გა} = 1400 \text{ ნ/სმ}^2$; ლუნვაზე ფურცლის მართობ სიბრტყეში - $R_{გა} = 1600 \text{ ნ/სმ}^2$ და განაპირა ფენების ბოჭკოების მიმართულულების განივად - $R_{გა} = 650 \text{ ნ/სმ}^2$. დრეკადობის მოდული განაპირა ფენების ბოჭკოების გასწვრივ - $E_{გა} = 900000 \text{ ნ/სმ}^2$; იმავე ბოჭკოების განივად - $E'_{გა} = 600000 \text{ ნ/სმ}^2$. იგივე მონაცემები ხუთფენიანი ფანერისათვის: $E_{გა} = 1300 \text{ ნ/სმ}^2$; $R_{გა} = 1400 \text{ ნ/სმ}^2$; $R_{გა} = 1800 \text{ ნ/სმ}^2$; $R_{გა} = 300 \text{ ნ/სმ}^2$; $E_{გა} = 900000 \text{ ნ/სმ}^2$; $E'_{გა} = 600000 \text{ ნ/სმ}^2$ (დანართი, ცხრ.3).

ფანერის სტანდარტული ზომებია 1525×1525 მმ, ამიტომ პანელის შემოსვებისათვის სიგრძეზე უნდა გაკეთდეს ულვაშისებური პირაპირები, რომლის პირგადადების სიგრძე $[\alpha \geq 10\delta_n$ (δ_n - ფანერის სისქე). კვეთის შესუსტებას პირაპირის მოწყობის გამო ითვალისწინებენ $m_n = 0.6$ კოეფიციენტი. თუ ვიყენებთ დაბაკელიტებულ ფანერს, მაშინ $m_n = 0.6$ ([1], 3.4.24).

ზედა შემოსვის საანგარიშო სქემას 6.41 ნახაზზე ნაჩვენები სახე აქვს.



ნახ. 6.41. პანელის ზედა შემოსვის საანგარიშო სქემა.

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი

$$M = P \cdot c / 8,$$

სადაც საანგარიშო შეყურსული ძალა

$$P = P^B \cdot n = 100 \cdot 1.2 = 120 \text{ კგ} = 1200 \text{ ნ},$$

სადაც $n = 1.2$ არის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი.

ზედა შემოსვის წინალობის მომენტი

$$W = b \cdot \delta_n^3 / 6.$$

ლუნვის ძაბვა ზედა შემოსვაში გარე ფენების ბოჭკოების მიმართულულებისადმი განივად

$$\sigma_c = M_{ა} / W_{გ} = 6P \cdot c / 8b \cdot \delta_n^3 \leq R_{გა} \cdot m_{გ} \cdot m_n,$$

საიდანაც

$$c \geq 4 R_{გა} \cdot m_{გ} \cdot m_n \cdot \delta_n^3 / 3P =$$

$$= 4 \cdot 650 \cdot 1.15 \cdot 1.2 \cdot 0.8^3 / 3 \cdot 1200 = 31.89 \text{ სმ},$$

სადაც c არის სუფთა მანძილი გრძივ წიბოებს შორის;

$m_{გ} = 1.15$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ფენილებისათვის; $m_n = 1.2$ - იგივე სამონტაჟო დატვირთვისათვის; $b = 50 \text{ სმ}$ - ფენილის პირობითი საანგარიშო სიგანე სამონტაჟო დატვირთვისათვის; δ_n - შემოსვის (ფანერის) სისქე.

მივიღოთ $c = 31.5 \text{ სმ} < 31.89 \text{ სმ}$, მაშინ ძაბვა ზედა შემოსვაში

$$\sigma = 6P \cdot c / 8b \cdot \delta_n^3 = 6 \cdot 1200 \cdot 31.5 / 4 \cdot 50 \cdot 0.8^3 = 880 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{გა} \cdot m_{გ} \cdot m_n = 650 \cdot 1.15 \cdot 1.2 = 897 \text{ ნ/სმ}^2.$$

გამათბუნებელი ფენის სისქეს კონსტრუქციულად 60 მმ-ს ვიღებთ. ასევე კონსტრუქციულად ვნიშნავთ ქვედა შუბოსვის (ფანერის) სისქესაც $\delta'_\Phi = 6$ მმ, რადგანაც მასზე მოქმედი გამათბუნებლისა და ფანერის საკუთარი წონა მცირეა.

პანელის განივკვეთის სიმაღლე - $h = 160$ მმ.

პანელის გეომეტრიული ზომები მოცემულია 6.40 ნახაზზე.

გვიანგარიშით პანელი ღუნვაზე. პანელის დახრას მხედველობაში არ ვღებულობთ (სიმცირის გამო) და ის მიდის მარაგში.

პანელზე მოქმედი ნორმატიული და საანგარიშო დატვირთვები მოცემულია 6.4 ცხრილში.

ცხრილი 6.4

№	დატვირთვის სახე	ნორმატიული დატვირთვა, ნ/მ^2	დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი, γ	საანგარიშო დატვირთვა, ნ/მ^2
1.	მუდმივი დატვირთვა: ოთხი ფენა რუბეროიდი ცხელ მასტიკაზე	120	1,2	150
2.	ფანერი - (0,008+0,006)·6400	90	1,1	100
3.	ხის კარკასი $[5 \cdot 0,146 + 0,045 + 2(0,05 \cdot 0,146)] \cdot 5000 / 1,535$	155	1,1	170
4.	გამათბუნებელი - მინერალური ზამბის ფილები ბიტუმის შემკვრილებზე	180	1,2	216
	ს უ ლ	545	-	636
5.	თოვლის დატვირთვა*	700	1,6	1120
	ს რ უ ლ ი და ტ ვ ი რ თ ვ ა	1345	-	1756

*შენიშვნა: 1. თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ქ. ნინოწმინდისათვის (დანართი,

ცხრ.1) $S^{\circ} = S^{\circ} \cdot c = 70 \cdot 1 = 70$ კგ/მ² = 700 ნ/მ², სადაც c სახურავის დახრის

კუთხეზე დამოკიდებული კოეფიციენტი და როცა $\alpha \leq 25^{\circ}$, მაშინ $c = 1$.

2. თოვლის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი γ დამოკიდებულია ფარდობაზე $\frac{E^{\circ} h}{S^{\circ} h} = 545/800 = 0,68 < 0,8$, ამიტომ $\gamma = 1,6$. თუ $\frac{E^{\circ} h}{S^{\circ} h} > 0,8$, მაშინ $\gamma = 1,4$ (იხ. თავი 3, §3.2).

როგორც ლიტერატურაშია მითითებული [30], როცა $l/c = 598/31,5 = 18 > 6$, მხედველობაში მიიღება ძაბვების არათანაბარი განაწილება პანელის სიგანეზე და მის საანგარიშო სიგანეს წიბოებს შორის ვამცირებთ კოეფიციენტის შემოტანით ($k = 0,9$):

$$b_{\Phi} = 4 \cdot 31,5 \cdot 0,9 + 4,5 \cdot 5 + 5 = 140,9 \text{ სმ.}$$

პანელის განივკვეთი დაგვეყავს უფრო მეტად დამაბულ ზედა შვიდფენიან ფანერზე

$$A_{\Phi} = m_{\Phi} (\delta_{\Phi} \cdot b_{\Phi} + \delta'_{\Phi} \cdot b_{\Phi} + E'_{\Phi} / E_{\Phi}) + d \cdot C_{\Phi} \cdot n_{\Phi} / E_{\Phi} =$$

$$= 0,6(0,8 \cdot 140,9 + 0,6 \cdot 140,9 \cdot 9 \cdot 10^5 / 9 \cdot 10^5) + 4,5 \cdot 14,6 \cdot 5 \cdot 10^6 / 9 \cdot 10^5 = 483,4 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $m_{\Phi} = 0,6$ არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ფანერის შემოსევებში საანგარიშო წინაღობის შემცირებას პირაპირების არსებობის გამო; $\delta_{\Phi} = 0,8$ სმ - ზედა შუბოსვის სისქე; $\delta'_{\Phi} = 0,6$ სმ - ქვედა შუბოსვის სისქე; $E_{\Phi} = E'_{\Phi} = 9 \cdot 10^5$ ნ/სმ² - შვიდ- და ხუთფენიანი ფანერის დრეკადობის მოდულები; $E_{\Phi} = 10^6$ ნ/სმ² - წიბოს ხის მასალის (ფიჭვი) დრეკადობის მოდული ([1], პ.3.5); $d = 4,5$ სმ - წიბოს სისქე; $C_{\Phi} = 14,6$ - წიბოს სიმაღლე; $n = 5$ - წიბოების რაოდენობა.

განვსაზღვროთ ფანერზე დაყვანილი პანელის განიკვეთის ნეიტრალური ღერძის მდებარეობა და მისი ინერციის მომენტი, რისთვისაც, პირველ რიგში, განვსაზღვროთ სტატიკური მომენტი

$$S_{ფაფ} = b_{ფაფ} \cdot \delta_{ფ} (C_0 + \delta'_{ფ} + 0,5 \delta_{ფ}) + d \cdot C_0 \cdot (0,5 C_0 + \delta'_{ფ} E_{ფაფ} / E_0) + b_{ფაფ} \cdot \delta'_{ფ} (\delta'_{ფ} / 2) (E'_{ფ} / E_0) =$$

$$= 140,9 \cdot 0,8 (14,6 + 0,6 + 0,5 \cdot 0,8) + 4,5 \cdot 14,6 \cdot 5 (14,6 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 10^6 / 9 \cdot 10^5) +$$

$$+ 140,9 \cdot 0,6 (0,6 / 2) (9 \cdot 10^5 / 9 \cdot 10^5) = 4402 \text{ სმ}^3,$$

მაშინ ნეიტრალური ღერძის მდებარეობა

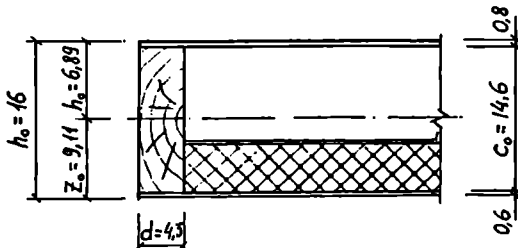
$$Z_0 = S_{ფაფ} / A_{ფაფ} = 4402 / 483,4 = 9,11 \text{ სმ};$$

$$h_0 - Z_0 = 16 - 9,11 = 6,89 \text{ სმ (ნახ. 6.42)}.$$

ინერციის მომენტი

$$J_{ფაფ} = (n \cdot d \cdot C_0^3 / 12) (E_{ფაფ} / E_0) + b_{ფაფ} \cdot \delta_{ფ} (C_0 - Z_0)^2 + b_{ფაფ} \cdot \delta'_{ფ} \cdot Z_0^2 (E'_{ფ} / E_0) =$$

$$= (5 \cdot 4,5 \cdot 14,6^3 / 12) (10^6 / 9 \cdot 10^5) + 140,9 \cdot 0,8 (14,6 - 9,11)^2 + 140,9 \cdot 0,6 \cdot 9,11^2 (9 \cdot 10^5 / 9 \cdot 10^5) = 16894 \text{ სმ}^4.$$



ნახ. 6.42. პანელის წიბოს საანგარიშო სქემა
(ზომები სმ-ში).

შევამოწმოთ პანელის სიმტკიცე ღუნვაზე.

გაკვირვებული (ქვედა) შემოსვისათვის:

$$\sigma = M \cdot Z_0 / J_{ფაფ} = 150 \cdot 0,1756 \cdot 592^2 \cdot 9,11 / 8 \cdot 16894 = 617 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{ფფ} = 1400 \cdot 0,6 = 840 \text{ ნ/სმ}^2.$$

შეკუმშული (ზედა) შემოსვისათვის:

$$\sigma = M (C_0 + \delta'_{ფ} + \delta_{ფ} - Z_0) / J_{ფაფ} = (150 \cdot 0,1756 \cdot 592^2 / 8) (14,6 + 0,8 + 0,6 - 9,11) / 16894 =$$

$$= 475 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{ფაფ} = 1200 \cdot 0,7 = 840 \text{ ნ/სმ}^2,$$

სადაც საანგარიშო მალი $\xi_s = 0,99$ $\xi_s = 598 - 0,99 = 592$ სმ.

რადგან $c / \delta_{ფ} = 31,5 / 0,8 = 39,4 > 50$, ამიტომ მდგრადობის კოეფიციენტი $\phi_{ფ}$ გამოითვლება ფორმულით ([1], კ.4.26):

$$\phi_{ფ} = 1 - [(c / \delta_{ფ})^2 / 5000] = 1 - [(31,5 / 0,8)^2 / 5000] = 0,7.$$

პანელის ნორმატიული დატვირთვით გამოწვეული ფარდობითი ჩაღუნვა გამოითვლება ფორმულით (შემოსვების პირაპირებით შესუსტება მზედველობაში არ მიიღება)

$$f / l = (5 / 384) (q \cdot l^3 / E_0 \cdot J_{ფაფ}) = (5 / 384) (20,18 \cdot 592^3 / 9 \cdot 10^5 \cdot 16894) = 1 / 301 < [f / l] = 1 / 250 \text{ ([1], ცხრ. 16)},$$

სადაც $q = 1345 - 1,5 = 2018 \text{ ნ/მ}$ (1,5 მ - პანელის სიგანე).

შევამოწმოთ ახლური ძაბვები ფანერის ფენების შეწებების სიბრტყეში:

$$\tau = Q \cdot S_0 / J_{ფაფ} \cdot n \cdot d = 7797 \cdot 731,5 / 16165 \cdot 5 \cdot 4,5 = 15,7 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{ფ} = 80 \text{ ნ/სმ}^2 \text{ ([1], ცხრ. 10)},$$

სადაც განივი ძალა საყრდენებზე

$$Q = b_{ფაფ} \cdot q_{ფაფ} \cdot 0,5 \quad \xi_s = 1,5 \cdot 1756 - 0,5 \cdot 5,92 = 7797 \text{ ნ};$$

ნეიტრალური ღერძის მიმართ პანელის ზედა ფანერის სტატიკური მომენტი

$$S_{ფაფ} = 140,9 \cdot 0,8 (6,89 - 0,4) = 731,5 \text{ სმ}^3.$$

6.9. ხის კამარები

ხის კამარები (ნახ. 6.43) მზიდი კონსტრუქციების ყველაზე გავრცელებული სახეა. მალი აიღება 12-100 მ. ისინი განმზღვენინი კონსტრუქციებია.



ნახ. 6.43. ხის წრიული მოხაზულობის კამარა.

ხის კამაროვანი კონსტრუქციების უპირატესობებია:

- **სიმტკიცე** - ის 50-70%-ით მტკიცეა ჩვეულებრივ მერქანთან შედარებით, რადგან დახერხილი მასალის დამუშავება, მნიშვნელოვანი მანკების მოშორება (ამოკრა)ტენ- და თბოდამუშავება, პრაქტიკულად მერქანს აშორებს ბიომავნებლებს;

- **ფორმის უცვლელობა** - დაწებებული ხის კონსტრუქციები არ განიცდის დაბრეცას, ახლეჩას, შეკლებას, გაჯირჯევას. არ

მოქმედებს ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობების შეცვლა. დასავლეთის ქვეყნებში აკვაპარკებისა და საცურაო აუზების 80% შენდება დაწებებული ხის კონსტრუქციებისაგან;

- **სიმსუბუქე** - ხუთჯერ მსუბუქია ბეტონზე და ორჯერ - ლითონის კონსტრუქციებზე;

- **მედევობა** - მედეგია ქიმიურად აქტიური ნივთიერებების მიმართ;

- **თბოსაიზოლაციო თვისებები** - შეუდარებელია, რადგან დაწებებული ფიცრის 20

სმ სისქის კედელი უძლებს ნებისმიერ ყინვას;

- **ცეცხლმედეგობა** - შესაბამისად დამუშავებული ფიცრული დაწებებული ძელი გამოირჩევა საუკეთესო ხანძარსაწინალო თვისებებით. ჩვეულებრივი სტანდარტული ძელი არ იწვის, ნახშირდება და 45 წთ ინარჩუნებს მზიდუნარიანობას, მაშინ, როცა დაუცავი ფოლადის კოჭი ხარძრის დაწყებიდან 4 წუთში იწყებს „დენადობას“, რკინაბეტონის კოჭი კი ირღვევა 15 წუთის შემდეგ;

- **ხანგამძლეობა** - დაწებებულ ძელებს ჩვეულებრივ მერქანთან შედარებით არ აქვს ის თვისებები, რაც იწვევს ხის დეგრადაციას. არ ახასიათებს ბზარები, ნახეთქები, ღრეჩობი, რის გამოც მათი ექსპლუატაციის ვადა რამდენჯერმე აკარბებს მთლიანკვეთიანი ხის ელემენტისას;

- **აწყობის სისწრაფე და სიმარტივე** - მონტაჟი შესაძლებელია წლის ნებისმიერ დროს. ქარხნული წესით დამზადების მაღალი ხარისხი მკვეთრად ამცირებს მშენებლობის ხანგრძლივობას;

- **უსაფრთხოება** - კონსტრუქციები სეისმურად მედეგია;

- **სილამაზე** - დაწებებულ ხის კონსტრუქციებს ახასიათებს ესთეტიკური გამომსახველობა, სხვადასხვა ფორმის მიცემისა და არქიტექტორის ნებისმიერი ჩანაფიქრის ხორცმესხმის შესაძლებლობა;

- **ეკოლოგოტურობა** - მერქანი უზრუნველყოფს ადამიანისათვის მაქსიმალურად

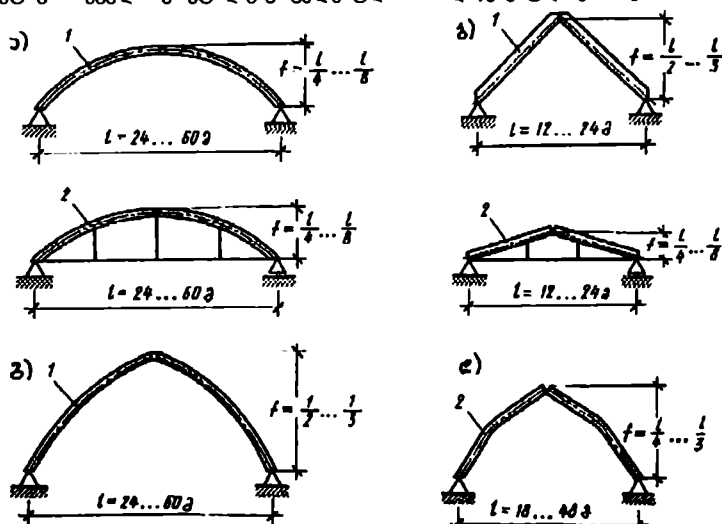
კომპორტული გარემოს შექმნას. თანამედროვე წებოებიც ეკოლოგიურად სუფთაა და არ აუარესებს მიკროკლიმატს.

კამაროვანი ხის კონსტრუქციების გამოყენების სფეროა:

- სპორტული ნაგებობები, როგორცაა ჩოგბურთის კორტები, ჰოკეის მოედნები, საცურაო აუზები; ფრენბურთის, კალათბურთის, ფეხბურთის, ხელბურთის დარბაზები; ფიტნესკლუბები, სატრენაჟოროები, დახურული კარტინგები, მძლეოსნობის მასელები და სხვ.;
- გამოყენების, ბაზრობების, საცირკო წარმოდგენების დროებითი შენობები;
- სტიქიური უბედურებებისა და შეიარაღებული კონფლიქტების შედეგად დაზარალებულთათვის დროებითი მობილური შენობები;
- საწყობები; ხილ-ბოსტნეულისა და ხორბლის საცავები, სამროხეები, საღორეები, ფერმები და სხვ.;
- ტექნიკური მომსახურების სადგურები, გარაჟები;
- დროებითი კინოთეატრები და საკონცერტო დარბაზები (ფართოდ გამოიყენება ევროპაში);
- კინოსტუდიები და გადასაღები მოედნები.

დაწებებული კამაროვანი კონსტრუქციები რეკომენდებულია შხამქიმიკატებისა და მინერალური სასუქების საწყობების ასაშენებლად 40 მ და მეტი მალით. დიდი მალისა და სიმაღლის კამარების საყრდენი და კეხის კვანძების სახსრები კეთდება ფოლადისგან, ხოლო თუ კონსტრუქციას მუშაობა უხდება აგრესიულ გარემოში - ხისგან, პლასტმასისგან და ა.შ.

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებულია ხის დაწებებული კამარები (ნახ. 6.44).



ნახ. 6.44. ხის დაწებებული კამარები: ა - სემგენტური მოხაზულობის;

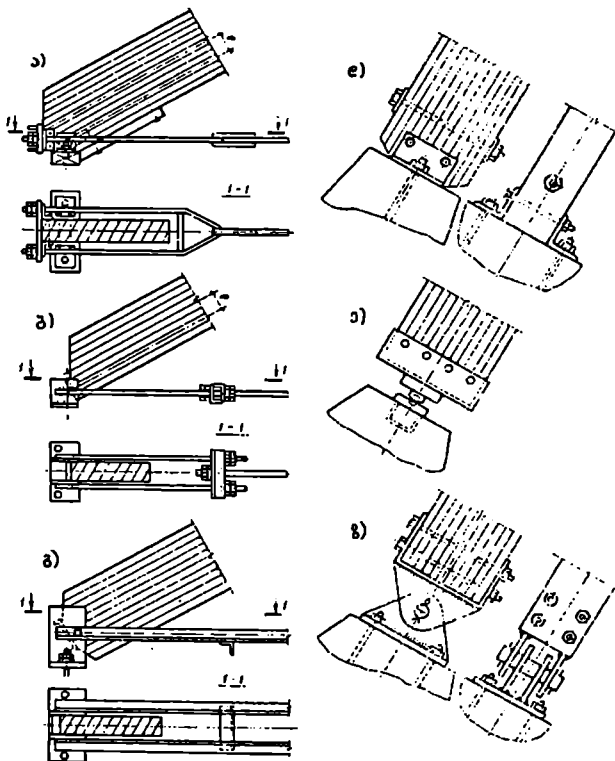
ბ - სამკუთხა; გ - ისრისებრი; დ - ტეხილი; 1 - შემკრავის გარეშე; 2 - შემკრავით.

კონსტრუქცია ძალიან მარტივია და შედგება მინიმალური რაოდენობის ელემენტებისაგან. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე შესანიშნავ არქიტექტურულ გამომსახველობასაც. სხვა კონსტრუქციებთან შედარებით ასეთი კამარების დიდ უპირატესობად ითვლება მათი მაღალი მედეგობა ცეცხლის, ლპობისა და ქიმიურად აგრესიული გარემოს მიმართ, რასაც ზოგჯერ გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს პრაქტიკული და კომერციული თვალსაზრისით.

დაწებებული კამარები ერთმანეთისაგან განირჩევა სტატიკური სქემის, მოხაზულობის, განმზღენის მიღების ხერხის, განივკვეთისა და მასალის მიხედვით.

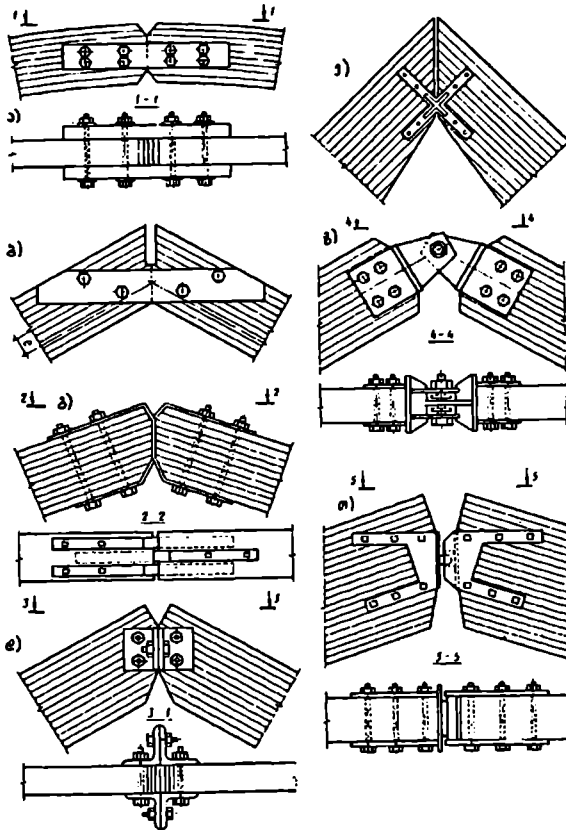
დაწებებული კამარა, მუშაობის სტატიკური სქემის მიხედვით შეიძლება იყოს: ორსახსრიანი მრუდი მოხაზულობის, სამსახსრიანი მრუდი მოხაზულობის, სამსახსრიანი საკუთხა, სამსახსრიანი ტეხილი და სამსახსრიანი ისრისებრი.

კამარის აწევის ისარი იცვლება (1/2-1/8)ლ ფარგლებში. განივკვეთი შეიძლება იყოს სწორკუთხა, ყუთისმაგვარი ან ორტესებრი. განივკვეთის სიმაღლე მიიღება (1/-1/50)ლ.



ნახ. 6.45. ხის დაწებებული სამსახსრიანი კამარის საყრდენი კვანძები: ა, ბ - ექსცენტრული კვანძები; გ - დაცენტრული კვანძი; დ - შუბლური მიყრდნობით; ე - ქუსლა სახსარი; ვ - ჭანჭიკებით განხორციელებული სახსარი.

სამშენებლო პრაქტიკაში ყველაზე გავრცელებულია მართკუთხა განივკვეთის ფიცრულ-დაწებებული მრუდი მოხაზულობისა და სამკუთხა კამარები, რომლებიც ქარხნული წესით დამზადებული კონსტრუქციებია.



ნახ. 6.46. ხის დაწებებული სამსახსრიანი კამარის კეხის კვანძები: ა, ბ, გ, დ - შუბლური მიყრდნობა მაფიქსირებელი ზედებით; ე - პლასტიკური სახსარი; ზ - ჭანჭიკებით განხორციელებული სახსარი; თ - ფილა სახსარი.

სამსახსრიანი კამარის ნახევარკამარა, გარდა კუმშვისა, მუშაობს ღუნვაზეც. მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისაგან განივკვეთებში აღძრული მღუნავი მომენტების მნიშვნელობები შეიძლება ხელოვნურად შევამციროთ ნახევარკამარის გრძივი ღერძის ექსცენტრულად განლაგებით, რაც მიიღწევა საყრდენი (ნახ. 6.45) და კეხის (ნახ. 6.46) კვანძების შესაბამისი კონსტრუქციული გადაწყვეტით.

მრუდი მოხაზულობის კამარის მუშა განივკვეთი შედგება შეწებებული ფიცრებისაგან ფიცრის სისქით 33 მმ-მდე და სიმაღლისა და სიგანის ფარდობით $h/b \leq 4$. მინიმალური

სიმაღლე, ზღვრული მოქნილობიდან გამომდინარე, $\lambda_{\text{ზ}} = 120$ შეადგენს $\mu_{\text{ზ}} = S/36$ (სადაც S ნახევარკამარის სიგრძეა).

საყრდენზე გაჩენილ ჰორიზონტალურ განბჯენს თავის თავზე იღებს შემკრავი ან მასიური საძირკვლები, ხოლო შვეულ რეაქციებს - საძირკვლები ან სვეტები.

მცირე მალეების შემთხვევაში (24 მ-მდე) კეხში ნახევარკამარების შეერთება ხდება პირმიდგმით და გადაიხურება ორმხრივი ხის ზედებით ჭანჭიკებზე (ნახ. 6.46, ა,ბ), რომლებიც უზრუნველყოფენ პირაპირის სიხისტეს კამარის სიბრტყის მართობულად. დიდი მალეების შემთხვევაში საყრდენსა და კეხში ეწყობა ლითონის ქუსლები (ნახ. 6.45 - დ, ე, ზ; ნახ. 6.46 - გ, დ, ე, ზ, თ).

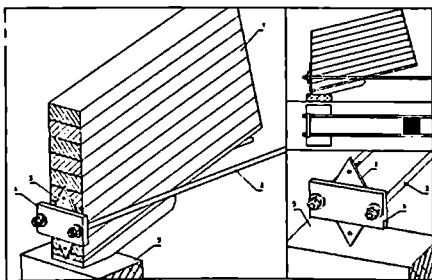
შემკრავისათვის გამოიყენება პროფილოვანი (კუთხედი, შველური) ან წრიული განივკვეთის ფოლადი.

სამსახსრიანი კამარა არის სტატიკურად რკვევადი სისტემა. მალეები მის განივკვეთში დამოკიდებული არ არის საყრდენების ჯდომასა და შემკრავის დეფორმაციაზე. კეხის კვანძის არსებობა განაპირობებს კეხში სამონტაჟო პირაპირის მოწყობის აუცილებლობას, რაც ნახევარკამარის ტრანსპორტირების საშუალებას იძლევა.

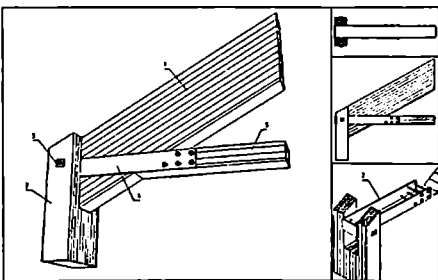
ორსახსრიანი კამარების გამოყენების სფერო შეზღუდულია, რადგანაც მისი ტრანსპორტირება პრობლემურია დიდი გაბარიტების გამო, მალეები განივკვეთებში კი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული საყრდენების ჯდომასა და შემკრავის დეფორმაციაზე.

კამარები შემკრავის გარეშე, მართალია, ძალზე მარტივი კონსტრუქციებია, მაგრამ მოითხოვს მძიმე, მასიური საყრდენების მოწყობას ჰორიზონტალური განბჯენის არსებობის გამო.

დაწებებული კამარების (წრიული, ისრისებური) ზოგიერთი ტიპის საყრდენი და კეხის კვანძების აქსონომეტრიული გამოსახულებები მოცემულია 6.47; 6.48; 6.49; 6.50 ნახაზებზე.

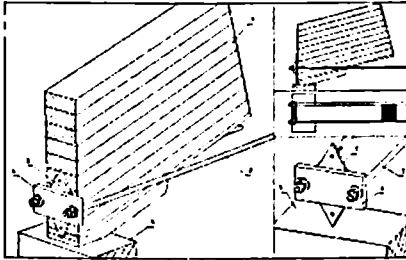


ნახ. 6.47. საშუალო და დიდი მალის დაწებებული კამარის საყრდენი კვანძი: 1 - კამარა; 2 - საძირკველი; 3 - ლითონის ქუსლი; 4 - მომჭიმავი ჭანჭიკები; 5 - ცილინდრული სახსარი; 6 - საანკერო ჭანჭიკები.

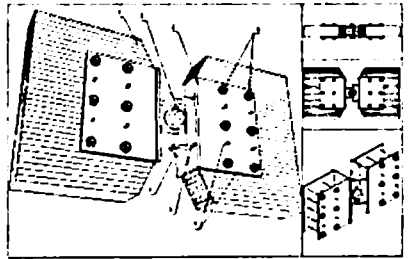


ნახ. 6.48. დაწებებული კამარის საყრდენი კვანძი ხის შემკრავით: 1 - კამარა; 2 - დაწებებული ფიკრული დგარი; 3 - ხის შემკრავი; 4 - ზოლოვანი ლითონის ცალული; 5 - მომჭიმავი ჭანჭიკი კვადრატული საყელურით.

ქმიურად აგრესიულ გარემოში მომუშავე დაწებებული კამარის საყრდენი კვანძი კეთდება ფოლადის წრიული განივკვეთის ღეროებით, რომლებიც ჩაეხრახნება (ან ჩაეწებება) კამარაში და ჩაანკერდება ბეტონის საძირკველში. ამ დროს კამარა უშუალოდ ეყრდნობა ბეტონის საძირკველს ჰიდროსაიზოლაციო ფენის საშუალებით.



ნახ. 6.49. დაწებებული კამარის საყრდენი კვანძი ფოლადის წრიული განივკვეთის შემკრავით: 1 - კამარა; 2 - ფოლადის შემკრავი; 3 - ფოლადის ფურცლოვანი ზედი ცვლადი სიხისტით; 4 - ფოლადის ზედი მომჭიმავი ჭანჭიკებით; 5 - საყრდენი.



ნახ. 6.50. საშუალო მალის დაწებებული კამარის კეხის „რწყედი“ ფოლადის სახსარი: 1 - კამარა; 2 - ფოლადის ქუსლი; 3 - სახსრის ლილვაკის ქაწი; 4 - ქუსლის ყუნწი; 5 - ქუსლის სიხისტის წიბო; 6 - ჭანჭიკები საყელურით; 7 - ფოლადის წირწვიმალეები (ღეროები).

დაწებებული კამარის საყრდენი კვანძი შემკრავით, როგორც წესი, კეთდება შუბლური მიყრდნობით ფოლადის ქუსლის ფასონურებს შორის ჩადუღებულ ფილაზე. შემკრავიანი კამარის საყრდენი კვანძი ეყრდნობა საძირკველს ან კოლონის თავს ჰორიზონტალურ სობრტყეზე, რადგან ასეთ კამარებში საყრდენზე მოქმედებს მარტო შეეული რეაქციის ძალები. ასეთი კვანძები უმეტესად დაცენტრებულია. ლითონის შემკრავი მიედუღება ქუსლის ფასონურებზე, ხოლო ხისა - თავსდება ფასონურებს შორის და მოიჭიმება ფოლადის ჭანჭიკებით.

საყრდენი კვანძის მისაბეგნი ფილა გაანგარიშდება შუბლური მიყრდნობის ძალაზე, საყრდენი ფილა - საძირკველს რეაქციულ დაწოლაზე, ხოლო შემკრავის ფასონურებთან მიდუღების ნაკერის სიგრძე - შემკრავში აღძრულ გამჭიმ ძალაზე. აუცილებელია კამარის ტორსის შემოწმებაც თელვაზე.

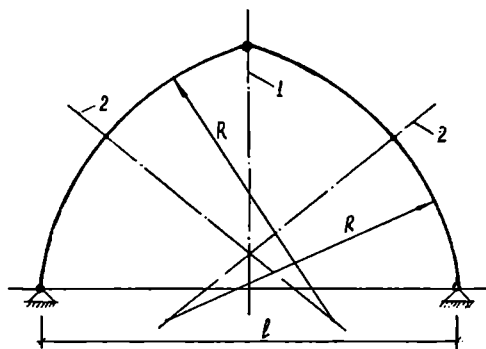
მცირე და საშუალო მალის ხის კამარის კეხის კვანძი კეთდება პირდაპირი ან დახრილი შუბლური მიყრდნობით და ორივე მხრიდან გადაიხურება ფოლადის ან ხის ზედებით ჭანჭიკებზე. სეგმენტური და ისრისებური კამარის კეხის კვანძი დაცენტრებულია ხოლო სამკუთხასი - კეთდება ექსცენტრისიტეტით.

კეხის კვანძის შუბლური მიყრდნობა გაანგარიშდება თელვაზე ბოჭკოების გასწვრივ ან ბოჭკოების მიმართულებისადმი რაღაც კუთხით ნახევარკამარაში მოქმედ N გრძივ ძალაზე. ჭანჭიკების რაოდენობა განისაზღვრება განივი Q ძალის მიხედვით ჭანჭიკის საყელურების ქვეშ თელვის კუთხის გათვალისწინებით, ხოლო ჭანჭიკების გაანგარიშება ხდება ჭრასა და თელვაზე იმავე Q ძალის მიხედვით.

დიდმალის კამარების კეხის კვანძები დაპროექტდება „რწყედი“ ფოლადის სახსრების გამოყენებით.

დაწებებული კამარის მოხაზულობა ძირითადად წრიულია აწვეის ისრით $f = l/8$. დაწებებულ კამარებს აწვეის $l/2$ ისრით უწოდებენ ისრისებურს. მის ნახევარკამარებს ამზადებენ ერთნაირი რადიუსისას, ოღონდ წრის ცენტრების გადაწვევებით სიმეტრიის ღერძის მიმართ (ნახ. 6.51).

სამსახსრიანი ისრისებური კამარები გამოიყენება სიღრმითი და რკინიგზისპირა საწყობების ასაშენებლად მინერალური სასუქებისათვის. კამარები მზადდება წყალმდევი წებოთი შეწებებული ფიფრების პაკეტებისაგან. კუხის კვანძი გადახურულია ხის ზედებით ჭანჭიკებზე. განზღვეს იღებს მასიური რკინაბეტონის საძირკვლები საანკერო ჭანჭიკების საშუალებით. ბურულისათვის შენობის სიგრძეზე ეწყობა ხის გრძივები, ბიჯით 150 სმ. ბურულად შესაძლებელია გამოვიყენოთ აზბესტცემენტის ან მინაპლასტიკის ტალღოვანი ფურცლები. კამარის მალა 45 მ (ქ. სოლეგორსკი, სოლიკამსკი, ბერეზნიაკი), მაგრამ შეიძლება მეტიც იყოს. მაგალითად, ავსტრიის ქ. კლაგენფურტში ხე-ტყის სავაჭრო პავილიონი გადახურულია ისრისმაგვარი კამარით, რომლის მალი 96 მ-ია, აწვეის ისარი - 24,5 მ.



ნახ. 6.51. ისრისებური კამარის სქემა: 1 - კამარის სიმეტრიის ღერძი; 2 - ნახევარკამარის სიმეტრიის ღერძი.

კამარების გაანგარიშება ხდება დატვირთვების შემდეგ შეხამებაზე:

1) მუდმივი მთელ მალზე + თოვლი მთელ მალზე, განაწილებული კოსინუსის კანონით;

2) მუდმივი მთელ მალზე + თოვლი განაწილებული სამკუთხედის კანონით.

ამ დატვირთვების მიხედვით განისაზღვრება საანგარიშო ძალები M, N, Q , ხოლო შემდეგ მაქსიმალური მღუნავი მომენტისა და გრძივი ძალის მიხედვით

შეირჩევა განივკვეთი. გაანგარიშება მიმდინარეობს, როგორც შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტისა.

თუ კამარის მართობ სიბრტყეში არ არის უწყვეტი ჩამაგრება, მაშინ კამარა უნდა შემოწმდეს მისი სიბრტყიდან (გრძივებს შორის, შეუქვარანის საზღვრებში და ა.შ.).

მაგალითი 6.7. დასაპროექტებელია ფხვიერი მინერალური სასუქების სასაწყობო შენობის ისრისებური მოხაზულობის სამსახსრიანი დაწებებული ხის კამარა შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. კონსტრუქციის მალი - $l = 36$ მ;
2. მანძილი შიდა კონსტრუქციებს შორის (ბიჯი) - $B = 5$ მ;
3. შენობის სიგრძე - $L = 65$ მ;
4. შიდა კონსტრუქციის მასალა - ლარიქსი;
5. მერქნის ტენიანობა - $\leq 15\%$;
6. ხის კონსტრუქციების ჯგუფი - B2;
7. ხის მასალის ხარისხი - I, II;

8. სახურავის ტიპი - ცივი;
9. სახურავის მასალა - ხე-ფანერის დაწებებული პანელები;
10. შენობის ცეცხლმდებარეობის ხარისხი - II;
11. მშენებლობის ადგილმდებარეობა - ქ. თიანეთი.

შენობის კონსტრუქციული სქემის შერჩევა

შენობის შიგნით არსებული ქიმიურად აგრესიული გარემოს გამო მზიდ და შემომარგველ ელემენტებად გამოყენებულია ხის კონსტრუქციები, რომლებსაც ასეთი გარემოს მიმართ ამაღლებული მდებარეობა ახასიათებს. ლითონის დეტალები დაცულია მოთუთიებისა ან მეტალიზაციის საშუალებით.

სახურავისათვის გამოყენებულია ხე-ფანერის დაწებებული პანელები, რომელზედაც გადაკრულია სამი ფენა რუბეროიდი (აზბესტციემენტის ან ფოლადის დაპროფილებული ფურცლების გამოყენების შემთხვევაში შენობის გრძივი მიმართულებით კამარებზე ეწყობა ხის გრძივები შეწყვილებული ფიცრებისაგან).

კამარის საყრდენებად გამოყენებულია რკინაბეტონის მასიური საძირკვლები, რომლებიც თავის თავზე იღებენ განბეჯენი ძალის მნიშვნელობას. კამარების მდგრადობა თავისი სიბრტყიდან უზრუნველყოფილია სახურავის პანელებითა და ჰორიზონტალური დიაგონალური კავშირებით, რომლებიც აუცილებლად განლაგდება შენობის ბოლოებში, აგრეთვე შენობის სიგრძის ყოველ 20-25 მ-ში.

შენობის გრძივი მიმართულებით პანელები (გრძივები) ემაგრება კამარებს ზემოდან, ხოლო ნახევარკამარის ქუსლისა და კუბის ნაწილები ერთმანეთს უკავშირდება გვერდით წახანაგებს შორის ჩადგმული ძელებით (გრძივი კავშირებით).

დასაპროექტებელი შენობის განივი ჰრილი და გეგმის ფრაგმენტი მოცემულია 6.52 ნახაზზე. რადგან შენობის სახურავი ცივია, ამიტომ ვიყენებთ E2 ჯგუფის კონსტრუქციებს. თუ შენობა თბილია და ფარდობითი ტენიანობა 60%-ზე ნაკლებია, მაშინ უნდა გამოვიყენოთ A1 ჯგუფის ხის კონსტრუქციები ([1], ცხრ.1). E ჯგუფის კონსტრუქციებში გამოიყენება ხის მასალა 15%-მდე ტენიანობით. წებო - KC-B-CK მარკის კარბამიდ-შელამინური.

ჰორიზონტალური კავშირების მოსაწყობად ვიყენებთ ფიცრებს. ჩარჩოს დაწებებული ელემენტების, სახურავის გრძივების, პანელების ან სხვა სამონტაჟო ელემენტების შეერთებებს ვახორციელებთ ჰანჭიკებისა და ლურსმნების საშუალებით.

კამარის სტატიკური გაანგარიშება

ა) კამარის ძირითადი გეომეტრიული ზომები (ნახ. 6.53)

კამარის აწვეის ისარი

$$f = 0,5l = 0,5 \cdot 36 = 18 \text{ მ} > l/6 = 36/6 = 6 \text{ მ.}$$

ნახევარკამარის ქორდის სიგრძე

$$S_0 = \sqrt{f^2 + (0,5l)^2} = \sqrt{18^2 + (0,5 \cdot 36)^2} = 25,46 \text{ მ};$$

ნახევარკამარის რკალის აწვეის ისარი

$$f_0 > S_0/15 = 25,46/15 = 1,7; \quad \text{მივიღოთ } f_0 = 2,2 \text{ მ};$$

ნახევარკამარის ღერძის სიმრუდის რადიუსი

$$R = S_0^2/8f_0 + 0,5 f_0 = 25,46^2/8 \cdot 2,2 + 0,5 \cdot 2,2 = 37,93 \text{ მ.}$$

ნახევარკამარის შესაბამისი ცენტრალური კუთხე φ გამოითვლება პირობიდან

$$\sin(\varphi/2) = S_0/2R = 25,46/2 \cdot 37,93 = 0,3356; \quad \varphi/2 = 19^{\circ}36'; \quad \varphi = 39^{\circ}12' = 39,2^{\circ}.$$

ნახევარკამარის რკალის სიგრძე

$$S = \sqrt{S_0^2 + \frac{16f^2}{3}} = \sqrt{25,46^2 + \frac{16 \cdot 2,2^2}{3}} = 25,96 \text{ მ};$$

ნახევარკამარის ქორდის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე

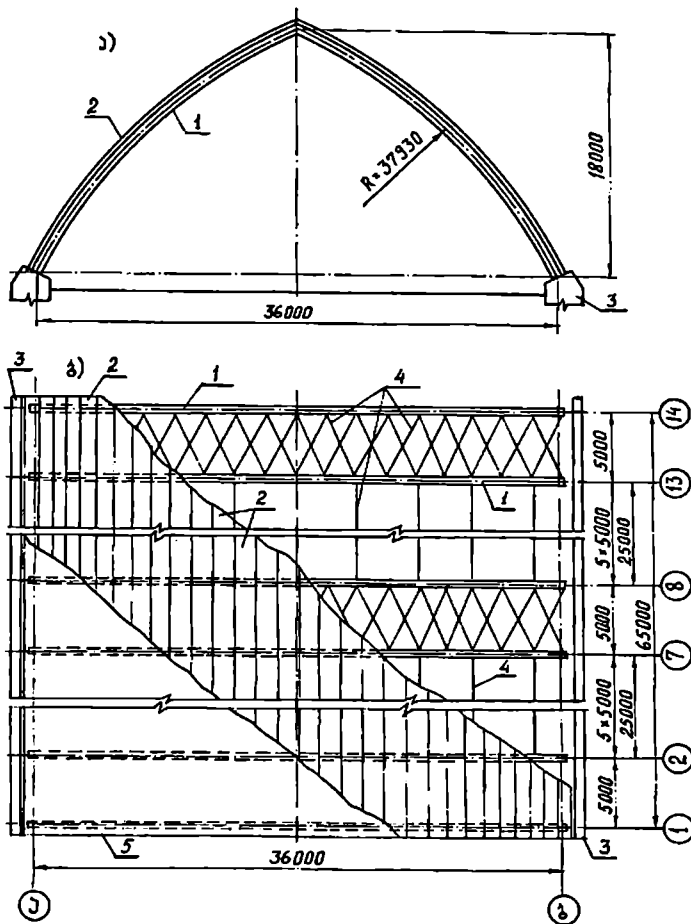
$$\lg \alpha = 2f / l = 2 \cdot 18 / 36 = 1; \quad \alpha = 45^\circ.$$

კამარის საყრდენზე გამავალი რადიუსის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე

$$\varphi_0 = 90^\circ - \alpha - 0,5\varphi = 90^\circ - 45^\circ - 19^\circ 36' = 25^\circ 24' = 25,4^\circ.$$

საანგარიშო მალეების გამოსათვლელად თითოეული ნახევარკამარა დაყოფილა ხუთ ტოლ ნაწილად (ნახ.6.45). თითოეული ნაწილის შესაბამისი რკალის სიგრძე S_1 და ცენტრალური კუთხე φ_1 ტოლი იქნება

$$S_1 = S/5 = 25,96/5 = 5,19 \text{ მ}; \quad \varphi_1 = \varphi/5 = 39^\circ 12' / 5 = 7^\circ 50' = 7,83^\circ.$$

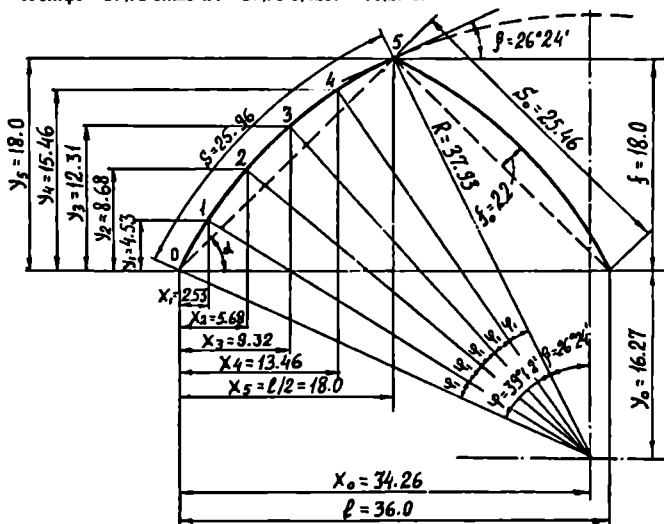


ნახ. 6.52. ა - შენობის განივი კრილი; ბ - გეგმა; 1 - ნახევარკამარა; 2 - გადახურვის სამფუნოვანი პანელები; 3 - საძირკველი; 4 - ჰორიზონტალური კავშირები; 5 - რუბეროიდი.

კოორდინატა ღერძების სათავედ მივიღოთ მარცხენა საყრდენი, მაშინ ნახევარკამარის ღერძის სიგრძის რადიუსის ცენტრის კოორდინატები იქნება:

$$X_0 = R \cdot \cos \varphi_0 = 37,93 \cdot \cos 25^\circ 24' = 37,93 \cdot 0,9033 = 34,26 \text{ მ};$$

$$Y_0 = R \cdot \sin \varphi_0 = 37,93 \cdot \sin 25^\circ 24' = 37,93 \cdot 0,4289 = 16,27 \text{ მ}.$$



ნახ. 6.53. კამარის გეომეტრიული სქემა.

კამარის საანგარიშო კვეთების კოორდინატები გამოითვლება ფორმულებით:

$$X_n = X_0 - R \cdot \cos \varphi_n \quad \text{და} \quad Y_n = R \cdot \sin \varphi_n - Y_0,$$

სადაც $\varphi_n = \varphi_0 + n \varphi_1$ (n - განსახილველი კვეთის ნომერი).

კოორდინატების გამოთვლილი მნიშვნელობები მოცემულია 6.5 ცხრილში

ცხრილი 6.5

კამარის საანგარიშო კვეთების კოორდინატები

N ^o	N φ_1	φ_n	$\cos \varphi_n$	$\sin \varphi_n$	R $\cos \varphi_n$	R $\sin \varphi_n$	X_n	Y_n
0	0	25°24'	0,9033	0,4289	34,26	16,27	0	0
1	7°50'	33°14'	0,8365	0,5485	31,73	20,80	2,53	4,53
2	15°40'	41°04'	0,7536	0,6574	28,58	24,94	5,68	8,67
3	23°30'	48°54'	0,6574	0,7536	24,94	28,58	9,32	12,31
4	31°20'	56°44'	0,5485	0,8365	20,80	31,73	13,46	15,46
5	39°10'	64°34'	0,4289	0,9033	16,27	34,26	18,00	18,00

კუთხე β ტოლი იქნება

$$\beta = 90^\circ - \varphi_0 - \varphi = 90^\circ - 25^\circ 24' - 39^\circ 12' = 26^\circ 24' = 26,4^\circ.$$

ბ) დატვირთვები

სახურავის ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ²-ზე მოსული მუდმივი თანაბარგანაწილებული დატვირთვები გაანგარიშდება დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტის ([3], კ.2.2) გათვალისწინებით $\gamma_f = 1,1$. აგრეთვე მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ნახევარკამარის რკალის სიგრძესა და მის ჰორიზონტალურ გეგმილს შორის სხვაობა, რასაც ითვალისწინებს კოეფიციენტი

$$K = S/0,5l = 25,96/0,5 \cdot 36 = 1,44.$$

ცივი ხე-ფანერის პანელის წონა რუმბეროიდის (ბურულის) გათვალისწინებით მივიღოთ ტოლი $g^b = 0,3 \text{ კნ/მ}^2$, მაშინ ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ^2 -ზე მოსული დატვირთვის საშუალო მნიშვნელობა ექნება:

ნორმატიული

$$g_{\text{ნა}}^b = g^b \cdot K = 0,3 \cdot 1,44 = 0,432 \text{ კნ/მ}^2;$$

საანგარიშო

$$g_{\text{სა}}^b = g_{\text{ნა}}^b \cdot \gamma_f = 0,432 \cdot 1,1 = 0,475 \text{ კნ/მ}^2.$$

თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ქ. თიანეთისათვის (დანართი, ცხრ.1) $S_0 = 0,8 \text{ კნ/მ}^2$.

განვსაზღვროთ სახურავის პროფილზე დამოკიდებული c კოეფიციენტი ([3], აუცილებელი დანართი 3, სქემა 2' და 1ბ). ისრისებრი კამარისათვის, როდესაც კუთხე $\beta = 26^\circ 24' > 15^\circ$, მაშინ $c = 0,53$.

c კოეფიციენტის გათვალისწინებით თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა

$$S_0^b = S_0 \cdot c = 0,8 \cdot 0,53 = 0,42 \text{ კნ/მ}^2.$$

კამარის საკუთარი წონის ნორმატიული მნიშვნელობა

$$g_{\text{სა}}^b = (g^b + S_0^b) / [(1000/k_{\text{სა}} \cdot l) - 1] = (0,3 + 0,42) / [(1000/3,5 \cdot 36) - 1] = 0,104 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც საკუთარი წონის კოეფიციენტი $K_{\text{სა}} = 3,5$ (დანართი, ცხრ.18).

კამარის საანგარიშო საკუთარი წონა

$$g_{\text{სა}} = g_{\text{სა}}^b \cdot \gamma_f = 0,104 \cdot 1,1 = 0,114 \text{ კნ/მ}^2.$$

მუდმივი თანაბარგანაწილებული ნორმატიული დატვირთვა

$$g_{\text{ს}}^b = g^b + g_{\text{სა}}^b = 0,3 + 0,104 = 0,404 \text{ კნ/მ}^2.$$

მუდმივი ნორმატიული დატვირთვის ფარდობა თოვლის საფარის ნორმატიულ წონასთან ([3], 3.5.7)

$$g_{\text{ს}}^b / S_0^b = 0,404 / 0,42 = 0,96 > 0,8,$$

ამიტომ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_f = 1,4$ (როცა $g_{\text{ს}}^b / S_0^b < 0,8$, მაშინ $\gamma_f = 1,6$).

თოვლის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობა ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ^2 -ზე

$$S_{\text{სა}}^b = S_0^b \cdot \gamma_f = 0,42 \cdot 1,4 = 0,59 \text{ კნ/მ}^2.$$

კამარის ჰორიზონტალური გეგმილის 1 გრძივ მ-ზე მოსული თანაბარგანაწილებული საანგარიშო დატვირთვები:

მუდმივი - სახურავისა და კამარისაგან

$$q_{\text{ს}}^b = (g_{\text{სა}} + g_{\text{ს}}) \cdot B = (0,475 + 0,114) \cdot 5 = 2,94 \text{ კნ/მ.}$$

დროებითი - თოვლისაგან

$$q_{\text{ს}}^b = S_{\text{სა}}^b \cdot B = 0,59 \cdot 5 = 2,95 \text{ კნ/მ.}$$

კამარაზე მოქმედი მუდმივი და დროებითი დატვირთვების სქემები ნაჩვენებია 6.54 ნახაზზე. ნაგებობის ზედაპირის ნორმალის გასწვრივ მოქმედი ქარის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობა [3]:

$$P_{\text{ქ}} = k \cdot C \cdot P_0 \cdot \gamma_f,$$

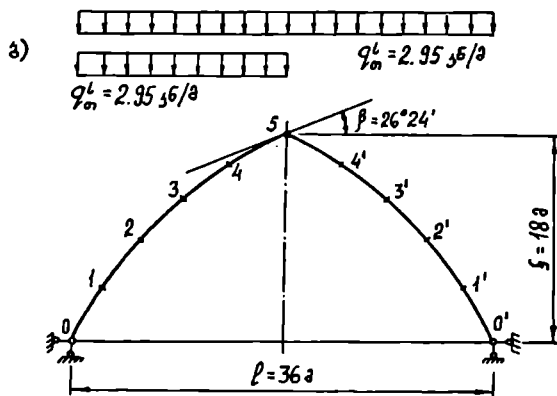
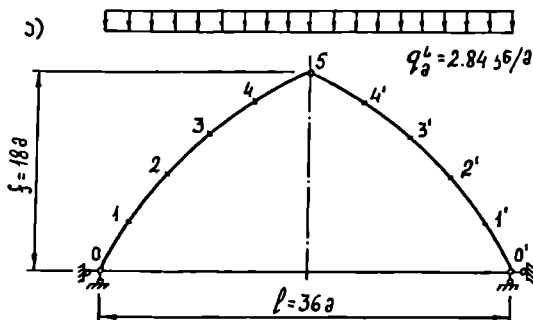
სადაც k არის ნაგებობის სიმაღლეზე დამოკიდებული კოეფიციენტი ([3], 3.6.5, ცხრ.6) და იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაგებობის სიმაღლე $z = 10 \text{ მ}$, $k = 0,65$ (B ტიპის ადგილმდებარეობისათვის, რომელიც ითვალისწინებს ქალაქებს განაშენიანებულს 10 მ და უფრო მაღალი შენობებით), როდესაც $z = 20 \text{ მ}$, $k = 0,85$; $z = 40 \text{ მ}$, $k = 1,1$ და ა.შ. C - აეროდინამიკური კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია: როცა $f/l = 18/36 = 0,5$ ქარპირა მხარისათვის $C_1 = 0,7$; ქარბურღა მხარისათვის $C_2 = -1,2$; ქარპირა მხრიდან ნაგებობის ზედა ნაწილისათვის $C_3 = -1,2$, ხოლო ქვედა ნაწილისათვის $C_4 = -0,4$ ([3], აუცილებელი დანართი 4, სქემა 3); ქარის დაწოლის ნორმატიული მნიშვნელობა

ქ. თიანეთისათვის $P^d = 0,48 \text{ კნ/მ}^2$; $\gamma_f = 1,4$ - ქარის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი ([3], 3.6.11).

ქარის დაწოლისათვის კამარის გვერდითი ზონები შემოსაზღვრულია წერტილებით, რომელთა ორდინატებია $y = 0,7f = 0,7 \cdot 18 = 12,6$. ეს წერტილები განლაგებულია მე-3 და მე-4 წერტილებს შორის, რომელთა ორდინატებია 12,31 და 15,46 (ცხრ. 6.5).

კამარაზე მოქმედი ქარის დატვირთვის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია 6.55 ნახაზზე.

განგარიშების გამარტივების მიზნით ვთვლით, რომ ქარის დაწოლა მოქმედებს ნახევარკამარის ქორდის ნორმალის გასწვრივ.



ნახ. 6.54. კამარაზე მოქმედი დატვირთვის სქემები: ა - მუდმივი; ბ - დროებითი.

გამოთვალათ კამარის სიმაღლის თითოეული უბნისათვის k კოეფიციენტის მნიშვნელობები:

$$K_I = 0,65;$$

$$K_{II} = 0,65 + [(0,85 - 0,65) / 10] \cdot (2,6 / 2) = 0,676;$$

$$K_{III} = 0,65 + [(0,85 - 0,65) / 10] \cdot (2,6 + 5,4 / 2) = 0,756.$$

უბნების მიხედვით კამარის I გრძივ მ-ზე მოქმედი ქარის დატვირთვის მნიშვნელობები იქნება: ქარპირა მხრიდან

$$P_I = K_I \cdot C_{11} \cdot P^d \cdot \gamma_f \cdot B = 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,48 \cdot 1,4 \cdot 5 = 1,53 \text{ კნ/მ};$$

$$P_3 = K_{II} \cdot C_1 \cdot P_{\text{ძ}} \cdot \gamma_f \cdot B = 0,76 \cdot 0,7 \cdot 0,48 \cdot 1,45 = 1,59 \text{ კნ/მ};$$

$$P_3 = K_{III} \cdot C_2 \cdot P_{\text{ძ}} \cdot \gamma_f \cdot B = -0,756 \cdot 1,2 \cdot 0,48 \cdot 1,45 = -3,05 \text{ კნ/მ}.$$

ქარბურტა მხრიდან

$$P'_3 = P_3 = -3,05 \text{ კნ/მ};$$

$$P'_2 = K_{II} \cdot C_4 \cdot P_{\text{ძ}} \cdot \gamma_f \cdot B = -0,676 \cdot 0,4 \cdot 0,48 \cdot 1,45 = -0,91 \text{ კნ/მ};$$

$$P'_1 = K_I \cdot C_4 \cdot P_{\text{ძ}} \cdot \gamma_f \cdot B = -0,65 \cdot 0,4 \cdot 0,48 \cdot 1,45 = -0,87 \text{ კნ/მ}.$$

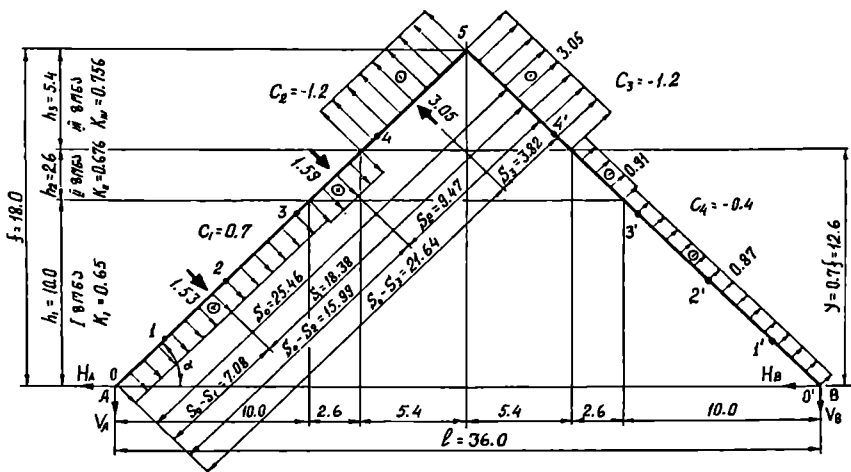
ძაღვების გამოთვლა კამარის საანგარიშო კვეთებში

ძაღვების მნიშვნელობები კამარის საანგარიშო კვეთებში განისაზღვრება ფორმულებით:

$$M_n = M_j - H \cdot y_n;$$

$$N_n = M_j \cdot \sin \varphi_n + H \cdot \cos \varphi_n;$$

$$Q_n = Q_j \cdot \cos \varphi_n - H \cdot \sin \varphi_n.$$



ნახ. 6.55. კამარაზე მოქმედი ქარის დატვირთვის სქემა.

სადაც M_1 და Q_1 - ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე l მალის მქონე კოჭში მლუნაეი მომენტისა და განივი ძალის მნიშვნელობები მარცხენა საყრდენიდან x მანძილით დამორიგებულ კვეთში; $\varphi_1 = \theta$ წერტილში გამავალი რადიუსის დახრის კუთხე პორიზონტთან; H - კამარის განმზღვენი.

კამარში ძალების განსაზღვრისათვის მიიღება დატვირთვის შემდეგი შეხამება:

1) პირითადი შეხამება:

ა - მუდმივი შვეული და დროებითი თოვლის დატვირთვა კამარის მთელ მალზე;

ბ - მუდმივი შვეული დატვირთვა მთელ მალსა და დროებითი თოვლის დატვირთვა კამარის მალის ნახევარზე;

2) დამატებითი შეხამება:

მუდმივი შვეული დატვირთვა მთელ მალზე, დროებითი თოვლის დატვირთვა კამარის მალის ნახევარზე და ქარის დატვირთვა.

კამარის სტატიკური გაანგარიშება ხდება ცალ-ცალკე შვეულ და ქარის თარაზულ დატვირთვებზე. გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, პირველ რიგში განისაზღვრება ძალები კამარის კვეთებში შვეულად მოქმედი ერთეულოვანი თანაბარგანაწილებული დატვირთვისაგან, რომელიც მოქმედებს კამარის მალის მარცხენა ნახევარზე. რეაქციები ამ შემთხვევისათვის გამოითვლება ფორმულით:

$$V_A = 3ql/8 = 3 \cdot 1 \cdot 36/8 = 13,5 \text{ კნ};$$

$$V_B = ql/8 = 1 \cdot 36/8 = 4,5 \text{ კნ};$$

$$H = ql^2/16f = 1 \cdot 36^2/16 \cdot 18 = 4,4 \text{ კნ}.$$

შემდეგ უტაპზე განისაზღვრება ძალები კამარის კვეთებში შვეულად მოქმედი ერთეულოვანი თანაბარგანაწილებული დატვირთვისაგან, რომელიც მოდებულია კამარის მთელ მალზე. რეაქციები ტოლია:

$$V_A = V_B = ql/2 = 1 \cdot 36/2 = 18 \text{ კნ};$$

$$H = ql^2/8f = 1 \cdot 36^2/8 \cdot 18 = 9,0 \text{ კნ}.$$

ძალების გამოთვლა კამარის კვეთებში ერთეულოვანი დატვირთვისაგან, შესაბამისად, მოცემულია 6.6 და 6.7 ცხრილებში, სადაც მლუნაეი მომენტები გამოთვლილია ყველა კვეთისათვის. განივი ძალები - სახსრებისათვის, ხოლო გრძივი ძალები - სახსრებისა და დამატებით იმ კვეთებისათვის, სადაც მლუნაე მომენტებს მაქსიმალური მნიშვნელობები აქვს.

განმარტება 6.6 ცხრილის შედგენისათვის

1 და მე-2 სტრიქონში იწერება 6.5 ცხრილიდან აღებული X_n და Y_n კოორდინატები იმის გათვალისწინებით, რომ კოორდინატთა სათავე აღებულია კამარის მარცხენა საყრდენზე.

მე-3 სტრიქონში იწერება მლუნაეი მომენტების მნიშვნელობები ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭისათვის. მაგალითად, I კვეთისათვის ($X < l/2$), როცა $X_1 = 2,53$ მ

$$M_1' = (qX_1/2)(0,75(l - X_1)) = (1 \cdot 2,53/2)(0,75 \cdot 36 - 2,53) = 30,95 \text{ კნმ};$$

3' კვეთისათვის ($X > l/2$), როცა $X_2' = 26,68$ მ

$$M_3' = ql(l - X_n)/8 = 1 \cdot 36(36 - 26,68)/8 = 41,94 \text{ კნმ}.$$

ანალოგიურად გამოითვლება დანარჩენი კვეთებისთვისაც.

მე-4 სტრიქონში იწერება კამარის ამა თუ იმ კვეთში მლუნაეი მომენტების მნიშვნელობები. მაგალითად: I კვეთისათვის, როდესაც $Y_1 = 4,53$ მ

$$M_1 = M_1' - H \cdot Y_1 = 30,95 - 4,5 \cdot 4,53 = 10,56 \text{ კნმ};$$

3' კვეთისათვის, როცა $Y_2' = 12,31$ მ,

$$M_3 = M_3' - H \cdot Y_2' = 41,94 - 4,5 \cdot 12,31 = -13,45 \text{ კნმ}.$$

ანალოგიურად გამოითვლება დანარჩენი კვეთებისთვისაც.

მე-5 სტრიქონში შეგვაქვს განივი ძალის მნიშვნელობები ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭისათვის. განივ ძალებს ვითვლით სახსრებისათვის (კვეთები 0; 5 და 0') და იმ კვეთისათვის, სადაც მლუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობაა (ჩვენი შემთხვევისათვის მე-3 კვეთი). მაგალითად 0; 3 და 5 კვეთებისათვის:

$$Q_{Xn} = V_A - q \cdot X_n, \quad \text{როცა } X \leq l/2;$$

$$X_n = 0, \quad Q_0 = V_A = 13,5 \text{ კნ};$$

$$X_n = 9,32 \text{ მ}, \quad Q_3 = 13,5 - 1 \cdot 9,32 = 4,18 \text{ კნ};$$

$$X = l/2, \quad Q_5 = V_A - 1 \cdot 18 = 13,5 - 18 = -4,5 \text{ კნ};$$

როცა $X > l/2$, მაშინ $Q_5 = V_A - 0,5 \cdot q \cdot l$; შესაბამისად

$$Q_5 = Q_4' = Q_3' = Q_2' = Q_1' = Q_0' = -4,5 \text{ კნ} = -V_B.$$

კამარის კვეთებში ერთეულოვანი თანხარგანაწილებული დატვირთვებით გამოწვეული ძალების გამოთვლა
მაღის მარცხენა ნახევარზე

№	ფორმულები	კვეთები										
		0	1	2	3	4	5	4'	3'	2'	1'	0'
1	x_n	0	2,53	5,68	9,32	13,46	18,0	22,54	26,68	30,32	33,47	36,0
2	y_n	0	4,53	8,67	12,31	15,46	18,0	15,46	12,31	8,67	4,53	0
3	როცა $x < l/2$; $M_x = q x_n (0,75 (-x_n)/2)$ როცა $x > l/2$; $M_x = q l ((-x_n)/8)$	0	30,95	60,55	82,39	91,12	81,0	60,57	41,94	25,56	11,38	0
4	$M_n = M_x - H y_n$	0	10,56	21,53	27,0	21,55	0	-9,0	-13,45	13,45	-9,0	0
5	როცა $x \leq l/2$; $Q_x = V_A - q x_n$ როცა $x > l/2$; $Q_x = V_A - q l/2$	13,5	-	-	4,18	-	-4,5	-	-4,5	-	-	-4,5
6	$N_n = Q_x \sin \varphi_n + H \cos \varphi_n$ $N_n' = -Q_x' \sin \varphi_n + H \cos \varphi_n$	9,85	-	-	6,11	-	-2,13	-	6,35	-	-	6,0
7	$Q_n = Q_x \cos \varphi_n - H \sin \varphi_n$ $Q_n' = -Q_x' \cos \varphi_n - H \sin \varphi_n$	10,26	-	-	-	-	-6,0	-	-	-	-	2,13

კამარის კვეთებში ერთეულოვანი თანაბარგანაწილებული დატვირთვებით გამოწვეული ძალების გამოთვლა მთელ მალზე

№	კვეთები ფორმულები	0	1	2	3	4	5	4'	3'	2'	1'	0'
		1	x_n	0	2,53	5,68	9,32	13,46	18,0	22,54	26,68	30,32
2	y_n	0	4,53	8,67	12,31	15,46	18,0	15,46	12,31	8,67	4,53	0
3	$M_n = q x_n (l - x_n)$	0	42,34	86,11	124,3	151,7	162,0	151,7	124,3	86,11	42,34	0
4	$M_n = M_x - H y_n$	0	1,57	8,08	13,54	12,55	0	12,55	13,54	8,08	1,57	0
5	$Q_x = q(0,5l - x_n)$	18,0	-	-	8,68	-	0	-	-8,68	-	-	-18,0
6	$N_n = Q_x \sin \varphi_n + H \cos \varphi_n$ $N_n' = -Q_x' \sin \varphi_n + H \cos \varphi_n$	15,8	-	-	12,4	-	3,86	-	-	12,5	-	15,8
7	$Q_n = Q_x \cos \varphi_n - H \sin \varphi_n$ $Q_n' = -Q_x' \cos \varphi_n - H \sin \varphi_n$	12,4	-	-	-	-	0	-	-	-	-	12,4

მე-6 სტრიქონში გამოთვლილია გრძივი ძალის მნიშვნელობები კამარის კვეთებში ერთეულოვანი დატვირთვისაგან:

$$N_0 = Q_j \cdot \sin\varphi_0 + H \cdot \cos\varphi_0 = 13,5 \cdot 0,4289 + 4,5 \cdot 0,9033 = 9,85 \text{ კნ};$$

$$N_3 = Q_j \cdot \sin\varphi_3 + H \cdot \cos\varphi_3 = 4,18 \cdot 0,7536 + 4,5 \cdot 0,6574 = 6,11 \text{ კნ};$$

$$N_5 = Q_j \cdot \sin\varphi_5 + H \cdot \cos\varphi_5 = -4,5 \cdot 0,9033 + 4,5 \cdot 0,4289 = -2,13 \text{ კნ};$$

$$N'_3 = -Q'_j \cdot \sin\varphi'_3 + H \cdot \cos\varphi'_3 = 4,5 \cdot 0,7536 + 4,5 \cdot 0,6574 = 6,35 \text{ კნ};$$

$$N'_0 = -Q'_j \cdot \sin\varphi'_0 + H \cdot \cos\varphi'_0 = 4,5 \cdot 0,4289 + 4,5 \cdot 0,9033 = 6,00 \text{ კნ}.$$

მე-7 სტრიქონში გამოთვლილია განივი ძალის მნიშვნელობები სახსრებში

$$Q_0 = Q_j \cdot \cos\varphi_0 - H \cdot \sin\varphi_0 = 13,5 \cdot 0,9033 - 4,5 \cdot 0,4289 = 10,26 \text{ კნ};$$

$$Q_5 = Q_j \cdot \cos\varphi_5 - H \cdot \sin\varphi_5 = -4,5 \cdot 0,4289 - 4,5 \cdot 0,9033 = -6,00 \text{ კნ};$$

$$Q'_0 = -Q'_j \cdot \cos\varphi'_0 - H \cdot \sin\varphi'_0 = 4,5 \cdot 0,9033 - 4,5 \cdot 0,4289 = 2,13 \text{ კნ}.$$

6.6 ცხრილის ანალოგიურად დგება 6.7 ცხრილი, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ ის შედგენილია ერთეულოვანი თანაბარგანაწილებული დატვირთვისათვის მთელ მალზე (ამ შემთხვევაში განმზღვენი $H = 9$ კნ). 6.6 და 6.7 ცხრილებიდან კამარის კვეთებში გამოთვლილი ერთეულოვანი ძალოვანი ფაქტორების მნიშვნელობები შეგვაქვს 6.8 ცხრილის მე-2 და მე-3 სვეტებში.

ქარის დატვირთვისაგან გამოწვეული ძალების გამოსათვლელად ვსაზღვრავთ შვეულ რეაქციებს V_A და V_B -ს კამარაზე მოქმედი ყველა ძალის მომენტების ჯამის B და A საყრდენების მიმართ ნულთან ტოლობის პირობიდან, ჰორიზონტალურ რეაქციებს (განმზღვენი) - კეხის სახსრის მიმართ კამარის მარცხენა და მარჯვენა ნახევრებზე მოქმედი ძალების მომენტების ჯამის ასევე ნულთან ტოლობის პირობიდან (ნახ. 6.47).

6.47 ნახაზზე კამარის სიმაღლე დაყოფილია 10 მ-იან ზონებად, დაწყებული საყრდენების დონიდან, ქარის დაწოლის სიდიდე გამოითვლება, როგორც შემასწორებელი K კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობის ნამრავლი აეროდინამიურ C კოეფიციენტზე.

გაანგარიშების გამარტივების მიზნით გამოვთვალოთ ქორდის მონაკვეთთა სიგრძეები (ნახ. 6.47):

$$S_1 = (f - h_1/2) / \sin\alpha = (18 - 10/2) / \sin 45^\circ = 13 / 0,7071 = 18,38;$$

$$S_2 = (f - h_1 - h_2/2) / \sin\alpha = (18 - 10 - 2,6/2) / \sin 45^\circ = 6,7 / 0,7071 = 9,47 \text{ მ};$$

$$S_3 = h_3/2 \cdot \sin\alpha = 5,42 \cdot 0,7071 = 3,82 \text{ მ}.$$

$$\Sigma M_B = (1/\sin\alpha)[-1,53 \cdot h_1 \cdot S_1 - 1,59 \cdot h_2 \cdot S_2 + 3,05 \cdot h_3 \cdot S_3 + 3,05 \cdot h_3(S_0 - S_3) + 0,91 \cdot h_2(S_0 - S_2) + 0,87 \cdot h_1(S_0 - S_1)] - V_A \cdot f = 0;$$

$$\Sigma M_B = (1/\sin\alpha)[-0,87 \cdot h_1 \cdot S_1 - 0,91 \cdot h_2 \cdot S_2 - 3,05 \cdot h_3 \cdot S_3 - 3,05 \cdot h_3(S_0 - S_3) + 1,59 \cdot h_2(S_0 - S_2) + 1,53 \cdot h_1(S_0 - S_1)] + V_B \cdot f = 0;$$

$$\Sigma M_C(\text{მარცხნიდან}) = (1/\sin\alpha)(-1,53 \cdot h_1 \cdot S_1 - 1,59 \cdot h_2 \cdot S_2 + 3,05 \cdot h_3 \cdot S_3) - V_A \cdot f/2 + H_A \cdot f = 0;$$

$$\Sigma M_C(\text{მარჯვნიდან}) = (1/\sin\alpha)(-0,87 \cdot h_1 \cdot S_1 - 0,91 \cdot h_2 \cdot S_2 - 3,05 \cdot h_3 \cdot S_3) + V_B \cdot f/2 + H_B \cdot f = 0.$$

ჩავსვათ მნიშვნელობები, გვექნება (არითმეტიკული გამოთვლები აქ მოცემული არ არის):

$$V_A = 7,79 \text{ კნ}; \quad V_B = 16,78 \text{ კნ}; \quad H_A = 28,01 \text{ კნ}; \quad H_B = 2,49 \text{ კნ}.$$

მლენაევი მომენტის მნიშვნელობები კამარის კვეთებში ქარის დატვირთვისათვის:

$$\begin{aligned} M_1 &= -V_A \cdot X_1 + H_A \cdot Y_1 - (1,53/2)(X_1/\cos\alpha)^2 = \\ &= -7,79 \cdot 2,53 + 28,01 \cdot 4,53 - (1,53/2)(2,53/0,7071)^2 = 97,4 \text{ კმბ}; \end{aligned}$$

მლენაგი მომენტების, ნორმალური და განვი ძალების უკუბერი ცხრილი

მომენტის №																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
მლენაგი მომენტები																		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
1	10.56	1.57	31.15	4.61	4.63	97.4	9.24	35.76	130.0									
2	21.53	8.08	63.51	25.87	23.84	149.5	49.71	89.38	232.5									
3	27.0	13.54	79.65	39.80	39.94	139.3	79.74	119.45	250.8									
4	21.55	12.55	63.57	36.90	36.65	54.1	73.55	100.47	148.2									
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
4'	-9.0	12.55	-26.55	36.90	36.65	-104.7	73.55	10.39	92.8									
3'	-13.45	13.54	-39.68	39.80	39.94	-111.5	79.74	-0.12	-115.4									
2'	-13.45	8.08	-39.68	25.87	23.84	-88.8	49.71	-13.81	-98.65									
1'	-9.0	1.57	-26.55	4.61	4.63	-48.2	9.24	-21.94	-67.5									
0'	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q	N	Q								
0	9.85	10.3	15.8	12.4	29.1	30.3	46.5	36.5	46.8	36.6	-28.6	4.97	93.3	73.7	75.6	66.8	42.6	68.7
3	6.11	-	12.5	-	18.0	-	36.75	-	36.8	-	-24.3	-	73.5	-	54.7	-	28.6	-
5	-2.13	-6	3.86	0	-6.3	-17.7	11.3	0	11.4	0	-	-	22.7	0	5.01	-17.7	5.7	10.0
0'	6.0	2.13	15.8	12.4	17.7	6.3	46.5	36.5	46.8	36.6	-4.95	14.1	93.3	73.05	64.2	42.75	11.0	56.2

$$M_2 = -V_A \cdot X_2 + H_A \cdot Y_2 - (1,53/2)(X_2/\cos\alpha)^2 = -7,79 \cdot 5,68 + 28,01 \cdot 8,68 - (1,53/2)(5,68/0,7071)^2 = 149,5 \text{ კვბ};$$

$$M_3 = -V_A \cdot X_3 + H_A \cdot Y_3 - (1,53/2)(X_3/\cos\alpha)^2 = -7,79 \cdot 9,32 + 28,01 \cdot 12,31 - (1,53/2)(9,32/0,7071)^2 = 97,4 \text{ კვბ};$$

$$M_4 = -V_A \cdot X_4 + H_A \cdot Y_4 - (1,53 \cdot 10/\cos\alpha)[(10/2 \cdot \cos\alpha) + (X_4 - 10)/\cos\alpha] - (1,59 \cdot 2,6/\cos\alpha)[(2,6/2 \cdot \cos\alpha) + (X_4 - 12,6)/\cos\alpha] + (3,05/2)[(X_4 - 12,6)/\cos\alpha]^2 = -7,79 \cdot 13,46 + 28,01 \cdot 15,46 - (15,3/0,7071)[(10/2 \cdot 0,7071) + (13,46 - 10)/0,7071] - (1,59 \cdot 2,6/0,7071)[(2,6/2 \cdot 0,7071) + (13,46 - 12,6)/0,7071] + (3,05/2)[(13,46 - 12,6)/0,7071]^2 = 54,1 \text{ კვბ}.$$

$$M_1' = -V_B \cdot X_1 - H_B \cdot Y_1 + (0,87/2)(X_1/\cos\alpha)^2 = -16,78 \cdot 2,53 - 2,49 \cdot 4,53 + (0,87/2)(2,53/0,7071)^2 = -48,2 \text{ კვბ};$$

$$M_2' = -V_B \cdot X_2 - H_B \cdot Y_2 + (0,87/2)(X_2/\cos\alpha)^2 = -16,78 \cdot 5,68 - 2,49 \cdot 8,68 + (0,87/2)(5,68/0,7071)^2 = -88,8 \text{ კვბ};$$

$$M_3' = -V_B \cdot X_3 - H_B \cdot Y_3 + (0,87/2)(X_3/\cos\alpha)^2 = -16,78 \cdot 9,32 - 2,49 \cdot 12,31 + (0,87/2)(9,32/0,7071)^2 = -111,5 \text{ კვბ};$$

$$M_4' = -V_B \cdot X_4 - H_B \cdot Y_4 + (0,87 \cdot 10/\cos\alpha)[(10/2 \cdot \cos\alpha) + (X_4 - 10)/\cos\alpha] - (0,91 \cdot 2,6/\cos\alpha)[(2,6/2 \cdot \cos\alpha) + (X_4 - 12,6)/\cos\alpha] + (3,05/2)[(X_4 - 12,6)/\cos\alpha]^2 = -16,78 \cdot 13,46 - 2,49 \cdot 15,46 + (8,7/0,7071)[(10/2 \cdot 0,7071) + (13,46 - 10)/0,7071] + (0,91 \cdot 2,6/0,7071)[(2,6/2 \cdot 0,7071) + (13,46 - 12,6)/0,7071] + (3,05/2)[(13,46 - 12,6)/0,7071]^2 = -104,7 \text{ კვბ}.$$

გრძივი და განივი ძალები:

$$N_0 = -V_A \cdot \sin\phi_0 - H_A \cdot \cos\phi_0 = -7,79 \cdot 0,4289 - 28,01 \cdot 0,9033 = -28,64 \text{ კნ};$$

$$N_1' = -V_B' \cdot \sin\phi_0' + H_A \cdot \cos\phi_0' = -16,78 \cdot 0,4289 + 2,49 \cdot 0,9033 = -4,95 \text{ კნ};$$

$$N_3 = -V_A \cdot \sin\phi_0 - H_A \cdot \cos\phi_0 = -7,79 \cdot 0,7536 - 28,01 \cdot 0,6574 = -24,3 \text{ კნ};$$

$$Q_0 = -V_A \cdot \cos\phi_0 + H_A \cdot \sin\phi_0 = -7,79 \cdot 0,9033 - 28,01 \cdot 0,4289 = 4,97 \text{ კნ};$$

$$Q_1' = V_A \cdot \cos\phi_0' - H_B \cdot \sin\phi_0' = 16,78 \cdot 0,9033 - 2,49 \cdot 0,4289 = 14,1 \text{ კნ}.$$

მლუნავი მომენტის ეპიურები თოვლის, მუდმივი და ქარის დატვირთვებისათვის მოცემულია 6.56 და 6.57 ნახაზზე.

6.8 ცხრილში მოცემულია საანგარიშო მლუნავი მომენტების, ნორმალური და განივი ძალების სიდიდეები დატვირთვების სხვადასხვა სახისა და შეხამებისათვის (სვეტი 8 და 9 - ძირითადი შეხამება; სვეტი 10 - დამატებითი შეხამება).

საანგარიშო ძალები დატვირთვების მიღებული შეხამებისათვის:

1) ძირითადი შეხამება: მუდმივი დატვირთვა + თოვლი

ა) სვეტი 8, (ცხრ.6.8)

$$N_{აქ} = 93,25 \text{ კნ};$$

$$M_{აქ} = 0;$$

$$M_{აქ} = 79,74 \text{ კნმ};$$

$$N_{აგ} = 73,55 \text{ კნ};$$

ბ) სვეტი 9, (ცხრ.6.8)

$$N_{აქ} = 75,6 \text{ კნმ};$$

$$M_{აქ} = 0;$$

$$M_{აქ} = 119,45 \text{ კნმ};$$

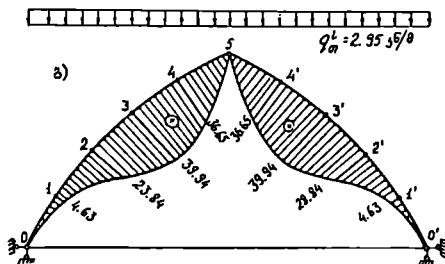
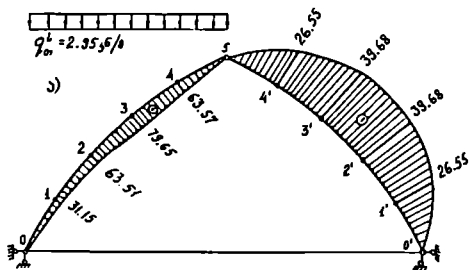
$$N_{აგ} = 51,6 \text{ კნ}.$$

2) დამატებითი შეხამება: მუდმივი დატვირთვა + 0,9 (ქარი+თოვლი)

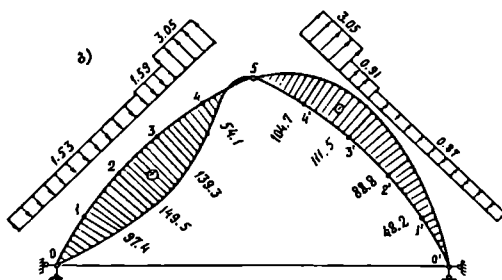
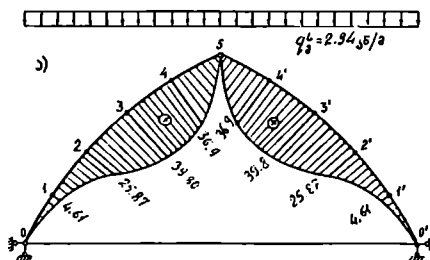
სვეტი 10, (ცხრ.6.8)

$$M_{აქ} = 250,8 \text{ კნმ};$$

$$N_{აგ} = 28,6 \text{ კნ}.$$



ნახ. 6.56. მღუნავი მომენტის ეპიურები თოვლის დატვირთვისათვის:
 ა - მალის ნახევარზე; ბ - მთელ მალზე.



ნახ. 6.57. მღუნავი მომენტის ეპიურები: ა - მუდმივი დატვირთვისათვის;
 ბ - ქარის დატვირთვისათვის მარცხნიდან მარჯვნივ.

ამოწერილი ძალებების წვეტილებიდან ჩანს, რომ ყველაზე არახელსაყრელი იქნება ძალებების წველი: $M_{აჲ} = 250,8$ კნმ და $N_{აჲ} = 28,6$ კნ.

მლუნავი მომენტის მაქსიმალური უარყოფითი მნიშვნელობაა $M_{აჲ} = -115,4$ კნმ, განივი ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა კი შეადგენს $Q_{აჲ} = 68,7$ კნ.

კამარის კონსტრუქციული განგარიშება

1. კამარის განიკვეთის შერჩევა.

კამარის ღერო არის შეკუმშულ-გაღუნული ელემენტი. მლუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა $M = M_{ა} = 250,8$ კნმ (ცხრ. 6.8, სვეტი 10), შესაბამისი გრძივი ძალა $N = N_{ა} = 28,6$ კნ. კამარის დასაშაადებლად გამოყენებულია ლარიქსის მე-2 ხარისხის დახერხილი ფიცრები (გარანდვის შემდეგ სუფთა ზომებით $d \times b = 24 \times 140$ მმ) და კარბამიდულ-მელამინური KC-B-CK მარკის წებო. შენობის დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma_n = 0,95$ (დანართი, ცხრ.5).

კამარის განიკვეთის ოპტიმალური სიმაღლე

$$h_{აჲ} = (1/40 \dots 1/50) \ell = (1/40 \dots 1/50) \cdot 3600 = 90 \dots 72 \text{ სმ.}$$

ლარიქსის მერქნის საანგარიშო წინალობის დასადგენად საშუენებლო ნორმებიდან [1] ვიღებთ მასალის ჯიშის ($m_x = 1,2$), ფენების სისქის ($m_{ფ} = 1,05$), ელემენტის სიმრუდის ($m_{აჲ} = 1$), განიკვეთის სიმაღლის (როცა $80 < h < 100$, $m_h = 0,9$), ექსპლუატაციის პირობების გამთვალისწინებელ კოეფიციენტების მნიშვნელობებს.

შესაბამისად ლარიქსის მერქნის საანგარიშო წინალობა კუმშვაზე, ღუნვასა და თელვაზე ბოკოების გასწვრივ

$$R_{კარ} = R_c = R_m = (R_{კარ} / \gamma_n) \cdot m_x \cdot m_{ფ} \cdot m_{აჲ} \cdot m_h \cdot m_{ტ} = \\ = (15/0,95) \cdot 1,2 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 17,9 \text{ მპა.}$$

წინასწარ დაშვებული გვაქვს, რომ კამარის განიკვეთის სიმაღლე არის 80 სმ.

განიკვეთის საკირო წინალობის მომენტის მიახლოებითი მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით

$$W_{აჲ} = M / 0,8 \cdot R_c = 2508000 / 0,8 \cdot 17,9 = 17514 \text{ სმ}^3.$$

განიკვეთის საკირო სიმაღლე

$$h_{აჲ} = \sqrt{\frac{6W_{აჲ}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 17514}{14}} = 86 \text{ სმ,}$$

სადაც $b = 14$ სმ - კამარის განიკვეთის სიგანეა. კამარის განიკვეთის h სიმაღლე შედგენილია 36 ფენა ფიცრისაგან, თილოული ფიცრის სისქეა 24 მმ (ნაბ.6.50), $h = 36 \cdot 2,4 = 86,4$ სმ. განიკვეთის ფართობი $A = b \cdot h = 14 \cdot 86,4 = 1209,6 \text{ სმ}^2$.

2. ნორმალურ დახვებზე შემოწმება

სიმტკიცეზე შეკუმშულ-გაღუნული ელემენტის შემოწმება ხდება ფორმულით ([1], 3.4.17): $N/A + M_{აჲ}/W_{აჲ} \leq R_n$.

სადაც გრძივი ძალა $N = 28,6$ კნ; განიკვეთის ფართობი $A = 1209,9 \text{ სმ}^2$; წინალობის მომენტი

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 14 \cdot 86,4^2 / 6 = 17418,24 \text{ სმ}^3;$$

კამარის საანგარიშო მალი $f_a = S_a = 2546 \text{ სმ}^2$;

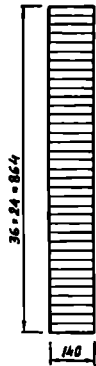
განიკვეთის ინერციის რადიუსი $i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 86,4 = 25,06 \text{ სმ}$;

მოქნილობა

$$\lambda = l_e/i = 25,46/25,06 = 102 > 70;$$

გრძობი ლუნვის კოეფიციენტი

$$\varphi = 3000/\lambda^2 = 3000/102^2 = 0,29;$$



დამატებითი მლუნავი მომენტის გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (N/\varphi \cdot R_A) = 1 - (2860/0,29 \cdot 179 \cdot 1209,6) = 0,95.$$

განივი და გრძობი ძალების მოქმედებით გამოწვეული მლუნავი მომენტი, როლის მნიშვნელობა განისაზღვრება დეფორმაციის სკემის გათვალისწინებით,

$$M_{\varphi} = M/\xi = 250,8/0,95 = 264 \text{ კმ.}$$

ძაბვა

$$\sigma = 2860/1209,6 + 26,4 \cdot 10^5/17,418 \cdot 10^3 = 150,56 \text{ კნ/სმ}^2 = 15,06 \text{ მპა} < R_A = 17,9$$

მპა.

ე.ი. სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია.

ნახ.6.58.

კამარის

განივკვეთი.

3. მზებ (ამბლურ) ძაბვებზე შემოწმება

მაქსიმალური განივი ძალა $Q = 68,7$ (ცხრ. 6.8). ლარიუსის უჯირის მერქნის საანგარიშო წინალობა ახლურაზე ზოქკობის გასწვრივ დაწებებული ელემენტების ლუნვისას, ქარის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით

$$R_{\lambda} = 1,5 \cdot m_{\text{II}} \cdot m_{\text{X}} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,8 \text{ მპა,}$$

სადაც $m_{\text{II}} = 1,2$ ([1], ცხრ.6); $m_{\text{X}} = 1$ ([1], ცხრ.4).

საყრდენზე კამარის განივკვეთია $14 \times 66,4 = 929,6 \text{ სმ}^2$ (ნახ.6.45). მისი სტატიკური და ინერციის მომენტები იქნება:

$$S = b \cdot h^2/8 = 14 \cdot 66,4^2/8 = 0,77 \cdot 10^4 \text{ სმ}^3;$$

$$J = b \cdot h^3/12 = 14 \cdot 66,4^3/12 = 34,2 \cdot 10^4 \text{ სმ}^3.$$

ძაბვა

$$\tau = Q \cdot S/J \cdot b = 6870 \cdot 0,77 \cdot 10^4/34,2 \cdot 10^4 \cdot 14 = 11,04 \text{ კგ/სმ}^2 = 1,1 \text{ მპა} < R_{\lambda} = 1,8 \text{ მპა.}$$

ე.ი. განივკვეთის სიმტკიცე მზებ ძაბვებზე საკმარისია.

4. მდგრადობაზე შემოწმება

განივკვეთის შემოწმება უარყოფითი მომენტის მოქმედებაზე, საჭირო არ არის, რადგანაც მისი აბსოლუტური სიდიდე ნაკლებია დადებით მომენტზე. საკმარისია შევამოწმოთ განივკვეთი მდგრადობაზე ბრტყელი ფორმის დეფორმაციის გათვალისწინებით ფორმულით ([1], 3.4.18):

$$N/\varphi_y \cdot K_{\text{მრ}} \cdot R_A + (M_{\varphi}/\varphi_y \cdot K_{\text{მრ}} \cdot R_e \cdot W)^n \leq 1,$$

სადაც უარყოფითი მლუნავი მომენტი $M = -115,4$ კნმ; შესაბამისი $N_{\Phi} = 28,65$ კნ (ცხრ. 6.8). განიკვეთის წინაღობის მომენტი $W = 1,74 \cdot 10^4$ სმ³; გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი $\varphi = 0,29$; დამატებითი მლუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $\xi = 0,95$.

მლუნავი მომენტი განივი და გრძივი დატვირთვების ერთდროული მოქმედებისას კონსტრუქციის დეფორმირებული სქემის გათვალისწინებით

$$M_{\Phi} = M/\xi = 115,4/0,95 = 121 \text{ კნმ.}$$

ნახევარკამარის ზედა წახნაგი, რომელიც უარყოფითი მომენტის მოქმედების შემთხვევაში გაკიმულია, დამაგრებულია 9 ცალი გრძივი ჰორიზონტალური კავშირით ყოველ $l_s = S_{\Phi}/9 = 2546/9 = 282$ სმ (ნახ. 6.52), სადაც S_{Φ} - ნახევარკამარის ქორდის სიგრძეა. ასეთი დამაგრება ითვლება უწყვეტად, რადგანაც დაცულია პირობა

$$140 \cdot b^2/h = 140 \cdot 14^2/86,4 = 318 \text{ სმ} > 282 \text{ სმ.}$$

ნახევარკამარის ქვედა წახნაგი შეკუმშულია და მართობ სიბრტყეში დამაგრებული არ არის. კამარის მართობ სიბრტყეში საანგარიშო მაღი $l_s = S_{\Phi} = 2546$ სმ, ხოლო მოქნილობა

$$\lambda = l_s / i = l_s / 0,29 \cdot b = 2546/0,29 \cdot 14 = 627.$$

მდგრადობის (გრძივი ღუნვის) კოეფიციენტი

$$\varphi_{\gamma} = 3000/\lambda^2 = 3000/627^2 = 0,008.$$

მდგრადობის კოეფიციენტი ღუნვის დროს

$$\varphi_m = 140 \cdot b^2 \cdot K_{\Phi} / l_s \cdot h = 140 \cdot 14^2 \cdot 1,13 / 2546 \cdot 86,4 = 0,14,$$

სადაც $K_{\Phi} = 1,13$ კოეფიციენტი ითვალისწინებს მლუნავი მომენტის ეპიურის ფორმას ([1], დანართი 4, ცხრ.2).

რადგანაც კამარის ზედა წახნაგი უწყვეტად არის დამაგრებული ([1], 3.4.18), ამიტომ $n = 1$.

განვსაზღვროთ კოეფიციენტები K_{mN} და K_{mM} ([1], ფორმ. 24; 34):

$$K_{mN} = 0,75 + 0,06(l_s/h)^2 + 0,6 \cdot \alpha_{\gamma} \cdot l_s/h = 0,75 + 0,06(2546/86,4)^2 + 0,0 \cdot 0,68 \cdot 2546/86,4 = 64,8;$$

$$K_{mM} = 0,142 \cdot l_s/h + 1,76 \cdot h/l_s + 14 \cdot \alpha_{\gamma} = 0,142 \cdot 2546/86,4 + 1,76 \cdot 86,4/2546 + 14 \cdot 0,68 = 13,76,$$

სადაც α_{γ} - ნახევარკამარის ღერძის შესაბამისი ცენტრალური კუთხეა რადიანებში.

$\alpha_{\gamma} = \varphi/57,3^{\circ} = 39,2^{\circ}/57,3^{\circ} = 0,68$. მიღებული მნიშვნელობები ჩავსვით განიკვეთის დეფორმირებული ბრტყელი ფორმის მდგრადობის შესამოწმებელ ფორმულაში და გვექნება:

$$N/\varphi_{\gamma} \cdot K_{mN} \cdot R_{\gamma} \cdot A + (M_{\Phi}/\varphi_{\gamma} \cdot K_{mM} \cdot R_{\gamma} \cdot W)^n = 2865/0,008 \cdot 64,8 \cdot 179 \cdot 1209,6 +$$

$$+(12,1 \cdot 10^5/0,14 \cdot 13,76 \cdot 179 \cdot 1,74 \cdot 10^4)^1 = 0,228 < 1,$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ ბრტყელი ფორმის დეფორმირებული განიკვეთის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

დადებითი მლუნავი მომენტის მოქმედებისას, როცა ნახევარკამარის ზედა წახნაგი დამაგრებულია კავშირებით, მისი მდგრადობა ასევე უზრუნველყოფილია და გაანგარიშება საჭირო არ არის.

5. კვანძების კონსტრუქცია და გაანგარიშება

საყრდენი კვანძი. მის მოსაწყობად გამოყენებულია ფოლადის ქუსლი, შედგენილი საყრდენი ფილისა და ორმხრივი ფასონურებისაგან (ნახ. 6.59). ქუსლის საყრდენი ფილა მოთავსებულია ნახევარკამარის ღერძის საყრდენი ნაწილის მართობ სიბრტყეში.

კამარის გაანგარიშება ხდება მაქსიმალურ გრძივ და განივ ძალებზე: $N = 42,6$ კნ და $Q = 68,74$ კნ (ცხრ. 6.8, სვეტი 10).

კამარის ტორსული ნაწილის შემოწმება თელვაზე ხორციელდება გრძივი ძალის მიხედვით. თელვის ფართობი $A = 14 \times 66,4 \cdot 929,6 \text{ სმ}^2$, თელვის კუთხე $\alpha = 0^\circ$. ლარიქსის ჯიშის მერქნის საანგარიშო წინაღობა თელვაზე ბოკკოების გასწვრივ $R_m = 17,9 \text{ მპა}$.

ძაბვა

$$\sigma = N/A = 4260/929,6 = 4,6 \text{ კგ/სმ}^2 = 0,46 \text{ მპა} < R_m = 17,9 \text{ მპა}.$$

ფასონურების (კუთხოვანების) კამარასთან მისამაგრებლად გამოიყენება ფოლადის ორკრადი $d = 24 \text{ მმ}$ დიამეტრის ჰანჭიკებით. ისინი იღებენ განივ ძალას და მუშაობენ სიმეტრიულად $b = c = 140 \text{ მმ}$ განივკვეთის, ორი ჰრისა $n_k = 2$ და $\alpha = 90^\circ$ თელვის კუთხის პირობებში. თელვის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $K_a = 0,55$ ([1, ცხრ.19]).

ჰანჭიკის შიდიუნარიანობა ერთ ჰრზე:

ჰანჭიკის ღუნვის პირობიდან

$$T_L = 2,5 \cdot d^2 \sqrt{K_a} = 2,5 \cdot 2,4^2 \cdot \sqrt{0,55} = 10,7 \text{ კნ};$$

მერქნის თელვის პირობიდან

$$T_c = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K_a = 0,5 \cdot 14 \cdot 2,4 \cdot 0,55 = 8,4 \text{ კნ}.$$

ჰანჭიკების საჭირო რაოდენობა

$$n_k = Q / T_{\text{მე}} \cdot n_k = 68,7 / 8,4 \cdot 2 = 4.$$

ვილებთ ოთხ 24 მმ დიამეტრის ჰანჭიკს.

საყრდენი ფილა მუშაობს ღუნვაზე, რომელსაც იწვევს ნახევარკამარის ტორსის დაწოლა და საპასუხოდ საძირკვლის რეაქტიული წნევა. ტორსის სიგრძეა $l_1 = b = 14,0 \text{ სმ}$, ფილის სიგანე - $l_2 = 36,0 \text{ სმ}$, განივკვეთის საანგარიშო სიგანე $b = 1 \text{ სმ}$. ტორსის დაწოლა

$$q_1 = \sigma_m = 0,49 \text{ მპა} = 49 \text{ ნ/სმ}.$$

საძირკვლისაგან გადმოცემული წნევა

$$q_2 = q_1 \cdot l_1 / l_2 = 49 \cdot 14 / 36 = 19 \text{ ნ/სმ}.$$

მლუნავი მომენტი

$$M = (q_2 \cdot l_2^2 - q_1 \cdot l_1^2) / 8 = (19 \cdot 36^2 - 49 \cdot 14^2) / 8 = 1878 \text{ ნსმ} = 18,8 \cdot 10^{-6} \text{ მგნმ}.$$

ფოლადის საანგარიშო წინაღობა $R = 240 \text{ მპა}$.

საჭირო წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{საჭ}} = M / R = 18,8 \cdot 10^{-6} / 240 = 0,078 \cdot 10^{-6} \text{ მ}^3 = 0,078 \text{ სმ}^3.$$

ფილის საჭირო სისქე

$$\delta_{\text{საჭ}} = \sqrt{6W} = \sqrt{6 \cdot 0,078} = 0,68 \text{ სმ};$$

დაენიშნოთ საყრდენი ფილის სისქე $\delta_m = 10 \text{ მმ}$.

კეხის კვანძი. მის მოსაწყობად გამოიყენებულია ფოლადის ორი საყრდენი ფურცელი და ორი ფასონურა (ნახ.6.60). კვანძის გაანგარიშება ხდება მაქსიმალურ გრძივ და განივ ძალებზე (მე-5 კვეთი): $N_1 = 5,04 \text{ კნ}$ და $Q_1 = -17,7 \text{ კნ}$. ტორსული კვეთი მოწმდება თელვაზე ბოკკოების მიმართ $\beta = 26^\circ 24'$ კუთხით.

საანგარიშო წინაღობა თელვაზე β კუთხით

$$R'_{\text{მე}} = R_m / \{1 + [(R_m / R_{\text{მე}}) - 1] \cdot \sin^2 \beta\} = 17,9 / \{1 + [(17,9/3) - 1] \cdot \sin^2 26^\circ 24'\} = 17,9 / \{1 + [(17,9/3) - 1] \cdot 0,4446^2\} = 12,4 \text{ მპა}.$$

ლარიქსის მერქნის საანგარიშო წინაღობა თელვაზე β კუთხით

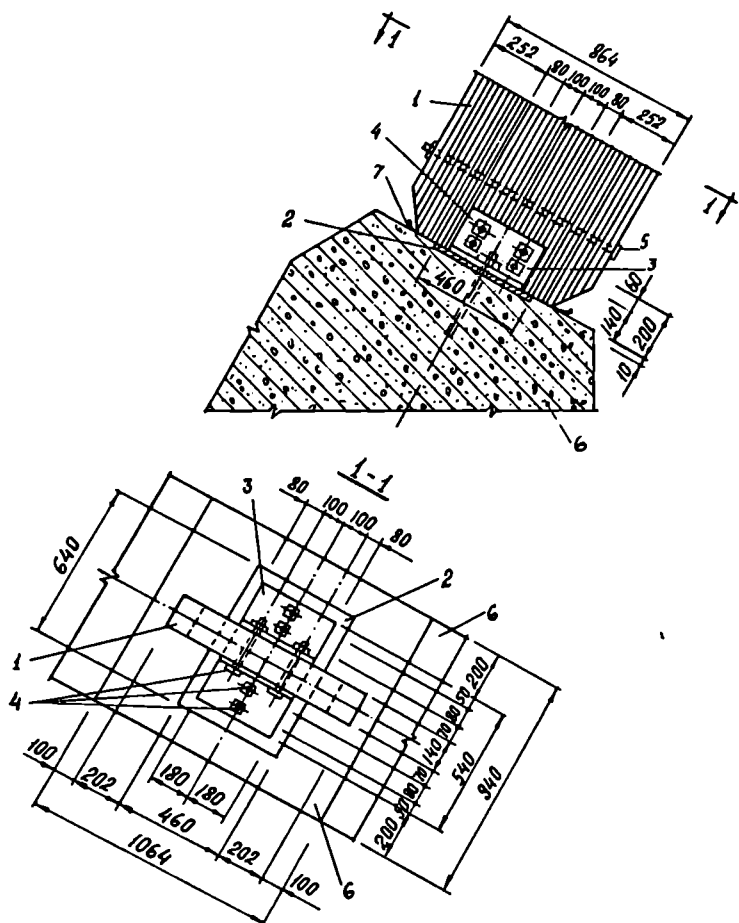
$$R_{\text{მე}} = R'_{\text{მე}} \cdot m_{11} = 12,4 \cdot 1,2 = 14,9 \text{ მპა}.$$

თელვის ფართობი

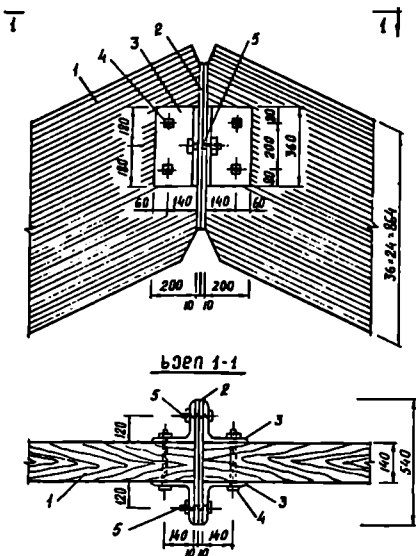
$$A = 14 \times 66,4 = 930 \text{ სმ}^2.$$

ძაბვა

$$\sigma = N/A = 504/930 = 0,54 \text{ კგ/სმ}^2 = 0,054 \text{ მპა} < R_{sp} = 14,9 \text{ მპა.}$$



ნახ. 6.59. საყრდენი კვანძი: 1 - კამარა; 2 - ლითონის საყრდენი ფორფიტა $10 \times 460 \times 640$ მმ; 3 - კუთხოვანები №20, სიგრძით 360 მმ; 4 - კანკიები, $d = 24$ მმ, $l = 200$ მმ; 5 - ზემკრავი კანკიი, $d = 20$ მმ, $l = 900$ მმ; 6 - საძირკველი; 7 - იზოლაცია.



ნახ. 6.60. კუბის კვანძი: 1 - კამარა; 2 - ლითონის ფორფიტები $10 \times 540 \times 660$ მმ; 3 - კუთხოვანები №20, სიგრძით 360 მმ; 4 - ჭანჭიკები $d = 20$ მმ, $l = 220$ მმ; 5 - ჭანჭიკები $d = 20$ მმ, $l = 90$ მმ.

ფასონურების კამარასთან მისამარებლად გამოყენებულია ფოლადის ორჭრადი ჭანჭიკები დიამეტრით $d = 20$ მმ. ისინი ღებულობენ განივ ძალას და მუშაობენ სიმეტრიულად $b = c = 140$ მმ განივკვეთის, ორი ჭრის $\nu_{\alpha} = 2$ და $\alpha = 90^{\circ} - 26^{\circ}24' = 63^{\circ}36'$ თელვის კუთხის პირობებში. თელვის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $K_{\alpha} = 0,64$ ([1, ცხრ.19).

ჭანჭიკის მზიდუნარიანობა ერთ ჭრავზე:

$$T_{\ell} = 2,5 \cdot d^2 \sqrt{K_{\alpha}} = 2,5 \cdot 2^2 \sqrt{0,64} = 8,0 \text{ კნ};$$

მერქნის თელვის პირობიდან $T_c = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K_{\alpha} = 0,5 \cdot 14 \cdot 2 \cdot 0,64 = 8,96$ კნ.

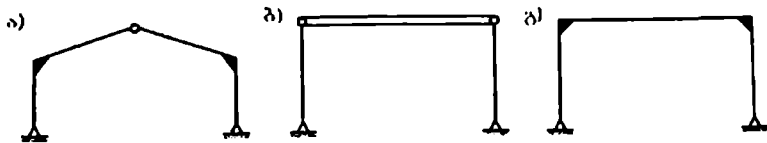
ჭანჭიკების საჭირო რაოდენობა $n_{\Sigma} = Q / T_{\alpha \Sigma} \cdot \nu_{\alpha} = 17,7 / 8 \cdot 2 = 1,1$.

ვიღებთ 20 მმ დიამეტრის ორ ჭანჭიკს. საყრდენი ფურცლების სისქეს ვნიშნავთ კონსტრუქციულად. ავიღოთ $\delta_{\Sigma} = 10$ მმ.

6.10. ხის ჩარჩოები

ჩარჩო ხის მზიდი კონსტრუქციების ძირითად კლასს მიეკუთვნება. მისი ფორმა სრულად შეესაბამება სამრეწველო და სამოქალაქო შენობების ფორმას. ვერტიკალური დგარები და დახრილი რიგელები კარგ საფუძველს ქმნიან კედლის შემომზღუდავი კონსტრუქციებისა და სახურავის ფენილების მოსაწყობად. პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ჩარჩოები, რომელთა მალი 12-24 მ-ია, თუმცა ზოგჯერ 60 მ-საც აღწევს.

სტატიკური სქემის მიხედვით ხის ჩარჩოები შეიძლება იყოს სტატიკურად რკვევადი და ერთხელ სტატიკურად ურკვევი. სამსახურიანი ჩარჩოები (ნახ. 6.61, ა) სტატიკურად რკვევადი სისტემაა. ამ სქემის უპირატესობა ის არის, რომ მის განივკვეთებში აღძრული ძალები დამოკიდებული არაა საძირკვლების ჯდომაზე, ხოლო სახსრული საყრდენი და კუბის კვანძების გადაწყვეტა გამოირჩევა სიმარტივით. უარყოფით მხარედ კი შეიძლება ჩათვალოს დიდი მლუნავი მომენტების გაჩენა კარნიზის კვანძებში.

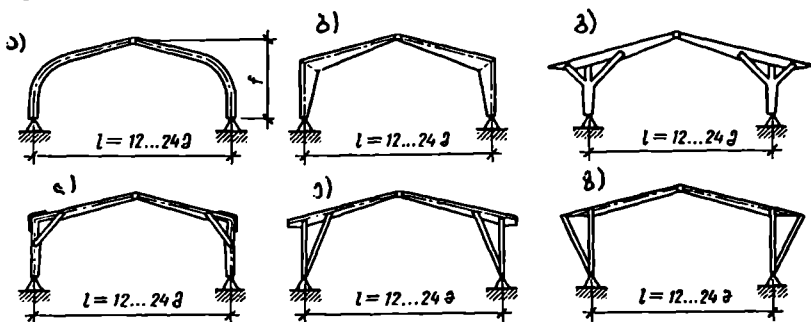


ნახ. 6.61. ხის ჩარჩოების სტატიკური სქემები: ა - სამსახსრიანი; ბ - ორსახსრიანი ხისტი საყრდენებით; გ - ორსახსრიანი სახსროვანი საყრდენებით.

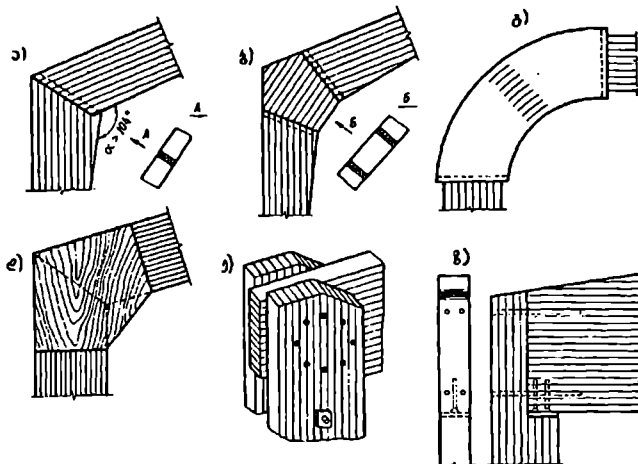
ორსახსრიანი სქემა ხისტი საყრდენი კვანძებით (ნახ. 6.61, ბ) ერთგერ სტატიკურად ურკვევი სისტემაა. ამ სქემის უპირატესობაა კარნიზის კვანძებში მლუნავი მომენტების არარსებობა, რაც საშუალებას იძლევა, რიგელად გამოყენებულ იქნეს ხის დაწეხებული კოჭი, კამარა შემკრავით, სეგმენტური და სამკუთხა წამწეები. უარყოფითი მხარეა რთულად განსახორცილებელი ხისტი საყრდენი კვანძები, რომლებშიც მოქმედებენ დიდი მლუნავი მომენტები, აგრეთვე განივკვეთებში ძალების დამოკიდებულება საძირკვლების ჯდომაზე.

ორსახსრიანი სქემა სახსროვანი საყრდენი კვანძებით (ნახ. 6.61, გ) ერთხელ სტატიკურად ურკვევი სისტემაა საყრდენებზე ნულოვანი მლუნავი მომენტებით, სამაგიეროდ კარნიზის კვანძებია ძალიან გადატვირთული და რთული მოსაწყობი, რადგანაც ამ კვანძებში მოქმედებს მაქსიმალური მლუნავი მომენტები.

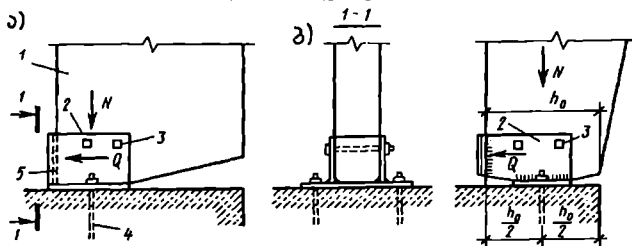
კონსტრუქციული მოსაზრებით ხის ჩარჩოები შეიძლება იყოს სამ- და ორსახსრიანი დაწეხებული ფიცრებისაგან, მასიური მთლიანკვეთიანი და დაწეხებული ხე-ფანერისაგან. აქედან ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ხის დაწეხებული (ფიცრულ-წებოვანი) სამსახსრიანი ჩარჩოები, რომლებიც შეიძლება იყოს უდონიჯო და ორ- ან ოთხ დონიჯიანი (ნახ. 6.62). ასეთი ჩარჩოების ელემენტების განივკვეთები შედგენილია დაწეხებული ფიცრებისაგან, სიგანე ერთნაირია, ხოლო სიმაღლე - ცვალებადი. დონიჯის ელემენტების განივკვეთები მუდმივია. 6.63 ნახაზზე მოცემულია ხის დაწეხებული ჩარჩოების კარნიზის კვანძის ზოგიერთი გადაწყვეტა, ხოლო 6.64 ნახაზზე - საყრდენი კვანძები.



ნახ. 6.62. ხის დაწეხებული სამსახსრიანი ჩარჩოები: ა - მოლუნულ-დაწეხებული; ბ - ტეხილ-დაწეხებული; გ - ოთხდონიჯიანი; დ - ორდონიჯიანი; ე - შიგა საყრდენი დონიჯებით; ზ - გარე ირიბანებით.



ნახ. 6.63. ხის დაწებებული ჩარჩოების კარნიზის კვანძები: ა - კბილა პირაპირზე; ბ - კბილა პირაპირზე ხუთკუთხა შუადით; გ - კბილა პირაპირზე მრუდი მოხაზულობის შუადით დაწებებული ფიცრებისაგან; დ - ფანერის საკვანძო ფურცლით; ე - წირწკიმაღლებზე; ზ - ჩაწებებული ლითონის ღეროებით.



ნახ. 6.64. ხის დაწებებული სამსახსრიანი ჩარჩოს საყრდენი კვანძები: ა - მუდმივკვეთიანი დგარით; ბ - ცვლადკვეთიანი დგარით; 1 - დგარი; 2 - ლითონის ქუსლი; 3 - ჭანჭიკი; 4 - ანკერი; 5 - შედღეუბა.

მოღუნულ-დაწებებული სამსახსრიანი ჩარჩო (ნახ. 6.62, ა) შედგება ორი Γ -ის ფორმის მართკუთხა განიკვეთის ელემენტისაგან, რომელიც სიმაღლეში ცვლადკვეთიანია და მოღუნულია კარნიზის კვანძში. ასეთი ჩარჩოს დადებითი მხარეა ის, რომ ორი დიდგაბარიტიანი ნაწილისაგან შედგება, რაც ამცირებს შრომატევადობას მონტაჟის დროს, ხოლო ცვლადი განიკვეთი უზრუნველყოფს მერქნის ეკონომიას. აქვს უარყოფითი მხარეც, რაც გამოიხატება ნახევარკამარის ტრანსპორტირებაში, რადგანაც დამამზადებელი ქარხანიდან მონტაჟის ადგილამდე მიტანა ბევრ სირთულესთან არის დაკავშირებული. გარდა ამისა, მკუმშავი ძალები ჩარჩოს მოღუნულ ნაწილში გაცილებით დიდია, ვიდრე სწორხაზოვან ელემენტებში, ხოლო საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე, რომელიც დამოკიდებულია მოღუნვის რადიუსის ფარდობაზე მოღუნული ფიცრების სისქესთან, გაცილებით ნაკლებია, რაც იწვევს მასალისა და წებოს ხარჯის გაზრდას.

ტუხილ-დაწებებული სამსახსრიანი ჩარჩო (ნახ. 6.62, ბ) შედგება ორი ნახევარჩარჩოსგან. კარნიზის კვანძში რიგელი და დგარი შეერთებულია ერთმანეთთან ხისტი კბილა პირაპირით (ნახ. 6.63, ა). რიგელსა და დგარს ცვლადი განიკვეთი აქვს - მაქსიმალური

ღერძის გადატეხის წერტილში (კარნიზის კვანძში). ასეთ ჩარჩოს აქვს უპირატესობებიც - ადვილად დასაშზადებელია, მონტაჟი მარტივია, გამოირჩევა მცირე მასალა- და შრომატევადობით. ქარხანაში შეკვეთის შესრულებისას მიმართავენ შემდეგ მეთოდს: აშზადებენ მართკუთხა განიკვეთის დაწებულ კაკეტს, მერე ჭრიან დიაგონალზე და დაწებების ერთი ოპერაციით ღებულობენ. რიგელის (დგარის) ცვლადკვეთიან ორ ნაწილს, რითაც მიიღწევა მერქნის ეკონომია ჩამორანდვის (გათლის) დროს და შესაბამისად წებოს ეკონომიაც. ასეთი ჩარჩოები კარნიზის კვანძში გრძივებისა და ფენილის დაყრდნობისას არ საკიროებს დამატებით გასაძლიერებელ ღეროებს.

უარყოფითი მხარეა ის, რომ ნახევარჩარჩოები დიდი გაბარიტების გამო რთული გადასატანია. გარდა ამისა, კარნიზის კვანძი, სადაც მოქმედებს მაქსიმალური მღუნავი მომენტები, მუშაობს ნორმალურ მკუმშვ ძაბვებზე ბოჭკოების მიმართულებისადმი მნიშვნელოვანი სიდიდის კუთხით, რის გამოც მერქნის საანგარიშო წინაღობა მცირდება, შესაბამისად იზრდება განიკვეთი. კარნიზის კვანძში განიკვეთების შემცირება შესაძლებელია ფანერის ზედების, ლითონის ღეროების ან ზეთკუთხა ჩასადგმელი შუადის გამოყენებით (ნახ. 6.62, ბ), რომლითაც პირაპირის სასარგებლოდ ხელოვნურად ცვვლით კუთხეს ბოჭკოების მიმართულებებს შორის.

დაწებებული ხის სამსახსრიანი ოთხდონჯიანი ჩარჩო (ნახ. 6.62, გ) შედგება ორი დგარის, ორი ცვლადკვეთიანი ნახევარიგელისა და მუდმივი განიკვეთის მქონე ოთხი დონჯისაგან, რომლებიც რიგელს აერთებენ დგართან. დგართან ერთად დონჯები რიგელისათვის ქმნის საყრდენებს, რაც იწვევს რიგელში მღუნავი მომენტების შემცირებას. ასევე ძალიან მცირდება მღუნავი მომენტები დგარებშიც. ასეთი ჩარჩო სწორხაზოვანი დაწებებული ელემენტების ასაწყობ-დასაშლელი სისტემაა, რომლის ტრანსპორტირება არავითარ სირთულეს არ წარმოადგენს. უარყოფითი მხარეა ის, რომ ჩარჩო შედგება 8 ელემენტისაგან და ამიტომ იზრდება მისი დამზადების შრომატევადობა. დონჯები ნაწილობრივ ზღუდავს შენობის შიგა სივრცეს, ამიტომ ასეთი ჩარჩოების გამოყენება მიზანშეწონილია ფარდულების ასაგებად.

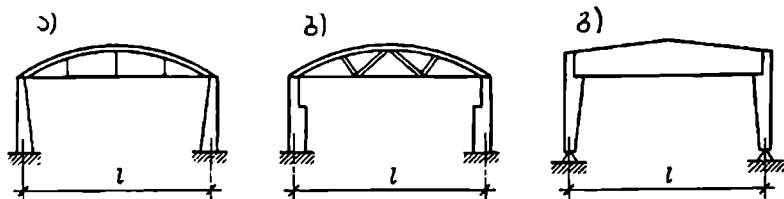
დაწებებული ხის სამსახსრიანი ორდონჯიანი ჩარჩო (ნახ. 6.62, დ) შედგება ორი დგარის, ორი ცვლადკვეთიანი ნახევარიგელის და ორი მუდმივი განიკვეთის დონჯისაგან. ასეთი ჩარჩოს უარყოფითი მხარეა კარნიზის კვანძში მნიშვნელოვანი სიდიდის გამჭიმი ძალებების არსებობა, რომელთა მისაღებად საკირო ხდება კვანძში დამატებით ლითონის სამაგრების მოწყობა. რიგელსა და დგარში მღუნავი მომენტებიც მეტია, ვიდრე ოთხდონჯიანში. დონჯები აქაც ზღუდავს შენობის შიგა სივრცეს. სამაგიეროდ, ჩარჩო ადვილად დასაშზადებელი და ასაწყობია, კონსტრუქციების ტრანსპორტირება არა რთული და გამოირჩევა დაბალი მასალატევადობით.

დაწებებული ხის სამსახსრიანი ჩარჩო შიგა საყრდენი დონჯებით (ნახ. 6.62, ე) შედგება ორი ცვლადკვეთიანი რიგელის, ორი დონჯისა და ორი მუდმივიკვეთიანი დგარისაგან. დადებითი თვისებები ისეთივე აქვს, როგორც სხვა დონჯიანი ჩარჩოებს. უარყოფითი კი ის არის, რომ ქარის დატვირთვაზე დგარი მუშაობს გაკიშვაზე ღუნვით, რაც ართულებს კვანძების მოწყობას. დონჯები დიდი სიგრძისაა და მათი განიკვეთი ინიშნება ზღერული მოქნილობის მიხედვით.

დაწებებული ხის სამსახსრიანი ჩარჩო გარე საყრდენი ირიბებით (ნახ. 6.62, ზ) განსხვავდება წინა განხილული ჩარჩოსაგან ირიბების გარე განლაგებით, რომლებიც

გაკიმავზე მუშაობენ და შეიძლება დამზადებულ იქნეს დაწებებული მერქნისა ან ფოლადისაგან.

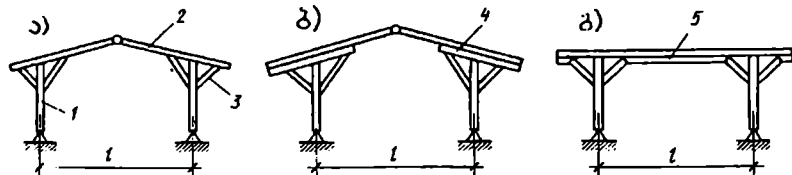
დაწებებული ხის ორსახსრიანი ჩარჩოები (ნახ. 6.65) შედგება სამი კონსტრუქციული ელემენტისაგან - ორი დგარისა და ჰორიზონტალურ რიგელისაგან. მათი ძირითადი დადებითი მხარეა დამზადებისა და ტრანსპორტირების სიმარტივე და კოჭოვანი რიგელის კონსტრუქციები, რომლებიც გაცილებით ადვილი დასამზადებელია, ვიდრე მოღუნული ან ტეხილი ნახევარრიგელები. გარდა ამისა, ჰორიზონტალური რიგელები მოსახერხებელია შეკიდული ჭერის მოსაწყობად. უარყოფითია ჩარჩოს აწყობის ტექნოლოგიური სირთულე და ელემენტებში ძალების ცვალებადობა საყრდენების ჯდომის შემთხვევაში.



ნახ. 6.65. ხის დაწებებული ორსახსრიანი ჩარჩოები: ა - ხისტი საყრდენი კვანძებით და კაპარით; ბ - იგივე წაშლით; გ - სახსროვანი საყრდენი კვანძებით და ფიცრულ-დაწებებული კოჭით.

ძელების, სქელი ფიცრების ან მორებისაგან აწყობილი ხის მთლიანკვეთიან ჩარჩოებს აქვს ზოგი უპირატესობა. მაგალითად, ისინი შეიძლება დავამზადოთ უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე და შესაბამისად მათი ღირებულებაც ნაკლებია, ვიდრე დაწებებული ჩარჩოების, რომლებიც მხოლოდ ქარხნული წესით მზადდება. ასეთი ჩარჩოების მალაი 15 მ-მდე, დამზადება შრომატევადია, მოითხოვს დეფიციტურ, დიდი განივკვეთის მასალას და საჭიროებს მაღალი კვალიფიკაციის მუშახელს.

დოინჯიანი მთლიანკვეთიანი ჩარჩოები (დოინჯიანი სისტემები), რომლებიც დამზადებულია ძელებისა ან მორებისაგან, უმარტივესი კონსტრუქციებია (ნახ. 6.66). მათი მალი მცირეა და არ აღემატება 9 მ-ს. ასეთი ჩარჩოების რიგელები შეიძლება დამზადებულ იქნეს წებო-ფანერის კონსტრუქციებისაგან, თუმცა საჭიროებს დეფიციტურ სამშენებლო ფანერს და აქვს დაბალი ცეცხლმდედგობა.



ნახ. 6.66. მთლიანკვეთიანი დოინჯიანი ხის ჩარჩოები ძელებისა და მორებისაგან: ა - სამსახსრიანი დოინჯიანი; ბ - სამსახსრიანი ზულაურ-დოინჯიანი; გ - სამსახსრიანი რიგელ-დოინჯიანი; 1 - დგარი; 2 - რიგელი; 3 - დოინჯი; 4 - ზულაური; 5 - რიგელი.

ნებისმიერი მოხაზულობის ჩარჩოს ელემენტებში ძალოვანი ფაქტორების (M , N , Q) დადგენა ხდება სამშენებლო მექანიკის ცნობილი მეთოდებით და სახელმძღვანელოში განხილული არ არის. რაც შეეხება კონსტრუქციულ გაანგარიშებას - განივკვეთის ზომების

დადგენას, ის წარმოებს ძალოვანი ფაქტორების მაქსიმალური მნიშვნელობების მიხედვით და მერე მოწმდება სიმტკიცესა და დეფორმაციებზე.

6.11. ხის დგარები

დგარი ეწოდება ნაგებობის კარკასის შვეულად დაყენებულ ელემენტს, რომელიც მასზე დაყრდნობილი კონსტრუქციებიდან დატვირთვებს გადასცემს საძირკველს.

ხის დგარები შეიძლება იყოს მთლიანკვეთიანი, შედგენილი, დაწებებული და გამჭოლი (გისოსიანი).

მთლიანკვეთიანი დგარები მზადდება ძელების, მორების ან სქელი ფიცრებისაგან. ისინი გამოიყენება გადახურვის, ფარდულების, მუშა მოედნების, პლასტფორმების, ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენებად, აგრეთვე გამჭოლი კონსტრუქციების შვეულ ღეროებად. დგარები იაფიანი, მარტივი ტიპის კონსტრუქციებია და ამიტომ საკმაოდ ფართოდა გამოიყენება მშენებლობაში.

დგარის გეომეტრიული ზომები და მზიდუნარიანობა შეზღუდულია სორტამენტით - სიგრძე არ აღემატება 6,4 მ-ს, ხოლო განივკვეთის დიდი ზომა - 20 სმ-ს.

კვადრატული და წრიული განივკვეთის დგარები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა ბოლოები დამაგრებულია სახსროვნად და მათზე მოქმედებს მხოლოდ მკუმშავი ძალები, ხოლო მართკუთხა განივკვეთის ან სქელი ფიცრის დგარები გამოიყენება მაშინ, როცა მათზე მოქმედებს არა მარტო მკუმშავი შვეული, არამედ ჰორიზონტალური (მაგალითად ქარი) დატვირთვებიც, რომლებიც იწვევენ ღუნვის დეფორმაციებს და შესაბამისად ჰორიზონტალური დატვირთვების მოქმედების მიმართულებას ამთხვევენ განივკვეთის დიდ ზომას.

მორებისაგან განხორციელებული დგარები ძირითადად გამოიყენება ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენებად, რომლებიც შემკრავი ცალკელების ან მსხვილი მრავალღეროვანი მავთულების დახმარებით ებმება მიწაში ჩასობილ რკინაბეტონის ძელებს. ხის დგარის ქვედა ბოლო მიწის ზედაპირიდან აწეული უნდა იყოს სულ მცირე 80 სმ-ით.

ასეთი დგარების გაანგარიშება ხდება შეკუმშული ან შეკუმშულ-გაღუნული ღეროების ბოლოების ჩამაგრების სქემებზე დამოკიდებულებით სიმტკიცესა და მდგრადობაზე.

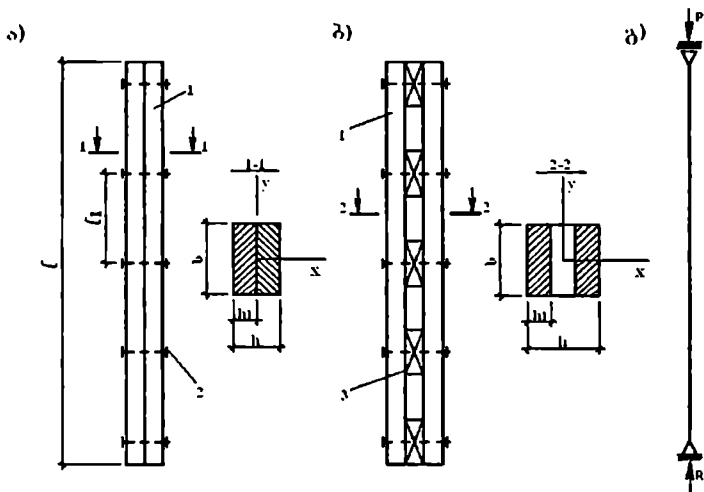
შედგენილი დგარები განხორციელებულია ჭანჭიკებით ან ლურსმნებით ერთმანეთთან შეერთებული ძელების, მორების ან სქელი ფიცრებისაგან. მასალის ეკონომიის მიზნით, ზოგჯერ მათ შორის შუასადებების გამოყენებასაც მიმართავენ (ნახ. 6.67). ასეთ დგარებს აწაზადებენ მაშინ, როცა მაქსიმალური განივკვეთის მთლიანკვეთიანი დგარის მზიდუნარიანობა არასაკმარისია დიდი დატვირთვების გამო.

შედგენილი დგარების გაანგარიშება ხორციელდება სიმტკიცესა და მდგრადობაზე ორ სიბრტყეში - მატერიალური ($x-x$) და თავისუფალი ღერძების ($y-y$) მიმართ - ფორმულით:

$$\sigma = N/\varphi \cdot A \leq R_{\perp} \quad (6.39)$$

მატერიალური ღერძის მიმართ გაანგარიშება ისეთივეა, როგორც მთლიანკვეთიანი დგარებისა, რომელთა სიგანე შემდგენელი ელემენტების სიგანეთა ჯამის ტოლია. ამ დროს დამყოლობა მხედველობაში არ მიიღება.

თავისუფალი ღერძის მიმართ გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება მისი მომეტებული მოქნილობა იმავე განივკვეთის მთლიანკვეთთან დგარებთან შედარებით, რასაც იწვევს დამყოლობა შეერთებებში. თავისუფალი ღერძის მიმართ მომეტებულ მოქნილობას ეწოდება დაყვანილი მოქნილობა და გამოითვლება ფორმულით:



ნახ. 6.67. ძელებისაგან შედგენილი დგარები: ა - მთლიანკვეთიანი; ბ - გამჭოლი შუასადებებით; გ - მუშაობის სქემა; 1 - ძელები; 2 - ჭანჭიკები; 3 - შუასადებები.

$$\lambda_{დყ} = \sqrt{(\mu_y \lambda_y)^2 + \lambda_1^2}, \quad (6.40)$$

სადაც $\mu_y = \sqrt{1 + k_{დ} b h n_{ბაჯ} / \rho^2 n_{ბაჯ}}$ არის მოქნილობის დაყვანის კოეფიციენტი; $k_{დ}$

შეერთების დამყოლობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ჭანჭიკის დიამეტრის (d) ძელის სისქესთან (h) შეფარდებაზე (დანართი, ცხრ. 29); $n_{ბაჯ}$ - ნაკერების რაოდენობა ძერის სიბრტყეში. ორი ძელისაგან შედგენილი უღრეო დგარებისათვის $n_{ბაჯ} = 1$, ხოლო ღრეოებისა და შუასადებების შემთხვევაში $n_{ბაჯ} = 2$; l - დგარის სიგრძე; $n_{ბაჯ}$ - მაკავშირებელთა რაოდენობა 1 გრძივ მეტრზე; λ_1 - ერთი ძელის მოქნილობა l_1 მანძილზე ჭანჭიკების დამაგრების შემთხვევაში (ნახ. 6.53); $\lambda_y = l/r$ - დგარის მოქნილობა შეერთებათა დამყოლობის გაუთვალისწინებლად; $r = \sqrt{J/A}$ - განივკვეთის ინერციის რადიუსი.

მდგრადობის კოეფიციენტი ϕ_y განისაზღვრება დაყვანილი მოქნილობის მიხედვით ფორმულებით:

$$\phi_y = 3000 / \lambda_{დყ}^2, \text{ როცა } \lambda > 70 \text{ და } \phi_y = 1 - 0,8(\lambda_{დყ} / 100)^2, \text{ როცა } \lambda \leq 70.$$

შედგენილი ძელური ღეროების განივკვეთის შეირჩევა წინასწარ დანიშნული მოქნილობის მიხედვით მატერიალური ღერძის მიმართ და ის $[\lambda] \leq 120$ მიიღება. განივკვეთის $h_{ბაჯ}$ საჭირო სიმაღლე როცა ღეროს სიგრძეა l , გამოითვლება გამოსახულებიდან: $h_{ბაჯ} = l / 0,289 \lambda$.

მაგალითი 6.8. შევარჩიოთ და შევამოწმოთ ბოლოებით სახსროვნად ჩამაგრებული შედგენილი დგარის განივკვეთი, რომლის სიგრძე $l = 3$ მ. დგარი შედგება მართკუთხა განივკვეთის ორი ძელისაგან, რომლებიც შეერთებულია შესაადებებისა და ღრწოს გარეშე ჰანჭიკებით (ნახ. 6.67, ა). დგარზე მოქმედი მკუმშავი ძალა $N' = 180$ კნ. კონსტრუქცია, რომელიც დამზადებულია მე-2 ხარისხის მერქნისაგან, მიეკუთვნება პასუხისმგებლობის I კლასს და საექსპლუატაციო პირობების A2 ჯგუფს.

ამოხსნა. დგარზე მოქმედი საანგარიშო მკუმშავი ძალა დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტის (γ_n) გათვალისწინებით

$$N = N' \cdot \gamma_n = 180 \cdot 1 = 180 \text{ კნ,}$$

სადაც $\gamma_n = 1$ (დანართი, ცხრ.1).

მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე $R_y = 13$ მპა = $1,3$ კნ/სმ² (დანართი, ცხრ. 7).

დაუშვათ მატერიალური ღერძის მიმართ შედგენილი დგარის მოქნილობა $\lambda = 80 < [\lambda] = 120$. შესაბამისი გრძივი ლუნვის (მდგრადობის) კოეფიციენტი

$$\varphi_y = 3000 / \lambda^2 = 3000 / 80^2 = 0,47.$$

დაუშვათ შედგენილი განივკვეთის ძელების სიგანე $b = 15$ სმ. განივკვეთის საჭირო სიმაღლე $h_{\text{საჭ}} = l / 0,289 \lambda = 3000 / 0,289 \cdot 80 = 13$ სმ.

ავიღოთ თითოეული შემადგენელი ძელის განივკვეთი $b \times h_1 = 15 \times 10$ სმ. ძელების შეერთებას ვახდენთ $d = 20$ მმ დიამეტრის ჰანჭიკებით, ზოიით $l_1 = 50$ სმ.

შევამოწმოთ შედგენილი დგარის სიმტკიცე და მდგრადობა განივკვეთის მატერიალური ღერძის მიმართ (ნახ. 6.67, ა).

განვსაზღვროთ დგარის მთლიანი განივკვეთის ფართობი, ინერციის რადიუსი, მოქნილობა, მდგრადობის კოეფიციენტი:

$$A = 2 \cdot b \cdot h_1 = 2 \cdot 15 \cdot 10 = 300 \text{ სმ}^2;$$

$$r_x = 0,289 \cdot b = 0,289 \cdot 15 = 4,35 \text{ სმ};$$

$$\lambda_x = l / r_x = 300 / 4,35 = 69 < 70;$$

$$\varphi_x = 1 - 0,8(\lambda_x / 100)^2 = 1 - 0,8(69 / 100)^2 = 0,68.$$

შევამოწმოთ განივკვეთი:

$$\sigma = N / \varphi_x \cdot A = 180 / 0,68 \cdot 300 = 0,85 \text{ კნ/სმ}^2 = 8,5 \text{ მპა} < R_{y, \text{შე}} = 13 \cdot 1 = 13 \text{ მპა.}$$

შევამოწმოთ დგარის სიმტკიცე და მდგრადობა თავისუფალი $y-y$ ღერძის მიმართ მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებით.

განვსაზღვროთ ცალკეული ძელის განივკვეთის ფართობი, მისი ღერძის დამორება $y-y$ ღერძამდე და განივკვეთის ინერციის რადიუსი:

$$A_1 = b \cdot h_1 = 15 \cdot 10 = 150 \text{ სმ};$$

$$a = h_1 / 2 = 10 / 2 = 5 \text{ სმ};$$

$$J_x = 2 \cdot [(b \cdot h_1^3) / 12 + A_1 \cdot a^2] = 2 \cdot [(15 \cdot 10^3) / 12 + 150 \cdot 5^2];$$

$$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}} = \sqrt{\frac{10^4}{300}} = 5,76 \text{ სმ};$$

დგარის მოქნილობა მაკავშირებელთა დამყოლობის გათვალისწინებლად

$$\lambda_y = l / r_y = 300 / 5,76 = 52.$$

შეერთების დამყოლობის კოეფიციენტი $d = 20$ მმ დიამეტრის ჰანჭიკებისათვის, როცა $d / h_1 = 2 / 10 = 1/5 < 1/2$, განისაზღვრება ფორმულით:

$$k_{\text{ფ}} = 1,5 / d \cdot h_1 = 1,5 / 2 \cdot 10 = 0,075.$$

მაკავშირებელთა რიცხვი $n_{\text{სა}} = 2$ ც/მ.

ნაკერების რიცხვი $n_{\text{სა}} = 1$.

მოქნილობის დაყვანის კოეფიციენტი

$$\mu_{დაყ} = \sqrt{1 + \frac{k_{დ} b h n_{დაყ}}{l^2 n_{დაყ}}} = \sqrt{1 + \frac{0,075 \cdot 15 \cdot 20 \cdot 1}{300^2 \cdot 2}} = 1;$$

ცალკეული ბელის განივკვეთის ინერციის რადიუსი, მანძილები კანკიკებს შორის და მისი მოქნილობა:

$$r = 0,289 \cdot h_1 = 0,289 \cdot 10 = 2,89 \text{ სმ};$$

$$l_1 = 50 \text{ სმ};$$

$$\lambda_1 = l_1 / r = 50 / 2,89 = 17 < 24. \text{ ამიტომ ითვლება, რომ } \lambda_1 = 0.$$

დაყვანილი მოქნილობა

$$\lambda_{დაყ} = \sqrt{(\mu_y \lambda_y)^2 + \lambda_1^2} = \mu_y \lambda_y = 1 \cdot 52 = 52 < 70.$$

შესაბამისი მდგრადობის კოეფიციენტი

$$\varphi_y = 1 - 0,8(\lambda_{დაყ}/100)^2 = 1 - 0,8(52/100)^2 = 0,78.$$

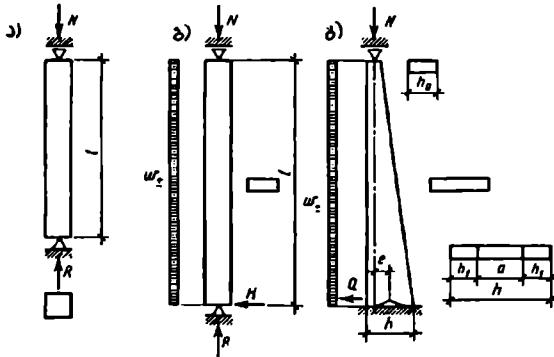
შევაძონმოთ განივკვეთი სიმტკიცეზე:

$$\sigma = N / \varphi_y \cdot A = 180 / 0,78 \cdot 300 = 0,77 \text{ კნ/სმ}^2 = 7,7 \text{ მპა} < R_y = 13 \text{ მპა}.$$

ამრიგად, შედგენილი დგარის შერჩეული განივკვეთი აკმაყოფილებს სიმტკიცისა და სიხისტის პირობებს და ვარგისია ექსპლუატაციისათვის.

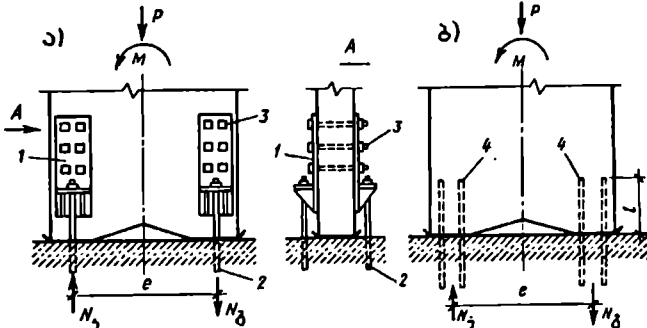
ხის დაწებებული დგარები (ნახ. 6.68) მზადდება მხოლოდ ქარხნული წესით. მათი გეომეტრიული ზომები შეიძლება იყოს ნებისმიერი და დამოკიდებულია დატვირთვებზე და შენობის დანიშნულებაზე.

კვადრატული განივკვეთის დგარების (ნახ. 6.68, ა) განივკვეთის ზომები ბევრად აღემატება სორტამენტით დაშვებულ ფიცრის სიგანეს, ამიტომ დაწებებული პაკეტის განხორციელებისას ფიცრებს ერთმანეთთან აერთებენ არა მარტო სიბრტყით, არამედ ნაწიბურებითაც. ასეთ დგარებს იყენებენ ცალკეულ შენობათა შიგა კონსტრუქციებისათვის, რომლებზეც მოდის დიდი დატვირთვები და გაანგარიშდება სიმტკიცესა და მდგრადობაზე მკუმშავი საანგარიშო ძალების მიხედვით მუშაობის პირობების $m_{აფ}$ და $m_{აფ}$ კოეფიციენტების (დანართი, ცხრ. 11; 12) გათვალისწინებით.



ნახ. 6.68. ხის დაწებებული დგარები: ა - მუდმივკვეთიანი კვადრატული განივკვეთით; ბ - მუდმივკვეთიანი სწორკუთხოვანი განივკვეთით; გ - ცვლადკვეთიანი სწორკუთხოვანი განივკვეთით.

მართკუთხა განივკვეთის მთლიანკვეთიანი და ცვლადკვეთიანი დგარები (ნახ. 6.68, ბ, გ) ძირითადად გამოიყენება სამრეწველო შენობის გარე კედლებისათვის და გადახურვის მზიდი სანიენივე კონსტრუქციების საყრდენებად. განივკვეთის დიდი გვერდის მიმართულება კედლის სიბრტყის მართობულია. ასეთი დგარების შეერთება საძირკველთან (ნახ. 6.69) ხისტია, ხოლო ზედა ბოლოს მიერთება გადახურვის მზიდ კონსტრუქციებთან - სახსრიანი. მათი გაანგარიშება ხდება კუმშვაზე ლუნვით, რადგანაც მკუმშავი შეუღლი დატვირთვების გარდა, მოქმედებს ქარის ჰორიზონტალური დატვირთვა.



ნახ. 6.69. ცვლადკვეთიანი ხის დაწებებული დგარის საყრდენი კვანძები: ა - საანკერო მაგიდით; ბ - ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით; გ - საანკერო მაგიდა; 2 - ანკერი; 3 - ჰანჭიკები; 4 - არმატურის ჩაწებებული ღეროები.

ცვლადკვეთიანი დგარის განივკვეთის ხ სიგანე არ იცვლება, ხოლო h სიმაღლე მაქსიმალურია ქვედა საყრდენზე, სადაც მღუნავი მომენტის მოქმედება მაქსიმალურია, ხოლო ზედა სახსრიდან ბოლოზე - მინიმალურია, მღუნავი მომენტის არარსებობის გამო.

ზედა ბოლოს განივკვეთის სიმაღლე ინიშნება მასზე დაყრდნობილი კონსტრუქციისათვის საჭირო საყრდენი ფართობიდან გამომდინარე და უნდა აკმაყოფილებდეს თელვის პირობას, ხოლო ქვედა საყრდენი ბოლოს სიმაღლე განისაზღვრება დგარის ზღვრული დასაშვები მოქნილობის, მზიდუნარიანობისა და საძირკველზე ხისტი მიმაგრების პირობების გათვალისწინებით.

ხისტი საყრდენი კვანძის მოსაწყობად უზღოვებისა მივმართოთ ასაწყობ-დასაშვულ ვარიანტს საანკერო ჰანჭიკებისა და მაგიდის გამოყენებით (ნახ. 6.69, ა), რადგან ჩაწებებული არმატურის გამოყენება შეუძლებელს ხდის საჭიროების შემთხვევაში შეცვალათ დგარი, თუმცა ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ შეერთების ეს უკანასკნელი სახე მარტივი განსახორციელებელია და დიდ დანახარჯებს არ საჭიროებს. კვანძის გაანგარიშება ხდება საყრდენზე მოქმედი მაქსიმალური N_b გამჭიმვი ძალის მიხედვით, რომელიც განისაზღვრება საყრდენზე მოქმედი M_b მღუნავი მომენტის მიხედვით:

$$N_b = (M_b/e) - N/2, \quad (6.41)$$

სადაც $e = h - h_0$ არის წყვილი ძალის მხარი (ნახ. 6.55, ბ); N - გრძივი ძალა.

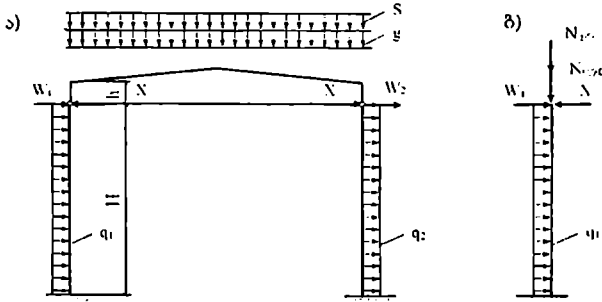
საანკერო მაგიდების გამოყენებით ხისტი საყრდენი კვანძის გაანგარიშება დაიყვანება გაკვირულ ზონაში მოთავსებული ორი მაგიდის დგართან მისამაგრებელი ჰანჭიკების რაოდენობის განსაზღვრაზე, ხოლო ჩაწებებული არმატურის ღეროების გამოყენებისას

საჭიროა გამოვთვალოთ მათი რაოდენობა ამოდრობაზე მუშაობის პირობის შესაბამისად. ამ დროს ერთი ღეროს მზიდუნარიანობა დამოკიდებულია d დიამეტრზე, მერქანში ღეროს ჩაწებების სიგრძესა და ახლუგაზე მერქნის $R_{\text{ს}}$ საანგარიშო წინააღობაზე.

ერთსართულიანი ერთმალისანი შენობის ძირითად დგარებში საანგარიშო ძალების გამოსათვლელად განვიხილოთ შენობის განივი ჩარჩოს სქემა (ნახ. 6.70). ჩარჩოზე მოქმედებს შვეული მუდმივი (q), დროებითი (S) და ქარის ჰორიზონტალური დატვირთვები. ზედმეტ უცნობად იღებენ რიგელის ქვედა სარტყლის (დგარის სათავის) დონეზე მოქმედ X რეაქციას, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$X = X_1 + X_2, \tag{6.42}$$

სადაც $X_1 = 3 \cdot H \cdot (q_1 - q_2) / 16$; $X_2 = (W_1 - W_2) / 2$.



ნახ. 6.70. განივი ჩარჩოსა (ა) და დგარის (ბ) საანგარიშო სქემები.

q_1 და q_2 არის ქარის თანაბარგანაწილებული დატვირთვა ქარპირა და ქარზურგა მხრიდან; W_1 და W_2 - დგარის სათავის დონეზე მოდებული ქარის შვეყურსული დატვირთვები, შესაბამისად $q_1 \cdot h$ და $q_2 \cdot h$ ტოლი.

თუ სახურავისათვის გამოყენებულია სამკუთხა, მრავალკუთხა და სეგმენტური წაშენები, კამარები და თაღები, მაშინ $h = 0$ და $W_1 = W_2 = 0$.

დგარის საკუთარ წონას უგულებელთვყოფთ მცირე სიდიდის გამო. კედლების შევსება, როგორც წესი, ყვრდნობა რანდკოკს (საძირკვლის კოკს) და გადაცემა უშუალოდ საძირკველს. ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით საანგარიშო ძალები ტოლი იქნება:

მლუნავი მომენტი დგარის ძირში

$$M = (q_1 \cdot H^2 / 2) + H \cdot (W_1 - X); \tag{6.43}$$

გრძივი ძალა დგარში

$$N = N_{\text{შე}} + N_{\text{ფ}}, \tag{6.44}$$

სადაც $N_{\text{შე}}$ არის რიგელიდან დგარზე გადაცემული რეაქცია სახურავის წონის გათვალისწინებით; $N_{\text{ფ}}$ - რიგელიდან დგარზე გადაცემული რეაქცია თოვლის დატვირთვისაგან.

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად არის გავრცელებული ბრტყელი მთლიანკვეთიანი ან გამჭოლი დგარები. მთლიანკვეთიანს ამზადებენ ხუნდებით (სოგმანებით, კანკიკებით) შეერთებული ორი ძელის ან მორისაგან, ან დაწებებული ფიცრებისაგან.

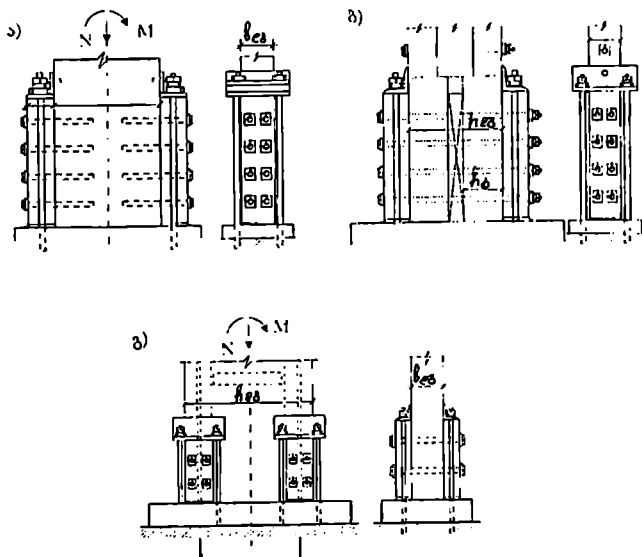
დგარის სიმაღლე H დამყოლ მაკავშირებლებზე შეზღუდულია სორტამენტის მაქსიმალური სიგრძით და აიღება არა უმეტეს $6,5$ მ ძელებისათვის და $7,5$ მ - მორებისათვის. წებოფანერის და წებოფიციური დგარების სიმაღლე შეზღუდული არ არის. დგარის განივკვეთის სიმაღლე $h_{\text{ს}}$ მიიღება $(1/12-1/14)H$, ხოლო განივკვეთის $b_{\text{ს}}$ სიგანე საზღვრებში $(1/2-1/5)h_{\text{ს}}$. ზომები უნდა შეესაბამებოდეს სორტამენტის მონაცემებს (დანართი 4).

შემდეგ დგარს ამოწმებენ სიმტკიცეზე განაპირა ნორმალურ ძაბვებზე ჩარჩოს სიბრტყეში შეკუმშულ-გალუნული ელემენტის გაანგარიშების ანალოგიურად. დგარის საანგარიშო სიმაღლე ორმაგი სიმაღლის ტოლი მიიღება - $f_{\text{ს}} = 2H$.

მაკავშირებლების დამყოლობა გათვალისწინება ხდება დაყვანილი მოქნილობის კოეფიციენტის შემოტანით $\mu = 1,2$. გაანგარიშდება მაკავშირებლების საჭირო რაოდენობა, რომლებსაც თანაბარი ბიჯით ანაწილებენ დგარის მთელ სიმაღლეზე.

ჩარჩოს სიბრტყიდან ამოწმებენ დგარის მდგრადობას, როგორც ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტის. ამ დროს საანგარიშო სიგრძე მიიღება მისი გეომეტრიული სიგრძის ტოლი. თუ შენობის გრძივი მიმართულებით მოწყობილია კავშირები, მაშინ დგარის საანგარიშო სიგრძე კავშირებს შორის მანძილის ტოლი იქნება.

დგარს საძირკველთან ამაგრებენ ფოლადის ანკერებით (ნახ. 6.71). ძალვა ანკერებიდან გადაეცემა დგარზე მიმაგრებულ ხის ზედებზე დაყრდნობილ კუთხოვანებს. ზედების დგარის ტანთან მისამაგრებლად გამოიყენება წებო და წირწკიმალები. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მერქნის წინაღობა ახლუჩაზე დაბალია, ამიტომ საყრდენ კვანძში ყოველთვის უმჯობესია წირწკიმალების (ჰანჰიკების) გამოყენება, რომლებიც მაღალი საიმედოობით გამოირჩევა.

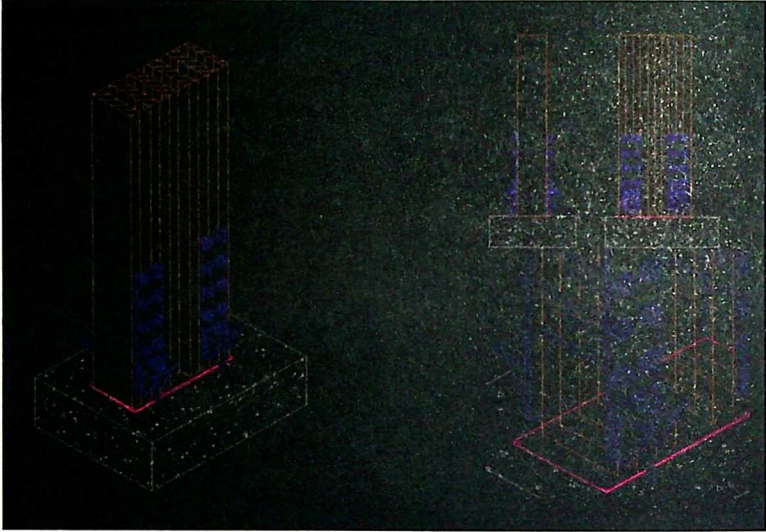


ნახ. 6.71. დგარის საძირკველთან მიმაგრების კონსტრუქციები: ა - წებოფიციური; ბ - დამყოლ მაკავშირებლებიანი; გ - წებოფანერის.

საანკერო ჭანჭიკში $N_{აჲ}$ საანგარიშო ძალა განისაზღვრება დატვირთვების ისეთი შეხამებით, როცა შენობაზე მოქმედებს მაქსიმალური ქარის დატვირთვა, თოვლის დატვირთვა კი წულის ტოლია.

$N_{აჲ}$ ძალის მიხედვით შეირჩევა საანკერო ჭანჭიკების დიამეტრი და დგართან მისამაგრებლად გამოყენებული ორჭრადი ჭანჭიკების ან ერთჭრადი ყრუ ჭანჭიკების რაოდენობა.

6.72 ნახაზზე ნაჩვენებია დგარის საძირკველზე დაყრდნობის კვანძის აქსონომეტრიული გამოსახულება.



ნახ. 6.72. საძირკველზე დგარის დაყრდნობის კვანძი.

მაგალითი 6.9. დასაპროექტებელია ერთსართულიანი ერთმალიანი შენობის ფიცრული დაწებებული დგარები შემდეგი მონაცემების მიხედვით: ჩარჩოს მალი $l = 18$ მ; წამწეს საკუთარი მასა კავშირების წონის გათვალისწინებით $g_{წ} = 97$ ნ/მ²; მანძილი მზიდ კონსტრუქციებს (ჩარჩოებს) შორის $B = 5$ მ; დგარის თავების შენობის გრძივად შემკრავი ბელის განიკვეთი $0,2 \times 0,24$ მ; საკედლე ხე-ფანერის 20 სმ სისქის სამფენოვანი პანელები, მასით 300 ნ/მ²; გამათბუნებელი - 1000 ნ/მ³ მასის ქაფალასტი; პანელების შემოსვა - $\Phi C\Phi$ მარკის წყალმდევი ფანერი, სისქით 8 მმ; მერქნის სიმკვრივე - 500 კგ/მ³ = 5000 ნ/მ³; ნორმატიული მუდმივი დატვირთვა $g_{ა} = 554$ ნ/მ²; საანგარიშო მუდმივი დატვირთვა $g_{ა} = g_{ა} \cdot \gamma_{წ} = 554 \cdot 1,1 = 613$ ნ/მ²; მშენებლობის ადგილმდებარეობა - ქ. ზესტაფონი.

ქ. ზესტაფონისათვის თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა (დანართი, ცხრ.1) $S_0 = 700$ ნ/მ². ფარდობა $g_{ა}/S_0 = 554/700 = 0,79 < 0,8$, ამიტომ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი თოვლისათვის $\gamma_{წ} = 1,6$ ([3], პ.5.7). თოვლის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობა $S = S_0 \cdot \gamma_{წ} = 700 \cdot 1,6 = 1120$ ნ/მ².

დგარის მასისაგან ნორმატიული დატვირთვა მიახლოებით $P_{აჲ} = 3000$ ნ = 3 კნ მივიღოთ.

საანგარიშო დატვირთვა იქნება $P_{\text{ღ}} = P_{\text{ღს}} \cdot \gamma_f = 3 \cdot 1.1 = 3,3$ კნ.

დგარის გასაანგარიშებლად საჭიროა გაანგარიშებულ იქნეს ერთმალაიანი ერთსართულიანი განივი ჩარჩო, რომლის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია 6.73 ნახაზზე.

დგარის თავზე მოსული დატვირთვები:

$$P_{\text{ღა}} = [(g_{\text{სა}} + g_{\text{წ}}) \cdot B \cdot l / 2] + g_{\text{სა}} \cdot \gamma_f = [(554 + 97) \cdot 5 \cdot 18 / 2] + 0,2 \cdot 0,24 \cdot 5000 \cdot 5 = 30495 \text{ ნ} = 30,5 \text{ კნ};$$

საანგარიშო მუდმივი:

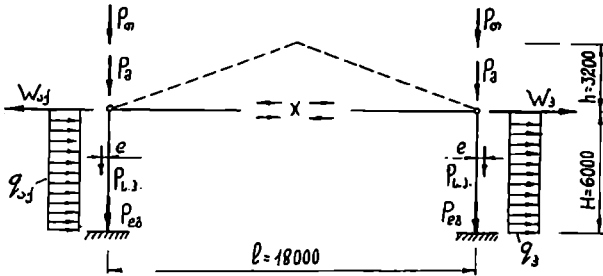
$$P_{\text{ა}} = [(g_{\text{სა}} + g_{\text{წ}} \cdot \gamma_f) \cdot B \cdot l / 2] + g_{\text{სა}} \cdot \gamma_f = [(613 + 97 \cdot 1,1) \cdot 5 \cdot 18 / 2] + 0,2 \cdot 0,24 \cdot 5000 \cdot 5 \cdot 1,1 = 33707 \text{ ნ} = 33,7 \text{ კნ};$$

ნორმატიული თოვლისაგან:

$$P_{\text{წ}}^{\text{ნ}} = S_0 \cdot B \cdot l / 2 = 700 \cdot 5 \cdot 18 / 2 = 31500 \text{ ნ} = 31,5 \text{ კნ};$$

საანგარიშო თოვლისაგან:

$$P_{\text{ს}}^{\text{ნ}} = S \cdot B \cdot l / 2 = 1120 \cdot 5 \cdot 18 / 2 = 50400 \text{ ნ} = 50,4 \text{ კნ}.$$

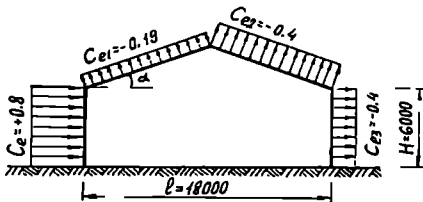


ნახ. 6.73. ჩარჩოს საანგარიშო სქემა.

ქარის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ქ. ზესტაფონისათვის (დანართი, ცხრ.2) $W_0 = 0,38$ კპა = $380 \text{ ნ/მ}^2 = 0,38 \text{ კნ/მ}^2$.

აეროდინამიკური კოეფიციენტების მნიშვნელობები ([3], დანართი 4, სქემა 2), როცა $\alpha = 19^{\circ}36'$, $H/l = 6/18 = 0,33$ და $L/l = 75/18 = 4,2 > 1$, ტოლი იქნება: $C_x = +0,8$;

$C_{x3} = -0,4$; $C_{e1} = -0,19$ (ინტერპოლაციით); $C_{e2} = -0,4$ (ნახ.6.74).



ნახ.6.74. ჩარჩოზე ქარის დატვირთვის აეროდინამიკური კოეფიციენტების ეპიურები

საანგარიშო ქარის დატვირთვა დგარზე:

$$\begin{aligned} \text{აქტიური (ქარპირა) მხრიდან} \\ q_{\text{ქ}} = W_0 \cdot n \cdot K \cdot C_x \cdot B = \\ = 380 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 5 = 1824 \text{ ნ/მ}; \end{aligned}$$

პასიური (ქარზურგა) მხრიდან

$$\begin{aligned} q_{\text{ა}} = W_0 \cdot n \cdot K \cdot C_{x3} \cdot B = \\ = -380 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 5 = -912 \text{ ნ/მ}, \end{aligned}$$

სადაც $n = 1,2$ არის დინამიკურობის კოეფიციენტი; $K = 1$ - ქარის

დატვირთვის ცვლილების გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი მიწის ზედაპირიდან სიმაღლის შესაბამისად (როცა $H \leq 10$ მ, მაშინ $K = 1$).

ქარისაგან გადმოცემული შეყურსული დატვირთვა დგარის თავის ნიშნულის დონეზე:

აქტიური (ქარპირა) მხრიდან

$$W_{\text{აქ}} = W_0 \cdot n \cdot K \cdot C_{e1} \cdot B \cdot h = -380 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,19 \cdot 5 \cdot 3,2 = -1386 \text{ ნ};$$

პასიური (ქარბურგა) მხრიდან

$$W_a = W_{\text{თი}} \cdot K \cdot C_{\text{ეზ}} \cdot B \cdot h = -380 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 5 \cdot 3,2 = -2918 \text{ ნ.}$$

ნორმატიული დატვირთვა დგარზე შეკიდული საკედლე პანელებისაგან

$$P_{\text{ნა}}^{\text{სა}} = H \cdot B \cdot \gamma = 6 \cdot 5 \cdot 300 = 9000 \text{ ნ} = 9 \text{ კნ.}$$

იგივე, საანგარიშო

$$P_{\text{სა}} = P_{\text{ნა}}^{\text{სა}} \cdot \gamma_f = 9 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ კნ.}$$

შენიშნის განივი ჩარჩო ერთხელ სტატიკურად ურკვევი სისტემაა. ჩარჩოს გაანგარიშებას ვახდენთ ძალთა მეთოდით. ზედმეტ უცნობად მივიღოთ X გრძივი ძალა რიგელში, რომლის შემდგენები ტოლი იქნება:

რიგელის დონეზე მოდებული შეყურსული ქარის დატვირთვისაგან

$$X_1 = -(W_{\text{ა}} - W_a) / 2 = -[-1386 - (-2918)] / 2 = -766 \text{ ნ;}$$

საკედლე პანელებზე მოსული ქარის დატვირთვისაგან

$$X_2 = -3 \cdot H \cdot (q_{\text{ა}} + q_a) / 16 = 3 \cdot 6 \cdot (1824 - 912) / 16 = -1026 \text{ ნ;}$$

საკედლე პანელების საკუთარი წონისაგან, როცა დგარისა და საკედლე პანელების ღერძებს შორის უქსენტრისიტეტი $e = 0,35 \text{ მ}$ (ვიღებთ პირობითად):

მლუნავი მომენტი საკედლე პანელების წონისაგან

$$M_{\text{სა}} = P_{\text{სა}} \cdot e = 10,8 \cdot 0,35 = 3,78 \text{ კნმ.}$$

შემდგენი

$$X_3 = 9 \cdot M_{\text{სა}} / 8 \cdot H = 9 \cdot 3,78 / 8 \cdot 6 = 709 \text{ ნ.}$$

მლუნავი მომენტები და განივი ძალები დგარის საძირკველში ჩამაგრების დონეზე:

$$M_{\text{აფხ}} = [(-W_{\text{ა}} + X_1 + X_2) \cdot H + (q_{\text{ა}} \cdot H^2 / 2)] \cdot K_{\text{ა}} + X_3 \cdot H - M_{\text{სა}} = \\ = [(1386 - 766 - 1026) \cdot 6 + (1824 \cdot 6^2 / 2)] \cdot 0,9 + 709 \cdot 6 - 3780 = 29657 \text{ ნ.მ} = 29,7 \text{ კნმ;}$$

$$M_{\text{აფვ}} = [(-W_{\text{ა}} - X_1 - X_2) \cdot H - (q_{\text{ა}} \cdot H^2 / 2)] \cdot K_{\text{ა}} - X_3 \cdot H + M_{\text{სა}} = \\ = [(2918 + 766 + 1026) \cdot 6 + (912 \cdot 6^2 / 2)] \cdot 0,9 - 709 \cdot 6 + 3780 = 39734 \text{ ნ.მ} = 39,7 \text{ კნმ.}$$

$$Q_{\text{აფხ}} = (W_{\text{ა}} + X_1 - X_2 + q_{\text{ა}} \cdot H) \cdot K_{\text{ა}} + X_3 = \\ = (-1386 - 766 + 1026 + 1824 \cdot 6) \cdot 0,9 + 709 = 9545 \text{ ნ} = 9,6 \text{ კნ;}$$

$$Q_{\text{აფვ}} = (-W_{\text{ა}} - X_1 - X_2 - q_{\text{ა}} \cdot H) \cdot K_{\text{ა}} - X_3 = \\ = (2918 + 766 + 1026 + 912 \cdot 6) \cdot 0,9 - 709 = 8455 \text{ ნ} = 8,5 \text{ კნ.}$$

გაანგარიშებისათვის ვიღებთ: $M_{\text{აფ}} = 39,7 \text{ კნმ}$, $Q_{\text{აფ}} = 9,6 \text{ კნ}$.

გრძივი ძალები:

$$N_{\text{აქ}} = P_{\text{ა}} + P_{\text{სა}} + P_{\text{თ}} \cdot K + P_{\text{აფ}} = 33707 + 10800 + 50400 \cdot 0,9 + 3300 = 93167 \text{ ნ} = 93,2 \text{ კნ;}$$

$$N_{\text{აფ}} = P_{\text{ა}} + P_{\text{სა}} + P_{\text{აფ}} = 33707 + 10800 + 3300 = 47807 \text{ ნ} = 47,81 \text{ კნ,}$$

სადაც $K = 0,9$ დატვირთვის შეხამების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ერთდროულად ორი დროებითი დატვირთვის მოქმედებას.

დავნიშნოთ დგარის განივკვეთი: სიმაღლე $h = H / 13 = 600 / 13 = 45 \text{ სმ}$; სიგანე

$b \approx 0,4 \cdot h = 0,4 \cdot 45 = 18 \text{ სმ} > 0,2 \cdot h = 0,2 \cdot 45 = 9 \text{ სმ}$. მივიღოთ განივკვეთი, შედგენილი ფორმალდეჰიდური $\Phi P-12$ მარკის წებოთი შენელებული 15 ცალი 30 მმ სისქის ფიჭვის ფიერისაგან, სიმაღლით $h = 45 \text{ სმ}$ და სიგანით $b = 17 \text{ სმ}$.

გამოვთვალოთ მიღებული განივკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები:

ფართობი

$$A = b \times h = 17 \times 45 = 765 \text{ სმ}^2;$$

სტატიკური მომენტი

$$S = b \cdot h^2 / 8 = 17 \cdot 45^2 / 8 = 4303 \text{ სმ}^3;$$

წინაღობის მომენტი

$$W = b \cdot h^2 / 6 = 17 \cdot 45^2 / 6 = 5740 \text{ სმ}^3;$$

ინერციის მომენტი

$$J = b \cdot h^3 / 12 = 17 \cdot 45^3 / 12 = 129094 \text{ სმ}^4.$$

დგარის მოქნილობა შენობის ჩარჩოს სიბრტყეში

$$\lambda = l_0 / 0,289 \cdot h = \mu \cdot H / 0,289 \cdot h = 2,2 \cdot 600 / 0,289 \cdot 45 = 102 < [\lambda] = 120,$$

სადაც $\mu = 2,2$ - კონსოლური ელემენტის ბოლოების ჩამაგრების გამოვალისწინებული კოეფიციენტი ([1], 3.4.21).

გრძივი ძალით გამოწვეული დამატებითი მლუნავი მომენტის გამოვალისწინებული კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (\lambda^2 \cdot N_{adj} / 3000 \cdot A \cdot R_{\mu} \cdot \mu \cdot m_0) = 1 - (102^2 \cdot 93200 / 3000 \cdot 765 \cdot 1500 \cdot 1,2 \cdot 1,02) = 0,77,$$

სადაც $R_{\mu} = 15$ მპა = 1500 ნ/სმ² - არის II ხარისხის ფიჭვის მასალის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე; $\mu_{\Sigma} = 1,2$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ქარის მოქმედების დროს; $m_0 = 1,02$ - შედგენილ დაწებებულ განიკვეთში ფიჭვების სისქის გამოვალისწინებული კოეფიციენტი ([1], 3.3.2).

მაქსიმალური მლუნავი მომენტისა და გრძივი ძალის მოქმედებისას დგარის განიკვეთში ნორმალური ძაბვა

$$N_{adj} / A + M_{00} \cdot R_{\mu} / \xi \cdot W \cdot R_{\sigma} = 93200 / 765 + 3970000 \cdot 1500 / 0,77 \cdot 5740 \cdot 1500 = 1020 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{\mu} \cdot \mu_{\Sigma} \cdot m_0 = 1500 \cdot 1,2 \cdot 1,02 = 1836 \text{ ნ/სმ}^2.$$

თვალნათლივ ჩანს, რომ დგარის განიკვეთი ალბუღია დიდი მარაგით, ამიტომ მასალის გადახარჯვა რომ არ მოხდეს, შევამციროთ განიკვეთი და ავიღოთ: $b = 15$ სმ, $h = 40$ სმ. მოვახდინოთ გადაანგარიშება:

$$A = b \times h = 15 \times 40 = 600 \text{ სმ}^2; \quad S = 3000 \text{ სმ}^3; \quad W = 4000 \text{ სმ}^3; \quad J = 80000 \text{ სმ}^4;$$

$$\lambda = 114 < [\lambda] = 120;$$

$$\xi = 1 - (114^2 \cdot 93200 / 3000 \cdot 600 \cdot 1500 \cdot 1,2 \cdot 1,02) = 0,63;$$

$$N_{adj} / A + M_{00} \cdot R_{\mu} / \xi \cdot W \cdot R_{\sigma} = 93200 / 600 + 3970000 \cdot 1500 / 0,63 \cdot 4000 \cdot 1500 = 1730 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{\mu} \cdot \mu_{\Sigma} \cdot m_0 = 1500 \cdot 1,2 \cdot 1,02 = 1836 \text{ ნ/სმ}^2.$$

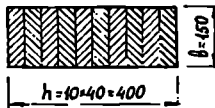
გადაძაბვა შეადგენს

$$[(1836 - 1730) / 1730] \cdot 100 = 5,7\%, \text{ რაც საცემით მისაღებია.}$$

ე.ი. საბოლოოდ, დგარის განიკვეთს ვიღებთ $b \times h = 15 \times 40$ სმ (დანართი 4), შედგენილს 10 ფენა ფიჭვის ფიჭვისაგან, თითოეული ფენის 40 მმ სისქით (ნახ. 6.75).

შევამოწმოთ დგარის დანიშნული განიკვეთითი მზებ ძაბვებზე:

$$\tau = Q \cdot S / \xi \cdot J \cdot b_{\Sigma} = 9600 \cdot 3000 / 0,63 \cdot 80000 \cdot 15 = 38 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{\tau} \cdot \mu_{\Sigma} \cdot m_0 = 150 \cdot 1,2 \cdot 1,02 = 180 \text{ ნ/სმ}^2.$$



ნახ. 6.75. დგარის განიკვეთი.

შენობის გრძივი მიმართულებით დგარები დამაგრებულია შეველი კავშირებითა და განმბეჯენებით, რომლებიც ეწყობა დგარის სიმაღლის შუაში

$$H_1 = H / 2 = 6 / 2 = 3 \text{ მ} = 300 \text{ სმ}; \text{ ამ დროს დაეღულია პირობა}$$

$$H_1 = 300 \text{ სმ} < 70 \cdot b^2 / h = 70 \cdot 15^2 / 40 = 393 \text{ სმ},$$

ამიტომ დგარის შემოწმება ლუნვის ბრტყელი ფორმის მდგრადობის დაკარგვაზე, საჭირო არ არის.

განვსაზღვროთ გამჭიმვი ძალები საანგარიშო კანკივების გაანგარიშებისა და მკუმშვი ძალები დგარის საყრდენი მოედნისათვის:

$$N_b = (M_{00} / \xi \cdot h_0) - (N_{adj} / 2) = (3970000 / 0,63 \cdot 25) - (47810 / 2) = 228158 \text{ ნ} = 228 \text{ კნ};$$

$$N_{\Sigma} = (M_{00} / \xi \cdot h_0) - (N_{adj} / 2) = (3970000 / 0,63 \cdot 25) + (93200 / 2) = 278000 \text{ ნ} = 278 \text{ კნ},$$

სადაც $h_0 = h - h_1 = 40 - 15 = 25$ სმ; $h_1 = 15$ სმ - საყრდენი მოედნის სიგრძე (ნახ. 6.76).

დგარის საპირკველთან შერთების კონსტრუქცია შედგება 10 მმ სისქის ფოლადის ფურცლებისაგან განხორციელებული შენადული ბუნკისაგან (ქუსლისაგან), რომელიც დგარს

უერთდება კანკიების, ხოლო ბეტონის საძირკველს - საანკერო კანკიების მეშვეობით. ასეთი გადაწყვეტისას გამოვიყენებთ და განვიხილოთ თავის თავზე იღებს საანკერო კანკიები, მკუმშავი ძალები კი დგარის ქვედა ტორსის საშუალებით უშუალოდ გადაეცემა საძირკველს.

საანკერო კანკიების საკირო განივკვეთის ფართობი განისაზღვრება ფორმულით:

$$A_a = N_a / R_s = 228 \cdot 10^3 / 17000 = 13,42 \text{ სმ}^2.$$

ვიღებთ ორ ცალ საანკერო კანკიებს, რომელთა დიამეტრია 36 მმ, საერთო განივკვეთის ფართობი - $A_a = 2 \cdot 7,58 = 15,16 \text{ სმ}^2 > 13,42 \text{ სმ}^2$.

დგარის საძირკველზე დაყრდნობის ადგილებში მკუმშავი ძაბვა

$$\sigma = N_a / A_a = 278 \cdot 10^3 / 225 = 1236 \text{ ნ/სმ}^2 < R_{\text{კ}} \cdot m_{\text{კ}} \cdot m_{\text{ფ}} = 1836 \text{ ნ/სმ}^2,$$

სადაც $A_a = b \times h_1 = 15 \times 15 = 225 \text{ სმ}^2$; $b = 15 \text{ სმ}$ არის დგარის განივკვეთის სიგანე.

განვსაზღვროთ ორკრადი კანკიების რაოდენობა, რომლებითაც ბუნკი ემაგრება დგარს. კანკიების დიამეტრი ავიღოთ $d = 24 \text{ მმ}$.

ერთი კანკის შიდაღრმობა:

ლუნვის პირობიდან

$$T_c = 250 \cdot d^2 = 250 \cdot 2,4^2 = 1440 \text{ კგმ} = 14400 \text{ ნ};$$

მერქნის თელვის პირობიდან

$$T_m = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 15 \cdot 2,4 = 1800 \text{ კგმ} = 18000 \text{ ნ}.$$

კანკიების რაოდენობა

$$n = N_a / m_{\text{კ}} \cdot T_{\text{მ}} = 228 \cdot 10^3 / 2 \cdot 14400 = 7,9 \text{ ცალი}.$$

ავიღოთ 8 ცალი კანკი, რომლებიც განლაგდება ბუნკიზე სიმაღლეში ორ რიგად (ნახ. 6.76).

კანკიების განლაგების პირობიდან ბუნკის სიგანეს ვიღებთ $6d = 6 \cdot 2,4 = 15 \text{ სმ}$, ხოლო სიგრძეს 85 სმ ტოლს.

შევამოწმოთ საანკერო ბუნკის სიმტკიცე კანკიებით შესუსტებულ განივკვეთში:

$$A_{\text{გ}} = A_{\text{ბ}} - A_{\text{კ}} = b \cdot d - n \cdot d \cdot d = 15 \cdot 1 - 2 \cdot 2,4 \cdot 1 = 10,2 \text{ სმ}^2;$$

$$N_{\text{გ}} / A_{\text{გ}} = 228 \cdot 10^3 / 2 \cdot 10,2 = 11184 \text{ ნ/სმ}^2 < R_s = 28000 \text{ ნ/სმ}^2.$$

ბუნკის საყრდენი ფილა, რომელიც გამოიყენებულა სიხისტის წიბოებით, მიახლოებით განგარიშდება, როგორც სამი მხრით ხისტად ჩამაგრებული ფილა 8 სმ (მანძილი სიხისტის წიბოებს შორის) მალით და დატვირთული $P = N_a / 2 = 228 / 2 = 114 \text{ კნ}$ ძალით მალის შუაში.

საანკერო კანკიების განლაგების პირობიდან გამომდინარე, საყრდენი ფილის სიგანეს ვიღებთ 9 სმ.

მლენავი მომენტის სიდიდე ფილაში

$$M_{\text{ფ}} = P l / 8 = 114 \cdot 10^3 \cdot 8 / 8 = 114000 \text{ ნსმ}.$$

მაშინ ფილის სისქე

$$\delta_{\text{ფ}} = \sqrt{\frac{6 M_{\text{ფ}}}{R_s b_{\text{ფ}}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 114000}{21000 \cdot 9}} = 1,9 \text{ სმ},$$

სადაც $R_s = 21000 \text{ ნ/სმ}^2$ არის ფილის ფოლადის საანგარიშოი წინაღობა; $b_{\text{ფ}} = 9 \text{ სმ}$ - საყრდენი ფილის სიგანე.

მივიღოთ საყრდენი ფილის სისქე $\delta_{\text{ფ}} = 20 \text{ მმ}$.

დგარის ქვეშ წერტილოვანი საძირკვლის გაანგარიშებისათვის ძალების სიდიდეებია:

საანგარიშო

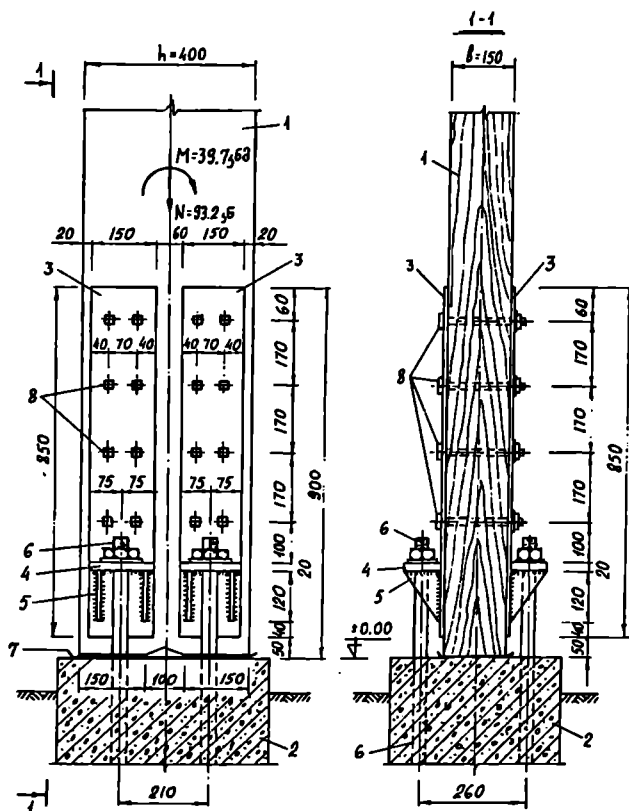
$$M = 39,7 \text{ კნმ}; \quad Q = 9,6 \text{ კნ}; \quad N = 93,2 \text{ კნ}.$$

ნორმატიული

$$M^{\text{ნ}} = M / 1,1 = 39,7 / 1,1 = 36,1 \text{ კნმ};$$

$$Q^b = Q/1,1 = 9,6/1,1 = 8,7 \text{ კვ;}$$

$$N^b = N/1,1 = 84,7 \text{ კვ.}$$



ნახ. 6.76. დაწებებული ფიცრული დგარის საყრდენი ქუსლის კონსტრუქცია:
 1 - დგარი; 2 - საბირკველი; 3 - ხუნიკი; 4 - საყრდენი ფილა; 5 - სიხისტის
 წიბო; 6 - საანკერო ჭანჭიკი, $d = 36$ მმ; 7 - ჰიდროიზოლაცია; 8 - შემკრავი
 ჭანჭიკები, $d = 24$ მმ.

თავი 7. სიბრტყითი გამჭოლი ხის კონსტრუქციები

7.1. ზოგადი ცნობები

სიბრტყითი გამჭოლი ხის კონსტრუქციები შედგება ზედა და ქვედა სარტყლებისა და მათი დამაკავშირებელი გისოსის სისტემისაგან. სარტყლები შეიძლება იყოს ერთმაგი ან ორმაგი განივკვეთის, ხოლო გისოსის ელემენტები - დგარები და ირიბანები, შესრულებულია ცალკეული მთლიანკვეთიანი ღეროებისაგან. კოჭებისაგან განსხვავებით, სარტყლების შესაერთებლად მთლიანი კედლის ნაცვლად გისოსის გამოყენება მნიშვნელოვნად ამცირებს მასალის ხარჯს, ამსუბუქებს კონსტრუქციას, მაგრამ ზრდის შრომატევადობას.

შენობათა გადახურვების მზიდი სიბრტყითი გამჭოლი ხის კონსტრუქციების ძირითადი სახეობაა წამწე (ნახ. 7.1). წამწეების ძირითად უპირატესობად ითვლება მასალების რაციონალური განაწილება სარტყლებსა და გისოსის ელემენტებში, სტატიკური რკვევადობა, აწყობა-დაშლის შესაძლებლობა, რაც აადვილებს ტრანსპორტირებას და სხვ.



ნახ. 7.1. ხის წამწეები.

საერთოდ კონსტრუქციის ტიპის შერჩევა - მთლიანკედლიანი უნდა იყოს თუ გამჭოლი - დამოკიდებულია ტექნიკურ-ეკონომიკურ მონაცემებზე, ნაგებობის დანიშნულებაზე, სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნებზე, გარემო პირობებზე. მაგ., ქიმიურად აგრესიულ გარემოში გამჭოლი კონსტრუქციების გამოყენება მიზანშეუწონელია, რადგანაც გისოსის ელემენტები და კვანძები აგრესიული მტვრის თავმოყრისათვის ერთგვარი დამატებითი ადგილია, რომელიც უერთდება ჰაერის ტენს, წარმოქმნის მჟავებსა და ტუტეებს, რასაც შეუძლია გამოიწვიოს მერქნის რღვევა. გარდა ამისა, წამწის კვანძების შეერთებებში

გამოიყენება ლითონის ელემენტები (ქანკიკები, ზედები, პროფილები), რომლებიც დამატებით დამუშავებას საჭიროებს აგრესიული გარემოს ზემოქმედებისაგან დასაცავად.

ცეცხლმდეგობის თვალსაზრისით უმჯობესია დიდი განიკვეთისა და სიგრძის დაწებებული ელემენტებისაგან დამზადებული წამწები. მათი ფორმა შეიძლება იყოს სამკუთხა, ტრაპეციული, ხუთკუთხა ან სეგმენტური.

დამზადების სიმარტივით გამოირჩევა ძელებისაგან (მორებისაგან) განხორციელებული სამკუთხა ან მრავალკუთხა წამწები, რომელთა გამოყენება სასურველია სასოფლო მშენებლობაში და ისეთ რაიონებში, სადაც ხე-ტყე არის ადგილობრივი საშენი მასალა.

გამჭოლი კონსტრუქციები, როგორც წესი, გამოიყენება სტატიკურად რკვევად სისტემებში, რადგანაც ურკვევ სისტემებში ხის კონსტრუქციების შეერთებათა დამყოლობა და მერქნის დეფორმაცია გამშობისა და გაჯირკვების შედეგად იწვევს წამწის ელემენტებში არასასურველი ძალების გადანაწილებას, რის გამოც ზოგიერთი ელემენტი გადაიტვირთება.

წამწის კონტურის ფორმის შერჩევისას ხალმძღვანელობენ შემდეგი მოსაზრებებით: თუ დაგეგმილია ბურულისათვის კრამიტის, მინაპლასტიკის, თუნუქის, აზბესტცემენტის ფურცლების ან სხვა ცალობითი მასალის გამოყენება, რომლისთვისაც საჭიროა სახურავის დახრის შედარებით დიდი კუთხე, მაშინ არჩევენ სამკუთხა წამწებს, ხოლო რულონური ბურულისათვის - დანარჩენი ფორმის წამწებს. სამრეწველო ობიექტების უსხვეწო თბილი გადახურვისათვის იყენებენ ხუთკუთხა და მრავალკუთხა, ხე-ლითონის დიდძანელიან სამკუთხა ან სეგმენტურ წამწებს შედგენილკვეთიანი ზედა სარტყლით.

გამჭოლი ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოიყენება მერქანი, პლასტმასა და ფოლადი. ამა თუ იმ მასალის შერჩევა დამოკიდებულია ელემენტის დაძაბულ მდგომარეობაზე. ჩვეულებრივ პირობებში წამწის გაჭიმულ ელემენტებს ამზადებენ ფოლადისაგან. თუ აგრესიული გარემო გვაქვს და აუცილებელია ხის წამწის დამზადება, მაშინ გაჭიმულ ელემენტებს ამზადებენ დაწებებული ფიცრებისაგან, რათა გამოირიცხოს მანკების უარყოფითი გავლენა მათ მუშაობაზე. იმავე მიზეზით ქვედა სარტყელსაც დაწებებულს აკეთებენ. თუ წამწის ყველა ელემენტი დამზადებულია დაწებებული ღეროსაგან, მაშინ მისი ცეცხლმდეგობა გაცილებით მაღალია, ვიდრე ხე-ლითონის წამწისა, რასაც ზოგჯერ გადაამწვეტი მნიშვნელობა ენიჭება წამწის მასალის შერჩევისას.

ხის წამწეს, რომლის ქვედა სარტყელი და გისოსის ზოგიერთი ელემენტი განხორციელებულია ლითონისაგან, ხე-ლითონის წამწე ეწოდება.

თუ წამწის ზედა სარტყელზე მოდებულია არაკვანძოვანი დატვირთვები, მაშინ იგი უმჯობესია დავაშადაოთ დაწებებული განიკვეთის, რომელიც ძელისაგან განსხვავებით, უკეთესად მუშაობს კუმშვაზე ღუნვისას.

ყველა ტიპის ხის წამწები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: 1) ხის დაწებებული წამწები, რომელთა ღეროები დამზადებულია დაწებებული მერქნისაგან; 2) ხის წამწები, რომელთა ღეროები დამზადებულია მთლიანკვეთიანი ძელების, მორებისა ან ფიცრებისაგან.

7.2. გამჭოლ კონსტრუქციათა ძირითადი ფორმები

გამჭოლი ხის კონსტრუქციების ფორმის, სახეობის და ტიპის შერჩევასა და გაითვალისწინება სახურავის ტიპი, ნაგებობის დანიშნულება, დატვირთვები, არსებული საწარმოო ბაზის შესაძლებლობები, ადგილმდებარეობა და სხვ.

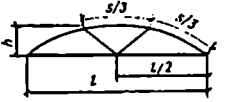
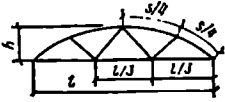
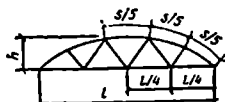
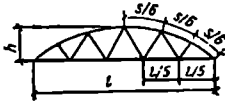
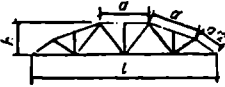
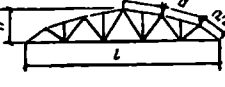
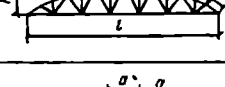
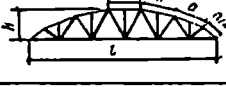
მუშაობის სტატიკური სქემის მიხედვით გამჭოლი კონსტრუქციები არსებობს კოჭური და განმზღენიანი (ცხრ. 7.1). ამ კონსტრუქციებიდან ძირითადია წამწეები, რომელთა სახეობები დამოკიდებულია სარტყელების მოხაზულობაზე.

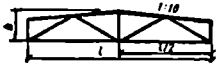
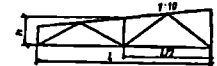
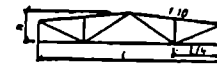

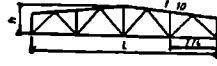

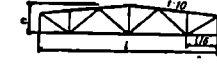
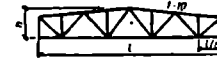
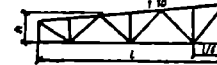
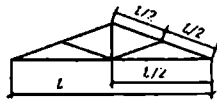
როგორც ცხრ. 7.1-ის მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს 18 მ-მდე მალის კონსტრუქციებში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ოთხპანელიანი სეგმენტური, მრავალკუთხა ძელური, ტრაპეციული და სამკუთხა ძელური და უირიბნო წამწეები. დიდი მალეებისათვის - მრავალკუთხა ხე-ლითონის წამწეები და კამარები. წონის მიხედვით უმჯობესია სეგმენტური, ხოლო ლითონის მინიმალური ხარჯის მიხედვით - ფიკრული სამკუთხა ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე.


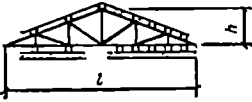

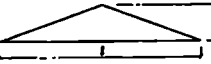
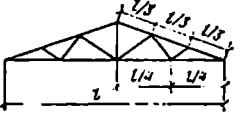
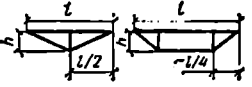
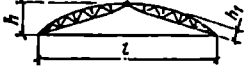
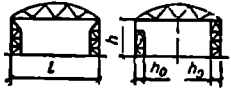
დამზადების შრომატევადობის მიხედვით უკონკურენციოა სამკუთხა უირიბნო წამწეები და წამწეები ლითონის დაკბილული ფირფიტების გამოყენებით.

ხე-ლითონის სეგმენტური წამწეები მალით 12,15, 18 და 24 მ გამოიყენება სამრეწველო შენობების გადასახურავად. ზედა სარტყელის მრუდი მოხაზულობის გამო ძალები პანელებში თითქმის თანაბარია, არაკვანძური დატვირთვებისაგან მლუნავი მომენტი მცირეა, ხოლო დატვირთვები გისოსის ელემენტებზე მინიმალურია. უარყოფითია ის, რომ ეს წამწეები აუცილებელია დამზადდეს მაღალი დონის საწარმოში და შემდეგ გადატანილი იქნეს სამონტაჟო მოედანზე.

მრავალკუთხა ხე-ლითონის წამწეების ($l \leq 30$ მ) დიდი უპირატესობაა ის, რომ ისინი შეიძლება დამზადდეს ქარხანაში, შემდეგ დაიშალოს, გადაიზიდოს და აიწყოს სამშენებლო მოედანზე, რაც მშენებლებს ათავისუფლებს დიდმალიანი კონსტრუქციების ტრანსპორტირების უხერხულობებისაგან. თანაც ზედა სარტყელის და გისოსის ელემენტები მცირე სიგრძისა და წონისაა, ხოლო ყველა შუალედი კვანძი ერთნაირია.

კონსტრუქციის დასახელება დასახელება	კონსტრუქციის სქემა	მალი ℓ, მ	h/ℓ	K _{აფ}	K _მ , %
სეგმენტური დაწებული ლითონის ქვედა სარტყლით		12	1/6-1/7	2,5-3	20-30
		15-24	1/6-1/7	2,5-3	20-30
		21-30	1/6-1/7	2,5-3,5	20-30
		36	1/6-1/7	2,5-3,5	20-30
მრავალკუთხა პელური ლითონის ქვედა სარტყლით		12	1/6-1/7	3-4	3-4
		15	1/6-1/7	3-4	3-4
		18	1/6-1/7	3-4	3-4
		21-30	1/6-1/7	3-4	3-4

ტრაპეციული ლითონის ქვედა სარტყლით	დაწებებული, შვეკუმული საყრდენი ირიბნით		12-24	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30
		12-18	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
	დაწებებული, გაჭიმული საყრდენი ირიბნით		12-24	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30
		12-18	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
	ძელური, შვეკუმული საყრდენი ირიბნით		21-24	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30
		12-18	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
ძელური, გაჭიმული საყრდენი ირიბნით		12-18	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
		21-24	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
		12-18	1/6-1/7	3,5-4,5	25-30	
სამკუთხა ლითონის ქვედა სარტყლით	შვეკუმული ირიბნებით		დაწებებული 12-12 ძელური 9-12	1/5-1/7	4-5	20-30

სამკუთხა ლითონის ქვედა სარტყლით	გაჭიმული ირიბნებით 	დაწებულ- ული 12-14 მეტრი 9-12	1/5-1/7	4-5	20-30
	ძელებისა და მორებისაგან შუბლურ კდობებზე 	10-20	1/4-1/5	6-4,5	15-20
	უირიბანო დაწებებული ზედა სარტყლით 	9-18	1/5-1/7	5-6,5	10-15
	უირიბანო ფიგრული შედგენილი ზედა სარტყლით ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე 	9-18	1/5-1/7	5-6,5	10-15
	ფიგრული ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე 	9-15	1/5-1/7	2,5-3	3-5
შპრენგელური სისტემები 	6-15	1/8-1/4	8-6	20-25	
გამჭოლი კამარები 	20-60	1/7-1/4 $h/L=1/5-1/8$	5-3	7-12 შემკ. გარეშე 20-25 შემკრავი თ	
გოსოსიანი დგარებით 	სიმაღლე 6-15	$h/L=1/5-1/8$	-	-	

სიბრტყითი გამჟოლი ხის სისტემები ხშირად გამოიყენება სამოქალაქო თუ სამრეწველო დანიშნულების ობიექტების გადახურვებში სანივნივე კონსტრუქციებად, რომელთა ზოგიერთი სქემა მოცემულია 7.2-7.11 ნახაზებზე.



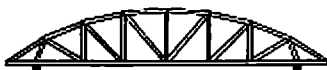
ნახ. 7.2. ორქანობიანი ხის ნივნივი 17 მ-მდე მალით.



ნახ. 7.3. ხის ნივნივი - „წამწე-მაკრატელი“ 12 მ-მდე მალით.



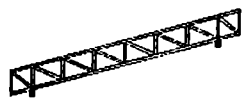
ნახ. 7.4. ხის ნივნივი „წამწე-მაკრატელი“ ჰორიზონტალური შემკრავით 12 მ-მდე მალით.



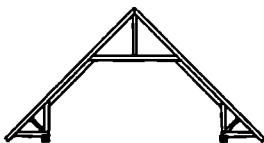
ნახ. 7.5. ხის კამაროვანი ნივნივი ჰორიზონტალური ქვედა სარტყლით 17 მ-მდე მალით.



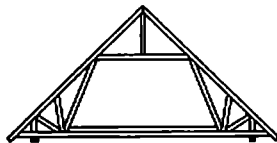
ნახ. 7.6. ხის ორქანობიანი ნივნივი 17 მ-მდე მალით.



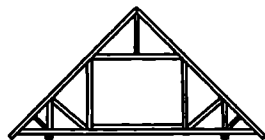
ნახ. 7.7. ხის დახრილი ნივნივი პარალელური სარტყლებით 12 მ-მდე მალით.



ნახ. 7.8. ხის ორქანობიანი ნივნივი მანსარდისათვის 10 მ-მდე მალით.



ნახ. 7.9. ხის ორქანობიანი ნივნივი იატაკით მანსარდისათვის 12 მ-მდე მალით.

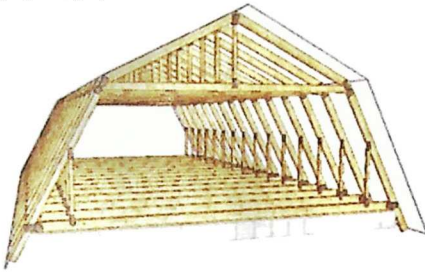


ნახ. 7.10. ხის ორქანობიანი ნივნივი მანსარდისათვის იატაკითა და სათავსის შვეული კედლებით 12 მ-მდე მალით.



ნახ. 7.11. ხის ნივნივი მანსარდისათვის ტეხილი ქანობით 12 მ-მდე მალით.

ასაშენებელი ნაგებობის სახურავის მდგრადობა და საიმედოობა დამოკიდებულია მზიდი კონსტრუქციების ხარისხსა და ფორმაზე, რომლის საფუძველია სანივნივე და ნივნივექვეშა წამწეები (ნახ. 7.12). ეს კონსტრუქციები ღებულობს დახურვიდან გადმოცემულ მუდმივ დატვირთვას და დროებითს - თოვლისა და ქარისაგან.



ნახ. 7.12. სანივნივე წამწეები.

სანივნივე წამწე არის ხისტი კონსტრუქცია, რომელიც გამოიყენება დახრილი სახურავების მოსაწყობად. წამწის დანიშნულებაა სახურავზე მოსული დატვირთვა გადასცეს შენობის კედლებს. როგორც წესი, გადახურვის ეს ელემენტი მზადდება ხისაგან, თუმცა შესაძლებელია სხვა ვარიანტებიც.

ნივნივების დასამზადებლად გამოიყენება ძელები, ფიცრები ან მცირე დიამეტრის მორები. ძელებისა და მორების შემთხვევაში ელემენტების შესაერთებლად გამოიყენება ჭდობები, ხოლო ფიცრული ნივნივების შემთხვევაში - ლურსმნები, ჭანჭიკები, სოგმანები და ლითონის დაკბილული ფირფიტები.

საცხოვრებელი სახლების გადახურვებში ნივნივების გამოყენებისას ეწყობა ფიცრული ჭერი, სამრეწველო დანიშნულების შენობებში კი ჭერის მოწყობა ყოველთვის არ არის აუცილებელი.

სანივნივე წამწის ფორმის შერჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი:

- ბურულის სახეობა;
- სახურავის დახრა;
- წამწის ცალკეული ელემენტების შეერთების ტიპი;
- არის თუ არა ჭერის მოწყობა აუცილებელი.

მაგალითად, თუ სახურავისათვის ვიყენებთ რულონურ მასალას (სახურავის დახრა ნაკლებია 12°-ზე), მაშინ წამწე ტრაპეციის ან მართკუთხა ხედის ფორმისაა (ნახ. 7.6; 7.7). თუ დახრა დიდია, უმჯობესია სამკუთხა მოხაზულობის სანივნივე წამწის გამოყენება.

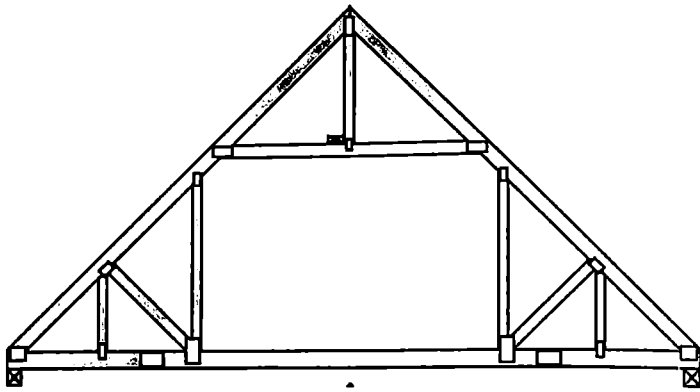
სანივნივე წამწის სიმაღლე აიღება $(1/5-1/6)l$, სადაც l წამწის მალია.

პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული ორქანობიანი სამკუთხა სანივნივე წამწეები (ნახ. 7.13), რომელიც ძირითადად გამოიყენება საცხოვრებელი და სააგარაკე სახლების მშენებლობაში. წამწის მალი შეიძლება იყოს 12 მ-მდე. ის ეყრდნობა შენობის გარე მზიდი კედლებს.

კონსტრუქცია შედგება ორი სანივნივე დახრილი ფეხის, ჰორიზონტალური შემკრავის, ორი ირიბანის, რიგელისა და შვეული დგარებისაგან. ეს წამწე საშუალებას იძლევა მანსარდში მოეწყოს დამოუკიდებელი სათავსი.

რადგანაც წამწეს აქვს შემკრავი და რიგელი, ის უგანმზჯენო კონსტრუქციაა და კედლებს გადასცემს მხოლოდ შვეულ დატვირთვებს.

სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად შიგა (მაღალი) დგარების სიბრტყეში, შენობის გრძივი მიმართულებით, ფიცრებისაგან აწყობენ შვეულ კავშირებს.



ნახ. 7.13. ორქანობიანი სანივნივე წამწე.

სანივნივე წამწის დაყრდნობა კედლებზე ხორციელდება მაუერლატის დახმარებით, რომელიც შეიძლება იყოს ძელი ან მორი. მისი დანიშნულებაა, წამწიდან გადმოცემული დატვირთვა თანაბრად გადაანაწილოს კედელზე.

ნივნივექვეშა წამწეებს ძირითადად ლითონისაგან აკეთებენ. ზოგჯერ იყენებენ რკინაბეტონსაც, ხე კი - იშვიათად გამოიყენება.

სანივნივე წამწის გაანგარიშება ისეთივეა, როგორც ნებისმიერი ღეროვანი სისტემისა: დატვირთების შეკრება - სტატიკური გაანგარიშება - კონსტრუქციული გაანგარიშება.

სანივნივე წამწეები უმჯობესია მთლიანად დამზადდეს ქარხანაში ან ცალკეული ნაწილები დამზადდეს ქარხანაში და შემდეგ ადგილზე მოხდეს აწყობა, თუმცა პრაქტიკამ აჩვენა, რომ მათი დამზადება და მონტაჟი არც ადგილზე წარმოადგენს დიდ სირთულეს. ნივნივის ყველა ხის ელემენტი აუცილებლად უნდა დამუშავდეს ანტიცეპტიკებით და ანტიპირენებით, ხოლო ლითონის დეტალები დაიფაროს თუთიით ან საღებავით.

7.3. გამჭოლ კონსტრუქციათა ელემენტების მასალის შერჩევა

სიბრტყითი გამჭოლი კონსტრუქციების დასაზღაურებლად გამოიყენება ხე, დაწებებული მერქანი და ლითონი. ამა თუ იმ მასალის გამოყენებას განსაზღვრავს ელემენტში არსებული დამაბული მდგომარეობა. ჩვეულებრივ პირობებში, როცა კონსტრუქციას მუშაობა არ უხდება ქიმიურად აგრესიულ გარემოში, გაჭიმულ ელემენტებს ამზადებენ ფოლადისაგან, რადგან ხის ელემენტები, მანკების არსებობის გამო, ცუდად მუშაობს გაჭიმვაზე. გარდა ამისა, რთულდება კვანძების მოწყობა. მანკების გავლენის გამორიცხვის მიზნით იყენებენ დაწებებულ კონსტრუქციებს. ამ მიზეზით წამწის გაჭიმული სარტყელიც დაწებებული მზადდება. ფიცრულ წამწეებში ლითონის დაკბილულ ფირფიტებზე, ქვედა სარტყელისათვის გამოიყენება I ან II ხარისხის მასალა. დაწებებული ელემენტებისაგან დამზადებული ხის წამწის ცეცხლმედეგობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ანალოგიური ხე-ლითონის წამწისა.

წამწის გისოსის ელემენტები ძირითადად მართკუთხა განივკვეთის მთლიანკვეთიანი ან დაწებებული მერქნისაგან მზადდება. თუ წამწეს მაღალი ცეცხლმდედგობა არ მოეთხოვება, მაშინ გაჭიმულ ელემენტებს აშხადებენ ფოლადისაგან.

ზედა შეკუმშული სარტყელი შეიძლება იყოს დაწებებული ან ძელური. ძელურ წამწებებში ხშირად ზედა სარტყელი ორი ძელისაგანაა შედგენილი. ზედა ძელი დატვირთვებს იღებს სახურავისაგან და გადასცემს კვანძებს, ხოლო ქვედა ძელი თავის თავზე იღებს მხოლოდ მკუმშვ ძალებს. თუ ზედა სარტყელი დატვირთულია კვანძებსშორისაც, მაშინ, როგორც წესი, ის დაწებებული ფიციებისაგან მზადდება.

შესაძლებელია სამკუთხა უირიბნო წამწების ზედა სარტყელი დამზადდეს შედგენილი წიბოზე დაყენებული ფენებით, ერთმანეთთან შეერთებული ფიციებისაგან ლითონის დაკბილული ფირფიტების გამოყენებით, სადაც ფიციების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად იხმარება ორმხრივი ფირფიტები, ხოლო განაპირა ფიციების სიგრძეში და სიმაღლეზე დასაკავშირებლად - ცალმხრივი ფირფიტები.

I კატეგორიის შენობებში წამწების დასამზადებლად მიზანშეწონილია მოდიფიცირებული (გაკეთილშობილებული) მერქნის გამოყენება.

წამწების დასამზადებელი მერქანი უნდა იყოს გამოშრალი. ამალეებული ტენიანობის (მეტი 25%-ზე) მერქანი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ისეთ კონსტრუქციებში, რომელშიც მერქნის შეკლება არ გამოიწვევს არასასურველ დეფორმაციებს და ელემენტების ან კვანძების გადაძაბვას. ასეთია წამწეები შუბლურ ჭდობებზე, ხე-ლითონის წამწეები ძელური ზედა სარტყლით, მრავალკუთხა ძელური წამწეები და სხვ.

ტყით მდიდარ რაიონებში უპირატესად იყენებენ ხის წამწეებს, ხოლო თუ არ გვაქვს მაღალი ხარისხის მერქანი, მაშინ უმჯობესია ხე-ლითონის წამწეების გამოყენება, რადგან გაჭიმულ ელემენტებში დაბალი ხარისხის მერქანს ვერ გამოვიყენებთ.

7.4. წამწეთა გაანგარიშების საფუძვლები

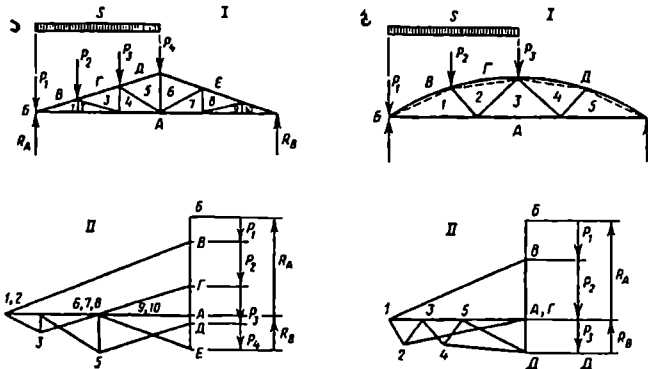
გეომეტრიული გაანგარიშებისას უნდა განისაზღვროს ყველა ღეროს გეომეტრიული სიგრძე სიმეტრიის ღერძზე, დახრის კუთხეები ჰორიზონტალური პროექციისა და ერთმანეთის მიმართ. სეგმენტურ წამწეში აუცილებელია გამოითვალოს ზედა სარტყლის სიმრუდის რადიუსი და სისქე, მოღუნული ელემენტების (რკალების) შესაბამისი ქორდები, მისი ჰორიზონტალური პროექციები და ღეროს აღუნვის ისარი. ამისათვის მიზანშეწონილია სეგმენტური კამარის გეომეტრიული გაანგარიშების მეთოდის გამოყენება.

საანგარიშო დატვირთვები, რომლებიც მოქმედებენ წამწეზე, არის მუდმივი და დროებითი. მუდმივ დატვირთვებში g შედის სახურავის ყველა ელემენტისა და საკუთრივ წამწის წონა, საიმედოობის γ კოეფიციენტისა და წამწეებს შორის B ბიჯის გათვალისწინებით. მუდმივი დატვირთვა ითვლება თანაბარგანაწილებულად წამწის მთელ მალზე, ხოლო დროებითი (თოვლისა) - თანაბარგანაწილებულად მთელ მალზე ან მალის ნახევარზე. სეგმენტურ წამწეზე შეიძლება მოქმედებდეს აგრეთვე სამკუთხედის კანონით განაწილებული თოვლის დატვირთვა მალის ნახევარზე ნულოვანი ორდინატიო კუბში და მაქსიმალურით - საყრდენზე.

წამწეების განაგარიშებისას ქარის W დატვირთვის, როგორც წესი, მხედველობაში არ იღებენ, რადგანაც ისმოქმედებს, როგორც გაწოვა და ამცირებს ძალებს წამწის ღეროებში ძირითადი დატვირთვებისაგან.

შეკიდული ჭერის, შეკიდული მოწყობილობების და სასხვენო გადახურვის არსებობის შემთხვევაში, მათგან გადაცემული დატვირთვა, უმჯობესია, მოდებული იყოს წამწის ზედა კვანძებში.

სტატიკური განაგარიშება ითვალისწინებს გრძივი ძალების განსაზღვრას წამწის ღეროებში ყველა საანგარიშო დატვირთვისა და მათი შეხამებისაგან. ზედა სარტყელზე მოქმედი თანაბარგანაწილებული დატვირთვა პირობითად ითვლება მოდებულად კვანძებში. სეგმენტური წამწის ზედა სარტყლის მოდუნული პანელები პირობითად იცვლება მისი ქორდებით. რადგანაც ყველა წამწე სტატიკურად რკვევადი სისტემაა (ითვლება, რომ ყველა კვანძი სახსროვანია), ამიტომ ელემენტებში გრძივი ძალების განსაზღვრა შეიძლება მოხდეს ანალიზური - კვანძების ამოკვეთის მეთოდით ან გრაფიკულ-ანალიზური - მაქსველ-კრემონას დიაგრამის აგებით (ნახ. 7.14).



ნახ. 7.14. ძალების განსაზღვრა წამწის ელემენტებში მაქსველ-კრემონას დიაგრამის აგებით: ა - სამკუთხა; ბ - სეგმენტური; I - სქემები და დატვირთვები; II - მაქსველ-კრემონას ძალების დიაგრამა.

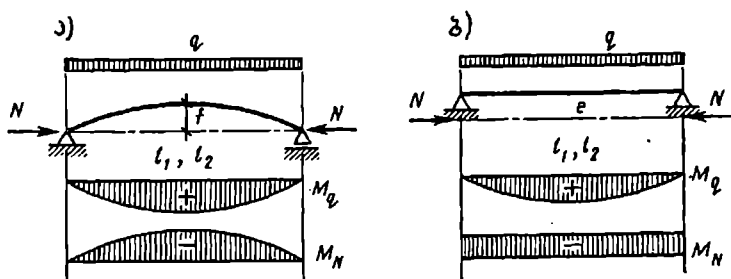
ძალების განსაზღვრა ღეროებში სიმეტრიული წამწისათვის შეიძლება მარტო ერთ, მაგალითად, მარცხენა ნახევარში შემდეგი თანმიმდევრობით: პირველ რიგში, თანაბარგანაწილებული თოვლის დატვირთვისათვის, განისაზღვრება ძალები მარცხენა ნახევარში, შემდეგ - მარჯვენაში. ეს შეიძლება განვიხილოთ ერთი დიაგრამის საშუალებით, როცა დატვირთულია მარცხენა ნახევარი. ძალები მარჯვენა ნახევრის დატვირთვის დროს ტოლი იქნება ღეროების დაუტვირთავ ნახევარზე მოქმედი ძალებისა.

მთელ ძალზე თანაბარგანაწილებული თოვლის დატვირთვისათვის ძალები ღეროებში ტოლი იქნება ნახევარძალზე დატვირთვების დროს ძალების ალგებრული ჯამისა. მუდმივი დატვირთვის შემთხვევაში ღეროებში ძალები ტოლი იქნება თოვლის დატვირთვისას ღეროებში მიღებული ძალების გადამრავლებით მუდმივი და დროებითი დატვირთვების g/S ფარდობაზე. სეგმენტური წამწის ღეროებში ძალების განსაზღვრა სამკუთხედის კანონით განაწილებული თოვლის დატვირთვისათვის ხდება დამოუკიდებლად, დატვირთვის მარცხენა ან მარჯვენა ნახევარზე მოქმედებისას.

ყველა ტიპის წამწის ზედა სარტყელში მოქმედებს მხოლოდ N_3 მკუმშავი ძალები ქვედა სარტყელში - მხოლოდ N_6 გამჭიმვი, სამკუთხა წამწეს დადმავალ ირიბნებში - მხოლოდ მკუმშავი N_4 და დგარებში - მხოლოდ N_8 გამჭიმვი. სეგმენტური და მრავალკუთხა წამწების გისოსის ელემენტში მოქმედებს ორივე ნიშნის ძალები.

სხვადასხვა დატვირთვებისა და მათი შეხამებისაგან გამოწეული გრძივი ძალების მნიშვნელობები შეაქვთ ცხრილში.

მლუნავი მომენტები მოქმედებს მხოლოდ წამწების ზედა სარტყლის პანელებში იმ შემთხვევაში, თუ მათზე მოქმედებს კვანძებშორისი დატვირთვები. ზედა სარტყლის ღეროები განიხილება, როგორც ელემენტები სახსროვნად დაყრდნობილ კვანძებში, რომლებზეც მოქმედებს კვანძებშორისი, მაგალითად, თანაბარგანაწილებული დატვირთვა და ადრე განსაზღვრული გრძივი ძალები. სწორ ღეროებში გრძივი N ძალები მოქმედებს ღერძის გასწვრივ, ხოლო მოღუნულ ღეროებში - მომჭიმავი ქორდის გასწვრივ (ნახ. 7.15) თანაბარგანაწილებული დატვირთვის მოქმედებისას ეს მლუნავი მომენტები სწორ $M_{\text{სწ}}$ და



ნახ. 7.15. წამწის ზედა სარტყელის ელემენტების მუშაობის სქემები:

ა - სეგმენტური წამწის; ბ - სამკუთხა და ხუთკუთხა წამწის.

მოღუნულ $M_{\text{აღ}}$ ღეროებში გამოითვლება ფორმულებით:

$$M_{\text{სწ}} = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot e; \quad (7.1)$$

$$M_{\text{აღ}} = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f; \quad (7.2)$$

სადაც l არის სწორი ღეროს ან მოღუნული ღეროს ქორდის ჰორიზონტალური პროექცია; $e = 0,5(h - h_0)$ - გრძივი ძალის ექსცენტრისიტეტი სწორ ღეროში, რომლის განივკვეთის სიმაღლეა: შუაში - h , ღერძის ბოლოში - h_0 ; $f = l^2 / 8r$ - მოღუნული ღეროს აწევის ისარი; r - მოღუნული ღეროს სიმრუდის რადიუსი.

სეგმენტურ წამწაში მაქსიმალური მლუნავი M მომენტი და განივი Q ძალა აღიძვრება ზედა სარტყლის საყრდენ ღეროებში სამკუთხედის კანონით მოქმედი თოვლის დატვირთვის დროს.

ღეროების განივკვეთის შერჩევა (კონსტრუქციული გაანგარიშება) ხდება დასაშვები λ ზღვრული მოქნილობების მიხედვით, რომელიც მიიღება: ზედა სარტყლის ღეროებისათვის - 120, გისოსის შეკუმშული ღეროებისათვის - 150, გაჭიმული ქვედა სარტყლის ფოლადის ღეროებისათვის - 400. სარტყლების პანელების საანგარიშო

სიგრძეები წაშლის სიბრტყეში მიიღება კვანძებს შორის მანძილის, ხოლო მის მართობ სიბრტყეში - ჰორიზონტალურ კავშირის ელემენტებს ან გრძივებს შორის მანძილის ტოლი.

ზედა სარტყლის განივკვეთი შეირჩევა მლუნავი მომენტისა და გრძივი ძალის მიხედვით. განივკვეთის სიმაღლე ინიშნება წინასწარ მარტო N გრძივი ძალის ან მარტო მლუნავი მომენტის მიხედვით შემდეგი ფორმულებით:

$$A_{\lambda\lambda} = 0,7 \cdot N/R; \quad h_{\lambda\lambda} = A_{\lambda\lambda}/b; \quad (7.3)$$

$$W_{\lambda\lambda} = M/0,8 \cdot R_e; \quad h_{\lambda\lambda} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{\lambda\lambda}}{b}}; \quad (7.4)$$

სადაც b არის განივკვეთის სიგანე.

ზედა სარტყლის ღეროების შემოწმება სიმტკიცეზე ისე ხორციელდება, როგორც შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტისა. განისაზღვრება მისი საანგარიშო სიგრძე l_0 , განივკვეთის ფართობი A , წინაღობის მომენტი W , ინერციის რადიუსი r , ღეროს მოქნილობა λ , მდგრადობის (გრძივი ღუნვის) კოეფიციენტი φ , დეფორმაციის გათვალისწინებელი კოეფიციენტი ξ , მლუნავი მომენტი დეფორმაციის გათვალისწინებით M_e და კუმშვის მაქსიმალური ძაბვა σ , რომელიც არ უნდა იყოს მეტი მერქნის R_k კუმშვის საანგარიშო წინაღობაზე, რომლის განსაზღვრისათვის უნდა გავითვალისწინოთ განივკვეთის b სიგანე და მუშაობის პირობების კოეფიციენტები: განივკვეთის სიმაღლისა - m_{λ} და დაწებებულ პაკეტში ფიცრების სისქისა - $m_{\lambda\lambda}$.

შეკუმშული ღეროების გაანგარიშება მთლიანკვეთიანი ელემენტების გაანგარიშების ანალოგიურია. უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ გისოსისა და ქვედა სარტყლის ელემენტების სიგანე ტოლი იყოს ზედა სარტყლის განივკვეთის სიგანისა, რათა კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტა გამარტივდეს. ფოლადის გაჭიმული ელემენტების განივკვეთების შერჩევა ხდება ფოლადის კონსტრუქციების დაპროექტების სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად.

ხის წაშლეთა კვანძების გაანგარიშება. კვანძებში შუბლური მიყრდნობის გაანგარიშება თელვაზე მკუმშავი ძალის მოქმედებისას ბოჭკოების გრძივად, განივად ან რაღაც კუთხით, ხორციელდება მთლიანკვეთიანი ელემენტების თელვაზე გასაანგარიშებელი ფორმულებით.

შუბლურ ჯდობებზე განხორციელებულ კვანძებში ზედა სარტყლის ძელის შემოწმება ხდება თელვის ძაბვებზე მკუმშავ ძალასა და ქვედა სარტყლის ძელის ბოჭკოების მიმართულებას შორის კუთხის, ხოლო ქვედა სარტყლის ძელი მოწმდება ჩაჭრის სიღრმის დონეზე, ახლერაზე შესაბამისი T ძალის მიხედვით, რომელიც ტოლია ქვედა სარტყელში მოქმედი N გამჭიმი ძალისა. ეს გაანგარიშება წარმოებს ფორმულით:

$$\tau = T/A_{\lambda\lambda} \leq R_{\lambda\lambda\lambda}, \quad (7.5)$$

სადაც ახლერის ფართობი $A_{\lambda\lambda} = b \cdot l_{\lambda\lambda}$; $R_{\lambda\lambda\lambda} = R_{\lambda\lambda} / [1 + (0,25 \cdot l_{\lambda\lambda}/e)]$; $e = 0,5 \cdot h$.

გარდა აღნიშნულისა, საჭიროა ჩაჭრისაგან შესუსტებული ქვედა სარტყლის განივკვეთი შემოწმდეს სიმტკიცეზე.

წაშლების ექსპლუატაციის დროს, კვანძების დამყოლობის გამო, ქვედა სარტყელი განიცდის მცირე, მაგრამ თვალით შესამჩნევ ჩაღუნვას. ამ მოვლენის საწინააღმდეგოდ საჭიროა დამზადების მომენტში წაშლეს მივცეთ ძალის $1/200$ სამშენებლო აწევა. ის წაშლის სტატიკური გაანგარიშებისას მხედველობაში არ მიიღება, თუმცა ითვალისწინებენ გეომეტრიული ზომების გამოთვლისას.

ხის შენობის კარკასის ძირითადი მზიდი კონსტრუქციების სივრცითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად ეწყობა კავშირები, რომლებიც იღებენ ჰორიზონტალურ დატვირთვებს. ისინი შეიძლება იყოს განივი და გრძივი, ქანობის, შვეული და დახრილი.

გრძივი კავშირების სიბრტყეები მზიდი კონსტრუქციების სიბრტყეთა მართობულად არის განლაგებული.

გრძივი და განივი კავშირები განლაგებულია წამწის ქვედა სარტყლის სიბრტყეში ძირითადი მზიდი კონსტრუქციების მართობულად. დახრილი (ქანობის) კავშირები აკავშირებს ორი მეზობელი წამწის ზედა სარტყლებს და ქმნის სივრცით ბლოკს, რომელსაც უნარი აქვს, მიიღოს ჰორიზონტალური დატვირთვები. მათ შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 30 მეტრს, მაგრამ შენობაში მათი რაოდენობა უნდა იყოს არა ნაკლები ორი. შვეული კავშირები ეწყობა წამწის კუხის კვანძის დაგარის სიბრტყეში შენობის გრძივი მიმართულებით. ზოგჯერ მათ აკეთებენ დახრილი ირიბანების სიბრტყეშიც (მაგ., სამკუთხა წამწეებში).

7.5. გამჭოლ კონსტრუქციათა დეფორმაციები

გამჭოლი კონსტრუქციის დეფორმაცია არა მარტო ელემენტების, კვანძებისა და პირაპირების დრეკადი დეფორმაციის შედეგია, არამედ დუნე (ფაშარი) დეფორმაციისასაც. მაგალითად, კონსტრუქციის დამზადების პროცესში შესაერთებელი ელემენტების ერთმანეთთან არაპირობად დაკავშირება. გარდა ამისა, დროთა განმავლობაში ჩნდება მერმექმედების დეფორმაცია, რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის კონსტრუქციის მთლიან დეფორმაციას. ჩალუნვის მატება შეინიშნება ექსპლუატაციის პირველ ორ-სამ წელიწადში, სანამ მერქანს ჯერ არ მიუღწევია წონასწორული ტენიანობისათვის და სახურავი პირველად იტვირთება სრულად. შემდეგ წლებში, ნორმალურ პირობებში მომუშავე კონსტრუქციის ჩალუნვის სიდიდე თანდათან კლებულობს. ხანმოკლედ მოქმედ დატვირთვებზე ხე-ლითონის წამწეების გამოცდამ აჩვენა, რომ ნორმატიული დატვირთვის ქვეშ ჩალუნვა შეადგენს მალის 1/1000-1/1250 ნაწილს, ხოლო რღვევის წინ მისი სიდიდეა 1/200-1/300 ([26], §6.1.3).

ხის წამწეებში ჩალუნვები უფრო მეტია, ვიდრე ხე-ლითონის წამწეებში, რაც იმით აისხნება, რომ ხის წამწეებში მეტი ელემენტები და კვანძებია, შესაბამისად თელვის ადგილების რაოდენობაც მეტია. მერქნისაგან დამზადებული ქვედა სარტყელი, რომელსაც დამყოლ მაკავშირებლებზე განხორციელებული პირაპირები აქვს, აგრეთვე ხელს უწყობს დეფორმაციებს. ხის წამწეების გამოცდამ ნორმატიულ დატვირთვებზე აჩვენა, რომ ჩალუნვამ შეადგინა მალის 1/500-1/1000 ნაწილი, ხოლო რღვევის წინ - 1/125-1/200. დაწებებული ქვედა სარტყლიან წამწეებში ჩალუნვა ნაკლებია, რადგან ასეთ სარტყელს არ გააჩნია პირაპირები.

ახალი ტიპისა და სხვა მასალისაგან დამზადებული გამჭოლი კონსტრუქციების ჩალუნვა თეორიულად შეიძლება გამოვთვალოთ ფორმულით:

$$f = (\sum N_i \cdot N_f \cdot C) / E \cdot A, \quad (7.6)$$

სადაც N_i არის ძალა წამწის ელემენტებში ერთეულოვანი ძალისაგან, რომელიც მოდებულია იმ კვანძზე, რომლის ჩალუნვასაც ვსაზღვრავთ; N_f - ძალა წამწის

ელემენტებში მოქმედი დატვირთვისას; l - ელემენტის სიგრძე; E - წამწის ელემენტის მასალის დრეკადობის მოდული; A - ელემენტის განივკვეთის ფართობი.

ხისა და ხე-ლითონის წამწებებში ჩაღუნვა, გამოთვლილი (7.6) ფორმულით, შემცირებული იქნება, რადგან მასში გათვალისწინებულია ელემენტების სიგრძის ცვალებადობა და არა დეფორმაცია შეერთებათა დამყოლობის გამო, რომელიც საგრძობობად ზრდის ჩაღუნვებს.

ისეთ შეერთებებში, რომლებშიც მზიდუნარიანობა სრულად არის გამოყენებული, ნორმების მიხედვით მიღებულია ზღვრული დეფორმაციათა შემდეგი სიდიდეები: წირწკიმალეზე შეერთებების დროს - 2 მმ; ხის ელემენტების შეერთებებში მართი კუთხით - 3 მმ. ეს სიდიდეები ძალაშია მხოლოდ იმ შეერთებებში, რომლებიც შესრულებულია ხარისხიანად.

მაკავშირებლების დამყოლობის გათვალისწინებით წამწების დეფორმაცია გამოითვლება ფორმულით

$$f_{\text{ფ}} = (\Sigma N_l \cdot N_{\text{ფ}} / E \cdot A_{\text{ფ}}), \quad (7.7)$$

სადაც $A_{\text{ფ}}$ არის ემენელტის განივკვეთის დაყვანილი ფართობი გამოთვლილი გამოსახულებით:

$$A_{\text{ფ}} = A / [1 + (E \cdot A \cdot \Sigma \delta_{\text{ფ}} / N_{\text{ფ}} l)],$$

სადაც $\Sigma \delta_{\text{ფ}}$ - მოცემული ღეროს კვანძური დეფორმაციების ჯამია.

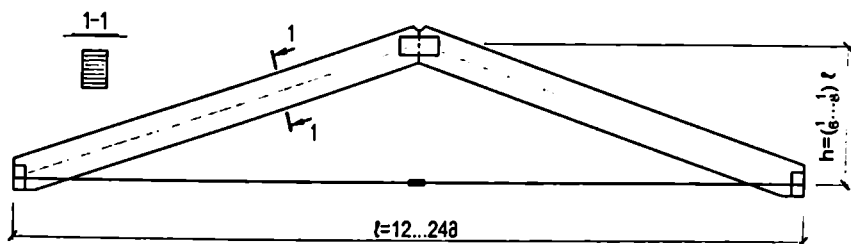
წამწის ქვედა სარტყელი რომ არ ჩამოიღუნოს, მას (ქვედა სარტყელს) წინასწარ აძლევენ საშმენებლო აწევას, რომლის სიდიდე წამწის ჩაღუნვის სიდიდეზე ნაკლები არ უნდა იყოს - $f_{\text{ს.ა.წ}} \geq l/200$.

თუ წამწის დამზადებისას გავითვალისწინებთ საშმენებლო ნორმებით განსაზღვრულ თანაფარდობას სიმაღლესა და მალს შორის და კვანძებს მოვაწყობთ ხარისხიანად, მაშინ წამწის გაანგარიშება დეფორმაციაზე აუცილებელი არაა.

7.6. ხე-ლითონის უირიზნო სამკუთხა წამწე

მსოფლიო საშმენებლო პრაქტიკაში დიდი გავრცელება პოვა უირიზნო სამკუთხა წამწებმა, რომელთა მალაია 12-24 მ (ნახ. 7.16), აწევის ისარი - (1/6-1/8) l . შემომფარგლავ კონსტრუქციად იყენებენ ფიცრულ ფენილს გრძივებზე გამათბუნებლით და რულონური (დაპროფილებული) ბურულით, ან ხე-ფანერის სამფენოვან ფილებს რულონური ბურულით, ან ასაწყობ ხის ფარებს გრძივებზე. წამწის ზედა სარტყელს აზზადებენ დაწებებულს მართკუთხა განივკვეთით, შემკრავს - მრგვალი ან დაპროფილებული ფოლადით.

სამკუთხა უირიზნო წამწების დიდი უპირატესობაა დამზადების სიმარტივე. უარყოფითია - მასალის დიდი ხარჯი, რადგანაც ასეთი წამწების ზედა სარტყელში წარმოიშობა მნიშვნელოვანი მღუნავი მომენტები. თუმცა, ხშირად ეს ნაკლოვანება კომპენსირდება განმტვირთავი მომენტის შექმნით, რომელიც ხელოვნურად ჩნდება სარტყელში მოქმედი გრძივი ძალის ექსცენტრისიტეტის შექმნით. ეს ექსცენტრისიტეტი წარმოიშობა სარტყლის ტორსების ნაწილობრივი მიყრდნობით საყრდენ და კეხის კვანძებში.



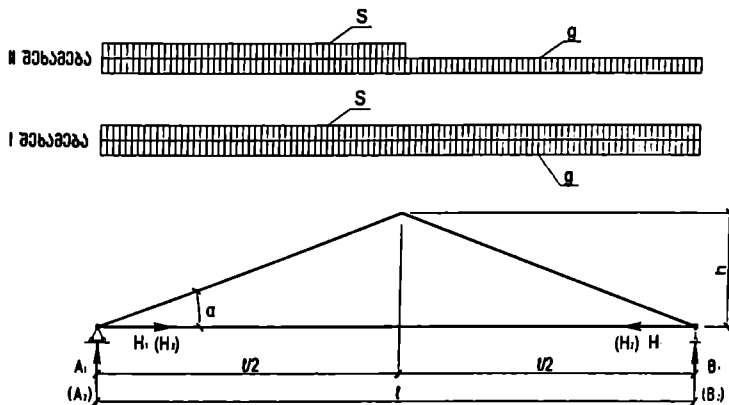
ნახ. 7.16 სამკუთხა უირიზნო წამწის კონსტრუქციული სქემა.

საყრდენ და კეხის კვანძებში შეერთებები ხდება შუბლური მიყრდნობით. მერქნის სახეობა, ხარისხი და წებოს მარკა შეირჩევა სამშენებლო ნორმებისა და წესების მიხედვით [1].

წამწის ქვედა სარტყელი რომ არ ჩაიღუნოს, ხშირად კეხის კვანძს ან მალის მეთხედებში აკეთებენ ფოლადის საკიდებს, რომლებშიც ძალვა ნულის ტოლია.

ხე-ლითონის უირიზნო წამწეთა გაანგარიშების საფუძვლები

ძალები წამწის ელემენტებში, როდესაც ზედა სარტყლის დახრის კუთხე $\alpha \leq 20^\circ$ და კვანძები ითვლება სახსრებად, გაანგარიშდება დატვირთვების ორი შეხამებისათვის (ნახ. 7.17).



ნახ. 7.17. წამწის სტატიკური სქემა ელემენტებში ძალების განსაზღვრისათვის.

მუდმივი + დროებითი დატვირთვა მთელ მალზე;

მუდმივი დატვირთვა მთელ მალზე + დროებითი დატვირთვა მალის ნახევარზე.

თუ წამწის ზედა სარტყლის დახრის კუთხე $\alpha > 20^\circ$, მაშინ დატვირთვები იანგარიშება ნორმების მიხედვით ([3], დანართი 3).

I შეხამების დროს:

საყრდენი რეაქციები

$$A = B_1 = q \cdot l / 2; \quad (7.8)$$

ძალა ქვედა სარტყელში

$$H_1 = q \cdot l^2 / 8 \cdot h; \quad (7.9)$$

მკუმშავი ძალა ზედა სარტყელში

$$N_1 = H_1 / \cos \alpha; \quad (7.10)$$

მღუნავი მომენტი ზედა სარტყელში

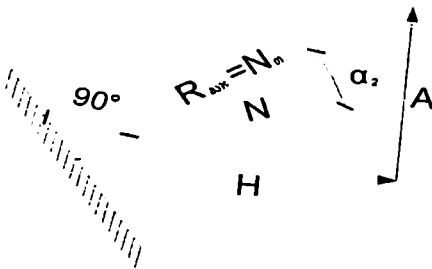
$$M_1 = q \cdot l^2 / 32; \quad (7.11)$$

განივი ძალა ზედა სარტყელში საყრდენთან

$$Q_1 = q \cdot l / 4; \quad (7.12)$$

თელვის ძალა ზედა სატყლის საყრდენ კვანძში, როდესაც მისაყრდნობი ფორფიტა პერპენდიკულარულია მაჯამებელი ძალის მიმართულებისა (ნახ. 7.17').

$$N_{1m} = \sqrt{A_1^2 + H_1^2}. \quad (7.13)$$



ნახ. 7.17'.

II შეხამების დროს:

საყრდენი რეაქციები

$$A_2 = q \cdot l / 2 + 3 \cdot S \cdot l / 8; \quad (7.14)$$

$$B_2 = q \cdot l / 2 + S \cdot l / 8; \quad (7.15)$$

ძალა შემკრავში

$$H_2 = q \cdot l^2 / 8 \cdot h + S \cdot l^2 / 16 \cdot h; \quad (7.16)$$

მკუმშავი ძალა ზედა სარტყელში

$$N_2 = H_2 / \cos \alpha; \quad (7.17)$$

თელვის ძალა ზედა სარტყლის საყრდენ კვანძში

$$N_{2m} = \sqrt{A_2^2 + H_2^2}. \quad (7.18)$$

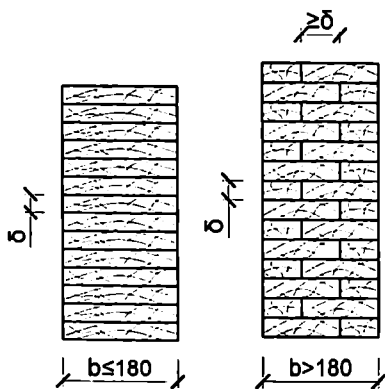
წამწის ელემენტებისა და კვანძური შეერთებების გაანგარიშება ხდება სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად [1].

ზედა სარტყლის განკვეთის სიმაღლე რეკომენდებულია შეირჩეს სიმტკიცისა და საყრდენთან მაქსიმალური დასაშვები ამხლეჩი ძაბვების პირობიდან. სიგანის დანიშნისას კი გასათვალისწინებელია ორი ვარიანტი (ნახ. 7.18).

დაწებებული ხის კონსტრუქციის სიგანე პრაქტიკულად იცვლება 12-18 სმ ფარგლებში, ამიტომ ზედა სარტყლის კვანძებში მიყრდნობის C_1 ფართობის სიმაღლის ფარდობა განიკვეთის h სიმაღლესთან აიღება 0,4-0,6. პაკეტში ფიცრების სისქე δ , როგორც წესი, არ უნდა აღემატებოდეს 33 მმ-ს. სწორხაზოვან ელემენტებში დასაშვებია ფიცრების სისქე გაიზარდოს 42 მმ-მდე, მაგრამ ამ დროს აუცილებელია მათში მოეწყოს გრძივი ჩაკრები ადგილობრივი ძაბვების მოსახსნელად ([1], პუნქტი 5.7).

წამწის ზედა სარტყლის განიკვეთის მინიმალური სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით:

$$h_{მინ} = 1,5 \cdot Q \cdot K_{ახ} / R_{ახ} \cdot b_{ახ}, \quad (7.19)$$



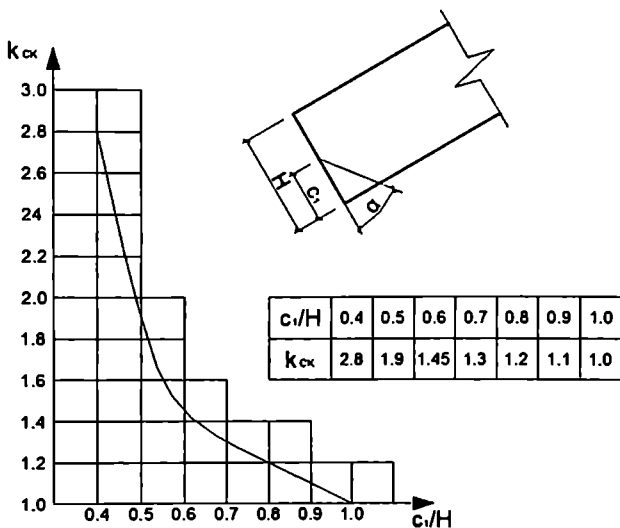
ნახ. 7.18. წაშლის ზედა სარტყლის განივკვეთის ვარიანტები.

სადაც Q არის განივი ძალა საყრდენთან; R_b - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ახლეთაზე; $b_{\text{საგ}}$ - განივკვეთის საანგარიშო სიგანე; K_b - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ამხლეჩი ძაბვების კონცენტრაციას წაშლის დაყრდნობის ზონაში.

K_b სიდიდე განისაზღვრება გრაფიკიდან (ნახ. 7.19) C/h ფარდობაზე დამოკიდებულებით.

განივკვეთის სიმაღლეს საბოლოოდ ვნიშნავთ გარანდული დასაწებებელი ფიცრების სისქის მიხედვით (დანართი, ცხრილი 4).

სიმაღლის დანიშვნის შემდეგ ვანგარიშობთ გრძივი ძალის e ექსცენტრისიტეტს საყრდენი ფართობის სიმაღლის C განივკვეთის სიმაღლესთან ფარდობაზე დამოკიდებულებით. თუ $C/h = 0,5$, მაშინ $e = 0,25 \cdot h$.



ნახ. 7.19.

მლუნავი მომენტი ზედა სარტყელში განივი დატვირთვისა და გრძივი ძალის ზემოქმედებისას განისაზღვრება დეფორმირებული სქემის მიხედვით ([1], პ. 4.17):

$$M_{\phi} = (M_{\phi}^{\xi}) - (N \cdot e / K_{\phi} \xi) = (1/\xi) [M_{\phi} - (M_{\phi} / K_{\phi})], \quad (7.20)$$

სადაც ξ - გრძივი ძალისაგან გამოწვეული დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

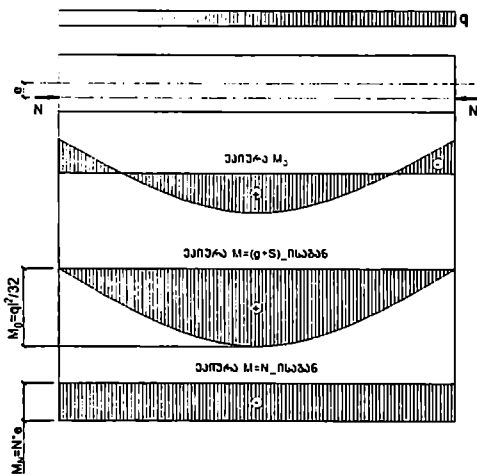
$$\xi = 1 - (N / \varphi \cdot R_{\phi} \cdot A_{\phi \phi}); \quad (7.21)$$

$K_{\phi} = \alpha + \xi(1 - \alpha_{\phi})$ არის შემასწორებელი კოეფიციენტი, სადაც $\alpha_{\phi} = 1,22$, თუ მღუნავი მომენტის ეპიურას სამკუთხედის ფორმა აქვს (შეყურსული დატვირთვისას), ხოლო ეპიურის სწორხაზოვანი ფორმის შემთხვევაში (მუდმივი სიდიდის მღუნავი მომენტისას) $\alpha_{\phi} = 0,81$.

წაშის ზედა სარტყლის ძაბვებზე შემოწმება ხდება ისევე, როგორც შეკუმშულ-გალუნული ელემენტისა ფორმულით:

$$\sigma = (N / A_{\phi \phi}) + (M_{\phi} / W_{\phi \phi}) \leq R_{\phi} \quad (7.22)$$

სადაც N არის საანგარიშო გრძივი ძალა; $A_{\phi \phi}$ - განიკვეთის საანგარიშო ფართობი; R_{ϕ} - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ([1], ცხრ. 3) მუშაობის პირობების კოეფიციენტის გათვალისწინებით ([1], 3.3.2).



ნახ. 7.20. წაშის ზედა სარტყლის მღუნავი მომენტის ეპიურები.

სქემის შეცვლა დეფორმაციის პროცესში) არაწრფივობის გავითვალისწინებით და მეორე – ექსცენტრულად შეკუმშული ღეროს მუშაობაში დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი ξ კოეფიციენტის სიდიდის კორექტირებით. განვიხილოთ მეორე შემთხვევა.

ზედა სარტყელში მოქმედი N გრძივი ძალისაგან (ნახ. 7.20) დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი ξ კოეფიციენტი გამოითვლება (7.21) ფორმულით, ხოლო სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება (7.22) ფორმულით, რომელშიც დეფორმირებული სქემის მიხედვით M_{ϕ} მღუნავი მომენტი გაანგარიშდება (7.20) ფორმულით. M_{ϕ} მნიშვნელობა სახსროვნად დაყრდნობილი ელემენტებისათვის მღუნავი მომენტის ეპიურის

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, სამკუთხა უირიბნო ხე-ლითონის წამწეების უარყოფითი მხარეა მასალის დიდი ხარჯი, ამიტომ ასეთი წამწეების ზედა შეკუმშულ-გალუნული სარტყლის განიკვეთის შემცირება მეტად აქტუალურია. ის შეიძლება მიღწეული იქნეს ორი გზით: პირველი – გაანგარიშებებში ფიზიკური (დეფორმაციის დროს ძაბვების გადანაწილება მეტად დატვირთული ბოკკოებიდან ნაკლებად დატვირთულ ბოკკოებზე), გეომეტრიული (ელემენტის ფორმისა და გეომეტრიის ცვლილება) და კონსტრუქციული (საანგარიშო

სინუსოიდური, პარაბოლური, პოლიგონური და მათთან მიახლოებული მოხაზულობისას, აგრეთვე კონსოლური ელემენტებისათვის, განისაზღვრება ფორმულით

$$M_{\Phi} = M/\xi \quad (7.23)$$

მაშინ (7.22) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$\sigma = (N/A_{\text{საბა}}) + (M/\xi W_{\text{საბა}}) \leq R_{\sigma} \quad (7.24)$$

ξ მნიშვნელობა იცვლება 0-დან 1-მდე და ხის ელემენტებისათვის გამოითვლება ფორმულით:

$$\xi = 1 - (N/\varphi \cdot R_{\sigma} \cdot A_{\text{საბ}}), \quad (7.25)$$

სადაც φ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტია.

კრიტიკული ძაბვის თეორიული მნიშვნელობა აბსოლუტურად დრეკადი ღეროსათვის გამოითვლება ეილერის ცნობილი ფორმულით:

$$\sigma_{\text{კრი}} = \pi^2 E / \lambda^2, \quad (7.26)$$

სადაც E არის მასალის დრეკადობის მოდული; λ - ღეროს მოქნილობა.

გრძივი ღუნვის φ კოეფიციენტის მნიშვნელობა განისაზღვრება კრიტიკული σ_{კრი} ძაბვის ფარდობით R_{საბ} სიმტკიცის ზღვართან:

$$\varphi_{\text{კრი}} = \sigma_{\text{კრი}} / R_{\text{საბ}} = \pi^2 E / \lambda^2 \cdot R_{\text{საბ}}, \quad (7.27)$$

საიდანაც σ_{კრი} = φ_{კრი} · R_{საბ} ანუ კრიტიკული ძაბვის განსასაზღვრად სიმტკიცის ზღვარის მნიშვნელობა უნდა გაეამრავლოთ გრძივი ღუნვის კოეფიციენტის კრიტიკულ სიდიდეზე.

მრავალრიცხოვანი ცდებით დადგენილია, რომ E/R_{საბ} ფარდობა პრაქტიკულად მუდმივი სიდიდეა და დამოკიდებული არ არის დატვირთვის ხანგრძლივობაზე. მოქნილი ღეროებისათვის (λ ≥ 70), ანუ როცა კრიტიკული ძაბვა პროპორციულობის ზღვარზე ნაკლებია,

$$\varphi = A/\lambda^2 = 3000/\lambda^2. \quad (7.28)$$

პროპორციულობის ზღვარს იქით (λ < 70), ანუ დიდი სიხისტის მქონე ელემენტებისათვის, მასალის დრეკადობის მოდული E ცვალებადობას იწყებს და

$$\varphi = 1 - \alpha(\lambda/100)^2, \quad (7.29)$$

სადაც α კოეფიციენტი დამოკიდებულია მასალის სახეობაზე.

ξ კოეფიციენტის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ნორმალური N და კრიტიკული N_{კრი} = φ_{კრი} · R_{საბ} · A_{საბ} ძალების ფარდობაზე ([26], §2.6) და გამოითვლება ფორმულით:

$$\xi = 1 - N/N_{\text{კრი}} = 1 - N/\varphi_{\text{კრი}} \cdot R_{\text{საბ}} \cdot A_{\text{საბ}}. \quad (7.30)$$

მოყვანილი თეორიის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოქნილი (λ > 70) ღეროსათვის უფრო მნიშვნელოვანია გაანგარიშება მდგრადობაზე, ხოლო ხისტი ღეროებისათვის (λ < 70), რომლებიც მუშაობენ პროპორციულობის ზღვარს იქით, კრიტიკული ძაბვების გამოსათვლელად სარგებლობენ ტეტმაიერ-იასინსკის ემპირიული ფორმულით σ_{კრი} = a - b · λ, სადაც a და b კოეფიციენტებია, დამოკიდებული მასალაზე, ხოლო შეკუმშულ-გაღუნული ხისტი ელემენტისათვის ξ კოეფიციენტის გაანგარიშებისას (7.25) φ კოეფიციენტის სიდიდე უახლოვდება 1-ს და შედეგები ყოველთვის მისაღები არ არის, რადგან (7.28) და (7.29) ფორმულები თვითნატი სტრუქტურით შეესაბამება მოქნილ ღეროებს. ξ კოეფიციენტის გამოთვლისას ასეთი შეუსაბამობა შეიძლება გამოვასწოროთ (ხისტი ელემენტებისათვის) შემდეგი გარდაქმნებით: (7.29) ფორმულაში λ-ს მნიშვნელობა შევითანოთ ეილერის კრიტიკული ძალის შესაბამისი გრძივი ღუნვის φ_{კრი} მნიშვნელობაში ანუ λ² = 3000/φ_{კრი}. მაშინ

$$\varphi = 1 - 0,8(\lambda/100)^2 = 1 - 0,8(3000/10^4 \cdot \varphi_{კრ}) = 1 - (1/4,17\varphi_{კრ}), \quad (7.31)$$

საიდანაც

$$\varphi_{კრ} = 1/4,17 \cdot (1 - \varphi). \quad (7.32)$$

(7.30) ფორმულიდან გვექნება:

$$1 - \xi = N / (\varphi_{კრ} \cdot R_{საბ} \cdot A_{საბ}), \quad (7.33)$$

საიდანაც

$$\varphi_{კრ} = N / (1 - \xi) \cdot R_{საბ} \cdot A_{საბ}. \quad (7.34)$$

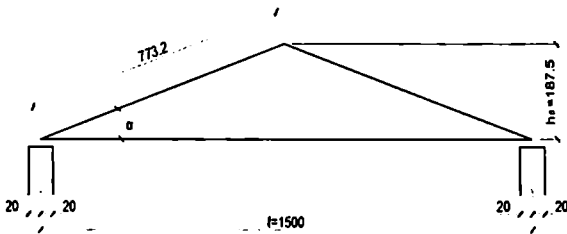
გავუტოლოთ (7.32) და (7.34) ფორმულები ერთმანეთს:
მივიღებთ

$$\xi = 1 - [4,17 \cdot N \cdot (1 - \varphi) / R_{საბ} \cdot A_{საბ}]. \quad (7.35)$$

მაგალითი 7.1. დასაპროექტებელია ერთმალისანი სამრეწველო შენობის გადახურვის ხელითონის უირიბზო სამკუთხა წაშწე დაწებებული ზედა სარტყლით. შემომფარგვლელ კონსტრუქციებად გამოყენებულია სამფუნოვანი ხე-ფანერის ფილები. წაშწეები დაყრდნობილია რკინაბეტონის კოლონებზე, რომელთა განიკვეთითა 40×40 სმ. ტერიტორია დაცულია ქარის პირდაპირი ზემოქმედებისაგან.

1. კონსტრუქციის მალი - $\ell = 15$ მ;
2. მანძილი შიდა კონსტრუქციებს შორის (ბიჯი) - $B = 3,2$ მ;
3. მასალა - ფიკვი; ცხლადგლინული ფოლადი - C245;
4. მერქნის ხარისხი - II;
5. დატვირთვა სახურავის შემომფარგვლელი ფილებისაგან - $g^{\text{ფ}} = 450$ პა;
6. კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობები - ტემპერატურა შენობაში $t = 18^{\circ}\text{C}$; ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა $\varphi = 75\%$;
7. დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი - $\gamma_n = 1$;
8. დასაწებებელი ფიცრების სისქე - $\delta = 28$ მმ;
9. მშენებლობის რაიონი - ქ. ონი.

გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა



ნახ. 7.21.

მოცემულობის თანახმად კონსტრუქციის მალი $\ell = 15$ მ.

წაშწის სიმაღლე

$$h_s = \ell / 8 = 15 / 8 = 1,875 \text{ მ.}$$

ზედა სარტყლის დახრის კუთხე ჰორიზონტთან

$$\text{tg} \alpha = h_s / 0,5 \cdot \ell = 1,875 / 0,5 \cdot 15 = 0,25; \quad \alpha = 14^{\circ}; \quad \sin \alpha = 0,24; \quad \cos \alpha = 0,97.$$

დატვირთების განსაზღვრა

ნორმატიული დატვირთვა სახურავის შემომფარველი ფილებისგან $g^b = 450 \text{ პა} = 450 \text{ ნ/მ}^2 = 0,45 \text{ კნ/მ}^2$ (მოცემულობის თანახმად).

თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა პორიზონტალური პროექციის 1 მ^2 ზე ქ. ონისათვის $S_0 = 75 \text{ კგ/მ}^2 = 750 \text{ ნ/მ}^2 = 0,75 \text{ კნ/მ}^2 = 0,75 \text{ კპა}$. (იხ. ელექტრონული ვერსია „სამშენებლო კლიმატოლოგია“ ან დანართი - ცხრილი 1; ცხრილი 3).

საქართველოს ტერიტორიის სამშენებლო დარაიონების რუკის მიხედვით (სქემა №1), ქ. ონი მიეკუთვნება II მ რაიონს, რომლისთვისაც თოვლის საფარის წონა პორიზონტალურ ზედაპირზე შეადგენს $S_0 = 0,75 \text{ კგ/მ}^2$. სახურავის ფორმის კოეფიციენტი, როცა სახურავის დახრის კუთხე $\alpha = 14^\circ < 25^\circ$, $\mu = 1$. ნორმატიული თოვლის დატვირთვა $S^b = \mu \cdot S_0 = 1 \cdot 0,75 = 0,75 \text{ კნ/მ}^2 = 750 \text{ ნ/მ}^2 = 750 \text{ პა}$ ([3, გვ. 24]). სახურავის ნორმატიული საკუთარი წონისა და თოვლის ნორმატიული დატვირთვის ფარდობა $g^b/S^b = 450/750 = 0,6 < 0,8$, ამიტომ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი $\gamma = 1,6$. შესაბამისად თოვლის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობა სახურავის პორიზონტალური პროექციის 1 მ^2 -ზე ტოლი იქნება

$$S = \gamma \cdot S^b = 1,6 \cdot 750 = 1200 \text{ პა} = 1,2 \text{ კნ/მ}^2.$$

ნორმატიული დატვირთვა გადახურვის წაშლისა და კავშირების საკუთარი მასისაგან შეიძლება მიხსლოებით ვიანგარიშით ფორმულით [2, ფორმ.2.4]:

$$g_{\text{წ}}^b = (g^b + S^b) / [(1000/k_{\text{წ}} \cdot l) - 1] = (450 + 750) / [(1000/4 \cdot 15) - 1] = 75,6 \text{ პა} = 0,0756 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც $k_{\text{წ}}$ არის სანეიწივო წაშლის საკუთარი წონის კოეფიციენტი კავშირების მასის გათვალისწინებით.

საანგარიშო ზედაპირული დატვირთვა ხე-ფანერის შემომფარველი ფილის წონის გამოკლებით $g = 506 \text{ პა} = 0,51 \text{ კნ/მ}^2$ [4, ცხრ. 1].

საანგარიშო ზედაპირული დატვირთვა წაშლისა და კავშირებისაგან

$$g_{\text{წ}} = g_{\text{წ}}^b \cdot \gamma_r = 75,6 \cdot 1,1 = 83,2 \text{ პა} = 0,0832 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც $\gamma_r = 1,1$ არის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი [3, ცხრ. 1].

ჯამური ნორმატიული ზედაპირული დატვირთვა

$$q^b = g^b + g_{\text{წ}}^b + S^b = 450 + 75,6 + 750 = 1275,6 \text{ პა} = 1,28 \text{ კნ/მ}^2.$$

ჯამური საანგარიშო ზედაპირული დატვირთვა

$$q = g + g_{\text{წ}} + S = 506 + 83,2 + 1200 = 1789,5 \text{ პა} = 1,8 \text{ კნ/მ}^2.$$

ხაზოვანი ნორმატიული დატვირთვა

$$q_{\text{წ}}^b = q^b \cdot B = 1275,6 \cdot 3,2 = 4081,9 \text{ ნ/მ} = 4,08 \text{ კნ/მ}.$$

ხაზოვანი საანგარიშო დატვირთვა

$$q_{\text{წ}} = q_{\text{წ}}^b \cdot B = 1789,5 \cdot 3,2 = 5726,4 \text{ ნ/მ} = 5,73 \text{ კნ/მ}.$$

სადაც $B = 3,2 \text{ მ}$ არის კონსტრუქციების ბოჯი.

ხაზოვანი მუდმივი დატვირთვა

$$q_{\text{ბა}}^b = (g + g_{\text{წ}}) \cdot B = (506 + 83,2) \cdot 3,2 = 1885 \text{ ნ/მ} = 1,89 \text{ კნ/მ}.$$

ხაზოვანი დროებითი დატვირთვა

$$q_{\text{დრ}}^b = S \cdot B = 1200 \cdot 3,2 = 3840 \text{ ნ/მ} = 3,84 \text{ კნ/მ}.$$

შემოწმება:

$$q_{\text{წ}} = q_{\text{ბა}}^b + q_{\text{დრ}}^b$$

$$5,73 = 1,89 + 3,84 = 5,73$$

ძალეების განსაზღვრა წამწის ღეროებში

წამწის გაანგარიშებას ვახდენთ დატვირთვების ორ შეხამებაზე: მუდმივი+დროებითი მთელ მალზე (პირველი შეხამება) და მუდმივი მთელ მალზე + დროებითი მალის ნახევარზე (მეორე შეხამება). წამწის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია 7.17 ნახაზზე.

I შეხამება:

საყრდენი რეაქციები

$$A_1 = B_1 = q \cdot l / 2 = 5,73 \cdot 15 / 2 = 42,98 \text{ კნ.}$$

ძალა შემკრავში

$$H_1 = q \cdot l^2 / 8 \cdot h_{\text{ფ}} = 5,73 \cdot 15^2 / 8 \cdot 1,875 = 85,95 \text{ კნ.}$$

მკუმშავი ძალა ზედა სარტყელში

$$N_1 = H_1 / \cos \alpha = 85,95 / 0,97 = 88,61 \text{ კნ.}$$

მღუნავი მომენტი ზედა სარტყელში

$$M_1 = q \cdot l^2 / 32 = 5,73 \cdot 15^2 / 32 = 40,29 \text{ კნმ.}$$

განივი ძალა ზედა სარტყელში

$$Q_1 = q \cdot l / 4 = 5,73 \cdot 15 / 4 = 21,49 \text{ კნ} = 21490 \text{ ნ.}$$

თელვის ძალა ზედა სარტყელის საყრდენ კვანძში

$$N'_1 = \sqrt{A_1^2 + H_1^2} = \sqrt{42,98^2 + 85,95^2} = 96,1 \text{ კნ ;}$$

II შეხამება:

საყრდენი რეაქციები

$$A_1 = (q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l / 2) + (0,75 \cdot q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l / 2) = (1,89 \cdot 15 / 2) + (0,75 \cdot 3,84 \cdot 15 / 2) = 35,78 \text{ კნ.}$$

$$B_1 = (q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l / 2) + (0,25 \cdot q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l / 2) = (1,89 \cdot 15 / 2) + (0,25 \cdot 3,84 \cdot 15 / 2) = 21,38 \text{ კნ.}$$

ძალა შემკრავში

$$H_1 = (q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l^2 / 8 \cdot h_{\text{ფ}}) + (q \cdot l_{\text{ფ}} \cdot l^2 / 16 \cdot h_{\text{ფ}}) = (1,89 \cdot 15^2 / 8 \cdot 1,875) + (3,84 \cdot 15^2 / 16 \cdot 1,875) = 857,15 \text{ კნ.}$$

მკუმშავი ძალა საყრდენთან ზედა სარტყელში

$$N_1 = H_1 / \cos \alpha = 57,15 / 0,97 = 58,92 \text{ კნ.}$$

თელვის ძალა ზედა სარტყელის საყრდენ კვანძში

$$N'_1 = \sqrt{A_1^2 + H_1^2} = \sqrt{35,78^2 + 57,15^2} = 67,43 \text{ კნ.}$$

ზედა სარტყელის განივკვეთის შერჩევა

ზედა სარტყელის განივკვეთის სიგანე აღვნიშნოთ $B_{\text{სარტყ}} = 12$ სმ; სიმაღლეს ვარჩევთ საყრდენთან მაქსიმალური დასაშვები ამხლეჩი ძაბვების პირობიდან ფორმულით:

$$h_{\text{სარტყ}} = 1,5 \cdot Q_1 \cdot k_{\text{ავ}} / R_{\text{ავ}} \cdot b_{\text{სარტყ}} \cdot m_{\text{ფ}} \cdot m_{\text{ბ}} \cdot m_{\text{ბ}} = 1,5 \cdot 21,49 \cdot 1,9 / 1,5 \cdot 10^3 \cdot 0,12 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,378 \text{ მ,}$$

სადაც $R_{\text{ავ}} = 1,5$ მპა $= 1,5 \cdot 10^6 \text{ ნ/მ}^2 = 1,5 \cdot 10^3 \text{ კნ/მ}^2$ - მერქნის საანგარიშო წინაღობა ახლერაზე ზოკუკოების გასწვრივ ([1], ცხ. 3); $m_{\text{ფ}}, m_{\text{ბ}}$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტები ([1], ცხრ. 7; 8).

მისაბუჯნი ფართობის c ; სიმაღლის ფარდობა განივკვეთის $h_{\text{სარტყ}}$ სიმაღლესთან მივიღოთ 0,5, მაშინ $k_{\text{ავ}} = 1,9$ (ნახ. 7.19).

დახურხილი ხის მასალის სორტამენტის (დანართი, ცხრ. 4) მიხედვით დავნიშნოთ განივკვეთის სიმაღლე (ნახ. 7.22), რომელიც შედგება 15 ცალი 28 მმ-ის სისქის ფიცრისაგან:

$$h_{\text{სარტყ}} = 0,028 \cdot 15 = 0,42 \text{ მ} = 42 \text{ სმ.}$$

შევამოწმოთ ზედა სარტყელის სიმტკიცე დატვირთვების I შეხამებისათვის ფორმულით

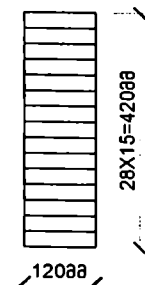
$$\sigma = (N_1 / A_{\text{სარტყ}}) + (M_{\text{ფ1}} / W_{\text{სარტყ}}) \leq R_{\text{კ}},$$

სადაც

$$M_{\text{ფ1}} = (M_{\text{ფ1}} / \xi_1) - (M_{\text{ფ1}} / \xi_1 \cdot K_{\text{ფ1}}).$$

სარტყელის განივკვეთის ფართობი

$$A_{\text{სარტყ}} = h_{\text{სარტყ}} \cdot b_{\text{სარტყ}} = 0,42 \cdot 0,12 = 0,0504 \text{ მ}^2.$$



წინაღობის მომენტი

$$W_{საგ} = b_{გ} \cdot h_{გ}^2 / 6 = 0,12 \cdot 0,42^2 / 6 = 0,0035 \text{ მ}^3.$$

ზედა სარტყლის საანგარიშო სიგრძე

$$l'_{ს} = l_{ს} / 2 \cdot \cos \alpha = 15 / 2 \cdot 0,97 = 7,73 \text{ მ.}$$

მოქნილობა

$$\lambda = \mu \cdot l'_{ს} / 0,289 \cdot h_{გ} = 1 \cdot 7,73 / 0,289 \cdot 0,42 = 64,$$

სადაც ღეროს ბოლოების ჩამაგრების კოეფიციენტი $\mu=1$ ([1], 3.4.21).

$$M_{q1} = M_1 = 40,29 \text{ კნმ} = 40290 \text{ ნმ.}$$

გრძივი ძალისაგან გამოწვეული დამატებითი მლუნაეი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$\xi_1 = 1 - (\lambda^2 \cdot N_1 / 3000 \cdot A_{სგ} \cdot R_{ტ} \cdot m_{ფ} \cdot m_{თ} \cdot m_{ბ}) =$$

$$= 1 - (64^2 \cdot 88,61 / 3000 \cdot 0,0504 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,8432,$$

ნახ. 7.22.

სადაც $R_{ტ} = 15 \text{ მპა} = 15 \cdot 10^3 \text{ კნ/მ}^2$ არის მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე ზოკოების გასწვრივ ([1], 3.3.1); $m_{ფ}$, $m_{თ}$, $m_{ბ}$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტები ([1], 3.3.2).

შემასწორებელი k_{11} კოეფიციენტი მლუნაეი მომენტის მართკუთხა ეპიურისათვის ([1], 3.4.17)

$$k_{11} = \alpha_{11} + \xi_1 (1 - \alpha_{11}) = 0,81 + 0,8432 \cdot (1 - 0,81) = 0,97,$$

სადაც კოეფიციენტი $\alpha_{11} = 0,81$.

$$M_{N1} = N_1 \cdot e = 88,61 \cdot 0,105 = 9,304 \text{ კნმ,}$$

სადაც e - ნორმალური ძალის მოდების ექსცენტრისიტეტია. როცა $c_1 / h_{გ} = 0,5$, მაშინ $e = 0,25 \cdot h_{გ} = 0,25 \cdot 0,42 = 0,105 \text{ მ.}$

$$M_{\Phi 1} = (M_{q1} / \xi_1) - (M_{N1} / \xi_1 \cdot k_{11}) = (40,29 / 0,8432) - (9,304 / 0,8432 \cdot 0,97) = 36,407 \text{ კნმ.}$$

სიმტკიცეზე შემოწმება:

$$\sigma = (N_1 / A_{საგ}) + (M_{\Phi 1} / W_{საგ}) = (88,61 / 0,0504) + (36,407 / 0,0035) = 11588 \text{ კნ/მ}^2 = 11,6 \text{ მპა} < R_{ტ} \cdot m_{ფ} \cdot m_{თ} \cdot m_{ბ} = 15 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 15,31 \text{ მპა.}$$

პირობა დაკმაყოფილებულია ანუ სიმტკიცე უზრუნველყოფილია.

შევამოწმოთ მიღებული განივკვეთი დატვირთვების II შეხამებისათვის:

$$M_{q2} = M_1 = 40,29 \text{ კნმ} = 40290 \text{ ნმ;}$$

$$M_{N2} = N_2 \cdot e = 58,92 \cdot 0,105 = 6,187 \text{ კნმ;}$$

$$\xi_2 = 1 - (\lambda^2 \cdot N_2 / 3000 \cdot A_{სგ} \cdot R_{ტ} \cdot m_{ფ} \cdot m_{თ} \cdot m_{ბ}) =$$

$$= 1 - (64^2 \cdot 58,92 / 3000 \cdot 0,0504 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,8957;$$

$$k_{H2} = \alpha_H + \xi_2 (1 - \alpha_H) = 0,81 + 0,8957 \cdot (1 - 0,81) = 0,98;$$

$$M_{\Phi 2} = (M_{q2} / \xi_2) - (M_{N2} / \xi_2 \cdot k_{H2}) = (40,29 / 0,8957) - (6,187 / 0,8957 \cdot 0,98) = 37,93 \text{ კნმ.}$$

სიმტკიცეზე შემოწმება:

$$\sigma = (N_2 / A_{საგ}) + (M_{\Phi 2} / W_{საგ}) = (58,92 / 0,0504) + (37,93 / 0,0035) = 1200 \text{ კნ/მ}^2 = 12 \text{ მპა} < R_{ტ} \cdot m_{ფ} \cdot m_{თ} \cdot m_{ბ} = 15 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 15,31 \text{ მპა.}$$

პირობა დაკმაყოფილებულია, ანუ სიმტკიცე უზრუნველყოფილია.

დატვირთვების I და II შეხამებისათვის გაანგარიშების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ძაბვა ზედა სარტყლის განივკვეთში II შეხამებისათვის მეტია (12 მპა > 11,6 მპა). საანგარიშო წინააღობასა (15,31 მპა) და მაქსიმალურ ძაბვას ($\sigma = 12 \text{ მპა}$) შორის სხვაობა 22%-ია, ანუ გვაქვს მასალის გადახარჯვა. განივკვეთი (ნახ. 7.22) შევამცროთ ერთი ფიგრით, მაშინ განივკვეთის სიმაღლე იქნება $28 \times 14 = 392 \text{ მმ}$, სიგანე $b = 120 \text{ მმ}$ (ნახ. 7.23).

მოვახდინოთ გადაანგარიშება დატვირთვების II შეხამებისათვის:

$$b_{გა} = 0,028 \cdot 14 = 0,392 \text{ მ};$$

$$A_{საგ} = 0,392 \cdot 12 = 0,047 \text{ მ}^2;$$



ნახ. 7.23.

$$W_{საგ} = 0,12 \cdot 0,392^2 / 6 = 0,0031 \text{ მ}^3;$$

$$\lambda = 1 \cdot 7,73 / 0,289 \cdot 0,392 = 68;$$

$$e = 0,25 \cdot 0,392 = 0,098 \text{ მ};$$

$$M_{ი2} = M_1 = 40,29 \text{ კმმ};$$

$$M_{ი12} = 58,92 \cdot 0,098 = 5,774 \text{ კმმ};$$

$$\xi_2 = 1 - (68^2 \cdot 58,92 / 3000 - 0,047 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 0,874;$$

$$k_{ი12} = \alpha_{ი1} + \xi_2 (1 - \alpha_{ი1}) = 0,81 + 0,874 (1 - 0,81) = 0,976;$$

$$M_{გ2} = (40,29 / 0,874) - (5,774 / 0,874 \cdot 0,976) = 40,24 \text{ კმმ};$$

$$\sigma = (N_2 / A_{საგ}) + (M_{გ2} / W_{საგ}) = 14234 \text{ კნ/მ}^2 =$$

$$= 14,23 \text{ მპა} < R_y \cdot m_{\sigma} \cdot m_{\varphi} \cdot m_{\eta} \cdot m_{\psi} = 15 \cdot 0,945 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 15,31 \text{ მპა}.$$

საანგარიშო წინაღობასა (15,31 მპა) და მაქსიმალურ ძაბვას $\sigma = 14,23$ მპა შორის სხვაობა შეადგენს 7%, რაც სავესებით მისაღებია.

დატვირთვის II შეხამებისათვის კვლავ ვაწარმოოთ გადაანგარიშება ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ფორმულით (7.35), კორექტირებული

განიკვეთისათვის (ნახ. 7.23):

$$\varphi = 1 - \alpha (\lambda / 100)^2 = 1 - 0,8 (68 / 100)^2 = 0,63;$$

$$\xi = 1 - [4,17 \cdot N_2 \cdot (1 - \varphi) / R_{საგ} \cdot A_{საგ} = 1 - [4,17 \cdot 58,92 \cdot (1 - 0,63) / 15 \cdot 10^3 \cdot 0,047] = 0,87;$$

$$k_{ი12} = 0,81 + 0,87 \cdot (1 - 0,81) = 0,975;$$

$$M_{გ2} = (40,29 / 0,87) - (5,774 / 0,87 \cdot 0,975) = 39,5 \text{ კმმ};$$

$$\sigma = (58,92 / 0,047) + (39,5 / 0,0031) = 13996 \text{ კნ/მ}^2 = 14 \text{ მპა} < 15,31 \text{ მპა}.$$

განსხვავება საანგარიშო წინაღობასა და ძაბვას შორის შეადგენს 9%-ს, რაც იმას ნიშნავს, რომ შემოთავაზებული სქემით გაანგარიშებისას განიკვეთის ეკონომია არის 2% ($9 - 7 = 2$), ანუ თუ ზედა სარტყლის მოცულობაა $0,12 \times 0,392 \times 7,732 = 0,364 \text{ მ}^3$ მისი 2% იქნება $0,007 \text{ მ}^3$.

საბოლოოდ ზედა სარტყლის განიკვეთის ვლებულობით $120 \times 392 \text{ მმ}$ (ნახ. 7.23).

ქვედა სარტყლის განიკვეთის შერჩევა

ძალა ქვედა სატყელში $H = H_1 = 85,95 \text{ კნ}$.

საყრდენ კვანძთან შემკრავი შედგება წრიული განიკვეთის BC73HC6-1 მარკის ფოლადის ორი ღეროსაგან [5], ხოლო შუა ნაწილში - ერთი ღეროსაგან. ორი ღეროს საჭირო განიკვეთის ფართობი მუშაობის პირობების $\gamma_c = 0,95$ ([5], პ. 6) კოეფიციენტისა და ძალების არათანაბარი განაწილების გამთვალისწინებელი $m_{\alpha} = 0,85$ ([5], პ. 3.4) კოეფიციენტის მხედველობაში მიღებით, გამოითვლება ფორმულით

$$A_{საგ} = H / R_y \cdot m_{\alpha} \cdot \gamma_c = 8595,0 \text{ (კგ)} / 2450 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 4,34 \text{ სმ}^2,$$

სადაც R_y - BC73HC6-1 მარკის ფოლადის საანგარიშო წინაღობაა გაჭიმვაზე ([5], ცხრ. 51).

ავიღოთ 2 ცალი ღერო, რომელთა დიამეტრია $d = 17 \text{ მმ}$, განიკვეთის ფართობი - $2 \times 2,27 = 4,54 \text{ სმ}^2$.

ქვედა სარტყლის შუაში ერთი ღეროს საჭირო განიკვეთის ფართობი

$$A_a = H / R_y = 8595,0 \text{ (კგ)} / 2450 = 3,51 \text{ სმ}^2.$$

ავიღოთ 1 ცალი ღერო დიამეტრით $d = 22 \text{ მმ}$ ($A = 3,801 \text{ სმ}^2$) (დანართი, ცხრ. 6).

კვანძური შეერთებათა გაანგარიშება
საყრდენი კვანძი (ნახ. 7.24)

მიყრდნობის სიბრტყეში ზედა სარტყელი შევაძომოთ თელეაზე. თელეის ფართობი

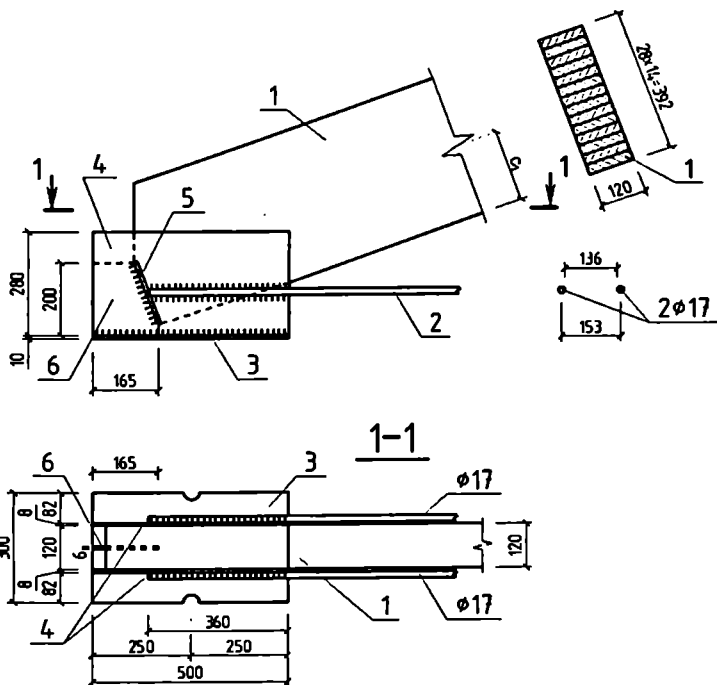
$$F_m = c \cdot b_{\text{გა}} / \cos \alpha = 0,5 \cdot h_{\text{გა}} \cdot b_{\text{გა}} / \cos \alpha = 0,5 \cdot 0,392 \cdot 0,12 / 0,97 = 0,024 \text{ მ}^2.$$

თელეის ძაბვა

$$\sigma = N' / F_m = 96,1 \cdot 0,024 = 4004 \text{ კნ/მ}^2 = 4,0 \text{ მპა} < R_m = 15 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 16,2 \text{ მპა}.$$

პირობა დაკმაყოფილებულია.

საყრდენი ფილა (ნახ. 7.24, პოზ. 3), რომელიც ეყრდნობა რკინაბეტონის კოლონის თავს, გავიანგარიშოთ წამწისაგან საყრდენზე გადაცემულ რეაქციაზე.



ნახ. 7.24. საყრდენი კვანძი: 1 - ზედა სარტყელი 120×420 მმ, 2 - ფოლადის ქვედა სარტყელი 2φ17; 3 - ფოლადის საყრდენი ფილა; 4 - ტრავერსი; 5 - მისაბჯენი ფილა; 6 - სიხისტის წიბო δ = 10 მმ.

ფილის საჭირო ფართობი

$$F_{\text{ფილა}} = A_1 / R_m = 42980 (6) / 8,5 \cdot 10^6 (3\alpha) = 0,0051 \text{ მ}^2,$$

სადაც $R_m = R_{\text{გა}} = 8,5 \text{ მპა} = 8,5 \cdot 10^6 \text{ პა}$ - B15 კლასის ბეტონის საანგარიშო წინაღობა ღერძული კუმშვის (თელეის) დროს პრიზმული სიმტკიცის მიხედვით ([31], დანართი 1).

საყრდენი ფილის ფართობი ავიღოთ კონსტრუქციულად:

$$F_{\text{ფილა}} = 0,5 \times 0,3 = 0,15 \text{ მ}^2 > F_{\text{ფილა}} = 0,0051 \text{ მ}^2.$$

საყრდენი ფილის სისქე განისაზღვრება ფილის კონსოლის ლენვაზე სიმტკიცის პირობიდან (ნახ. 7.25).

მლუნავი მომენტი ფილის განვიკვეთის ერთეულ სიგანეზე

$$M = \sigma_m \cdot a_1^2 / 2 = 0,286 \cdot 10^6 \cdot 0,086^2 / 2 = 1058 \text{ მ} = 1,06 \text{ კნმ};$$

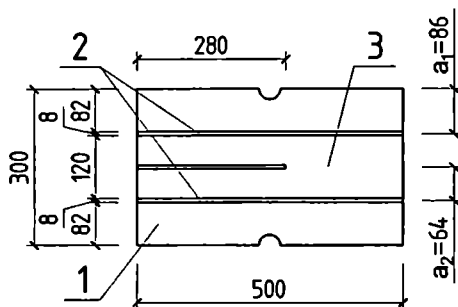
$$\sigma_m = A_1 / F_{\text{ნაყ}} = 42980 / 0,15 = 0,286 \cdot 10^6 \text{ პა} = 0,286 \text{ მპა}.$$

ფილის ერთეულოვანი ზოლის წინაღობის მომენტი $W_{n1} = \delta_1^2 / 6$.

სიმტკიცის პირობიდან ფილის საჭირო წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{საჭ}} = M / R_y \cdot \gamma_c.$$

სადაც $R_y = 240$ მპა BC313C6 მარკის ფოლადისათვის ([5], ცხრ. 51*); $\gamma_c = 1,2$ – მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ([5], ცხრ. 6);



ნახ. 7.25. საყრდენი ფილის სისქის განსაზღვრისათვის:

1 – ფილა; 2 – ტრავერსი; 3 – სიხისტის წიბო; a_1 – ფილის კონსოლის სიგრძე; a_2 – ფილის სიგანის ნახევარი.

$a_2 = 64$ მმ – ფილის სიგანის ნახევარია; $F_m = 0,12 \cdot 0,18 = 0,022 \text{ მ}^2$ – მისაბეჭენი ფილის ფართობია.

ერთეულოვანი ზოლის წინაღობის მომენტი $W_{n2} = \delta_2^2 / 6$.

წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{საჭ}} = M / R_y \cdot \gamma_c.$$

გაუტოლოთ $W_{\text{საჭ}} = W_{n2}$ და გამოვთვალოთ ფილის სისქე:

$$\delta_2 = \sqrt{\frac{6M}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 2237}{240 \cdot 10^6 \cdot 1,2}} = 0,0068 \text{ მ}.$$

მისაბეჭენი ფილის სისქე ავიღოთ $\delta_2 = 8$ მმ.

ქვედა სარტყლის $d17$ დიამეტრის მრგვალი ფოლადის ღეროები, მიედლებმა ტრავერსებს გარე მხრიდან (ნახ. 7.24) 4 კუთხური ნაკერით, რომლებმაც უნდა მიიღონ ქვედა სარტყელში მოქმედი ძალა.

შედულების ნაკერის სიგრძე განისაზღვრება ჭრაზე ნაკერის სიმტკიცის პირობიდან.

მრგვალი ღეროს ფურცელთან შედულების დროს ნაკერის კათეტის მაქსიმალური სიგრძე

$$K_f = 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 8 = 9,6 \text{ მმ} \text{ ([5], პ.12.8)},$$

სადაც t არის შესაერთებელი ელემენტების მინიმალური სისქე; K_f -ის მინიმალური მნიშვნელობა ხელით შედულებისას 8 მმ ([5], ცხრ. 38*).

შედულების ნაკერის საანგარიშო სიგრძე

$$L_{\text{საჭ}} = H / 4 \cdot R_w \cdot \beta_f \cdot K_f \cdot \gamma_w \cdot \gamma_c = 85950 / 4 \cdot 180 \cdot 10^6 \cdot 0,7 \cdot 0,008 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0213 \text{ მ},$$

გაუტოლოთ $W_{\text{საჭ}} = W_{n1}$ და გამოვთვალოთ ფილის სისქე:

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{6M}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1058}{240 \cdot 10^6 \cdot 1,2}} = 0,0047 \text{ მ}.$$

ავიღოთ ფილის სისქე $\delta_1 = 10$ მმ.

მისაბეჭენი ფილა (ნახ. 7.24, პოზ. 5)

მიედლებულია ტრავერსებზე და ქვემოდან გამაგრებულია სიხისტის წიბოთი. მისი სისქე განისაზღვრება ღუნვაზე სიმტკიცის პირობის მიხედვით. ერთეულოვანი ზოლის მლუნავი მომენტი

$$M = q \cdot a_2^2 / 8 = 4,37 \cdot 10^6 \cdot 0,064^2 / 8 = 2237$$

მმ, სადაც

$$q = \sigma = N^1 / F_m = 96,1 / 0,022 =$$

$$= 4368 \text{ კნ/მ}^2 = 4,37 \text{ მპა} = 4,37 \cdot 10^6 \text{ პა};$$

სადაც $R_{wf} = 180$ მპა - 342 ელექტროდით შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინალობა კრაზე ([5], ცხრ. 56); $\beta_f = 0,7$ არის კოეფიციენტი ხელით შედუღებისას ([5], პ. 11.2); $K_f = 0,008$ - ნაკერის კათეტი (8 მმ); $\gamma_c = 1$ მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ([5], ცხრ. 6, პ. 6.6. შენიშვნა 3); $\gamma_{wf} = 1$ - ნაკერის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ([5], პ. 11.2).

შედუღების ნაკერის სიგრძეს ვიღებთ კონსტრუქციულად, ნორმების ([5], პ. 12.8) შესაბამისად, მაგრამ არა ნაკლებ 40 მმ-ისა. ავიღოთ $l_{აჲ} = 240$ მმ.

ტრავერსის სიმაღლე (ნახ. 7.24, პოზ. 6) ავიღოთ ნახაზის მიხედვით, კონსტრუქციულად $h_{ტრ} = 280$ მმ.

7.2. კეხის კვანძი

კეხის კვანძის გაანგარიშება ითვალისწინებს ორი მხრიდან ხის ზედის მისამაგრებლად საკირო ჯანჭიკების რაოდენობის დადგენას კვანძზე მოქმედი განივი ძალის მიხედვით.

კვეთი 3-3. (ნახ. 7.26).

ჯანჭიკების საკირო რაოდენობა

$$n_3 = R_1 / 2 \cdot T_{აჲ}$$

ჯანჭიკების განლაგების სიბრტყეში მოქმედი რეაქცია

$$R_1 = Q / [1 - (l_1 / l_2)],$$

სადაც $Q = q \cdot l_1 / 8$ - განივი ძალაა, რომელიც განისაზღვრება ზედა სარტყლის ნახევარზე მოქმედი ცალმხრივი დატვირთვის q -ის მიხედვით:

$$Q = 3840 \cdot 15 / 8 = 7200 \text{ ნ.}$$

მაშინ

$$R_1 = 7200 / [1 - (0,24 / 0,8)].$$

$T_{აჲ}$ არის ჯანჭიკის პირობითი ჯრის მინიმალური საანგარიშო მზიდუნარიანობა. ჩვენს შემთხვევაში გვაქვს სიმეტრიული ორჯრადი ჯანჭიკები, ამიტომ ([5], ცხრ. 17)-ის მიხედვით, როცა ძალის მოქმედება ხდება $\alpha = 76^\circ$ კუთხით (წამწის ზედა სარტყლისათვის), $K_\alpha = 0,647$ ([5], ცხრ. 19), ხოლო როცა $\alpha = 90^\circ$ (ხის ზედებისათვის), $K_\alpha = 0,6$ ([5], ცხრ. 19).

ზედის სისქე ავიღოთ $a = 80$ მმ, სიგანე - 200 მმ, სიგრძე - 1000 მმ, ჯანჭიკების დიამეტრი - $d = 16$ მმ. ნორმების შესაბამისად ვანგარიშობთ ერთი ჯანჭიკის მზიდუნარიანობას შუა ელემენტისა და განაპირა ელემენტის თელვისა და ჯანჭიკის ღუნვის პირობისას ხის ზედების შემთხვევაში.

$$T_{აჲ}^c = 0,5 \cdot b \cdot d \cdot k_\alpha \cdot m_n \cdot m_b = 0,5 \cdot 12 \cdot 1,6 \cdot 0,647 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 6,71 \text{ კნ.}$$

$$T_{აჲ}^b = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot k_\alpha \cdot m_n \cdot m_b = 0,8 \cdot 8 \cdot 1,6 \cdot 0,647 \cdot 1,2 \cdot 0,9 = 6,71 \text{ კნ.}$$

$$R_c = (1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot a^2) \cdot \sqrt{k_\alpha \cdot m_n \cdot m_b} = (1,8 \cdot 1,6^2 + 0,02 \cdot 8^2) \cdot \sqrt{0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,9} = 4,74 \text{ კნ.}$$

ჯანჭიკების საკირო რაოდენობა

$$n_3 = R_1 / 2 \cdot T_{აჲ} = 10,3 / 2 \cdot 4,74 = 1,09 \text{ ცალი.}$$

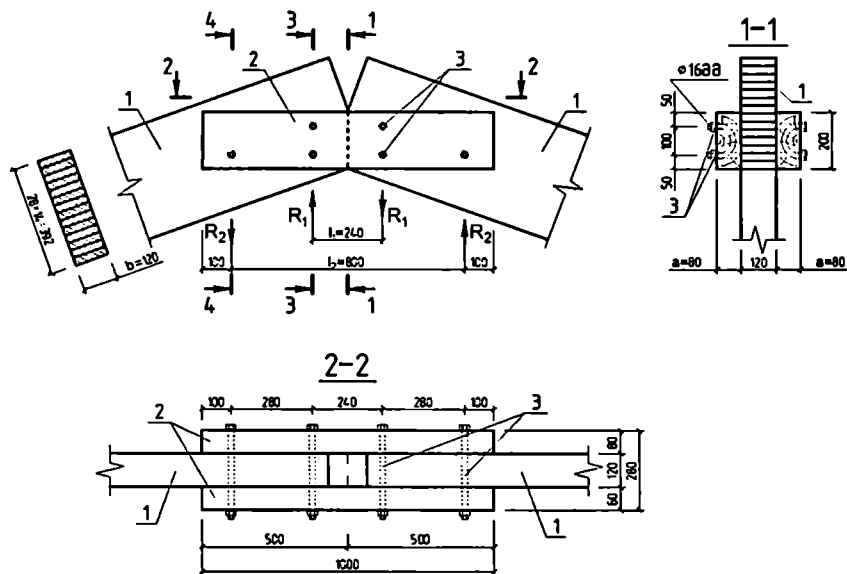
ვიღებთ 2 ჯანჭიკს.

კვეთი 4-4.

$$R_2 = Q / [(l_2 / l_1) - 1] = 7200 / [(0,8 / 0,24) - 1] = 3090 \text{ ნ} = 3,09 \text{ კნ.}$$

$$n_4 = R_2 / 2 \cdot T_{აჲ} = 3,09 / 2 \cdot 4,74 = 0,33 \text{ ცალი.}$$

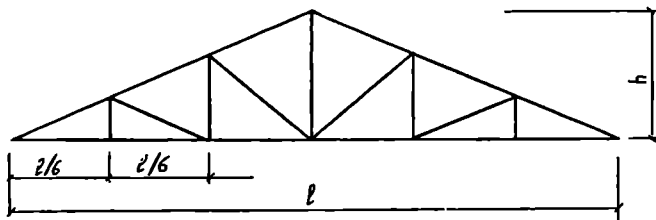
ვიღებთ 1 ჯანჭიკს.



ნახ. 7.26. კეხის კვანძი: 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ზედი; 3 - ქანკიები $d = 16$ მმ.

7.7. სამკუთხა წამწე შუბლურ კდობებზე

ასეთი წამწე ერთ-ერთი ყველაზე ძველი სახეობაა. ძირითადად იყენებენ დაღმავალ ირიბანებიან სქემას (ნახ. 7.27), რომლის დროს დაღმავალი ირიბანები ყოველთვის შეკუმშულია, ხოლო დგარები - გაჭიმული. შესაბამისად, სარტყლები და ირიბანები მზადდება მთლიანკვეთიანი ძელებისა ან მორებისაგან, დგარები - ფოლადის ღეროებისაგან. ეს ვარიანტი წამწის მუშაობის მხრივ საიმედოა. ფოლადის დგარები საშუალებას იძლევა, დავარეგულიროთ ქვედა სარტყლის კვანძების დონე, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს შევიდული კერის მოწყობისას.



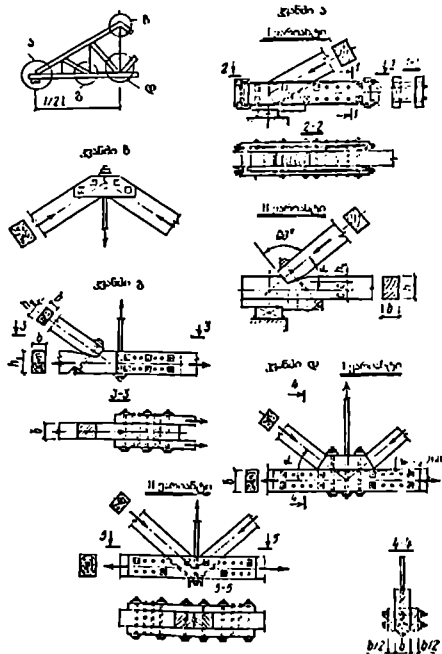
ნახ. 7.27. სამკუთხა წამწე შუბლურ კდობებზე.

ამ კონსტრუქციის წამწების უპირატესობაა საიმედოობა, დამზადებისა და აწყობის სიმარტივე, ფოლადის დგარების დაჭიმვით კვანძების შეერთებათა სიმჭიდროვის უზრუნველყოფა და ჩალუნვის დეფორმაციების სიმცირე.

წამწების გადაწყვეტის ძელური და მოროვანი ვარიანტები ნაჩვენებია 7.28 და 7.29 ნახაზებზე.

ჭდობები მნიშვნელოვნად ასუსტებს წამწის სარტყლებს, ამიტომ ძელური წამწების შესუსტებულ განივკვეთებში ძაბვების შემცირების მიზნით საყრდენ და შუალედ კვანძებში დაცენტრებას ახდენენ შესუსტებული განივკვეთის ცენტრის მიმართ (ნახ. 7.28, კვანძი ა, II ვარიანტი). მორიან წამწებში ყველა კვანძი შეიძლება დაცენტრებული იქნეს სარტყლის მორის ღერძის მიმართ, რადგან ჭდობით მორის შესუსტება იწვევს შესუსტებული განივკვეთის ღერძის უმნიშვნელო გადანაცვლებას მორის ღერძისაგან.

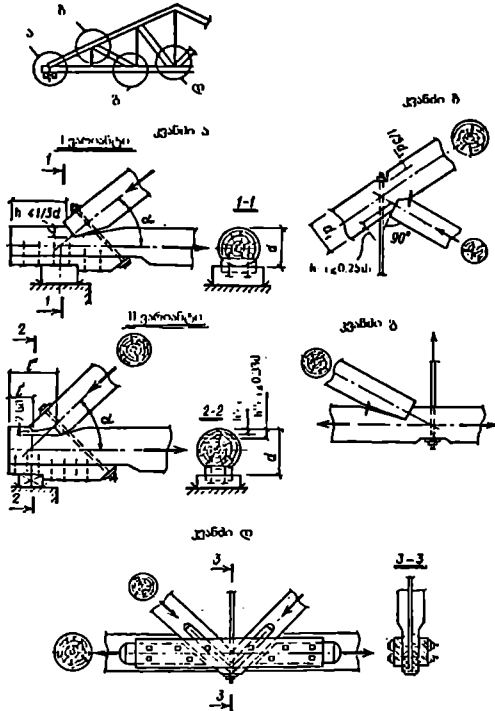
ჭდობებზე განხორციელებული სამკუთხა წამწების ნაკლოვანი მხარეა ახლოვის საშიშროება კვანძებში, განსაკუთრებით ორ კბილზე ჭდობისას საყრდენ კვანძში, ამიტომ ხშირად საყრდენ კვანძს აწყობენ შუბლური მიდგმით (ნახ. 7.28, კვანძი ა, I ვარიანტი), როდესაც შეკუმშული ზედა სარტყელი ებჯინება სპეციალურ ხის ბალიშს, ხოლო უკანასკნელი - ლითონის შევლერს, რომელშიც წრიული განივკვეთის ფოლადის ჭიმიტია გაყრილი. კვანძი ორი მხრიდან გაძლიერებულია ხის ზედებით დამაგრებული ფოლადის წირწკიმალებით. ასეთი კონსტრუქცია საიმედოა, ვინაიდან გამჭიმვი ძალა ლითონის ჭიმიტზე გადაეცემა და კვანძის რღვევა ხის მასალის ახლოვარზე მუშაობის შედეგად თავიდან არის აცილებული.



ნახ. 7.28. სამკუთხა ძელური წამწე შუბლურ ჭდობებზე. საყრდენი ბალიშისა და ჭიმიტისა

არსებობს სამკუთხა ძელური წამწეების ვარიანტი ლითონის ქვედა სარტყლითაც, რაც უფრო ზრდის მათ საიმედოობას.

სამკუთხა წამწეების გაანგარიშება ხდება ცნობილი წესებით (§7.4). შუბლური მიდგმით შესრულებული საყრდენი კვანძის გაანგარიშება კი ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით: საყრდენ პანელში მოქმედი ძალის მიხედვით განისაზღვრება ფოლადის ჭიმების დიამეტრი, გამოითვლება ფოლადის წირწყვიმალების რაოდენობა, რომლებიც ხის ზედაფს აერთებს ქვედა სარტყელთან, ღუნვაზე გაანგარიშდება ფოლადის



ნახ. 7.29. სამკუთხა მორივანი წამწე შუბლურ ჭლობებზე. საერთო ხედი და კვანძები.

კუთხოვანები, რომლებიც ძალას გადასცემენ ხის ზედაფს, და შველური, რომელზეც მიბჯენილია ხის შუასადები.

წამწეების აწყობა მიმდინარეობს თარაზულ მდგომარეობაში მოედანზე, სადაც განლაგებენ შაბლონების მიხედვით წინასწარ დაშაბდებულ წამწის ელემენტებს. აწყობის სისწორის კონტროლის მიზნით წინასწარ გამოიხაზება წამწის კონტურები საშმენებლო აწევის გაუთვალისწინებლად და საშმენებლო აწევით. თავდაპირველად წამწის აწყობა ხდება საშმენებლო აწევის გარეშე ანუ სწორხაზოვანი სარტყელებითა და პირაპირებით. შემდეგ ლითონის დგარების სიგრძეებს თანდათან ამცირებენ ქანჩების ჩაბრახვისა და დგარის მოჭიმვის საშუალებით, ვიდრე ქვედა სარტყელი არ მიიღებს ალუნვის მრუდის მდგომარეობას.

მაგალითი 7.2. დასაგეგმარებელია საგამოფენო პავილიონის გადახურვის სამკუთხა ძეგური წამწე შვიდიკუთხედი კერით შემდეგი მონაცემების მოხედვით:

1. კონსტრუქციის მალი - $l = 21$ მ;
2. მანძილი შიდა კონსტრუქციებს შორის (ბოიჯი) - $B = 3$ მ;
3. შენობის სიგრძე - $L = 60$ მ;
4. შიდა კონსტრუქციის მასალა - ფიჭვი; BC7316-1 მარკის ფოლადი;
5. მერქნის ტენიანობა - $\leq 15\%$;
6. ხის კონსტრუქციების ჯგუფი - A1;
7. ხის მასალის ხარისხი - II;
8. სახურავი - ცივი;
9. სახურავის მასალა - დაპროფილებული ფოლადის მოთუთიებული ფენილი მარკით H60-782-1;
10. შენობის ცეცხლმდებლობის ხარისხი - II;
11. შშენებლობის ადგილი - ქ. მცხეთა.

კონსტრუქციული სქემის შერჩევა

ვაგეგმარებთ სამკუთხა ექვსკანალიან ძეგურ წამწეს შუბლურ ჰეობებზე (ნახ. 7.27). წამწის მალი $l = 21$ მ; სიმაღლე $h = l/5 = 21/5 = 4,2$ მ. ქვედა სარტყლის პანელის სიგრძე $U = 21/6 = 3,5$ მ; სახურავის დახრის კუთხე $\text{tg} \alpha = 2 \cdot h / l = 2 \cdot 4,2 / 21 = 0,4$; $\alpha = 21^{\circ}48'$, რაც პასუხობს ფოლადის დაპროფილებული ფენილის მოთხოვნებს (დანართი, ცხრ.25). $\cos \alpha = 0,9285$; $\sin \alpha = 0,3714$.

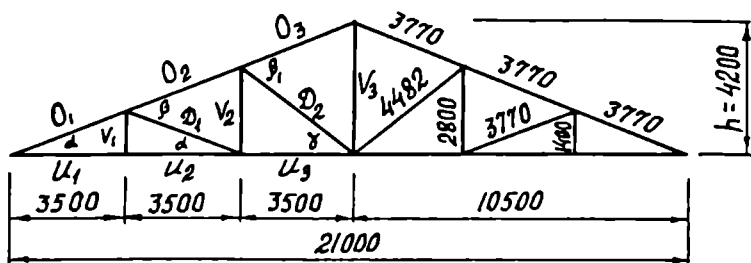
შვიდიკუთხედი კერის გამათხუნებლად გამოყენებულია ორი ფენა მინერალური ზამბის ფილები, სისქით 50 მმ, ხოლო ლითონის ელემენტებისათვის - BC7316-1 მარკის ფოლადი (I5), ცხრ.50; 51). გადახურვის სივრცითი სიხისტე უზრუნველყოფილია ჰორიზონტალური და შვეული კავშირების სისტემით და შენობის გრძივი მიმართულებით წამწის ზედა სარტყელზე დაყრდნობილი გრძივებით (გაწყვილებული ფიცრებისაგან $\delta = 50$ მმ, სიმაღლე - $h_8 = 150$ მმ).

წამწის სტატიკური გაანგარიშება

წამწის გეომეტრიული ზომები მოცემულია 7.30 ნახაზზე.

$$\beta = 2\alpha = 43^{\circ}36'; \text{tg} \gamma = V_2 / U_2 = 2,8 / 3,5 = 0,8; \gamma = 38^{\circ}40'; \beta_1 = \gamma + \alpha = 60^{\circ}28'.$$

წამწეზე მოსული დატვირთვები თავმოყრილია 7.2 ცხრილში.



ნახ. 7.30. წამწის გეომეტრიული ზომები, მმ.

№	დატვირთვის სახე	ნორმატიული დატვირთვა, ნ/მ^2	დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი, γ_f	საანგარიშო დატვირთვა, ნ/მ^2
1.	დატვირთვა სახურავისაგან (სახურავის სიბრტყეში): დაპროფილეებული ფოლადის ფენილი	133	1,1	145
2.	მოლარტყვა 0,05-0,05-5000-2	25	1,1	28
3.	წივნივები	30	1,1	33
4.	გრძივები (0,1-0,15-5000) /3,5	22	1,1	24
ს უ ლ ცხა		210	1,1	231
	დატვირთვა სახურავისაგან ჰორიზონტალური პროექციის 1 მ ² -ზე $g/\cos\alpha = g/0,9285$	226		249
5.	თოვლის დატვირთვა: $S = S_{0e} = 430 \cdot 1$	490	1,4	688
6.	ქვიშა-კირის ქერქი 0,01-16000	160	1,2	190
7.	მინერალური ბაზმის ფილები 0,1-2000 ($\gamma = 2000 \text{ ნ/მ}^3$)	200	1,2	240
8.	ორთქლიზოლაგია (ტოლი)	20	1,1	22
9.	ფიგარფენის ფარები 0,06-5000	300	1,1	330
10.	ბათქაში 0,02-16000	320	1,1	384
ს უ ლ ცხა		1000		1166

შენიშვნა: ა) α - სახურავის ფორმაზე დამოკიდებული კოეფიციენტი (131, ცხრ.5). თუ $\alpha \leq 25^\circ$, მაშინ $e = 1$; თუ $\alpha \geq 60^\circ$, მაშინ $e = 0$.

ბ) γ_f - დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი თოვლისათვის. თუ $g^f/S_0 < 0,8$, მაშინ $\gamma_f = 1,6$; როცა ეს ფარდობა მეტია 0,8-ზე, მაშინ $\gamma_f = 1,4$.

გ) თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ქ. მეხეთისათვის $S_0 = 0,49 \text{ კნ/მ}^2$ (დანართი, ცხრ.1). $g^f/S_0 = (1000-490) / 490 = 1,04 > 0,8$; $\gamma_f = 1,4$.

წამწის საანგარიშო საკუთარი წონა

$$g_{\text{წამწ}} = (g_{\text{ხა}} + g_{\text{ფა}} + S) / [(1000/K_{\text{წამწ}} \cdot l) - 1] = (231 + 1166 + 688) / [(1000/5,5 \cdot 21) - 1] = 280 \text{ ნ/მ}^2,$$

სადაც $K_{\text{წამწ}} = 5,5$ - საკუთარი წონის კოეფიციენტი (დანართი, ცხრ.18).

წამწეზე მოსული ყველა სახის დატვირთვა, გაანგარიშების გამარტივების მიზნით, პირობითად მოღებულა ზედა სარტყლის კვანძებში და ასე ვახდენთ წამწის სტატკურ გაანგარიშებას.

კვანძური დატვირთვები (საყრდენი კვანძის გარდა):

მუდმივი ზედა სარტყელის კვანძებში

$$P_1 = (g_{\text{ხა}} + 0,5 \cdot g_{\text{წამწ}}) \cdot d \cdot B = (249 + 0,5 \cdot 280) \cdot 3 \cdot 3,5 = 40856 \text{ ნ} = 4,09 \text{ კნ};$$

დროებითი ზედა სარტყელის კვანძებში

$$P_2 = S \cdot d \cdot B = 688 \cdot 3 \cdot 3,5 = 7224 \text{ ნ} = 7,22 \text{ კნ};$$

სრული ზედა სარტყელის კვანძებში

$$P' = P_1 + P_2 = 4,09 + 7,22 = 11,31 \text{ კნ};$$

მუდმივი ქვედა სარტყლის კვანძებში

$$P_3 = (\text{გვ.} + 0,5 \cdot \text{გ.წ.}) \cdot d \cdot B = (1166 - 0,5 \cdot 280) \cdot 3 \cdot 3,5 = 13713 \text{ გ} = 13,71 \text{ კნ.}$$

კვანძური დატვირთვის სრული მნიშვნელობა

$$P = P' + P_3 = 11,31 + 13,71 = 25,02 \text{ კნ.}$$

წამწის ელემენტებში ძალების განსაზღვრისას იგულისხმება, რომ ყველა კვანძში ელემენტების შეერთება სახსროვანია, რაც წამწეს აქცევს სტატიკურად რკვევად სისტემად. ძალების განსაზღვრას ვახდენთ გრაფიკულად (ნახ. 7.31) მაქსველ-კრემონას დიაგრამის აგებით [32] სრული დატვირთვისაგან მთელ მალზე (სამკუთხა წამწის ელემენტებში მაქსიმალური ძალების მისაღებად საკმარისია დროებითი და მუდმივი დატვირთვები ვამოქმედოთ მთელ მალზე და საკირო არ არის იმ შეხამების განხილვა, როცა მალის ნახევარი იტვირთება დროებითი, ხოლო მთელი მალი - მუდმივი ტვირთით).

წამწის ელემენტებში საანგარიშო ძალები

ცხრილი 7.3

წამწის ელემენტები	აღნიშვნა		ძალა, კნ
	ღეროს	ძალის	
ზედა სარტყელი	3-6	O ₁	-166
	4-8	O ₂	-130
	5-10	O ₃	-98
ქვედა სარტყელი	1-6	S ₁	153
	1-7	S ₂	153
	1-9	S ₃	121
ირიბანები	7-8	D ₁	-35
	9-10	D ₂	-39
დგარები	6-7	V ₁	13,71
	8-9	V ₂	12
	10-10'	V ₃	49

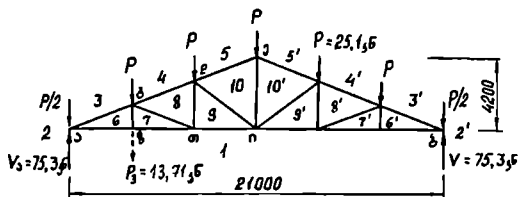
შენიშვნა: ა) წამწის ელემენტებში ძალების გამოთვლისას ქვედა სარტყლის კვანძებში მოქმედი შეყურსული დატვირთვები შეკიდული ჭერისაგან, ატანილია და მოდებულია ზედა სარტყლის კვანძებში მაქსველ-კრემონას დიაგრამის აგების გამარტივების მიზნით;

ბ) 6-7 და 7'-6' ღეროებში ძალები დატვირთვის იმ სქემისათვის, რომელიც მოცემულია 7.32 ნახაზზე, წულის ტოლია, მაგრამ სინამდვილეში მათში მოქმედებს $P_3 = 13,71$ კნ ძალა, რომელიც შეტანილია 7.3 ცხრილში 6-7 ღეროს გასწვრივ.

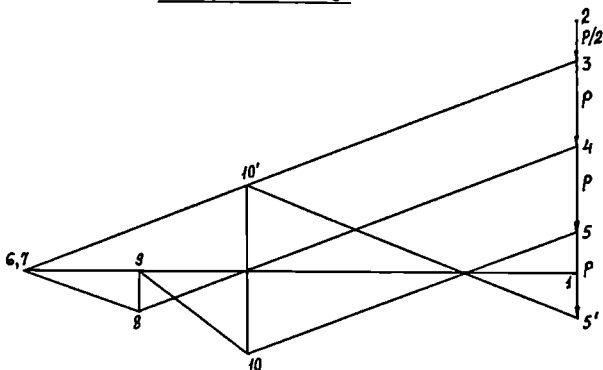
რადგანაც წამწეზე მოქმედებს სიმეტრიული დატვირთვა, ამიტომ დიაგრამას ვაგებთ მარტო მარცხენა ნახევრისათვის.

როცა ზედა სარტყლის კვანძებია დატვირთული, მაშინ 6-7 ღეროში ძალა წულის ტოლია. სინამდვილეში 6-7 ღეროში ძალა ტოლი იქნება „ზ“ კვანძში მოდებული დატვირთვისა, რომელიც გადაეცემა კვანძს გადმოცემულია შეკიდული ჭერისაგან - $P_3 = 13,71$ კნ. დანარჩენი ელემენტებისათვის მნიშვნელობა არა აქვს, დატვირთვა ზედა კვანძში იქნება მოდებული, თუ ქვედაში.

საანგარიშო ძალები გამოთვლილი წამწის ელემენტებში მოცემულია 7.3 ცხრილში.



შახტაბი 1 ს - 10 კნ



ნახ. 7.32. მაქსელ-კრემონას დიაგრამა.

წამწის კონსტრუქციული გაანგარიშება

1. ზედა სარტყლის განივკვეთის შერჩევა. მაქსიმალური მკუმშავი ძალა $N_{სკ} = O_1 = 166 \text{ კნ} = 0,166 \text{ მგნ}$. წინასწარ ხდება განივკვეთის შერჩევა ლუნვის გარეშე. მივიღოთ: განივკვეთის სიგანე $b = 125 \text{ მმ}$ (დანართი, ცხრ.4); მერქნის ხარისხი - II; ჯიში - ფიჭვი. მაშინ მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე, როცა $11 < b < 13 \text{ სმ}$, $R_k = 14 \text{ მპა}$ (დანართი, ცხრ.7).

განივკვეთის ფართობის საჭირო მნიშვნელობა (მიახლოებით)

$$A_{სკ} = N / 0,6 \cdot R_k = 0,166 / 0,6 \cdot 14 = 0,02 \text{ მ}^2,$$

სადაც კოეფიციენტი 0,6 ითვალისწინებს ჩაღუნვისა და მლუნავი მომენტის მოქმედებას.

განივკვეთის საჭირო სიმაღლე $h_{სკ} = A_{სკ} / b = 0,02 / 0,125 = 0,16 \text{ მ}$; ავიღოთ ზედა სარტყლის განივკვეთის ზომები $b \times h = 0,125 \times 0,02 \text{ მ}$, ფართობით $A = 0,025 \text{ მ}^2$.

საანგარიშო წინაღობისათვის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი აღებული განივკვეთის სიმაღლისათვის, $m_b = 1$. გრძივი ძალების ექსცენტრისიტეტის სიდიდე მივიღოთ $e = 30 \text{ მმ} = 0,03 \text{ მ}$.

მოქმედი მაქსიმალური გრძივი ძალის მოქმედებისას, M მლუნავი მომენტი, როცა ღეროს გეგმილის სიგრძეა $d = 3,5 \text{ მ}$ (ნახ. 7.30):

$$M = [(g+S) \cdot d^2 / 8] - N \cdot e = [(4,2+1,8) \cdot 3,5^2 / 8] - 166 \cdot 0,03 = 4,2 \text{ კნმ} = 0,0042 \text{ მგმ},$$

სადაც $g = (249+1160) \cdot B = (249+1160) \cdot 3 = 4227 \text{ ნ/მ} = 4,2 \text{ კნ/მ}$;

$$S = 600 \cdot B = 600 \cdot 3 = 1800 \text{ ნ/მ} = 1,8 \text{ კნ/მ}.$$

განივი ძალა

$$Q = (g+S) \cdot d / 2 \cdot \cos \alpha = (4,2+1,8) \cdot 3,5 / 2 \cdot 0,9285 = 11,3 \text{ კნ} = 0,0113 \text{ მგ}.$$

შევაგონოთ შერჩეული განივკვეთი ნორმალურ ძაბვებზე მაქსიმალური გრძივი ძალის $N = 0,166$ მგნ და მლუნავი მომენტის $M = 0,0042$ მგნ მოქმედებისას.

ელემენტის სიგრძე $l_0 = 3,77$ მ; განივკვეთის ფართობი $A = 0,025$ მ²; წინაღობის მომენტი $W = b \cdot h^2 / 6 = 0,125 \cdot 0,2^2 / 6 = 0,0005$ მ³; ინერციის რადიუსი $i = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 0,2 = 0,058$ მ; მოქნილობა $\lambda = l_0 / i = 3,77 / 0,058 = 65$.

გრძივი ძალით გამოწვეული დამატებითი მლუნავი მომენტის გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (N \cdot \lambda^2 / 3000 \cdot R_c \cdot A) = 1 - (0,166 \cdot 65^2 / 3000 \cdot 14 \cdot 0,025) = 0,33.$$

მლუნავი მომენტი ლუნვის დეფორმაციის გათვალისწინებით

$$M_e = M / \xi = 0,0042 / 0,33 = 0,013 \text{ მგნ.}$$

ძაბვა

$$\sigma = N / A + M_e / W = 0,166 / 0,025 + 0,013 / 0,0005 = 32,64 \text{ მპა} > R_c = 14 \text{ მპა.}$$

სიმტკიცის პირობა არ არის დაკმაყოფილებული. გავზარდოთ განივკვეთი და თავიდან მოვახდინოთ ძაბვებზე შემოწმება.

მივიღოთ ზედა სარტყლის განივკვეთი $b \times h = 0,125 \times 0,225$ მ (დანართი, ცხრ.4). $A = 0,028$ მ²; $R_c = 14$ მპა; $W = 0,125 \cdot 0,225^2 / 6 = 0,0011$ მ³; $i = 0,289 \cdot 0,225 = 0,065$ მ; $\lambda = 3,77 / 0,065 = 58$; $\xi = 1 - (0,166 \cdot 58^2 / 3000 \cdot 14 \cdot 0,028) = 0,53$; $M_e = 0,0042 / 0,53 = 0,008$ მგნ.

ძაბვა

$$\sigma = N / A + M_e / W = 0,166 / 0,028 + 0,008 / 0,0011 = 13,17 \text{ მპა} < R_c = 14 \text{ მპა.}$$

სიმტკიცის პირობა დაკმაყოფილებულია. შევაგონოთ დანიშნული განივკვეთი (ნახ. 7.33) მაქსიმალური მლუნავი მომენტისა და გრძივი ძალის $N = O_2 = 98$ კნ ერთობლივ მოქმედებაზე:

$M = [(g+S) \cdot d^2 / 8] - N \cdot e = [(4,2 + 1,8) \cdot 3,5^2 / 8] - 98 \cdot 0,03 = 6,25$ კმმ $= 0,006$ მგნ; $W = 0,0011$ მ³; $i = 0,065$ მ; $\lambda = 58$; $\varphi = 3000 / \lambda^2 = 3000 / 58^2 = 0,9$; $\xi = 1 - (N / \varphi \cdot R_c \cdot A) = 1 - (0,098 / 0,9 \cdot 14 \cdot 0,025) = 0,7$; $M_e = 0,006 / 0,7 = 0,0086$ მგნ.

ძაბვა

$$\sigma = 0,098 / 0,028 + 0,0086 / 0,0011 = 11,3 \text{ მპა} < R_c = 14 \text{ მპა.}$$



ნახ. 7.33. ზედა სარტყლის განივკვეთი (ზომები მმ-ში).

შემდეგ ეტაპზე საჭიროა შევაგონოთ დანიშნული განივკვეთი მზებ ძაბვებზე მოქმედი განივი ძალა $Q = 0,0113$ მნ მიხედვით. ღეროს ბოლოების განივკვეთის სიმაღლე, რომელიც უზრუნველყოფს თავისთავზე გრძივი ძალის ექსცენტრისიტეტის $e = 0,03$ მ მიღებას, ტოლია $h_0 = [(h/2) - e] \cdot 2 = [(0,225/2) - 0,03] \cdot 2 = 0,165$ მ. მერქნის საანგარიშო წინაღობა ახლურაზე $R_{cs} = 1,5$ მპა (დანართი, ცხრ.7).

განივკვეთის სტატიკური მომენტი

$$S = b \cdot h^2 / 8 = 0,125 \cdot 0,165^2 / 8 = 0,00042 \text{ მ}^3.$$

ინერციის მომენტი

$$J = b \cdot h^3 / 12 = 0,125 \cdot 0,165^3 / 12 = 0,000046 \text{ მ}^4.$$

მზები ძაბვა

$$\tau = Q \cdot S / J \cdot b = 0,0113 \cdot 0,00042 / 0,000046 \cdot 0,125 = 0,83 \text{ მპა} < R_{cs} = 1,5 \text{ მპა.}$$

ზედა სარტყლის განივკვეთის შემოწმებას მდგრადობაზე ზრტყლი ფორმის დეფორმაციის გამოვალისწინებით არ ვახდენთ, რადგანაც წაშლის მართობ სიხრტყევი ის დამატებულია გრძივი ძალის საშუალებით ყოველ 0,94 მ-ზე და მისი მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

2. ქვედა სარტყლის განივკვეთის შერჩევა. გაშკიმი მაქსიმალური გრძივი ძალის მნიშვნელობა $N = S_1 = 153$ კნ $= 0,153$ მგნ (ცხრ. 7.3). მერქნის საანგარიშო წინაღობა გაკიშვაზე $R_c = 7$ მპა (დანართი,

ცხრ.7). მუშაობის პირობების კოეფიციენტი გაკიბული ელემენტებისათვის, რომლებსაც განიკვეთი შუსუსტებები აქვს, $m_0 = 0,8$ ([1], 3.3.2). მაშინ $R_0 = 7 \cdot 0,8 = 5,6$ მპა.

განიკვეთის საჭირო ფართობი

$$A = N/0,8 \cdot R_0 = 0,153/0,8 \cdot 5,6 = 0,034 \text{ მ}^2.$$

განიკვეთის სიგანე აიღება ზედა სარტყლის განიკვეთის სიგანის ანალოგიურად $b = 0,125$ მ, მაშინ სიმაღლე $h = 0,034/0,125 = 0,27$ მ. ავიღოთ ძელი, რომლის განიკვეთია $b \times h = 0,125 \times 0,275$ მ. $A = 0,034 \text{ მ}^2$ (ნახ. 7.34).

ძაბვა

$$\sigma = N/A = 0,153/0,034 = 4,5 \text{ მპა} < R_0 = 5,6 \text{ მპა}.$$



ნახ. 7.34. ქვედა სარტყლის განიკვეთი (ზომები მმ-ში).

3. ირიბანების განიკვეთის შერჩევა. ირიბანა 7-8.

$N = D_1 = 35$ კნ $= 0,035$ მნ, ირიბანას სიგრძე $l_{01} = 3,77$ მ, მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე - $R_0 = 14$ მპა.

ირიბანას განიკვეთის სიმაღლეს ვსაზღვრავთ ზღვრული მოქნილობის მიხედვით

$$\lambda = l_0/i = l_{01}/0,289 \cdot h \leq \lambda_{\text{დ}} = 150, \text{ საიდანაც } h = l_{01}/0,289 \cdot \lambda_{\text{დ}} = 3,77/0,289 \cdot 150 = 0,086 \text{ მ}.$$

მოვიღოთ 7-8 ირიბანას განიკვეთი $b \times h = 0,125 \times 0,125$ მ (ნახ. 7.35). $A = 0,016 \text{ მ}^2$.

ძაბვა ირიბანაში

$$\sigma = N/A \cdot \varphi = 0,035/0,016 \cdot 0,16 = 13,7 \text{ მპა} < R_0 = 14 \text{ მპა},$$

სადაც, როცა მოქნილობა

$$\lambda = l_0/i = l_{01}/0,289 \cdot h = 3,77/0,289 \cdot 0,125 = 104.$$

შესაბამისი გრძობი ღუნვის კოეფიციენტის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\varphi = 1 - \alpha(\lambda/100)^2 = 1 - 0,8 \cdot (104/100)^2 = 0,16.$$

ირიბანა 9-10. ძალა $N = D_2 = 39$ კნ $= 0,039$ მგნ. ირიბანას სიგრძე

$l_{02} = 4,482$ მ; $R_0 = 14$ მპა. განიკვეთის საჭირო სიმაღლე

$$h = l_{02}/0,289 \cdot \lambda_{\text{დ}} = 4,482/0,289 \cdot 150 = 0,103 \text{ მ}.$$

მოვიღოთ 9-10 ირიბანას განიკვეთი $b \times h = 0,125 \times 0,15$ მ (ნახ. 7.36),

$$A = 0,019 \text{ მ}^2, \text{ მოქნილობა } \lambda = l_{02}/0,289 \cdot h = 4,482/0,289 \cdot 0,15 = 103;$$

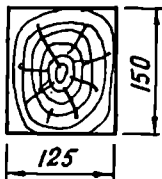
შესაბამისი

$$\varphi = 1 - \alpha(\lambda/100)^2 = 1 - 0,8 \cdot (103/100)^2 = 0,18.$$

ძაბვა

$$\sigma = N/\varphi A = 0,039/0,18 \cdot 0,019 = 11,4 \text{ მპა} < R_0 = 14 \text{ მპა}.$$

4. დგარების განიკვეთის შერჩევა. დგარი 10-10'. გამჭიმი ძალა $N = V_3 = 49 \text{ კნ} = 0,049 \text{ მფ}$. ვიღებთ წრიული განიკვეთის BC7316-1 მარკის ფოლადის არმატურის A-1. კლასის ღეროს ბოლოებზე ქანჩის მოსარგები კუთხვილებით. ფოლადის საანგარიშო წინაღობა $R = 230 \text{ მპა}$ [5]. კუთხვილებში ძაბვათა კონცენტრაციის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $K = 0,8$.



ნახ. 7.36. 9-10 ირიბანას განიკვეთი (ზომები მმ-ში).

ღეროს განიკვეთის საჭირო ფართობი კუთხვილზე

$$A_{საჭ} = N / 0,8 \cdot R = 0,049 / 0,8 \cdot 230 = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^2 = 2,7 \text{ სმ}^2.$$

ვიღებთ ფოლადის ღეროს, რომლის დიამეტრია $d = 2,4 \text{ სმ}$ (დანართი, ცხრ.6). ღეროს განიკვეთის ფართობი კუთხვილზე $A = 3,16 \text{ სმ}^2 > A_{საჭ} = 2,7 \text{ სმ}^2$.

დგარი 8-9. გამჭიმი ძალა $N = V_2 = 12 \text{ კნ} = 0,012 \text{ მფ}$. ვიღებთ იმავე კლასისა და მარკის ფოლადის ღეროს, როგორც 10-10' ღეროსთვის. განიკვეთის საჭირო ფართობი

$$A_{საჭ} = N / 0,8 \cdot R = 0,012 / 0,8 \cdot 230 = 0,65 \cdot 10^{-4} \text{ მ}^2 = 0,65 \text{ სმ}^2.$$

ვიღებთ ფოლადის ღეროს, რომლის დიამეტრია $d = 1,2 \text{ სმ}$, განიკვეთის ფართობი კუთხვილზე - $A = 0,74 \text{ სმ}^2 > A_{საჭ} = 0,65 \text{ სმ}^2$.

დგარი 6-7. გამჭიმი ძალა $N = V_1 = 12,2 \text{ კნ}$. მის განიკვეთის ვინიშნავთ კონსტრუქციულად 8 - 9 ღეროს ანალოგიურს $d = 1,2 \text{ სმ}$.

წაშლის კვანძების კონსტრუქცია და გაანგარიშება

საყრდენი კვანძი. შუბლური ქდობის სიმაღლე საყრდენ კვანძში

$$h_{შუბ} = N_{34} \cdot \cos \alpha / b \cdot R_{შო} = 166 \cdot 0,9285 / 12,5 \cdot 1,17 = 10,4 \text{ სმ} > h_{შუბ} / 3 = 27,5 / 3 = 9,17 \text{ სმ}.$$

სადაც $h_{შუბ} = 27,5 \text{ სმ}$ არის ქვედა სარტყლის სიმაღლე; $R_{შო}$ - მერქნის საანგარიშო წინაღობა თელვაზე α კუთხით (ფორმულა 3.42):

$$R_{შო} = R_{შო} \cdot \cos^2 \alpha = R_{შო} / \{1 + [(R_{შო} / R_{შო}) - 1] \cdot \sin^2 \alpha\} = 13 / \{1 + [(13/3) - 1] \cdot 0,3714^2\} = 11,7 \text{ მპა} = 1,17 \text{ კნ/სმ}^2;$$

$R_{შო} = 13 \text{ მპა}$ და $R_{შო} = 3 \text{ მპა}$ (დანართი, ცხრ.7).

რადგანაც $h_{შუბ} > h_{შუბ} / 3$, ამიტომ საყრდენი კვანძის გადაწყვეტა შუბლურ ქდობაზე დასაშვები არ არის. ვაგეგმარებთ კვანძს ლითონის ქუსლისა და ჭიმიების გამოყენებით (ნახ.7.37).

შევამოწმოთ სადების სიმტკიცე თელვაზე. ზედა სარტყლის 3 - 6 ღეროში ძალა $N_{34} = 166 \text{ კნ}$ (ცხრ.7.3). მაშინ ძაბვა

$$\sigma_m = N_{34} / A_{საჭ} = 16600 / 12,5 \cdot 22,5 = 59 \text{ კგ/სმ}^2 = 5,9 \text{ მპა} < R_{შო} = 11,7 \text{ მპა}.$$

ერთი ლითონის ჭიმის დიამეტრი (სულ გვაქვს 4 ჭიმი) გამოვთვალოთ ფორმულით:

$$A_{საჭ} = N_{34} / 4 \cdot m \cdot R_8 = 15300 / 4 \cdot 0,68 \cdot 2300 = 2,45 \text{ სმ}^2,$$

სადაც m - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და გაწვეილებული ჭიმიებისათვის ბოლოებზე კუთხვილებით მიიღება $m = 0,68$; $R_8 = 230 \text{ მპა}$ - ჭიმის ფოლადის მასალის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე.

აიღოთ ჭიმის დიამეტრი $d_3 = 24 \text{ მმ}$ (კუთხვილზე 20,1 მმ). განიკვეთის ფართობით ღეროზე $4,52 \text{ სმ}^2$, კუთხვილზე - $3,16 \text{ სმ}^2$ (დანართი, ცხრ.19):

$$A_{3} = 3,16 \text{ სმ}^2 > A_{საჭ} = 2,45 \text{ სმ}^2.$$

განვსაზღვროთ ქვედა სარტყელზე ორი მხრიდან მისამაგრებელი ხის ზედებისათვის საჭირო წირწკიმალების რაოდენობა და დიამეტრი.

მივიღოთ წირწკიმალების დიამეტრი $d = 20 \text{ მმ} < h_{შუბ} / 9,5 = 275 / 9,5 = 29 \text{ მმ}$, ხოლო ზედების სისქე $a = 8 \text{ სმ} > h_{შო} / 2 = 12,5 / 2 = 6,25 \text{ სმ}$.

წირწიმალის შზიდუნარინაზობა ერთ ჭრაზე ([1], ცბრ.17):

წირწიმალის ლუნვის პირობიდან

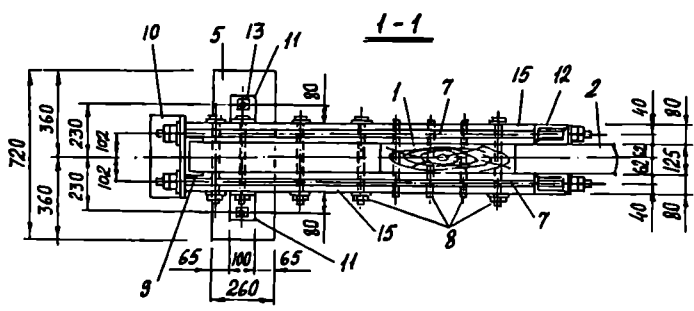
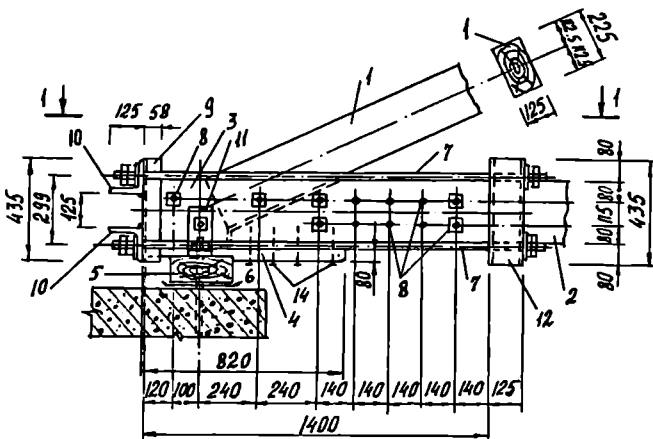
$$T_c = 1,8 \cdot d^2 + 0,02 \cdot a^2 = 1,8 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 8^2 = 8,5 \text{ კნ} < 2,5 \cdot d^2 = 2,5 \cdot 2^2 = 10 \text{ კნ},$$

სადაც წირწიმალის დიამეტრა $d=2$ სმ; განაპირა ელემენტის სისქე $a = 8$ სმ.

განაპირა ელემენტის (ზედის) თელვის პირობიდან

$$T_a = 0,8 \cdot a \cdot d = 0,8 \cdot 8 \cdot 2 = 12,8 \text{ კნ};$$

შუა ელემენტის (ქვედა სარტყელის) თელვის პირობიდან



ნახ. 7.37. საყრდენი კვანძი. 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ქვედა სარტყელი; 3 - სადები; 4 - ზულაური (ქვესადები); 5 - ბალიში 100×260 მმ, $\ell = 720$ მმ; 6 - იზოლაცია; 7 - ჭიმი, $d = 24$ მმ; 8 - წირწიმალები, $d = 20$ მმ; 9 - მარცხენა ტრავერსის შველერი №14, $\ell = 435$ მმ; 10 - მარცხენა ტრავერსის კუთხოვანა $L125 \times 8$, $\ell = 285$ მმ; 11 - კუთხოვანა $L200 \times 125 \times 11$, $\ell = 100$ მმ; 12 - მარჯვენა ტრავერსი ორი კუთხოვანასაგან $L < 125 \times 80 \times 8$, $\ell = 435$ მმ; 13 - სანაკერო ჭანჭიკი, $d = 20$ მმ, $\ell = 800$ მმ; 14 - ლურსმნები, $d = 5$ მმ, $\ell = 150$ მმ; 15 - ხის ზედი 80×125 მმ, $\ell = 1400$ მმ.

$$T_c = 0,5 \cdot c \cdot d = 0,5 \cdot 12,5 \cdot 2 = 12,5 \text{ კნ}.$$

ამ სამი სიდიდიდან მინიმალურია $T_{06} = T_c = 8,5$ კნ.

წირწკიმალების საკურო რაოდენობა

$$n = N_{16} / T_{06} \cdot n_{06} = 153 / 8,5 \cdot 2 = 9 \text{ ცალი,}$$

სადაც $n_{06} = 2$ - წირწკიმალის ჯრათა რიცხვი.

ავიღოთ $n = 10$ ცალი წირწკიმალი (4 ცალი ჯანჭიკი და 6 ცალი ღერო) და განვაღაგოთ ორ რიგად. წირწკიმალებს შორის ძალის მოქმედების მიმართულებით მანძილი $S_1 = 7 \cdot d = 7 \cdot 2 = 14$ სმ.

ჭიმები სადების ბოლოს მიემავრება ტრავერსის საშუალებით, რომელიც შედგება №14 შვეული შველურისა და მასზე მიდებული $L 125 \times 8$ ორი თარაზული ლითონის კუთხოვანისაგან (ნახ. 7.38). თარაზული კუთხოვანები გაანგარიშდება, როგორც ორ საყრდენზე თავისუფლად დაყრდნობილი კოჭი, რომლის მაღი ჭიმებს შორის მანძილის ტოლია (ნახ.7.38).

მლუნავი მომენტი

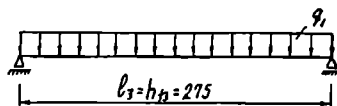
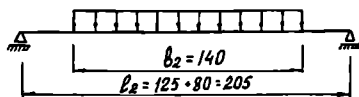
$$M_{06} = (N_{16} / 4) \cdot (l_2 / 2 - b_2 / 4) = (153 / 4) \cdot (20,5 / 2 - 14 / 4) = 258 \text{ კნსმ.}$$

მაზეა

$$\sigma = M_{06} / W_{06} = 258 / 32 = 8,1 \text{ კნ/სმ}^2 = 81 \text{ მპა} < R = 230 \text{ მპა,}$$

სადაც $W_{06} = 32 \text{ სმ}^3$ - ერთი კუთხოვანის (128×8) მინიმალური წინაღობის მომენტი

$$W_{06} = J_x / y'_1 = J_x / b - z_0 = 294 / 12,5 - 3,36 = 32 \text{ სმ}^3.$$



ნახ. 7.38. საყრდენი კვანძის მარცხენა ტრავერსის თარაზული კუთხოვანების საანგარიშო სქემა (ზომები მმ-ში).

ნახ. 7.39. საყრდენი კვანძის მარცხენა ტრავერსის შვეული შველურის საანგარიშო სქემა (ზომები მმ-ში).

შევამოწმოთ ტრავერსის შვეული შველერი. მისი გაანგარიშება ხდება ისევე, როგორც ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭისა, რომლის მაღია მანძილი ჭიმებს შორის (ნახ. 7.39).

სადებისაგან დატვირთვის ინტენსივობა

$$q_1 = N_{16} / h_{21} = 153 / 27,5 = 5,6 \text{ კნ/სმ.}$$

მლუნავი მომენტი

$$M_{06} = q_1 \cdot l_1^2 / 8 = 5,6 \cdot 27,5^2 / 8 = 529 \text{ კნსმ.}$$

მაზეა

$$\sigma = M_{06} / W_x = 529 / 70,2 = 7,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 75 \text{ მპა} < R = 230 \text{ მპა.}$$

სადაც $R = 230$ მპა არის ფოლადის საანგარიშო წინაღობა; $W_x = 70,2 \text{ სმ}^3$ - №14 შველურის განივკვეთის წინაღობის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ.

მარჯვენა ტრავერსს ვღებულობთ შენადულს კოლოფისმავარი კვეთისას $L 125 \times 80 \times 7$ ორი კუთხოვანისაგან (ნახ. 7.38).

საყრდენი ბალიშის სიგანეს ვსაზღვრავთ თელვის პირობიდან

$$b_0 = A_0 / b_{21} \cdot R_{06} = 75,3 / 12,5 \cdot 0,3 = 20,1 \text{ სმ,}$$

სადაც $A_0 = V_0 = 75,3 \text{ კნ}$ (ნახ.7.32); $R_{06} = 3 \text{ მპა} = 0,3 \text{ კნ/სმ}^2$.

ავიღოთ ბალიშის სიგანე $b_0 = 260$ მმ, სისქე $h_0 = 100$ მმ, ხოლო სიგრძე - 720 მმ (ნახ. 7.38).

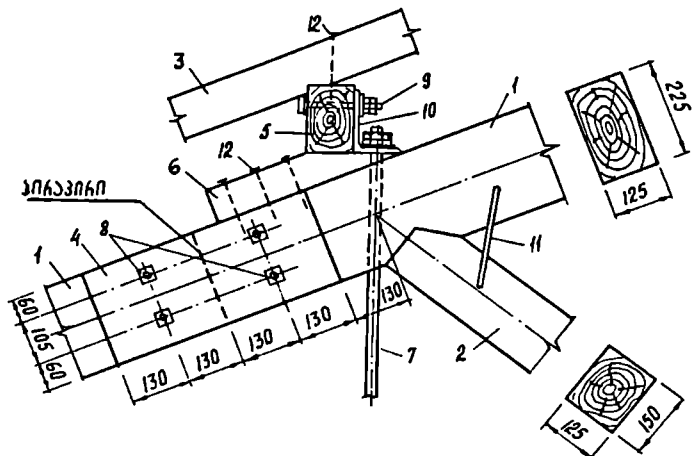
კვანძი „დ“ (ნახ. 7.40). 9-10 ირიბანას ჯდობის სიმაღლე ზედა სარტყელთან განისაზღვრება ფორმულით

$$h_{3d} = N_{9-10} \cdot \cos \beta_1 / b \cdot R_{\sigma, \rho_1} = 39 \cdot 0,4929 / 12,5 \cdot 0,41 = 3,75 \text{ მ},$$

სადაც $\cos \beta_1 = \cos 60^\circ 28' = 0,4929$;

$$R_{\sigma, \rho_1} = R_{\sigma, \rho_0} \cdot \lambda' = R_{\sigma, \rho_0} / \{1 + [(R_{\sigma, \rho_0} / R_{\sigma, \rho_0}) - 1] \cdot \sin^2 60^\circ 28'\} = 14 / \{1 + [(14/3) - 1] \cdot 0,8701^2\} = 4,1 \text{ მპა} = 0,41 \text{ კნ/სმ}^2.$$

მივიღოთ $h_{3d} = 5 \text{ მ} < h_0/4 = 22,5/4 = 5,62 \text{ მ}$.



ნახ. 7.40. კვანძი „დ“. 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ირიბანა; 3 - ნიენივი, 60x100 მმ; 4 - ზედი, 80x225 მმ, $l = 520$ მმ; 5 - გრძივი, 100x150 მმ; 6 - ქვესადები, 75x125 მმ; 7 - დგარი; 8 - ჭანჭიკები, $d = 20$ მმ, $l = 350$ მმ; 9 - ჭანჭიკი, $d = 16$ მმ, $l = 180$ მმ; 10 - კუთხოვანა, L 140x90x8 მმ; 11 - ჩანგალი, $d = 16$ მმ, $l = 300$ მმ; 12 - ლურსმნები, $d = 5$ მმ, $l = 150$ მმ.

კვანძი „გ“. რადგანაც 7-8 ირიბანას ჯდობა ზედა სარტყელთან მუშაობს უკეთეს პირობებში, ვიდრე 9-10 ირიბანასი, ამიტომ უნიფიცირების თვალსაზრისით მის სიმაღლესაც $h_{3d} = 5$ სმ-ს ვიღებთ.

კვანძი „თ“ (ნახ. 7.41). 7-8 ირიბანას ჯდობის საჭირო სიმაღლე ქვედა სარტყელთან

$$h_{3g} = N_{7-8} \cdot \cos \alpha / b \cdot R_{\sigma, \rho_0} = 35 \cdot 0,9285 / 12,5 \cdot 1,17 = 2,22 \text{ მ}.$$

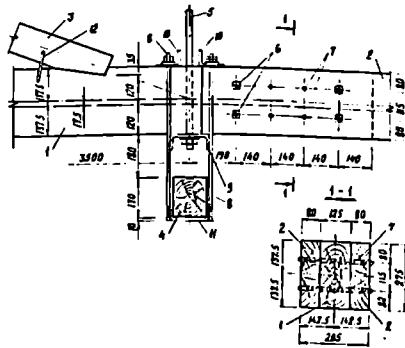
მივიღოთ $h_{3g} = 35 \text{ მმ} < h/4 = 275/4 = 69 \text{ მმ}$.

კვანძი „ო“ (ნახ. 7.42) გადაწყვეტილია ორმხრივ მისაბეჭენი ბალიშის გამოყენებით, რომლის ქვედა სარტყელში ჩაჭრის სიღრმე განისაზღვრება ფორმულით:

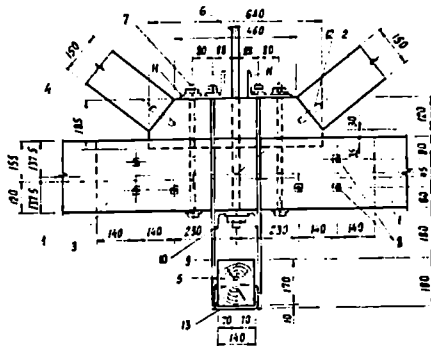
$$h_{3z} = N_{9-10} / b \cdot R_{\sigma, \rho_1} = 39 / 12,5 \cdot 1,3 = 2,4 \text{ მ}.$$

მივიღოთ $h_{3z} = 35 \text{ მმ}$.

კვანძი „ე“. კეხის კვანძში ზედა სარტყლის ძელები მიებეჭინება ერთმანეთს შუბლური მიყრდნობით და ორივე მხრიდან გადაიხურება ხის ზედებით. ზედის ზომები, ჭანჭიკების რაოდენობა და დიამეტრი აღებულია კონსტრუქციულად (ნახ. 7.43).



ნახ. 7.41. კვანძი „თ“. 1 - ქვედა სარტყელი; 2 - ზედი, 125×275 მმ; 3 - ირიბანა; 4 - შეკიდული ჭერის კოჭი, 140×170 მმ; 5 - დგარი, $d = 12$ მმ; 6 - ჰანჯიკები, $d = 20$ მმ, $l = 330$ მმ; 7 - წირწკიმალები, $d = 20$ მმ, $l = 300$ მმ; 8 - ცალული, $d = 16$ მმ, $l = 800$ მმ; 9 - შევლერი №16, $l = 285$ მმ; 10 - კუთხოვანა $100 \times 63 \times 8$, $l = 400$ მმ; 11 - ლითონის ფირფიტა, 10×280 მმ, $l = 200$ მმ; 12 - მანკვალი, $d = 20$ მმ, $l = 300$ მმ.



ნახ. 7.42. კვანძი „ო“. 1 - ქვედა სარტყლის ზედი 125×275 მმ; 2 - ირიბანა; 3 - შუასადები, 125×275 მმ, $l = 1200$ მმ; 4 - ბალიში, 125×185 მმ, $l = 640$ მმ; 5 - შეკიდული ჭერის კოჭი, 140×170 მმ; 6 - დგარი, $d = 24$ მმ; 7 - ჰანჯიკები, $d = 18$ მმ, $l = 460$ მმ; 8 - ჰანჯიკები, $d = 20$ მმ, $l = 330$ მმ; 9 - ცალული, $d = 16$ მმ, $l = 800$ მმ; 10 - შევლერი №16, $l = 285$ მმ; 11 - კუთხოვანა $160 \times 100 \times 10$, $l = 400$ მმ; 12 - მანკვალი, $d = 20$ მმ, $l = 300$ მმ; 13 - ლითონის ფირფიტა, 10×280 მმ, $l = 200$ მმ.

ქვედა სარტყლის პირაპირი. მას ვაწყობთ 1-9 პანელში „თ“ კვანძის ახლოს. წირწკიმალების დიამეტრს ვიღებთ ისეთივეს, როგორსაც საყრდენ კვანძში ($d = 20$ მმ).

წირწკიმალების რაოდენობა

$$n_f = N_{1-9} / 2 \cdot T_{\text{პან}} = 121 / 2 \cdot 8,5 = 7,1 \text{ ცალი.}$$

ავიღოთ 8 ცალი წირწკიმალი (აქედან 4 ჰანჯიკი), განლაგებული ორ რიგად (ნახ. 7.41). წირწკიმალების განლაგება საყრდენი კვანძის ანალოგიურია.

შევამოწმოთ ზედა სარტყლის განიკვეთი:

ა) მდგრადობაზე პანელის შუაში ფორმულით:

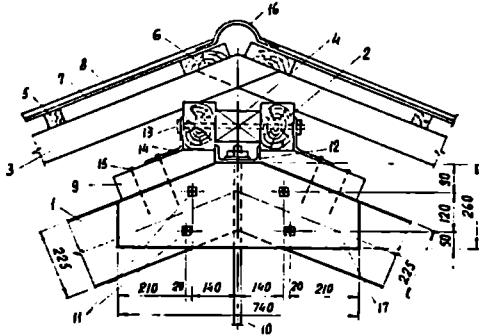
$$\sigma = N_{\text{ა5}} / \varphi \cdot A_{\text{ს5}} = 16600 / 0,98 \cdot 12,5 \cdot 22,5 = 60 \text{ კგ/სმ}^2 = 6 \text{ მპა} < R_{\text{ა}} = 14 \text{ მპა},$$

სადაც, როცა $\ell/h = 325/22,5 = 14,4$, $\varphi = 1 - 0,8(14,4/100)^2 = 0,98$.

ბ) სიმტკიცეზე „გ“ კვანძის შესუსტებულ კვეთში ფორმულით:

$$\sigma = N_{\text{ა6}} / A_{\text{ს6}} = 16600/231 = 72 \text{ კგ/სმ}^2 = 7,2 \text{ მპა} < R_{\text{ა}} = 14 \text{ მპა},$$

სადაც $A_{\text{ს6}} = 12,5(22,5-4) = 231 \text{ სმ}^2$.



- ნახ. 7.43. კვანძი „ე“. 1 - ზედა სარტყელი; 2 - გრძივი, 100×150 მმ; 3 - ნივნივი, 60×100 მმ; 4 - შუსადები, 100×140 მმ; 5 - მოლარტყვა, 50×50 მმ; 6 - ფიცრები, 50×150 მმ; 7 - შეფიცვრა, δ=20 მმ; 8 - ტალღოვანი ფურცლები; 9 - ქვესადები, 75×125 მმ; 10 - დგარი, d = 24 მმ; 11 - კანკიკები, d = 20 მმ, ℓ = 350 მმ; 12 - შევლერი №14, ℓ = 285 მმ; 13 - კანკიკები, d = 16 მმ, ℓ = 400 მმ; 14 - ლითონის ფირფიტა, 10×230 მმ, ℓ = 120 მმ; 15 - ლურსმნები, d = 5 მმ, ℓ = 150 მმ; 16 - კომპენსატორი; 17 - ზედი, δ = 80 მმ.

შევაზომოთ ქვედა სარტყლის განივკვეთი:

ა) სიმტკიცეზე „თ“ კვანძში კვლობისაგან შესუსტებულ განივკვეთში

$$\sigma = N_{\text{თ1}} / A_{\text{ს}} = 15300/306 = 5 \text{ კგ/სმ}^2 = 5 \text{ მპა} < R_{\text{ა}} \cdot m_0 = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ მპა},$$

სადაც $A_{\text{ს}} = 12,5(27,5-3) = 306 \text{ სმ}^2$; $m_0 = 0,8$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი შესუსტებების მქონე გაჭიმვაზე მომუშავე ხის ელემენტებისათვის ([1], 3.3.2).

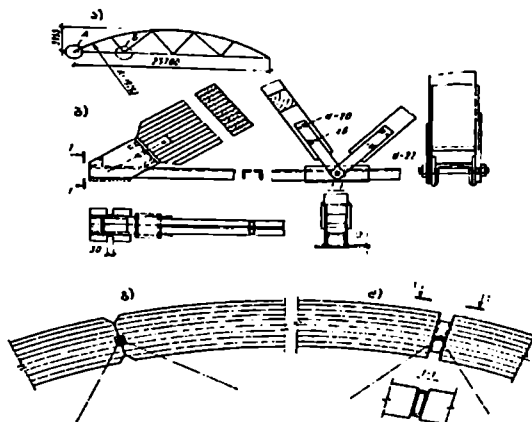
ბ) სიმტკიცეზე წირწიკიშალეობით შესუსტებულ საყრდენ კვანძში

$$\sigma = N_{\text{თ4}} / A_{\text{ს}} = 15300/294 = 52 \text{ კგ/სმ}^2 = 5,2 \text{ მპა} < R_{\text{ა}} \cdot m_0 = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ მპა},$$

სადაც $A_{\text{ს}} = 12,5(27,5-2 \cdot 2) = 294 \text{ სმ}^2$.

7.8. სეგმენტური დაწებებული წამწე

სეგმენტური დაწებებული წამწეები (ნახ. 7.44, გ) გამოიყენება თბილ სახურავებში, სადაც ბურულად ხმარობენ რულონურ მასალებს. მათ გისოსს სამკუთხა სქემა აქვს. წამწის კონსტრუქცია რაციონალურია, რადგან ზედა სარტყლის წრიული მოხაზულობის გამო გისოსის ელემენტებში ძალების სიმცირე შესაძლებელს ხდის, ისინი განხორციელდეს მერქნისაგან (მთლიანკვეთიანი ან დაწებებული), რაც ამარტივებს კვანძების კონსტრუქციას.



ნახ. 7.44. სეგმენტური ხე-ლითონის წამწე 24 მ მალით ა - გეომეტრიული სქემა; ბ - საყრდენი და შუალედი კვანძები; გ, დ - ზედა სარტყლის პირაპირების ვარიანტები შუბლური მიყრდნობებით (გ) და ფოლადის შუასადებით (ბის ზედები პირობითად ნაჩვენები არ არის).

სეგმენტური წამწეების თავისებურებაა ზედა სარტყლის მრუდხაზოვანი ბლოკების (მათი რაოდენობა მალეების მიხედვით არის 3 ან 4 ცალი) უნიფიცირება 12, 15, 18, 21 და 24 მ მალეებისათვის. თვით ბლოკის განივკვეთი მართკუთხაა და ისე შეირჩევა, რომ დაკმაყოფილდეს განივი მდგრადობის პირობა ($h/b \leq 4$). ფიცრების სისქის შერჩევასა კი დაცული უნდა იყოს პირობა $R/\delta > 300$, სადაც R არის ზედა სარტყლის სიმრუდის რადიუსი; δ - ფიცრის სისქე.

წამწის ქვედა გაჭიმული სარტყელი ფოლადის ორი კუთხედისაგან არის შედგენილი და მის გასწვრივ კვანძების მოწყობა ხდება ფოლადის ზედებისა და ჭანჭიკების გამოყენებით, ხოლო ზედა სარტყლის ბლოკები ერთმანეთს უერთდება სიმეტრიის ღერძზე შუბლური მიყრდნობით, იხურება ორი მხრიდან ფიცრული ზედებით და მოიჭიმება ლითონის ჭანჭიკებით.

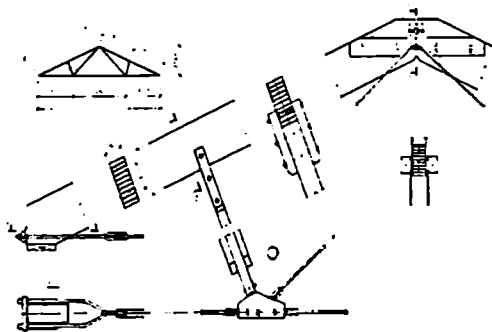
შეკიდული ჭერის შემთხვევაში, ქვედა სარტყლის პანელების სიგრძის (კვანძებს შორის მანძილის) შესამცირებლად ზედა სარტყლის კვანძებიდან ჩამოფეხება ფოლადის ღეროები, რომლებიც წამწის სტატიკური მუშობის სქემას არ ცვლის, რადგანაც შეკიდულ ჭერისაგან გადმოცემული დატვირთვა, ამ ღეროების საშუალებით დამატებით მოედება ზედა სარტყლის კვანძებს. 24 მ მალის სეგმენტური წამწის კვანძები მოცემულია 7.44 ნახაზზე.

7.9. დიდმალისანი სამკუთხა ხე-ლითონის წამწე

სამკუთხა ხე-ლითონის წამწეები (ნახ. 7.45) გამოიყენება 18-24 მ მალის მქონე შენობების გადახურვებში სახურავის ქანობით 1:2-1:4. ოპტიმალური სიმაღლე არის (1/4-1/6)l.

ზედა სარტყელი შედგება მუდმივკვეთიანი ერთნაირი ზომის ოთხი დაწებებული პანელისაგან (პანელები შეიძლება დამზადდეს ძელებისგანაც), დგარები - ძელებისაგან, ხოლო ქვედა სარტყელი და გაჭიმული ირიბნები - წრიული განივკვეთის ფოლადისაგან.

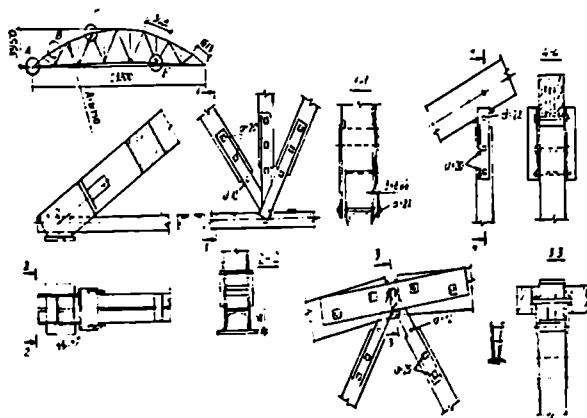
ასეთი წამწეები თანამედროვე ტიპის კონსტრუქციებია. კვანძები უმარტივესად არის გადაწყვეტილი. თუ ტრანსპორტირების საშუალება არ არის, მაშინ მისი აწყობა ხდება უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე. კვანძების მინიმალური რაოდენობისა და მაღალი მზიდუნარიანობის გამო ასეთი წამწეები ფართოდ არის გავრცელებული არა მარტო სასოფლო დანიშნულების, არამედ სამრეწველო ობიექტების მშენებლობაშიც.



ნახ. 7.45. დიდმალიანი სამკუთხა ხე-ლითონის წამწე მალით 18 მ

7.10. მრავალკუთხა ხე-ლითონის წამწე

მრავალკუთხა წამწე რულონური სახურავის მქონე შენობის ძირითადი მზიდი სანივნივე კონსტრუქციაა. მისი ქვედა გაჭიმული სარტყელი მზადდება ფოლადის გაწყვილებული კუთხედებისაგან, ხოლო დანარჩენი ელემენტები - ძელებისაგან. გისოსს აქვს სამკუთხა დგარებიანი სქემა. ასეთი წამწეების გისოსის ელემენტებში ძალები მცირეა და ლითონის ღეროების აუცილებლობა გამორიცხებულია (ნახ. 7.46).



ნახ. 7.46. მრავალკუთხა ხე-ლითონის ძელორი წამწე 24 მ მალით.

მრავალკუთხა ხე-ლითონის ძეგური წაშლის დაშლადება მართალია, შრომატყვადია, მაგრამ ის შეიძლება გამოვიყენოთ 30 მ-მდე მალის მქონე გადახურვებში. კვანძების სიმარტივის გამო, მათი აწყობა შეიძლება უშუალოდ საშენებლო მოედანზეც, რაც ხსნის დიდგაბარტიანი კონსტრუქციების ტრანსპორტირების სირთულეს.

საყრდენი კვანძის გადაწყვეტა სეგმენტური წაშლის საყრდენი კვანძის ანალოგიურია. ზედა სარტყლის შუალედი კვანძი, სადაც თავს იყრის ზედა პანელის ორი ძელი და გისოსის ორი ირიბანი, განხორციელებულია ფოლადის შენადული ყუთისმაგვარი შუადების დახმარებით, ხოლო ქვედა სარტყლის კუთხედებს გარე მხრიდან ემაგრება ფოლადის მცირე ზომის ფირფიტები („ყუნწი“).მათი გაყვრება ღერბული ჰანჭიკი, რომელზეც ჩამოეცმება ირიბანების ბოლოებზე ჰანჭიკებით მიმაგრებული ბუნიკები (ზოლისებრი ფოლადის ფირფიტები).

წაშლის ზედა სარტყელი წრიულ სეგმენტში ჩახაზული ან მასზე შემოხაზული მრავალკუთხედაა. აწევის ისარი $h = (1/6...1/7)l$.

ზედა სარტყლის პანელის სიგრძე სორტამენტით შეზღუდულია განიკვეთის ზომების გამო. ძელი გადახურავს ორ პანელს და შეადგენს ორმალთან უკრ კოჭს (საყრდენი პანელის გარდა, რომელსაც ორჯერ ნაკლები სიგრძე აქვს). პირაპირების განხორციელება ხდება მათი ბოლოების ერთმანეთზე მიყრდნობით სარტყლის განიკვეთის სიმაღლის ნაწილზე, რაც უზრუნველყოფს დამატებითი მლუნავი მომენტის წარმოშობას.

ქვედა სარტყელში პირაპირი ეწყობა ნებისმიერ მოხერხებულ ადგილას და იხურება კუთხოვანებით ან ზოლისებრი ფოლადის ფირფიტებით.

წაწეების სტატიკური გაანგარიშება ჩვეულებრივი მეთოდებით მიმდინარეობს. ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ სარტყელსა და დგარებში საანგარიშო ძალები მაქსიმალურია მთელი მალის თოვლით დატვირთვის დროს, ირიბებში კი - მალის ნახევრის დატვირთვისას.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მრავალკუთხა წაწეების ზედა სარტყელი დამზადებულია ძელებისაგან, რომელთა სიგრძე ორჯერ აღემატება პანელის სიგრძეს, ამგვარად, ზედა სარტყლის ძელი ორმალთან უკრი კოჭია, რომლის ერთი საყრდენი მალის შუაშია გისოსის დგარზე. თუ დატვირთვა მოდებულია არა მარტო კვანძებში, არამედ მათ შორისაც (ჩვეულებრივი შემთხვევა), მაშინ შუა საყრდენზე ჩნდება მლუნავი მომენტი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია ამ საყრდენის ანუ ზედა სარტყლის ძელის დაჯდომაზე. მისი სიდიდე ზოგადად უვნობია და დამოკიდებულია კვანძის დაშლადების სიზუსტეზე, მერქნის ხარისხზე, შეშრობასა და სხვ. ამიტომ გაანგარიშებისას იხილავენ ორ უკიდურეს ვარიანტს:

1. შუა საყრდენს არა აქვს დაჯდომა და ძელი ორმალთან უკრი კოჭია;
2. შუა საყრდენს ისეთი სიდიდის დაჯდომა აქვს, რომ მლუნავი მომენტი ამ საყრდენზე ნულის ტოლია, შესაბამისად ძელი ჭრილი კოჭია, რომლის მალი პანელის მალის სიგრძის ტოლია (ანუ შუა საყრდენზე საანგარიშო სქემაში იგულისხმება სახსარი).

ზედა სარტყლის ღეროები შეკუმშულ-გალუნული ელემენტებია, რადგან კვანძებში ხელოვნურად შექმნილი ექსცენტრისიტეტი იწვევს საწინააღმდეგო ნიშნის (განმტვირთავი) მლუნავი მომენტის გაჩენას.

ამგვარად, ზედა სარტყლის გაანგარიშება როგორც შეკუმშულ-გალუნული ღეროსი ხდება ცნობილი ფორმულებით:

1. როგორც ორმალიანი უკრი კოჭი (ნახ.7.47, ა). მლუნავი მომენტი შუა საყრდენზე თანაბარგანაწილებული დატვირთვისას

$$M_q = -q \cdot l^2/8, \quad (7.36)$$

სადაც l - პანელის სიგრძის ჰორიზონტალური გეგმილია.

ნორმალური ძალა N განაპირა საყრდენზე მოდებულია e ექსცენტრისიტეტით

$$M_N = N \cdot e. \quad (7.37)$$

მომენტი შუა საყრდენზე

$$M_N = 0,5 \cdot N \cdot e,$$

რადგანაც მომენტის ეპიურა გადის ღერძის შუა საყრდენიდან $l/3$ მანძილით დაშორებულ წერტილში.

საანგარიშო მლუნავი მომენტი შუა საყრდენზე

$$M = M_q + M_N = -q \cdot l^2/8 + 0,5 \cdot N \cdot e. \quad (7.38)$$

ე.ი. გრძივი N ძალის ექსცენტრულად მოდებამ შეამცირა საანგარიშო მლუნავი მომენტი.

დადებითი მლუნავი მომენტი პანელის სიგრძის ნახევარზე იქნება

$$M = q \cdot l^2/16 - N \cdot e/4.$$

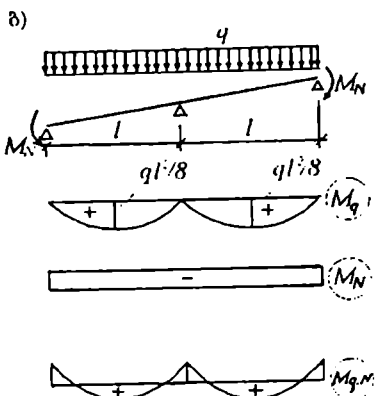
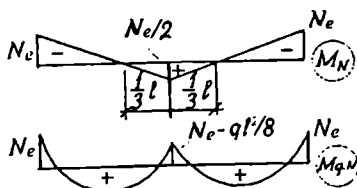
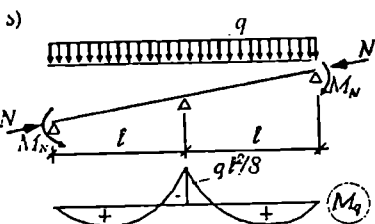
საანგარიშო მომენტად, როგორც წესი, ითვლება მომენტი შუა საყრდენზე.

განივკეთის შემოწმება სიმტკიცეზე ხორციელდება ფორმულით (ფორმ.3.30):

$$\sigma = (N/A_{\text{საფ}}) + (M_e/W_{\text{საფ}}) \leq R_u. \quad (7.39)$$

სადაც $M_e = M/\xi$.

დამატებითი მლუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი ξ კოეფიციენტი განისაზღვრება ზედა სარტყლის პანელის მოქნილობის მიხედვით, რაც მიდის სიმტკიცის მარაგში, რადგანაც უკრ კოჭებში მოქნილობის გაანგარიშება შესაძლებელია მლუნავი მომენტის ნულოვან წერტილებს შორის მანძილის მიხედვით.



ნახ. 7.47. მრავალკუთხა ძეგური წაშლის ზედა სარტყლის გაანგარიშების სქემები:

ა - როგორც ორმალიანი უკრი კოჭი; ბ - როგორც კრილი კოჭი.

2. როგორც ვრჩილი კოჭი (ნახ. 7.47,ბ), რომლის მალი პანელის სიგრძის ტოლია. მლუნავი მომენტი პანელის სიგრძის შუაში თანაბარგანაწილებული განივი დატვირთვისას

$$M_q = q \cdot l^2 / 8, \quad (7.40)$$

სადაც l - პანელის სიგრძის ჰორიზონტალური გეგმილია.

ექსცენტრულად მოდებული ნორმალური ძალისაგან მლუნავი მომენტი

$$M_N = N \cdot e. \quad (7.41)$$

საანგარიშო მლუნავი მომენტი

$$M = M_q - M_N. \quad (7.42)$$

სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება (7.39) ფორმულით.

ქვედა სარტყლის შემოწმება წარმოებს ცნობილი ხერხით, როგორც გაკიმულ-მოლუნული ელემენტის (სარტყელზე ირიბანების ექსცენტრისიტეტით მიერთების გამო).

გისოსის შეკუმშული დეროები მოწმდება კუმშვაზე და გრძივ ღუნვაზე, ხოლო გაკიმული დეროები - გაკიმვაზე განივკვეთის შესუსტებების გათვალისწინებით.

მრავალკუთხა ხე-ლითონის წამწეების აწყობა შეიძლება მოხდეს სამშენებლო მოედანზე. სამშენებლო აწევას წამწე იღებს ავტომატურად, რადგან ირიბანების და დგარების სიგრძეები წინასწარ განისაზღვრება სამშენებლო აწევის გათვალისწინებით. მონტაჟის დროს წამწეს ჯალამბრები უნდა ჩაებას მინიმუმ ორ კვანძში მაინც. თუ მალი აკარბებს 30 მ-ს, მაშინ საჭიროა ორი ამწის გამოყენება.

მაგალითი 7.3. დასაგეგმარბელია ქიმიური ბოჭკოს დასართავი საამქროს გადახურვის ხე-ლითონის მრავალკუთხა ძელური წამწე შემდეგი მონაცემების მიხედვით:

1. კონსტრუქციის მალი - $l = 21$ მ;
2. მანძილი მზიდ კონსტრუქციებს შორის (ბიჯი) - $B = 5$ მ;
3. შენობის სიგრძე - $L = 35$ მ;
4. მზიდი კონსტრუქციის მასალა - ფიჭვი; $BCr3nc-I$ მარკის ფოლადი;
5. მეტწნის ტენიანობა - $\leq 15\%$;
6. ხის კონსტრუქციების ჯგუფი - $A1$;
7. ხის მასალის ხარისხი - II ;
8. სახურავი - თბილი;
9. სახურავის მასალა - ხე-ფანერის დაწებებული პანელები;
10. ბურული - მოთუთიებული ფოლადი სისქით $\delta = 0,4$ მმ;
11. შენობის ცეცხლმედეგობის ხარისხი - II ;
12. მშენებლობის ადგილმდებარეობა - ს. გომბორი.

გადახურვის კონსტრუქციული სქემის შერჩევა

ქიმიურად აგრესიულ გარემოში რეკომენდებულია ხის კონსტრუქციების გამოყენება. შენობა მიკუთვნება ხანძარსაშიში შენობების კატეგორიას, ამიტომ შერჩეული ხე-ლითონის მრავალკუთხა წამწის ყველა ელემენტს მონტაჟამდე ვფარავთ აფუებადი BFM მარკის ლაქით (თავი 2, §2.3), რომელიც ცეცხლდაცვის კარგი საშუალებაა.

წამწის ზედა სარტყელი წრის სეგმენტში ჩახაზული წესიერი მრავალკუთხედი, რომლის გვერდები ტოლია ზედა სარტყლის ორი პანელის სიგრძის ჯამის და განხორციელებულია

ერთნაირი სიგრძისა და განივკვეთის ძელებისაგან. განსხვავებულია მხოლოდ განაპირა პანელების ძელები, რომელთა სიგრძეც ორჯერ ნაკლებია.

ზედა სარტყელი გადატეხილია იმ კვანძებში, სადაც ირიბანები იყრიან თავს (ნახ.7.48), რის გამოც ირიბნებში ძირითადად აღიბერება გამჭიმავი ძალები, დგარები კი შეკუმშულია.

გისოსის ყველაზე გრძელ ღეროებში, ირიბანებში, გამჭიმვი ძალების არსებობა მიზანშეწონილია მათზე გრძივი ღუნვის გავლენის გამოირიცხვის თვალსაზრისით, რაც, ბუნებრივია იწვევს განივკვეთის შემცირებას და მასალის ცკონომიას.

ზედა სარტყლის გადატეხის კუთხეების მქონე კვანძებში ყველგან ეწყობა პირაპირი ჩასადგმელი ფოლადის ასაწყობი შუადების გამოყენებით, რომლებზედაც ჰანჭიკებისა და ფოლადის თამასების დახმარებით მიემარება ირიბანები. დგარის ზედა სარტყელთან მისამარებლად გამოყენებულია ლითონის კუთხოვანები და ჰანჭიკი, ხოლო ქვედა სარტყელთან მისამარებლად - ფოლადის თამასები. დგარის ზედა სარტყელთან მისამარებლად კუთხოვანის გამოყენება განაპირობებულია იმით, რომ წაშლის ზედა სარტყლის კვანძებში თამასა წაშლის მართობ სიბრტყეში განივდის გრძივ ღუნვას, ამიტომ საჭიროა მისი შეცვლა ხისტი ელემენტით. ქვედა სარტყლის კვანძებში კი დგარის თამასა მოთავსებულია ირიბანების თამასებს შორის, რაც უზრუნველყოფს მის მდგრადობას. უნიფიცირების თვალსაზრისით ყველა ზოლისებრ ფოლადის თამასას ჰანჭიკებისათვის ხერხულების განლაგების ერთნაირი დაკვალება აქვს. დგარების ზედა თამასებიც - კუთხოვანებიც ერთნაირი ზომისაა.

ის კვანძები, სადაც პირაპირებია მოწყობილი, ორივე მხრიდან გადაიხურება ხის ზედებით და შეიკვრება ჰანჭიკებით, რაც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფს წაშლის სიმტკიცესა და სიხისტეს ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის პირობებში.

ქვედა სარტყლისათვის ვიყენებთ ფოლადის ორ თანაბართაროიან კუთხოვანას, შიგნით შიმათულ თარობით, რაც უზრუნველყოფს კონსტრუქციის სიმარტივეს.

სახურავის შემომფარველი კონსტრუქცია ხე-ფანერის დაწებებული თბილი სამფენოვანი პანელები, რომელთა სისქეა 160 მმ. გამათბუნებლად გამოყენებულია მინერალური ბამბის ფილები ბიტუმის შემკვრელზე, სისქით 60 მმ და სიმკვრივით $\gamma = 3000 \text{ ნ/მ}^3$. პანელის შემოსვა გაკეთებულია 6-8 მმ სისქის ფანერით, მარკით $\Phi C\Phi$. პანელები წამწეს ზემოდან ემარება ლურსმნებისა და შურუპების დახმარებით. სახურავის საერთო სქემა მოცემულია 7.48 ნახაზზე.

სახურავის სივრცითი სიხისტე უზრუნველყოფილია ქანობისა და შვეული კავშირების სისტემით. ქანობის კავშირები განლაგებულია შენობის შუაში და ტორსულ ნაწილებში. შვეული კავშირებით შეკრულია ყოველი წყვილი წამწე (ნახ. 7.48, გ).

წაშლის საერთო გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა

წაშლის საანგარიშო მალი $\ell = 21 \text{ მ}$, სამშენებლო აწევა $f' = 0,005\ell = 0,005 \cdot 21 = 0,105 \text{ მ}$.

ზედა სარტყლის სიბრუნდის რადიუსი (ნახ.7.49):

$$R = (1/8h)(\ell^2 + 4h^2) = (1/8 \cdot 3,5)(21^2 + 4 \cdot 3,5^2) = 17,5 \text{ მ.}$$

AJ რკალის შესაბამისი ცენტრალური კუთხე

$$\sin \alpha = \ell/2R = 21/2 \cdot 17,5 = 0,6. \quad \alpha = 36^{\circ}52' = 36,87^{\circ}; \quad \cos \alpha = 0,8.$$

სეგმენტის რკალის (AJA') სიგრძე

$$S = \pi \cdot R(\alpha/90) = 3,14 \cdot 17,5 \cdot (36,87/90) = 22,51 \text{ მ.}$$

წაშლის ზედა სარტყლის განაპირა პანელების შესაბამისი რკალის სიგრძე

$$S_1 = S/10 = 22,51/10 = 2,251 \text{ მ.}$$

ოიგე ზედა სარტყელის შუა პანელებისათვის

$$S_2 = 2S_1 = 2 \cdot 2,251 = 4,502 \text{ მ.}$$

ზედა სარტყელის AB პანელის შესაბამისი ცენტრალური კუთხე

$$\alpha_1 = \alpha/5 = 36^\circ 52' / 5 = 7^\circ 22' 24''; \sin \alpha_1 = 0,1283; \cos \alpha_1 = 0,9918.$$

AB პანელის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე (ნახ.7.50)

$$\gamma_1 = 90^\circ - (\alpha_1/2) - (90^\circ - \alpha) = \alpha - (\alpha_1/2) = 36^\circ 52' - (7^\circ 22' 24'' / 2) = 32^\circ 56'. \quad \cos \gamma_1 = 0,8393.$$

BE პანელის შესაბამისი ცენტრალური კუთხე $\alpha_2 = 14^\circ 45'$.

BE პანელის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე

$$\gamma_2 = 90^\circ - (\alpha_2/2) - (90^\circ - 2\alpha) = 90^\circ - 7^\circ 22' 24'' - 90^\circ + 2 \cdot 14^\circ 44' 48'' = 22^\circ 7' 12''.$$

$$\cos \gamma_2 = 0,9264.$$

EL პანელის შესაბამისი ცენტრალური კუთხე

$$\alpha_2 = 180 \cdot (S_2 / \pi \cdot R) = 180 \cdot (4,502 / 3,14 \cdot 17,5) = 14,75^\circ = 14^\circ 45' = 2\alpha_1.$$

EL პანელის ჰორიზონტთან დახრის კუთხე

$$\gamma_3 = 90^\circ - (\alpha_2/2) - (90^\circ - \alpha) = \alpha/2 = \alpha_1 = 7^\circ 22' 24''.$$

$$\cos \gamma_3 = \cos \alpha_1 = 0,9918 \text{ (ნახ. 7.51).}$$

ზედა სარტყელის პანელების გეომეტრიული სიგრძეები:

$$BE = EL = 2R \cdot \sin \alpha_1 = 2 \cdot 17,5 \cdot 0,1283 = 4,491 \text{ მ.}$$

$$AB = 0,5 \cdot EL = 0,5 \cdot 4,49 = 2,245 \text{ მ.}$$

ქვედა სარტყელის პანელების გეომეტრიული სიგრძეები:

$$AB = AB \cdot \cos \gamma_1 = 2,245 \cdot 0,8393 = 1,884 \text{ მ.}$$

$$B\text{Ж} = BE \cdot \cos \gamma_2 = 4,491 \cdot 0,9264 = 4,161 \text{ მ.}$$

$$\text{Ж}M = EL \cdot \cos \gamma_3 = 4,491 \cdot 0,9918 = 4,455 \text{ მ.}$$

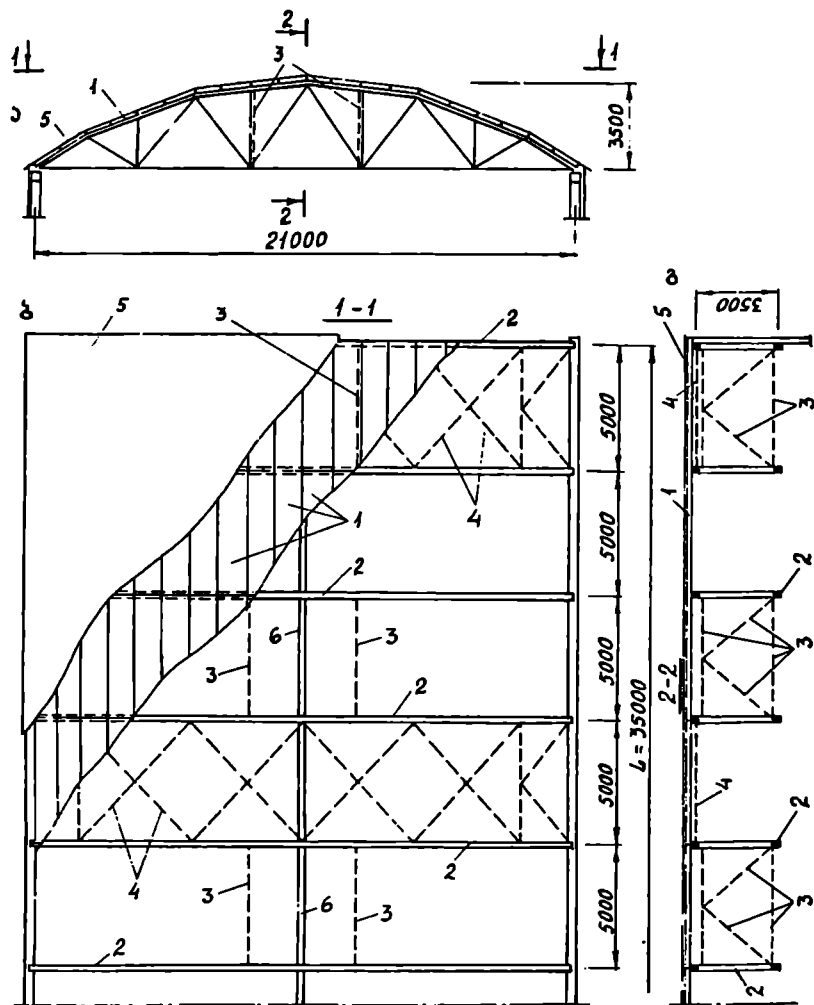
$$B\text{Д} = \text{Д}\text{Ж} = 0,5 \cdot B\text{Ж} = 0,5 \cdot 4,161 = 2,08 \text{ მ.}$$

$$\text{Ж}K = KM = 0,5 \cdot \text{Ж}M = 0,5 \cdot 4,455 = 2,228 \text{ მ.}$$

$$A\text{Д} = AB + B\text{Д} = 1,884 + 2,08 = 3,964 \text{ მ.}$$

$$\text{Д}K = \text{Д}\text{Ж} + \text{Ж}K = 2,08 + 2,228 = 4,308 \text{ მ.}$$

$$KK' = 2 \cdot KM = 2 \cdot 2,228 = 4,456 \text{ მ.}$$

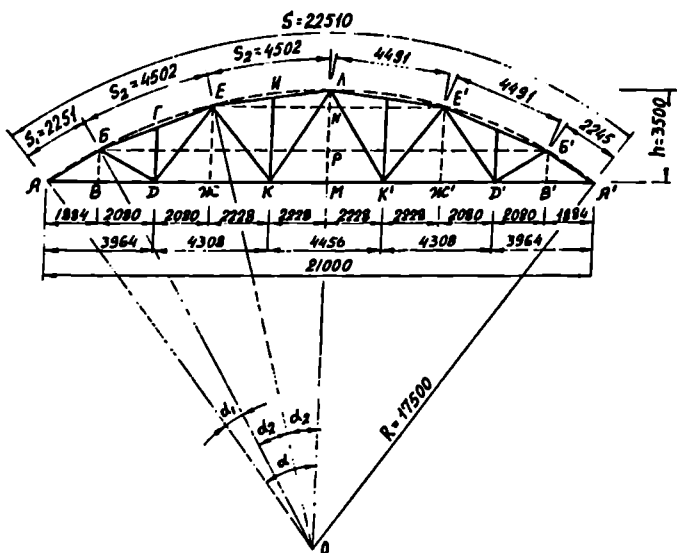


ნახ. 7.48. სახურავის სქემა. ა - განივი კრილი; ბ - გეგმის ფრაგმენტი; გ - შუნობის გრძივი კრილი.
 1 - სახურავის პანელები; 2 - წამწე; 3 - შვეული კავშირები; 4 - ქანობის კავშირები; 5 - ზურული;
 6 - გრძივი კავშირები.

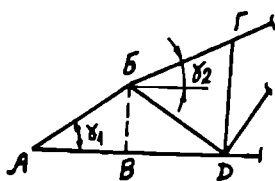
შევამოწმოთ ქვედა სარტყლის პანელების გამოთვლილი სიგრძეების სისწორე:

$$l = 2(AD + DK) + KK' = 2(3,964 + 4,308) + 4,456 = 21,8$$

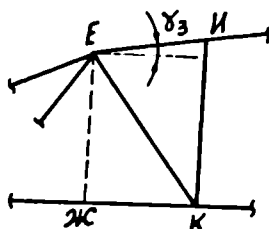
გამოთვალათ შვეული ზომები - LM , EJ და EB .



ნახ. 7.49. წამწის საანგარიშო სქემა (ზომები მმ-ში).



ნახ.7.50.



ნახ. 7.51.

$$LM = h = 3,5 \text{ მ.}$$

ქორდის სიგრძე

$$EE' = 2R \cdot \sin \alpha = 2 \cdot 17,5 \cdot \sin 14^{\circ} 45' = 35 \cdot 0,2544 = 8,904 \text{ მ.}$$

აწევის ისრის ზომა

$$NJ = 2R \cdot \sin^2(\alpha/2) = 2 \cdot 17,5 \cdot \sin^2 7^{\circ} 22' = 35 \cdot 0,1283^2 = 0,576 \text{ მ.}$$

$$EЖ = JM - NJ = 3,5 - 0,576 = 2,924 \text{ მ};$$

$$BB' = 2R \sin 2\alpha = 2 \cdot 17,5 \cdot \sin 29^{\circ}30' = 35 - 0,4924 = 17,234 \text{ მ}.$$

ანევის ისრის ზომა

$$PL = 2R \cdot \sin^2 \alpha = 2 \cdot 17,5 \cdot 0,2544^2 = 2,265 \text{ მ}.$$

$$BB' = JM - PL = 3,5 - 2,265 = 1,235 \text{ მ}.$$

დგარების სიგრძეები ტოლი იქნება:

$$DG = 0,5(BB' + EЖ) = 0,5(1,235 + 2,924) = 2,08 \text{ მ};$$

$$IK = 0,5(EЖ + JM) = 0,5(2,924 + 3,5) = 3,212 \text{ მ}.$$

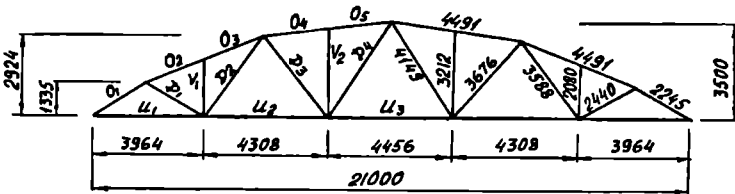
გამოვთვალთ ირიბანების სიგრძეები:

$$BD = \sqrt{BB'^2 + B'D^2} = \sqrt{1,275^2 + 2,08^2} = 2,44 \text{ მ}.$$

$$DE = \sqrt{DG^2 + EЖ^2} = \sqrt{2,08^2 + 2,924^2} = 3,588 \text{ მ}.$$

$$EK = \sqrt{EЖ^2 + JK^2} = \sqrt{2,924^2 + 2,228^2} = 3,676 \text{ მ}.$$

წაშლის გეომეტრიული ზომები მოცემულია ნახ. 7.52-ზე.



ნახ. 7.52. წაშლის გეომეტრიული ზომები და ძალები დეროვებში (ზომები მმ-ში).

წაშლის სტატიკური გაანგარიშება

დატვირთვები. გადახურვის ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ²-ზე მოსული საანგარიშო დატვირთვები განისაზღვრება დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტის γ_f შემოტანით ([1], 3.2.2).

წაშნულ მოსული მუდმივი დატვირთვათა სიდიდე მოცემულია 7.4 ცხრილში.

წაშლის საკუთარი წონის მიახლოებითი მნიშვნელობა გამოთვლილია ფორმულით:

$$g_F = (c \cdot S^0 + k \cdot g^1) / [1000 / (K_{\alpha, f} \cdot (1 -))] = (0,75 \cdot 0,62 + 1,072 \cdot 0,47) / [1000 / (4 \cdot 21 - 1)] = 0,09 \text{ კნ/მ}^2,$$

სადაც $S^0 = 0,62 \text{ კნ/მ}^2$ არის თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა ს. გომბორისათვის (დანართი, ცხრ.1); c - სახურავის ფორმის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი თოვლის დატვირთვისა და ერთმალაინი თალისებური სახურავისათვის ([3], დანართი 3) გამოითვლება ფორმულით $c = l/8f = l/8 = 21/8 \cdot 3,5 = 0,75$; k - სახურავის ფორმის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი მუდმივი დატვირთვისათვის $k = S/l = 22,51/21 = 1,072$; $g^1 = 0,47 \text{ კნ/მ}^2$ (ცხრ.7.4); $K_{\alpha, f} = 4$ - წაშლის საკუთარი წონის კოეფიციენტი (დანართი 18).

გადახურვის ნორმატიული საკუთარი წონის ფარდობა თოვლის დატვირთვის ნორმატიულ მნიშვნელობასთან $g^1/S^0 = 0,56/0,62 = 0,9 > 0,8$, ამიტომ დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი თოვლისათვის $\gamma_f = 1,4$ ([1], 3.5.7).

გადახურვის ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ²-ზე მოსული თოვლის დატვირთვის საანგარიშო მნიშვნელობა

$$S_0 = c \cdot S^0 \cdot \gamma_f = 0,75 \cdot 0,62 \cdot 1,4 = 0,651 \text{ კნ/მ}^2.$$

გამოვთვლოთ წამწეზე მოსული კვანძური დატვირთვები. პირობითად ვუშვებთ, რომ მუდმივი და დროებითი დატვირთვები წამწის ზედა სარტყელზე თანაბრად არის განაწილებული.

წამწეზე მოსული მუდმივი დატვირთვები

ცხრილი 7.4

№	ელემენტის დასახელება	ნორმატიული დატვირთვა, ნ/მ²	დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი, γ _f	საანგარიშო დატვირთვა, ნ/მ²
1.	ბურული მოთუთიებული ფოლადისაგან δ = 0,4 მმ	0,045	1,1	0,05
2.	ფანერი (0,008+0,006)·6400·1·1	0,090	1,1	0,10
3.	ხის კარკასი	0,155	1,1	0,17
4.	გამათბუნებელი - მინერალური ზამბის ფილები δ = 60 მმ, γ = 3 კნ/მ³	0,180	1,2	0,22
	ს უ ლ გ'	0,47	-	0,54
5.	წამწის საკუთარი წონა	0,09	1,1	0,10
	ს უ ლ გ'' _{ახ}	0,56	-	0,64

ერთ წამწეზე მოსული საბურავის სრული წონა

$$g_1 = g''_{ახ} \cdot B \cdot \Sigma L_{ახ} = 0,64 \cdot 5 \cdot (4 \cdot 4,491 + 2 \cdot 2,245) = 71,9 \text{ კნ.}$$

სადაც B=5 მ არის წამწეებს შორის ბოჯი; ΣL_{ახ} - წამწის ზედა სარტყლის პანელების ჯამური სიგრძე.

კვანძური დატვირთვა

$$g_2 = g_1 / n_{კვ} = 71,9 / 10 = 7,19 \text{ კნ.}$$

სადაც n_{კვ}=10 - კვანძების რაოდენობაა.

ზედა სარტყლის ერთ კვანძზე მოსული წამწის საანგარიშო საკუთარი წონა კავშირების წონის გათვალისწინებით

$$g_3 = g_2 \cdot \gamma_{f,კვ} \cdot B \cdot l / n_{კვ} = 0,09 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 5 \cdot 21 / 10 = 1,14 \text{ კნ.}$$

სადაც γ_f = 1,1 არის დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი; n_{კვ} - კავშირების წონის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი.

საანგარიშო თოვლის დატვირთვა წამწის ზედა სარტყლის ერთ კვანძზე

$$P_1 = S \cdot B \cdot l / n_{კვ} = 0,651 \cdot 5 \cdot 21 / 10 = 6,85 \text{ კნ.}$$

საანგარიშო კვანძური დატვირთვები:

მუდმივი $g = g_2 + g_3 = 7,19 + 1,14 = 8,33 \text{ კნ.}$

დროებითი $P = 6,85 \text{ კნ.}$

სრული $g + P = 8,33 + 6,85 = 15,18 \text{ კნ.}$

გრძივი ძალების განსაზღვრა წამწის ღეროებში

წამწის განხილული სექმისათვის მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ ლიტერატურაში მოცემული ცხრილებით ([33], დანართი IX), საიდანაც ამოიწერება ძალების კოეფიციენტები

წმწის ერთეული კვანძური დატვირთვისათვის და შემდეგ მათი გადამრავლებით რეალურ სატვირთო კოეფიციენტებზე მივიღებთ ღეროებში საძიებელ ძალვათა სიდიდეებს. სატვირთო კოეფიციენტების მნიშვნელობები მუდმივი და დროებითი დატვირთვისათვის შეადგენს: $g = 8,33$ კნ და $P = 6,85$ კნ. გრძივი ძალები წმწის ელემენტებში ცალმხრივი და სრული დატვირთვისათვის, აგრეთვე საანგარიშო ძალები, მოცემულია 7.5 ცხრილში.

ცხრილი 7.5

ძალები წმწის ელემენტებში

წმწის ელემენტები	ძალა	ძალები ერთეულოვანი დატვირთვისაგან			ძალები მუდმივი დატვირთვისაგან, $g = 8,33$ კნ	ძალები დროებითი დატვირთვისაგან, $P = 6,85$ კნ		საანგარიშო ძალები, კნ	
		მარცხნივ	მარჯვნივ	სრული		მარცხნივ	მარჯვნივ	+	-
ზედა სარტყელი	O_1	-5,55	-2,03	-7,58	-63,14	-38,02	-13,91		115,07
	O_2	-5,25	-2,27	-7,52	-62,64	-35,96	-15,55		114,15
	O_3	-5,25	-2,27	-7,52	-62,64	-35,96	-15,55		114,15
	O_4	-4,25	-3,00	-7,25	-60,4	-29,11	-20,55		110,06
	O_5	-4,25	-3,00	-7,25	-60,4	-29,11	-20,55		110,06
ქვედა სარტყელი	U_1	4,45	1,62	6,07	50,56	30,48	11,1	92,14	
	U_2	4,35	2,35	6,70	55,81	29,8	16,1	101,71	
	U_3	3,45	3,45	6,90	57,48	23,63	23,63	104,74	
ირიბნები	D_1	0,53	0,60	1,13	9,41	3,63	4,11	17,15	
	D_2	0,86	-0,42	0,44	3,67	5,89	-2,88	9,56	
	D_3	-0,24	1,01	0,77	6,41	-1,64	6,92	13,33	
	D_4	1,42	-0,95	0,47	3,92	9,73	-6,51	13,65	2,59
დგარები	V_1	-1,00	0	-1,00	-8,33	-6,85	0		15,18
	V_2	-1,00	0	-1,00	-8,33	-6,85	0		15,18
რეაქციები	R_A	3,79	1,21	5,00	41,65	25,96	8,29	75,9	
	R_B	1,21	3,79	5,00	41,65	8,29	25,96	75,9	

იმ შემთხვევაში, თუ წმწის სქემა განსხვავდება განხილულისაგან, მაშინ წმწის ღეროებში ძალების განსაზღვრა ხდება გრაფიკულ-ანალიზური ხერხით მაქსველ-კრემონას დიაგრამის აგებით [32]. დიაგრამას ვაგებთ ერთეულოვანი $P = 1$ კვანძური დატვირთვისათვის წმწის მარცხენა ნახევარზე და 7.5 ცხრილში შევაქვს შესაბამისი ძალვათა კოეფიციენტები.

წმწის კონსტრუქციული გაანგარიშება

ზედა სარტყელი. ზედა სარტყლის ელემენტებში გრძივი ძალების გარდა, მოქმედებს ადგილობრივი დატვირთვისაგან (გადახურვის პანელებისაგან) გამოწვეული მლუნავი მომენტები. ადგილობრივი დატვირთვა მიიღება, როგორც სარტყლის გასწვრივ თანაბარგანაწილებული. ამ დატვირთვისა მაქსიმალური მლუნავი მომენტი მოქმედებს EI და III პანელებში, რადგანაც ისინი ნაკლებად დახრილია ჰორიზონტის მიმართ. ამ პანელებში გრძივი ღერბის მართობულად მოქმედი დატვირთვის მდგენელი იქნება;

$$q_1 = 2(l_1 + P) \cdot \cos \gamma_1 / EI = 2 \cdot (7619 + 6685) \cdot 0,69918 / 4,502 = 6,19 \text{ კნ/მ.}$$

იგივე BF და FE პანელებისათვის:

$$q_2 = q_1 \cdot \cos \gamma_2 / \cos \gamma_3 = 6,19 \cdot 0,9264 / 0,9918 = 5,78 \text{ კნ/მ.}$$

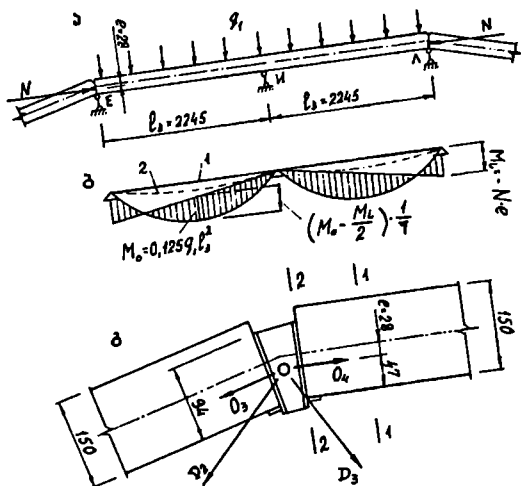
იგივე AB პანელებისათვის:

$$q_1 = q_1 \cos \gamma_1 / \cos \gamma_2 = 6,19 \cdot 0,8393 / 0,9918 = 5,24 \text{ კნ/მ.}$$

როგორც მიღებული ციფრები გვიჩვენებს, მლუნავი მომენტის მოქმედების გავლენა კეხიდან საყრდენი კვანძისაკენ დაახლოებით 15%-ით მცირდება $((5,24/6,19) \cdot 100 = 85\%)$, იმ დროს, როცა გრძივი ძალა იზრდება სულ 5%-ით $((115,08/110,06) \cdot 100 = 105\%$. იხ. ცხრ. 7.5), ამიტომ ზედა სარტყლის განივკვეთის სიმტკიცეზე შემოწმებას ვახდენთ მარტო EII და IIJ პანელებისათვის.

გრძივი ძალას B, E და J კვანძებში მოვდებთ ექსცენტრულად ელემენტის გრძივი სიმეტრიის ღერძის ქვემოთ (ნახ.7.53), რის გამოც ზედა სარტყლის ელემენტთა ბოლოებზე აღიძვრება უარყოფითი მლუნავი მომენტები $M = -N \cdot e$, რომლებიც ამცირებენ დადებით მლუნავ მომენტებს პანელის შუაში და უარყოფითს - II და III საყრდენებზე. E ექსცენტრისიტეტის სიდიდეს ვნიშნავთ პანელის შუაში და ბოლოებზე მომენტების აბსოლუტური მნიშვნელობების ტოლობის პირობის გათვალისწინებით. EII ელემენტი არის ორმალიანი უჭირი კოჭი. ამ შემთხვევისათვის e-ს განსაზღვრისათვის მიიღება გამოსახულება:

$$(0,07 \cdot q_1 \cdot L^2_{\text{ახ}}/E) - (N \cdot e/3 \cdot \xi) = N \cdot e.$$



ნახ. 7.53. წამწის ზედა სარტყლის გაანგარიშებისათვის: ა - ზედა სარტყლის პანელის საანგარიშო სქემა; ბ - მლუნავი მომენტების ეპიურა; გ - E კვანძის სიმტკიცეზე შესამოწმებელი სქემა; 1 - სარტყლის ღერძი; 2 - სარტყლის დეფორმირებული ღერძი.

თუ გავითვალისწინებთ შუა საყრდენის დაჯდომას მერქნის შეშრობისა და დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების გამო, II კვანძში უარყოფითი მომენტი შემცირდება და ნულის ტოლი გახდება. ამიტომ წინა ფორმულა მიიღებს სახეს (ნახ. 7.53,ბ):

$$(q_1 \cdot L^2_{\text{ახ}}/8\xi) - (N \cdot e/2 \cdot \xi) = N \cdot e.$$

საორიენტაციოდ მივიღოთ, რომ დამატებითი მლუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $\xi = 0,8$. $q_1 = 6,19$ კნ/მ; $N = 110,06$ კნ და პანელის მალი $L_{\text{ახ}} = 2,245$ მ. ასეთ შემთხვევაში მივიღებთ:

პირველი შემთხვევისათვის

$$e = 0,07 \cdot q_1 \cdot l_{\text{საფ}}^2 / N \cdot [\xi + (1/3)] = 0,062 \cdot q_1 \cdot l_{\text{საფ}}^2 / N =$$

$$0,062 \cdot 6,19 \cdot 2,245^2 / 110,06 = 0,0176 \text{ მ.}$$

მეორე შემთხვევისათვის

$$e = 0,125 \cdot q_1 \cdot l_{\text{საფ}}^2 / [N \cdot (\xi + 0,5)] = 0,096 \cdot q_1 \cdot l_{\text{საფ}}^2 / N =$$

$$0,096 \cdot 6,19 \cdot 2,245^2 / 110,06 = 0,0272 \text{ მ.}$$

მივიღოთ E , E და II კვანძებში ექსცენტრისიტეტის სიდიდე $e = 2,8$ სმ.

მოვახდინოთ ზედა სარტყლის განივკვეთის შემოწმება EII და III პანელების შუაში:

E და II კვანძებში უარყოფითი მღუნავი მომენტი:

$$M_{\text{საფ}} = O_3 \cdot e = 110,06 \cdot 0,028 = 3,082 \text{ კნმ.}$$

მომენტი პანელის შუაში არადეფორმირებულ მდგომარეობაში და იმ პირობით, რომ Γ და H კვანძებში მომენტები ნულის ტოლია:

$$M = (q_1 \cdot l_{\text{საფ}}^2 / 8) - (M_{\text{საფ}} / 2) = (6,19 \cdot 2,245^2 / 8) - (3,082 / 2) = 2,36 \text{ კნმ} = 236 \text{ კნ.სმ.}$$

დავინიშნოთ ზედა სარტყლის განივკვეთი $b \times h = 125 \times 150$ მმ (ნახ. 7.54).

შესაბამისი $A_{\text{საფ}} = 187 \text{ სმ}^2$.

განივკვეთის წინაღობის მომენტი

$$W_{\text{საფ}} = b \cdot h^2 / 6 = 12,5 \cdot 15^2 / 6 = 469 \text{ სმ}^3;$$

მოქნილობა წამწის სიბრტყეში

$$\lambda = l_{\text{საფ}} / 0,289 \cdot h = 224,5 / 0,289 \cdot 15 = 52;$$

დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (N / \varphi \cdot R_y \cdot A_{\text{საფ}}) = (\lambda^2 \cdot N / 3100 \cdot R_y \cdot A_{\text{საფ}}) = 1 - (52^2 \cdot 110,06 / 3100 \cdot 1,4 \cdot 187) = 0,66,$$

სადაც $R = 1,4 \text{ კნ/სმ}^2 = 14 \text{ მპა}$ არის მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე (დანართი, ცხრ.7) II ხარისხის ფიჭვის მასალისათვის.

შევამოწმოთ ზედა სარტყლის სიმტკიცე, როცა $W_{\text{საფ}} = W_{\text{საფ}}$ პანელის შუაში

$$\sigma = (O_3 / A_{\text{ფ}}) + (M \cdot R_y / \xi \cdot W_{\text{საფ}} \cdot R_d) = (110,06 / 187) + (236 \cdot 1,4 / 0,66 \cdot 469 \cdot 1,4) = 1,35 \text{ კნ/სმ}^2 = 13,5 \text{ მპა} < R_y = 14 \text{ მპა.}$$

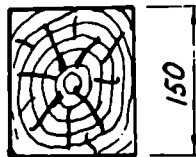
E და II კვანძების სიახლოვეს 1-1 კვეთში (ნახ.7.54,გ) იმავე ფორმულით, მაგრამ ξ კოეფიციენტის გარეშე

$$\sigma = (O_3 / A_{\text{ფ}}) + (M_{\text{საფ}} \cdot R_y / W_{\text{საფ}} \cdot R_d) = (110,06 / 187) + (308,2 \cdot 1,4 / 469 \cdot 1,4) = 1,25 \text{ კნ/სმ}^2 = 12,5 \text{ მპა} < R_y = 14 \text{ მპა.}$$

კუმშვაზე 2-2 კვეთში

$$\sigma = O_3 / A_{\text{საფ}} = 110,06 / 9,4 \cdot 12,5 = 0,94 \text{ კნ/სმ}^2 = 9,4 \text{ მპა} < R_y = 14 \text{ მპა,}$$

სადაც $9,4 = 15 - 2 \cdot e = 15 - 2 \cdot 2,8 = 9,4$ სმ არის კვანძში სარტყლის ტორსული ნაწილის განივკვეთის სიმაღლე (ნახ. 7.57).



ნახ. 7.54. ზედა სარტყლის განივკვეთი (ზომები მმ-ში).

ქვედა სარტყელი. ქვედა სარტყელს ვაგეგმარებთ ისე, რომ შედგენილ იყოს ორი თანაბართაროიანი კუთხოვანისაგან თაროებით შიგნით. მაქსიმალური გამჭიმვი ძალა $N = S_3 = 104,74 \text{ კნ}$ (ცხრ. 7.5).

განივკვეთის საჭირო ფართობი

$$A_{\text{საფ}} = S_3 / R_y = 104,74 / 23 = 4,55 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $R_y = 2300$ მპა = 23 კნ/სმ² არის ფოლადი BCr3nc-1 საანგარიშო წინაღობა ([5], ცხრ. 51).

სორტამენტებიდან ვირჩევთ თანაბართაროვებიან კუთხოვანებს 21,50x5; $A = 2 \cdot 4,8 = 9,6$ სმ²;

$J = 11,2$ სმ⁴; $z_0 = 1,42$ სმ.

მოვახდინოთ დანიშნული განიკვეთის (ნახ. 7.55) მიახლოებითი შემოწმება K კვადში, სადაც $N = P_3 = 104,74$ კნ და ექსცენტრისიტეტისაგან $e = 1,6$ სმ შესაძლო მომენტი (ვუშვებთ, რომ კვანძის კონსტრუირებისას ცენტრალური ჭანჭიკის ხერხული შეიძლება გადანაცვლებულ იქნეს საპროექტო ნიშნულიდან რაღაც მანძილზე) ტოლი იქნება:

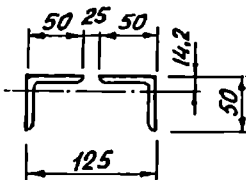
$M_{აფხ} = (P_3 - P_2) \cdot l = (104,74 - 101,71) \cdot 1,6 = 4,85$ კნსმ.

შემოწმებას ვახდენთ ძაბვების ფორმულით:

$$(N/2 \cdot A_s) + (M_{აფხ}/2 \cdot W_0) = (104,74/9,6) + (4,85/2 \cdot 3,13) =$$

$$= 11,67 \text{ კნ/სმ}^2 = 1167 \text{ მპა} < R_y = 2300 \text{ მპა, სადაც}$$

$$W_0 = J / (b - z_0) = 11,2 / (5 - 1,42) = 3,13 \text{ სმ}^3,$$

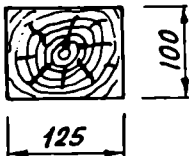


ნახ. 7.55. ქვედა სარტყლის განიკვეთი (ზომები მმ-ში).

სადაც $J = 11,2$ სმ⁴ არის ერთი კუთხოვანის ინერციის მომენტი; b - კუთხოვანის თაროს სიგანე; z_0 - კუთხოვანის განიკვეთის სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა (აიღება სორტამენტიდან).

როგორც ძაბვებზე შემოწმებამ გვიჩვენა, ქვედა სარტყლის განიკვეთი შერჩეულია დიდი მარაგით, რადგან კონსტრუქციული მოთხოვნების თანახმად უფლება არა გვაქვს, მზიდ სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოვიყენოთ უფრო მცირე ზომის კუთხოვანები, ვიდრე ჩვენ დავნიშნეთ.

დგარები და ირიბანები. დგარებისა და ირიბანების განიკვეთებს ვნიშნავთ ერთნაირს $b \times h = 125 \times 100$ მმ (ნახ. 7.56) სიმტკიცის, ზღვრული მოქნილობის და კვანძში რაღაც კუთხით თელვის პირობიდან გამომდინარე.



ნახ. 7.56. დგარებისა და ირიბანების განიკვეთი (ზომები მმ-ში).

შევამოწმოთ ყველაზე გრძელი JIK ირიბანას სიმტკიცე. სიგრძე $l_0 = 414,9$ სმ, ძალა $N = D_4 = -2,59$ კნ.

განიკვეთის ინერციის რადიუსი

$$r = 0,289 \cdot h = 0,289 \cdot 10 = 2,89 \text{ სმ};$$

მოქნილობა

$$\lambda = l_0 / r = 414,9 / 2,89 = 143 < [\lambda] = 150.$$

გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი, როცა $\lambda > 70$,

$$\varphi = A / \lambda^2 = 3000 / 143^2 = 0,147.$$

განიკვეთის ფართობი

$$A = 12,5 \cdot 10 = 125 \text{ სმ}^2.$$

ძაბვა

$$\sigma = N / \varphi \cdot A_{აფხ} = 2,59 / 0,147 \cdot 125 = 0,14 \text{ კნ/სმ}^2 = 1,4 \text{ მპა} < R_y = 13 \text{ მპა}.$$

შევამოწმოთ იმავე ირიბანას სიმტკიცე გამკიმ ძალაზე $D_4 = 13,65$ კნ

$$\sigma = D_4 / A_s = 13,65 / 0,8 \cdot 125 = 0,14 \text{ კნ/სმ}^2 = 1,4 \text{ მპა} < R_y = 7 \text{ მპა}.$$

ორივე შემთხვევაში JIK ირიბანას სიმტკიცისა და მდგრადობის პირობა დატკიცდა.

განვსაზღვროთ $R_{\text{კო}}$ დგარის განივკვეთის აუცილებელი სიგანე სარტყლის 90%-იანი კუთხით თელვის პირობიდან. რადგანაც დგარის სიგანე $b = 10$ სმ, ამიტომ სარტყლის ბოჭკოების მიმართულებით საანგარიშო წინაღობა ადგილობრივ თელვაზე გამოითვლება ფორმულით ([1], ცხრ.3. შენიშვნა 1):

$$R_{\text{კო}} = R_{\text{კო}} \cdot \{1 + [8 / (l_0 + 1,2)]\} = 1,8 \cdot \{1 + [8 / (10 + 1,2)]\} = 3,1 \text{ მპა} = 0,31 \text{ კნ/სმ}^2,$$

სადაც $R_{\text{კო}} = 1,8$ მპა არის მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე და თელვაზე ბოჭკოების განივად მთელ ფართობზე; $l_0 = 10$ სმ - მერქნის თელვის ფართობის სიგრძე ბოჭკოების გასწვრივ.

თელვის ფართობის საჭირო სიგრძე

$$c = V_1 / h \cdot R_{\text{კო}} = 15,18 / 15 \cdot 0,31 = 3,26 \text{ სმ} < 10 \text{ სმ}.$$

შევამოწმოთ $R_{\text{კო}}$ დგარი გრძივ ღუნვაზე. დგარის სიგრძე $l_0 = 321,2$ სმ;

მოქნილობა

$$\lambda = l_0 / r = 321,2 / 2,89 = 111 < [\lambda] = 150;$$

გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი

$$\varphi = A / \lambda^2 = 3000 / 111^2 = 0,243;$$

ძაბვა

$$\sigma = V_1 / \varphi \cdot A_{\text{საბ}} = 15,18 / 0,243 \cdot 125 = 0,5 \text{ კნ/სმ}^2 = 5 \text{ მპა} < R_y = 13 \text{ მპა}.$$

ზღვრული მოქნილობის $\lambda_{\text{ლ}} = 150$ და სიგრძის $l_0 = 414,9$ სმ პირობებში დგარებისა და ირიბების განივკვეთის სიგანე

$$l_0 / 0,289 \cdot \lambda_{\text{ლ}} = 414,9 / 0,289 \cdot 150 = 9,6 \text{ სმ} < h = 10 \text{ სმ}.$$

ზედა სარტყლის კვანძი (ნახ. 7.57). ზედა სარტყლის კვანძების ძირითადი ელემენტია ფილადის შუადი, რომელიც შედგება ორი საყრდენი ფილისა და მათ შორის მოთავსებული სამი დიაფრაგმისაგან (წიბოებისაგან). დიაფრაგმები შედუღებულია ფილებთან. საყრდენი ფილების ქვედა ბოლოებზე მიდუღებულია ორი ფირფიტა, რომელთა მეშვეობით ხდება ზედა სარტყლის ძელების ადგილმდებარეობის ფიქსირება. შუადის ფილები თავის თავზე იღებს ზედა სარტყლის ძელებისაგან გადმოცემულ თანაბარგანაწილებულ დაწოლას, რომლის მნიშვნელობაც გამოითვლება ზედა სარტყელში მოქმედი მაქსიმალური მკუმშავი ძალის მიხედვით $O_1 = 115,07$ კნ:

$$q = O_1 / b(h - 2e) = 115,07 / 12,5 \cdot (15 - 2 \cdot 2,8) = 1 \text{ კნ/სმ}^2.$$

ფილის განაგარიშებისათვის გამოვყოთ 1 სმ სიგანის ზოლი და განვიხილოთ იგი, როგორც ორნალანტი კოჭი, რომლის საყრდენების მოვალეობას დიაფრაგმები ასრულებს (ნახ. 7.57). შუა საყრდენზე ვუშვებთ პლასტიკურობის სახსრის გაჩენას, რომელშიც მლუნავი მომენტი

$$M_{\text{აღ}} = R_y \cdot b^2 \cdot \delta_{\text{გ}} / 4 = 23 \cdot 0,8^2 / 4 = 3,68 \text{ კნსმ}.$$

მაქსიმალური მომენტი M_1 მოქმედებს მალში განაპირა საყრდენიდან რაღაც x მანძილზე, რომლის სიდიდეც გამოითვლება ფორმულით

$$x = (l_{\text{გ}}/2) - (M_{\text{აღ}} / l_{\text{გ}} \cdot q) = [(5 + 0,5 + 0,5) / 2] - 3,68 / (5 + 0,5 + 0,5) \cdot 1 = 2,39 \text{ სმ};$$

$$M_1 = (q \cdot l_{\text{გ}} \cdot x / 2) - (q \cdot x^2 / 2) - (M_{\text{აღ}} \cdot x / l_{\text{გ}}) = (1 \cdot 6 \cdot 2,39 / 2) - (1 \cdot 2,39^2 / 2) - (3,68 \cdot 2,39 / 6) = 2,84 \text{ კნსმ}.$$

ფილის სისქე მიღებულია $\delta_{\text{გ}} = 8$ მმ, დიაფრაგმის $\delta_{\text{ფ}} = 5$ მმ.

1 სმ სიგანის ზოლის სტატიკური მომენტი

$$W_1 = 1 \cdot 0,8^2 / 6 = 0,11 \text{ სმ}^3.$$

ღუნვის ძაბვა ფილაში

$$\sigma = M_1 / W_1 = 2,84 / 0,11 = 25,8 \text{ კნ/სმ}^2 > R_y = 23 \text{ კნ/სმ}^2.$$

სიმტკიცის პირობა არ არის დაკმაყოფილებული. გავზარდოთ ფილის სისქე და ავიღოთ $\delta_{\text{გ}} = 9$ მმ, მაშინ:

$$M_{\text{აღ}} = 23 \cdot 0,9^2 / 4 = 4,66 \text{ კნმ};$$

$$x = (6/2) - (4,66/6 \cdot 1) = 2,22 \text{ სმ};$$

$$M_1 = (1 \cdot 6 \cdot 2,22^2 / 2) - (1 \cdot 2,22^3 / 2) - (4,66 \cdot 2,22 / 6) = 2,48 \text{ კნმ};$$

$$W_1 = 1 \cdot 0,9^2 / 6 = 0,135 \text{ სმ}^3;$$

$$\sigma = 2,84 / 0,135 = 18,4 \text{ კნ/სმ}^2 > R_y = 23 \text{ კნ/სმ}^2.$$

პირობა დაკმაყოფილებულია.

დიაფრაგმების სიგანეს შუადის ქვედა ნაწილში ენიშნავთ $b_{\text{ბ}} = 30$ მმ, მაშინ მისი სიგანე შუადის ზედა ნაწილში, როცა სიმაღლეა 100 მმ (ნახ.7.58), იქნება:

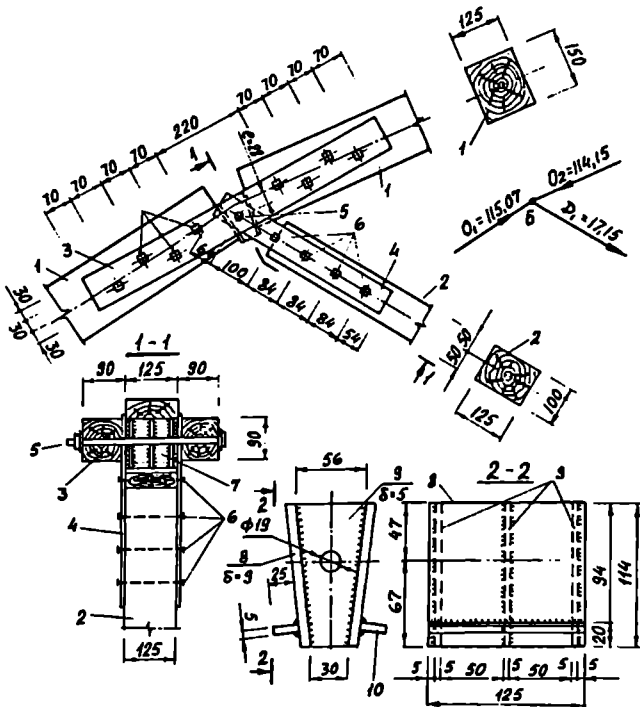
$$b_{\text{ა}} = b_{\text{ბ}} + 2 \cdot h \cdot \sin \alpha_1 = 30 + 2 \cdot 100 \cdot 0,1283 = 55,66 \text{ მმ}.$$

მივიღოთ $b_{\text{ა}} = 56$ მმ.

კვანძის ცენტრალური კანკიკის გაანგარიშებას ვახდენთ B კვანძისათვის, სადაც ირიბანაში მოქმედებს მაქსიმალური ძალა $D_1 = 17,15$ კნ (ცხრ. 7.5). უნდა შევამოწმოთ კანკიკის და შუადის კედლების სიმტკიცე ღუნვაზე, კრასა და თელვაზე.

მლუნავ მომენტს მივიღებთ, თუ დავუშვებთ, რომ ძალა ირიბანას თამასაში მოქმედებს შუადის დიაფრაგმის მიმართ ექსცენტრისიტეტით, რომლის მხარია $e = 1,2$ სმ:

$$M = 0,5 \cdot D_1 \cdot e = 0,5 \cdot 17,15 \cdot 1,2 = 10,29 \text{ კნსმ}.$$



ნახ. 7.57. ზედა სარტყლის B კვანძი. 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ირიბანა; 3 - ხის ზედი 90×90×780 მმ; 4 - ფოლადის თამასა 6×60×470 მმ; 5 - კანკიკი $d = 18$ მმ, $\ell = 350$ მმ; 6 - კანკიკები $d = 12$ მმ, $\ell = 160$ მმ; 7 - ფოლადის ასაწყობი შუადი; 8 - ფილა $\delta = 9$ მმ; 9 - დიაფრაგმა $\delta = 5$ მმ; 10 - ფოლადის ფირფიტები 5×25×125 მმ.

გავუტოლოთ ეს მომენტი ჰანჭიკის მზიდუნარიანობას ღუნვის მიხედვით და გვექნება

$$M = R_y \cdot W = 21 \cdot 0,1 \cdot d^3 = 10,29 \text{ კნმ},$$

სადაც $R_y = 210$ მპა = 21 კნ/სმ^2 არის ჰანჭიკის საანგარიშო წინაღობა. იმავე ჰანჭიკის საანგარიშო წინაღობა ჰრაზე $R_{\text{ჩ}} = 150$ მპა = 15 კნ/სმ^2 .

ასეთი ჰანჭიკის მზიდუნარიანობა ჰრაზე განივკვეთის ბრუტო ფართობის მიხედვით

$$T_3 = A_1 \cdot R_{\text{ჩ}} = 3,14 \cdot (d_0/2)^2 \cdot R_{\text{ჩ}} = 3,14 \cdot (1,8/2)^2 \cdot 15 = 38,15 \text{ კნ} > 0,5 \cdot D_1 = 0,5 \cdot 17,15 = 8,57 \text{ კნ}.$$

თელვის ძაბვა დიაფრაგმაში

$$\sigma = (D_1/2 \cdot d_c \cdot d_0) = (17,15/2 \cdot 0,5 \cdot 1,8) = 9,53 \text{ კნ/სმ}^2 < R_p = 32,3 \text{ კნ/სმ}^2 \text{ ([5], ცხრ.52)}.$$

Б, Д, Е, К და Л კვანძებში გისოსის ელემენტების მიმაგრება ზედა სარტყელთან წარმოებს ფოლადის თამასების დახმარებით, რომელთა განივკვეთი ავილოთ 6×60 მმ. თამასების დგარებთან და ირიბებთან მისამაგრებლად გამოყენებულია ჰანჭიკები (შეიძლება ლურსმნებიც) დიამეტრით $d = 12$ მმ.

განვსაზღვროთ ორჰრადი ჰანჭიკის ამტანუნარიანობა.

თამასების თელვის პირობიდან

$$T_{\text{თ}} = 2 \cdot d \cdot R_p = 2 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 32,3 = 46,5 \text{ კნ};$$

ჰანჭიკის ღუნვის პირობიდან

$$T_c = 2 \cdot 2,5 \cdot d^2 = 2 \cdot 2,5 \cdot 1,2^2 = 7,2 \text{ კნ};$$

შუა ელემენტის თელვის პირობიდან

$$T_c = 2 \cdot 2,5 \cdot c \cdot d = 2 \cdot 2,5 \cdot 12,5 \cdot 1,2 = 15 \text{ კნ}.$$

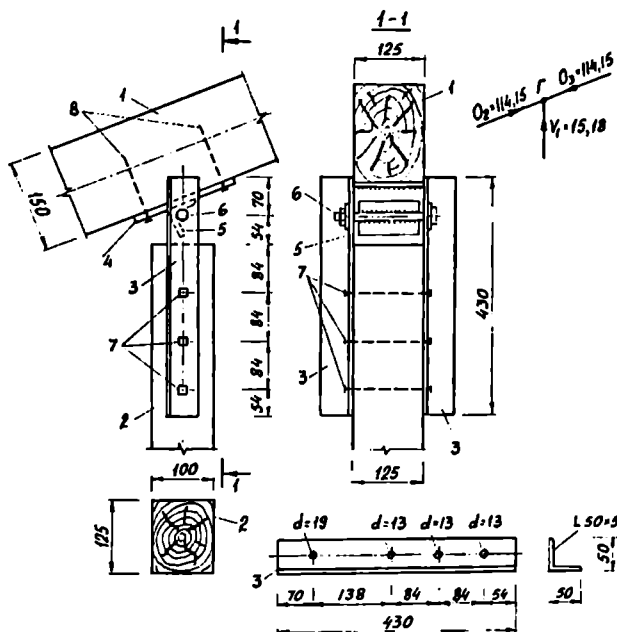
ჰანჭიკების მაქსიმალური რაოდენობა БД ირიბანას მისამაგრებლად (БД ირიბანაში მოქმედებს მაქსიმალური ძალა $D_1 = 17,15$ კნ) გამოითვლება ფორმულით:

$$n = D_1 / T_{\text{თ}} = D_1 / T_c = 17,15 / 7,2 = 2,4 \text{ ცალი}.$$

ავილოთ 3 ცალი ჰანჭიკი, რომლის დიამეტრია $d = 1,2$ სმ და გავვრცელოთ იგი გისოსის ყველა ელემენტზე წამწის როგორც ზედა, ისე ქვედა სარტყლისათვის. ჰანჭიკებს შორის დამორება მერქნის ბოჭკოების გასწვრივ $S_1 = 7d = 7 \cdot 1,2 = 8,4$ სმ. ხის ელემენტის ბოლოდან პირველი ჰანჭიკის დამორება $S = 7d = 8,4$ სმ (ნახ. 7.58). ჰანჭიკებს ვანლაგებთ ერთრიგად, რადგანაც განივკვეთის სიგანე არ იძლევა მათი ორრიგად განლაგების საშუალებას.

დგარის ზედა სარტყლის ძელთან შესაერთებლად გამოყენებულია ორი ცალი ფოლადის კუთხოვანა, რომლებიც ჰანჭიკებით უკავშირდებიან დგარს. ზედა სარტყელს ძელს ქვემოდან ლურსმნებით დაკრული აქვს ლითონის ფირფიტა, რაზედაც კუთხოვანის მოკლე ნაჭერია მიდუღებული. ხოლო კუთხოვანაზე - ჰანჭიკი. ამ ჰანჭიკის ბოლოებზე ჩამოცმულია დგარზე დაკრული თამასები, რომლებიც ქანჩით არის შეკრული (ნახ. 7.58).

ზედა სარტყლის Б, Е და Л კვანძები ორივე მხრიდან გადაბურულია ხის ზედებით.



ნახ. 7.58. ზედა სარტყლის Γ კვანძი. 1 - ზედა სარტყელი; 2 - დგარი; 3 - კუთხოვანა (თამასა) $L50 \times 5$, $l = 430$ მმ; 4 - ლითონის ფირფიტა $5 \times 125 \times 160$ მმ; 5 - კუთხოვანა $L50 \times 5$, $l = 100$ მმ; 6 - კანკიკი $d = 18$ მმ, $l = 160$ მმ; 7 - კანკიკები $d = 12$ მმ, $l = 160$ მმ; 8 - ლურსნეები $d = 5$ მმ, $l = 100$ მმ.

საყრდენი კვანძი. კვანძში მოქმედებს საანგარიშო ძალები: $O_1 = -115,07$ კნ; $S_1 = 92,14$ კნ; $R_A = 75,9$ კნ. კვანძი დაცენტრებულია. კვანძის კონსტრუქციულ საფუძველია ფოლადის ფურცლებისაგან შენადული ქუსლი, რომელიც შედგება მისაბჯენი და საყრდენი ფილებისაგან, ორი შვეული ტრავერსისა და სიხისტის წიბოებისაგან (ნახ. 7.59).

გვერდების ფარდობა $b/a = 12,5/6 = 2,08$, შესაბამისი $\alpha = 0,1$ ([33], თავი VIII, §1), სადაც $a = 6$ სმ - უბნის მცირე გვერდის სიგრძე.

მლუნავი მომენტი

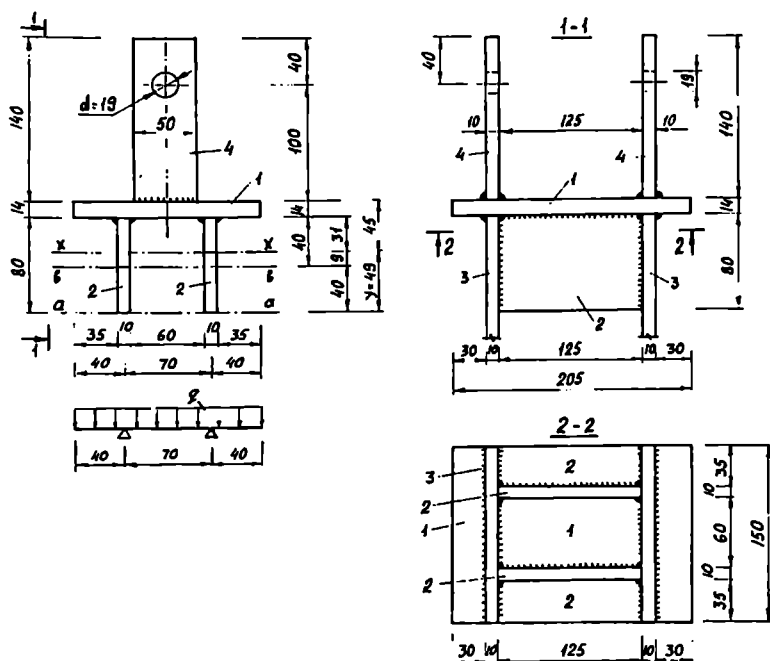
$$M_1 = \alpha \cdot \sigma_m \cdot a^2 = 0,1 \cdot 0,61 \cdot 6^2 = 2,2 \text{ კნსმ.}$$

2. სამი გვერდით ხისტად ჩამაგრებული უბანი (უბანი 2):

გვერდების ფარდობა $b_1/b = 3,5/12,5 = 0,28$, შესაბამისი $\beta = 0,06$ ([33], თავი VIII, §1).

მლუნავი მომენტი

$$M_2 = \beta \cdot \sigma_m \cdot b^2 = 0,06 \cdot 0,61 \cdot 12,5^2 = 5,72 \text{ კნსმ.}$$



ნახ. 7.60. საყრდენი კვანძის მისაბეჭენი ფილის კონსტრუქცია. 1 - მისაბეჭენი ფილა $14 \times 150 \times 205$ მმ; 2 - სიხისტის წიბოები $10 \times 80 \times 125$ მმ; 3 - ტრავერსი; 4 - ყუნწი $10 \times 50 \times 140$ მმ.

ფილის სისქე

$$\delta_B = \sqrt{\frac{6M}{R_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 5,72}{23}} = 1,22 \text{ სმ.} \quad \text{მივიღოთ } \delta_B = 14 \text{ მმ.}$$

შევამოწმოთ მისაბეჭენი ფილის სიმტკიცე სიხისტის წიბოების გათვალისწინებით. განვიკვეთის გეომეტრიული მახასიათებლები (ნახ. 7.60):

ფართობი

$$A = 1,4 \cdot 15 + 2 \cdot 1 \cdot 8 = 37 \text{ სმ}^2;$$

სტატიკური მომენტი $a-a$ ღერძის მიმართ

$$S_{a-a} = 1,4 \cdot 15 \cdot (8 + 1,4/2) = 183 \text{ სმ}^3;$$

მანძილი $a-a$ ღერძიდან განივკვეთის სიმძიმის ცენტრამდე

$$y = S_{a-a} / A = 183 / 37 = 4,95 \text{ სმ};$$

ინერციის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ

$$J_x = (15 \cdot 1,4^3 / 12) + 1,4 \cdot 15 \cdot (4,5 - 1,4/2)^2 + 2 \cdot (1 \cdot 8^3 / 12 + 1 \cdot 8 \cdot 1,1^2) = 385 \text{ სმ}^4;$$

წინაღობის მომენტი $x-x$ ღერძის მიმართ

$$W_x = J_x / y = 385 / 4,95 = 78 \text{ სმ}^3.$$

მისაბეჭენი ფილა სიხისტის წიბოებით გაანგარიშდება ღუნვაზე, როგორც კოჭი მალით ($f = 13,5$ სმ (მანძილი ტავერსებს შორის)).

მლუნავი მომენტი

$$M = 0,1 \cdot f / 8 = 115,07 \cdot 13,5 / 8 = 194,2 \text{ კნსმ}.$$

მაბევა ფილაში

$$\sigma = M / W_x = 194,2 / 78 = 2,49 \text{ კნ/სმ}^2 < R_y = 23 \text{ კნ/სმ}^2.$$

ტრავერსებისათვის ვიყენებთ ფურცლოვან ფოლადს სისქით $\delta_{\text{ტ}} = 10$ მმ. მისაბეჭენი ფილის ულემენტების შეერთება ერთმანეთთან და ტრავერსებთან ხდება შედუღების ნაკერით, რომლის სისქეა $h_{\text{ნაკ}} = 6$ მმ.

ქვედა სარტყლის კუთხოვანების ტრავერსებთან მისამაგრებელი შედუღების ნაკერების ჯამური სიგრძე

$$l_{\text{ნაკ}} = S_1 / h_{\text{ნაკ}} \cdot \beta_{\text{ნაკ}} \cdot R_{w,f} = 92,14 / 0,5 \cdot 0,7 \cdot 15 = 17,6 \text{ სმ},$$

სადაც $h_{\text{ნაკ}} = 0,5$ სმ არის შედუღების ნაკერის სიმაღლე; $\beta_{\text{ნაკ}} = 0,7$ - შედუღების ნაკერის ფორმის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი ხელით შედუღებისათვის; $R_{w,f} = 15 \text{ კნ/სმ}^2 = 1500 \text{ კგ/სმ}^2$ - კუთხური შედუღების ნაკერის საანგარიშო წინაღობა.

ერთი ნაკერის სიგრძე წვეროსთან

$$l_1 = 17,6 \cdot 0,3 / 2 = 2,6 \text{ სმ}.$$

ოგივე ყუასთან

$$l_2 = 17,6 \cdot 0,7 / 2 = 6,2 \text{ სმ}.$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით ვიღებთ $l_1 = 20$ სმ და $l_2 = 26$ სმ (ნახ. 7.59).

გვიანგარიშით ქუსლის პორიზონტალური საყრდენი ფილა, საყრდენი რეაქცია $R_A = 75,9$ კნ. ფილის ზომებს ვსაზღვრავთ იმ პირობიდან, როცა წამწის საყრდენი რეაქცია გადაეცემა ბეტონის ბალიშს B10 კლასის $R_b = 6$ მპა = $60 \text{ კგ/სმ}^2 = 0,6 \text{ კნ/სმ}^2$ საანგარიშო წინაღობით.

ფილის საჭირო ფართობი

$$A_{\text{საჭ}} = R_A / R_b = 75,9 / 0,6 = 126,5 \text{ სმ}^2.$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით მივიღოთ იღოთ საყრდენი ფილის ზომები $A = 20 \times 24,5 \text{ სმ} = 490 \text{ სმ}^2$ (ნახ. 7.59).

ფილას, მისი სისქის განსაზღვრისათვის ვიხილავთ, როგორც ორკონსოლიან კოჭს დატვირთულს თანაბარგანაწილებული დატვირთვით:

$$q = A / b_{\text{ფ}} = 75,9 / 24,5 = 3,1 \text{ კნ/სმ}.$$

ტრავერსებს შორის დამორება მიიღება ზედა სარტყლის განივკვეთის სიგანის ტოლი - 12,5 სმ. ტრავერსების სისქეს ვიღებთ $\delta_{\text{ტ}} = 10$ მმ. ფილის მალი $l = 12,5$ სმ, ხოლო კონსოლების შვერი $c = (24,5 - 12,5 - 2 \cdot 1) \cdot 0,5 = 5$ სმ.

მაქსიმალური მლუნავი მომენტი მიიღება ტრავერსის დაყრდნობის წერტილში:

$$M_b = q \cdot c^2 / 2 = 3,1 \cdot 5^2 / 2 = 38,75 \text{ კნსმ}.$$

გამოვთვალოთ მლუნავი მომენტის მნიშვნელობები თელის ძაბვის მიხედვითაც:

$$\sigma_m = R_A/A = 75,9/490 = 0,15 \text{ კნ/სმ}^2;$$

მლუნავი მომენტი კონსოლებზე

$$M_1 = \sigma_m \cdot l^2/2 = 0,15 \cdot 5^2/2 = 1,9 \text{ კნსმ};$$

მლუნავი მომენტი შუა უბანზე

$$M_2 = \sigma_m \cdot b^2/12 = 0,15 \cdot 12,5^2/12 = 1,95 \text{ კნსმ}.$$

ფილის საკირო სისქე

$$\delta_{\text{ფ}} = \sqrt{\frac{6M_{\text{max}}}{bR_y}} = \sqrt{\frac{6M_1}{bR_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 28,75}{20 \cdot 23}} = 0,7 \text{ სმ}.$$

მივიღოთ $\delta_{\text{ფ}} = 10 \text{ მმ}$.

ქვედა სარტყლის კვანძი. გაანგარიშებასავსებით D კვანძისათვის, რომელშიც თავს იყრის ძალები: $D_1 = 17,15 \text{ კნ}$; $D_2 = 9,56 \text{ კნ}$; $V_1 = -15,18 \text{ კნ}$; $S_1 = 92,14 \text{ კნ}$ და $S_2 = 101,71 \text{ კნ}$.

კვანძის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 7.61 ნახაზზე. ქვედა სარტყლის კუთხოვანები ჰორიზონტალური თაროების ზემოდან შეერთებულია ფოლადის ფირფიტით, რომლის ზომებია $6 \times 105 \times 150 \text{ მმ}$. მასზე ეყრდნობა V_1 შეკუმშული დგარის ქვედა ბოლო. კვანძში სიმეტრიის ღერძების გადაკვეთის წერტილში ქვედა სარტყლის კუთხოვანები გახვრტილია - მასში გაყრილია ჰორიზონტალური ცენტრალური ჰანჭიკი, რომელზედაც ჩამოცმულია D_1 , D_2 და V_1 ღერძების მისამარებელი თამასები. ქვედა სარტყლის განიკვეთის ფართობის ნახვრტით შემცირების საკომპენსაციოდ კვანძი ქვემოდანაც გაძლიერებულია ფოლადის ფირფიტით.

ცენტრალური ჰანჭიკის გაანგარიშებას ვაწარმოებთ D_1 და D_2 ძალების ტოლქმედის მოქმედებაზე, რომლის სიდიდეა

$$R = \sqrt{D_1^2 + D_2^2} = \sqrt{17,15^2 + 9,56^2} = 19,63 \text{ კნ}.$$

ტოლქმედის მხარი შვეული თამასის მიმართ მივიღოთ $e = 1,2 \text{ სმ}$. მაშინ მომენტი

$$M = R \cdot e = 19,63 \cdot 1,2 = 25,6 \text{ კნსმ}.$$

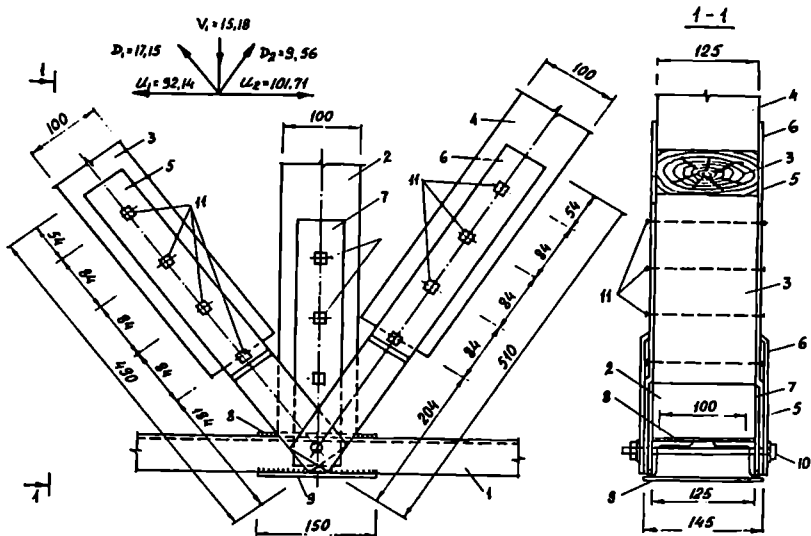
ცენტრალური ჰანჭიკის დიამეტრი

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{M}{eR_y}} = \sqrt[3]{\frac{25,6}{0,12 \cdot 21}} = 2,16 \text{ სმ}. \text{ მივიღოთ } d_3 = 2,2 \text{ სმ},$$

სადაც $R_y = 21 \text{ კნ/სმ}^2$ - ჰანჭიკის საანგარიშო წინაღობა.

ცენტრალური ჰანჭიკის შიდილუნარიანობა ჰარაზე

$$T_3 = A_y \cdot R_{as} = \pi \cdot (0,5d_3)^2 \cdot R_{as} = 3,14 \cdot (0,5 \cdot 2,2)^2 \cdot 15 = 57 \text{ კნ} > D_1 = 17,15 \text{ კნ}.$$



ნახ. 7.61. წაშლის ქვედა სარტყლის Δ კვანძი. 1 - ქვედა სარტყელი; 2 - V_1 დგარი; 3 - D_1 ირიბანა; 4 - D_2 ირიბანა; 5 - D_1 ირიბანას თამასა $6 \times 60 \times 490$ მმ; 6 - D_2 ირიბანას თამასა $6 \times 60 \times 510$ მმ; 7 - V_1 დგარის თამასა $6 \times 60 \times 340$ მმ; 8 - ფოლადის ფირფიტა $6 \times 100 \times 150$ მმ; 9 - ფოლადის ფირფიტა $6 \times 145 \times 150$ მმ; 10 - ცენტრალური ჭანჭიკი $d = 22$ მმ, $\ell = 220$ მმ; 11 - ჭანჭიკები $d = 12$ მმ, $\ell = 160$ მმ.

თელის ძაბვა შეეულ თამასაში

$$R/\delta_{\text{თ}} \cdot d_{\text{ჭ}} \cdot n = 19,63/0,6 \cdot 2,2 \cdot 2 = 7,43 \text{ კნ/სმ}^2 < R_p = 32,3 \text{ კნ/სმ}^2 \text{ ([5], ცხრ.52),}$$

სადაც $\delta_{\text{თ}} = 0,6$ სმ - თამასის სისქე; $d_{\text{ჭ}} = 2,2$ სმ - ჭანჭიკის დიამეტრი; $n = 2$ - თამასების რაოდენობა.

შევამოწმოთ ირიბანების მისამაგრებელი თამასები გაჭიბვაზე D_1 ძალის მიხედვით:

$$D_1/2 \cdot A_s = 17,15/2 \cdot 0,6 \cdot [6 - (2,2 + 0,1)] = 3,86 \text{ კნ/სმ}^2 < R_y = 23 \text{ კნ/სმ}^2 \text{ ([5], ცხრ. 51).}$$

ირიბანაში მოქმედებს მკუშმავი ძალა $D_1 = -2,59$ კნ (ცხრ. 7.5). ამიტომ საჭიროა კვანძთან შემაერთებელი თამასის შემოწმება მდგრადობაზე, როგორც ექსცენტრულად შეკუმშული მუდმივკვეთიანი ელემენტისა. შემოწმება ხდება ფორმული ([5], ფორმულა 51) მეშვეობით:

$$N/\varphi_c \cdot A \leq R_y \cdot \gamma_c,$$

სადაც $N = D_1 = 2,59$ კნ; $A = 0,6 \cdot 6 = 3,8$ სმ² არის თამასის განივკვეთის ბრუტო ფართობი; $\gamma_c = 1$ - მუშაობის პირობების კოეფიციენტი; φ_c - საანგარიშო წინააღობის შემამცირებელი კოეფიციენტი ექსცენტრული კუმშვის დროს დამოკიდებული ელემენტის საპირობითი მოქნილობაზე და m_{φ} დაყვანილ ფარდობით ექსცენტრისიტეტზე

$$\lambda = l_0 / 0,289 \cdot \delta_{\text{თ}} = 14 / 0,289 \cdot 0,6 = 81,$$

სადაც $l_0 = 14$ სმ - თავისის თავისუფალი სიგრძეა (ნახ.7.61).

პირობითი მოცულობა

$$\lambda_{\text{პირ}} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{I_x}{I_x^{\text{პირ}}}} = 81 \cdot \sqrt{\frac{33}{2,1 \cdot 10^4}} = 2,68,$$

სადაც $E = 2,1 \cdot 10^4$ კნ/სმ² არის ფოლადის დრეკადობის მოდული ([5], ცხრ.63).

განივკვეთის ფორმის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი $\eta = 1$.

ექსცენტრისიტეტი

$$e_1 = (e + \delta_{\text{თ}}) / 2 = (1,2 + 0,6) / 2 = 0,9 \text{ სმ.}$$

განივკვეთის წინაღობის მომენტი

$$W = \delta^2 \cdot b_m / 6 = 0,6^2 \cdot 6 / 6 = 0,36 \text{ სმ}^3.$$

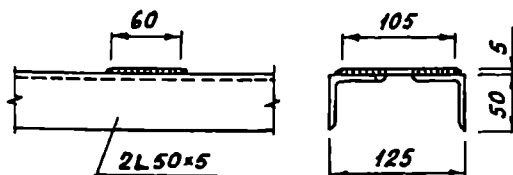
ფარდობითი ექსცენტრისიტეტი

$$m_{\text{ე}} = e_1 \cdot A / W = 0,9 \cdot 3,8 / 0,36 = 9,5.$$

$\lambda_{\text{პირ}}$ და $m_{\text{ე}}$ - ის მიხედვით ცხრილიდან ([5], ცხრ.74) ვიწერთ $\varphi_{\text{ე}}$ -ს მნიშვნელობას - $\varphi_{\text{ე}} = 0,122$.
მაგა

$$\sigma = N / \varphi_{\text{ე}} \cdot A = 2,59 / 0,122 \cdot 3,8 = 5,59 \text{ კნ/სმ}^2 < R_{\gamma} \gamma_{\text{ე}} = 23 \cdot 1 = 23 \text{ კნ/სმ}^2.$$

ქვედა სარტყლის კუთხოვანების ერთობლივი მუშაობის უზრუნველსაყოფად ისინი შეკრულია ფოლადის მცირე ზომის ფირფიტებით (ნახ. 7.62), რომელთა შორის დამორბეა მიიღება 80რ-ის ტოლი, სადაც r განივკვეთში ერთი კუთხოვანის ინერციის რადიუსია შესაერთებელი ფირფიტის პარალელური ღერძის მიმართ - $80r = 80 \cdot 1,53 = 122$ სმ.



ნახ. 7.62. ქვედა სარტყლის დეტალი:

1 - ქვედა სარტყელი 2 L 50x5;

2 - ზედი 5x60x105 მმ.

სა პანელში, რომლის სიგრძეა 445,6 სმ, შემაერთებული ფირფიტების რაოდენობა ტოლი იქნება

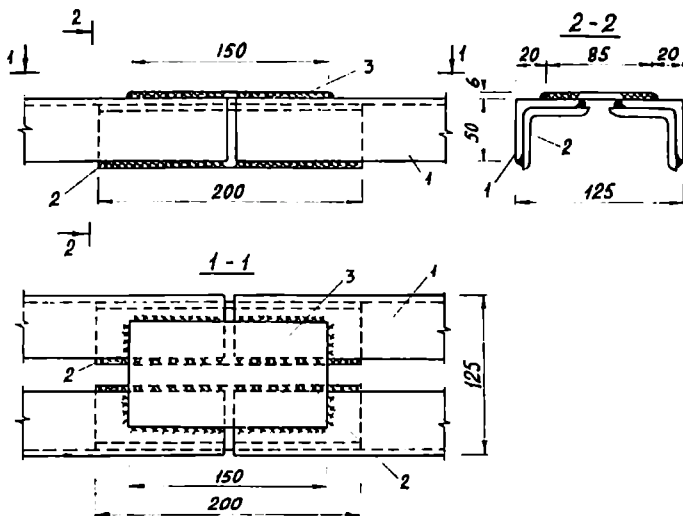
$$n_{\text{ფ}} = (l_0 / 80r) - 1$$

$$= (445,6 / 122) - 1 = 2,6 \text{ ცალი.}$$

ვიღებთ 4 ცალს (საჭიროა ფირფიტების ლუწი რაოდენობა). S_1 და S_2 პანელებში ფირფიტებს

ვიღებთ იმავე რაოდენობით.

რადგანაც სორტამენტით კუთხოვანების სიგრძე შეზრუდულია (4-13 მ), ამიტომ წაშრის ქვედა სარტყლის S_2 პანელში ეწყობა პირაპირი (ნახ. 7.63). პირაპირის ზედმად გამოყენებულია ოგავე ზომის კუთხოვანები, რომლისგანაც გაკეთებულია ქვედა სარტყელი L 50x5 და დამატებითი ფოლადის ფურცელი.



ნახ. 7.63. ქვედა სარტყლის პირაპირი. 1 - ქვედა სარტყელი 2 L50x5 მმ; 2 - პირაპირის ზედი L 50x5 მმ, l = 200 მმ; 3 - ფოლადის ფურცელი 6x85x150 მმ.

ზედის საკირო სიგრძე გაანგარიშდება შედეგების ნაკერის სიგრძის მიხედვით:

$$l_{\text{სკ}} = (L_3/4 \cdot \beta \cdot l_{\text{სკ}} \cdot R_{\text{სკ}}) + 1 = (104,74/4 \times 0,7 \times 0,5 \times 15) + 1 = 6 \text{ სმ.}$$

კონსტრუქციული მოსაზრებით მივიღოთ $l_{\text{სკ}} = 20$ სმ. შესაბამისად კუთხოვანას ზედის სიგრძე $l = 20$ სმ. ფურცლის ზომები მივიღოთ 6x85x150 მმ.

7.11. ხის სამკუთხა ფიცრული წამწე კვანძებში ლითონის დაკბილული ფირფიტებით

ხისა და ხე-ლითონის წამწეები კვანძებში ლითონის დაკბილული ფირფიტებით (ლდგ) გამოიყენება შენობის სანივნივე სისტემებში, მანსარდებში, კარკასულ-ჰანელურ შენობებში, სწრაფად ასაშენებელ სასაწყობე სათავსებში, დახურული მოედნების, ანგარების, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ნაგებობების, სპორტული დარბაზებისა და სხვ. სახის შენობებში.

12 მ-მდე მალის მქონე წამწეები (ნახ. 7.64) შეიძლება მარტივად დაამონტაჟოს ხელით, 3-4 კაციანმა ბრიგადამ, ასეთი წამწეების საორიენტაციო ღირებულებაა 27 ლარიდან (ქანობიანი სახურავები) 60 ლარამდე (მანსარდები) გადახურვის ჰორიზონტალური პროექციის 1 მ²-ზე დამატებითი ღირებულების გადასახადის (ლდგ) ჩათვლით.

წამწეებს ლდგ-ზე გამოარჩევს ზოგი უპირატესობა, როგორცაა:

- შეერთების მაღალი მზიდუნარიანობა (1 სმ² ლდგ თავის თავზე იღებს

11 კგ-მდე მალას), რაც საშუალებას იძლევა, შეეკმნათ კონსტრუქციები 24 მ-მდე მალით ;



ნახ. 7.64. ლდფ-ზე განხორციელებული წამწე.

დამზადებული კონსტრუქციების სიზუსტე. რადგანაც გაანგარიშება ხდება კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით, სიზუსტე დაპროექტებისას $\pm 0,1$ მმ-ია, ხოლო წარმოებაში ყოველ 6 მ-ზე შეადგენს ± 1 მმ;

- არქიტექტორის ჩანაფიქრის განხორციელება. ლდფ-ზე განხორციელებული კონსტრუქციები საშუალებას იძლევა შეექმნათ ნებისმიერი ფორმის გადახურვები, რაც ტრადიციული მასალებით თითქმის შეუძლებელია;

- კონსტრუქციების სიმსუბუქე, რაც განაპირობებს მათი აწყობის მაღალ ტექნოლოგიურობას. შესაერთებელი ელემენტები განლაგებულია ერთ სიბრტყეში, რაც 1,5...3-ჯერ ამცირებს მასალის ხარჯს სხვა ხის კონსტრუქციებთან შედარებით;

- მშენებლობის სისწრაფე. მას განაპირობებს კონსტრუქციების ქარხნული წესით დამზადება. სამშენებლო მოედანზე მიმდინარეობს მხოლოდ აწყობა და მონტაჟი. ერთ ცვლაში 5-6 კაციანი ბრიგადა წამწეების მონტაჟს აკეთებს დაახლოებით 100 მ² ფართობზე. ეს განსაკუთრებით აქტუალურია შენობების რეკონსტრუქციის დროს, როცა აუცილებელია შენობის სახურავის შეცვლა მაქსიმალურად მოკლე ვადაში ატმოსფერული ნალექებისაგან თავის დასაცავად;

- სამშენებლო მოედნის სისუფთავე. არ რჩება აგურისა და ბლოკის გროვები, არ დგება ცემენტის მტვერი;

- შეერთებების სიმტკიცე აღემატება ანალოგიურ შეერთებებს წებოსა და წირწკიმალეზე;

- ლდფ-ზე განხორციელებული კონსტრუქციები 1,5-2-ჯერ ეკონომიურია სხვა ტიპის ხის კონსტრუქციებთან შედარებით, ხოლო ლითონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებთან შედარებით - 4-5-ჯერ;

- არ სჭირდება შეერთებებში ისეთი რთული ოპერაციების შესრულება, როგორცაა ჭდობები, ღარები, კოტები, ბუდეები და სხვ.

ლდფ-ზე განხორციელებული შეერთებათა ეფექტური და ეკონომიური ტექნოლოგიების დანიშნულებაა გადახურვის წამწეების, ნივნივებისა და საკედლე

პანელების დაგეგმარება, დაშადება და მონტაჟი. ის სტაბილურად ინარჩუნებს წამყვან ადგილს მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების საშენებლო ბაზარზე.

ლდფ-ზე დაშადებული კონსტრუქციების სამშობლოში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, მაგალითად, დღესათვის არ ფუნქციონირებს არც ერთი აგურის ქარხანა - დაბალსართულიანი სახლების მშენებლობაში უპირატესობას ანიჭებენ იაფ, ენერგოდამზოვავ, ეკოლოგიურ და ეკონომიურ ხის კონსტრუქციებს.

სანივნივე წამწეებს ამზადებენ მშრალი, 18-20% ტენიანობის მერქნისაგან. მას არ სჭირდება 12%-მდე გამშრალი მერქანი, როგორც დაწებებულ ელემენტებს. მასალად გამოყენებულია II ხარისხის მერქანი. მერქნის ხარჯი შეადგენს 0,03-0,05 მ³-ს გადახურვის ჰორიზონტალური პროექციის 1 მ²-ზე, ხოლო ლდფ-ისა - 0,09-0,12 კგ-ს 1 მ²-ზე.

ხის საცხოვრებელი სახლების საბოლოო ღირებულება 60-70%-ით ნაკლებია, ვიდრე აგურის სახლებისა.

ფიგრული წამწეები მზადდება 38 მმ სისქის დახერხილი მასალისაგან. ფიგრების სტანდარტული სიგანაა 89 და 140 მმ. წამწეები ფიგრებისა და მაკავშირებლების (ლდფ) სისტემაა. შედარებით დიდი მალის წამწეების დაშადების ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა, უარი ვთქვათ საცხოვრებელი სახლის შუა მზიდ კედლებზე (შესაბამისად საძირკვლებზე) და მივიღოთ მეტი თავისუფალი სივრცე გეგმარებისათვის, ხოლო დაშადებისათვის საჭირო სპეციალური საქარხნო მოწყობილობები (ამერიკული, გერმანული) უზრუნველყოფს ნებისმიერი სართულის მზიდი სანივნივე კონსტრუქციების შექმნას.

წამწეების დაშადებლად გამოყენებულ ფიგრებში დაუშვებელია ოთხზე მეტი მუხრდილი რკის არსებობა 1 გრძივ მეტრზე. წრიული რგოლების სისქე, გაჭიმული ქვედა სარტყლის მერქანში, არ უნდა იყოს 5 მმ-ზე მეტი, ხოლო გვიანი მერქნის რაოდენობა - 20%-ზე მეტი. დაუშვებელია მასალაში სიდამპლე, ნახეთქები, ბზარები და ნაშური.

ყველა ტიპისა და სახეობის წამწეში ლდფ-ის ელემენტები აუცილებლად იფარება ანტიკოროზიული საღებავით ან ხდება მისი მოთუთიება.

ლდფ-ზე განხორციელებული ხის წამწეების ოპტიმალური მალაია 15 მ, სიმაღლე - 3,5 მ. წამწის სიმაღლის მინიმალური ზომაა 60 სმ, სიმაღლის ფარდობა მალთან $h/b = 1/6 - 1/7$.

სამკუთხა ხის წამწის ქვედა სარტყლის პანელის ზომები დამოკიდებულია განივკვეთის სიმაღლესა და სისქეზე. თუ სისქეა 35 მმ, ხოლო სიმაღლე 7,2...14,5 სმ-ის ფარგლებში, მაშინ პანელის სიგრძე 1,9 მ-დან 2,8 მ-მდე იცვლება.

ხის წამწეების (ზოგადად, ხის კონსტრუქციების) დაგეგმარებისათვის გამოყენებული უნდა იქნეს შემდეგი საშენებელი ნორმები და სტანდარტები: EUROCODE-5, IBS, RS 6399, СНиП II-25-80, BS 5268, PrEN 14545:2007(E), PrEN 1995-1-1:2003(E), EN 335-1:1992, EN 335:1992, RS EN 338:2003.

წამწის დაგეგმარება და გაანგარიშება წარმოებს პერსონალურ კომპიუტერზე სპეციალური პროგრამების გამოყენებით, როგორცაა: MiTek 20/20, ARMWOOD, ПК ЛИРА, КЗ-Коттедж, ПК ЭСПРИ-2013, VERTEX, ZWCAD, ZW 3D™, ЛИРА СОФТ, САПР GStarCAD, ArCADia-TERMO და სხვ.

თუ კომპიუტერული პროგრამა ხელმისაწვდომი არ არის, მაშინ გაანგარიშება შეიძლება კლასიკური მეთოდით და ღეროებში მოქმედი ძალების მიხედვით (4.10) ფორმულის

საშუალებით გავიანგარიშოთ ლდფ-ს მუშა ფართობი ზოკოებისა და მოქმედი ძალის მიმართულებებს შორის β კუთხის გათვალისწინებით. ძაბვა ფირფიტებში არ უნდა აღემატებოდეს საანგარიშო სიდიდეებს.

კომპიუტერული პროგრამის (ARMWOOD) დახმარებით ლდფ-ზე განხორციელებული ხის წაშენების გაანგარიშების თანმიმდევრობა მოცემულია ლეტერატურაში [40].

7.12. შპრენგელური სისტემები

შპრენგელური ეწოდება ისეთ ღეროვან სისტემებს, რომლებიც, ძირითადის გარდა, შეიცავს დამატებით ელემენტებს, რომელთა დანიშნულებაა, შეამციროს ძირითადი ღეროების მღუნავი მომენტები და გაზარდოს მთელი სისტემის სიხისტე. მღუნავ მომენტებს წარმოქმნის არაკვანძური დატვირთვები. ასეთი დამატებითი ელემენტები ხშირად გამოიყენება კონსტრუქციების გაძლიერების დროს.

მარტივი შპრენგელური სისტემის სქემები მოცემულია 7.65 ნახაზზე. შპრენგელური სისტემები სტატიკურად ურკვევი სისტემებია.

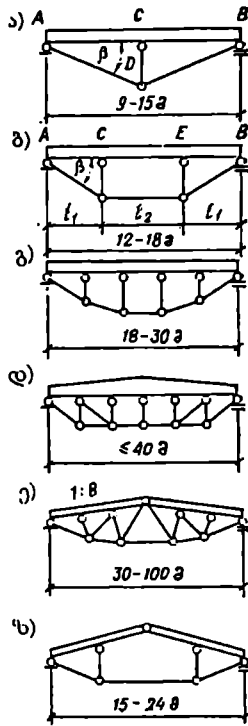
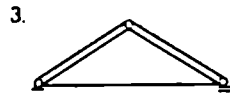
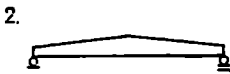
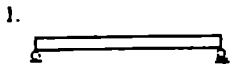
შპრენგელური სისტემის ზედა სარტყელი მზადდება დაწებებული ბლოკების, ძელებისა ან მორებისაგან, ხოლო ქვედა სარტყელი - წრიული განივკვეთის ან დაპროფილებული ფოლადისაგან. ქვედა სარტყლის კვანძები ყოველთვის განლაგებულია საყრდენი კავანძების ნიშნულის ქვემოთ, ამიტომ ეს კვანძები ფიქსირებული არაა და იმისათვის, რომ არ გამოვიდნენ წაშლის სიბრტყიდან, მიმართავენ მათ შეკვრას წყვილ-წყვილად შევული კავშირების დახმარებით. კავშირები ემაგრება სისტემის შვეულ დგარებს. გისოსის ელემენტები მზადდება ძელებისა ან ფიგურებისაგან.

დიდი მალის მქონე წაშენების სატვირთო პანელების გასაძლიერებლად იყენებენ დამატებით წაშენებს - შპრენგელებს, რომლებიც ყყრდნობა მთავარი წაშლის კვანძებს (ნახ. 7.66, ა). როგორც წესი, შპრენგელის ღეროებს აერთიანებენ ძირითადი წაშლის ღეროებთან (ნახ. 7.66, ბ), რის შედეგადც მიიღება ე.წ. შპრენგელუბიანი წაშენი.

შპრენგელები შვეულ დატვირთვებს გადასცემენ ძირითადი წაშლის კვანძებს და შეიძლება იყოს ერთიარუსიანი (ნახ. 7.67, ა) ან ორიარუსიანი (ნახ. 7.67, ბ).

შპრენგელუბიანი წაშენში არჩევენ სამი ტიპის ღეროებს:

1. ღეროები, რომლებიც მიეკუთვნება ძირითად წაშენს. ძალები ამ ღეროებში განისაზღვრება ძირითადი წაშლის გაანგარიშებით (შპრენგელები მხედველობაში არ მიიღება, ხოლო მათზე მოსული დატვირთვები გადაეცემა ძირითადი წაშლის კვანძებს);
2. შპრენგელის ღეროები. მასში ძალებს განსაზღვრავენ, როგორც ორ საყრდენზე დაყრდნობილ დამოუკიდებელ წაშენში;
3. ღეროები, რომლებიც საერთოა ძირითადი წაშლისა და შპრენგელისათვის. ძალები განისაზღვრება, როგორც ძირითადი და შპრენგელუბიანი წაშენების გაანგარიშებით მიღებული ძალების ჯამი.



ნახ. 7.65. შპრენგელურ სისტემათა მარტივი ფორმები.

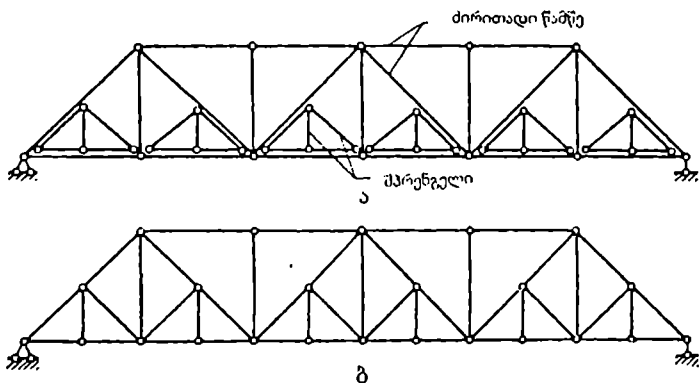
მაქსიმალური უარყოფითი მომენტი მოქმედებს შუა საყრდენზე; 2 - შუა საყრდენის ჯდომა ისეთია, რომ მღუნავი მომენტი წულის ტოლია, ხოლო ზედა სარტყელს ქმნის ორი ერთმალისანი კოჭი. ამ დროს მალში მოქმედებს მაქსიმალური მღუნავი მომენტი.

უნდა აღინიშნოს, რომ უმეტეს შემთხვევაში, ძალები ღეროებში განისაზღვრება ძირითადი და შპრენგელიანი წაშვების განცალკევების გარეშე.

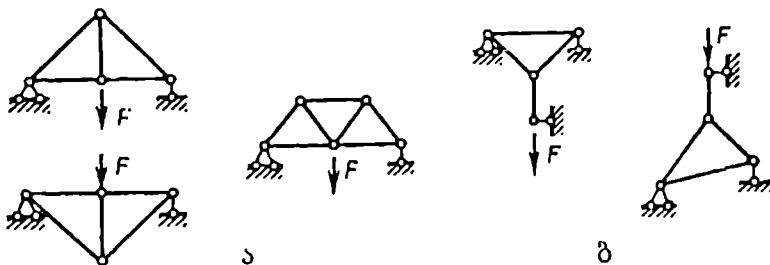
შპრენგელიან სისტემებში ძალები გამოითვლება საშენებლო მექანიკის მეთოდების გამოყენებით. რთული შპრენგელური სისტემების გაანგარიშება კი ხდება კომპიუტერული პროგრამების დახმარებით.

განვიხილოთ ყველაზე მარტივი სამკუთხა შპრენგელიანი სისტემა (ნახ. 7.67, ა). მისი გაანგარიშება შეიძლება ორი შესაძლო საანგარიშო სქემის მიხედვით: 1 - შუა საყრდენის დაჯდომა არ ხდება და ზედა სარტყელი განიხილება, როგორც უჭრი კოჭი. ამ შემთხვევაში

შპრენგელიანი სისტემის გაანგარიშება, როგორც უჭრი კოჭისა, ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით: საანგარიშო მღუნავი მომენტის შემცირების მიზნით გრძივ N ძალას



ნახ. 7.66. პარენგელბიანი წამბე.



ნახ. 7.67. ერთიარუსიანი (ა) და ორიარუსიანი (ბ) პარენგელიანი სისტემები.

A და B საყრდენებზე მოსდებენ e ექსცენტრისიტეტით. მაშინ მლუნავი მომენტი C საყრდენზე თანაბრად განაწილებული q დატვირთვის მოქმედებისას (ფორმ. 7.38) იქნება:

$$M_c = (-q \cdot l^2/8) + (N \cdot e/2). \quad (7.43)$$

მკუმშავი ნორმალური ძალა ზედა სარტყელში

$$N_- = 1,25 \cdot q \cdot l/2 \cos \beta. \quad (7.44)$$

გამჭიმვი ძალა ქვედა სარტყელში

$$N_+ = 1,25 \cdot q \cdot l/2 \sin \beta. \quad (7.45)$$

მკუმშავი ძალა დგარში (ზედა სარტყლის უკრადობის გათვალისწინებით)

$$V_- = 1,25 \cdot q \cdot l. \quad (7.46)$$

ზედა სარტყლის განივკვეთის შემოწმება ასეთივეა, როგორც შეკუმშულ-გალუნული ელემენტისა:

$$\sigma_j = (N/A_{სარტ}) + (M_{ფ}/W_{სარტ}) \leq R_j, \quad (7.47)$$

სადაც $M_{ფ} = M/\xi$.

დამატებითი მლუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი ξ კოეფიციენტის გამოთვლისას ღეროს საანგარიშო მოქნილობას განსაზღვრავენ ღეროს მთლიანი სიგრძის მიხედვით.

სისტემის გაანგარიშება შუა საყრდენის დაჯდომის გათვალისწინებით: საანგარიშო მლუნავი მომენტი ძალის შუაში თანაბრად განაწილებული q დატვირთვის მოქმედებისას და e ექსცენტრისიტეტის მხედველობაში მიღებით:

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot e. \quad (7.48)$$

მკუმშავი ძალა ზედა სარტყელში

$$N_- = q \cdot l / 2 \cdot \cos \beta. \quad (7.49)$$

გამჭიმი ძალა ქვედა სარტყელში

$$U_+ = q \cdot l / 2 \cdot \sin \beta. \quad (7.50)$$

მკუმშავი ძალა დგარში

$$V_- = q \cdot l. \quad (7.51)$$

ზედა სარტყლის განიკვეთის შემოწმება წინა შემთხვევის ანალოგიურია.

მიღებული გამოსახულებების ანალიზი აჩვენებს, რომ მაქსიმალური ნორმალური ძალები სარტყლებსა და დგარში წარმოიშობა მაშინ, როცა ზედა სარტყელი მუშაობს, როგორც უჭირი კოჭი, ანუ არ აღინიშნება აქვს შუა საყრდენის დაჯდომა. მლუნავი მომენტი კი უნდა გამოითვალოს ორივე შემთხვევისათვის.

შპრენგელურ სისტემაში კვანძების მჭიდროდ შეერთების მიზნით, მიმართავენ ქვედა სარტყლის დაჭიმვას საყრდენ კვანძებში ქანჩების დახმარებით ან დასაჭიმი ქუროების მოწყობით ქვედა შუა კვანძებში.

მარტივი შპრენგელური სისტემებით შეიძლება გადავხუროთ 9-15 მ ძალები, ხოლო რთული სისტემებით - 40 მ-მდე ძალები.

7.13. გამჭოლი კამარები

გამჭოლი კამარები განზღუდნიან სისტემებს მიეკუთვნება. არსებობს მათი სამი ტიპი: განზღუდნიანი სისტემები კამარისებრი ან ტეხილი მოხაზულობისა და გამჭოლი სამსახსრიანი ჩარჩოები (ნახ. 7.68).

განზღუდნიანი ხის კონსტრუქციები, როგორც წესი, მზადდება სამსახსრიანი. მშენებლობაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული პირველი ჯგუფის კონსტრუქციები - გამჭოლი კამარები, შედგენილი ორი სეგმენტური წამწისაგან. ასეთი კამარის ასაწყობი ელემენტებია ორი სეგმენტური წამწე, რომელთა ერთ მთლიან კონსტრუქციად აწყობა ხდება სამშენებლო მოედანზე.

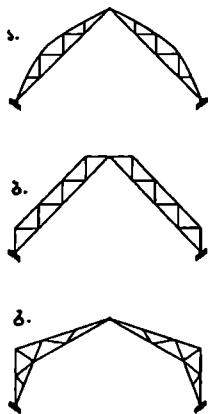
საყრდენების მდებარეობის მიხედვით განასხვავებენ კამარის ორ სახეს: კამარას, რომლის საყრდენი კვანძები ეყრდნობა კედლებს და შესაბამისად, განზღუდნი ძალის მისაღებად უკეთდება შემკრავი, და მეორეს - კამარა, რომლის საყრდენი კვანძები უშუალოდ საძირკვლებს ეყრდნობა და განზღუდნი ძალაც მას გადაეცემა. ასეთი კამარების ნახევარკამარების (წამწეების) გისოსის ელემენტებში უმნიშვნელო სიდიდის ძალები აღიძვრება, რის გამოც მათი მიმაგრება სარტყელთან საგრძნობლად გამარტივებულია.

ეწეობა დაუცენტრავი კვანძები, ხოლო ირიბანები და დგარები სარტყელს ლურსმნებით მიემაგრება.

კამარის ზედა სარტყელი წრის რკალის ნაწილია, რომლის R რადიუსი და ნახევარკამარის h სიმაღლე განისაზღვრება კამარის ℓ მალის და f აწევის ისრის მიხედვით (ნახ. 7.69):

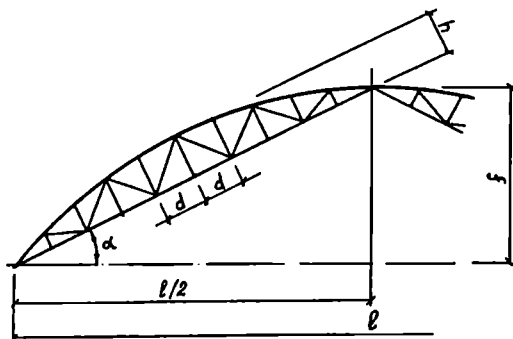
$$R = (\ell^2 + 4f^2) / 8f; \quad (7.52)$$

$$h = 2 \cdot R \cdot \sin^2(\alpha/4). \quad (7.53)$$



ნახ. 7.68. გამჭოლი განბჯენიანი სისტემების ტიპები:

- ა - კამარისებრი;
- ბ - სამკუთხა;
- გ - ჩარჩოსებრი.



ნახ. 7.69. სამსახსრიანი გამჭოლი კამარის გეომეტრიული სქემა.

სამსახსრიანი კამარის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ნახევარკამარის ზედა სარტყელი ყოველთვის კუმშვაზე მუშაობს, ხოლო ქვედა სარტყლის სხვადასხვა ადგილზე დროებითი დატვირთვის შესაბამისად ნიშანცვლადი ძალა მოქმედებს და ის მერქნისაგან მზადდება.

ზედა სარტყლის მდგრადობის უზრუნველყოფა ხდება სახურავის ელემენტებით (ფენილი, გრძივები), ხოლო ქვედასი - შვეული კავშირებით.

მცირე მალის კამარის ფოლადის შემკვრელისათვის გამოიყენება კუთხოვანები, ხოლო დიდი მალეებისათვის - შველურები. ჩაკიდების თავიდან აცილების მიზნით შემკრავ ნახევარკამარებს რამდენიმე წერტილში ემაგრება საკიდარებით.

ნახევარკამარა სეგმენტური წაშლისაგან მცირედ განსხვავდება, რასაც საყრდენი კვანძების კონსტრუქციული გადაწყვეტა და ქვედა სარტყლის კუმშვა-გაჭიმვაზე მუშაობა განაპირობებს. საყრდენი კვანძის კონსტრუქცია შედარებით რთულია, რადგან კვანძში

შედის სამი ძირითადი ელემენტი: ზედა და ქვედა სარტყლები და შემკრავი, ამასთან ქვედა სარტყელი კუმშვა-გაჭიმვაზე მუშაობს. კვანძის ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტია ფოლადის შედუღებული ქუსლი, რომელიც თარაზული საყრდენი ფილის, ორი შვეული ტრავერსისა და მისაბჯენი ფილისაგან შედგება. შვეული ტრავერსების გარე ზედაპირებზე მიდუღებულია შემკრავის შველურები, ხოლო საყრდენი ფილის სიხისტის უზრუნველყოფის მიზნით მას უკანა მხრიდან შეიძლება მიედუღოს სიხისტის წიბოები. 30 მეტრზე მეტი მალის შემთხვევაში კამარის ერთ-ერთი საყრდენი მოძრავი კეთდება.

კამარის კეხის კვანძი შეიძლება სხვადასხვანაირად გადაწყვეტიტოთ. სახსრის მოსაწყობად უმეტესად იყენებენ ფოლადის დეტალებს, რომლებიც ნახევარკამარის ბოლოებზე მაგრდება. ამ დეტალების მეორე მხარეზე მიედუღება ზოლოვანი ფორფიტები, რომლებიც ერთმანეთს ებჯინება და ნახევარკამარას ქანჭიკებით უერთდება.

კამარის სტატიკური გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება ამ კონსტრუქციისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი თავისებურება, სახელდობრ: დროებითი ტვირთით (თოვლი) კამარის ცალმხრივი დატვირთვის დროს კამარის დაუტვირთავი მხარის გისოსის ელემენტები და მრუდხაზოვანი ზედა სარტყელი არ მუშაობს, ხოლო იმავე დროებითი ტვირთით კამარის მთლიანი მალის დატვირთვისას გისოსის ელემენტებსა და ქვედა სარტყელში უმნიშვნელო ძალები მოქმედებს. ამიტომ, ამ ელემენტებში ძალების შესაძლო მაქსიმუმის მისაღებად საჭიროა დროებითი ტვირთით კამარის მალის 1/4, 1/2 და 3/4 ნაწილების დატვირთვის შემთხვევების განხილვა.

რადგან ნახევარკამარის ქვედა სარტყელი დროებითი დატვირთვის სხვადასხვა მდებარეობისას გამჭიმვი და მკუმშავი ძალების მოქმედებას განიცდის, საჭიროა ქვედა სარტყლის განივკვეთი შემოწმებულ იქნეს როგორც გაჭიმვაზე, ისე გრძივ ღუნვაზე.

გრძივ ღუნვაზე შემოწმებისას ქვედა სარტყლის საანგარიშო სიგრძეები მიიღება: კამარის სიბრტყეში - სარტყლის კვანძებს შორის მანძილი, ხოლო კამარის მართობ სიბრტყეში - შვეულ კავშირებს შორის მანძილი გამრავლებული 1,25-ზე.

სეგმენტური წაწეებისაგან შედგენილი სამსახსრიანი კამარის გაანგარიშებისა და კონსტრუირების დანარჩენი საკითხების გადაწყვეტა (ელემენტთა განივკვეთების შერჩევა, ზედა სარტყლის ლურსმნების გაანგარიშება და განლაგება, კვანძების გაანგარიშება და სხვ.) ხდება სეგმენტური ლურსმნოვანი წაწეების ანალოგიურად.

სამსახსრიანი კამარების დადებითი თვისებებია:

1. კოჭოვან სეგმენტურ წაწეებთან შედარებით მის ნახევარკამარებს დაახლოებით 4-ჯერ ნაკლები სიმაღლე აქვს, ხოლო ზედა სარტყლისა და გისოსის ელემენტებთან შედარებით - მცირე სიგრძე;

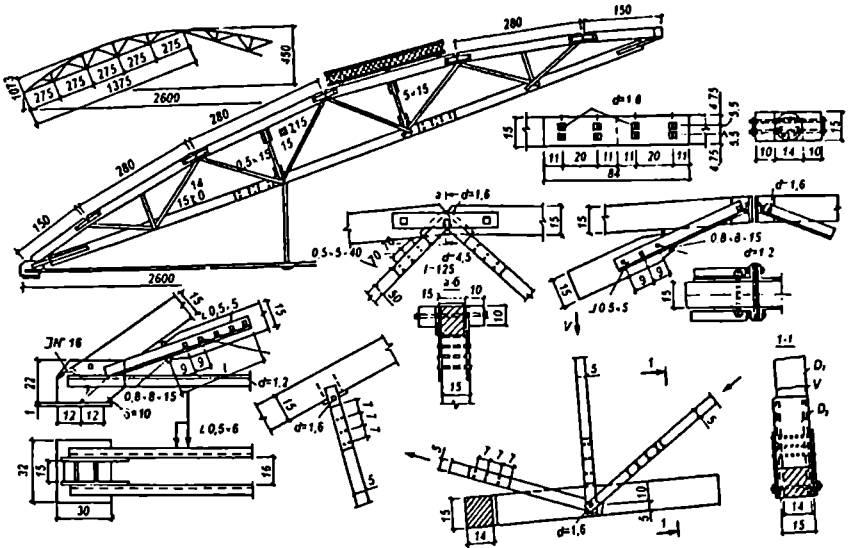
2. კამარის დროებითი ტვირთით ცალმხრივი დატვირთვისას ირიბანებში მოქმედი ძალები გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე სეგმენტური წაწეების იმავე ელემენტებში;

3. სამსახსრიანი კამარები ადვილი გადასატანია სამშენებლო მოედნამდე, რადგან იშლება ცალკეულ ელემენტებად და მონტაჟი ხორციელდება ადვილზე.

ამ კამარების უარყოფით მხარეებს მიეკუთვნება საყრდენი და კეხის კვანძების მოწყობის სირთულე და ნახევარკამარების ქვედა სარტყლების მდგრადობის უზრუნველსაყოფად შვეული კავშირების მოწყობის აუცილებლობა.

დაწებებული კონსტრუქციების საწარმოო ბაზის არარსებობის შემთხვევაში გამჭოლი სამსახსრიანი კამარის დასამზადებლად იყენებენ მრავალკუთხა ძელურ წაწეებს ხის ქვედა სარტყლით (ნახ. 7.70). ასეთი კამარებით შესაძლებელია გადახურულ იქნეს მალეები

20...40 მ-ის ფარგლებში. კამარა აქაც 3 ძირითადი ელემენტის - ორი ნახევარკამარისა და ერთი შემკრავისაგან შედგება.



ნახ. 7.70. მრავალკუთხა წამწეებისაგან შედგენილი სამსახსრიანი კამარა.

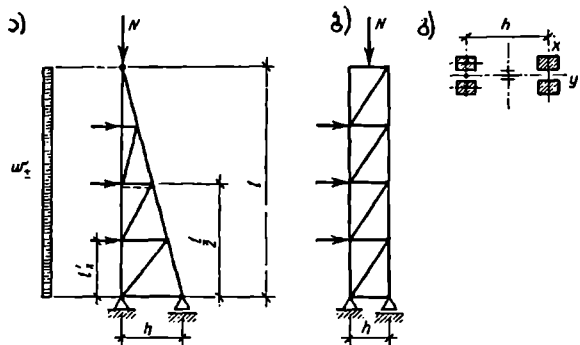
კონსტრუქციული გადაწყვეტით ნახევარკამარა მცირედ განსხვავდება ხე-ლითონის ძელური მრავალკუთხა წამწისაგან, კერძოდ, ნახევარკამარაში ქვედა სარტყელი ხისაა, ხოლო მრავალკუთხა წამწეში - ფოლადის; ლითონის შემკრავის განივკვეთი ორიკუთხოვანისაგან არის შედგენილი.

მრავალკუთხა წამწეებისაგან შედგენილი სამსახსრიანი კამარების გაანგარიშება და კონსტრუირება ზემოთ განხილული კამარებისა და მრავალკუთხა ძელური წამწეების ანალოგიურია.

7.14. გამჭოლი დგარები

გამჭოლი დგარები (ნახ. 7.71) მზადდება ძელების ან მოარშიებული მორებისაგან და გამოიყენება განივი ჩარჩოს შემადგენლობაში მისთვის განივი სიხისტისა და მდგრადობის უზრუნველსაყოფად (ნახ. 7.72), აგრეთვე გადახურვის მზიდი კონსტრუქციების საყრდენებად. მათი სიმაღლე შეიძლება იყოს 10 მ და მეტი. კვანძები, როგორც წესი, ხორციელდება ჭანჭიკების გამოყენებით.

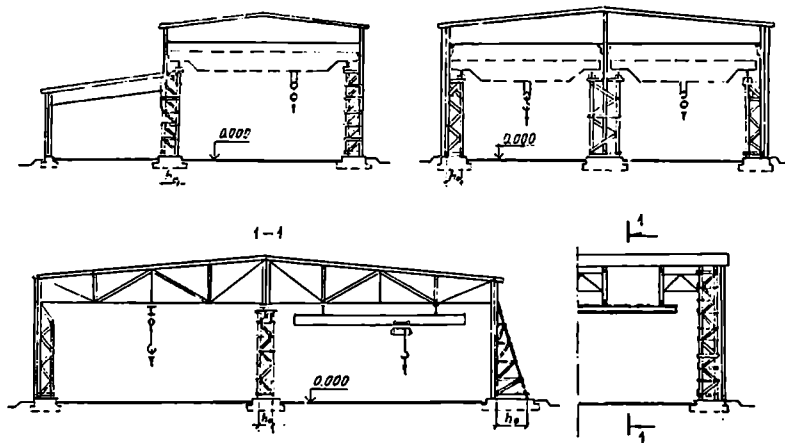
მართკუთხა გამჭოლი დგარი ადვილი დასამზადებელია, რადგანაც მისი გისოსის ღეროები ერთნაირი სიგრძისაა, მაგრამ ზედა ბოლოში ორი კვანძი აქვს, რომლებიც საჭიროებენ დამაგრებას დგარის მართობ სიბრტყეში. სამკუთხა დგარი უფრო



ნახ. 7.71. გამჭოლი დგარები: ა - სამკუთხა; ბ - მართკუთხა; გ - განივკვეთი.

ეკონომიურია მასალის თვალსაზრისით, ზედა ბოლოშიც ერთი კვანძი აქვს, მაგრამ რთული დასამზადებელია გისოსის ღეროების სხვადასხვა სიგრძეების გამო. სარტყლები შეიძლება შედგებოდეს ერთი ან ორი ძელისაგან. უმჯობესია ორი ძელისაგან შედგენილი მოკლე შუასადებიით, რადგანაც ამ შემთხვევაში

ძალზე მარტივდება გისოსის ღეროების მიმაგრება სარტყლებთან და კონსტრუქციას აქვს დიდი სიხისტე, რაც არცთუ ისე უმნიშვნელოა დგარის მუშაობის თვალსაზრისით.

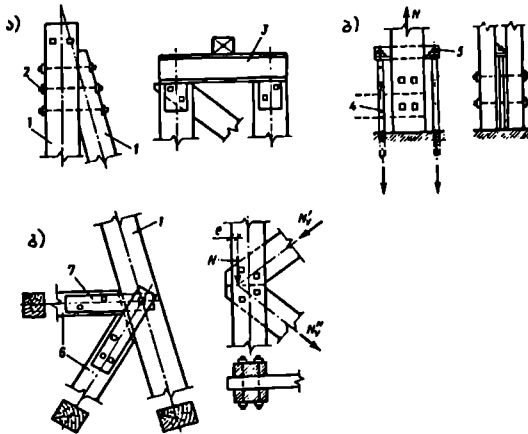


ნახ. 7.72. გამჭოლი დგარები განივ ჩარჩოში.

კაპიტალურ შენობებში მართკუთხა დგარები განლაგებულია შენობის შიგნით, ხოლო სამკუთხა - შენობის გარეთ და კონტრფორსების მოვალეობასაც ასრულებენ. დგარებს ხშირად იყენებენ შენობის ტორსის კედლებშიც.

გამჭოლი დგარის სიგანის h_0 (შტოების ცენტრებს შორის მანძილი დგარის საფუძველში) შეფარდება მის სიმაღლესთან პარალელურშტოებიანი დგარისათვის $1/5-1/8$ მიიღება, ხოლო სამკუთხა მოხაზულობის დგარისათვის - $1/4-1/6$.

შენიშნაში ხიდურა ამწის არსებობის შემთხვევაში გამჟოლი ხის დგარის მოხაზულობა საფეხუროვანია (ნახ. 7.74).



ნახ. 7.73. გამჟოლი დგარის კვანძები: ა - ზედა; ბ - ქვედა საყრდენზე; გ - შუალედური; 1 - სარტყელი; 2 - კანჭიკი; 3 - ლითონის კოჭი; 4 - ანკერი; 5 - ლითონის კუთხედი; 6 - გისოსის ელემენტები; 7 - ლითონის ზედი.

დგარის შტოს განივკვეთი ერთი ან ორი ძელისაგან (შორისაგან) შედგება. კვანძები კეთდება ელემენტების ექსცენტრული მიერთებით. საძირკველში ჩამაგრება ხდება ლითონის ანკერების მეშვეობით. გამჟოლი დგარის (კოლონის) კონსტრუქცია, რომლის სიმაღლეა 9,24 მ, ნაჩვენებია 7.75 ნახაზზე.

გამჟოლი დგარების გაანგარიშება ეფუძნება იმას, რომ მათზე მოქმედებს N შვეული და W ჰორიზონტალური ქარის დატვირთვები და საანგარიშო სქემად მიიღება შვეულად მდგარი კონსოლური წამწე, რომელიც სახსროვნად არის

მიმაგრებული საძირკველზე. მცირე სიმაღლის დგარები კი გაანგარიშდება, როგორც შეკუმშულ-გალუნული ელემენტი ხისტი ქვედა და სახსროვანი (ან თავისუფალი) ზედა საყრდენებით.

სიმტკიცესა და მდგრადობაზე დგარის სარტყლების გაანგარიშება ხდება ორ სიბრტყეში. დგარის სიბრტყეში მისი საანგარიშო სიგრძე მიიღება კვანძებს შორის მანძილის ტოლი, მის მართობ სიბრტყეში - კვანძებს შორის მანძილის ტოლი, ხოლო მის მართობ სიბრტყეში - მანძილი ჰორიზონტალურ კავშირებს შორის. ორძელიან სარტყლებში გათვალისწინებული უნდა იქნეს მაკავშირებელი ელემენტების დამყოლობა.

გისოსის ღეროების გაანგარიშება ხდება სიმტკიცესა და მდგრადობაზე კუმშვისას ან მარტო სიმტკიცეზე გამჭიმი ძალის მოქმედებისას კვანძებში მათი სახსროვნად ჩამაგრების მხედველობაში მიღებით.

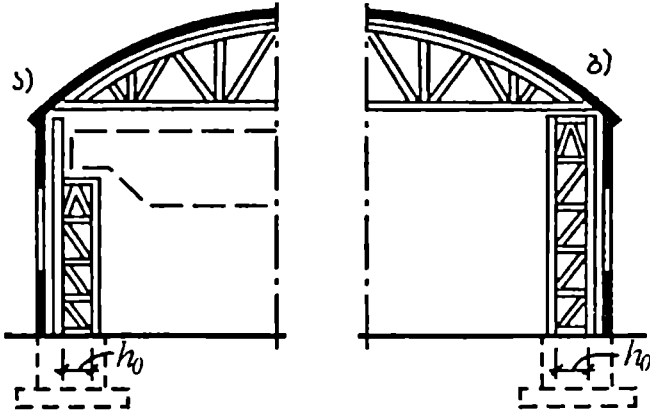
საყრდენი კვანძის გაანგარიშება ხდება სარტყლებში მოქმედი გამჭიმი ძალების მიხედვით.

ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე გაანგარიშების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს დგარების კავშირი რიგელთან, რაც ქმნის ერთხელ სტატიკურად ურკვევ ჩარჩოს, შედგენილს სამიკველში ხისტად ჩამაგრებული ორი დგარისა და ზემოდან სახსროვნად დაკავშირებული რიგელისაგან.

დგარის გისოსის ღეროების ჰორიზონტალურ დატვირთვებზე გაანგარიშებას ახორციელებენ ფორმულით:

$$(N/A_6) + (N_M/E \cdot A_6) \leq R_u, \quad (7.54)$$

სადაც A_s არის დგარის ერთი შტოს განივკვეთის ნეტო ფართობი; N - ერთ შტოში შვეული დატვირთვისაგან აღძრული ძალა; $N_M = M/h_0$ - მკუმშავი ძალა ჰორიზონტალური დატვირთვისაგან; M - მლუნავი მომენტი ჰორიზონტალური დატვირთვისაგან საძირკველთან დგარის მიერთების დონეზე; h_0 - დგარის განივკვეთის სიმაღლე საძირკველთან.



ნახ. 7.74. გამჭოლი დგარების ტიპები: ა - ხილურა აწვით; ბ - აწვის გარეშე.

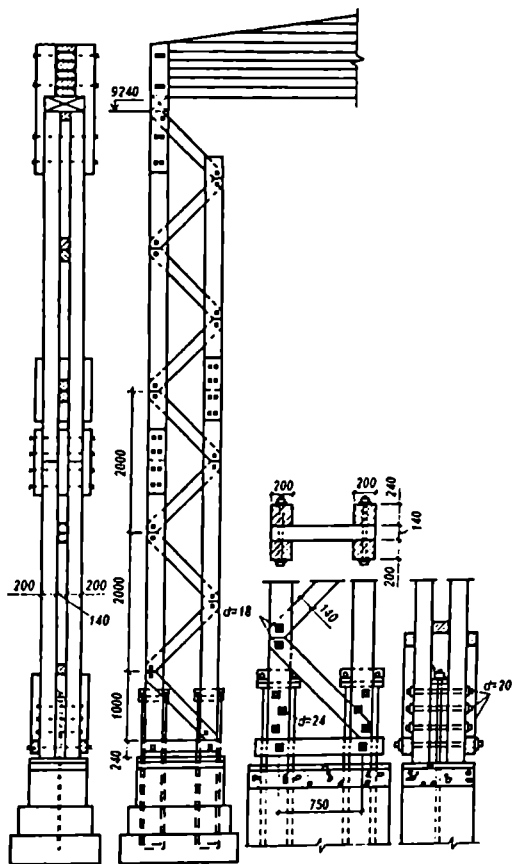
დგარის საანგარიშო სიგრძე მოქნილობისა და ξ კოეფიციენტის განსაზღვრისას მიიღება ფაქტობრივი სიგრძის ორმაგი მნიშვნელობის ტოლი (როგორც კონსოლისათვის). ξ კოეფიციენტის გამოთვლისას, გისოსის ღეროების შტოსთან დამაკავშირებელი ელემენტების დამყოლობა გაითვალისწინება დაყვანილი $\lambda_{ფე}$ მოქნილობის შემოტანით (ცალკეული შტოს მოქნილობა პირობითად მიიღება $\lambda_1 = 0$). მაკავშირებელთა (ჭანჭიკები, ლურსმნები) ჭრათა რიგები დგარის სიგრძის 1 მეტრზე განისაზღვრება კვანძში ჭრათა რიგების გაყოფით დგარის პანელის სიგრძეზე.

დგარის ცალკეული შტოს მდგრადობაზე შემოწმება ხდება ფორმულით:

$$\left(\frac{N}{A_{s\kappa}} \right) + \left(\frac{M}{W_{s\kappa}} \right) \leq R_{\tau} \varphi_1, \tag{7.55}$$

სადაც φ_1 არის გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი, განსაზღვრული ξ საანგარიშო სიგრძის მიხედვით, რომელიც დგარის კვანძებს შორის მანძილის ტოლია; $A_{s\kappa}$ - დგარის ერთი შტოს განივკვეთის ბრუტო ფართობი; $W_{s\kappa}$ - დგარის ერთი შტოს განივკვეთის ბრუტო წინაღობის მომენტი; $M_{\kappa} = M/\xi$ - მლუნავი მომენტი დგარში დეფორმირების სქემის გათვალისწინებით; M - მლუნავი მომენტი საძირკველთან; ξ - დამატებითი მლუნავი მომენტის გათვალისწინებელი კოეფიციენტი.

დგარის ელემენტების გაანგარიშება ჩარჩოს მართობ სიბრტყეში ხდება ყოველი შტოსთვის ცალკე M მლუნავი მომენტის გაუთვალისწინებლად. ტოტის საანგარიშო სიგრძედ მიიღება მანძილი გრძივი კავშირების ჩამაგრებებს შორის.



ნახ. 7.75. გამკოლი დგარი (კოლონა), სიმაღლით 9,24 მ.

თუ შტოს განიკვეთი შედგენილია, მაშინ გაანგარიშება ხდება, როგორც ცენტრალურად შეკუმშული შედგენილი ღეროსი. გისოსის ელემენტებში ძალები განისაზღვრება, როგორც წამწეში შემდეგში მათი გაყოფით ξ კოეფიციენტის მნიშვნელობაზე.

თავი 8. სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების სივრცითი დამაგრება

8.1. ზოგადი ცნობები

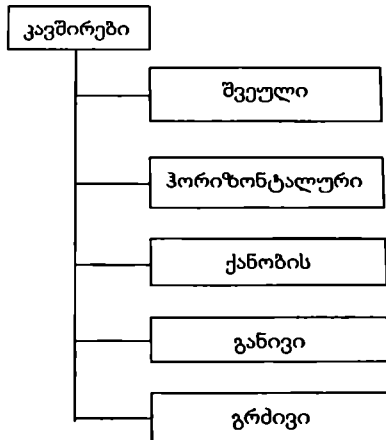
სიბრტყითი კონსტრუქციების (კოჭები, წაშწეები, კამარები, ჩარჩოები) დანიშნულებაა, მიიღონ მხოლოდ მათ სიბრტყეში მოქმედი დატვირთვები.

ნაგებობა, რომელიც აშენებულია მხოლოდ ერთ სიბრტყეში განლაგებული ბრტყელი ელემენტებისაგან, სივრცეში გეომეტრიულად ცვლადი იქნება. ამიტომ სივრცითი სიხისტისა და გეომეტრიული უცვლელობის უზრუნველყოფისათვის ბრტყელ კონსტრუქციებს კავშირების დახმარებით აერთიანებენ ერთ სივრცით კარკასად.

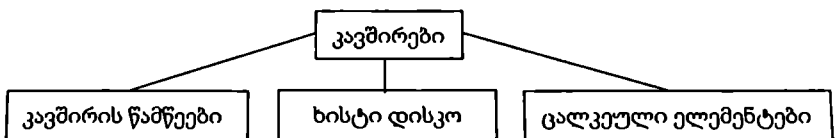
კარკასულ შენობებში კავშირების ფუნქციებია:

- ნაგებობის გეომეტრიული უცვლელობის უზრუნველყოფა;
- შეკუმშული ელემენტების მდგრადობის უზრუნველყოფა მათი საანგარიშო სიგრძეების შემცირებით (წაშწეების, რიგელების, კოლონების სარტყლები);
- შიდა კონსტრუქციების მართობ სიბრტყეში მოქმედი დატვირთვების მიღება (ქარის დაწოლა, აშწეების დამუხრუჭების ძალები, სეისმური დატვირთვები) და გადაცემა საპირკვლებზე კარკასის სხვა ელემენტების დახმარებით;
- დატვირთვების (აშწეების დამუხრუჭების ძალები, შემთხვევითი საექსპლუატაციო დატვირთვები) გადანაწილება კარკასის ელემენტებზე;
- კონსტრუქციის ფიქსირებულ მდგომარეობაში შენარჩუნება და მდგრადობის უზრუნველყოფა მონტაჟის დროს.

განლაგების მიხედვით არსებობს შემდეგი სახის კავშირები:



კონსტრუქციული მოსაზრებით კავშირები შეიძლება იყოს:

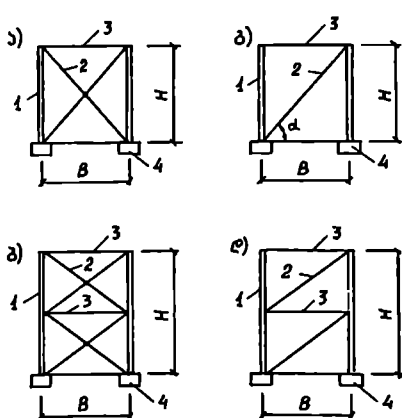
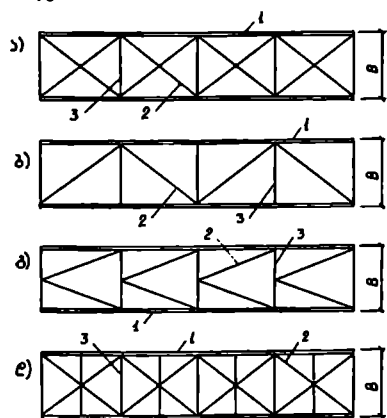


კავშირის წამწეები განთავსდება შენობის განივად ზედა სარტყლის სიბრტყეში ან ძირითადი წამწეების, კოჭების, კამარების, ჩარჩოების ზემოდან, უშუალოდ ტორსულ კედელსა და პირველ მზიდ კონსტრუქციას შორის, შემდეგ შენობის სიგრძის ყოველ 30 მ-ზე. იმავე სექციებში თავსდება შვეული კავშირებიც კოლონებს შორის.

განივი კავშირების წამწეების სარტყელი სანივნივე კონსტრუქციის ზედა სარტყელი ან მთლიანად კონსტრუქციაა. გისოსის ელემენტები მზადდება მერქნის ტელებისა (ფიცრებისა) ან გადაჯვარდინებული ფოლადის საჭიმარებისაგან. დგარებად გამოიყენება გრძივები ან გადახურვის ფილების გრძივი წიბოები.

ხისტ დისკოს ქმნის სახურავის ორმაგი ფიცრული ფენილი, განლაგებული ერთმანეთის მიმართ რაღაც კუთხით. ფენილში შემავალი ზედა და ქვედა ფიცრები ერთმანეთთან საიმედოდ უნდა იყოს დალურსმული და დამაგრებული მზიდ კონსტრუქციებთან.

თუ ფიცრული ფენილი ერთმაგია დიაგონალური ელემენტის გარეშე, მაშინ ქარის დატვირთვის მისაღებად და სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების საპროექტო მდგომარეობაში დასაყენებლად ის ვერ შეასრულებს ხისტი დისკოს დანიშნულებას და საჭირო ხდება სახურავის ქანობის სიბრტყეში ჰორიზონტალური (ქანობის) კავშირების მოწყობა.

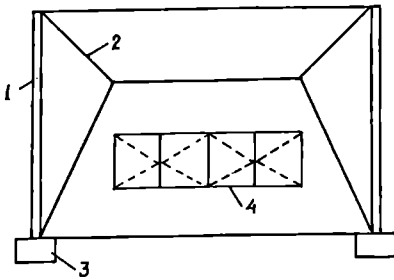


ნახ. 8.1. გისოსიანი კავშირის წამწეების სქემები: ა - ჯვარდინა; ბ - ორიბანებიანი; გ - ნახევარიბანებიანი; დ - ჯვარდინა დამატებითი დგარებით. 1 - ძირითადი კონსტრუქცია; 2 - ორიბანი; 3 - დგარები.

ნახ. 8.2. შვეული კავშირის სქემები: ა - ჯვარდინა; ბ - ორიარუსიანი; გ - დაბრილი ორიბანებიანი, $\alpha = 30-60^\circ$; დ - მრავალარუსიანი დაბრილი ორიბანებით. 1 - კოლონა; 2 - ორიბანი; 3 - დგარი; 4 - საძირკველი.

ცალკეული ელემენტები მზადდება მთლიანკვეთიანი მერქნისაგან სიგრძით 6,5 მ-მდე. სხვა შემთხვევაში საჭირო ხდება ორიარუსიანი ლითონის ან დაწებებული მერქნისაგან დამზადებული კავშირების გამოყენება.

კავშირის წამწეების პრინციპული კონსტრუქციული სქემები მოცემულია 8.1 ნახაზზე, ხოლო შვეული კავშირებისა - 8.2 ნახაზზე.



ნახ. 8.3. პორტალური შევეული კავშირები კოლონებს შორის: 1 - კოლონა; 2 - კავშირის ელემენტები; 3 - საძირკველი; 4 - ფანჯარა ტორსულ კედელში.

8.2 ნახაზზე B აღნიშნავს მანძილს კოლონებს შორის (ბიჯი), ხოლო H კოლონის სიმაღლეა. კავშირების სახეობა დამოკიდებულია B-სა და H-ის ზომებზე. მცირე სიმაღლის დროს გამოიყენება ა და გ ვარიანტები, ხოლო დიდი სიმაღლისას - ბ და დ ვარიანტები (ნახ. 8.2).

თუ კოლონებს შორის მოთავსებულია ფანჯარა ან ჭიშკარი, მაშინ მიმართავენ პორტალურ კავშირებს (ნახ. 8.3).

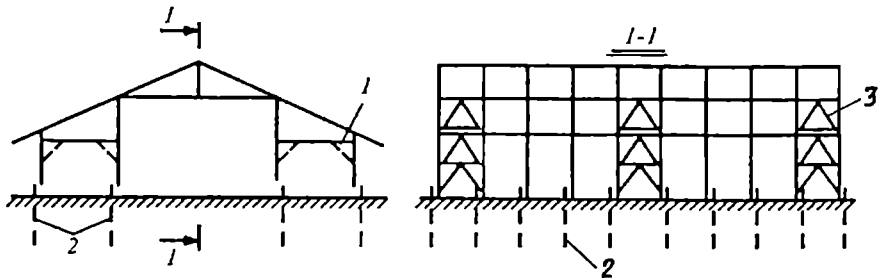
კავშირის ელემენტების მისამაგრებლად ძირითად კონსტრუქციებთან გამოიყენება ლურსმნები, ჭანჭიკები, ზოლისებრი

ფოლადის ნაჭრები, ხის ზედები, ფოლადის პროფილები, ფასონურები, ქუსლები და სხვ.

8.2. ნაგებობის კონსტრუქციული კარკასის დაგეგმარების პრინციპები

გამოყენებული კონსტრუქციების სახეობის შესაბამისად, შენობის კარკასის საერთო მდგრადობის უზრუნველყოფა შეიძლება მიღწეული იქნეს სხვადასხვა მეთოდით:

1. გრძივი და განივი მდგრადობა მიიღწევა კარკასის დგარების გრუნტში ჩამაგრებით, რომელიც გაძლიერებულია გვერდიდან ანტისეპტირებული ხის, ლითონის ან რკინაბეტონის საყრდენი ნაჯლით (ნახ. 8.4). ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს



ნახ. 8.4. ხის კარკასული შენობის განივი და გრძივი ჭრილები გრუნტში ჩამაგრებული დგარებით, რომლებსაც ბოლოებში აქვს ანტისეპტირებული ხის, ლითონის ან რკინაბეტონის ნაჯლები:

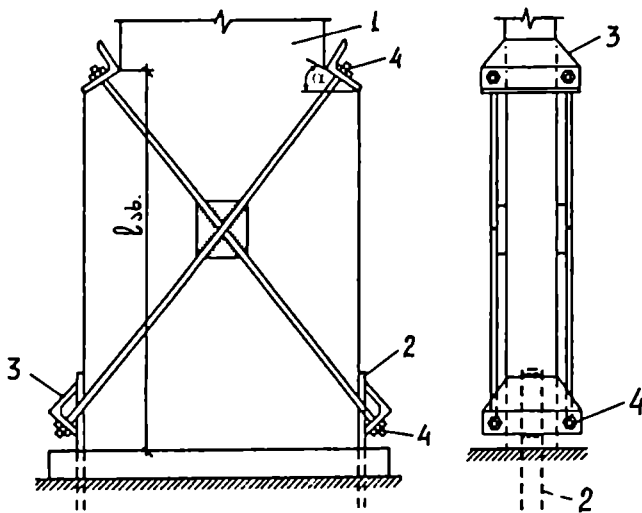
1 - ირიბანები; 2 - ნაჯლი; 3 - შევეული კავშირები; 4 - დგარი.

მხოლოდ დროებით ნაგებობებში, რადგან მერქანი გრუნტში სველდება და მოსალოდნელია მისი ლპობა. საერთოდ, ასეთი ნაგებობის სამსახურის ვადის

გასახანგრძლივებლად საჭიროა გრუნტში ჩასობილი დგარები ანტიეკტირებული იქნეს ან გრუნტში ჩაესოს რკინაბეტონის დგარები (ნაჯლები) და შემდეგ მასზე მიწის დონიდან ზევით მიემაგროს ხის დგარები.

ნაგებობის შესაძლო გადახრის (დგარების ჩამაგრების ადგილებში გრუნტის დეფორმაციის შედაგად) თავიდან აცილებისათვის, გრძივი და განივი კედლების განაპირა, აგრეთვე შუალედ მალეებში, მიზანშეწონილია კავშირების მოწყობა 20-30 მ-ის ინტერვალით.

2. შენობის განივი მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის ბეტონის (რკინაბეტონის) საძირკვლებში ამაგრებენ ხის დაწებულ ან გისოსიან დგარებს. გისოსიან დგარებს ჩამაგრებენ დაშკიში ანკერების დახმარებით, რომლებიც დგარის თითოეულ ტოტს ამაგრებენ საძირკველთან. დაწებებული მთლიანკვეთიანი დგარის საძირკველთან მიმაგრების სქემა ნაჩვენებია 8.5 ნახაზზე. ამ შემთხვევაში ანკერებზე გამოყენებულია



ნახ. 8.5. დაწებებული მთლიანკვეთიანი დგარის მიმაგრება საძირკველთან: 1 - დგარი; 2 - ანკერი; 3 - კუთხოვანა; 4 - ჭანჭიკები.

ფოლადის ფირფიტები, რომლის ქვედა ნაწილები ჩაანკრებულია ბეტონის საძირკველში, ხოლო ზედაზე მიდრეკილია თანაბართარიანი კუთხოვანები. ამისათვის დგარის საყრდენ ნაწილს გაზრდილი აქვს განივკვეთის სიმაღლე, რის შედეგად წარმოქმნილ დახრილ ზედაპირებზე (თელვის ფართობი) დაყრდნობილია კუთხოვანას გადანაჭრები, რომელთა კონსოლურ ნაწილებში, დგარის ორივე მხრიდან გატარებულია ჭიმები ბოლოებზე ჭანჭებით და ერთმანეთთან ქმნიან 30-45°-იან კუთხეს. ჭიმები, ერთმანეთის გადაკვეთის წერტილში მიდრეკილია ფოლადის ფირფიტასთან. ეს უკანასკნელი კი მჭიდროდ ეკვრის დგარის გვერდით ზედაპირს.

ძალა ჭიმში

$$N_{\text{ჭ}} = N_{\text{დგ}} / 2 \cos \alpha, \quad (8.1)$$

სადაც $N_{\text{კ}}$ - ძალა ანკერში.

ძალა, რომელსაც იღებს თელვის ფართობი ზედა კუთხოვანას ქვეშ

$$N_{\text{თ}} = 2 \cdot N_{\text{კ}} \quad (8.2)$$

ახლერის სიბრტყე (ფართობი) იღებს ძალას

$$N_{\text{ახ}} = N_{\text{კკ}} \quad (8.3)$$

შენობის გრძივი მდგრადობის უზრუნველსაყოფად გრძივ კედლებსა და შიგა დგარებს შორის, შვეულ სიბრტყეში, აყენებენ კავშირებს გრძივი მიმართულებით. კარკასის ტორსის კედლების უცვლელობის მიზნით კი განაპირა მალეებში ასევე აწყობენ ანალოგიურ კავშირებს.

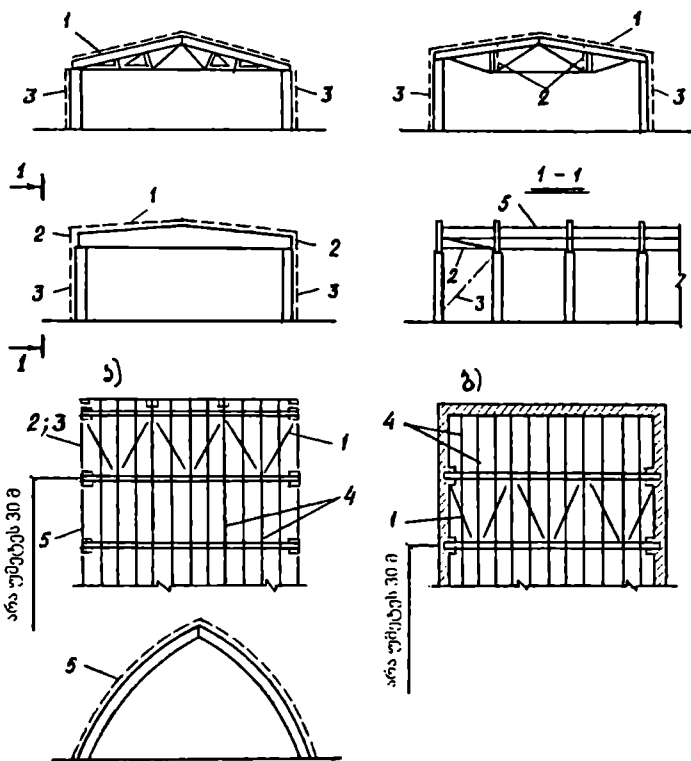
3. ნაგებობის განივი მდგრადობის უზრუნველყოფა ხდება მარტივი, კომბინირებული და დონიჯიანი სისტემების, აგრეთვე ჩარჩოიანი და კამარიანი სისტემების გამოყენებით, რომლებიც განმზღუნის ძალას უშუალოდ გადასცემენ საძირკვლებს (იხ. §6.9; 6.10; 7.12; 7.13).

შენობის გრძივი მდგრადობისათვის დგარებს შორის ეწყობა შვეული კავშირები, ხოლო დგარების თავის დონეზე, შენობის გრძივი მიმართულებით - თარაზული გრძივი კავშირები (ნახ. 7.1). ნაგებობებში კამარიანი კონსტრუქციებით, რომლებიც უშუალოდ საძირკვლებზეა დაყრდნობილი, გრძივი მიმართულებით მდგრადობის უზრუნველყოფა ხდება სახურავის კონსტრუქციაში განლაგებული კავშირებით, ხოლო ქვედა სარტყლების სივრცითი მდგრადობისა - განივი კავშირებით, რომლებიც კამარებს წყვილ-წყვილად აერთებენ.

კარკასული შენობის განივი მდგრადობა დგარების საძირკვლებზე სახსროვნად დაყრდნობისა და სახურავის ელემენტებთან სახსროვნად მიერთების შემთხვევაში შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნეს მხოლოდ მაშინ, თუ სახურავისა და კედლების კონსტრუქციული ელემენტები არა მარტო საკმარისად მტკიცე, ხისტი და მდგრადია მათზე მოქმედი ყველა დატვირთვის მისაღებად, არამედ ამავე დროს შექმნიან უცვლელ, ხისტ და მდგრად დიაფრაგმებს ასეთივე თვისებების მქონე სივრცითი ჩარჩოების სახით. ამისათვის სახურავის სიბრტყეში რულონური სახურავის საფუძვლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფარისებრი ფენილი, რომელიც ლურსმნებით იქნება დაკავშირებული გრძივებთან. კედლებში კი შეიძლება მოეწყოს ირიბი შემოსვები ან სპეციალური კავშირები კარკასის დგარებს შორის.

გადახურვის კავშირებმა უნდა უზრუნველყოს მზიდი კონსტრუქციებისა და მისი ელემენტების მდგრადობა, აგრეთვე მიიღოს ჰორიზონტალური დატვირთვები ქარის სახით ფახვერკის კოლონების მეშვეობით და გადასცეს ტორსულ თვითმზიდ კედლებს. თუ შენობაში მოძრაობს შეკიდული ამწე, მაშინ გრძივი დამუხრუჭების ინერციული ძალებიც უნდა მიიღოს სახურავის კავშირებმა და გადაცეს კოლონებს, რომლებიც შვეული კავშირების დახმარებით ამ ძალებს გადაცემენ საძირკვლებს.

გადახურვის კავშირების სისტემა შედგება: განივი კავშირის წამწეებისაგან, რომლებიც განლაგებულია სანივნივე კონსტრუქციის ზედა ელემენტების ჰორიზონტალურ სიბრტყეში; შვეული კავშირებისაგან ამ კონსტრუქციებს შორის და გრძივი შეკუმშული ან გაჭიმული ელემენტებისაგან (ნახ. 8.6).



ნახ. 8.6. კარკასული (ა) და უკარკასო (ბ) შენობების სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების სივრცითი დამაგრების სქემები: 1 - სიხისტის განივი კავშირები (კავშირის წაშწეები); 2; 3 - სიხისტის გრძივი შვეული კავშირები; 4; 5 - სიხისტის გრძივი ჰორიზონტალური კავშირები.

8.3. ნაგებობის გადახურვის სივრცითი კავშირები

ხის კარკასული შენობის ტორსის კედელზე მოქმედი ქარის დატვირთვა ნაწილდება საძირკველსა და სახურავზე ღუნვაზე მომუშავე კარკასის დგარების მეშვეობით. საძირკველიდან კი გრძივი სარტყლის საშუალებით ეს დატვირთვა გადაეცემა გრძივ კედლებს, რომლებსაც თავის მხრივ, საკუთარ სიბრტყეში უნდა ჰქონდეს კავშირები ძალების საძირკველზე გადასაცემად.

როდესაც სახურავზე ბურულის ქვეშ მოწყობილია ურთიერთგვარდინა ფიცრული ფენილი, ის ქმნის უცვლელ და ხისტ დიაფრაგმას. ასეთ შემთხვევაში სიმტკიცეზე შემოწმებული უნდა იყოს:

1. დგარის ზედა ბოლოს მიმაგრება გრძივი სარტყლის ძელთან, რომელსაც დგარი გადასცემს ქარის დატვირთვას;

2. სახურავის გრძივების მიმაგრება ფიცრულ ფენილთან;

3. ორმაგი ფიცრული ფენილის ერთმანეთთან დაკავშირება;

4. დიაგონალური ელემენტებით გამაგრებული ფიცრული ფენილის მიმაგრება ხის კედლების ზედა სარტყელთან.

სახურავის ამგვარი გადაწყვეტა უზრუნველყოფს სიბრტყითი მზიდი კონსტრუქციის დამაგრებას საპროექტო მდგომარეობაში.

გადახურვის სიხისტე, ერთმაგი ფენილით ან მოლარტყვა დიაგონალური ელემენტების გარეშე, საკმარისი არ არის ქარის დატვირთვის მისაღებად და სიბრტყითი მზიდი კონსტრუქციის საპროექტო მდგომარეობაში დასამაგრებლად, ამიტომ ხის კარკასული კედლების არსებობის შემთხვევაში, აუცილებელი ხდება, მზიდი კონსტრუქციის ზედა სარტყლის სიბრტყეში მოეწყოს ჰორიზონტალური კავშირები ტორსული კედლის სექციაში და შუა სექციებშიც ყოველ 20 მ-ზე (ნახ. 8.7).

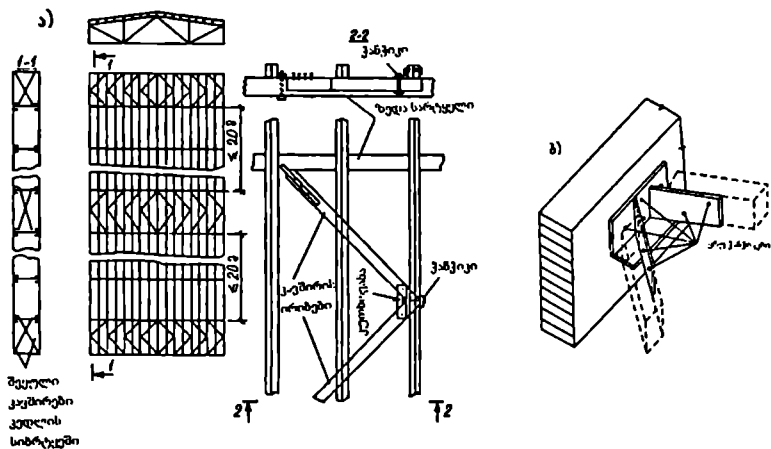
თუ სახურავზე გამოყენებულია ჭრილი გადახურვის პანელები, რომლებიც ხისტი და უცვლელია თავის სიბრტყეში, საჭირო ხდება სამონტაჟო კავშირების მოწყობა, რომლებიც უშუალოდ ემაგრება ძირითად მზიდ კონსტრუქციას (ნახ. 8.7, ბ).

ორი მეზობელი მზიდი კონსტრუქციის ზედა სარტყლების შესაერთებელი გამჭოლი კავშირის წამწები იღებენ ქარის დატვირთვას და მის სიბრტყეში მოქმედ ძალებს გადასცემენ გრძივ კედლებს. თუ შენობის სიგრძე ნაკლებია 20 მ-ზე და ტორსული კედლები ხისტია, სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების მდგრადობას უზრუნველყოფს სახურავის გრძივები, რომლებიც საიმედოდაა მიმაგრებული ძირითადი კონსტრუქციის ზედა სარტყელთან და ბოლოებით ჩაანკერებულია ტორსულ აგურის (ბლოკის) კედლებში (ნახ. 8.8). ამ დროს ჭრილი ან კონსოლურ-კოჭოვანი გრძივების პირაპირები გადახურული უნდა იყოს ხის ზედადით, რომლების მიელურსმნება ძირითად კონსტრუქციას.

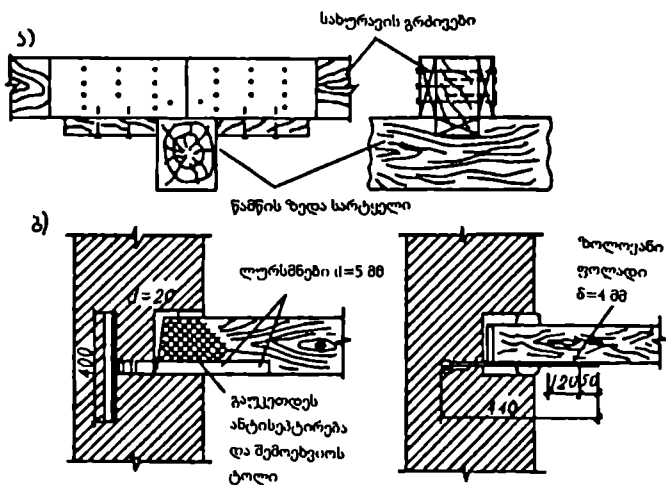
8.9 ნახაზზე ნაჩვენებია შენობის სივრცითი სქემა. შენობა გადახურულია ხუთკუთხა წამწებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან, გრძივი გვერდითა ზედაპირებიდან უზრუნველყონ შიგა სივრცის ბუნებრივი განათება. ტორსულ ნაწილებში გათვალისწინებულია გასაწევი ჭიშკრები.

F1 ფართობზე მოსული ქარის დატვირთვას იღებს ჭიშკრის ქვედა საყრდენი მოწყობილობა. F2 ფართობზე მოსული დაწნევა გადაეცემა უსხვეწო სახურავის გრძივებს, ხოლო F3 ფართობზე მოსულ დაწნევას იღებს სპეციალური, ჭიშკრის თავზე მოწყობილი ჰორიზონტალური წამწე (ნახ. 8.9, პოზ. 3), შეკიდული ძირითადი წამწის ქვედა სარტყელზე. ის დაწნევას გადაეცემს გრძივ კედლებს.

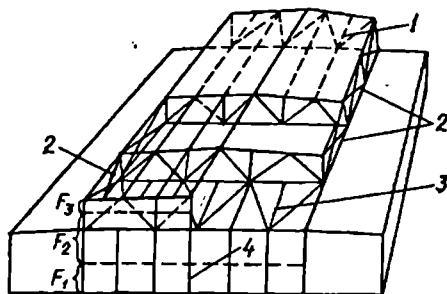
F3 ფართობზე მოსული დაწნევა რომ გადაეცეს გრძივ ძელს (კავშირის ელემენტს) სანათურის სიბრტყეში აწყობენ შვეულ ჯვარედინა კავშირებს. მისი გაკეთება უმჯობესია მრგვალი განივკვეთის ლითონის ღეროებისაგან, რათა ხელი არ შეუშალოს შენობაში სინათლის შემოსვლას.



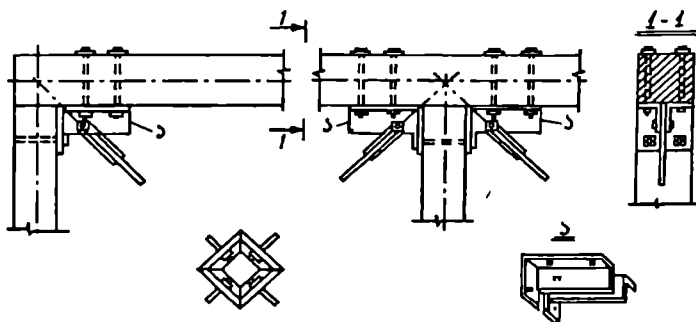
ნახ. 8.7. შიდა კონსტრუქციების ზედა სარტყლის სიბრტყეში განლაგებული ტორსული და შუა სექციების ჰორიზონტალური კავშირები: ა - უკრი გრძივების შემთხვევაში; ბ - ჰორიზონტალური კავშირების პანელის სახურავის პანელისათვის.



ნახ. 8.8. სახურავის გრძივის კედელში ჩამაგრება: ა - წაშლესთან; ბ - ტორსულ კედელთან.



ნახ. 8.9. ხუთკუთხა წაწეებით გადახურული შენობის ქარის მოქმედების საწინააღმდეგო კავშირები: 1 - ჰორიზონტალური კავშირები სახურავის სიბრტყეში (ასეთი კავშირები კეთდება შენობის მეორე ბოლოშიც, რომელიც ნახაზზე ნაჩვენები არ არის); 2 - შვეული კავშირები (იხ. ნახ. 8.10); 3 - ტორსული კედლის ჭიმურის თავზე მოწყობილი ჰორიზონტალური კავშირები; 4 - ჭიმვარი.



ნახ. 8.10. უჯარედინა კავშირები სანათურის სიბრტყეში (ნახ. 8.9-ზე პოზიცია 2).

8.4. სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების სივრცითი მდგრადობის უზრუნველყოფა

ხის მთლიანი და გამჭოლი სიბრტყითი კონსტრუქციები, როცა დაცულია კვეთის სიმადლის ოპტიმალური ფარდობა მალთან, საკმარის სიხისტესა და მდგრადობას იჩენენ მათ სიბრტყეში შვეული დატვირთვების მოქმედების დროს, მაგრამ მართობულ სიბრტყეში პირიქითაა. ამიტომ ეს კონსტრუქციები საჭიროებს სივრცით დამაგრებას. ეს საკითხები განხილული გვექნა § 8.3-ში.

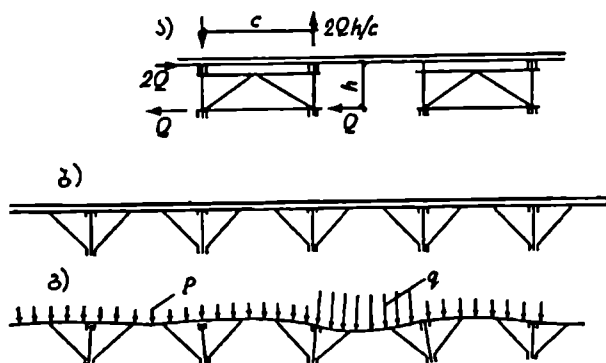
განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს შეკუმშული ელემენტების მდგრადობის უზრუნველყოფას, რადგანაც ამ ელემენტების მდგრადობის დაკარგვას თან სდევს მათი გამოზურცვა და შესაბამისად დამატებითი ძალების წარმოქმნა გრძივი მკუმშავი ძალის ექსცენტრულად მოდების შედეგად წარმოშობილი მლუნავი მომენტისაგან. უმეტეს

შემთხვევაში ძირითადი შიდი კონსტრუქციის ზედა სარტყელს ამაგრებენ სახურავის გრძივების საშუალებით ან სახურავის ფენილით (ნახ. 8.7; 8.8).

კამაროვან კონსტრუქციებში ახდენენ ნახევარკამარის როგორც ზედა, ისე ქვედა შეკუმშული სარტყლების გამაგრებას, ხოლო ჩარჩოვან კონსტრუქციებში - ჩარჩოს შიგა კონსტრუქციის გამაგრებას, რომელიც მთელ სიგრძეზე (ან ნაწილზე) შეკუმშულია.

გადახურვაზე ხისტი საფარველის არსებობის შემთხვევაში შიდი კონსტრუქციის ქვედა სარტყელს ამაგრებენ შვეული კავშირებით.

განივი შვეული კავშირების ძირითადი ტიპია ხისტი კავშირები, რომლებიც აერთებს შენობის გრძივი მიმართულებით განლაგებულ ორ მეზობელ კონსტრუქციას (ნახ. 8.11).



ნახ. 8.11. შვეული განივი კავშირები: ა - სწორი გადაწყვეტა; ბ, გ - არასწორი გადაწყვეტა.

განივი შვეულ კავშირებს შენობის მთელ სიგრძეზე უწყვეტად არ აკეთებენ იმ მოსაზრებით, რომ თუ რაიმე შემთხვევის გამო ავარია განიცადა ერთმა შიდიმა კონსტრუქციამ, ის აუცილებლად დაზიანებს მომიჯნავე კონსტრუქციებსაც ამ კავშირების მუშაობაში ჩართვით, რასაც მოჰყვება გადახურვის დიდი ნაწილის ნგრევა.

გაუმართლებელია შვეული კავშირების მოწყობა მარტო ირიბანების გამოყენებით (ნახ. 8.11, ბ). თუ შენობის მთელ სიგრძეზე იმოქმედებს სხვადასხვა ინტენსივობის თოვლის დატვირთვა (ნახ. 8.11, გ), მაშინ ირიბანები პირიქით ხელს შეუწყობს იმ წაშლის ზედა სარტყლის გამობურცვას, რომლის გასამაგრებლადაც იქნა ისინი დაყენებული.

კავშირები გაანგარიშდება გასამაგრებელი კონსტრუქციის მართობულად მოქმედ $q_{\text{კ}}$ ძალეზე იმ შემთხვევაში, თუ ძირითადი შიდი წაშლის ზედა შეკუმშული სარტყელი სახურავის სიბრტყეში გამაგრებულია ჰორიზონტალური კავშირებით, მაშინ ჩამაგრების კვანძებს შორის b მანძილი გამოითვლება წაშლის მართობ სიბრტყეში სარტყლის მოქნილობის პირობიდან. ამ დროს ჩამაგრების თითოეული კვანძი გაანგარიშდება ძალაზე $Q = b \cdot q_{\text{კ}}$.

$q_{\text{კ}}$ გამოითვლება ფორმულებით:

ა) წამწეების, ერთმალაინი კოჭებისა და დამრეცი კამარების ($f/l \leq 1/6$) სახურავებისათვის:

$$q_{\text{კ}} = 0,03 \cdot q \cdot (n+1) / 2 \cdot t; \quad (8.4)$$

ბ) სამსახსრიანი კამარების და მაღალი კამარების ($f/l > 1/3$) სახურავებისათვის:

$$q_{\text{კ}} = 0,0015 \cdot q \cdot (n+1) / 2 \cdot t; \quad (8.5)$$

გ) კონსოლური კოჭების და ჩარჩოების სახურავებისათვის:

$$q_{კო.} = 0,01 \cdot q \cdot (n+1)/2 \cdot t; \quad (8.6)$$

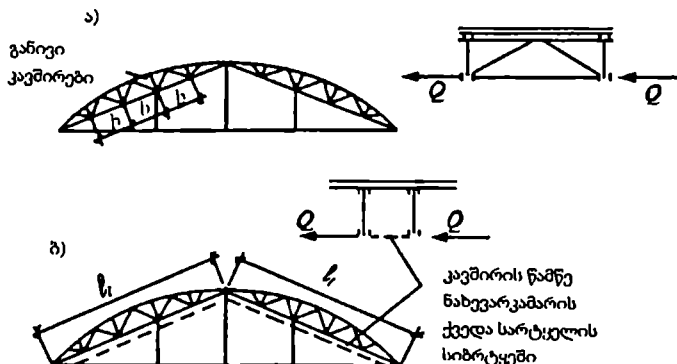
როდესაც მალში მოქმედებს უარყოფითი მღუნავი მომენტი

$$q_{კო.} = 0,005 \cdot q \cdot (n+1)/2 \cdot t. \quad (8.7)$$

განივი კავშირის წამწეების კვანძური დატვირთვა იმ წერტილებში, სადაც სახურავის ელემენტები მიმაგრებულია მზიდ კონსტრუქციასთან

$$P_{კვ.} = q_{კო.} \cdot S_{კვ.} \quad (8.8)$$

8.4-8.8 ფორმულებში: q არის თანაბარგანაწილებული საანგარიშო შვეული დაგვირთვა გადახურვის მზიდი კონსტრუქციის ჰორიზონტალური გეგმილის 1 მ-ზე, ნ/მ; სხვა სახის დატვირთვებისათვის ისინი მოყვანილი უნდა იქნეს თანაბარგანაწილებულ დატვირთვაზე მთელ მალზე; n - ძირითადი მზიდი კონსტრუქციების საერთო რიცხვი შენობის სიგრძეზე (განსახილველი მალის); t - კავშირის წამწეების საერთო რაოდენობა შენობის მთელ სიგრძეზე ერთ მალში; $S_{კვ.}$ - კავშირის წამწის პანელის სიგრძის ჰორიზონტალური გეგმილი ანუ სახურავის ელემენტების მზიდ კონსტრუქციებთან მიმაგრების წერტილებს შორის მანძილი, მ.



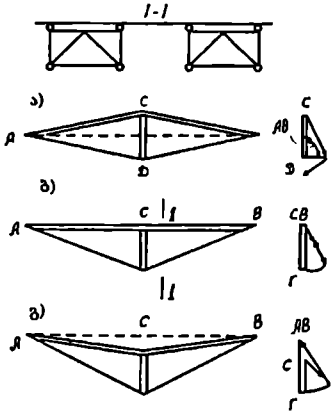
ნახ. 8.12. კავშირების სქემები: ა - განივი კავშირები; ბ - კავშირები, განლაგებული ნახევარკამარის ქვედა სარტყელის სიბრტყეში.

კამაროვანი კონსტრუქციების ერთი წყვილი ნახევარკამარების ქვედა სარტყლების გამაგრება ხდება კავშირის განივი წამწეებით (ნახ. 8.12), რომლებიც ღებულობენ ჰორიზონტალურ Q ძალებს ორი მოსაზღვრე სარტყელიდან და გადასცემენ ძირითადი კონსტრუქციის ზედა სარტყლის დონეზე სახურავის ხისტ კონსტრუქციას, რომელსაც ქმნის ორმაგი ფიგურული ფენილი, ან ფარები, ან სპეციალური კავშირის სისტემები.

ერთმანეთთან ახლოს მდებარე კამარიან ან ჩარჩოიან მზიდ კონსტრუქციებს ერთმანეთთან წყვილად აერთებენ გისოსიანი კავშირებით, რომლებიც განლაგებულია შვეუებული ქვედა სარტყლების სიბრტყეში (ნახ. 8.12, ბ). ისინი გაანგარიშდება, როგორც ჰორიზონტალური წამწეები. მათი მალი ნახევარკამარის ქვედა სარტყლის სიგრძის ტოლია.

ზოგიერთ შემთხვევაში, მზიდი კონსტრუქციის მართობულ სიბრტყეში მოქმედი აქტიური ძალების არარსებობის დროსაც კი, საჭირო ხდება გაჭიმული კონტურის

სივრცითი დამაგრება კავშირების დასასრუბით. ასეთი მქისიხევის მაგალითია შპრენგელური სისტემები (ნახ. 8.13).



ნახ. 8.13. შპრენგელური სისტემების სივრცითი დამაგრება.

შპრენგელური კონსტრუქციების დამახასიათებელია ქვედა სარტყლის მდგომარეობა საყრდენების ქვემოთ. თუ ზედა სარტყელი განთავსებულია საყრდენების ზემოთ (ნახ. 8.13, ა), მაშინ D კვანძის მდგომარეობა უზრუნველყოფილია. თუ D კვანძი გადაადგილდება შვეული სიბრტყის გარეთ, მაშინ ის ცდილობს დაუბრუნდეს საწყის მდგომარეობას. თუ ზედა სარტყელი საყრდენებზე ქვემოთაა (ნახ. 8.13, გ), მაშინ D საყრდენი არამდგრად მდგომარეობაშია. თუ ზედა სარტყელი საყრდენების დონეზეა (პროზოსტალურია), მაშინ D კვანძის მდგომარეობა დაუფიქსირებელია (ნახ. 8.13, ბ).

შპრენგელური სისტემები პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება ზედა სარტყელთან განთავსების სქემებით, რომელიც მოცემულია 8.13, ა

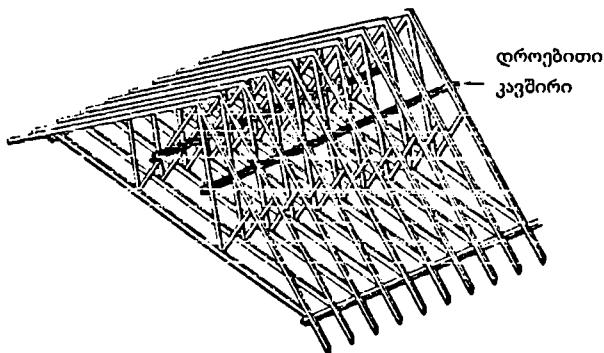
და ბ ნახაზზე. მაგრამ მაქსიმალური დატვირთვის მოქმედების შედეგად სქემა „ბ“ იქცევა სქემა „გ“-ედ (ანუ ხდება ზედა სარტყლის დეფორმაცია) და კვანძი D ხდება არამდგრადი. ამიტომ „ბ“ და „გ“ ვარიანტებისას საჭიროა შვეული კავშირების მოწყობა. ამ კავშირების განივკვეთებს, როგორც წესი, ნიშნავენ კონსტრუქციულად, ოღონდ იმ პირობით, რომ ელემენტების მაქსიმალური მოქნილობა $\lambda \leq 200$.

თუ გადახურვაში გამოიყენებულია პანელები, მაშინ ისინი გამოიყენება სიბრტყითი მზიდი კონსტრუქციების ზედა შვეულმული სარტყლების გასამაგრებლად. ამ დროს კავშირები, რომლებიც აერთებენ პანელებს შვეულმულ ზედა სარტყელიან, განააჯიდება თანაბრად მთელ სივრცეზე და გაანგარიშდება q ძალაზე.

ერთსართულიანი ერთმალისანი (მრავალმალისანი) სასოფლო-სამეურნეო და სამოქალაქო დანიშნულების შენობების გადახურვებში სშირად გამოიყენება ხის წამლეკები (ნივნივები), რომელთა ბიჯია 0,7-1,5 მ. სივრცითი ეფექტის მისაღწევად აუცილებელია ამ წამლეკებს შორის მოეწყოს კავშირები, რომელიც მნიშვნელოვანია და ასრულებს სპეციფიკურ და განსხვავებულ ფუნქციებს:

1. დროებითი დამაგრება. ის უზრუნველყოფს წამლეკების შვეულ დამონტაჟებას, სწორ დაცენტრებასა და სტაბილურ მდგომარეობას, რათა შესაძლებელი იყოს სასურავის მონტაჟის პროცესის გაგრძელება. ასეთი დამაგრების სქემა მოცემულია 8.14 ნახაზზე.

დროებითი დამაგრება ისე უნდა მოეწყოს, რომ კავშირებისათვის გამოიყენებულმა ფიცრებმა (ძელებმა) ხელი არ შეუშალოს წამლეკების მონტაჟის მიმდინარეობას - სასურავის მოწყობას. თუ შესაძლებელია, დროებითი დამაგრება ისე უნდა მოეწყოს, რომ შეძლებდეს დარჩეს ადგილზე, როგორც კავშირის სტაციონარული ელემენტი.

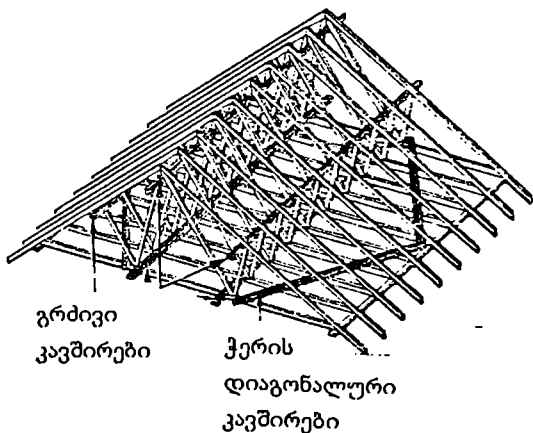


ნახ. 8.14. წამწეების დროებითი დამაგრება.

2. სტაციონარული დამაგრება. მისი დანიშნულებაა, მოახდინოს გადახურვის შიდა კონსტრუქციების ერთ მთლიან, ხისტ სისტემად გადაქცევა და უზრუნველყოს ქარის დატვირთვით წარმოქმნილი ძალების მიღება და გადაცემა საყრდენებისათვის, რომლებიდანაც ეს ძალები გრძივი და შვეული დახრილი კავშირების (სვეტებს შორის) საშუალებით გადაეცემა საძირკვლებს.

8.15 ნახაზზე ნაჩვენებია სანივნივე წამწეებს შორის მოწყობილი გრძივი კავშირები, გამავალი საკვანძო წერტილებზე და ქერის გრძივების შესაკრავი დიაგონალური კავშირები.

სახურავის ფიცრულ ფენილთან (ფარებთან) ერთად ასეთი კავშირები ქმნის გადახურვის ხისტ სისტემას, რაც უზრუნველყოფს გადახურვის გარანტირებულ საიმედოობას სიმტკიცისა და მდგრადობის თვალსაზრისით.



ნახ. 8.15. წამწეების სტაციონარული დამაგრება.

თავი 9. სივრცითი ხის კონსტრუქციები

9.1. ზოგადი ცნობები და კლასიფიკაცია

სივრცითი ეწოდება ისეთ საშენებლო კონსტრუქციას, რომლის ღერძული ზედაპირი არ ემთხვევა ზრტყელი კონსტრუქციის შვეულ ღერძულ ზედაპირს. ის გაანგარიშდება ორ სიბრტყეში და მისი ყველა ელემენტი მონაწილეობს კონსტრუქციის მუშაობაში. სივრცითი მუშაობის ეფექტის გამო სივრცითი კონსტრუქციები ხასიათდება დაბალი მასალატევადობითა და წონით, ამაღლებული სისისტითა და საიმედოობით. ადგილობრივი დეფექტები და დაზიანებები არ იწვევს ასეთი კონსტრუქციების ავარიულ მდგომარეობას. უმეტეს შემთხვევაში, სივრცითი კონსტრუქციებში შეთავსებულია (ჩაიადი და შემომფარგვლელი ფუნქციები, რაც მათ მაღალ ეკონომიურობას განაპირობებს და ერთდროულად იძლევა დიდი მალეობის გადახურვის შესაძლებლობას.

გეომეტრიულ ფორმის მიხედვით სივრცითი ხის კონსტრუქციები შეიძლება იყოს: 1) პრიზმული (ნაკეცი, თაღები); 2) ცილინდრული (ნულოვანი გაუსის სიმრუდის); 3) ელიფსური (დადებითი გაუსის სიმრუდის); 4) ჰიპერბოლური (უარყოფითი გაუსის სიმრუდის). ნაკლები გავრცელება პოვა კომბინირებულმა გარსებმა და თავისუფალმა ფორმებმა. კონსტრუქციული გადაწყვეტის მიხედვით კი ისინი შემდეგნაირად შეიძლება დაჯგუფდეს: 1) ქარგილოვან – ბადისებრი; 2) ზრტყელი შიბი კონსტრუქციები; 3) თხელკედლიანი გარსები; 4) კომბინირებული; 5) თხელკედლიანი კიდული და წიბოვანი გარსები; 6) სტრუქტურები.

სივრცითი კონსტრუქციების უპირატესობაა ის, რომ შესაძლებლობას იძლევა გადაიხუროს გეგმაში რთული ფორმის სათავსები, მიღწეულ იქნეს შენობის სასარგებლო მოცულობის შესაძლო მაქსიმუმი, საყრდენ კედლებსა და საძირკველზე რეაქციები განაწილდეს თანაბრად, ამაღლდეს ნაგებობის საიმედოობა და სხვ.

სივრცითი ხის კონსტრუქციების (სხვ) ძირითად კონსტრუქციულ ტიპებს მიეკუთვნება:

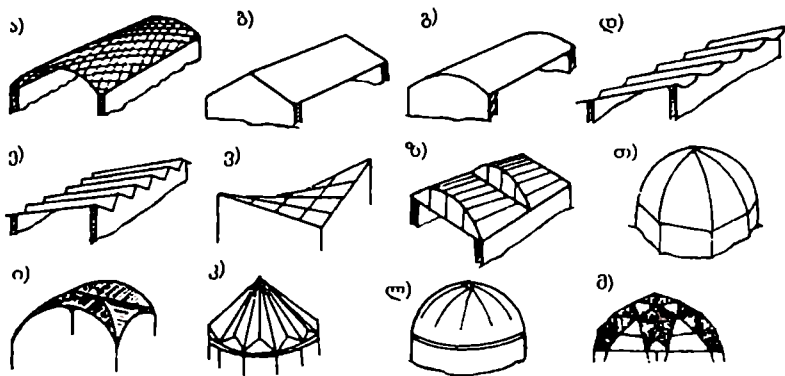
- გეგმაში მართკუთხა განმზღენიანი თაღები, რომლებიც ეყრდნობა გოპივ კედლებს;
- ნაკეცი და თაღ-გარსები, რომლებიც ძირითადად ეყრდნობა განივ ტორსულ კედლებს, აგრეთვე ორმაგი დადებითი და უარყოფითი სიმრუდის გარსები;
- გუმბათები, რომლებიც ეყრდნობა გეგმაში წრიული ან მრავალკუთხა კონსტრუქციის შენობებს.

ასეთი ტიპის კონსტრუქციების ძირითადი სქემები ნაჩვენებია 9.1 ნახაზზე.

საერთოდ, მიზანშეწონილია სხვ გამოყენებულ იქნეს შემდეგ შემთხვევებში:

- როცა საჭიროა შენობის დიდი შიგა სივრცე კონსტრუქციის მცირე საშენებლო სიმაღლის დროს (თაღ-გარსები, გუმბათები, ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები, ჩაკეტილი და ჯგრისებრი თაღები, გარსები);
- შენობის გრძივ კედლებში აუცილებელია დიდი გაბარიტის ღობების დატოვება (ანგარები) და დაყრდნობა უნდა განხორციელდეს ტორსულ კედლებზე (თაღ-გარსები, ნაკეცი);
- გეგმაში წრიული, ოვალური, კვადრატული ან მრავალკუთხედის ფორმის მქონე

შენობების გადახურვებში (ძირითადად გუმბათები).



ნახ. 9.1. თანამედროვე სივრცითი ხის კონსტრუქციების ძირითადი სქემები: ა - განმზგენიანი თალი; ბ - ნაკეცი; გ - თალ-გარსი; დ - მრავალრიგიანი ღარისებრი თალი; ე - მრავალრიგიანი ნაკეცი; ვ - ჰიპერბოლური გარსი; ზ - კონოიდური გარსი; თ - გუმბათი ჩაკეტილი თაღებისაგან; ი - ჩაკეტილი გვარისებრი თალი; კ - გუმბათ-გარსი; ლ - კონუსური ნაკეცოვანი გუმბათი; მ - მრავალწახნაგოვანი გუმბათი.

სხვ გამოიყენება სამრეწველო, სამოქალაქო და სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების შენობების გადახურვებში: აბრეშუმის, საფეიქრო, სამკერვალო, ძაფსაღებ ფაბრიკებში; სპორტულ დარბაზებში, საგამოფენო პავილიონებში, თეატრალურ და საკონცერტო დარბაზებში, საცეკვაო კლუბებში, კაფე-რესტორნებში; დახურულ საკოლმეურნეო ბაზრებში, მარცვლეულის შესანახ საწყობებსა და სხვ.

თბილ გადახურვებში მოსალოდნელია კონსტრუქციების დატენიანება და, აქედან გამომდინარე, მერქნის ლიბოზა. ამის საწინააღმდეგოდ დაცული უნდა იქნეს სათანადო კონსტრუქციული გადაწყვეტები (ფენილების შიგა ზედაპირების განიაგება, არაღობადი და უწვი თბოსაიზოლაციო მასალების გამოყენება და სხვ.), ხოლო კაპიტალურ შენობებში გამოყენებული ხის ელემენტები ანტისეპტირებული უნდა იქნეს.

როგორც სახელმძღვანელოს შესავალშია აღნიშნული, განვითარებულ ქვეყნებში სხვ-საგან აშენებულია უნიკალური მალის (100-180 მ) მქონე შენობები და ნაგებობები, რომლებიც თავიანთი ფუნქციური დანიშნულებით, ინტერიერითა და ექსტერიერით, თანამედროვე არქიტექტურისა და სამშენებლო ინდუსტრიის შედეგებია.

ხის ასალი რთული კონსტრუქციული სისტემების ძიებამ ხელი შეუწყო მთელ მსოფლიოში ხის კონსტრუქციების განვითარებას იმ მიმართულებებით, როგორცაა ერთმაგი და ორმაგი სიბრუდის გარსები, თაღები, კონოიდები, ბრუნვითი გარსები, ნაკეცი, ჰიპერბოლური პარაბოლოიდები, გუმბათოვანი გარსები, თავისუფალი ფორმის გარსები და სხვ. თანამედროვე საინჟინრო აზროვნებისა და არქიტექტურის აპოგეად შეიძლება ჩაითვალოს ესპანეთის ქ. სევილიაში აგებული Metropol Parasol-ის მოედანი (ნახ. 9.2), სადაც რთული სტრუქტურული სისტემა მოიცავს ხის კონსტრუქციებს ლითონის კარკასზე. ასეთი კონსტრუქციული სისტემა (გარეგნულად იგი მოგვაგონებს ქოლგასა და სოკოს) დღესათვის უდიდესია [23].

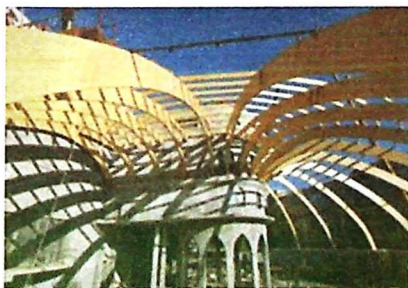


ნახ. 9.2. „Metropol Parasol“-ის მოედანი. ქ. სვეილია, ესპანეთი.

გადახურვის გარეგანი ფორმა დამოკიდებულია ნაგებობის კონსტრუქციების ტექნიკურ, ეკონომიკურ და ესთეტიკურ მიზანმიმართულობაზე. მშენებლობაში გამოყენებული კონსტრუქციული სქემები გამოირჩევა მრავალფეროვნებით - დაწყებული ბრტყელი კოჭოვანი, ჩარჩოვანი, გისოსებიანი, კამაროვანი სისტემებით და დამთავრებული სივრცითი თხელკედლიანი გადახურვებით, როგორცაა ნაოჭები, ტალღისმაგვარი გარსები, დაკიდული და ვანტური კონსტრუქციები, პნევმატიკური, პნევმოკარკასული, ლინზისმაგვარი ნაგებობები.

ხის კონსტრუქციები ძირითადად გამოიყენება სამოქალაქო დანიშნულების ნაგებობებში, მაგალითად, როგორცაა, სპორტის სასახლეები (წიბოვანი გუმბათები, ნახ. 9.3), ყინულის საციგურაობები (კოჭები, ჩარჩოები, ნახ. 9.4), მანქები (წამწეები, ნახ. 9.5), მცირე სპორტული ცენტრები (კამარები, რიგელები, ნახ. 9.6).

თანამედროვე სპორტული და კულტურული დანიშნულების ობიექტების მშენებლობაში, ესთეტიკური და ეკონომიკური მოსაზრებებით, თითქმის აღარ იყენებენ რკინაბეტონის მძიმე კონსტრუქციებს, რადგან მიზანშეწონილია შენობების აგება ისეთი მსუბუქი მასალისაგან, როგორცაა მერქანი.

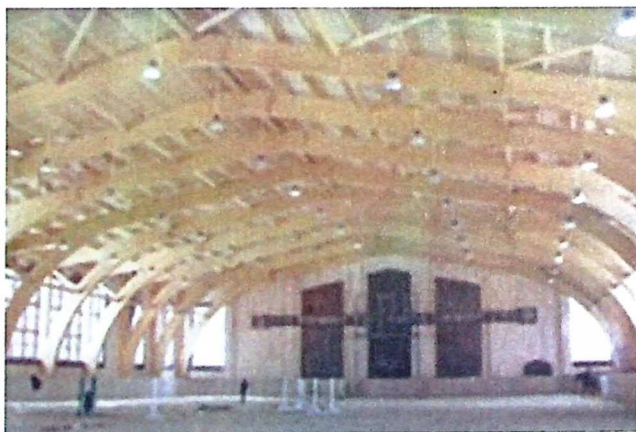


ნახ. 9.3. აკვაპარკი „პეროვო“.
ქ. მოსკოვი, რუსეთი.

ხის კონსტრუქციებს გამოყენების დიდი პერსპექტივა აქვს ტრანსფორმირებადი გადახურვების გეგმარებაში. ნაგებობის ტრანსფორმირებადი ელემენტების მრავალი სახეობიდან შეიძლება გამოვყოთ ჭერის ტრანსფორმაცია, რომელიც საშუალებას იძლევა, ერთი და იმავე სივრცის ფუნქციური დანიშნულება გამოვიყენოთ სხვადასხვა მიმართულებით. პრინციპულად ჭერის მოწყობის უამრავი ვარიანტი არსებობს, რაც კონსტრუქტორებსა და არქიტექტორებს შესანიშნავ შემოქმედებით შესაძლებლობას უქმნის. განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი:



ნახ. 9.4. საციგურაო ცენტრი „არილატსკოე“, ქ. მოსკოვი, რუსეთი.



ნახ. 9.5. საცხენოსნო მანეჟი, მოსკოვის ოლქი, რუსეთი.



ნახ. 9.6. საზოგადოებრივი ცენტრი, ქ. ალმეტეევსკი, რუსეთი

ვარიანტი 1. გეგმაში წრიული ფორმის ნაგებობა გადახურულია ხის ნაკვეციებით (ნახ. 9.9, ა), რომლის ერთმანეთში გადახლართული წახნაგები ქმნის ყვავილის ფორმას.



ნახ. 9.7. ტრანსფორმირებად ხის კონსტრუქციითა ვარიანტები.

წახნაგები ეყრდნობა ზედა და ქვედა საყრდენ რგოლებს. საჭიროების მიხედვით ეს წახნაგები დარბაზში არსებული ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმის შესაბამისად, შეიძლება ავტომატურად აიწიოს და დაიწიოს მექანიზმების დახმარებით. მსუბუქი ხის კონსტრუქციები საშუალებას იძლევა, საგრძნობლად შევამციროთ „გაღება-დახურვის“ პროცესის ხანგრძლივობა, ხოლო ნაკვეციანი ფორმა გადახურვას აძლევს საკმარის სივრცით სიხისტეს. ასეთი გადახურვები მიზანშეწონილია გავაკეთოთ საორტული დანიშნულების შენობებში, სადაც დიდი რაოდენობის მაყურებელი იყრის თავს.

ვარიანტი 2. გეგმაში ელიფსური ფორმის ნაგებობა გადახურულია ხის კონსტრუქციებით, რომლებიც მიმაგრებულია ზედა და ქვედა საყრდენ რგოლებთან და დაყოფილია სექტორებად (ნახ. 9.7, ბ). ამინდზე დამოკიდებულებით ეს სექტორები მოძრაობს, თავსდება ერთმანეთის ქვეშე და ხსნიან სივრცეს, ანუ გადახურვა დანაწევრებულია ზედა და ქვედა სექტორებად, რომელთაგან მოძრავია ზედა, ხოლო ქვედა სტაციონალურადაა დამაგრებული.

ვარიანტი 3. ჰიპერბოლური პარაბოლოიდის ფორმის გადახურვა. ის დაყოფილია არაბრტყელ ოთხკუთხედიებად, რომელთა ნაწილი ავტომატურად იხსნება, რაც დარბაზის ჰაერის ბუნებრივი აერაციის შესაძლებლობას იძლევა (ნახ. 9.7, გ). ასეთი კონსტრუქციები გამოირჩევა შესანიშნავი არქიტექტურული სახით.

მერქანი საკმაოდ ექვეტური მასალაა დიდძალიანი გადახურვების მოსაწყობად, ვიდრე რკინაბეტონი, რადგან გამოირჩევა მაღალი ხვედრითი სიმტკიცით, სიმსუბუქით, ხანგასხლეობით, მონტაჟისა და დამზადების სიმარტივით, აგრეთვე შესანიშნავი გარეგანი ფაქტურით, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე სიმტკიცე და სხვა მექანიკური თვისებები.

დღეისათვის 100-180 მ მაღლის მქონე ნაგებობების გადახურვები ჩვეულებრივი მოვლენაა და მიუხედავად მერქნის, როგორც შესანიშნავი საშენი მასალის პრიორიტეტულ გამოყენებაზე მისჯებლობაში.

9.2. ნაკეცი

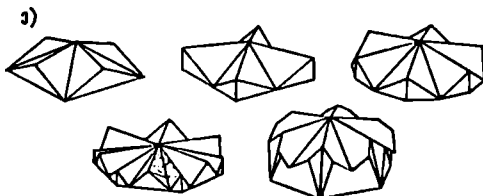
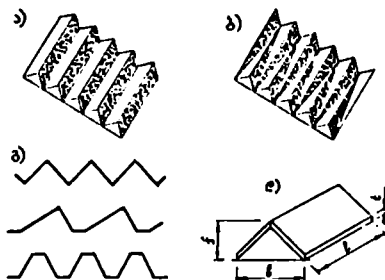
ნაკეციანი გადახურვა ისეთი ზედაპირია, რომელიც შექმნილია დახრილი ბრტყელი წახნაგების სისტემით, წახნაგები ერთმანეთს უერთდება დიდი გვერდებით რაღაც კუთხით და ეყრდნობა ტორსულ დიაფრაგმებს ან წიბოებს მოკლე გვერდებით.

ნაკეცის ზედაპირის ფორმა შეიძლება იყოს სამკუთხა, ტრაპეციული ან მართკუთხა. ხშირად გამოიყენება მრავალტალღიანი კონსტრუქცია, იშვიათად - ერთტალღიანი. მიუხედავად ამ კონსტრუქციების მაღალი მასალატევადობისა, ისინი ფართოდ გამოიყენება მშენებლობაში დამზადების სიადვილისა და ორიგინალური არქიტექტურული გამომსახველობის გამო. ნაკეცებით გადახურული შენობის გეგმა შეიძლება იყოს მართკუთხა, მრავალკუთხა ან მრუდწირული მოსახულობისა (წრიული, ოვალური და სხვ.). ბოლო შემთხვევაში ნაკეცი განლაგებულია რადიალურად. შიდაფარისთვის ასამაღლებლად ზოგჯერ ნაკეცებს აპროექტებენ განმტვირთავი კონსოლებით.

ნაკეცს ამზადებენ მერქნისა და პოლიმერული მასალისაგან. წახნაგებად გამოიყენება დაწებებული, წებო-ფანერის, მერქანბურბუმელოვანი, ფიცრულ-ლურსმნიანი კოჭური ელემენტები და ბრტყელი სამფენიანი პანელები. განივი სიხისტის ასამაღლებლად იყენებენ განმტვირთვებს, სიხისტის წიბოებს ან შემკრავებს, რომლებსაც განლაგებენ ნაკეცის გრძივი მიმართულებით. ნაკეციანი გადახურვების სქემები მოცემულია 9.8 ნახაზზე.

ნაკეცის მალი - მანძილი საყრდენ ელემენტებს შორის, როგორც წესი, მიიღება 20-30 მ-ის ფარგლებში, თუმცა ზოგჯერ აღწევს 45 მეტრსაც. აწევის ისრის (f) ფარდობა მალთან (l) მიიღება 0,5-0,1 ტოლი (პოლიმერული მასალებისათვის კი 0,06-0,05), წახნაგების დახრის კუთხე - 20-45°. ხის ნაკეცების სიგანე იცვლება 1,8-დან 6,8-მდე ფარგლებში, ხოლო პოლიმერულისა - 1 მ-მდე.

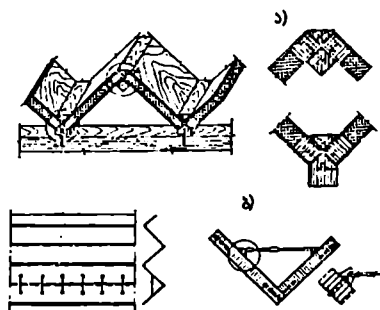
კონსტრუქციული თვალსაზრისით ნაკეცი შეიძლება იყოს თხელკედლიანი, წიბოვანი და სამფენიანი. პირველ შემთხვევაში ნაკეცის წახნაგები ფიცრულ-ლურსმნიანია, ფიცრულ-წებოვანი ან წებო-ფანერის ორტესებრი კოჭია. წიბოვან ნაკეცებს ამზადებენ ძელებისაგან განვიკუთის მაქსიმალური ზომით 15 სმ, რომლებსაც ერთ ან ორივე მხარეზე წიბოს ან ლურსმნის საშუალებით მიამაგრებენ ფურცლოვანი მასალის ან ფიცრის მქონეს. ხანგასხლეანი ნაკეცების ელემენტები კი ყველაზე ხშირად მზადდება პლასტმასის (გარე ფენები - მინაპლასტიკი, შუა - ქაფპლასტიკი) ან სამშენებლო ფანერის.



ნახ. 9.8. ნაკეცივანი გადახურების სქემები: ა - მართკუთხა წახნაგებით; ბ - სამკუთხა წახნაგებით; გ - მრავალტალღიანი ნაკეცის პროფილის ფორმები; დ - ნაკეცის პარამეტრები; ე - მრავალკუთხა რადიალური ნაკეცები.

ნაკეცის ცალკეული ელემენტების ერთმანეთთან შესაერთებლად გამოიყენება გრძივი წიბოები ან შენაღარის ძელები. მაკავშირებლად იხმარება წებო, ლურსმანი, ჭანჭიკი ან მანქვალი (ნახ. 9.9).

პრიზმული ნაკეცები გამოიყენება სასაწყობე, სამრეწველო, სამოქალაქო და საზოგადოებრივი შენობების გადახურვებში. ქ. ჩეხოვოში (რუსეთი) სამკუთხა ნაკეცით გადახურულია კაფე - რესტორნის დარბაზი. ორკონსოლიანი ნაკეცები, რომელთა სიგრძეა 20 მ, დაწებებული ფიციებისაგან დამონტაჟებულია ქანობით ერთ მხარეზე.

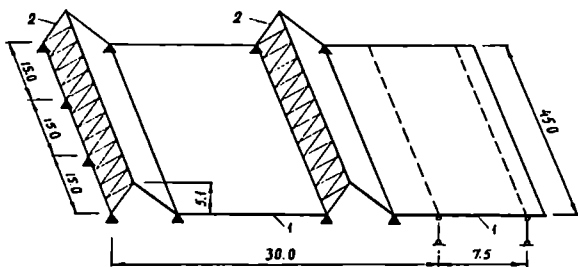


ნახ. 9.9. სამკუთხა მოხაზულობის პრიზმული ნაკეცები: ა - სამფენიანი წახნაგებით; ბ - ფიცრულწებოვანი წახნაგებით.

განაპირა ნაკეცების უცვლელობა მიღწეულია ლითონის შემკრავების გამოყენებით. მერუნის ხარჯმა გადახურვის 18^2 -ზე შეადგინა 0,165 მ².

გამანჯანსაღებელი ცენტრის ნაკეცივანი გადახურვა ქ. ფრაილასინგში (გერმანია) შედგება სახურავის სიბრტყეში განლაგებული „კემპრის“ ტიპის ფილებისა და დახრილი გისოსოვანი კოჭებისაგან, რომელთა ლითონის ირიბანები თითქმის არ უშლის ხელს დღის სინათლის

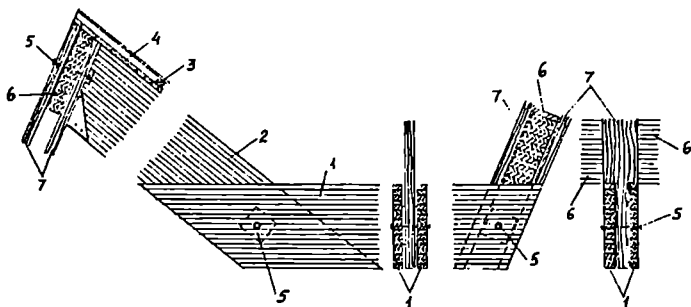
მეღწევეს შენობის შიგნით (ნახ. 9.10). ნაკეცი კონსტრუქცია ორივე მხარეს ეყრდნობა რკინაბეტონის კედლებს. შედური გადახურვის ერთი მალი საცურაო აუზის სახტომი კომპის უბანზე შეადგენს 27 მ-ს, ხოლო ორი მალი სპორტული დარბაზების თავზე - 15 და 45 მ.



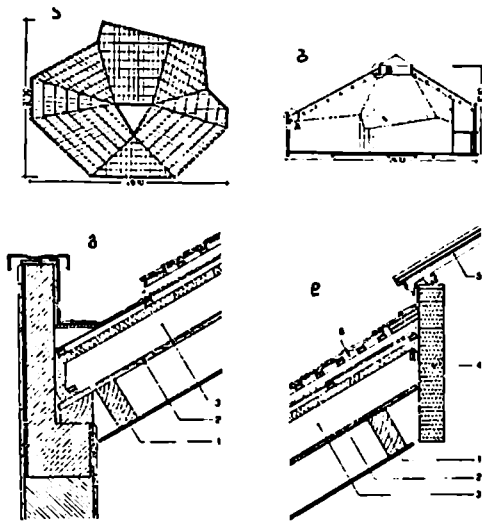
ნახ. 9.10. ქ. ფრაილასინგის (გერმანია) გამაჯანსაღებელი ცენტრის ნაკეციანი გადახურვის სტატიკური სქემა: 1 - რიგელი; 2 - წამწე.

ნაკეცის რიგელის ჰორიზონტალური ნაწილი (1) შედგენილია გაწყვილებული დაწებებული ფიცრული პაკეტისაგან, ხოლო მისი დახრილი ნაწილი (2) - ერთი პაკეტისაგან (ნახ.9.11). ფანჯრებისათვის გამოყენებულია გისოსიანი წამწეები (3) ხის დგარებითა და ლითონის ირიბანებით.

ეკლესია უიტკონში (შვეიცარია) გადახურულია ნაკეცი, რომელიც გეგმაში უწესო წაკვეთილი პირამიდაა (ნახ. 9.12) 21,5x26,1 მ ზომებით. სახურავის პანელები სამფენიანი უწესო სამკუთხედები და ოთხკუთხედებია. ქვედა ფენისათვის გამოყენებული გრძივები ზოგიერთ პანელში მიმართულია რადიალურად. ამ გრძივებზე დაწყობილია მეორე ფენა - ირიბი ფიცრული ფენილი და მესამე - ტანგენციური მოლარტყვა ბურღისათვის. გრძივები, მოლარტყვა და მათ შორის მოთავსებული ირიბი ფენილი, ერთობლივი მუშაობით უზრუნველყოფენ ნაკეციანი კონსტრუქციის აუცილებელ სიხისტეს ძვრასა და სიმტკიცეს ღუნვაზე.



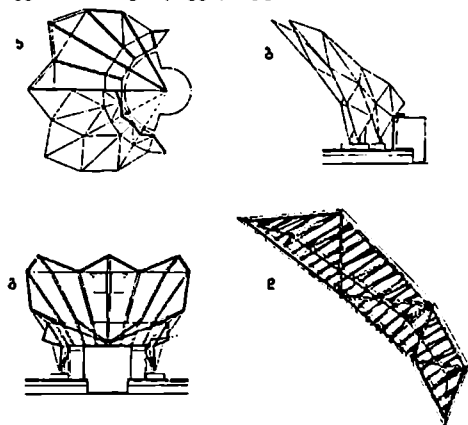
ნახ. 9.11. ქ. ფრაილასინგის (გერმანია) გამაჯანსაღებელი ცენტრის ნაკეციანი გადახურვის ბირთვადი შიდა კონსტრუქცია: 1 - ჰორიზონტალური რიგელი, 2(10x120) სმ; 2 - დახრილი რიგელი, 1(10x120) სმ; 3 - გრძივი, 10x10 სმ; 4 - ფილა „კემპრი“; 5 - კანკიკი; 6 - წამწის ქვედა და ზედა სარტყლები განივკვეთით 12x120 სმ 15 მ-იან მალში და 32x120 სმ 45 მეტრიან მალში; 7 - წამწის დგარები 2(12x45) სმ.



ნახ. 9.12. ეკლესია უიტიკონში (შეიქმნა): ა - გეგმა; ბ - კრილი; გ - ლავგარდანის კვანძი; დ - კეხის კვანძი; 1 - გრძივები, 8x19 - 22x25 სმ; 2 - ირიბი ფენილი, მმ; 3 - მოლარტყვა, 6x15 - 12x23 სმ; 4 - ზედა შუქფარანის ფირფიტის დანებებული კოჭი; 5 - შუქფარანი; 6 - ცივი სახურავი ორმაგი აზბესტცემენტის ფურცლებით.

ყველა მხრიდან 12 მმ-იანი ფანერის ფურცლებით.

მსოფლიო სამშენებლო პრაქტიკაში საკმარისაა ხის საინტერესო ნაკვეთიანი კონსტრუქციები, როგორცაა საწყობი აპულდორნში, სავაჭრო ცენტრი ვიურცბურგში (გერმანია); სკოლა ველინგტონში (ინგლისი) და სხვ.



ნახ. 9.13. მუსიკალური პავილიონი ქ. მონრეალში (კანადა): ა - გეგმა; ბ-გვერდები; გ-ხედი უკნიდან; დ - სემენტის კონსტრუქცია.

კონსტრუქციული და არქიტექტურული თვალსაზრისით მეტად ორიგინალური შენობაა მუსიკალური პავილიონი ქ. მონრეალში (კანადა). ნიუარის ფორმის ეს ნაგებობა გამოიყენება კონცერტების ჩასატარებლად ლიაცის ქვეშ. თვით ნაკვეთიანი კონსტრუქცია უზრუნველყოფს გადახურვას და საუკეთესო ზერაარეკლას წარმოდგენის მსვლელობისას (ნახ. 9.13). ნაკვეთიანი კონსტრუქცია შედგება სამი წაგრძელებული მახვილი ბოლოებით დაყრდნობილი სემენტისაგან, რომელთაც საპროექტო მდგომარეობაში იჭერს უკანა მხარეს მოთავსებული ლითონის მილები. თითოეული "სემენტი" დამზადებულია ძელებისაგან, განივკვეთით 5x7,5 სმ და 5x10 სმ და შემოსილია

პრიზმული ნაკვეთი სივრცითი, მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემაა. ასეთი სისტემის ზუსტი გაანგარიშება საკმაოდ რთული და შრომატევადია. გაანგარიშების შედარებით მარტივი შერეული მეთოდი შეიმუშავა პროფ. ვ. ელასოვმა.

ნაკვეთის განივკვეთისა და დატვირთვის სიმეტრიულობის შემთხვევაში გრძივი ღერძის მიმართ გრძელი ნაკვეთისათვის ($l/b > 3$), როცა განივკვეთის კონსტრუქციის წერტილების გადაადგილება გაცილებით ნაკლებია წიბოების ჩალუნვებზე, სადაც მეზობელი წახნაგების შეერთება წიბოს მთელ სიგრძეზე ხდება ცილინდრული სახსრით და რომელიც არ ითვალისწინებს წახნაგების წინალობას გრძივ ძვრაზე, ნაკვეთი შეიძლება გავიანგარიშოთ, როგორც ღუნვაზე მომუშავე კოჭი შესაბამისი განივკვეთით. მასში განისაზღვრება გრძივი ნორმალური და მხები ძაბვები.

დატვირთვის ნორმალური შემდგენის მოქმედებაზე, განივი მიმართულებით ნაკვეთის წახნაგების გაანგარიშება ხდება ისევე, როგორც ოთხმხრივ სახსროვნად დაყრდნობილი ფირფიტისა. გრძელი გვერდებით ისეყრდნობა მოსაზღვრე წახნაგებს, ხოლო მოკლეთი - ტორსულ დიაფრაგმებს ან სიხისტის წიბოებს. გრძელ ნაკვეთში წახნაგები განივი მიმართულებით განიცდის დეფორმაციას ადგილობრივად მოქმედი გარე დატვირთვების გავლენით. წებო-ფანერის ნაკვეთების გარე შემოსვა წიბოებს შორის უნდა შემოწმდეს ადგილობრივ ღუნვაზე, როგორც ოთხმხრივ ხისტად ჩამაგრებული ფირფიტა.

განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს არასიმეტრიული დატვირთვა, რომელიც იწვევს ნაკვეთის გრეხვას გრეხვის ცენტრის მიმართ, და განაპირა ნაკვეთების ტუშობა. იმისთვის, რომ დამატებით არ ჩავატაროთ განაპირა ნაკვეთების ზუსტი გაანგარიშება, აუცილებელია გავზარდოთ მისი სიხისტე კონსტრუქციული ღონისძიებებით, რითაც შევზღუდავთ მის გადაადგილებებს განივი მიმართულებით.

სამფენიან ნაკვეთებში თითოეული წახნაგი შედგენილია სამფენიანი ფილებისაგან (ნახ. 9.9,ა), სადაც გარე ფენებად (შემოსვა) გამოყენებულია წყალმედვეი ფანერი, მინაპლასტიკი, აზბესტცემენტი ან ალუმინი, ხოლო შუა ფენად - ქაფპლასტი. ასეთი ნაკვეთის თითოეული წახნაგი გრძივი მიმართულებით გაანგარიშდება, როგორც ღუნვაზე მომუშავე ერთმალისი კოჭი, რომლის მალისა მისი სიგრძე, ხოლო დატვირთვად მიიღება მის სიბრტყეში მოქმედი შვეული დატვირთვის შემდგენი. განივი მიმართულებით ნაკვეთის წახნაგი გაანგარიშდება ღუნვაზე, როგორც სხადასხვა სიმაღლის საყრდენებზე სახსროვნად დაყრდნობილი ფილა. ფილის მალი ტოლია მისი სიგანისა.

9.3. სტრუქტურული კონსტრუქციები

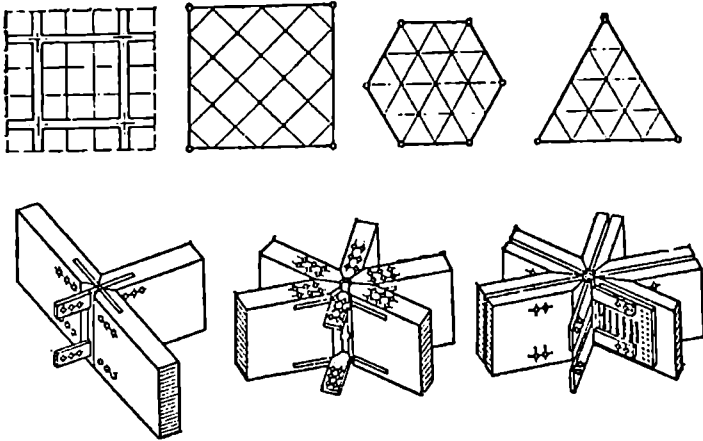
სტრუქტურული კონსტრუქციები ან, უბრალოდ, სტრუქტურები ეწოდება ისეთ სივრცით ფილებსა და გარსებს, რომლებიც შედგება რეგულარულ-ღეროვანი ან რეგულარულ-ფირფიტოვანი წარმონაქმნებისაგან.

სტრუქტურებს ძირითადად ამზადებენ ფოლადისაგან, ხისა და ალუმინისაგან, იშვიათად - არმოცემენტისა და რკინაბეტონისაგან. ნებისმიერი სტრუქტურა შედგება ორი ბადისებრი სარტყლისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია დგარებითა და ირიბანებით. სტრუქტურის სახეობა დამოკიდებულია კვანძებში შემავალი ღეროების (ან წამწეების) რაოდენობასა და მათ დახრაზე. ისეთი სტრუქტურები, რომლებიც შედგენილია ურთიერთადაპკვეთი სამი მიმართულების ხაზოვანი ელემენტებისაგან, კარგად

მუშაობენ გრეხვაზე და ხასიათდებიან ამაღლებული სიხისტით. უფრო ნაკლები სიხისტე აქვს სტრუქტურებს, რომლებიც შედგენილია ორი მიმართულების ურთიერთგადაამკვეთი ელემენტებისაგან.

სტრუქტურების დადებით თვისებებს მიეკუთვნება: კონსტრუქციული ელემენტების უნიფიკაცია, მონტაჟის სიმარტივე, კონსტრუქციის მაღალი სივრცითი სიხისტე, არქიტექტურული გამომსახველობა, სისტემის მრავალბუნებობა, რაც ამაღლებს კონსტრუქციის საიმედოობის ხარისხს ლოკალური ავარიების შემთხვევაში, კვანძების სიხშირე, რაც აადვილებს შეკიდული ტრანსპორტის მოწყობილობების დამაგრებას, სამშენებლო სიმაღლის შემცირება, ტრანსპორტირების სიადვილე და სხვ. უარყოფითი თვისება კი დამზადებისა და აწყობის დიდი შრომატევადობაა.

კვანძში შემავალ ღეროებს შორის კუთხე გეგმაში 90, 60 ან 45° ტოლი მიიღება. თუ ღეროები კვანძში შეერთებულია ხისტად, მაშინ მიიღება სტატიკურად ურკვევი სისტემა.

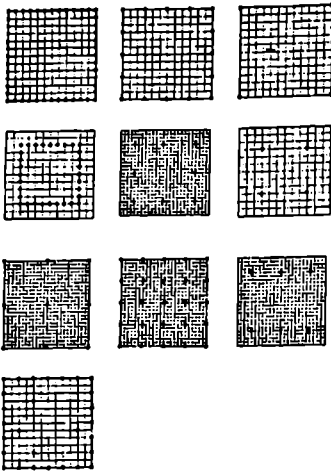


ნახ. 9.14. ხის სტრუქტურები ურთიერთგადაამკვეთი კოჭებისაგან:
 ა - სტრუქტურათა სქემები; ბ - კვანძური შეერთებები.

სახურავის ზომებისა და გამოყენებული ბურღლის სახეობის მიხედვით სტრუქტურის უჯრედის ზომა შეიძლება იცვლებოდეს 2,4-7,2 მ-ის ფარგლებში, ხოლო საკუთრივ ფილის მალი (l) აღწევს 30 მ-ს, ფილის სიმაღლე $h = (1/16-1/30)l$. სისტემის საერთო მდგრადობის უზრუნველყოფა ხდება ფენილით ან დამხმარე კოჭების საშუალებით.

კოჭური ელემენტები შეიძლება იყოს ერთმაგი ან გაწყვილებული (ნახ. 9.14).

რეგულარული სტრუქტურის ფილების გამოვიყენება ეფექტურია ისეთი სათავსების გადასახურავად, რომლის გვერდების ზომათა თანაფარდობა არ აღემატება 1:1,5. უფრო მეტი თანაფარდობის შემთხვევაში სტრუქტურის გამოყენება არარაციოსალურია, რადგანაც ფილა იწყებს მუშაობას კოჭური სქემით მცირე გვერდის მიმართულებით (ერთიღერდა). თუ აუცილებელია გრძელი სათავსის გადახურვა, მაშინ მიზანშეწონილია ნივინივქვეშა შიდი კონსტრუქციების (წაშწეები, კამარები, კოჭები) მოწყობა, რომლებიც დაყოფენ სახურავს კვადრატულ ან მასთან მიახლოებულ უჯრედებად.



ნახ. 9.15. სტრუქტურული ფილების დაყრდნობის ვარიანტები: ა - კონსტრუქციული; ბ - კონსტრუქციული; გ - შერეული; დ - თავისუფალი.

სტრუქტურული კონსტრუქციის დაყრდნობა შეიძლება იყოს: კონსტრუქციული (კედლები, სანიწინო კონსტრუქციები); კონსტრუქციული კონსოლებით, როცა საყრდენები გადაადგილებულია კონსტრუქციის შიგნით, რითაც იქმნება ნებისმიერი შერის კონსოლები; შერეული, როცა საყრდენები განლაგებულია კონსტრუქციის და შიგნითაც; თავისუფალი, როდესაც საყრდენები ეწყობა ნებისმიერად, დასაპროექტებელი შენობის ტექნოლოგიის თავისებურებების გათვალისწინებით (ნახ. 9.15).

კონსტრუქციული დაყრდნობის შემთხვევაში კონსოლის შერის სიდიდე რეკომენდებულია $(0,1-0,3)l$ ფარგლებში. თანაბარ-განაწილებული დატვირთვის მოქმედების შემთხვევაში კარგი ეფექტი მიიღწევა, როცა ფილის მალთან კონსოლის შერის სიგრძის ფარდობა არის $0,25$.

შერეული დაყრდნობა რეკომენდებულია გამოვიყენოთ უკრ მრავალმალთან გადახურვებში, რომლებსაც გეგმაში აქვს სვეტების კვადრატული ან სწორკუთხა ბადე.

სტრუქტურის აწყობის შრომატევადობიდან გამომდინარე, მისი ფორმალარმოქმნა დამოკიდებულია ცალკეული ელემენტების ზომებზე, წონაზე, გადატანის მანძილზე, სტრანსპორტო საშუალებებსა და სხვ. პრაქტიკაში იყენებენ კონსტრუქციული სქემის ფორმირების შემდეგ ხერხებს: ერთი უჯრედის შესაბამისი ცალკეული ღეროები; გისოსის მოკლე ელემენტები და გრძელი სარტყლები; ბრტყელი წამწები; სივრცითი ღეროვანი პირამიდები და დამატებითი ხაზოვანი ელემენტები. თითოეულ ამ ხერხს აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარე.

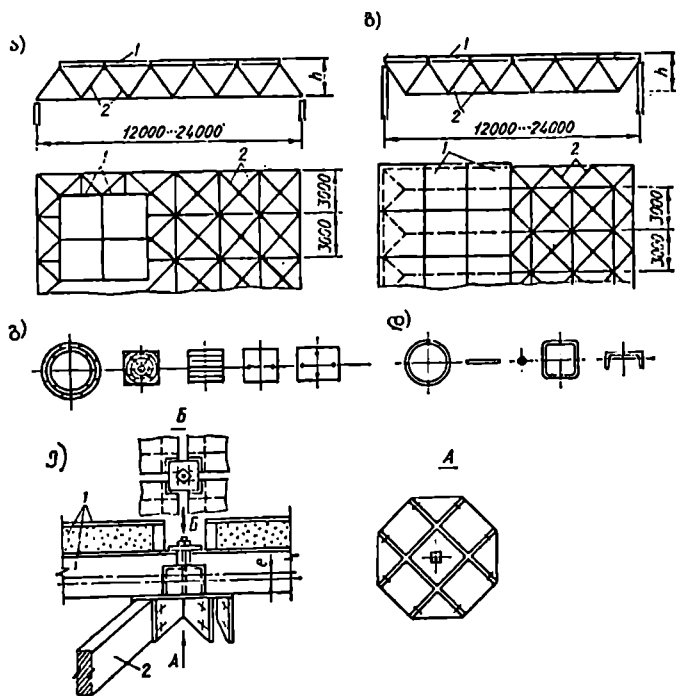
სუფთა ხის სტრუქტურები პრაქტიკაში იშვიათად გვხვდება. უფრო მეტი გავრცელება პოვა ხე - ლითონის სტრუქტურულმა კონსტრუქციებმა, სადაც ზედა სარტყლისა და გისოსის ელემენტებად გამოყენებულია მერქანი, ხოლო ქვედა სარტყლის გაჭიმულ ელემენტებად - ლითონი.

გეგმაში 12×12 მ, 18×18 მ და 24×24 მ ზომის შენობისათვის ხე - ლითონის სტრუქტურული კონსტრუქციების ზოგიერთი საინტერესო ვარიანტი დამუშავებული იქნა მოსკოვის სამშენებლო კონსტრუქციების ცენტრალურ სამეცნიერო - კვლევით, ხარკოვისა და ნოვოსიბირსკის სამშენებლო ინსტიტუტებში.

მოსკოვური სისტემის სტრუქტურაში ზედა სარტყლად გამოყენებულია სამფენოვანი პანელები ზომით 3×3 მ, ხოლო ქვედა სარტყლად - ლითონის მილები. ირიბნები ყველა გაჭიმულია და ისინი მზადდება მილებისაგან.

ნოვოსიბირსკში დამუშავებულ სტრუქტურებში ზედა სარტყლის ორთოგონალური სისტემა შევცვლია ასაწყობი სამფენიანი ფილებით. გისოსის ელემენტებში აღიძვრება ნიშანცვლადი ძალები (ნახ. 9.16). ზედა სარტყლის კვანძებში ირიბანები მიყრდნობილია

ლითონის საკვანძე დეტალზე და მიმაგრება წირწიკმალების საშუალებით, რომლებიც იღებენ გამკვირვებულ მალვებს. ფილები კუთხეებით ეყრდნობა საკვანძე დეტალის ჰორიზონტალურ ფურცელს და მზიდი წიბოების ტორსებით ებჯინება ლითონის ჭიქას, რითაც იქმნება განმტკიცირთავი მომენტი.

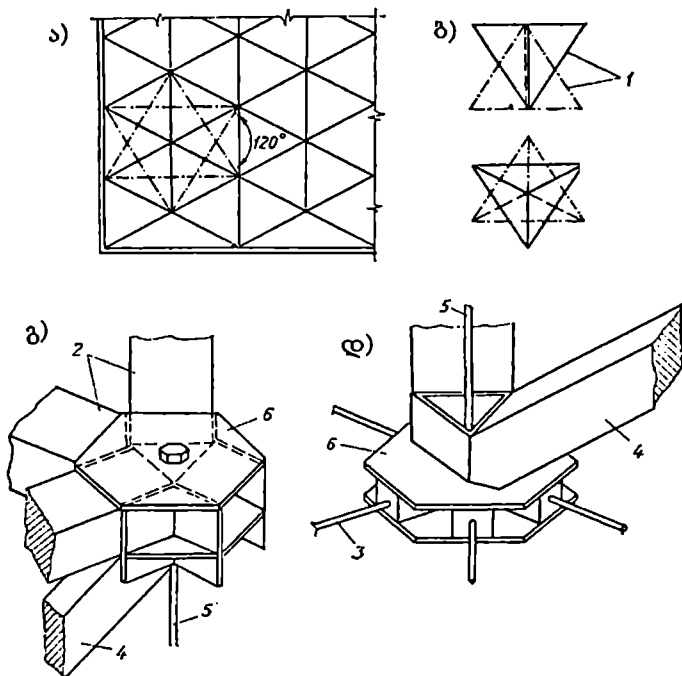


ნახ. 9.16. ნოვოსიბირსკის სამშენებლო - საინჟინრო ინსტიტუტში დამუშავებული

ბე - ლითონის სტრუქტურა: ა - სტრუქტურული ფილის სქემა აღმავალი ირიბანებით; ბ - იგივე, დაღმავალი ირიბანებით; გ - ირიბანების შესაძლო განიკვეთები; დ - გისოსის ელემენტების განიკვეთები; ე - ზედა სართულის კვანძი; 1 - ზედა სართული სამუყუნოვანი ფილებისაგან; 2 - გისოსის ირიბანები.

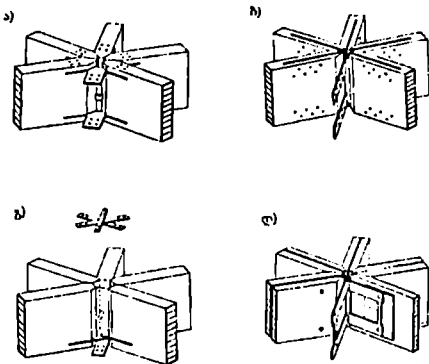
ხარკოვის სამშენებლო - საინჟინრო ინსტიტუტში დამუშავებული სტრუქტურის ასაწყობი ელემენტი სამკუთხა წიბოვანი პირამიდაა (ნახ. 9.17). თითოეული პირამიდის წვერი ემთხვევა პარალელურ სიბრტყეში მდებარე პირამიდის ფუძეს. მოსაზღვრე პირამიდის ფუძეები ისეა ერთმანეთის მიმართ მობრუნებული, რომ მათი გვერდები ქმნის 120°-იან კუთხეს, რის გამოც ირიბანები ყოველთვის შეკუმშულია. ეს საშუალებას იძლევა, კვანძებში ირიბანების შეერთება განხორციელდეს უზრალო შუბლური მიყრდნობით (ნახ. 9.17, გ, დ). გაჭიმული დგარები და ქვედა სართული დამზადებულია წრიული განიკვეთის ფოლადისაგან. ზედა სართულზე ეწყობა უწყვეტი ფიგურული ფენილი ბურულის ქვეშ.

მთლიანკვეთიანი ურთიერთგადამკვეთი კოჭების სისტემის სტრუქტურაში ყველა კოჭი ბუშაობს ღუნვაზე. განივი ძალები იწვევს ძვრის ძაბვებს კოჭის კედელში. განივკვეთის შერჩევითა და ძირითადი ღუნვისა და ძვრის ძაბვები სამაგრებით შესუსტებულ კვეთში. ჩალუნვის კრიტერიუმში, რომელიც ყველა სხვა შემთხვევაში გადაწყვეტა, ურთიერთგადამკვეთი კოჭების განივკვეთის შერჩევას, მათი მაღალი სტატიკური



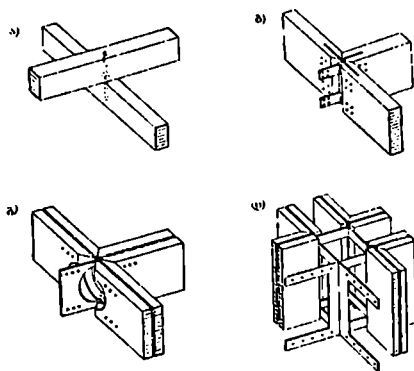
ნახ. 9.17. სარკოვის სამშენებლო - საინჟინრო ინსტიტუტში დამუშავებული ხე - ლითონის სტრუქტურა: ა - სტრუქტურული ფილის გეგმა; ბ - პირამიდების განლაგების სქემა; გ - ზედა სარტყლის კვანძის კონსტრუქცია; დ - ქვედა სარტყლის კვანძის კონსტრუქცია; 1 - სამკუთხა წიბოვანი პირამიდები; 2 - ზედა სარტყლის ელემენტები; 3 - ქვედა სარტყლის ელემენტები; 4 - ირიბები; 5 - დგარი; 6 - ლითონის შესადული საკვანძე დეტალი.

ურკვევობის გამო, სშირად მეორესართისსოვანი სდება, თუმცა მისი გაითვალისწინება აუცილებელია სამშენებლო აწევის სიდიდის გამოთვლისას. სისისტე გრეხისას მსედელლობაში არ მიიღება. 9.18 და 9.19 ნახაზეზე მოცემულია ურთიერთგადამკვეთი კოჭების კვანძთა გადაწყვეტის სხვადასხვა ვარიანტი შეერთების 60° და 90°-იანი კუთხის შემთხვევაში.



ნახ. 9.18. ურთიერთგადამკვეთი მთლიანკვეთიანი კოჭების კვანძთა ვარიანტები შერთვის 60° - იანი კუთხის შემთხვევაში: ა - პორიზონტალური ფოლადის თამასების ვარსკვლავას გამოყენებით; ბ - შვეული ფოლადის თამასების ვარსკვლავას გამოყენებით; გ - გაჭიმულ ზონასში მოთავსებული ფოლადის თამასების გამოყენებით, რომლებიც ერთმანეთზე არის დადებული და კოჭებს ემაგრება წირწყმალების დახმარებით; დ - ვარსკვლავა განვილებული კოჭებისათვის ლურსმნივანი თამასებითა და ქანკიკებით.

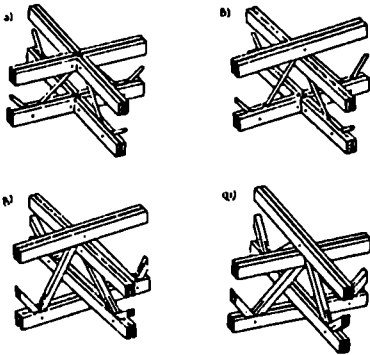
ურთიერთგადამკვეთი გამჭოლი კოჭებისათვის (ფაქტობრივ - წამწეებისათვის) მღუნავი მომენტები, რომლებიც გადაწყვეტი იყო მთლიანკვეთიანი კოჭების განიცკვითის შერჩევისას, გარდაიქმნება გრძივ ძალებად გისოსის ელემენტებში. ასეთი სისტემის კვანძების გადაწყვეტის ვარიანტები მოცემულია 9.20 ნახაზზე.



ნახ. 9.19. ურთიერთგადამკვეთი მთლიანკვეთიანი კოჭების კვანძთა ვარიანტები შერთვის 90°-იანი კუთხის შემთხვევაში: ა - ერთმანეთზე ჯვარდინად გადადებული კოჭები. შერთვისათვის გამოყენებულია წირწყმალები ან ქანკიკები; ბ - შვეულ ძილზე მიღებული ფოლადის თამასები ვარსკვლავას გამოყენებით; გ - ფოლადის ფურცლებისაგან დამზადებული ვარსკვლავას გამოყენებით, როცა კოჭებს ბოლოში აქვთ ამის კრები მოწყობილობების მონტაჟისათვის; ვარსკვლავები ჩაისმება ჩანაჭრებში ან განვილებულ კოჭებს შუა და ძაგრდება ქანკიკების საშუალებით; დ - ფოლადის თამასებისაგან დამზადებული ვარსკვლავას გამოყენებით ძრავალურმქსტიანი კოჭების შესაერთებლად.

ხის სტრუქტურული კონსტრუქციებითაა გადახურული ცელესია გრედინგში, სკოლა გურტვაილში, საქალაქო კლუბი ბიშოფსჰაიმში, ზოოპარკი მიუნსტერისი, სააუდიტორიო შენობა ვაიხენშტეტანში (გერმანია), ცელესია ბენეტ-ლეიკში (აშშ), ასალგაზრდული კლუბი გოცენიაში (იაპონია) და სხვ.

ურთიერთგადამკვეთი კოჭიანი სისტემის სტატიკური გაანგარიშება ხდება ძალთა მეთოდით, სადაც ფენილი მხედველობაში მიიღება, როგორც ურთიერთგადამკვეთი კოჭების ზედა თარო, ან გისოსოვან სისტემას ცელიან მთლიანით - კონსტრუქციას გაიანგარიშებენ, როგორც ფილას.



ნახ. 9.20. ურთიერთგადამკვეთი გამჭოლი კოჭების კვანძების ვარიანტები: ა - ზედა და ქვედა სარტყლები ერთ სიბრტყეში. დამაგრება ზოლოვანი ფოლადის უჯარედებით; ბ - ქვედა სარტყლები ერთ სიბრტყეში. ზედა სარტყლები განლაგებულია ერთმანეთზე გადადებით. კონსტრუქციის სხვადასხვა სიმაღლე განსხვავებული მალეხის შემთხვევაში; გ - ზედა და ქვედა სარტყლები განლაგებული არიან ერთმანეთზე გადადებით. კონსტრუქციების განსხვავებული სიმაღლეები; დ - იგივე კონსტრუქციების ერთნაირი სიმაღლეები.

ძალთა მეთოდით გაანგარიშებისას ძირითად სისტემად იღებენ ერთმალეან კოჭებს, ხოლო უცნობებად - საყრდენ რეაქციებს კოჭების ურთიერთგადამკვეთაში უცნობების რაოდენობა დამოკიდებულია უჯრედების რაოდენობასა და დატვირთვების მოდების სახეობაზე. თუ კონსტრუქციაზე მოქმედებს თანაბარგანაწილებული დატვირთვა და უჯრედების რაოდენობა $n \times n$, მაშინ უცნობების რაოდენობა გამოითვლება ფორმულებით:

როცა n კენტი რიცხვია,

$$S = 0,125(n-1)(n-3), \quad (9.1)$$

როცა n ლუწი რიცხვია,

$$S = 0,125(n-2) \cdot n. \quad (9.2)$$

ამოცანის ამოსახსნელად შეიძლება გამოვიყენოთ ეგმ ან ვისარგებლოთ ცხრილებით (ცხრ. 9.1) ან კომპიუტერული პროგრამებით.

ცხრილი შედგენილია გეგმაში კვადრატული სისტემებისათვის, როცა კოჭები ერთნაირი სიხისტისაა და კონტურს სახსროვნად ეყრდნობიან. უჯრედები - კვადრატულია, მათი რაოდენობა - 4×4 -დან 6×6 -მდე, დატვირთვა - თანაბარგანაწილებული.

ცხრილში მოცემული საანგარიშო მნიშვნელობები აუცილებელია გამრავლდეს კოეფიციენტებზე:

$$\text{მომენტებისათვის } K_1 = P \cdot a^3 \cdot n^2 \cdot 10^{-5}; \quad (9.3)$$

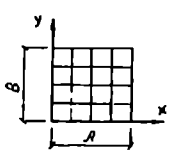
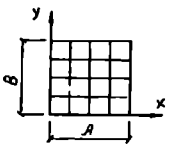
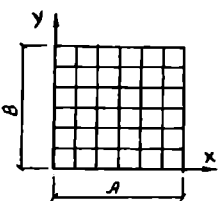
ჩაღუნვებისათვის

$$K_1 = (1/EJ) \cdot P \cdot a^5 \cdot n^4 \cdot 10^{-6}, \quad (9.4)$$

სადაც P არის თანაბარგანაწილებული დატვირთვის ინტენსივობა; a - უჯრედის ზომა; n - უჯრედების რაოდენობა სისტემაში; EJ - სისტემის კოჭების ლუნვითი სიხისტე, 10 კმ^2 .

გეგმაში მართკუთხა მოხაზულობისა და უჯრედების ზომების ნებისმიერი თანაფარდობისათვის ურთიერთგადამკვეთი სისტემის სტატისკური გაანგარიშება შეიძლება ჩატარდეს ცხრილების დახმარებით [37], რომელშიც რიცხვითი სიდიდეები მიღებულია ღეროვანი სისტემის შეცვლით მთვლიანკვეთიანი ფილით.

მონაცემები ურთიერთგადამკვეთ კოქურ სისტემაში საანგარიშო ძალებისა და ჩალუნების განსაზღვრისათვის

ესკიზი	η	ξ	$\bar{\omega}$	\bar{M}_1	\bar{M}_2
	1/4	1/4	2659	4125	4125
		1/2	2787	5127	5810
	2/4	1/4	5574	5810	5127
		1/2	7797	7373	7373
	1/5	1/5	2982	3102	3102
		2/5	4524	4502	4897
	2/5	1/5	4524	4897	4205
		2/5	7216	6897	6897
	1/6	1/6	2104	2406	2406
		1/6	3571	3423	4007
		3/6	4089	3713	4535
	2/6	1/6	3573	4007	3423
		2/6	6095	5964	5964
		3/6	6992	6531	6872
	3/6	1/6	4090	4535	3713
		2/6	6990	6872	6531
3/6	8025	7566	7566		

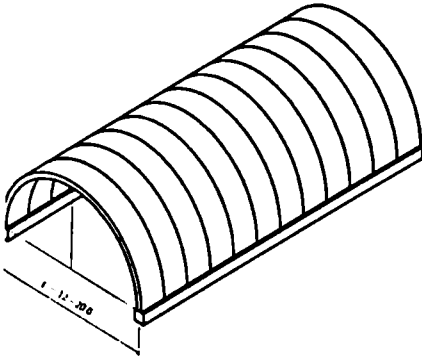
შენიშვნა: $\eta=Y/B$; $\xi=X/A$ - კვანძის ფარდობითი კოორდინატები; $\bar{\omega}$ - ჩალუნები სისტემის კვანძებში (მრავლდება K_2 კოეფიციენტზე, ფორმულა (9.4); M_1, M_2 - x და y ღერძების მიმართულებით მღუნავი მომენტები (მრავლდება K_1 კოეფიციენტზე, ფორმულა (9.3).

9.4. ხის თაღები

თავი გადახურვის მრუდწირული ფილის სახის შიდა სივრცითი კონსტრუქციაა, რომელიც გამორჩეულია განბეჯენის არსებობით და ძირითადად კუმშვაზე მუშაობს. განბეჯენს ლებულობს შემკრავი, კონტრფორსები, განივი კედლები, რკინაბეტონის გადახურვები, გვერდითი სათავსის საზღვრებში მოქცეული ჩარჩოები, მიწის დონის

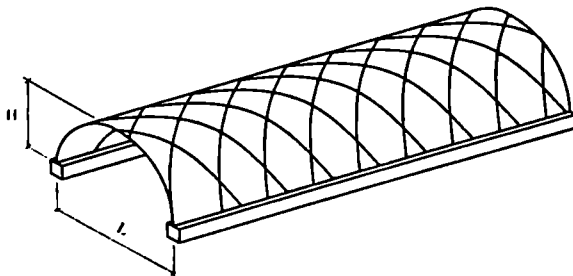
ზევით განლაგებული საძირკვლები. აწევის ისარი მიიღება $f = (0,5...0,1)\ell$, სადაც ℓ - თაღის მალია.

თაღის ფორმის გარსის ზედაპირს ცილინდრული ფორმა აქვს და ეყრდნობა კედლებს (ან კოჭებს), რომლებიც მსახველის პარალელურია (ნახ. 9.21). არსებობს ასეთი თაღის 2 სახეობა:



ნახ. 9.21. თხელკედლიანი წებოფანერის თაღი.

კონსტრუქციაა. ის შედგება მთლიანკვეთიანი ან წებოფანერის ირიბებისაგან (წირთხლებისაგან). თაღის მალი მთლიანკვეთიანი ირიბებისაგან $\ell = 12-20$ მ, ხოლო წებოფანერის $\ell = 20-100$ მ.



ნახ. 9.22. ქარგილიან-ზადისებრი თაღი.

ხაზებს.

ასეთ თაღებში მოხერხებულად არის შეხამებული ელემენტების ინდუსტრიული წესით დამზადება სივრცითი კონსტრუქციების უპირატესობებთან. თაღის სიმტკიცე და საიმედოობა განისაზღვრება ბევრი ელემენტის საშუალო სიმტკიცით და ცალკეული ელემენტის მერქნის ხარისხის გავლენას აქ ნაკლები მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე სიბრტყით კონსტრუქციებში.

1. თხელკედლიანი წებოფანერის თაღი ისრისებრი ან წრიული მოხაზულობის შემკრავით ან შემკრავის გარეშე, როდესაც განმზღვენი უშუალოდ გადაეცემა საყრდენებს. ასეთი კონსტრუქციის აწყობა ხდება ქარხნული წესით დამზადებული ვაკისებისაგან.

2. ქარგილიან-ზადისებრი თაღი ისრისებრი ან წრიული მოხაზულობის შემკრავით ან განმზღვენის ძალის გადაცემით კედლებზე (ნახ. 9.22).

აწევის ისარი წრიული მოხაზულობის თაღისათვის $f/\ell \geq 1/7$, ხოლო ისრისებრისათვის - $f/\ell \geq 1/4$.

ასეთი თაღი ყველაზე მეტად გავრცელებული სივრცითი

ქარგილიან-ზადისებრი თაღი შედგება მრავალი სტანდარტული ელემენტისაგან - ირიბებისაგან, რომლებიც თავის წიბოზე დაყენებული ორი ურთიერთგადამკვეთი მიმართულებითაა ორიენტირებული და ქმნის ტეხილ ხრახნულ

ქარგილიან-ბადისებრ თალებს განივკვეთში წრიული ან წესიერი მრავალკუთხედის მოხაზულობა აქვს. გადახურვისაგან წარმოშობილი განმზღვნი ძალა ლითონის შემკრავს ან უშუალოდ გრძივ კედლებს გადაეცემა.

ყველა სახის ქარგილიან-ბადისებრი გადახურვების დამახასიათებელი თვისებებებებია:

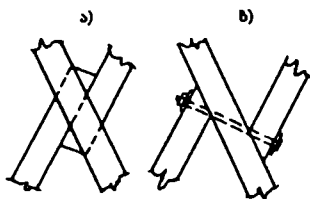
- ირიბების ფორმისა და ზომების უნიფიცირება, რაც მათი ქარხნული წესით დამზადების საშუალებას იძლევა;
- ელემენტების ტრანსპორტაბელურობა;
- კონსტრუქციის აწყობის სიმარტივე და სისწრაფე;
- სახურავის ფენილის უშუალოდ შიდა კონსტრუქციაზე მოწყობის საშუალება და აუცილებლობა (გრძივებისა და დამხმარე სანიენივო ფეხების გარეშე).

ირიბების კვანძური შეერთების ხერხების მიხედვით განირჩევა ქარგილიან-ბადისებრი თალების ორი კონსტრუქციული ვარიანტი: კვანძების ულითონო შეერთება კოტებით და კვანძების შეერთება ლითონის ჭანჭიკებით ან ჩანგლებით (ნახ. 9.23). ორივე ვარიანტი შეიძლება შესრულდული იქნეს მთლიანკვეთიანი ირიბებით, რაც დახერხილი მასალის ზომების სორტამენით შეზღუდვის გამო, საშუალებას გვაძლევს, თალები დავაზადოთ 20 მ-მდე მალით, ასევე წებოფანერის ირიბებით (ნახ. 9.24), რომლის დროს მალის სიდიდე 100 მ-ს აღწევს.

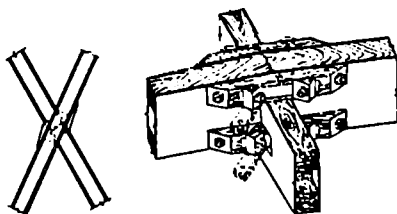
გადახურვების კონსტრუქციაში გვაქვს სამი ტიპის კვანძი; ძირითადი (შუა) კვანძები, საყრდენი კვანძები, რომლებშიც ირიბები შეერთდება კედლის ძელებთან, და ტორსის კვანძები, როდესაც ირიბების შეერთება ხდება ტორსის კამარასთან.

კვანძებში ურთიერთშეერთების კუთხის მიხედვით განირჩევა თაღის ბადის ორი ტიპი:

1. მართკუთხა ბადე, რომლისთვისაც ორი ირიბას შეერთების კუთხე 90° -ის ტოლია, ხოლო თაღის შემქმნელსა და ირიბებს შორის კუთხე შეადგენს 45° (ნახ. 9.25);
2. რომბისებური ბადე, სადაც ორი ირიბას შეერთების კუთხე 90° -ზე ნაკლებია (ნახ. 9.26).



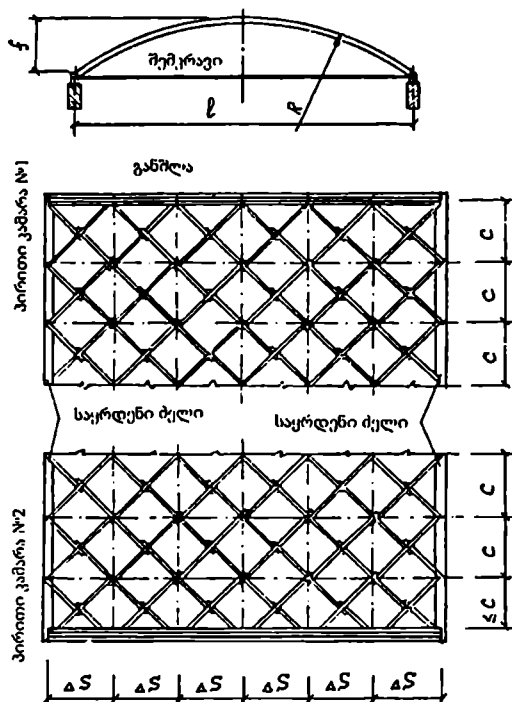
ნახ. 9.23. ირიბების შეერთების სახეები: ა - კოტებზე; ბ - ჭანჭიკებზე.



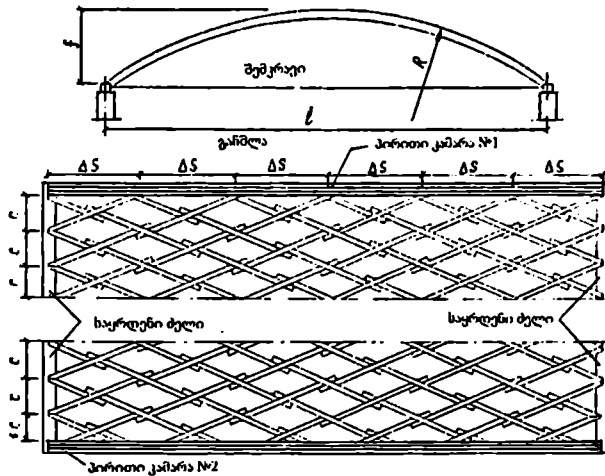
ნახ. 9.24. წებოფანერის ირიბას კონსტრუქცია.

თაღის ბადის ბოჯი 0,7-1 მ აიღება. ირიბების დამზადებისა და თაღის აწყობის თვალსაზრისით მართკუთხა ბადე უკეთესია, ვიდრე რომბისებური, რადგან ის ძირითადად ერთი ტიპის ირიბებისაგან შედგება, რომბისებური კი ორი ტიპის - მარჯვენა და მარცხენა ირიბებისაგან, თანაც კვანძების ულითონო შეერთებისას კოტი და ბადე მრუდი მოხაზულობისაა, რაც ართულებს მათ დამზადებას. მეორე მხრივ, მართკუთხას

შედარებით რომბისებურ ზადესთან მეტი მზიდუნარიანობა გააჩნია, რის გამოც მართკუთხა ზადე თალის მალეზის მცირე სიდიდეებისას გამოიყენება (20 მ-მდე).



ნახ. 9.25. ქარგილიან-ზადისებრი თალი სწორკუთხოვანი ზადით.

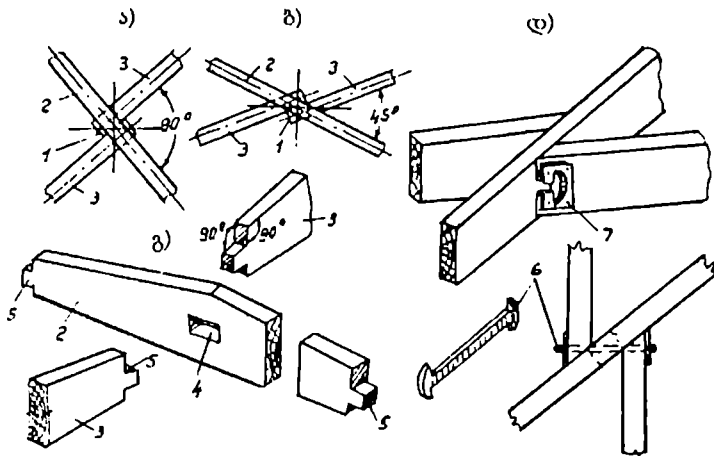


ნახ. 9.26. ქარგილიან-ზადისებრი თალი რომბისებრი ზადით

ღერძის მოხაზულობის მიხედვით თალი ორი სახისაა: წრიული და ისრისებრი. წრიული თალი გაანგარიშებისას განიხილება, როგორც ორსახსრიანი, ხოლო ისრისებრი - როგორც სამსახსრიანი.

უღიბონო ქარგილიან-ზადისებრ თალში (პესელნიკის სისტემის) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც მართკუთხა, ასევე რომბისებრი ზადე. შუალედ კვანძში შემავალ დაყრდნობილ ირიბებს ბოლოებზე აქვს კოტები, ხოლო იმავე კვანძში გამავალ მთლიანკვეთიან ირიბას - გამჭოლი (განგმირი) ბუდე, რომელშიც შედის დაყრდნობილი ირიბების ბოლოებზე მოთავსებული კოტები. როგორც წესი, ბუდის ღერძი ირიბას სიგანისა და განივკვეთის სიმაღლის შუაში თავსდება. კოტისა და ბუდის სიმაღლე ირიბას სიმაღლის $1/4$ აიღება. თალის კვანძის სიმჭიდროვისათვის ბუდის სიგანე კოტის სიგანეზე 2 მმ-ით ნაკლები აიღება, ხოლო ბუდეში კოტის ჩასმის გაადვილებისათვის მის წვეროებს უკეთდება ჩამონაკრები (ნახ. 9.27).

თალის შემქმნელის (მსახველის) მიმართულებით თალის ზადე უერთდება საყრდენ კოქს, რომელიც ზადისაგან მიღებულ დატვირთვას მის ქვემდებარე საყრდენებს (კედლებს, სვეტებს, კოლონებს) გადასცემს. ირიბების საყრდენ კოქთან შეერთების ადგილებში კეთდება დახრილი ჩანაკრები, რომლებშიც ირიბების ბოლოები ჯდება (ნახ. 9.28,ა). თვით

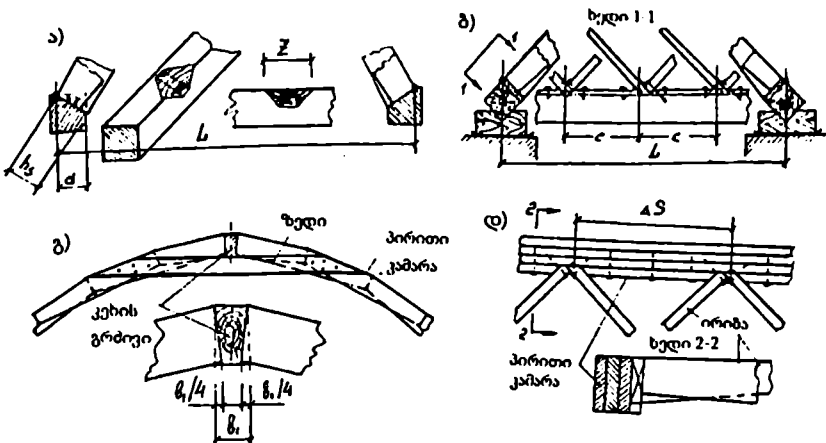


ნახ. 9.27. პესელნიკის სისტემის ქარგილიან-ზადისებრი თალის შუა კვანძი (ა, ბ, გ) და ჩანგალი (დ):
 ა - მართკუთხა ზადით; ბ - რომბისებრი ზადით; გ - კვანძის დეტალები; დ - ჩანგლის დეტალები; 1 -
 კვანძის ცენტრი; 2 - მოლიანკვეთიანი ირიბა; 3 - დაყრდნობილი ირიბები; 4 - ბუდე; 5 - კოტა;
 6 - ჩანგალი; 7 - ჩანგლის ქვედა სადები.

ირიბა საყრდენ კოქს წვეილი ლურსმნით ემაგრება და დასაბჯენი ბუდის მოსაწყობად ჩაქრის მაგიერ მათ შორის ფიცრის ნაჭრები მიეკვრება (ნახ. 9.28, ბ).

ისრისებურ-სამსახსრიან თალებში სახსრის მოსაწყობად კეხში თავსდება გრძივი (ნახ. 9.28, გ), რომლის სიმაღლე ირიბას სიმაღლის ტოლია, ხოლო სიგანე - არანაკლებ 10 სმ. თალის მართობი მიმართულებით ირიბები ემაგრება პირით კამარას, რომელიც შედგება არანაკლებ 2 ფენა ირიბებისაგან (ნახ. 9.28, დ). პირველი ფენის ირიბების პირაპირი მეორე ფენის ირიბების სიგრძის შუაში თავსდება.

ცოლბაუს სისტემის თალის კვანძებში ირიბები ჭანჭიკებით არის შეერთებული. ბოლო წლებში ირიბების შესაერთებლად ჩანგლებსაც იყენებენ (ნახ. 9.27, დ). კვანძის შესაერთებელი ჭანჭიკი ან ჩანგალი გაჭიმვაზე მუშაობს.



ნახ. 9.28. ირიბების მიერთების დეტალები: ა - საყრდენ კოჭთან თარაზული საბჯენი ზედაპირით; ბ - საყრდენ კოჭთან დახრილი საბჯენი ზედაპირით; გ - ისრისებრი თალის კეხის გრძივთან; დ - პირით (ტორსულ) კამარასთან.

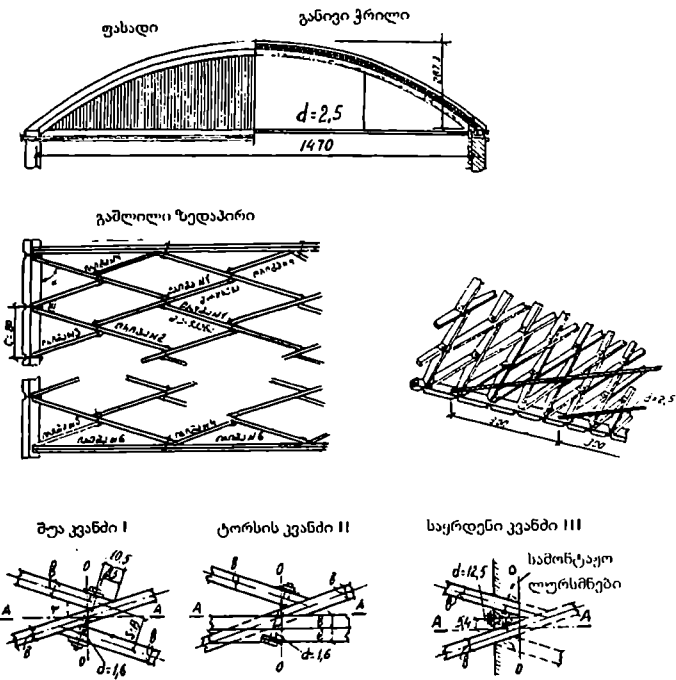
ვოლბაუს სისტემის თალისათვის იყენებენ რომბისებრ ბადეს, რომლისთვისაც ორ ირიბას შორის მდებარე კუთხე 30° - 50° აიღება, ხოლო ქვედა ირიბებსა და თალის შემქმნელს შორის კუთხე - 65° - 75° .

ასეთი თალის ბადე 6 სხვადასხვა ტიპის ირიბასაგან შედგება. მათგან ორი ირიბა (მარჯვენა და მარცხენა) ბირითადაა, ხოლო დანარჩენი - მათგან წარმოებული (ნახ.9.29; 9.30).

თალის შუალედი კვანძები, როგორც 9.29 ნახაზიდან ჩანს, კვანძის ცენტრში, რომელიც მთლიანკვეთიანი ირიბების ღერძზე მდებარეობს, გადის საკვანძო ჭანჭიკი, რომლისთვისაც დაყრდნობილი ირიბების ბოლოებში არის ხვრელები, ჭანჭიკის დიამეტრზე 4 მმ-ით მეტი დიამეტრით. მთლიანკვეთიანი ირიბებსა ხვრელი კი დაგრძელებულია ირიბების ღერძის მიმართულებით. ამ ხვრელის სიგანე იგივეა, რაც დაყრდნობილი ირიბების ხვრელის დიამეტრისა. ჭანჭიკის ღერძის მიმართულება დაყრდნობილი ირიბების მიმართულებასთან 90° კუთხეს ქმნის. ხვრელების ასეთი ზომა და მოხაზულობა უზრუნველყოფს ჭანჭიკის მხოლოდ გაკივებაზე მუშაობას.

გარდა აღნიშნულისა, არსებობს ქარგილიან-ბადისებრი თალები, შედგენილი წებოვანერის ირიბებისაგან (ულითონო და ლითონის უსახსრო კვანძებით) და ორმაგი, რომელიც ერთმანეთთან ირიბანული გისოსით დაკავშირებული კონცენტრირებულად განლაგებული ორი თალის შეხამებაა და სხვ.

დიდმალიანი სივრცითი კონსტრუქციები ინჟინრების, კონსტრუქტორებისა და არქიტექტორების წინაშე საინტერესო შემოქმედებითი მუშაობის შესაძლებლობას ქმნის. ასეთი კონსტრუქციები, გიგანტური ზომებითა და კომპოზიციური დამოუკიდებლობით,

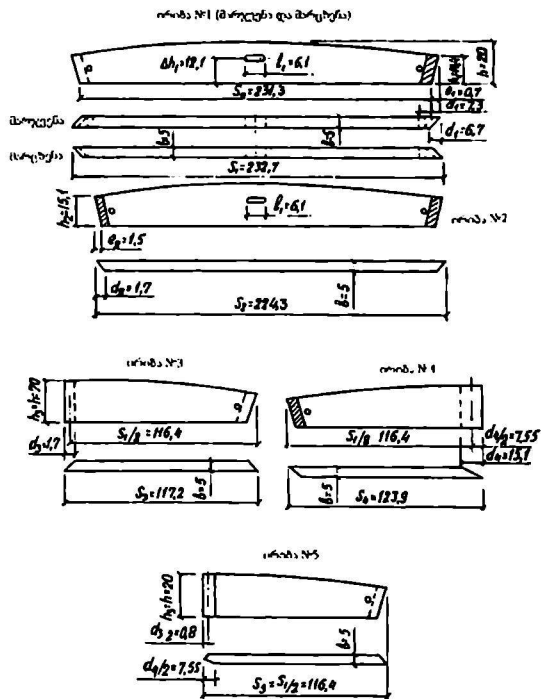


ნახ. 9.29. ქარგილიან-ზადისებრი თალი კვანძების ქანკიკებით შეერთებით (ცოლბაუს სისტემის) მალით 14,7 მ.

შესანიშნავი ლაკონური ფორმებია. ამის კარგი მაგალითია რიჩმონდის ოლიმპიური ოვალი (კანადა. ქ. რიჩმონდი), რომელიც გადახურულია წიბოვან-ზადისებრი გარსით (ნახ. 9.31) გეგმაში 100×215 მ ზომებით. ის 2008 წელს ააშენა ჩრდილოეთ ამერიკის წამყვანმა საშენებლო კომპანია „გლოტმან სიმპსონმა“ და ერთი წლის შემდეგ მოიპოვა ოქროს მედალი საუკეთესო სტრუქტურული დიზაინისათვის. ნაგებობის საღარჯთაღრიცხვო ღირებულებამ 178 მლნ ამერიკული დოლარი შეადგინა.

ქარგილიან-ზადისებრი თალი რთული ღეროვანი, სივრცითი, მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემაა. მისი ზუსტი გაანგარიშება რთულია და პრაქტიკაში ნაკლებად გამოსადეგი. ამიტომ მიმართავენ გაანგარიშების მიახლოებით ხერხს, რომლებიც ფაქტობრივად სწორად ასახავს კონსტრუქციის ნამდვილ მუშაობას. ერთ-ერთი ასეთი ხერხი იმაში მდგომარეობს, რომ გადახურვიდან გამოიყოფა ზადის ზოლი, რომელიც მისი C ბიჯის ტოლია (ნახ. 9.32).

განსახილველი კამარისათვის ცნობილი ხერხებით განისაზღვრება მღუნავი მომენტისა და გრძივი ძალის მნიშვნელობები, საანგარიშო მოქნილობა და ირიბების განივკვეთები მოწმდება სიმკვიცესა და მდგრადობაზე. C ზოლში მოქმედი მღუნავი მომენტი გადაეცემა მხოლოდ მთლიანკვეთიან (გამჭოლ) ირიბას, რადგან დანარჩენი ორი დაყრდნობილი ირიბა მთლიანკვეთიან ირიბას შუაში სახსროვნად უერთდება. ვინაიდან მომენტის



ნახ. 9.30. ქარგილოვან-ზადისებრი თალის ირიბები კვანძების კანჭიკებით შეერთებისას.



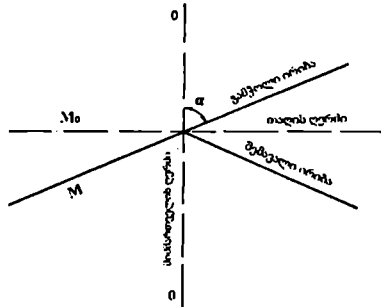
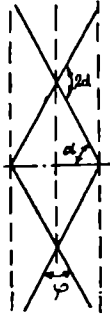
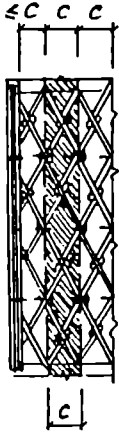
ნახ. 9.31. რიზონდის ოლიმპიური ოვალი.

მოქმედების სიბრტყესთან მთლიანკვეთიანი ირიბა α კუთხით არის დახრილი (ნახ.9.35), საჭიროა მლუნავი მომენტის მნიშვნელობა გავეყოთ $\sin\alpha$ -ზე. ამგვარად ირიბას მიმართულებით მოქმედი მომენტი

$$M = Ma/\sin\alpha. \quad (9.5)$$

გრძივი ძალა კი კვანძში შემავალ ორივე მიმართულების ირიბას გადაეცემა. ერთ ირიბაზე მოსული საანგარიშო ძალა ანალოგიურად იქნება

$$N = Na/2\sin\alpha. \quad (9.6)$$



ნახ. 9.33. მლუნავი მომენტის განსაზღვრა ირიბაში.

ნახ. 9.32. თაღის საანგარიშო სქემა.

თაღის სიბრტყეში მოქმედი M_0 მლუნავი მომენტი არ ემთხვევა გამჭოლი ირიბას სიბრტყეს, რაც დამატებით ირიბებში იწვევს მგრეხავ მომენტს, რომელსაც ორივე ირიბა (გამჭოლი და შემავალი) თანაბრად იღებს, მაგრამ ირიბების გაანგარიშებაში ეს მგრეხავი მომენტი მხედველობაში არ მიიღება, რადგან მას ძირითადად იღებს ირიბებზე მიმაგრებული ფიცრული შეფიცივრა.

წებოფანერის ირიბებისაგან შედგენილი თაღის უსახსრო კვანძებში მლუნავი მომენტი იქნება:

$$M = Ma/2\sin\alpha. \quad (9.7)$$

რადგან თაღი სივრცითი სისტემაა, ირიბაზე მოქმედი მომენტის განსაზღვრისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს აგრეთვე ხისტი ფრონტონების არსებობა და მათ შორის B დამორება, რაც გადახურვას ანიჭებს სიხისტეს და ამცირებს ირიბაზე მოქმედ მლუნავ მომენტს.

გაანგარიშებისას ფრონტონების არსებობით გამოწვეული მლუნავი მომენტის შემცირება ხდება მისი K კოეფიციენტზე გაყოფით (ცხრ. 9.2), რომლის სიდიდე B/S ფარდობის მიხედვით აიღება (S - თაღის რკალის სიგრძეა).

საანგარიშო მლუნავი მომენტი ირიბაში

$$M_{საანგ} = Ma/\xi \cdot K \cdot \sin\alpha. \quad (9.8)$$

უსახსრო ვარიანტისათვის

$$M_{საანგ} = Ma/\sin\alpha. \quad (9.9)$$

ფრონტონების კოეფიციენტი

B/S	≤1	1,5	2,0	2,5 და მეტი
K	2,0	1,4	1,1	1,0

ირიბას სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება ფორმულით:

$$\sigma = (N_0/2 \cdot A_6 \cdot \sin \alpha) + (M_0/\xi \cdot K \cdot W_6 \cdot \sin \alpha) \cdot (R_f/R_c) \leq R_{\sigma} \tag{9.10}$$

სადაც A_6 და W_6 არის ირიბას შუაში განივკვეთის ნეტო ფართობი და ნეტო წინაღობის მომენტი; α - კუთხე თაღის მიმართველსა და ირიბას შორის.

კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - (\lambda^2 \cdot N_0 / 3000 \cdot A_{66} \cdot R_f \cdot 2 \cdot \sin \alpha), \tag{9.11}$$

სადაც λ - თაღის მოქნილობაა, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$\lambda = \frac{0,6 \cdot l_0}{\sin \alpha \cdot \sqrt{I_{66} / 2 A_{66}}} \approx \frac{3 l_0}{\sin \alpha \cdot h_{66}} \tag{9.12}$$

სადაც 0,6 არის ემპირიული კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს თაღის სივრცით მუშაობას. ისრისებური მოხაზულობის თაღისათვის ეს კოეფიციენტი 0,7-ის ტოლია; h_{66} - ირიბას განივკვეთის სიმაღლე; $l_0 = 0,58 \cdot S$ - თაღის რკალის (S) თავისუფალი საანგარიშო სიგრძე, რომელიც მიიღება:

ორსახსრიანი თაღებისათვის (სიმეტრიული დატვირთვისას):

$$l_0 = 0,35 \cdot S; \tag{9.13}$$

სამსახსრიანი თაღებისათვის (სიმეტრიული დატვირთვისას):

$$l_0 = 0,58 \cdot S. \tag{9.14}$$

კოტებზე განხორციელებული კვანძების შემთხვევაში:

$$\lambda = \frac{0,75 \cdot l_0}{\sin \alpha \cdot \sqrt{I_{66} / 2 A_{66}}}$$

9.4.1. ქარგილიან-ზადისებრი თაღების დამზადება და მონტაჟი

ასეთი თაღი ასაწყობი კონსტრუქციანია, რომელიც სტანდარტული ელემენტებისაგან - ირიბებისაგან შედგება. ეს გარემოება სამუშაოთა წარმოების მაქსიმალური მექანიზმების საშუალებას იძლევა. ირიბები შეიძლება დამზადდეს ხის გადამამუშავებელ ქარხანაში ან სპეციალიზებულ საამქროში. ირიბების მექანიკურ დამუშავებამდე საჭიროა დახერხილი მასალის გამოშრობა საქესპლუატაციო ტენიანობამდე.

ირიბების დამზადების პროცესში აუცილებელია მათი შედარება წინასწარ მომზადებულ ზუსტ შაბლონთან. საპროექტო ზომებიდან გადახრა დასაშვებია არაუმეტეს 1 მმ-ისა.

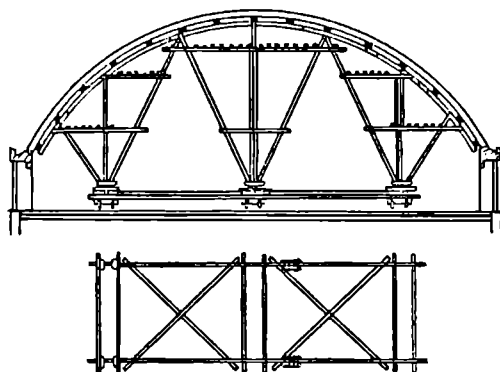
ჭანჭიკებზე კვანძური შეერთებით ქარგილიან-ზადისებრი თაღის აწყობას იწყებენ საყრდენი ძელების დალაგებითა და ჩამაგრებით, რომელთათვის წინასწარ არის მომზადებული ბუდეები. ამის შემდეგ აწყობენ და დროებით ამაგრებენ ტორსის კამარებს; თაღის ისრისებრი მოხაზულობის დროს ერთდროულად აყენებენ და დროებით ამაგრებენ კუხის ძელების ტორსის ელემენტებს.

ბადეს ჩვეულებრივად აწყობენ ერთი ტორსიდან. მონტაჟს იწყებენ ერთდროულად ურთიერთსაწინააღმდეგო საყრდენებიდან და თანდათანობით გადადიან კეხისა და თალის ჩამკეტისაკენ. იმისათვის, რომ შენარჩუნდეს კვანძებში შეერთებათა ერთგვარი ძვრადობა, რაც საშუალებას იძლევა, თაღს მიეცეს სწორი მოხაზულობა, ჭანჭიკები ბოლო უბნის ჩაკეტვამდე არ უნდა დაიჭიმოს. ყველაზე უფრო გავრცელებულია ქარგილიან-ბადისებრი თაღების აგების ხერხი მსუბუქი გადასატანი ხარაჩოების დახმარებით (ნახ. 9.34).

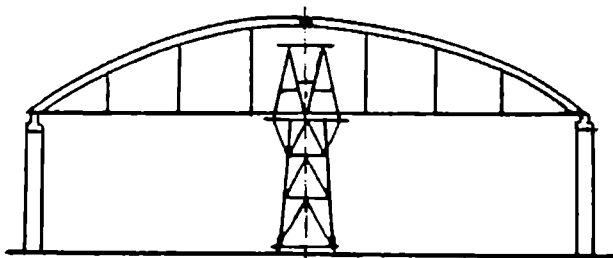
ქარგილიან-ბადისებრი თაღები წებო-ფანერის ირიბებითა და უსახსრო კვანძებით შეიძლება აწყობილი იქნეს სამშენებლო მოედანზე, ცალკეული კალთების სახით, რომლებიც შემდეგ ორივე მხრიდან სიმეტრიულად წყვილ-წყვილად დამონტაჟდება და ზედა სახსარში შეერთდება მოძრავი გისოსიანი კოშკის დახმარებით (ნახ. 9.35).

ამ კოშკის ქვედა მოედანზე აერთებენ ნახევარშემკრავთა პირაკირებს, რომლებიც წინასწარაა დაყენებული და შეკიდული ნახევართაღის კალთებზე.

კოშკის თანდათანობით გრძივი გადაადგილების უზრუნველსაყოფად, თუ მისი მოქმედების ზონაში ხედება დაყენებულ შემკრავთა ნაწილი, საჭიროა კოშკის ზედა ნაწილი ასაწყობ-დასაშლელი ან დასაკეცი ელემენტებისაგან შესრულდეს.



ნახ. 9.34. გადასატანი ხარაჩოების სქემა ქარგილიან-ბადისებრი თაღის აწყობისათვის.



ნახ. 9.35. გისოსიანი კოშკის დახმარებით გადასატანი თაღის მონტაჟის სქემა.

9.5. ხის გუმბათები. ზოგადი ცნობები

გუმბათი ერთ-ერთ ყველაზე შესწავლილ სივრცითი კონსტრუქციას, რომელიც ძირითადად გამოიყენება სამოქალაქო დანიშნულების ნაგებობებში უბევლესი დროიდან. მასალა, რომლისგანაც აშუადებენ გუმბათებს, გავლენას ახდენს კონსტრუქციულ სქემასა და აგების მეთოდებზე.

ბევლი რომიდან დაწყებული მე-20 საუკუნემდე გუმბათების ასაგებად გამოიყენებოდა ბუნებრივი ქვა, ხოლო ასწლებულში კი გაბატონებული მდგომარეობა დაიკავა რკინაბეტონმა (მალით 100 მ-მდე) და ლითონმა (მალით > 100 მ).

ამჟამად დიდმალიანი გუმბათების (და საერთოდ, სივრცითი კონსტრუქციების) მშენებლობაში უპირატესად მსუბუქ და მაღალი ხვედრითი სიმტკიცის მქონე დაწებულ ხის კონსტრუქციებს იყენებენ.

ტექნოლოგიის თანამედროვე დონეს პასუხობს გუმბათიანი სივრცითი კონსტრუქციები დაწებებული ხის წიბოებითა და შემომფარგვლელი ელემენტებით ფიცრებისაგან, პანელებისაგან ხის კარკასზე და ფილებისაგან ფანერის ან კონსტრუქციული პლასტმასების საფუძველზე.

გუმბათის ფორმა დამოკიდებულია არქიტექტურულ და ტექნოლოგიურ მოთხოვნებზე, მასალის სახეობაზე, ელემენტების ტიპიზაციაზე, დაშადების სიმარტივეზე, ტრანსპორტირებასა და კონსტრუქციის მონტაჟზე. წებო-ფანერის ელემენტებით შესრულებული გუმბათის დიამეტრი აღწევს 90 მ-მდე. ცნობილია ხის გუმბათები, რომელთა მალი 100-178 მ-ია, ხოლო ფორმა „ვეიერხოფეს“ (აშშ) მიერ დამუშავებულია ხის გუმბათის პროექტი სტადიონის გადასახურავად 257 მ დიამეტრით.

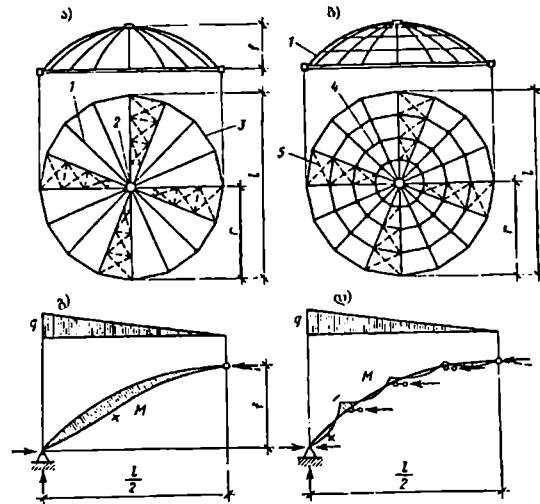
გუმბათზე მოქმედი დატვირთვების ძირითად სახეობებს მიეკუთვნება კონსტრუქციის საკუთარი წონა, თოვლი, ტექნოლოგიური დატვირთვები და ქარი. გუმბათის გაანგარიშების მეთოდი დამოკიდებულია გარსის ტიპსა და დატვირთვის სახეობაზე. დატვირთვა გუმბათზე შეიძლება მოქმედებდეს ღერძულ-სიმეტრიულად ან არასიმეტრიულად. პირველს მიეკუთვნება კონსტრუქციის საკუთარი წონა, აგრეთვე, როგორც ვარიანტი - თოვლის თანამარგანაწილებული დატვირთვა და სიმეტრიულად განლაგებული შეკიდული მოწყობილობების წონა; მეორეს - ქარის დატვირთვა; როგორც ვარიანტი - ცალმხრივი თოვლისა და სიმეტრიული მოწყობილობების მასა.

გუმბათის გარსი ითვლება დამრეცად, თუ აწვეის ისრის ფარდობა დიამეტრთან $f/D \leq 0,2$. თუ ეს ფარდობა არ აღემატება 0,25, მაშინ ქარის მოქმედება გუმბათზე იწვევს უარყოფით წნევას, რაც განტვირთავს მას და საკმარისი საკუთარი წონის შემთხვევაში ის მხედველობაში არ მიიღება.

დაპროექტების პრინციპებიდან გამომდინარე, განასხვავებენ წიბოვან, წიბოვან-რგოლურ და ბადისებრ გუმბათებს (რაც შეეხება თხელკედლიან გუმბათ-გარსებს, ისინი ამჟამად ნაკლებად გამოიყენება და ამიტომ სახელმძღვანელოში არ განვიხილავთ). ამ სახის გუმბათებიდან ნებისმიერი შედგება წიბოების სისტემისაგან (კარკასი), საყრდენი რგოლებისა და შემომფარგვლელი კონსტრუქციებისაგან - ფენილის, შემოსვის, პანელისაგან. ეს უკანასკნელი შეიძლება ჩართული იყოს კარკასის მუშაობაში.

9.5.1. წიბოვანი გუმბათები

წიბოვანი გუმბათი (ნახ. 9.36, ა) შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან: წრის რკალის შესაბამისად მოღუნული წიბო-ფანერის ან ფიცრულ-დაწებებული წიბოებისაგან (კამარებისაგან), რომლებიც განლაგდებიან მერიდიანული მიმართულებით ერთმანეთისგან თანაბარი დაშორებით. დაშორება მაქსიმალურია ქვედა საყრდენ რგოლთან, ხოლო მინიმალური - ზედასთან. კამარები შეიძლება იყოს მუდმივკვეთიანი ან ცვლადკვეთიანი კვეთის სიმაღლის კლებით ქუსლიდან კეხისაკენ. იმ შემთხვევაში, თუ კამარებად გამოყენებულია სწორხაზოვანი ელემენტები, მაშინ მიიღება კონუსური გუმბათი.



ნახ. 9.38. ხის გუმბათები: ა - წიბოვანი; ბ - წიბოვან-რგოლური; გ - წიბოვანი გუმბათის წიბოს საანგარიშო სქემა; დ - იგივე წიბოვან-რგოლური გუმბათისათვის; 1 - წიბო; 2 - ზედა (კეხის) საყრდენი რგოლი; 3 - ქვედა საყრდენი რგოლი; 4 - შუალედი რგოლი; 5 - კავშირები.

ზედა (კეხის) საყრდენი რგოლი შეიძლება იყოს ხის ან ლითონისა და ემსახურება კამარების ზედა ბოლოების შეერთებას, ხოლო ქვედა საყრდენი რგოლი, რომელსაც წრის ან წესიერი მრავალკუთხედის ფორმა აქვს, სრულდება რკინაბეტონისაგან, იშვიათად - ხისაგან. გუმბათის კამარების ზემოთ მოთავსებულია გრძივები, ფიცრული ფენილები ან წიბოფანერის ფილები, რომელთა დანიშნულებაა გარე დატვირთვების მიღება და რადიალურ კამარებზე გადაცემა, გადახურვის სივრცით მდგრადობას უზრუნველყოფს. კამაროვანი წიბოების ყოველი მეოთხე ან

მესუთე წყვილი ქანობის სიბრტყეში იკვრება ლითონის კავშირებით (ჭიმებით), თუმცა ზოგჯერ ამ დანიშნულებით ხის ძელებსაც იყენებენ. გაწყვილებული კამარების მინიმალური რაოდენობა, რომლებიც იკვრება კავშირებით, სამია.

კამარების განივკვეთის სიმაღლე აიღება $(1/50-1/75)D$ ფარგლებში, სადაც D - გუმბათის დიამეტრია. ქვედა საყრდენ რგოლზე კამარების ბიჯი 4.5-6 მ შეადგენს.

გრძივების არსებობის შემთხვევაში მასზე ეწყობა ორი ფენა ფიცრული ფენილი - გრძივი და ირიბი.

9.39 ნახაზზე მოცემულია 48 მ დიამეტრის მქონე კონუსური ხის წიბოვანი გუმბათის კონსტრუქცია კვანძების ჩვენებით, სადაც შზიდ ნახევარკამარებად გამოყენებულია დაწებებული ფიცრული მუდმივკვეთიანი კოჭები.

წიბოვანი გუმბათის გაანგარიშება მისი ღერძის მიმართ ვერტიკალურ სიმეტრიულ დატვირთვაზე, დაიყვანება ცალკეული ბრტყელი კამარების გაანგარიშებაზე,

რომელთაგანაც თითოეული დატვირთვის იღებს სამკუთხედის ფორმის სატვირთო ფართობიდან. შესაბამისად, ჩვეულებრივი კამარებისაგან განსხვავებით, ნახევარკამარის მალის ფარგლებში მის გრძივ მეტრზე მოსული სატვირთო ფართობი და, აქედან გამომდინარე, კამარის გრძივი მეტრის დატვირთვა ცვალებადია (მაქსიმუმი ქვედა საყრდენთან, მინიმუმი - ზედასთან).

მუდმივ (საკუთარი წონა, ფენილები, ჰიდროიზოლაცია, ბურული) და დროებით (თოვლი) დატვირთვაზე კამარის საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია 9.38 ნახაზზე.

მუდმივი დატვირთვის ეპიურის უდიდესი ორდინატა

$$g = (g_1 + g_2 \cdot B) \cdot (2 \cdot l_0 / D), \quad (9.15)$$

სადაც g_1 - კამარის გრძივი მეტრის წონა; g_2 - სახურავის 1 მ^2 წონა; B - მანძილი კამარებს შორის ქვედა საყრდენი რგოლის დონეზე; l_0 - კამარის რკალის სიგრძე; D - გუმბათის დიამეტრი.

იგივე ორდინატა თოვლის საანგარიშო დატვირთვისას

$$S = S_0 \cdot \gamma_f \cdot \mu \cdot B, \quad (9.16)$$

სადაც S_0 არის მიწის ჰორიზონტალური ზედაპირის 1 მ^2 -ზე მოსული თოვლის დატვირთვის ნორმატიული მნიშვნელობა; γ_f - დატვირთვის საიმედოობის კოეფიციენტი; μ - სახურავის პროფილზე დამოკიდებული კოეფიციენტი ([3], დანართი 3, სქემა 2, ვარიანტი 2).

მლწნავი მომენტების მნიშვნელობები კამარის ნებისმიერ განივკვეთში გამოითვლება ფორმულით:

$$M = \alpha \cdot q \cdot D^2, \quad (9.17)$$

სადაც $q = P + S$ არის დატვირთვის სრული მნიშვნელობა; D - გუმბათის დიამეტრი; α - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დატვირთვის ეპიურის სახეზე და აილება X/D ფარდობაზე დამოკიდებულებით ცხრილებიდან ([38], დანართი XV).

ძალა მრავალკუთხედის ქვედა საყრდენ რგოლში, როცა წიბოები დაყრდნობილია მრავალკუთხედის წვეროებზე თანაბარი დამორებით

$$N = H/2 \cdot \cos \alpha. \quad (9.18)$$

სადაც H არის წიბოს (კამარის) საყრდენი რეაქციის თარაზული შემდგენი (განმზღენი); α - საყრდენი რგოლის გვერდებს შორის შიგა კუთხის ნახევარი.

ზედა შეკუმშული საყრდენი რგოლი მოწმდება კუმშვაზე მდგრადობის გათვალისწინებით და თელვაზე პირაპირებში:

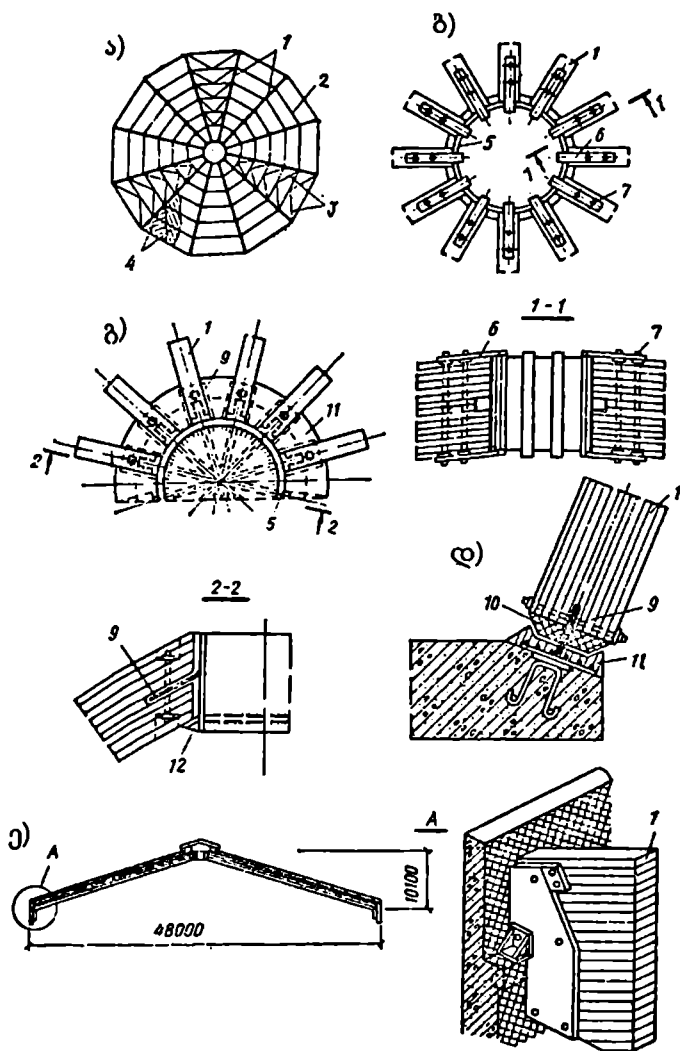
კუმშვის ძალვა რგოლში

$$N_{\text{რგ}} = T_1 \cdot r_{\text{რგ}} \cdot \cos \varphi. \quad (9.19)$$

რგოლის შემოწმება მდგრადობაზე

$$\sigma_{\text{რგ}} = N_{\text{რგ}} / A_{\text{რგ}} = 3 \cdot E_{\text{რგ}} \cdot J_{\text{რგ}} / r_{\text{რგ}}^3 \cdot A_{\text{რგ}} \leq R_{\text{რგ}}, \quad (9.20)$$

სადაც T_1 არის რგოლის ერთეულ სიგრძეზე მოსული მერიდიანული ძალვა; φ - რგოლის შესაბამისი ცენტრალური კუთხის ნახევარი; $A_{\text{რგ}}$, $E_{\text{რგ}}$, $J_{\text{რგ}}$, $r_{\text{რგ}}$ - შესაბამისად რგოლის განივკვეთის ფართობი, მასალის დრეკადობის მოდული, ინერციის მომენტი და სიმრუდის რადიუსი შვეული ლერძის მიმართ.



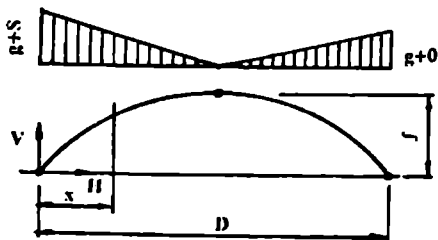
ნახ. 9.37. კონუსური ხის წიბოვანი გუმბათი: ა - გუმბათის გეგმა; ბ, გ - წიბოების ზედა საყრდენ რგოლთან მიმაგრების ვარიანტები; დ - ქვედა საყრდენ რგოლთან (ან საძირკველთან) წიბოების მიმაგრების კვანძი; ე - გუმბათის განივი კრილი; 1 - წიბო; 2 - გრძივები; 3 - კავშირები; 4 - ფენილი; 5 - ლითონის ზედა საყრდენი რგოლი; 6 - ლითონის თამასა; 7 - კბილა სოგმანი; 8 - სიხისტის წიბო; 9 - პლასტიკური სახსარი; 10 - სოლი დაწებებული მერქნისაგან; 11 - პოლიმერბეტონი; 12 - საყრდენი რგოლის მაგადა.

გუმბათზე სანათურის არსებობისას მიახლოებითი გაანგარიშებისათვის განიხილება ნახევარკამარა, რომლის საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია 9.39 ნახაზზე, სადაც P_s არის სანათურიდან გადაცემული დატვირთვა, ხოლო $q = g+P$ - მუდმივი და დროებითი დატვირთვების ჯამი.

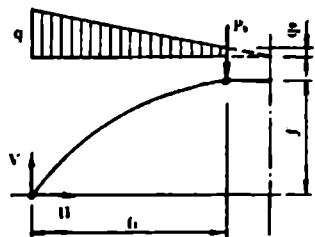
ნახევარკამარის საყრდენი რეაქციის შემდგენები:

$$V = P_s + 0,5(q+q_0) \cdot l_1; \quad (9.21)$$

$$H = [P_s + (q \cdot l_1/6) + (q_0 \cdot l_1/3)] \cdot (l_1/f_1). \quad (9.22)$$



ნახ. 9.38. მარტივ და დროებით დატვირთვებზე წიბოვანი გუმბათის საანგარიშო სქემა.

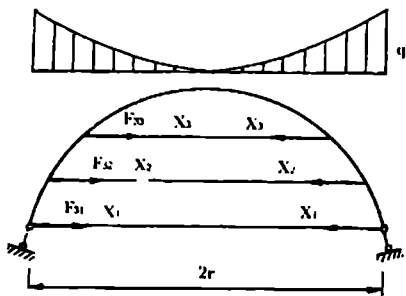


ნახ. 9.39. სანათურიანი წიბოვანი გუმბათის ნახევარკამარის საანგარიშო სქემა.

9.5.2. წიბოვან-რგოლური გუმბათები

წიბოვან-რგოლური გუმბათი შედგება ისეთივე ძირითადი ელემენტებისაგან, როგორც წიბოვანი. განსხვავება მხოლოდ ისაა, რომ მას დამატებული აქვს შუალედი ჰორიზონტალური რგოლები (ნახ. 9.36, ბ), რომლებიც წესიერი მრავალკუთხედებია, შედგენილი დაწებული ფიცრული კოჭებისაგან. მათი ზომები მცირდება საყრდენიდან კეხისაკენ. ეს რგოლები გუმბათის ყველა წიბოს აერთიანებს ერთიან სივრცით კონსტრუქციად, რომელსაც აქვს გაცილებით მეტი ზიდვის უნარი, ვიდრე წიბოვან გუმბათს.

ასეთ გუმბათს რგოლური გრძივების (რგოლების) სიბრტყეში არ გააჩნია თავისუფალი გადაადგილებები. რგოლური გრძივების განიკვეთის სიმაღლე მიიღება გუმბათის დიამეტრის 1/100-1/150 ნაწილი. წიბოების შეერთება რგოლებთან სახსროვანია. გუმბათი გაანგარიშდება, როგორც სივრცითი ღეროვანი სტატიკურად ურკვევი კონსტრუქცია იგივე დატვირთვებზე, როგორც წიბოვანი გუმბათი. სტატიკური გაანგარიშებისას წიბოს განიხილავენ, როგორც პირობითი სამსახსრიანი კამარის ნახევარს, რომელსაც შუალედი წრიული რგოლების მიმაგრების წერტილებში დამატებული აქვს ჰორიზონტალური საყრდენები. ასეთ შემთხვევაში წიბოებში აღიბერება მლუნავი მომენტები - დადებითი და უარყოფითი, გაცილებით მცირე სიდიდისა, ვიდრე წიბოვან გუმბათში - გრძივი და განივი ძალები. ეს გაანგარიშება მოსახერხებელია ჩატარდეს დეფორმაციების მეთოდით. წიბოების განიკვეთები შეირჩევა და მოწმდება კუმშვაზე ლუნვით. წიბოვან-რგოლური გუმბათის საანგარიშო სქემა მოცემულია 9.40 ნახაზზე.



ნახ. 9.42. წიბოვან-რგოლური გუმბათის საანგარიშო სქემა.

პირობითი შემკრავის (რგოლური გრძივის) განივკვეთის ფართობი ღერძულ-სიმეტრიული დატვირთვისას გამოითვლება ფორმულით:

$$A_n = 2 \cdot \pi \cdot A_{r_0} \cdot E_{r_0} / n \cdot E_n, \quad (9.23)$$

სადაც n არის წიბოების რაოდენობა გუმბათში; A_{r_0} , E_{r_0} - შესაბამისად რგოლის განივკვეთის ფართობი და დრეკადობის მოდული; A_n , E_n - შესაბამისად პირობითი შემკრავის განივკვეთის ფართობი და დრეკადობის მოდული.

უცნობი ძალები შემკრავში

მიზანშეწონილია გამოვთვალოთ ძალთა მეთოდით, რისთვისაც საჭირო იქნება ამოიხსნას განტოლებათა სისტემა, სადაც უცნობების რაოდენობა შეესაბამება შემკრავების (ე.ი. რგოლების) რაოდენობას.

სიმტკიცეზე რგოლური განივების შემოწმება ხორციელდება ფორმულით:

$$\sigma = N^r / \varphi \cdot A_{r_0} \leq R_t, \quad (9.24)$$

ხოლო მერიდიანული წიბოებისა - ფორმულით:

$$\sigma = (N^r / A_r) \cdot (M^r / \xi \cdot W_r) \leq R_t, \quad (9.25)$$

სადაც N^r , M^r არის შესაბამისად, გრძივი ძალა რგოლურ გრძივებსა და მერიდიანულ წიბოებში; A_{r_0} , A_r - შესაბამისად რგოლური გრძივის და მერიდიანული წიბოს განივკვეთის ფართობები; φ - გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი; M^r - მღუნავი მომენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა მერიდიანულ წიბოში; W_r - მერიდიანული წიბოს განივკვეთის სტატიკური მომენტი; ξ - დამატებითი მღუნავი მომენტის გამთვალისწინებელი კოეფიციენტი (ჩვენს შემთხვევაში $\xi=1$, რადგანაც წიბო მთელ სიგრძეზე ეყრდნობა დრეკად ფუძეს გარის ფენილის სახით); R_t - მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე.

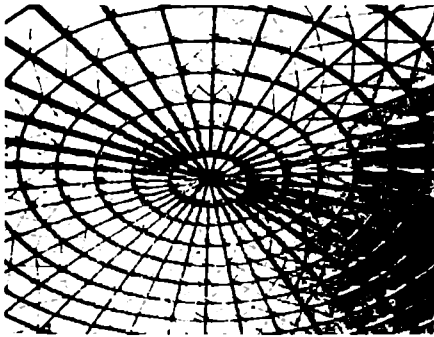
არასიმეტრიული დატვირთვების მოქმედების შემთხვევაში გუმბათი გაანგარიშება ხდება წიბოვანი გუმბათის ანალოგიურად.

გუმბათების გაუმჯობესებელი კონსტრუქციული სქემაა წიბოვან-რგოლური გუმბათი გისოსიანი კავშირებით (ნახ. 9.41, ა). ეს კავშირები ეწყობა წიბოვან-რგოლური გუმბათის ყველა ოთხკუთხა უჯრედში დიაგონალების სახით. ისინი ებმებიან მუშაობაში და მნიშვნელოვნად ამცირებენ ძალებს წიბოებსა და რგოლებში. სწორედ ასეთი სქემით არის გადაწყვეტილი დიდი დიამეტრის ხის გუმბათები, მაგალითად, ასეთია: ქ. მოზემენის (აშშ) დახურული სტადიონის გუმბათი, 92,2 მ დიამეტრით, გუმბათები სპორტული ნაგებობებისათვის (დიამეტრი 63 მ) ქ. ნიუკასლსა და ქ. პერტში დიამეტრით 67 მ (დიდი ბრიტანეთი) და სხვ. ასეთი სისტემის გუმბათის საერთო ხედი მოცემულია 9.41 ნახაზზე.

9.5.3. ბადისებრი გუმბათები

ბადისებრი გუმბათები ბრუნვით სფერულ ზედაპირში ჩაწერილი მრავალწახნაგებია. ბადე შედგება სამკუთხედების, ტრაპეციების, რომბების, ხუთკუთხედების,

ექვსკუთხედებისა ან სხვა ფიგურების ერთობლიობისაგან. გისოსის ელემენტები კვანძებში შეერთებულია სახსროვნად. ბადისებრი გუმბათი განმზღვნიანი სისტემაა, რომელსაც იღებს ქვედა საყრდენი რგოლი. გუმბათების ბადისებრმა სქემებმა ფართო გავრცელება პოვა დიდი დიამეტრის (257 მეტრამდე) გარსების მშენებლობაში.



ნახ. 9.41 წიბოვან-რგოლური გუმბათი ბადისებრი კავშირებით, დიამეტრი 91,5 მ (მონტანას მტატი, აშშ).

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელება გუმბათები სამკუთხა უჯრედებით, რასაც განსაზღვრავს წიბოვან-რგოლური გუმბათები გისოსიანი კავშირებით. განასხვავებენ ბადისებრი ზედაპირების მიღების ორ მეთოდს. შედარებით დამრევი გუმბათებისათვის მისაღებია პირველი მეთოდი, რომელიც ემყარება ბრტყელი ბადის აგებას მრავალი ერთნაირი სივრცითი ზედაპირის სექტორებისაგან და შემდეგ მის დაპროექტებას გუმბათის მრუდწირულ ზედაპირზე. მას მიეკუთვნება ბადისებრი გუმბათების შემდეგი სქემები: 1) წიბოვან-

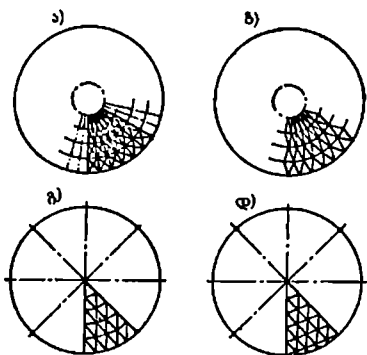
რგოლური გისოსიანი კავშირებით (შვედლერის გუმბათი) (ნახ. 9.42. ა); 2) ვარსკვლავისებური სქემა (ფკლის გუმბათი) (ნახ. 9.42. ბ); 3) „ჩოკიტას“ სქემა (ნახ. 9.42. გ); 4) რომბული სქემა (ნახ. 9.42. დ).

ბადისებრი ზედაპირის აგების მეორე მეთოდი უფრო გამოსადეგია შემალღებული სფერული გუმბათებისათვის და დაფუძნებულია სფეროში ჩაწერილი წესიერი მრავალწახნაგების - დოდეკაედრისა (თორმეტწახნაგა) და კოსაედრის (ოცწახნაგა) თანდათანობით დანაწევრებაზე. ელემენტარული სამკუთხედები სფეროს დანაწევრების შემდეგ შეიძლება გაერთიანდნენ რომბულ, სამკუთხა, ექვსკუთხა პანელებად.

ბადისებრი ზედაპირის მიღების ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება პლასტმასების, წებოფანერისა და ხის ასაწყობი გუმბათების მშენებლობაში.

პლასტმასისა და ხის ბადისებრი ასაწყობი გუმბათები, რომელთა დიამეტრია 6-8 მ, გამოიყენება საცხოვრებელ სახლებში, ხოლო 50 მეტრამდე მალღების შემთხვევაში წაკვეთილი სფერული გარსის სახით - რადიოტელევიზიის ანტენის ულთიონო თავშესაფარში (რადარებში). ხუთ- და ექვსწახნაგა წებოფანერის პირამიდებისაგან აწყობილი მრავალწახნაგა გუმბათის მაგალითი მოცემულია 9.43 ნახაზზე.

ბადისებრი გუმბათების ყველაზე გავრცელებული სამკუთხა უჯრედოვანი სქემის დროს თითოეულ კვანძში თავს იყრის 5 ან 6 ღერო, რომელთა შეერთებაც სახსროვანია. მცირე მალღების შემთხვევაში, კვანძის მონტაჟისათვის იყენებენ ზოლოვანი ფოლადისაგან დამზადებულ Σ - სმაგვარ ელემენტებს (ნახ. 9.44, ა), რომლებიც მოთავსებულია ფოლადის რგოლში, ხოლო დიდი მალღების შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს ფანერის ან ფოლადის (ნახ. 9.44, ბ) პორიზონტალური ფირფიტები, რომლებითაც კვანძი იკვრება ორი მხრიდან ლურსმნების (ხრახნების) საშუალებით. ზოგჯერ მიმართავენ ლითონის შვეული ფირფიტების გამოყენებასაც წირწკიმალღებზე (ნახ. 9.44, დ).



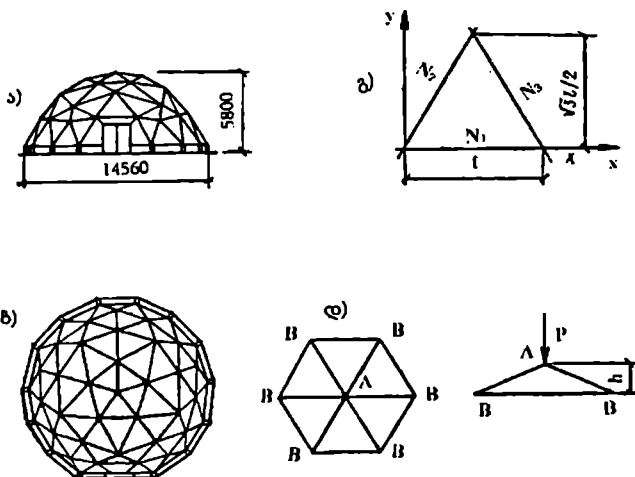
ნახ. 9.42. ბადისებრი გუმბათის სქემები: ა - წიბოვან-რგოლური გასოსებიანი კავშირებით; ბ - ვარსკვლავისებური; გ - ჩვიტას სქემა; დ - სქემა „რომბი“.

ხის დაწებულ ბადისებრ გუმბათს, რომლითაც სოლტ-ლეიკ-სიტიში (აშშ) გადახურულია ცენტრი 15000 მაყურებელზე, აქვს 105 მ დიამეტრი. სიმაღლე სათამაშო მოედნის ზედაპირიდან გუმბათის წვერომდე - 35 მ.

გარსის ძირითადი შიბიდი სტრუქტურა ბადისებრი სისტემაა, რომელსაც ქმნის ურთიერთგადამკვეთი წიბოები. წიბოების ფენოვანი ხის ელემენტები ერთმანეთს უერთდება ჭანჭიკებით. ძირითადი შიბიდი ელემენტები საერთო სისტემაში ქმნის სამკუთხაუჯრედებიან ბადეს, გუმბათის ქვედა კიდესთან. უჯრედის ზომაა 318×704 მმ. გუმბათის აწყობა ხდება გამსხვილებულ V - მაგვარი ფიგურებით, ქვედა საყრდენი

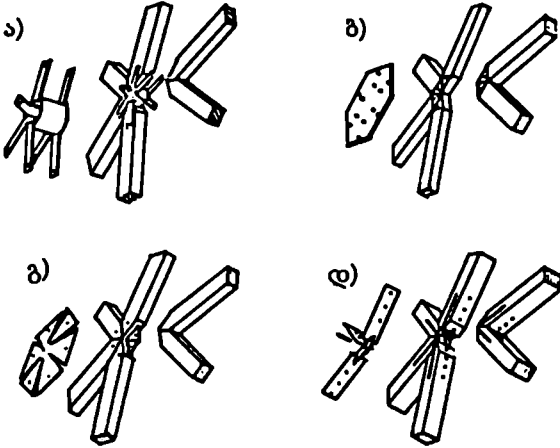
რგოლიდან ცენტრისაკენ მათი დაყრდნობით დროებით სატაკელაჟო ანმებზე.

გუმბათის განმბჯენის მისაღებად მოწყობილია ხუთი ფირფიტისაგან შედგენილი ფოლადის ქვედა საყრდენი რგოლი, განიკვეთით 25×305 მმ, რომელიც ეყრდნობა 406×914 მმ განიკვეთის რკინაბეტონის კოკს. ეს კოკები კი თავის მხრივ პერიმეტრზე ეყრდნობა რკინაბეტონის 48 სვეტს. გუმბათის კარკასი ზემოდან შემოსილია წინასწარ დამზადებული 50 მმ სისქის პანელებით. გუმბათის ცენტრში ბაგირებით შეკიდულია 180 ტ წონის კონსტრუქცია, რომელზეც დაყენებულია სატელევიზიო კაბინები, არენის გასანათებელი აპარატურა და 450 კგ ტვირთამწეობის აწე.



ნახ. 9.43. მრავალწახნაგა ბადისებრი გუმბათი: ა - ფასადი; ბ - გეგმა; გ - ძალების განსაზღვრა ღეროებში; დ - ადგილობრივ მდგრადობაზე შემოწმება.

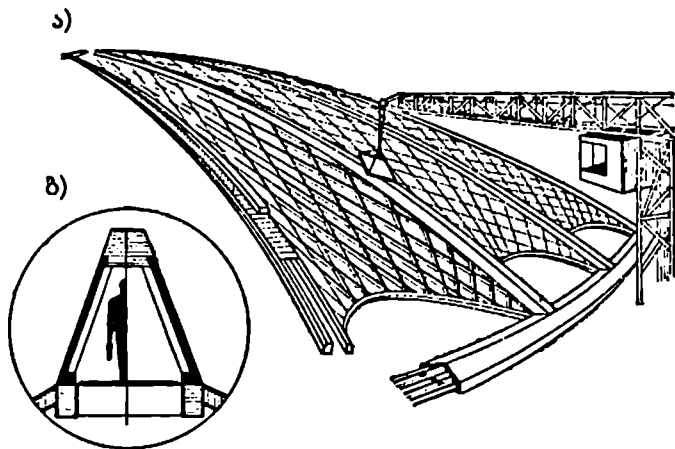
შენობის სრულმა სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებამ შეადგინა 4 მლნ დოლარი, აქედან გუმბათის კონსტრუქციის ღირებულება 450 ათასი დოლარი, რაც შეადგენს 52 დოლარს დარბაზის ფართობის 1 მ²-ზე.



ნახ. 9.44. ბადისებრი გუმბათების კვანძები: ა - U- სმაგვარი ზედეგი ზოლოვანი ფოლადისაგან; ბ - ფანერის ან ფოლადის ფირფიტები კვანძის ორივე მხარეს; გ - ფოლადის ფირფიტა, რომელიც ჩასმულია ღეროების შუა ჰორიზონტალურ ჩანაქერში და დამაგრებულია ხრახნებით; დ - შვეული ფოლადის ფირფიტა, რომელიც ჩასმულია ღეროების შვეულ ჩანაქერებში და დამაგრებული წირწკიმალებით.

ანალოგიური გუმბათით არის გადახურული სტადიონი ქ. ფლაგსტაში (აშშ). გუმბათის დიამეტრია 153 მ, აწევის ისარი 29,2 მ. გუმბათის ბადე შედგება დაწებებული ხის ელემენტებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უერთდება ჭანჭიკების და ფასონური ელემენტების საშუალებით. გუმბათი ეყრდნობა 36 კონტრფორსით დაქერილ რკინაბეტონის საყრდენ რგოლს. ფიცრულ გუმბათზე ზევიდან ყოველ 2,4 მ-ზე მოთავსებულია ხის გრძივები, მათზე კი - 25 მმ სისქის ხის ფიცრული ფენილი, ბურულად გამოყენებულია მინაბოჭკო ბიტუმის მასტიკაზე. ქვემოდან გარსზე შეკიდულია გამათბუნებელი მინაბოჭკოს ფილებისაგან. მეტად საინტერესო კონსტრუქცია დაამუშავა ამერიკის შერთებული შტატების ფირმა "ვაიერხოზერმა" (ქ. ტაკომა) დახურული სტადიონის გუმბათისათვის დიამეტრით 257 მ. (ნახ. 9.45). გუმბათის კონსტრუქციისადმი ინტერესი იმით არის განპირობებული, რომ ასეთი უნიკალური მალის შემთხვევაში (დღეისათვის მსოფლიოში ყველაზე დიდი მალი აქვს ქ. ჰიუსტონის სტადიონის ფოლადის გუმბათს - 196 მ) კონსტრუქციულ მასალად გამოყენებულია არა ფოლადი ან რკინაბეტონი, არამედ დაწებებული მერქანი. ასეთი გადაწყვეტა მიღებულ იქნა ეკონომიკური მოსაზრებებით. ხის გუმბათის ღირებულებამ შეადგინა 66 დოლარი ჰორიზონტალური ფართობის 1 მ²-ზე. არის აზრი, რომ ეს იქნება მსოფლიოში ყველაზე იაფფასიანი დიდმალიანი გუმბათი. მისი გამოყენება გათვალისწინებულია სტადიონების გადასახურავად ამერიკის ოთხ ქალაქში:

დეტროიტში, ფილადელფიაში, ნიუ-ორლეანსა და პორტლენდში. გუმბათის აწევის ისარი 76 მეტრია.



ნახ. 9.45. 257 მ დიამეტრის ბადისებრი გუმბათის პროექტი (აშშ):
 ა - გუმბათის ფრაგმენტი; ბ - მერიდიანული წიბოს განიკვეთი.

კონსტრუქციის მთავარი ელემენტებია სამკუთხა კოლოფისმაგვარი ცვლადკვეთიანი რადიალური წიბოები (ნახ. 9.47, ბ). მისი განიკვეთის მაქსიმალური სიმაღლეა 334 სმ, სიგანე - 274 სმ. თითოეულ წიბოს აქვს ორი ქვედა სარტყელი და ერთი ზედა, რომლებიც დაწებებული ფიცრული ელემენტებია. სამივე სარტყლის სიმაღლე ერთნაირია - 61 სმ-ია. ქვედა სარტყლების სიგანეა 36 სმ, ზედასი - 91 სმ. წიბოების კედლებისათვის გამოყენებულია 76 მმ სისქის მრავალფენიანი სამშენებლო ფანერი გაძლიერებული სიხისტის ელემენტებით.

წიბოებს შორის რომელი ბადე შექმნილია დაწებებული წირთხლებისაგან. წიბოები ეყრდნობა ქვედა საყრდენ რგოლს, რომელიც აგრეთვე დამზადებულია დაწებებული მერქნისაგან და კოლოფისმაგვარი განიკვეთი აქვს. მასში გადის წინასწარდაძაბული ფოლადის ბაგირები, რომლებიც იღებენ განბჯენს. ფენილად გამოყენებულია რომბის ფორმის ფანერის პანელები ბურული-ალუმინის შენადნობის ფურცლებისაგან.

ბადისებრი გუმბათების გაანგარიშება ხორციელდება უმომენტო თეორიით, როგორც მთლიანკვეთიანი ღერძულ-სიმეტრიული გარსებისა. ძალები გუმბათის ღეროებში განისაზღვრება მერიდიანული და რგოლური ძალების გამრავლებით ღეროებს შორის შესაბამის მანძილზე გუმბათის განსაზღვრულ განიკვეთში და ამ ძალების დაპროექტებით ღეროების მიმართულებაზე (ნახ. 9.43). როცა ბადის უჯრედი ტოლგვერდა სამკუთხედი, მაშინ ძალები ღეროებში:

$$N_1 = \frac{l(3T_1 - T_2)}{2\sqrt{3}},$$

$$N_2 = \frac{l(T_2 - \sqrt{3}S)}{\sqrt{3}},$$

$$N_3 = \frac{l(T_2 - \sqrt{3}S)}{\sqrt{3}},$$

სადაც l არის უჯრედის გვერდის სიგრძე; S - ძვრის ძალვა.

გრძივი N_1 , N_2 და N_3 ძალების გარდა, ღეროებში შეიძლება აღიძრას მღუნავი მომენტებიც ადგილობრივი დატვირთვისაგან, რომელიც აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ ღეროების გაანგარიშებისას ექსცენტრულ კუმშვაზე.

ზადისებრი გუმბათის ადგილობრივი მდგრადობის დაკარგვა ხასიათდება კვანძის ცენტრის გადაადგილებით სფეროს ცენტრის მიმართულებით (ნახ. 9.43, დ). ადგილობრივი მდგრადობაზე გაანგარიშებისას კვანძის ღერო მოწმდება გრძივ ღუნვაზე, როცა მისი სააგარიშო სიგრძე

$$l_b = \frac{\pi r_c \sqrt{l \sqrt{\frac{3}{h^3}}}}{1}$$

სადაც r_c არის ღეროს განივკვეთის ინერციის რადიუსი; l - ღეროს გეომეტრიული სიგრძე; h - პირამიდის კვანძის წვეროს აწვეა მეზობელ კვანძებთან შედარებით (ნახ. 9.45, დ).

გუმბათის საერთო მდგრადობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია, რომ გუმბათზე მოსული რადიალური თანაბარგანაწილებული წნევა არ აღემატებოდეს კრიტიკულ მნიშვნელობას:

$$q_{cr} = 1,6 \cdot E \cdot A \cdot r_c / l^2, \quad (9.26)$$

სადაც E , A , r_c , l - შესაბამისად ღეროს დრეკადობის მოდული, განივკვეთის ფართობი, ინერციის რადიუსი და გეომეტრიული სიგრძე; r - სფეროს რადიუსი.

ზადისებრ გუმბათ - გარსებს მიეკუთვნება გეოდეზიური გუმბათები ქ. მიუნხენსა და ქ. ზეკინგენში, მრავალმიზობრივი დანიშნულების დარბაზი ქ. მანგეიმში (გერმანია) და სხვ.

9.6. ხის გარსები

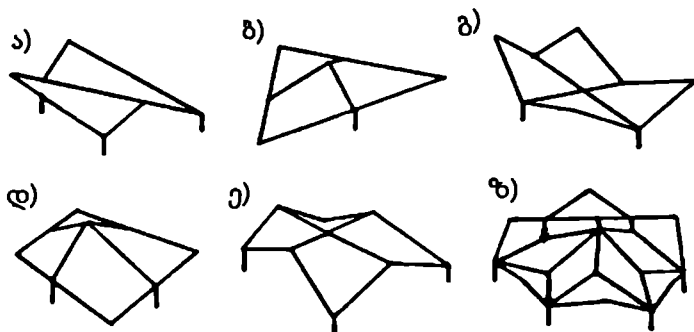
ორმაგი სიმრუდის ზედაპირიანი ხის გარსებიდან ყველაზე მეტი გავრცელება პოვა ჰიპერბოლურმა გარსებმა, რაც განაპირობა ასეთი გარსების თვისებამ, შექმნან მრუდი ზედაპირები სწორხაზოვანი ელემენტებისაგან. მათგან კონსტრუქციის სიმარტივითა და არქიტექტურული გამომსახველობით გამოირჩევა ორი ტიპი - ჰიპერბოლური პარაბოლოიდი (ჰიპარი) და ბრუნვითი პარაბოლოიდი. ამ ზედაპირებს სხვანაირად ირიბ - სწორხაზოვან ზედაპირებსაც უწოდებენ. ჰიპარებს საბოლოო ელემენტებიც სწორხაზოვანი აქვს, თუმცა ზოგჯერ იყენებენ შედგენილ გარსებს მრუდწირული კიდეებით. 9.46 ნახაზზე ნარჩენებია გარსების კონსტრუქციული სქემები, შედგენილი ორი, სამი, ოთხი და მეტი ჰიპარისაგან. მათგან ყველაზე პრაქტიკულია ოთხი ჰიპარის შეუღლება. ამ შემთხვევაში გამოიყენება ოთხკუთხა ჰიპარები და კონსტრუქციული გადაწყვეტა მარტივდება. კონტურზე გარსი ეყრდნობა სვეტებს ან წაშწებს. კონტურის საყრდენი ელემენტები ხისტია თავიანთ სიბრტყეში და მოქნილი - მის მართობულად. ძირითადი საყრდენები განლაგებულია გარსის კუთხეებში ან კეხში (ქოლგისმაგვარი გარსები), ხოლო თვით კუთხეებს შეიძლება ჰქონდეს კონსოლური გადაწყვეტა.

ამის შესაბამისად ხდება შემკრავთა განლაგება, რომლებსაც შეიძლება ქონდეს ორთოგონალური ან დიაგონალური მიმართულება.

მართკუთხა ჰიპარები საშუალებას გვაძლევს, შევქმნათ შედგენილი გარსები მრავალმალნიანი სამრეწველო შენობებისათვის (ნახ. 9.47). მათგან უმეტესწილად იყენებენ ჯერისმაგვარ სახურავებს (ნახ. 9.47, ა) და ქოლგისმაგვარ გარსებს (ნახ. 9.47, ბ, გ). ზედა ბუნებრივი განათებისათვის გამოიყენება ცალკეულ ჰიპარებს შორის დარჩენილი ღიობები.

საზღვარგარეთ გავრცელება პოვა ღარისმაგვარმა გარსებმა (ნახ. 9.47, დ). გარდა ტოლგვერდიანი ჰიპერბოლური პარაბოლოიდებისა, გამოიყენება აგრეთვე არატოლგვერდებიანი ჰიპარები, რომელთა გეგმაც შეიძლება იყოს რომბისებრი. ასეთი გარსები კომპლექტდება რამდენიმე ტიპის ერთნაირი რომბული ელემენტისაგან. მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ მრავალტალღიანი თაღოვანი გადახურვა რომბისმაგვარი ფილებისაგან ჰიპარების სახით მართკუთხა გეგმის შენობისათვის (ნახ. 9.47, ე). შესაძლებელია აგრეთვე მრავალტალღიანი სახურავის კონსტრუქციული სქემები, რომელიც აერთიანებს დიაგონალური წიბოთი შეერთებულ რომბულ და სამკუთხა გარსებს (ნახ. 9.47, ვ).

პირაპირები თანაბარი წარმატებით შენდება როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი გაუსის სიმრუდით. დიდმალიანი სამოქალაქო დანიშნულების შენობისათვის იყენებენ ირიბკუთხა ჰიპარებს.



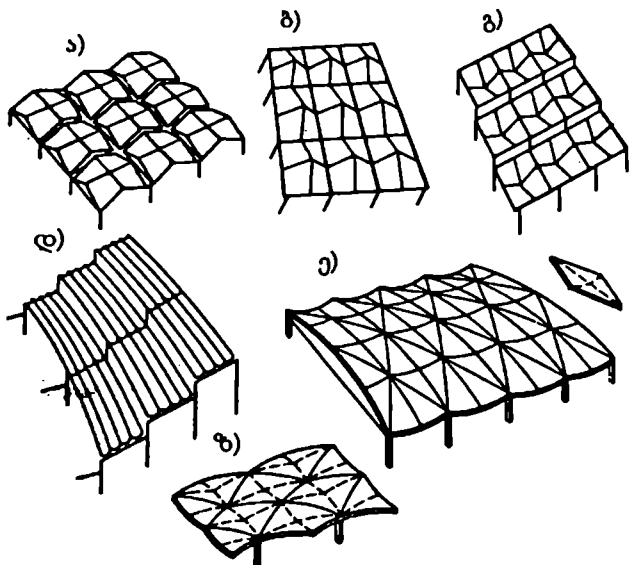
ნახ. 9.46. ჰიპერბოლური პარაბოლოიდების კონსტრუქციული სქემები: ა - შეუღლებია ორი ელემენტისაგან; ბ - სამი ელემენტისაგან; გ, დ, ე - ოთხი ელემენტისაგან; ზ - ხუთი ელემენტისაგან.

საბორტე ელემენტები მზადდება 50-200 მმ სიგანით დაწებებული ფიცრებისაგან, სიმალით 150-300 მმ და იკვრება ჭანჭიკებით (ნახ. 9.48). განაპირა ზონებში გარსის ტანი საყრდენებთან და კვანძებში ძლიერდება დამატებით ერთი ან ორი ფენა ფიცრით. გარსის ტანი, ხისტი და საბორტე ელემენტები უნდა შეესაბამებოდეს ხის კონსტრუქციების I და II კატეგორიებს.

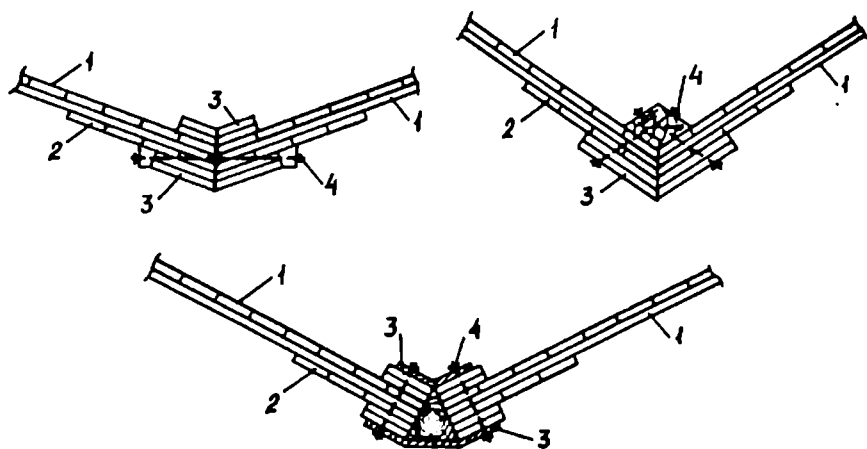
ჰიპარები მიეკუთვნება განზგენიან კონსტრუქციებს. განზგენს თავის თავზე იღებს ფოლადის შექრავი ან საძირკვლები. გარსის მასაა 20-30კგ/მ².

9.49 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰიპერბოლური გარსის მაგალითი (საგამოფენო პავილიონი ქ. მიუნხენში, გერმანია). შენობა გეგმაში ოთხსახსრიან ვარსკვლავია დიაგონალების სიგრძით 18 და 29 მ (ნახ. 9.49, ბ). გარსი შედგება ოთხი დამოუკიდებელი უნაგირისმაგვარი ზედაპირისაგან, რომლებიც შეუღლებულია ერთ სისტემად და გეომეტრიულად დაწებებული ფიცრების პაკეტისაგან დამზადებულ მრუდწირულ სივრცით საბორტე ელემენტებს შორის გადაჭიმული მემბრანაა. თითოეული უნაგირა სექციის კარკასი შედგენილია ურთიერთმართობულად განლაგებული ძელაკებისაგან, განივკვეთით 3x6 სმ, რომლებიც ქმნიან გარსის 80x80 სმ ზომის უჯრედს. ძელაკების ნაწილი გაჭიმულია,

ნაწილი კი შეკუმშული. ფიცრული ფენილი გარსის სიბრტყეში იღებს ძვრის ძალებს. საყრდენი კვანძის გადაწყვეტა ნაჩვენებია 9.49, გ ნახაზზე.

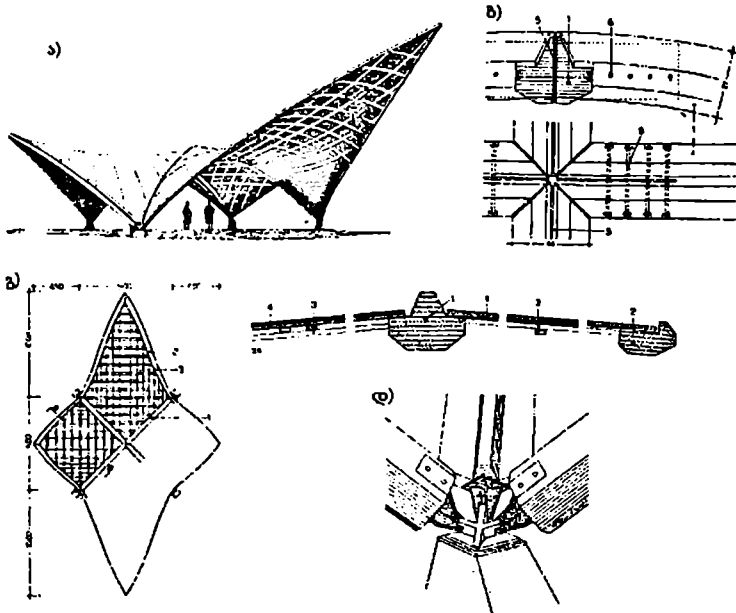


ნახ. 9.47. პიკერბოლური პარაბოლოიდებისაგან შედგენილი მრავალტალღიანი სახურავის კონსტრუქციული სქემები.



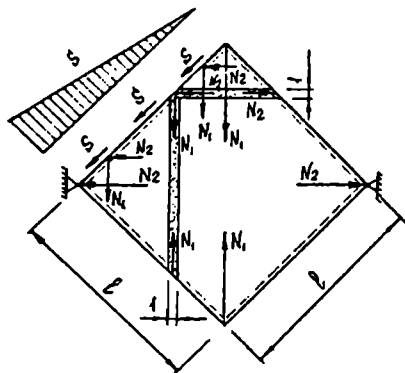
ნახ. 9.48. პიკერბოლური გარსების საბორტე ელემენტები: 1 - გარსის ტანი; 2 - გარსის ტანის გაძლიერება; 3 - საბორტე ელემენტები; 4 - კანჭიკები.

ჰიპერბოლური პარაბოლოიდის ტიპის ხის გარსების მაგალითებად შეიძლება დავასახელოთ საზოგადოებრივი თავშეყრის დარბაზი ქ. ლავიგსბურგში (23,2x23,2 მ), პავილიონი ქ. ფრაიბურგში (14x14 მ), გარსი როზენჰაიმში (გერმანია); სტუმრების მისაღები შენობა ქ.ჰონოლულუში (აშშ), სპორტული დარბაზი პარიზში (საფრანგეთი), სკოლა იესვიში (დიდი ბრიტანეთი), საინფორმაციო პავილიონი ქ. ბრიუსელში (ბელგია), საბაზრე პავილიონი ქ. კიშინიოვში (მოლდოვა), საჭადრაკო პავილიონი ქ. ბაქოში (აზერბაიჯანი), სამფენოვანი ფიცრული ჰიპარი ქ. კრასნოიარსკში (რუსეთი) და სხვ. ცალკე აღინიშნოს ესტონეთი, სადაც აშენებულია 20 - მდე ჰიპარი გეგმაში 6x6 მ-დან 18x18 მ-მდე ზომით.



ნახ. 9.49. ხის ჰიპერბოლური გარსი (ქ. მიუნხენი, გერმანია): ა - საერთო ხედი; ბ - გეგმა; გ - საყრდენი კვანძი; 1 - წიბოები 44x31 სმ; 2 - საბორტე ელემენტები 22x35 სმ; 3 - ძელაკები 3x6 სმ; 4 - ორი ფენა ფიცრები $\delta = 20$ მმ; 5 - ფოლადის ფასონურები $\delta = 9$ მმ მიდუღებული მილზე; 6 - ჯანჭიკები $d = 16$ მმ.

ჰიპარის ტიპის გარსების ზუსტი სტატიკური გაანგარიშება ხდება სასრულო ელემენტების მეთოდის გამოყენებით, ხოლო რაც შეეხება ანგარიშის მიახლოებით მეთოდს - გამოიყენება პროფ. ი. მილეიკოვსკის მიერ დამუშავებული ჰიპარების გაანგარიშების უმომენტო თეორია. ამ შემთხვევისათვის გარსში განსაზღვრავენ ნორმალურ და მხებ ძალებს (ძაბვებს). გეგმაში კვადრატულ დამრეც ჰიპერბოლურ გარსში (ნახ. 9.50)



ნახ. 9.50. ჰიპერბოლურ გარსში ძალების მოქმედების სქემა.

დახრის კუთხე.

განზღვენი ერთსეკციანი ჰიპარში

$$H = 2 \cdot S \cdot l \cdot \cos 45^\circ.$$

(9.29)

ჰორიზონტალურ პროექციაზე თანაბარგანაწილებული დატვირთვის (g) მოქმედებისას წარმოიშობა მუდმივი ინტენსივობის მხოლოდ ძერის ძალები. მთავარი გამკიმი (ჩაზნექილი დიაგონალის პარალელურად) და მთავარი მკუშმავი (ამოზნექილი დიაგონალის პარალელურად) ძალები ინტენსივობით ძერის ძალების ტოლია და მიმართულია მათ მიმართ 45° კუთხით:

$$S = N_1 = -N_2 = g \cdot l^2 / 8 \cdot f, \quad (9.27)$$

ხოლო ძერის ძალა საბორტე ელემენტში

$$N_a = S \cdot l / \cos \alpha, \quad (9.28)$$

სადაც f არის გარსის აწევის ისარი; α - საბორტე ელემენტის ჰორიზონტთან

თავი 10. ხის კონსტრუქციების დამზადების

ტექნოლოგია

10.1. ზოგადი ცნობები

უძველესი დროიდან ადამიანები მერქანს იყენებდნენ საცხოვრებელი სახლებისა და საკულტო ნაგებობების ასაშენებლად, საწვავად, შრომისა და საბრძოლო იარაღების, საყოფაცხოვრებო ნივთების, სხვადასხვა ნაკეთობების დასამზადებლად. ევროპელი მეცნიერების თანამედროვე პროგნოზის თანახმად 21-ე საუკუნეში მერქანი და მერქანპროდუქტები გახდება ყველაზე მოთხოვნილი, ეკოლოგიურად სუფთა მასალა საცხოვრებელი სახლების მშენებლობისათვის, აგრეთვე დეკორატიული და უტილიტარული საგნების დასამზადებლად.

კაცობრიობა არსებობის მთელ პერიოდში ხეწნდა მერქნის დამუშავების ხერხებსა და მეთოდებს, თუმცა მხოლოდ გასული საუკუნის 60-იან წლებიდან დაიწყო ტექნოლოგიური სამუშაოები დაწებებული ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად.

ნატურალური მერქნისაგან დამზადებულ დაწებებულ კონსტრუქციებს ახასიათებს:

- ეკოლოგიურობა - ბუნებრივი მერქნის უნიკალური თვისებების გამო, რომელიც უზრუნველყოფს სათავის ბუნებრივ განიავებას;
- ტექნოლოგიურობა, რაც მიიღება წებოვანი ნაკერის მაღალი სიმტკიცით, აგრეთვე დიდი მალისა (36 მ-მდე) და სხვადასხვა ფორმის კონსტრუქციების დამზადების შესაძლებლობით, რაც არქიტექტორებსა და ინჟინრებს თავიანთი ნააზრების განხორციელების შესანიშნავ საშუალებას აძლევს;
- სიმტკიცე, რომელიც მიიღება მასალის მკვრივი სტრუქტურისა და ძელის გომეტრიული ფორმის სიზუსტის ხარჯზე;
- საიმედოობა, რასაც განაპირობებს მზილუნარიანობის მაღალი მაჩვენებლები მცირე მასის პირობებში სეისმომედეგობასთან ერთად;
- მედეგობა აგრესიული გარემოს, ტენისა და ტემპერატურისადმი;
- მერქნის სტრუქტურის ერთგვაროვნება;
- ესთეტიკურობა, რასაც განაპირობებს ძელის ზედაპირის ხარისხი.

მთლიანკვეთიან, დაწებებულ და შედგენილ ხის კონსტრუქციებს ძირითადად ვიყენებთ ინდივიდუალური საცხოვრებელი და სააგარაკე 1-2 სართულიანი სახლების მშენებლობისათვის, აგრეთვე დიდმალიანი სამოქალაქო დანიშნულების (უმეტესად სპორტული) ნაგებობების ასაგებად.

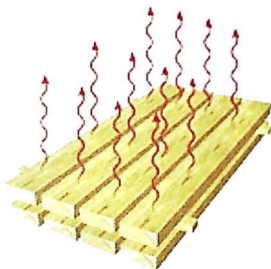
ხის სახლების მშენებლობის ტექნოლოგია მოიცავს შემდეგ სახეობებს:

- კარკასულ სახლებს;
- ხელით დამუშავებული მორებისაგან აგებულ სახლებს;
- ქარხნული წესით დამზადებული მორებისაგან აგებულ სახლებს;
- სახლებს ცილინდრული მორებისაგან (ძელურებისაგან);
- სახლებს გარანდული მორებისაგან;
- სახლებს დაწებებული ძელებისაგან.

მასიურ მშენებლობაში ყველაზე პერსპექტიულად ითვლება კარკასული ბინათმშენებლობა, რომელიც მშენებლობაში ხის კონსტრუქციების გამოყენების მოქნილი სისტემაა.

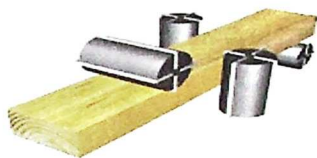
დიდმალიანი ხის კონსტრუქციების მშენებლობა ძირითადად ხორციელდება მრული მოხაზულობის დაწებებული კამარების გამოყენებით (იხ. თავი 9).

მთლიანკვეთიანი და დაწებებული ხის კონსტრუქციების დამზადების ტიპური ტექნოლოგიური სქემა შემდეგია:



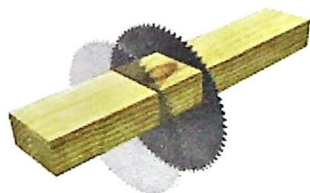
ნახ. 10.1.

1. ჩამოსაქრელი ფიცრის (ნაშადის) შრომა (ნახ. 10.1). მიიღება 8-12% საბოლოო ტენიანობის დახერხილი მასალა. ნაშადს ეხსნება შიგა ძაბვები. გამოყენებულია საშრობი კამერა CKB 10, 12, 25, 50 (ან იხ. თავი 1, §1.7).



ნახ. 10.2.

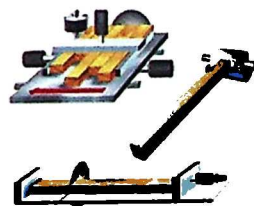
2. ჩამოსაქრელ ფიცარზე (ნაშადზე) დეფექტების გახსნა და ბაზისური ზედაპირების მომზადება გადაბმებისათვის (ნახ. 10.2). გამოყენებული დანადგარი - ოთხგვერდა ჩარხი - Beaver 423 ან AIMTECH F4.



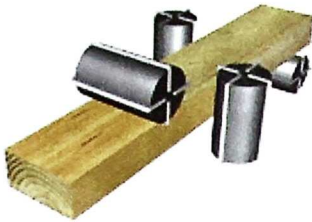
ნახ. 10.3.

3. ჩამოსაქრელი ფიცრების (ნაშადის) მარკირება და დეფექტების ამოჭრა (ნახ. 10.3). გამოყენებული ოპტიმიზაციის ხაზი - SK 230; MATRIX 4.

4. ტორსული გადაბმა. 6 მ სიგრძის ლამელის მომზადება. ნაშადის დეფექტების გახსნა, ბაზისური ზედაპირების მომზადება (უზრუნველყოფა) შემდეგი დამუშავებისათვის (ნახ. 10.4). გამოყენებული Beaver 150/6M ავტომატური ხაზი ფიცრის სიგრძეში წაბმისათვის

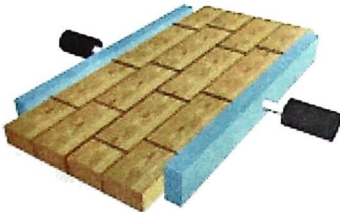


ნახ. 10.4.



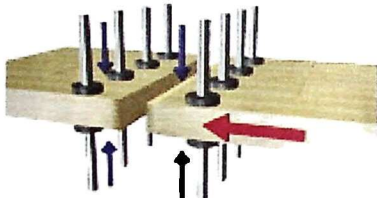
ნახ. 10.5.

5. ლამელების დაკალიბრება. გადაბმული ლამელების დამუშავება ზუსტი გეომეტრიული ფორმისა და სუფთა ზედაპირის (200 მკრ) მიღების მიზნით სიგანეში შესაწებებლად (ნახ. 10.5). გამოყენებული დანადგარი - Beaver 423 ან AIMTECH F4.



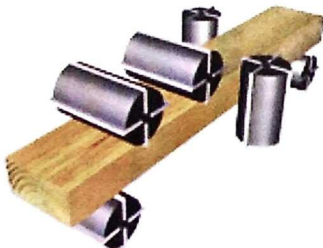
ნახ.10.6.

6. ლამელების შეწებება სიგანეში ფარისებრი ნაშადისათვის. მიიღება საჭირო სიგანის ფარისებრი ნაშადი დაწებებული ხის კონსტრუქციის ფორმირებისათვის (ნახ. 10.6). გამოყენებული დანადგარი - წნეხი TA2-6200.



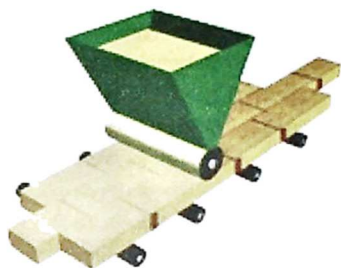
ნახ. 10.7.

7. ფარისებრი ნაშადების ტორსული გადაბმა. კოტების ამოღება ტორსებზე და შეწებება სიგრძეში 50 მ-მდე სიგრძის ნაშადის მისაღებად (ნახ. 10.7). გამოყენებული დანადგარი - გადაბმის ავტომატური ხაზი SPANEVELLO.



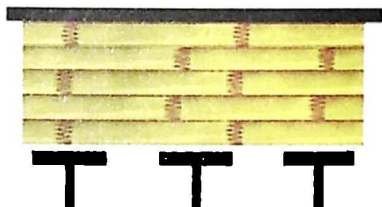
ნახ. 10.8.

8. ფარისებრი ნაშადის დაკალიბრება (ნახ. 10.8). წებოს ნარჩენების მოცილება, ზუსტი გეომეტრიული ფორმის მიღება. ზომებში გადახრა დასაშვებია 0,1 მმ-მდე, ხოლო ზედაპირის სისუფთავე $R_m \max 200$ მკრ. - გამოყენებული დანადგარი - ოთხგვერდა ჩარხი AIMTECH F6.



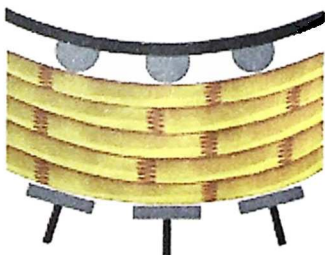
ნახ. 10.9.

9. წებოს წასმა ფარისებრ ნაშაადღზე (ნახ. 10.9). წებო წასმული უნდა იქნეს ზედაპირზე თანაბრად 0,2 მმ სისქით, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური წებოწასასმელი დაზგა WT-400.



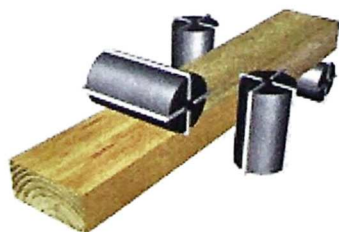
ნახ. 10.10.

10. ფარისებრი ნაშაადების შეწებება დაწებებული სწორხაზოვანი ძელის მისაღებად (ნახ. 10.10). პაკეტის დაწნეხა ხდება ჰორიზონტალურ სწორხაზოვან წნეხზე სიგრძით 50 მ.



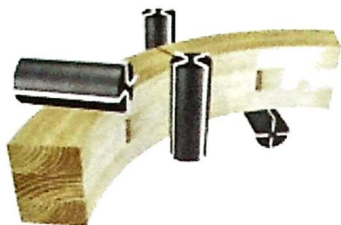
ნახ. 10.11.

11. ფარისებრი ნაშაადების შეწებება მრუდი მოხაზულობის დაწებებული ძელის მისაღებად (ნახ. 10.11). პაკეტის დაწნეხა ხდება ჰორიზონტალურ სწორხაზოვან წნეხზე სიგრძით 50 მ, სიმრუდის რადიუსის ხელით ან ავტომატური (კომპიუტერული) რეგულირებით.



ნახ. 10.12.

12. სწორხაზოვანი ძელის დაკალიბრება (ნახ. 10.12), რაც ითვალისწინებს საპროექტო გეომეტრიული ფორმისა და ზომების მიღებას ძელის მექანიკური დამუშავებით. გამოიყენება სპეციალური ოთხგვერდა ჩარხი დიდი განივკვეთის სწორხაზოვანი ძელების დასამუშავებლად.



ნახ. 10.13.

13. მრუდი ძელის დაკალიბრება (ნახ. 10.13), რაც ითვალისწინებს საპროექტო გეომეტრიული ფორმისა და ზომების მიღებას ძელის მექანიკური დამუშავებით. გამოიყენება სპეციალური ოთხგვერდა ჩარხი დიდი განივკვეთის მრუდი ძელების დასამუშავებლად.

ზემოთ მოყვანილი ტექნოლოგია დამუშავებულია რუსეთის მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მიერ შემოთავაზებული მოწყობილობებით. არსებობს სხვა ტექნოლოგიებიც და შესაბამისად, დანადგარებიც ბევრნაირი შეიძლება იყოს. მთავარია, წარმოებაში გამოყენებული ეს დანადგარები და მოწყობილობები მაღალხარისხოვანი, საჭირო ფორმისა და ზომის კონსტრუქციების დამზადების საშუალებას იძლეოდეს.

10.2. მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების დამზადებისა და მონტაჟის ტექნოლოგია

ხის გადამამუშავებელი წარმოების განვითარების ძირითადი მიმართულებაა სახალხო მეურნეობის მოთხოვნების დაკმაყოფილება ტყის პროდუქტებზე, კერძოდ კი დახერხილ ხის მასალაზე. ამ მიზნის მასაღწევად საჭიროა ქვეყანაში მოქმედებდეს რამდენიმე, თანამედროვე ტექნიკით აღჭურვილი საწარმო, რომელიც იმუშავებს ადგილობრივ ნედლეულზე და მოსახლეობას მიაწვდის არა მარტო ხის მასალას, არამედ ხის კონსტრუქციებსაც, რომელზეც დიდი მოთხოვნაა მსოფლიოს სამშენებლო ბაზარზე.

მთლიანკვეთიანი (არადაწებებული) ხის კონსტრუქციების დამზადება ხორციელდება ნაკადური და ინდუსტრიული მეთოდებით, თუმცა საქართველოში სათანადო ზაზის უქონლობის გამო, მათი დამზადება წარმოებს ხელით, რაც, ბუნებრივია, არ იძლევა ხარისხიანი და საიმედო კონსტრუქციების შექმნის შესაძლებლობას.

ინდუსტრიული კონსტრუქციების დამზადება ხდება ქარხნულ პირობებში და ობიექტს მიეწოდება მზა სახით ან ცალკეულ ელემენტებად, რომელთა გამსხვილებული აკრეფა წარმოებს სამშენებლო მოედანზე. ასეთი კონსტრუქციების გამოყენება საშუალებას იძლევა, მთლიანკვეთიანი მერქნისაგან მივიღოთ მაღალხარისხიანი კონსტრუქციები, რაციონალურად გამოვიყენოთ მერქანი და შევამციროთ მშენებლობის ვადები მზა კონსტრუქციების ხარჯზე, გავამარტივოთ სამონტაჟო სამუშაოები.

მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების მალი, როგორც წესი, არ აღემატება 12 მ-ს, ხოლო შიდი კონსტრუქციების ბიჯი იცვლება 0,6-1,5 მ ზღვრებში, რაც საშუალებას იძლევა, გამოვიყენოთ სტანდარტული ზომის ძელები და ფიცრები.

არსებობს ქანხული წესით დამზადებული მთლიანკვეთიანი კონსტრუქციების მრავალი სახეობა, რომელთა ინდუსტრიალიზაციის ხარისხი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმენეთისაგან და დიდად არის დამოკიდებული კვანძებში ცალკეული ელემენტების შეერთების სახეებზე.

დღეისათვის პრიორიტეტული გახდა შეერთებები ლითონის დაკბილული ფირფიტების (ლდფ) გამოყენებით (იხ. თავი 4, §4.7), რადგანაც შეერთებები ჭდობებსა და ორმხრივ ხის ზედებზე ვეღარ პასუხობს დღევანდელ მოთხოვნებს. ლდფ-ზე განხორციელებული ხის ფიგურული კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგიური პროცესი ითვალისწინებს:

- მერქნის შრობას (ძირითადად ატმოსფერული) ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით 20-25%-მდე ტენიანობით;

- დახერხილი მასალის დაკალიბრებას ოთხგვერდა ჩარხზე;
- ნაშადის ბოლოების ტორსვას, მათ შორის რაღაც კუთხით;
- კონსტრუქციის აწყობას სტენდზე;
- ლდფ-ის ჩაწნეხას კონსტრუქციაში;
- მზა კონსტრუქციების დასაწყობებას.

ბოლო ათწლეულებში აქტიურად მიმდინარეობს პრაქტიკული კვლევები ხის მთლიანკვეთიანი ელემენტების შესაერთებლად ლითონისა ან პლასტმასის ჩაწებებული ღეროებით.

ხის კარკასზე შემომფარგვლელ კონსტრუქციებს მიეკუთვნება საკედლე პანელები, სახურავის და სართულშუა გადახურვის ფილები. ისინი შეიძლება იყოს თბილი ან ცივი.

პანელი (ფილა)არის ხის კარკასი (იხ. თავი 6, §6.8), რომელიც შედგება გრძივი და განივი წიბოებისა და ერთი ან ორი შემოსვისაგან, რომელიც ეკვრის კარკასს ერთი ან ორივე მხრიდან. თბილი პანელებისა და ფილების სიგრძეა 3-9 მ, სიგანე - 1-1.5 მ. ცივი პანელებისა და ფილების ზომები შეიძლება იყოს ნებისმიერი (12 მ-მდე) და დამოკიდებულია ტრანსპორტირების შეზღუდვებზე. პანელის (ფილის) შემოსვის შიდა მხარეზე, რომელიც მდებარეობს სათავისაკენ, ეწყობა პოლიეთილენის ფირის ორთქლიზოლაციის, მასზე კი - გამათბუნებელი (ქაფპლასტი, მინერალური ბამბის ფილები, ფიჰალასტი) ფენა. შემოსვად გამოიყენება ფანერი, მინაპლასტიკი, ცემენტბურბუმელას ფილები და სხვ. მასალის სახეობის შესაბამისად შემოსვა კარკასს მიემაგრება ხისტად ან დამყოლად. ხისტია, როცა მიმაგრება ხდება დაწებებით, დამყოლი - შურუპებით ან ლურსმნებით. კარკასისათვის უმჯობესია წიწვოვანი ჯიშის ტენიანობით 20-25% მერქნის გამოყენება. წებოთი შეერთების შემთხვევაში კარკასის მერქნის ტენიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 15%-ს.

შემომფარგვლელი კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგია მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

- კარკასის ელემენტების (გრძივი და განივი წიბოები) დამზადებას;
- კარკასის ელემენტების ანტიესპტირებას;
- კარკასის აწყობას;
- შემოსვის მომზადებას;
- გამათბუნებლის მომზადებას;
- პანელის აწყობას;

ა) ხისტი შეერთების დროს - წებოს წასმას შესაერთებელი კარკასისა და შემოსვის ზედაპირებზე; ცხელ ან ცივ დაწნეხას;

ბ) დამყოლი შეერთების დროს - წინასწარ ნახვრეტების მომზადებას შემოსვაში შურუპების ჩასახრახნად ან ლურსმნების ჩასასობად. თუ შეერთებებში გამოყენებული იქნება თვითხრახნადი შურუპები, მაშინ წინასწარ ნახვრეტების გაკეთება საჭირო არ არის.

- ორთქლიზოლაციის ჩაფენას;
- გამათბუნებლის ჩალაგებას;
- პანელის შემოსვების გალაქვა ან შეღებვას;
- მზა პროდუქციის დასაწყობებას.

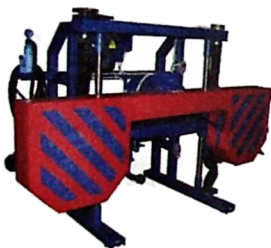
10.3. დაწებებული ხის კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგია

დაწებებული ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოიყენება წიწვოვანი ჯიშის მერქნის 42 მმ-მდე სისქის (მოლუნული ელემენტებისათვის - 33 მმ-მდე) დახერხილი ფიცრები, ტენიანობით 10-12%. ზოგჯერ იყენებენ 8-15 მმ სისქის ფანერსაც.

კონსტრუქციები აუცილებლად მზადდება სპეციალურ საწარმოებში, რომლებიც უზრუნველყოფილია მოწყობილობებითა და კვალიფიციური პერსონალით.

მორების დახერხვა წარმოებს ჩარჩოხერხზე (ნახ. 10.14), ლენტურ ან მრგვალებრივი ჩარხზე.

წარმოებაში მორების ჩაშვებამდე საჭიროა მათი დაცვა სოკოვანი დაავადებებისაგან. მიმართავენ ყველაზე მარტივ მეთოდს - მერქანში 200% ტენის შენარჩუნებას, რისთვისაც მორებს ინახავენ სპეციალურ წყლის აუზებში ან საწყობებში (ღია ჰაერზე) რეგულარული დასველებით წყლის გამასხურებლების საშუალებით. ასეთ პირობებში სოკო ვერ იკიდებს ფეხს.



ნახ.10.14. ჩარჩო-ხერხი.

დახერხვის წინ მორს აცლიან ქერქს და აშრობენ 20% ტენიანობამდე, ამ დროს სოკო ვერ მრავლდება. აუცილებელია, რომ შრობის პროცესში მორი არ ეხებოდეს გრუნტს.

ჩრდილოეთ ქვეყნებში, მორების საწყობში თუ ტემპერატურა ნაკლებია 5°C-ზე, მაშინ დაცვის დამატებითი ღონისძიებები საჭირო არ არის, რადგან დაბალ ტემპერატურაზე სოკოებისა და მწერების ცხოველუნარიანობა წყდება.

ფიცრების გასაშრობად ძირითადად გამოიყენება ატმოსფერული შრობა პროცესის დამთავრებისას კამერული შრობის დამატებით.

საშრობი განყოფილება შედგება რამდენიმე კამერისაგან, რომელთა რაოდენობა დამოკიდებულია საამქროს წარმადობაზე. ერთი კამერა საშუალოდ 30 მ³ მასალას იტევს. შრობის ხარისხი დიდადაა დამოკიდებული ფიცრის სწორ დაშტაბელებაზე. მასალის განივი დაბრევა რომ არ მოხდეს, თავარაში (შტაბელში) ეწყობა მხოლოდ ერთნაირი სისქის ფიცარი, თანაც კამერა უნდა შეივსოს, რადგანაც ნაწილობრივი შევსებისას ირღვევა საშრობი აგრეგატის ცირკულაცია. დასაწყობების დროს ფენებს შორის ეწყობა ერთნაირი სისქის სადებები (მელაკები), რომელთა რაოდენობა მოცემული სტანდარტებში.

თავარას აწყობა ხდება გარეთ და შემდეგ მოძრავი ბაქნის საშუალებით მიეწოდება კამერას, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში ეს პროცესი ხელითაც სრულდება.

მასალაში შიგა ძაბვები რომ არ გაჩნდეს, მიმართავენ შრობის რბილ ან ნორმალურ რეჟიმებს, ტენიანობის პერიოდული კონტროლითა და ტენზობრძამუშავეებით.

გამშრალი მასალა საშრობი კამერიდან გადმოიტვირთება საამქროში, სადაც ტემპერატურაა 18-20°C, ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა 50-70% და დაყოვნდება იქ 3 დღე. ამ პერიოდში თავარა ექვემდებარება კონდიცირებას, რათა მის მთელ მოცულობაში მოხდეს ფიცრის ტენიანობის გათანაბრება (10-13%).

შრობის შემდეგ ხდება ფიცრის დაკალიბრება ავტომატურ ხაზზე - ოთხგვერდა ჩარხზე (ნახ. 10.15), რომელზეც ფიცარი 120 მ/წმ სიჩქარით გადის წინასწარ დაკალიბრებას, რაც საშუალებას იძლევა გამარტივდეს დამუშავეების მომდევნო ეტაპები.

შემდეგ ეტაპზე მიმდინარეობს მასალის დახარისხება, რომელიც მეტად საპასუხისმგებლო და რთული პროცესია. ის დღემდე სრულდება ვიზუალურად, ხელით და მოითხოვს მუშახელის მაღალ კვალიფიკაციასა და გამოცდილებას (ნახ. 10.16).



ნახ. 10.15. ფიცრის დაკალიბრება ავტომატურ ხაზზე.



ნახ. 10.16. ფიცარზე მანკების ვიზუალური დათვალიერება.



ნახ. 10.17. დასახარისხებელი ფიცრის დასაწყობება.

დახარისხების შედეგად გამოარჩევენ წუნდებულ მასალას, რომელსაც მიუღებელი მანკები და მექანიკური დაზიანებები აქვს. ასეთ მანკებს მიეკუთვნება როკები, ირიბოჭკვიანობა, ობი, დაბრეცა, ბზარები და სხვ.

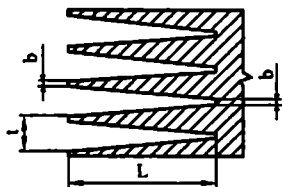
ვიზუალური დახარისხებისას წუნს არ ექვემდებარება დაბალი სიმტკიცის ფიცრები, ამიტომ პერსპექტიულად ითვლება დახარისხება, რომლის შედეგად მიიღება თითოეული ფიცრის სიმტკიცის ინტეგრალური ხარისხი. ამ მეთოდის გამოყენებით მიიღება ინფორმაცია მასალის მახასიათებლების შესახებ და მას ძლოვანი მეთოდი ეწოდება. ის დამოკიდებულია მერქნის დრეკადობის მოდულსა და სიმტკიცეზე - რაც მეტია დრეკადობის მოდულის სიდიდე, მით ნაკლებია დეფორმაცია. ფიცარს ატარებენ

მოწყობილობაში, რომელშიც ფიცრის მალის გარკვეულ წერტილში მოედება მუდმივი სიდიდის შვეული დატვირთვა. სხვადასხვა სიმტკიცის მასალა ამ მუდმივი მალის მოქმედებით იღებს სხვადასხვა ჩალუნვას - რაც ნაკლებია ჩალუნვა, მით მეტია სიმტკიცე.

ასეთი მეთოდით დახარისხებული ფიცარი დასაწყობდება რამდენიმე თავარად (ნახ. 10.17). ეფექტი ისაა, რომ საშუალება გვძლევს, მერქანი რაციონალურად გავანაწილოთ ანუ უფრო მტკიცე მასალა გამოვიყენოთ კონსტრუქციის ყველაზე დაძაბულ ნაწილებში.

ტენიანობისა და ხარისხის მიხედვით გადარჩეული დახერხილი ფიცარი ტრანსპორტიორის ან ავტომობილის მისაბმელის საშუალებით მიეწოდება ხაზს, სადაც ხორციელდება ფიცრების სიგრძეში წაზრდა.

თანამედროვე მექანიზებულ საწარმოებში ფიცრის სიგრძეში წასაზრდელად გამოიყენება კბილა პირაპირები (ნახ. 10.18). ტორსზე კოტების ამოღება ხდება სპეციალურ საღარავ ჩარხზე.



ნახ. 10.18. კბილა კოტა: L - კბილის სიგრძე; a - ბიჯი; b - კბილის წვერის სისქე.

ღარვის სახეობის მიხედვით კბილა კოტა შეიძლება იყოს შვეული (რომელიც ამოდის ფენაზე), ჰორიზონტალური (რომელიც გამოდის წიბოზე) და კუთხური (რომელიც გამოდის ფენაზე ან წიბოზე). სხვადასხვა ტიპის კბილა კოტების პარამეტრები მოცემულია 10.1 ცხრილში.

ფიცრების სიგრძეში წასაზრდელად გამოიყენება კბილა კოტების პარამეტრები: I-32, II-10 და II-20; თუ მრავალფენიანი დაწებებული კონსტრუქციაა დასამზადებელი, მაშინ I-32 და I-50, ხოლო ფიცრისათვის კი - II-5 და II-2-10 (ცხრ. 10.1).

კოტის ამოღარული ზედაპირი სიზუსტის მიხედვით უნდა შეესაბამებოდეს სიზუსტის მე-2 ჯგუფს.

კბილა კოტებზე წებოს წასმა ხდება მზრუნავი ლილვაკის საშუალებით, რომელიც მრგვალი ფირფიტაა, რომლის განივკვეთი კბილა კოტას იდენტურია.

წებოს წასმის შემდეგ ხდება პირაპირების დაწნეხა ციკლური ან უწყვეტი მეთოდით. დაწნეხის წნევა არის 1,5-10 მპა. თუ კონსტრუქცია მოითხოვს ფიცრის სიგანეში წაზრდასაც, მაშინ ჯერ წიბოებით შეეერთებენ ფიცრებს (პირმდიგმით, ნარანდით, მითხედით, ირიბი წაჭრით) და შემდეგ მოხდება წაზრდა სიგრძეში. ასეთ ნაშადას ლამელი ეწოდება (ნახ. 10.19).

როდესაც წაზრდა მიაღწევს სასურველ სიგრძეს, შეუშვებენ სიგრძის საზომ მრიცხველიან დანადგარში და ტორსულ ჩარხზე დაჭრიან საჭირო სიგრძეზე ნამეტის გათვალისწინებით. ნამეტის ზომა სიგანეში 4-6 მმ-ია, სიგრძეში - 100-150 მმ.

დასრულებული (წებოწასმული) ნაშაადი ერთმანეთზე ეწყობა პაკეტის სახით, რომლის სიმაღლე დასამზადებელი კონსტრუქციის განივკვეთის სიმაღლის ტოლია. ყოველი ნაშაადის (სიგრძეში წაბმული ფიცრები) დადების შემდეგ პაკეტის ასაწყობი მაგიდა ჩაიწვეს ქვევით ზუსტად ერთი ფიცრის სისქეზე და ა.შ. შემდეგ აწყობილი შტაბელი (კონსტრუქცია) სპეციალური ურიკის საშუალებით გადააქვს სტენდზე, სადაც წნევის ქვეშ (8-9 ატმ.) ჩერდება 24 სთ.

კბილა კოტების პარამეტრები

შვერთების ჯგუფი	ზომები, მმ			შვერთების ტიპი
	სიგრძე L	ბიჯი l	კბილის წვეროს სისქე h	
I	50	12	1,5	I - 50
	32	8	1,0	I - 32
II	20	6	1,0	II - 20
	10	3,5	0,5	II - 10
	5	1,75	0,2	II - 5



ნახ. 10.19. ლამელების დაკალიბრება.

ტექნოლოგიის ბოლო ეტაპია მზა კონსტრუქციის გასუფთავება და მარკირება.

პაკეტის დამზადების პროცესში წებოს მოშადება, მიწოდება და წასმა მექანიზებულია, თუმცა წასმა ზოგჯერ ხელითაც ხდება.

წებოს წასასმელმა მოწყობილობამ (ტექნოლოგიამ) უნდა უზრუნველყოს:

- წასასმელი წებოს რაოდენობის ზუსტი დოზირება;
- წებოს საჭირო რაოდენობის თანაბარი

განაწილება ზედაპირზე;

- წებოს წასმის სიჩქარე;
- წებოთი დასერილი მოწყობილობის ნაწილების სწრაფად და მარტივად გასუფთავების შესაძლებლობა.

დაწებებული კონსტრუქციების წარმოებისას დრო შეზღუდულია და ის შეადგენს 30-40 წთ-ს, ანუ პირველ ფიგარზე წებოს წასმიდან წვევის ქვეშ პაკეტის მოთავსებამდე უნდა ჩავეციოთ ამ დროში, რომ არ მოხდეს წებოს შესქელება და წებოვნების უნარის დაქვეითება.

წებოს ცხოველუნარიანობა შეადგენს 2-5 სთ-ს. ფიგარზე დატანილი ფენის სისქეა 0,1-0,3 მმ, შესაბამისად, ეს ფენა უფრო სწრაფად შრება, კარგავს შეკიდების უნარს და ადგენიერ თვისებებს.

მრუდი მოხაზულობის ხის დაწებებული კონსტრუქციების დასაშადებლად საჭიროა მასალის მოღუნვა, რაც მერქნისათვის მრუდი ფორმის მიცემის პროცესია. მერქანი რომ მოიღუნოს მინიმალური ძალის გამოყენებით და არ დასკდეს, საჭიროა მისი მოშადება.

მერქნის მოღუნვისათვის მოშადება არის დარბილების ან ლიგნინის ნაწილობრივი დაშლის პროცესი, რის მისაღწევადაც საჭიროა:

- წყალი;
- ტემპერატურა;

- წყალი+ტემპერატურა;
- წყალი+შოკური ფიზიკური დეფორმაცია;
- მიკროტალღური ღუმელი;
- ქიმიური ნივთიერებები.

წყალი უნივერსალური გამხსნელია და უძველესი საშუალება მერქნისათვის სხვადასხვა ფორმის მისაცემად. მაგაგალითად, კალათების საწყის მასალას - წნელს დასარბილებლად აჩერებენ წყალში რამდენიმე საათით ან დღით.

ცხოვრებისეული გამოცდილება აჩვენებს, რომ მოლუნვისათვის მერქანში ტენის ოპტიმალური რაოდენობაა 25-35% ანუ წყლის ის რაოდენობა, რომელიც ახლად მოჭრილ ხეს აქვს. მოჭარბებული რაოდენობის წყალმა შეიძლება ღუნვისას მერქნის უჯრედების კედლების რღვევა გამოიწვიოს, ხოლო ტენის უკმარისობა შეამცირებს პლასტიკურობას.

ტემპერატურა მერქნის შესანიშნავი დამარბილებელია. ძველად მას იყენებდნენ ცოცხალი ცეცხლის სახით, დღეს კი უპირატესობა ენიჭება თერმონწნებებს, სითბურ კამერებს, ჰაერის ცხელ ჭავლსა და სხვ. განსაზღვრულ ტემპერატურაზე გაჩერება და ღუნვა უნდა მიმდინარეობდეს ერთდროულად, რათა ნამზადი დარჩეს მთელი და ამავედროულად არ მოხდეს მერქნის დანახშირება.

წყალი+ტემპერატურა - მერქნის მოლუნვის ყველაზე გავრცელებული თანამედროვე მეთოდია, რომელიც რამდენიმე სახისაა:

- ადუღებულ წყალში ჩაძირვა (ჩაძირვის დრო იცვლება 1 წთ-დან რამდენიმე საათამდე მერქნის ჯიშის მიხედვით);
- ცხელი ორთქლით დაბუსავება (დრო - 1 წთ-დან რამდენიმე საათამდე);
- ცხელ წყალში მერქანის დასველება + ცხელი ლითონის მიღებზე ან რკინის ფორმებში ან წნეხში მოთავსება.

მოლუნულ მდგომარეობაში ელემენტი უნდა გაჩერდეს ჭარბი ტენის აორთქლებამდე. ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეა პროცესის დიდი დრო. სამაგიეროდ სწრაფად მიმდინარეობს ღუნვა ცხელი ორთქლის გამოყენებით, რომელიც შეიძლება ჩავატაროთ ნორმალურ პირობებში ან წნევის ქვეშ.

მერქნის შოკური ფიზიკური დეფორმაცია საშუალებას იძლევა, ნაწილობრივ დავშალოთ კავშირი ბოჭკოებს შორის და თვით მერქანმა მიიღოს დეფორმაცია, რის გამოც მერქანი გარკვეული დროით ხდება პლასტიკური ცივ მდგომარეობაშიც კი. შოკური დეფორმაცია არის კუმშვა ბოჭკოების გრძივად 10%-ით. შემდეგ მას ამცირებენ 5%-მდე, ანუ 1000 მმ სიგრძის ნამზადს კუმშვავენ 900 მმ-მდე, შემდეგ ძალას აუშვებენ 950 მმ-მდე. მერქანი ემსგავსება ზამბარას. ამ პროცესის ჩატარება მხოლოდ საქარხნო პირობებშია შესაძლებელი, რადგანაც მკუმშავი ძალა რამდენიმე ათეული ტონას აღწევს.

მიკროტალღური ღუმელის გამოყენება მცირე ზომის თხელი დეტალების მოსალუნად (სქელ ფიცრებში ტემპერატურა ვრცელდება არათანაბრად, იხ. თავი 2, §.2.4).

პრინციპში მერქნის გახურება და მოლუნვა შესაძლებელია მაღალი სიხშირის ელექტროდენის საშუალებითაც (მერქნის ტენიანობა 25-35%).

მერქნის მოლუნვა ქიმიურ ნივთიერებათა გამოყენებით მერქნის დარბილების თანამედროვე მეთოდია. ის ჯანმრთელობისათვის მავნე პროცესია და მოითხოვს შრომის უსაფრთხოების მკაცრ დაცვას, რადგან მერქნის მოლუნვისას გამოიყენება პრეპარატები: ამიაკი, კალსტიკური სოდა, ეთილის სპირტი, გლიცერინი, ნიშადურის სპირტი,

წყალბადის ზეჟანგი, გოგირდმჟავა, კარბამიდის წყალხსნარი და სხვ. ტექნოლოგიური პროცესი ითვალისწინებს მერქნის ჩაძირვას სითხეში.

დაწებება საშუალებას იძლევა, შეუზღუდავად მივიღოთ სხვადასხვა ეფექტური განივკვეთისა და ფორმის მსუბუქი, დიდმალიანი, მობილური ხის კონსტრუქციები. წარმოება საქარბნო პირობებში კი უზრუნველყოფს დაწებებული კონსტრუქციის უმაღლეს ხარისხსა და ხანგამძლეობას, ხოლო მონტაჟის სიმარტივე მკაცრად ამცირებს მშენებლობის ვადებს.

თანამედროვე ქიმიის განვითარებამ ხელი შეუწყო ახალი, მაღალი სიმტკიცისა, სინთეზური წებოების შექმნას, პარალელურად, ტყეების მასობრივად გაჩეხვამ გამოიწვია დასახერხი მორების დიამეტრის შემცირება, ამიტომ დაწებებული ხის კონსტრუქციების დაგეგმარებამ და წარმოებამ დღეისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა შეიძინა სამშენებლო ინდუსტრიის წინსვლის საქმეში.

მრუდი მონახულობის მზიდი ხის კონსტრუქციების დაწნება მიმდინარეობს წებოვანი შეერთებების შეველ მდგომარეობაში. ამისთვის გამოიყენება მომჭიმი ჭახრაკები ქანჩებით, რომლებიც ჩამაგრებულია ძალოვან იატაკზე დასაშაადებელი კონსტრუქციის მონახულობის შესაბამისად. მომჭიმი ძალის თანაბრად გასანაწილებლად ჭახრაკებს შორის დაშორება 25-30 სმ აიღება. კონსტრუქციის დაწნება იწყება შუა ნაწილიდან და გრძელდება ორივე მიმართულებით თანაბრად, თუმცა შესაძლებელია ეს პროცესი დავიწყოთ ერთი ბოლოდანაც. ქანჩების ჩასახრახნად გამოიყენება ელექტრული ან პნევმატიკური ქანჩსახრახნები.

დრო, რომლის განმავლობაშიც კონსტრუქცია რჩება წვევის ქვეშ, დამოკიდებულია წებოს მარკაზე, კონსტრუქციის ტიპზე და სააქროში არსებულ ტენიანობასა და ტემპერატურაზე. რაც რთული კონფიგურაციისაა კონსტრუქცია, მით მეტი დროა საჭირო მის დასაწნებად. წვევის ქვეშ კონსტრუქციის დაყოვნების დრო კონფიგურაციაზე და ჰაერის ტემპერატურის მიხედვით მოცემულია 10.2 ცხრილში.

ცხრილი 10.2

ხის ელემენტების შეწებების რეჟიმები

კონსტრუქციის სახეობა	დაყოვნება, სთ, წვევის ქვეშ ტემპერატურისას, °C		
	18-20	21-25	50-60
სწორხაზოვანი	12-14	8-10	3-4
მრუდწირული	20-24	16-20	6-8

დადგენილია, რომ ამაღლებულ ტემპერატურაზე წებოს გამყარებისას, შეწებების ნაკერის სიმტკიცე იზრდება 5-6-ჯერ, მაგრამ ტემპერატურის აწევა 60°C-ზე ზევით არაა რეკომენდებული, რადგანაც წვევისა და მაღალი ტემპერატურის ერთდროული ზემოქმედება ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს ახლუჯაზე.

წებოს პოლიმერიზაციის პროცესი კონსტრუქციის წნეხიდან მოხსნის შემდეგ სრულად არ არის დამთავრებული, ამიტომ ერთი ადგილიდან მეორეზე კონსტრუქციის გადატანისათვის იყენებენ სპეციალურ ტრავერსებს და რბილი ქსოვილის ჯალამბრებს. წებოს სრული გამყარებისათვის სააქროს პირობებში საჭიროა 3 დღე.

იმ შემთხვევაში, თუ ჰიდრავლიკური, პნევმატიკური ან ხრახნიანი წნეხების გამოყენების შესაძლებლობა არაა, მაშინ დასაშვებია დაწებებული კონსტრუქციების

დაწნევისათვის ლურსმნების გამოყენება. ამ მეთოდს ხშირად მიმართავენ დიდმალიანი კონსტრუქციების დაშადებისას ლურსმნის სიგრძე მეტი უნდა იყოს შესაწებებელი ორი ფიცრის ჯამურ სისქეზე, ხოლო დიამეტრი აიღება 2,5-3 მმ. თუ ფიცრის სიგანეა 80-1000 მმ, ლურსმნებს განალაგებენ ორ რიგად (ჰადრაკულად) $b \leq 12\delta$ ბიჯით (δ - ფიცრის სისქე); თუ ფიცრების სიგანე მეტია 100 მმ-ზე, მაშინაც ლურსმნებს განალაგებენ ორ რიგად, მაგრამ მათ შორის დაშორება ერთ რიგში არ უნდა აღემატებოდეს 8მ.

ელემენტების შეწებება ლურსმნოვანი დაწნეხით ხორციელდება სპეციალურ შევულ ან ჰორიზონტალურ სტენდზე, რომლის მუშა ზედაპირი უნდა შეესაბამებოდეს დასაშადებელი კონსტრუქციის მუშა ნახაზებში მოცემულ მოხაზულობას. მრუდი კონსტრუქციების დაშადებისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს სტენდიდან მოხსნის შემდგომი მისი ზომის ცვლილება.

ლურსმნოვანი დაწნეხის ტექნოლოგია შემდეგია: სტენდის მუშა ზედაპირზე აწყობენ პირველ ფენას (ფიცარს). თუ კონსტრუქცია მრუდია, მაშინ პირველ ფიცარს აძლევენ სტენდის ზედაპირის სიმრუდეს. ხელით, ლილვაკის ან ფუნჯის საშუალებით პირველი ფენის ზედა მხარეს ესმება წებო. მისი წასმის დრო მეორე ფიცრის დადებამდე უნდა იყოს 5-10 წთ ანუ დრო, რომელიც შეესაბამება წებოს ღია დაყოვნების დროს. შემდეგ წებოწასმულ მეორე ფიცარს მიალურსმავენ პირველს და ა.შ. პაკეტის სრულ აწყობამდე. მეორე ფიცარი უნდა მიელურსმნოს პირველს წებოს დახურული დაყოვნების დროში, რომელიც არ აღემატება 30 წთ-ს. პაკეტის დალურსმის მომენტში შესვენება აკრძალულია. დალურსმენა იწყება შუა ნაწილიდან და გრძელდება ბოლოებისაკენ სიმეტრიულად.

დაწნეხის, სტენდიდან მოხსნისა და ტექნოლოგიური დაყოვნების შემდეგ (სჭირდება წებოს პოლიმერიზაციას) კონსტრუქცია ექვემდებარება მექანიკურ დამუშავებას საპროექტო ნახაზის შესაბამისად. ზედაპირისა და წიბოების მექანიკური დამუშავება ხდება სტაციონარულ დანადგარებზე, ხოლო ტორსების ჩამოხერხვა - ხელის ელექტროხერხით. თუ საჭიროა ნახვრეტების გაკეთება, ისიც წარმოებს ხელით.

დაწებებული კონსტრუქციების ხარისხის კონტროლი მიმდინარეობს სამ - საწყის, საოპერაციო და შუა პროდუქციის ეტაპზე.

საწყის ეტაპზე ხარისხის კონტროლს ექვემდებარება შემოსული ხის მასალა (მორი, ძელი, ფიცარი), წებოს კომპონენტები, ლაქ-საღებავები, მაკომპლექტებული დეტალები. საწარმოს ლაბორატორია ადგენს შესაბამის დოკუმენტს დაწებებული კონსტრუქციის დასაშადებლად.

დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ყველა ეტაპზე საოპერაციო ხარისხის კონტროლის დროს მოწმდება:

- ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა დაწებების და მექანიკური დამუშავების ზონაში;
- დახვრეხილი მასალის ტენიანობა და შიგა ძაბვები შრომის პროცესში;
- მექანის ხარისხი და ნაშადის ფორმის დეფექტები;
- დასაწებებელი ზედაპირების მექანიკური დამუშავების ხარისხი;
- წებოს სიბლანტე, ცხოველუნარიანობა, გამყარების დრო, კუთრი ხარჯი და წასმული ფენის თანაბრობა;
- დრო წებოს მოშადებიდან პაკეტის დაწნეხის დამთავრებამდე;
- დაწნეხის ძალის სიდიდე და თანაბრობა;
- წნეხის ქვემ კონსტრუქციის გაჩერების ხანგრძლივობა;

- კბილა და ფენოვანი შერთებების სიმტკიცე;
- დამცავი ფენის (საფარველის) ხარისხი და უწყვეტობა;
- კონსტრუქციის ზომები და ფორმა.

შეა პროდუქციის კონტროლი წარმოებს ვიზუალურად კონსტრუქციაზე შესაბამისი დამლის დადებით.

10.4. კარკასულ-პანელური კონსტრუქციის ხის სახლების მშენებლობის ტექნოლოგია

კარკასი შენობის ჩონჩხია, რომელიც შედგება ცალკეული ელემენტების (ნახ. 10.20), ფიცრების, ძელებისა და სხვადასხვა კონფიგურაციის კომბინირებული კოჭებისაგან. ეს სივრცითი ასაწყობი კონსტრუქცია საზღვრავს საჭირო სამშენებლო მოცულობას და იღებს ობიექტზე მოქმედ დატვირთვებს.



ნახ. 10.20. კარკასული კონსტრუქციის სახლის ხის კარკასი.

დეტალების	სწორი
შერჩევა	გეომეტრიული
ზომების,	განლაგებისა და
შერთებების	მიხედვით
განსაზღვრავს	კედლების
მზიდუნარიანობას,	შენობის
მონტაჟის,	კედლის
კონსტრუქციების	თბოსაიზოლაციო
თბოსაიზოლაციო	მასალით
შვესების,	კარკასის ფანერით
ან ფარებით	შემოსვის

პირობებს.

კარკასს, როგორც წესი, ქვედა ნაწილში აქვს ძელებისაგან შეკრული სარტყელი, რომელზეც ეყრდნობა ფიცრული (ძელური) დგარები. ეს დგარები განსაზღვრავს ფანჯრის და კარების ღიობის ზომებს. სარტყელზე ეყრდნობა ნაგებობის მთელი კონსტრუქცია. გარე კედლების დგარები შვეული ელემენტებია, რომელზეც მიემაგრება შიგა და ფასადის შემოსევები. შენობის კარკასზე ეკვრება საკედლე შემოსვა ხის მასალებისაგან (ფიცარი, ფანერი, OSB და სხვ.), ან სავაგონე ლამფა. შიგა და გარე შემოსევებს შორის სივრცე ივსება თბოსაიზოლაციო მასალით.

დგარები მზადდება 38x89 მმ ან 38x140 მმ განივკვეთის დახერხილი მასალისაგან (ამერიკული კონსტრუქცია «2by4»). კედელზე მოსული დატვირთვების, ტიპის, სისქის, ზომებისა და დგარებზე შემოსვის მიმდგრების სახეობის შესაბამისად დგარებს შორის დაშორება მიიღება 300, 400 ან 600 მმ. ზედა და ქვედა სარტყლის განივკვეთის ზომები (რომლებსაც მიემაგრება დგარები) უმეტესად დგარების განივკვეთის ანალოგიურია.

ხის კარკასული სახლების მშენებლობის ტექნოლოგიის უპირატესობებია:

- მშენებლობის შესაძლებლობა წლის ნებისმიერ დროს;
- მშენებლობის მაღალი ტემპი (150 მ² ფართობის ხის კარკასული სახლის აშენებას სჭირდება 50-55 დღე);



Fig. 1

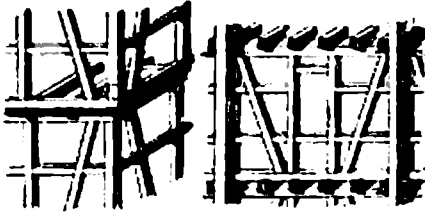


Fig. 2

Fig. 3

ნახ. 10.21. „ჩალანგარის“ სისტემის ხის კარკასები.

გაიაფება;

- ხის კარკასული სახლების მაღალი სესიმომდეგობა ბეტონისა და აგურის სახლებთან შედარებით (ცხრ. 10.3). ასეთი სახლი შეიძლება შევადაროთ ყუთს, რომლის ერთმანეთთან ხისტად შეერთებული ნაწილების დარღვევა საკმაოდ ძნელია;

- მოსაპირკეთებელი სამუშაოების სიმარტივე, კედლების, ჭერის, იატაკების იდეალური ზედაპირები მიიღება კონსტრუქციებში დაკალიბრებული მერქნის (ფიცრების) გამოყენების გამო. იდეალური გამოდის შეერთების კუთხეებიც: კედელი - იატაკი, კედელი - ჭერი, კედელი - კედელი;

- კედლის შიგა სივრცეში კომუნიკაციების განლაგების შესაძლებლობა;
- მობილურობა - შენობის სტრუქტურის ან საინჟინრო სისტემების შეცვლის შესაძლებლობა მშენებლობის პროცესში, სერიოზული პრობლემების გარეშე.

ევროპაში, აშშ-ში, სკანდინავიის ქვეყნებში უკვე დიდი ხანია აშენებენ მრავალბინიან კარკასულ სახლებს. 2006 წელს კომპანიამ Renggli AG ქ. სურზეუში (შვეიცარია) პირველმა ააშენა 6-სართულიანი ხის კარკასული სახლი. ბოლო პერიოდში ასეთი სახლების (2 და 3-სართულიანი) მშენებლობა წარმატებით დაიწყეს რუსეთშიც.

კარკასული სახლის კედლები ასრულებს არა მარტო შემომფარგველ, არამედ შიდა ფუნქციასაც (ნახ. 10.21), რადგან შეუძლავს და ირიბად განლაგებული დგარები იღებს სახურავიდან გადაცემულ დატვირთვებს.

მაღზე ორიგინალურად გამოიყურება „ჩალანგარის“ სისტემის (ნახ. 10.22) კარკასული ხის სახლები, რომლებიც მასობრივად გავრცელებული გერმანიის პატარა ქალაქებსა და სოფლებში.

ხის კარკასული სახლის კარკასის ფორმირების თანმიმდევრობა შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვყალიბოთ:

- მშენებლობის პროექტის შესაბამისად დეტალების შეკვეთა და დაკომპლექტება;
- საძირკვლების მოწყობა;

- მშენებლობის პროცესში საჭირო არ არის მძიმე ასაწევი ტექნიკა და ტრანსპორტი, რადგანაც, კარკასის ელემენტების ზომა და წონა მცირეა. ეს საშუალებას იძლევა, მონტაჟი პრაქტიკულად ხელით ვაწარმოოთ და ხელუხლებლად (დაუზიანებლად) შევინარჩუნოთ ნაკვეთში არსებული ფლორა და ლანდშაფტი, შევამციროთ შრომის დანახარჯები და საბოლოოდ - ღირებულება;

- კონსტრუქციითა და მაღალი თბოსაიზოლაციო თვისებები კედლების შედარებით მცირე სისქის დროს (25 სმ-მდე);

- კონსტრუქციების სიმსუბუქე, რაც განაპირობებს დატვირთვების შემცირებას საძირკვლებზე და მათი

• სახლის ქვედა სართულის ძეგლის მონტაჟი ჰიდროიზოლაციით და სპეციალური დამუშავებით. სართული ეწყობა საძირკვლის ცოკოლზე და მიმაგრება მას უჟანგავი ლითონის წირწკიმალეებით ან სხვა სამაგრებით;

• პირველი სართულის „შავი“ იატაკის მოწყობა ლაგებზე ორთქლსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო ფენების მომზადებით;



ნახ. 10.22. „ჩალანგარის“ კონსტრუქციის შენობები კარკასული ტექნოლოგიის კლასიკური მიმართულება (სოფ. ელბორნი, გერმანია).

• შვეული დგარების დაყენება და მიმაგრება ქვედა სართულის ძეგლზე ჩანგლების, წირწკიმალეების, სპეციალური მომჭერების, ფორფიტების, კუთხოვანების და სხვა საშუალებების გამოყენებით;

• დგარებთან ერთად ფანჯრებისა და კარის ლიობების მონტაჟი;

• დიაგონალური ირიბების

და კარკასის ზედა ჰორიზონტალური სართულის მოწყობა, რომლებიც უზრუნველყოფს კარკასის სივრცით სიხისტეს;

• სართულშუა გადახურვის კოქის მონტაჟი (ორსართულიანი სახლებისათვის) და მათზე „შავი“ ფენილის მოწყობა;

• კარკასული კედლების ელემენტების მონტაჟი მეორე სართულზე;

• მანსარდის (სახურავის) ელემენტების მონტაჟი.

გარდა საცხოვრებელი სახლებისა, კარკასული კონსტრუქციები წარმატებით გამოიყენება 18 მ-მდე მაღლის ერთსართულიანი სამრეწველო შენობებისთვისაც (ნახ. 10.23).

ბოლო წლებში საკმაო გავრცელება პოვა „ბაქნის“ სისტემის კარკასული ნაგებობების მშენებლობის ტექნოლოგიამ, რომლის სახელი პირდაპირ პასუხობს მშენებლობის მეთოდს. მისი ძირითადი ტექნიკურ-სამონტაჟო ეტაპები შემდეგია:

• ობიექტს აშენებენ სართულბად. გადახურვის ყოველი დონე ასრულებს „ბაქანის“ მოვალეობას, რომელიც საკედლე კონსტრუქციების აწყობის საბაზო მოედანია;

• კედლების ასაწყობი კარკასის მომზადების შემდეგ, გარე შემოსვის ჩათვლით მას აყენებენ შვეულად და „ბაქნის“ პერიმეტრზე ამაგრებენ ჰორიზონტალური სართულის ძეგლებით (ფიგურებით);

• „ბაქანის“ სისტემის ხის კარკასული კონსტრუქცია მზიდიდა, რომლის კედლები სრულად იღებს იმ დატვირთვებს, რომლებიც გათვალისწინებულია ობიექტის საექსპლუატაციო პირობებით;



ნახ. 10.23. თანამედროვე ხის კარკასული კონსტრუქცია სამრეწველო შენობისათვის (გერმანია).

- კარკასის დეტალები და ფრაგმენტები, აგრეთვე კედლებისა და გადახურვის პანელების დასაკომპლექტებელი მასალები, მზადდება ქარხნული წესით, რაც უზრუნველყოფს მონტაჟის სისწრაფესა და მაღალ სიზუსტეს;

- სამშენებლო კომპონენტების (ნივინი შეფიცვრა, კოჭები და სხვ.) მონტაჟისათვის გამოიყენება უმარტივესი აშვევი მოწყობილობები, რაც პრაქტიკულად გამორიცხავს ხარაჩოების აუცილებლობას.

საკმაოდაა გავრცელებული ხის სახლების

დამზადების კარკასულ-პანელური ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ქარხნული წესით დამზადებული პანელების აწყობას ობიექტზე. ეს პანელები შეიცავს კარკასის ელემენტებს (დგარებს), შემოსვას (გარესა და შიგას) და გამათბუნებელს. შემოსვისათვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ფენოვანი მასალები, როგორცაა: ფანერი, სვაგონე ლამფა, ორიენტირებულ-ბურბუშელიანი ფილები (OSB), ცემენტბურბუშელას ფილები და სხვ.

კარკასული და კარკასულ-პანელური ხის სახლების კონსტრუქციები ბზადდება ქარხანაში, ყველა დეტალი და ელემენტი ექვემდებარება ნიშანდებას, შემდეგ იფუთება და ასეთი სახით მიეწოდება დამკვეთს მუშა ნახაზებთან ერთად.

10.5. ხის სახლების სახურავის სახეები და აგების ტექნოლოგიის თავისებურებები

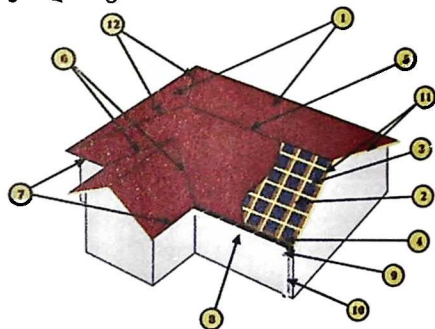
სახურავი შენობის კონსტრუქციის ზედა შემომზღულდავი ნაწილია, რომელიც ასრულებს მზიდ, ჰიდროსაიზოლაციო და თბოსაიზოლაციო ფუნქციებს.

სახურავი შენობის ძირითადი ელემენტია. ის განსაზღვრავს ნაგებობის იერსახეს, ამიტომ მშენებლები და არქიტექტორები განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობენ სახურავისა და მისი ბურულის დაპროექტებასა და მონტაჟს. ბურულის შერჩევა რთული საინჟინრო ხელოვნებაა და ამიტომ ის უნდა განახორციელოს გამოცდილმა სპეციალისტმა, რადგან ბურულების უამრავი სახეობა არსებობს და ჩვეულებრივ ადამიანს საშუალება არა აქვს, სწორი ორიენტაცია აიღოს ამ საკითხის გადაწყვეტაში.

სახურავის კონსტრუქცია და ბურულის მასალის შერჩევა ხდება დაპროექტების სტადიაში და დამოკიდებულია შენობის ფასადის დიზაინსა და ბურულის მოწყობის ტექნოლოგიაზე.

ბურული სახურავის (დახურვის) ზედა ელემენტია, რომელიც იცავს შენობას ყველა სახის ატმოსფერული ზემოქმედებისაგან.

საქართველოში, ისე როგორც მთელს მსოფლიოში, ყველაზე მეტადაა გავრცელებული დახრილი (ქანობიანი) სახურავები. ხის შენობის სახურავი შედგება შემდეგი ძირითადი ელემენტებისაგან (ნახ. 10.24): დახრილი სიბრტყეები (1), რომლის საფუძველია ნივნივი (2) და მოლარტყვა (3). ნივნივის ფეხის ქვედა ბოლოები ეყრდნობა მაუერლატს (4). დახრილი ქანობის სიბრტყეები ქმნის დახრილ (12) ან ჰორიზონტალურ წიბოებს. ჰორიზონტალურ წიბოს კეხი (5) ეწოდება. ქანობების გადაკვეთის შემავალ კუთხეებს ეწოდებიან და შენადარები (6) ეწოდება, შენობის შვეულ კედლებზე გადაცილებული სახურავის ნაპირებს კი - განაკიდი (7) (განლაგებულია ჰორიზონტალურად გარე კედლების კონტურის გარეთ) და ფრონტონური განაკიდი (11) (განლაგებულია დახრილად). სახურავის დახრილი ზედაპირიდან ჩამონადენი წყალი გროვდება კედელზე და დარმი (8) და წყალშემკრები ძაბრისა (9) და წყალშემკრები მილების (10) საშუალებით ჩადის სანიაღვრე კანალიზაციაში.

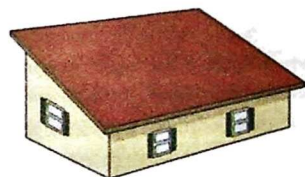


ნახ.10. 24. ხის შენობის სახურავის ძირითადი ელემენტები.

ელემენტებად გამოყენებულია ხის სამკუთხა ნივნივები (წამწეები), დახრილი სიბრტყეების (ქანობების) კუთხე ჰორიზონტალურ შეიძლება იყოს ერთნაირი ან სხვადასხვა.

ცნობილია სახურავის ფორმის შემდეგი სახეები: ერთქანობიანი სახურავი (ნახ. 10.25), რომელიც ეყრდნობა სხვადასხვა სიმაღლის მზიდ კედლებს (ნივნივების, წამწეების, კოკების სისტემა). ასეთი სახურავები ძირითადად გამოიყენება საწყობების, სამეურნეო შენობათა ვერანდებისა და ტერასების გადასახურავად.

ორქანობიანი სახურავი (ნახ. 10.26) ყველაზე გავრცელებული კლასიკური კონსტრუქციაა. მას ზოგჯერ წვეტურა სახურავისაგან უწოდებენ. მზიდ

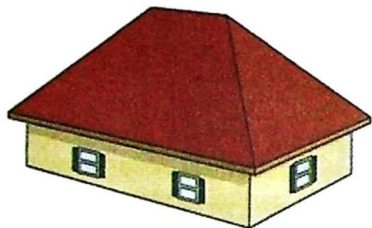


ნახ. 10.25. ერთქანობიანი სახურავი.

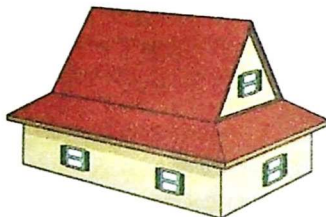


ნახ. 10.26. ორქანობიანი სახურავი.

ოთხფერდა სახურავი (ნახ. 10.27) ოთხეანობიანია. ორი დიდი ფერდი ტრაპეციაა, ხოლო ტორსული კედლის მხრიდან - სამკუთხედი. არსებობს ნახევრად ოთხფერდა სახურავებიც (ნახ. 10.28).

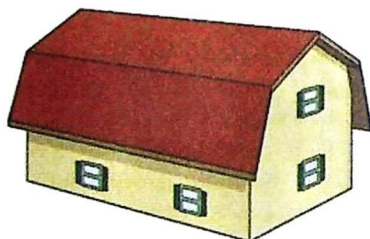


ნახ. 10.27. ოთხფერდა სახურავი.



ნახ. 10.28. ნახევრად ოთხფერდა სახურავი.

მანსარდულ სახურავს (ნახ. 10.29) აკეთებენ მაშინ, როცა საჭიროა სხვენის საცხოვრებელი სათავსის (მანსარდის) მოცულობის გაზრდა. სახურავი ძირითადად შედგება სხვადასხვა დახრის კუთხის მქონე სიბრტყეებისაგან, რომელთაგან ქვედა უფრო დახრილია, ვიდრე ზედა. ასეთი სახურავები ძალიან პოპულარულია თანამედროვე ბინათმშენებლობაში, რადგან სახლის მფლობელს საშუალებას აძლევს, სხვენის ხარჯზე საკმაოდ გაზარდოს საცხოვრებელი ფართობი და მოაწყოს იქ საბილიარდო, ბავშვთა ოთახები და სხვ.



ნახ. 10.29. მანსარდული სახურავი.

კარვისებური სახურავის (ნახ. 10.30) დახრილი სიბრტყეები ტოლფერდა სამკუთხედებია, რომლებიც თავს იყრიან ერთ წერტილში. ასეთი გადახურვის განმსაზღვრელია სიმეტრიულობა. გამოიყენება გეგმაში კვადრატული ან წესიერი მრავალკუთხედის ფორმის შენობებისათვის.

კარვისებური სახურავის (ნახ. 10.30) დახრილი სიბრტყეები ტოლფერდა სამკუთხედებია, რომლებიც თავს იყრიან ერთ წერტილში. ასეთი გადახურვის განმსაზღვრელია სიმეტრიულობა. გამოიყენება გეგმაში კვადრატული ან წესიერი მრავალკუთხედის ფორმის შენობებისათვის.



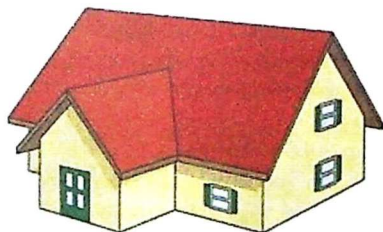
ნახ. 10.30. კარვისებური სახურავი.

მრავალწახნაგა (მრავალფერდა) სახურავი (ნახ. 10.31; 10.32). მას აკეთებენ ისეთ შენობებში, რომელსაც გეგმაში მრავალკუთხედის ფორმა აქვს. ასეთ სახურავებს აქვს დიდი რაოდენობის ენდოვები (ჩაწეული კუთხეები) და წიბოები (ამოწეული კუთხეები, რომლებიც ქმნის ქანობების გადაკვეთებს), რის გამოც მათ მოსაწყობად საჭიროა მაღალი კვალიფიკაციის ხელოსნები.

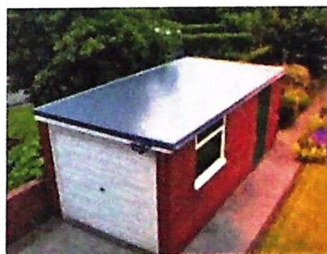
ბრტყელი სახურავი (ნახ. 10.33) ფართოდ არის გავრცელებული სამოქალაქო და სამრეწველო შენობებში. ქანობიანი სახურავისაგან განსხვავებით, ბრტყელ სახურავებში არ გამოიყენება ბურულის ცალობითი და ფურცლოვანი მასალა. აქ საჭიროა ისეთი მასალის გამოყენება, რომელიც შექმნის ხალიჩის უწყვეტ ზედაპირს (ბიტუმი, ბიტუმ-პოლიმერი, პოლიმერი, მასტიკა და სხვ.). ხალიჩა უნდა იყოს ელასტიკური, რათა თავის თავზე მიიღოს ბურულის საფუძველის ტემპერატურული და მექანიკური დეფორმაციები, რომ არ მოხდეს ბურულის რღვევა (გაგლეჯა). ბურულის საფუძველად იყენებენ თბოსანიზოლაციო მასალის ზედაპირს, ცემენტის მოჭიმვას, შხიდ ფილებს.



ნახ. 10.31. მრავალწახნა სახურავი.



ნახ. 10.32. მრავალფერდა სახურავი.



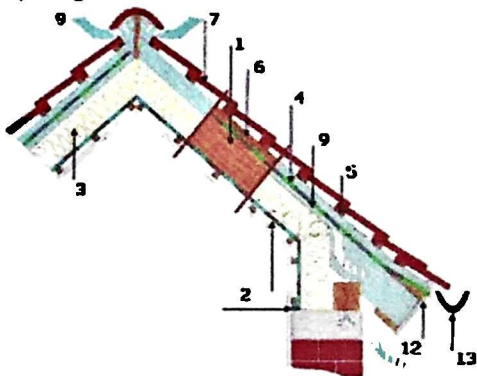
ნახ. 10.33. ბრტყელი სახურავი.

გარდა ჩამოთვლილისა, არსებობს სხვა სახის სახურავებიც, როგორცაა: სფერული გუმბათები, კონუსური გუმბათები, სხვადასხვა ტიპის გარსები, კონოიდები, თაღოვანი, შპილისებრი სტრუქტურები და სხვ.

ხის სახლების დაპროექტებისა და მშენებლობისას უნდა დავყვარდნოთ ნორმატიულ მოთხოვნებს, რომელიც საკმაო რაოდენობითაა გამოშვებული საშენებლო ნორმების სახით.

ბურულის კონსტრუქცია (ნახ. 10.34), ძირითადი საფარველის (მოქნილი კრამიტი, კერამიკული კრამიტი, მეტალოკრამიტი და სხვ.) გარდა, შედგება არაერთი დამატებითი ელემენტისა და მასალისაგან, როგორცაა: ორთქლიზოლაცია, გამათბუნებელი,

ჰიდროიზოლაცია, სავენტილაციო ელემენტები და სხვ. თითოეული ეს ელემენტი ასრულებს თავის ფუნქციას, მთლიანობაში კი უზრუნველყოფს ბურულის კონსტრუქციის სწორ მუშაობას.



ნახ. 10.34. ბურულის კონსტრუქციის ელემენტები: 1 - ნივნივი; 2 - ორთქლიზოლაცია; 3 - თბოიზოლაცია (გამათბუნებელი); 4 - ჰიდროიზოლაცია; 5 - მოლარტყვა; 6 - კონტრმოლარტყვა; 7 - საფარველის მასალა; 8 - მაკომპლექტებელი ელემენტები (კეხისა და ლავგარდანის ელემენტები, სამაგრი და სხვ.); 9 - საფარველქვეშა სივრცის გასანიავებელი სისტემა; 10 - თოვლის შემკავებელი სისტემა (პირობითად ნაჩვენებია არაა); 11 - სახურავზე უხიფათოდ გადასაადგილებელი

სისტემა (პირობითად ნაჩვენებია არაა); 12 - ლავგარდანის განაკიდის შემოსვა; 13 - წყლის მოსაცილებელი სისტემა.

თუ გვინდა ხის სახურავი გვემსახუროს ხანგრძლივად და შეასრულოს თავისი ძირითადი დამცავი ფუნქცია, ზაფხულში სახლში იყოს სივრილე, ხოლო ზამთარში - სითბო, აუცილებელია ფენები სწორად იქნეს განლაგებული და საფარველის ქვედა სივრცე ნიავედებოდეს ნორმალურად.

მანსარდიანი სახლების ბურულის კონსტრუქცია აუცილებლად უნდა იყოს გათბუნებული. ორთქლიზოლაცია იცავს გამათბუნებელს ტენისაგან შიგა (საცხოვრებელი) მხრიდან. განიავება ბურულის ქვედა სივრცეს იცავს კონდენსატისაგან, ამ გზით, ხის ელემენტები მთელ სახურავში დაცული იქნება ლპობისაგან.

ითვლება, რომ ბრტყელი სახურავი უფრო იაფია, ვიდრე ქანობიანი, რადგანაც:

- ბრტყელი სახურავის ფართობი ნაკლებია, ვიდრე ქანობიანის (რა თქმა უნდა გეგმაში ერთნაირი ფართობის შენობებისათვის), ამიტომ ბურულის მასალები ბრტყელი სახურავისათვის უფრო იაფი აღმოჩნდება უბრალოდ რაოდენობრივი სიმცირის გამო;

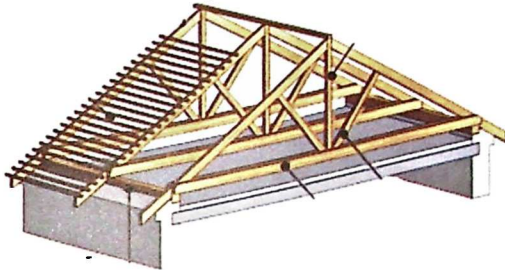
- ბრტყელი სახურავის მოწყობა ნაკლებად „ექსტრემალურ“ პირობებში მიმდინარეობს და ბურულის სამუშაოებიც უფრო მარტივი შესასრულებელია. ადვილია სახურავის მომსახურება, პროფილაქტიკური დათვალიერება, წყალშემკრების გაწმენდა, მუშაობა ანტენებთან, კვამლსადენებთან, სავენტილაციო ღარებთან და თვით საფარველთან;

- ადვილია კონდიციონერის ბლოკის მონტაჟი, რომელიც დახრილი სახურავის პირობებში გამოაქვთ ფასადზე, რაც გარკვეულ უხერხულობას ქმნის;

- სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შესასრულებლად საჭირო არ არიან მაღალი კვალიფიკაციის მშენებლები.

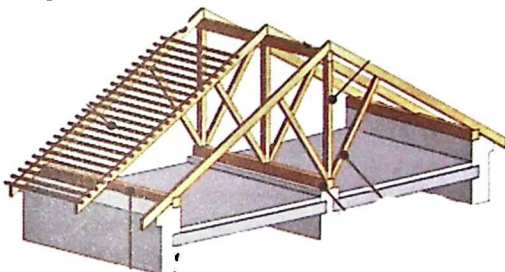
დახრილი სახურავის ძირითადი კონსტრუქციაა ნივნივები - დახრილი ძელები (ფიცრები, მორები), რომლებიც თავის თავზე იღებს სახურავის წონას, აგრეთვე თოვლისა და ქარის დატვირთვებს.

დაყრდნობის სახეობის მიხედვით განასხვავებენ დაკიდულ და დახრილ ნივნიებს.



ნახ. 10.35. დაკიდული ნივნივის კონსტრუქცია.

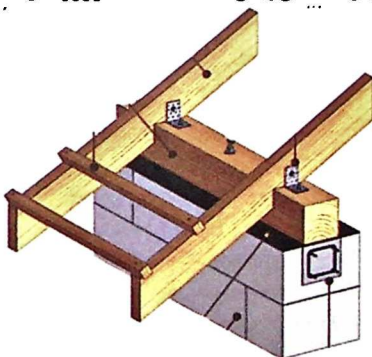
მნიშვნელოვანი სიდიდის განმზგენ ძალას, რომლის მისაღებად დაყრდნობის წერტილებში აკეთებენ ჰორიზონტალურ შემკრავს. შედეგად მიიღება სამკუთხა სანივნივე წამწე.



ნახ. 10.36. დახრილი ნივნივის კონსტრუქცია.

ძელეებს შორის აკეთებენ დახრილ ირიბებს, ზოგჯერ შემკრავსაც.

ნივნივის ქვედა ბოლოს დასაყრდნობად მზიდი კედლის ზედა სიბრტყეზე ეწყობა ნივნივექვეშა ჰორიზონტალური ძელი (მორი) - მაუერლატი (ნახ. 10.37), რომელიც



ნახ. 10.37. დახრილი ნივნივის დაყრდნობა მზიდ კედელზე.

დაკიდული ნივნივი (ნახ. 10.35) ყყრდნობა მხოლოდ ერთმანეთის მოპირდაპირედ განლაგებულ მზიდ კედლებს. ზედა დაკიდული ნივნივის ბოლოები ერთმანეთს უერთდება მოცემული კუთხით. ამ ვარიანტში შუა მზიდი კედელი არ არსებობს.

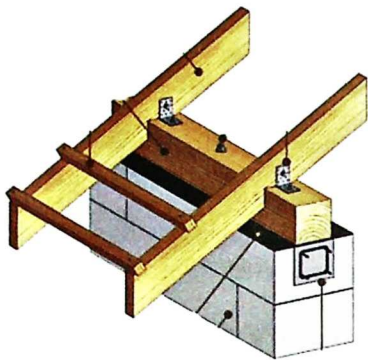
ასეთი კონსტრუქცია საყრდენებზე ქმნის

თუ სახლის შიგნით არის შუა კედელი, მაშინ ქანობიანი სახურავი ეწყობა შემდეგნაირად (ნახ. 10.36); დახრილი ძელეებს ქვედა ბოლოები ყყრდნობა გარე კედლებს, ხოლო ზედა ბოლოები - კეხის ჰორიზონტალურ ძელს, რომელსაც იყერს შუა კედელზე დაყრდნობილი შვეული დგარები. თუ ნივნივის მალი საკმაოდ დიდია, მაშინ დგარსა და დახრილ

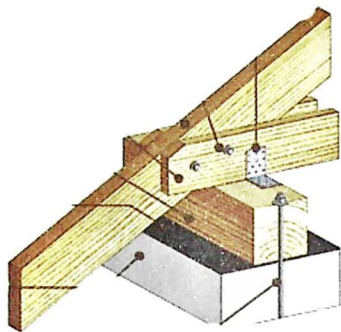
უშუალოდაა დადებული კედელზე რულონური ჰიდროსაიზოლაციო ფენით. კედელთან მაუერლატის მისამარგებლად გამოიყენება ხრახნული სარკი, რომლის ბოლო ჩამონოლითდება კედელში წინასწარ ამოღებულ ნახერტში. ამონაშერ სარკეებზე ჩამოყვება მაუერლატი და ფართოყლიან სადებებზე მოიჭიმება ქანით. შესაძლებელია ალტერნატიული ვარიანტიც - გრძელი საანკრო ჰანჭიკები ($l = 250-300$ მმ). თუ კედელი აშენებულია არა აგურით ან ბლოკით, არამედ უფრო მაგარი მასალით (ქვა, გრანიტი), მაშინ მაუერლატის ქვეშ საჭირო ხდება მოეწყოს რკინაბეტონის მონოლითური სარტყელი.

რომელიც გასდევს შენობის მთელ პერიმეტრს და ასრულებს ანტიისესიუმური სარტყლის მოვალეობასაც. ასეთ შემთხვევაში სარტყები სარტყელში თავსდება დაბეტონების დროს.

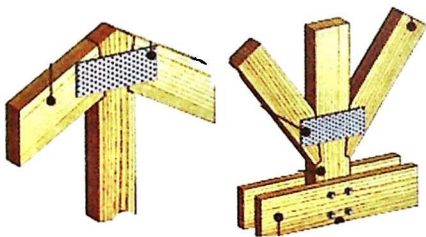
ქვემოთ ნაჩვენებია დახრილი (ნახ. 10.38) და დაკიდული (ნახ. 10.39; 10.40) ნივნივის კვანძების ვარიანტები.



ნახ. 10.38. დახრილი ნივნივის კვანძები.



ნახ. 10.39. დაკიდული ნივნივის დაყრდნობა კედელზე.



ნახ. 10.40. დაკიდული ნივნივის კვანძები.

ბურულის მოწყობის ტექნოლოგია შემდეგია: ნივნივებზე მის მართობულად გარკვეული ბიჯით ეწყობა მოლარტყვის ძელაკები. ზოგჯერ მოლარტყვას ფანერისაგანაც აკეთებენ. ბურულსა და მოლარტყვას შორის ათავსებენ ჰიდროსაიზოლაციო, თბოსაიზოლაციო, ორთქლსაიზოლაციო ფენებს და ჭერის შიგა შეფიცვას. შიგა შეფიცვისათვის გამოიყენება ფიცარი, ფანერი, თაბშირმუყაო და სხვ. თავდაპირველად ნივნივებზე მიემაგრება

ჰიდროსაიზოლაციო ფირი ან მემბრანა, შემდეგ თითოეულ ნივნივზე ამაგრებენ კონტრმოლარტყვის ძელაკს, რომელიც აუცილებელია სახურავის გამათბუნებლის განიავებისათვის. შემდეგ ამონტაჟებენ მოლარტყვას, ნივნივებს შორის გამათბუნებელს და ბოლოს - შიგა შეფიცვას.

მანსარდიან დახრილ სახურავებში ხშირად აწყობენ სამერცხულებს (ნახ. 10.41), რომლებიც ერთდროულად განათებისა და განიავების ორ ფუნქციას ასრულებს. რაც მეტია რაოდენობრივად სამერცხული, მით უფრო რთულია სახურავის კონსტრუქცია.



ნახ. 10.41. სამერცხულეები ხის დახრილ სახურავზე.

სამერცხული შუა საუკუნეების ფრანგული გოთიკური სტილის ელემენტია. ის ქანობიანი სახურავის დამამშვენებელი და ორგანულად შერწყმული კონსტრუქციაა. თუ სახურავზე განლაგებულია რამდენიმე სამერცხული, მაშინ, არქიტექტურული მოსაზრებით, უმჯობესია მათი განლაგება ერთ დონეზე. ისინი გაბარიტებით და ფორმითაც ერთნაირი უნდა იყოს.

10.6. ნანომერქანი - XXI საუკუნის ინოვაციური

საშენი მასალა

ადამიანი უხსოვარი დროიდან იყენებდა მერქანს ყოფა-ცხოვრებაში, მაგრამ მხოლოდ XX საუკუნის შუა წლებიდან შეძლო შეექმნა სამრეწველო დანიშნულების დაწებული კონსტრუქციების ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას იძლევა, მაღალი ხარისხის კონსტრუქციებში გამოვიყენოთ სხვადასხვა ხარისხის მასალა, დავაშაადოთ დიდმალიანი და მრუდი მოსაზულობის ელემენტები. დაწებული ხის კონსტრუქციები გამოირჩევა ეკოლოგიურობით, ტექნოლოგიურობით, სიმტკიცით, საიმედოობითა და მშენიერი ესთეტიკური იერსახით.

მიუხედავად მრავალი დადებითი თვისებისა, ამ კონსტრუქციებს აქვს უარყოფითი თვისებებიც, როგორცაა წვადობა, ლობისაკენ მიდრეკილება, ჰიგრისკოპულობა, რომელიც ქმნის ბზარების გაჩენის საშიშროებას და შესაბამისად ამცირებს შიიდუნარიანობას. ძირითადად ეს ფაქტორებია გადამწყვეტი, როცა ადამიანი მერქნის ნაცვლად, საცხოვრებელი სახლის ასაშენებლად უპირატესობას ანიჭებს სხვა ტრადიციულ საშენ მასალას.

მშენებლობაში ძირითადად გამოიყენება წიწვოვანი ჯიშის მერქანი (ფიჭვი, ნაძვი, ლარიქსი), ხოლო ფოთლოვანი ჯიშების გამოყენება საკმაოდ შეზღუდულია, რადგან მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება წიწვოვან ჯიშებს ხარისხით, ფიზიკურ-ტექნიკური მაჩვენებლებით და სხვ. აღსანიშნავია ისიც, რომ შეზღუდულია III და IV ხარისხის მასალის გამოყენება, რომელიც მოჭრილი ხის გამოსავლიანობის უმეტეს წილს შეადგენს, I და II ხარისხის მასალა კი ძალზე დეფიციტურია.

ამჟამად მსოფლიოში მიმდინარეობს სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობა დაბალი ხარისხის მერქნის მაღალი ხარისხის მერქანში გადასაყვანად, რის მისაღწევად იყენებენ ე.წ. ნანოტექნოლოგიას, რომელიც საშუალებას იძლევა, მერქნის სიღრმითი დამუშავების სამრეწველო ნანოტექნოლოგიის გამოყენებით შეექმნათ თვისებრივად ახალი პროდუქცია - დაწებული ხის კონსტრუქციები ნანოკომპოზიტებისაგან, რომელიც მერქანს ანიჭებს უნიკალურ, ხისათვის ბუნებაშიც კი უცხო თვისებებს.

ნანომეტრების მიღების ტექნოლოგია ითვალისწინებს შედარებით დაბალი ხარისხის მერქანში ნანოკომპოზიტების შეტანას, რომლებიც ავსებენ ცარიელ სივრცეებს მერქანში და მნიშვნელოვნად აუმჯობესებენ მის თვისებებს.

ნანონაწილაკების (ნანო - მეზილიარდები) სინთეზისათვის არსებობს მრავალი გზა, როგორც: ქიმიური აღდგენა, ფოტოლიზი, რადიაციული ქიმია, დამუშავება მაღალი წნევის ქვეშ და სხვ. სინთეზის პროცესის სტაბილიზაციისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ნანომასტაბილიზებელი სინთეზური მასალა - მყარი მატრიცები, წყალ-ორგანული ემულსიები, მაკრომელეკულების ხსნარები და სხვ.

ნანოკომპოზიტებში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ბუნებრივ პოლისაქარიდს (პოლიოზს) - არაბინოგალაქტანს (E-409), რომელიც შედის ციმბირის ლარიქსის (დაურიის) მერქნის შედგენილობაში. მას მერქნის მოცულობის 15% უჭირავს, ანუ ის საკმაოდ ადვილად მოსაპოვებელი პოლიმერია, რომელსაც თვისება აქვს, შექმნას რთული ნაერთები ლითონთან და ოქსიდებთან.

ანაბინოგალაქტანი განსტოვებული აგებულების წყალში ხსნადი პოლისაქარიდია მაღალი მოლეკულური მასითა და მოლეკულის 2 ნმ (ნანომეტრი) ზომით. მისი ხსნარი დაბალი სიბლანტისაა, ადვილად აღწევს მცენარეების კაპილარულ სისტემასა და ცხოველურ ქსოვილებში. აქვს ანტიპირენის თვისებები. ქმნის უნიკალურ ნანოკომპოზიტურ კომპლექსებს სხვადასხვა უხსნარ მოლეკულებთან, კერძოდ, დიჰიდროკვერცეტინთან და შეუძლია ეს მოლეკულები გადაიტანოს ბიოლოგიური ქსოვილის სიღრმეში. ტექნიკაში ფართოდ გამოიყენება არაბინოგალაქტანის წებვადობის თვისება მაღალხარისხიანი ქაღალდის წარმოებაში (ამაღლებს სიმტკიცეს).

დიჰიდროკვერცეტინი ძლიერი ანტიოქსიდანტია, რომელსაც თვისება აქვს, მიიზიდოს თავისუფალი რადიკალები ბიოლოგიურ ქსოვილში და ამავდროულად შეაფერხოს ჟანგის, წვის, ლპობის პროცესები. მის საფუძველზე შექმნილ პრეპარატებს აშშ-სა და ევროპაში იენობენ, როგორც „ტაქსოფოლინს“. ის წარმატებით გამოიყენება მილსადენების შიგა ზედაპირების კოროზიისაგან დასაცავად, სოფლის მეურნეობაში - მცენარეების ზრდის სტიმულიატორად, მედიცინაში - სისხლძარღვთა კედლების გასამაგრებლად და სხვ.

ნანოტექნოლოგიის გამოყენებით წარმოებაში ციმბირული ლარიქსის შრობის პროცესში მერქნისაგან ამოიღებენ წყლის ექსტრაქტს, რომელიც შეიცავს ანაბინოგალაქტანის მიკრომოლეკულების გარსში მოთავსებულ დიჰიდროკვერცეტინის მოლეკულებს. ასეთი უნიკალური 20 ნმ ზომის მასალანაწილაკები მოდიფიკაციის შემდეგ გამოიყენება დაბალფასიანი მერქნის (სოჭი, კედარი) სიღრმითი გაუდენთისათვის, რაც მასალას ანიჭებს სრულიად ახალ თვისებებს - ამაღლებს ხარისხს, სიმტკიცეს, ცეცხლ- და ბიომედეგობას.

წინვითი გიშის მერქნის მასა ნანოდაამუშავების შემდეგ იზრდება 10-15%-ით, ზოგჯერ 35%-მდეც კი [36]. აქედან გამომდინარე ხმარებაში შეიძლება შემოვიტანოთ ახალი სახელი - ფორზიანი ნანოკომპოზიტი, ხელოვნურად შექმნილი მასალა. ის შედგება ბუნებრივი ან ხელოვნური ფორიანი მასალის პოლიმერული მატრიცისაგან, რომელშიც ტანის შიგა მოცულობის მიკრო- და მაკროფორების ზედაპირები თანაბრად არის დაფარული ნანოზომის ფირით. ფირი მერქანს ანიჭებს დამატებით თვისებებს. სხვადასხვა მერქანში მაკროფორების რაოდენობა იცვლება 25-35%-ის საზღვრებში ხოლო მიკრო- და მაკროფორების რაოდენობა ჯამში 60%-მდეა. ასეთი ფორების ზედაპირის ფართობი

რამდენჯერმე აკარბებს მასალის მთლიან გარე ზედაპირს. 1.20; 1.21; 1.22 ნახაჯებზე წარმოდგენილია მერქნის (ნაძვი, მუხა, არყის ხე) მიკროსტრუქტურის კლასიკური სქემები. როგორც ამ სქემებიდან ჩანს, წიწვოვან ჯიშებს უფრო თანაბარი მიკრო- და მაკრო სტრუქტურა აქვს, ვიდრე ფოთლოვანს. აქედან გამომდინარე უფრო კარგად ექვემდებარება ნაწოდამუშავებას.

ნაწოდამუშავებით მერქნის დამუშავების სიღრმე დამოკიდებულია დამუშავების წინასწარ მოცემულ პარამეტრებზე და თავისუფლად აღწევს ზედაპირიდან 20-25 მმ-ს, რაც სრულებით საკმარისია დაწებებული კონსტრუქციების დასაშზადებლად. ასეთი კონსტრუქციები არ იცვლის გეომეტრიულ ზომებს, რადგანაც ნატურალურ მერქანში წარმოქმნილი, ფორების ზედაპირზე აკრული ნაწოფირი საშუალებას არ აძლევს ტენს გავრცელდეს კონსტრუქციის მოცულობაში და მასალა ხდება სრულად ჰიდროფობული. ეს კი თავის მხრივ გამოირიცხავს გაჯირჯეებას, შესაბამისად ზომების ცვალებადობას და ბზარების გაჩენას. გარდა ამისა, ნაწოდამუშავება უზრუნველყოფს შეშრობის კოეფიციენტის შემცირებას (გეომეტრიული ზომების შემცირებას შრობის პროცესში) და საბოლოო სტადიაში შეკავშირებული ტენის გამოდევნასაც.

ჩვენს პლანეტაზე ბოლო ათწლეულიდან დაწყებული მიმდინარეობს მნიშვნელოვანი დათბობასთან დაკავშირებული კლიმატური ცვლილებები, რამაც უკვე გამოიწვია სერიოზული შედეგები - წყალდიდობა, გვაღვა, ტყის ხანძრები ჩვეულებრივი მოვლენა გახდა, რასაც უზარმაზარი მატერიალური და ადამიანური მსხვერპლი სდევს თან.

ამასთან დაკავშირებით საშენებლო ტექნოლოგიებს, მასალებს, კონსტრუქციებს წაყენება დამატებითი მოთხოვნები, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს, თავიდან ავიცილოთ ან უკიდურეს შემთხვევაში, შევამციროთ კლიმატური ფაქტორების დამანგრეველი შედეგები. დედამიწა განიცდის აქტიურ სეისმურ ძვრებს, რომელიც ყველაზე მეტად აზარალებს იაპონიას, აზიისა და წყნარი ოკეანის რეგიონებს. საშინელი ქარიშხლები ბობოქრობს ჩრდილოეთ ამერიკის კონტინენტზე, ევროპა შეწუხებულია ძლიერი წყალდიდობებით და სხვ.

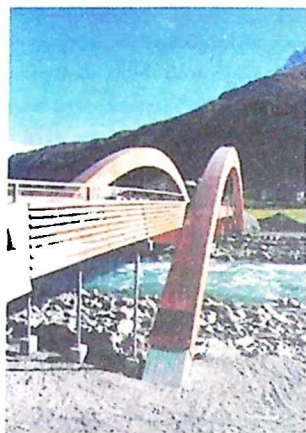
ამ საკითხების მოსაგვარებლად საშენებლო კონსტრუქციებს, მათ შორის ხის კონსტრუქციებსაც, საჭიროა გაეზარდოს ზოგი თვისება, მაგალითად, სეიმომდეგობა, სიმტკიცე, ეკოლოგიურობა, ხანგამძლეობა, ცეცხლმდეგობა, ბიომდეგობა და სხვ.

ნაწომერქნის გამოყენება სრულად თუ არა, ნაწილობრივ მაინც წყვეტს მშენებლების წინაშე დასმულ ამოცანებს. ნაწომერქანს დიდი მომავალი აქვს სეისმურად აქტიურ და ჩრდილოეთის ციკლიკიანი რეგიონებისათვის.

ნაწოდამუშავებით დამზადებული ხის კონსტრუქციების პრაქტიკული გამოყენების საილუსტრაციოდ, ქვემოთ მოცემულია ფოტოები (ნახ. 10.42-10.47, გერმანული კომპანია „Weining Group“-ის ფოტომასალა), რომლებზეც გამოსახულია შევიცარასა და გერმანიაში აგებული ხიდები დაწებებული ნაწომერქნის გამოყენებით, აგრეთვე ჰოლანდიაში მოქმედი სპორტული დარბაზები და აკვაპარკები (ნახ. 10.48-10.50).



Бsb. 10.42.



Бsb. 10.43.



Бsb. 10.44.



Бsb. 10.45.



Бsb. 10.46.



Бsb. 10.47.



ნახ. 10.48.



ნახ. 10.49.



ნახ. 10.50.

დაწებებული კოჭების გამოყენება პერსპექტიულია ხიდებისა და გადასასვლელების მშენებლობისას მთიან და ძნელად მისასვლელ ადგილებში. ლითონთან და რკინაბეტონთან შედარებით მცირე წონა ხის ელემენტებს დიდ უპირატესობას აძლევს ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის თვალსაზრისით. ბუნებრივი მერქანი პრიორიტეტული მასალაა

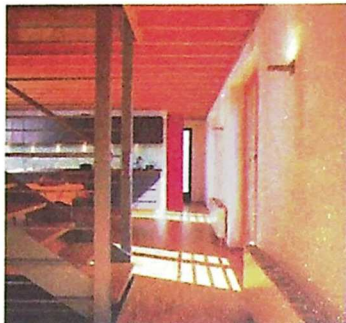
ინტერიერებისა და კონსტრუქციების მოსაპირკეთებლად. დღეს ეს რეალობა ევროპაში, აშშ-სა და კანადაში (ნახ. 10.51-10.53). იაპონიაში მერქანის გამოყენება - საუკუნოვანი ნაციონალური ტრადიციაა. ეკოლოგიურად სუფთა დაწებებული ნანომერქნის კონსტრუქციებს უდიდესი მომავალი აქვს XXI საუკუნეში. ის უნიკალური თვისებების წყალობით აუცილებლად შეუწყობს ხელს მერქნის გამოყენების გაზრდას სამშენებლო ინდუსტრიაში.

ინოვაციური საშენი მასალის - ნანომერქანის შესახებ არსებული ლიტერატურისა და კვლევის შედეგების ანალიზი საშუალებას გვაძლევს, ჩამოვყალიბოთ მოსაზრებები, რა შედეგს მოიტანს ეს მასალა და ნანოტექნოლოგიები მშენებლობაში:

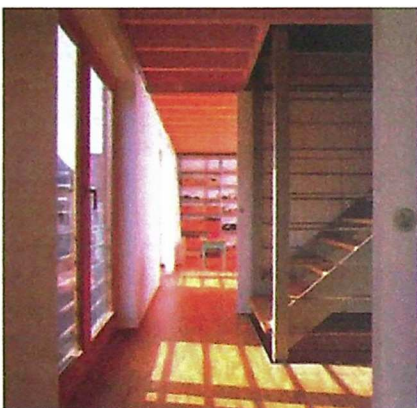
- გააფართოებს ნატურალური მერქნისაგან დამზადებული ნაკეთობების არეს;
- შეამცირებს მშენებლობის თვითირებულებას და საექსპლუატაციო ხარჯებს;
- აამაღლებს კონსტრუქციების სეისმომედეგობას, ჰიდროფობულობას, გეომეტრიული ზომების სტაბილურობას, ცეცხლმედეგობას;
- ხელს შეუწყობს ახალი ინდივიდუალური არქიტექტურული ფორმების შექმნას;



ნახ. 10.51.



ნახ. 10.52.



ნახ. 10.53.

დააჩქარებს სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების მთელ ციკლს;

- გაზრდის შენობების, ნაგებობების, კონსტრუქციების ანტიისპეკტიური დაცვის შესაძლებლობებს;

- შექმნის ეკოლოგიურად სუფთა საცხოვრებელს;

- უზრუნველყოფს სამშენებლო ობიექტების ექსლპუატაციის ვადის გაზრდას მშენებლობის შესაძლებლობას ყველაზე რთულ კლიმატურ, სამთო-გეოლოგიურ და სეისმურ პირობებში.

10.7. ხის კონსტრუქციების მონტაჟი

ქარხნიდან სამშენებლო მოედანამდე ხის კონსტრუქციებისა და მათი ცალკეული ელემენტების ტრანსპორტირებისა და შემდეგ მათი მონტაჟის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კონსტრუქციების მუშაობის ხასიათისა და შრომის დაცვის მოთხოვნათა გათვალისწინებას. ტრანსპორტირებისას ისინი საიმედოდ უნდა იქნეს დაცული დატენიანების, შემთხვევითი მექანიკური დაზიანებებისა და სხვა არახელსაყრელი ზემოქმედებისაგან.

ხის ელემენტების ასაწევად მათზე პირმოდება შეიძლება მხოლოდ იმ ადგილებში, რომლებიც განსაზღვრულია მუშა ნახაზების შესაბამისად.

საერთოდ ელემენტების დაგეგმარების დროს ხდება მათი აწევის დამატებითი გაანგარიშება, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დიდი ზომის ელემენტებისა და

კონსტრუქციებისათვის (კოჭები, წაწეები, ნახევარკამარები), რომლებშიც საკუთარი მასის მოქმედებისაგან შეიძლება აღიძრას საკმაოდ დიდი ძალები.

მზიდი კონსტრუქციების საპროექტო მდგომარეობაში დაყენების წინ ხდება მათი ნაწილობრივ ან მთლიანად აწყობა ქარხანაში ან სამშენებლო მოედანზე. კონსტრუქციის ნაწილობრივი აწყობის შემდეგ მთლიანი აწყობის ოპერაცია უნდა შეთავსდეს ამ კონსტრუქციის მონტაჟსა და საპროექტო მდგომარეობაში დაყენებასთან.

მთლიანი ან ნაწილობრივი აწყობის ადგილის შერჩევა ძირითადად დამოკიდებულია კონსტრუქციის ან მისი უდიდესი ელემენტის ტრანსპორტირების შესაძლებლობაზე.

მშენებლობის ადგილზე ცალკეული დეტალების სახით მიტანილი კონსტრუქციის აწყობა მიმდინარეობს სწორ ჰორიზონტალურ მოედანზე მუშა ნახაზებში ნაჩვენები თანმიმდევრობით.

კონსტრუქციის აწყობის შემდეგ მისი აწევა ხდება მონტაჟის დროს ტრავერსებისა და მოსაკიბების დახმარებით, რომლებიც უზრუნველყოფს მთლიანობის დაცვას. აწევის წინ ყველა მაკაემირებული (ჰანჭიკი, ხრახნი, ჭიმი და სხვ.) მჭიდროდ უნდა იქნეს მორგებული და დაკიმული.

ხის მზიდი კონსტრუქციები საპროექტო მდგომარეობაში დაყენებისთანავე უნდა დამაგრდეს პროექტში ნაჩვენები მუდმივი კავშირებითა და შემომფარგვლელი კონსტრუქციებით - გრძივებით, ფენილებით, პანელებით.

კონსტრუქციებს, რომლებსაც აქვს დეფექტები ან ტრანსპორტირებისას მიიღო დაზიანებები, რომლის აღმოფხვრა სამშენებლო მოედანზე დაუშვებელია (მაგ., დაწებებული ფენების განშრევა, გამჭოლი ბზარები და სხვ.), არ შეიძლება გამოვიყენოთ, ვიდრე არ გვექნება დამპროექტებული ორგანიზაციის ნებართვა. დასკვნაში იწერება გადაწყვეტილება დეფექტების თაობაზე - დავამონტაჟოთ, გავაძლიეროთ თუ შევცვალოთ ახლით. ხის კონსტრუქციების ასაწყობ მზიდ ელემენტებს ქარხანა-დამამზადებელი მიაწოდებს სამშენებლო მოედანს დაკომპლექტებული სახით, რომელშიც, ძირითადის გარდა, შედის შემოსვა, შემკრავი, საკიდები და სხვა ანუ ის დეტალები, რომელიც საჭიროა ძირითადი კონსტრუქციების მონტაჟისათვის. გადახურვისა და საკედლე პანელებს თან უნდა ჰქონდეს სამაგრები და პირაპირის შესასვები მასალები.

ხის კონსტრუქციების მონტაჟი მიმდინარეობს სწრაფად, რათა გამოირიცხოს კონსტრუქციაზე ხანგრძლივი ატმოსფერული ზემოქმედება. ამ მიზნით მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტში გათვალისწინებული უნდა იქნეს მონტაჟის თანმიმდევრობა, გადატანა-გადმოტანისა და აწევა-დაწევის ოპერაციების მინიმალური რაოდენობა. კონსტრუქციები, დაფარული ცეცხლდამცავი ნაერთებით მარილების საფუძველზე, დაცული უნდა იქნეს ატმოსფერული ნალექების მოხვედრისაგან და ერთდროულად დასაწყობებული ისეთ ადგილას, სადაც მოსალოდნელი არ არის დატენინება.

მზიდი ხის კონსტრუქციები მიზანშეწონილია დავაპროექტოთ მაქსიმალურად გამსხვილებული სახით (ნახევარჩარჩოები, ნახევარკამარები). შემკრავიანი კონსტრუქციები მონტაჟდება შვეულ მდგომარეობაში, ხოლო უშემკრავო - ჰორიზონტალურად. კეხის კვანძის გადახურვა ზედებით მას შემდეგ უნდა მოხდეს, როცა დავრწმუნდებით, რომ კამარის (ჩარჩოს) ნახევრები მჭიდროდ არის მისული ერთმანეთთან.

თუ ხის კონსტრუქციები შეებაშია აგურის წყობასთან, გრუნტთან, რკინაბეტონის ზედაპირთან, მაშინ მონტაჟის დაწყებამდე უნდა შესრულდეს პროექტით

გათვალისწინებული საიზოლაციო სამუშაოები. მონტაჟის დროს კონსტრუქციებისა და დეტალების გადახრის დასაშვები სიდიდეები განსაზღვრულია სამუშაოთა წარმოების პროექტში და უცილობლად უნდა იქნეს შესრულებული.

ჰანჭიკებსა და წირწკიმალეზე განხორციელებული კამარებისა და ჩარჩოების მონტაჟი უნდა ვაწარმოთ აწყობილი საყრდენი კვანძებით. $l \geq 24$ მ მალის ხის კოჭების, წამწეების, კამარების მონტაჟი უნდა ჩაატაროს მხოლოდ სპეციალურმა სამონტაჟო ორგანიზაციამ.

ხის წამწეების აწყობა აუცილებელია სამშენებლო აწვევის გათვალისწინებით, რომლის რეგულირება ხდება სამშენებლო მოედანზე მონტაჟის დროს.

სამკუთხა უირიზნო ხე-ლითონის წამწე წინასწარ უნდა იქნეს აწყობილი სპეციალურ სტენდას ან სამშენებლო მოედანზე.

ჩვეულებრივად, მონტაჟის დროს წამწეს მიწის ზედაპირიდან სწევნ საავტომობილო ისრისებური ამწით ან სხვა რომელიმე ამწევი მოწყობილობით, აწვევისას გამოიყენება განმზღუნის ტიპის ელემენტი, რომლის სიგრძე დაახლოებით წამწის მალის ნახევარია. საყრდენებზე წამწის დაყენების მომენტში მისი გადმოვარდნისა და დაცემის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა კეხის კვანძის დამაგრება ზაგირთან. საყრდენებზე დაყენების შემდეგ დაუყოვნებლივ უნდა მოხდეს წამწის დაანკრება და გამაგრება მისი სიბრტყის მართობულად სახურავის გრძივების ან დროებითი სამონტაჟო კავშირების დახმარებით.

ხის კოლონებისა და დგარების მონტაჟის დროს ღრეჩოს ზომა პირებსა და შესაერთებელ ელემენტებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 1 მმ-ს. დაუშვებელია გამჭოლი ღრეჩოების არსებობა. მონტაჟის დაწყებამდე კოლონებსა და დგარებზე დაიტანება ნიშნები რიგელების, გრძივების, კავშირების, პანელების და სხვა კონსტრუქციების მისამარგებლად.

სახურავის ფილების დაწყობა იწყება ლავგარდანიდან კეხის მიმართულებით. ფილის დაყრდნობის სიგანე არ უნდა იყოს 5 სმ-ზე ნაკლები. ფილებს შორია აუცილებელია ისეთი სიგანის ღრეჩოების დატოვება, რომ შემდეგ თავისუფლად მოხდეს მათი შევსება ჰერმეტიკით. სახურავის დათბუნებული ფილების მონტაჟისას დაუშვებელია გამათბუნებლის დასველება.

მორების და ძელებისაგან ასაწყობი კონსტრუქციების დამზადების პირველ ეტაპზე სამშენებლო მოედანზე მიწოდებული ძელები და მორებს აწყობენ თაკარებად გადახურულ ფარდელში ან საწყობში. მზიდი კონსტრუქციის დასამზადებლად გამოიყენება შაბლონები და სხვა მოწყობილობები, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს კონსტრუქციის სიზუსტე. ძელებისაგან ძირითადად ამზადებენ გამთბარი შენობის კედლებს. კლიმატურ პირობების შესაბამისად გარე კედლებში გამოყენებული ძელების ზომაა: 150×150 მმ და 180×150 მმ, ხოლო შიგა კედლებში - 100×150 მმ.

თუ შენობა ყვრდნობა ქვის ან ბეტონის საძირკველს, მაშინ ძელების პირველი რიგის ქვეშ ეწყობა ჰიდროიზოლაცია (ბიტუმი გაყლენითილი 2 ფენა რუბეროიდი ან ტოლი). ძელების შორის ათავსებენ სელის ძენძს და ამაგრებენ ერთმანეთთან ხის წირწკიმალეებით, რომელთა დიამეტრია 25, სიგრძე 400 მმ. ისინი განლაგდება ყოველ 1,5 მ-ზე ჰადრაკულად კედლის სიმაღლეზე. ძენძით ავსებენ შვეულ პირაპირებსაც.

პირველი საძირ რიგის შემდეგ, ეწყობა ძელების შემდეგი 2 რიგი, იბურდება საძირ ძელის სისქეზე (ქვედა პაკეტის ზედა ძელიც რომ მოხვდეს ნაბურღში), ჩაისმება წირწკიმალეები და ა.შ.

კარისა და ფანჯრის დიობის ჩარჩოებისა და ბლოკების აწყობა ხდება კედელთან ერთად.

ძელებისაგან აწყობილი კედლის გადახრა შვეულ სიბრტყეში არ უნდა აღმატებოდეს 3 მმ-ს 1 მ-ზე ანუ 10 მმ-ს სართულზე, ხოლო ჰორიზონტალური მიმართულებით - 3 მმ-ს 1 მ-ზე ძელების ერთი რიგის მიმართულებით.

მორებს იყენებენ იმ შემთხვევაში, თუ ადგილზე შეუძლებელია ძელების დამზადება ინდუსტრიული წესით. კედლის ასაშენებლად აუცილებელია მორი ორი საპირისპირო მხრიდან იყოს გათლილი და ერთმანეთზე დაწყობისას მათ შორის მოთავსდეს სელის ძენძი. მორების ერთმანეთთან დაკავშირება ხდება ოთხკუთხა კოტებით.

შიგა კედლების (ტიხრების) მოსაწყობად გამოიყენება სამონტაჟო მიმართულებები ძელაკების სახით, რომლებზეც ორივე მხრიდან მილურსმწულია თხელი ფიცრები ნარანდით ან მეოთხედით. სივრცე ფიცრებს შორის იყვება თბო- და ზეერასაიზოლაციო მასალით (მინერალური ბამბით, ქაფპლასტი, ფიჭაპლასტი, წიბამბითა და სხვ.).

დაწებებული ფიცრული და წებოფანერის სამსახსრიანი კამერებისა და მოლუნულელემენტებიანი დაწებებული ჩარჩოების მონტაჟის დროს ძალის შუაში აყენებენ მოძრავ კოშკს, რომლის ზედა ბაქანზე ათავსებენ სხვადასხვა სამონტაჟო მოწყობილობას. ნახევარკამარას ან ნახევარჩარჩოს ასწევენ აშწის ისრით და ერთი ბოლოთი აყენებენ საყრდენზე, ხოლო კეხის კვანძს ათავსებენ კოშკზე, სადაც ამორებენ ქარგილებს. ამის შემდეგ ასწევენ კონსტრუქციის მეორე ნაწილს და კოშკის ზედა ბაქანზე ახდენენ კეხის კვანძის დამონტაჟებას, ერთდროულად ხდება საყრდენი კვანძის მონტაჟი და კონსტრუქციის სივრცითი დამაგრება.

სწორხაზოვანელემენტებიანი დაწებებული ჩარჩოები საშენებლო მოედანზე მოაქვთ ასევე ცალკეული ნაწილების სახით. მონტაჟის დაწყებამდე ხდება მათი ნახევარჩარჩოდ აწყობა, რის შემდეგ მოძრავი კოშკის დახმარებით ჩარჩოს მონტაჟი სხვა განზღვენიანი კონსტრუქციების მონტაჟის ანალოგიურად ხორციელდება.

თავი 11. ხის კონსტრუქციების ექსპლუატაცია

11.1. ზოგადი ცნობები

ახალი მშენებლობის პარალელურად არსებული შენობა-ნაგებობების შენარჩუნებას ნორმალურ ფუნქციურ მდგომარეობაში დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს. სწორი ექსპლუატაცია უზრუნველყოფს კონსტრუქციების გამართულად მუშაობას არა მარტო ნორმატიულ პერიოდში, არამედ ხშირ შემთხვევაში, შენობის სამსახურის ვადის გაზრდასაც.

შენობის ვარგის მდგომარეობაში შენახვის პროცესების ერთობლიობას ტექნიკური ექსპლუატაცია ეწოდება, ხოლო შენობის გამოყენებას დანიშნულების შესაბამისად - ტექნოლოგიური ექსპლუატაცია. შემდგომში საუბარი გვექნება მხოლოდ ტექნიკურ ექსპლუატაციაზე, რომელსაც მარტივად ექსპლუატაციას უწოდებენ.

შენობის საჭირო საექსპლუატაციო თვისებების გათვალისწინება საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებში მთავარი ამოცანაა, ხოლო მისი შენარჩუნება გარკვეული დროის განმავლობაში - ტექნიკური ექსპლუატაციისა და საექსპლუატაციო სამსახურის ძირითადი მოვალეობა.

კაპიტალურობის მიხედვით საცხოვრებელი სახლები იყოფა ექვს ჯგუფად, ხოლო საზოგადოებრივი - ცხრა. კლასიფიკაცია გაკეთებულია შენობების დაყოფის საფუძველზე კედლებისა და გადახურვების მასალის მიხედვით. მათემატიკურ-სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით თითოეული ჯგუფისათვის დადგენილია სამსახურის ნორმატიული გასაშუალებული ვადები იმის გათვალისწინებით, რომ შენობის ექსპლუატაციის პერიოდში თავის დროზე ჩატარდეს პროფილაქტიკური მიმდინარე რემონტი.

შენობების, ნაგებობებისა და მათი კონსტრუქციების ექსპლუატაციის ძირითადი სახეობებია:

- ტექნიკური მომსახურება - საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსი, რომელიც უზრუნველყოფს შენობის ვარგის მდგომარეობაში შენარჩუნებას გარკვეული დროის განმავლობაში. მასში შედის: დეფექტების დიაგნოსტიკა, ექსპლუატაციისათვის საჭირო პირობებზე დაკვირვება, მერქნის დაცვა ბიომავნებლებისაგან და სხვ;

- რემონტი - სამუშაოები, რომელთა საშუალებით ხდება შენობის, ნაგებობის, კონსტრუქციის დაკარგული თვისებების აღდგენა საპროექტო დონემდე. მისი ნაირსახეობათა მიმდინარე, კაპიტალური და კომპლექსური რემონტი;

- გადაიარაღება - სარემონტო სამუშაოების მიმდინარეობა ნაგებობის საექსპლუატაციო თვისებების გასაუმჯობესებლად და ცვეთის შედეგების აღსაკვეთად;

- რეკონსტრუქცია - კაპიტალური მშენებლობის სახეობა, რომელიც დაკავშირებულია ნაგებობის ფუნქციური, კონსტრუქციული და ესთეტიკური თვისებების გაუმჯობესებასთან. ის ხორციელდება საჭიროებისამებრ ექსპლუატაციის ნებისმიერ პერიოდში. ის მოიცავს სარემონტო სამუშაოებსაც და ახალი მშენებლობასაც. რეკონსტრუქციის შედეგად იცვლება შენობის მოცულობით-დაგეგმარებითი და კონსტრუქციული გადაწყვეტა;

- მოდერნიზაცია - ხის შენობების კაპიტალური რემონტის ნაირსახეობა, რომლის

ძირითადი დანიშნულებაა შენობის ცვეთის შეჩერება. ცვეთის მიზეზი შეიძლება იყოს დაგეგმარების შეუსაბამობა თანამედროვე ნორმატიულ მოთხოვნებთან.

11.2. ტექნიკური ექსპლუატაციის ამოცანები

შენობის ტექნიკური ექსპლუატაციის ძირითადი ამოცანაა მისი შენახვის უზრუნველყოფა რემონტსა და მომსახურებაზე მინიმალური დანახარჯებით. ამიტომ შენობის სწორი ექსპლუატაციის საფუძვლად ითვლება მთლიანად შენობისა და მისი ცალკეული კონსტრუქციების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასება.

კონტროლის სისტემა ითვალისწინებს შეფასების მეთოდების შექმნას, ისეთი ხელსაწყოებისა და მოწყობილობების გამოყენებას, რომელიც უზრუნველყოფს ტექნიკური მდგომარეობის პარამეტრების განსაზღვრას და მათ შესაბამისობას ნორმატიულ მახასიათებლებთან.

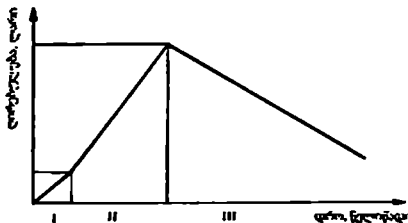
შენობებისა და ნაგებობების ტექნიკური ექსპლუატაცია ეფუძნება მეცნიერულად დასაბუთებული გაანგარიშებისა და კვლევის, დიაგნოსტიკის სპეციალური თანამედროვე ხელსაწყოების, საკონტროლო პარამეტრების ნორმირებული მნიშვნელობებისა და ახალი ეფექტური მასალების გამოყენებას, აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მიმდინარე და კაპიტალური რემონტის სრულყოფილი სახეების დამუშავებას.

შენობა და ნაგებობა ხანგრძლივად გამოსაყენებელი პროდუქტია, ამიტომ მისი ხარისხი ფორმირდება სასიცოცხლო ციკლის ისეთ ძირითად ეტაპზე, როგორცაა:

I. დაპროექტება, რომლის პროცესში ჩამოყალიბდება შენობის ღირებულება;

II. მშენებლობა, რომლის დამთავრების შემდეგ შენობა იძენს სამომხმარებლო ღირებულებას;

III. ექსპლუატაცია, რომლის დროს ასაკის გაზრდასთან ერთად შენობის ღირებულება ეცემა (ნახ.11.1).



ნახ. 11.1. შენობის ღირებულების ცვალებადობა სასიცოცხლო ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე.

ტექნიკურ ექსპლუატაციაში იგულისხმება ობიექტის სასიცოცხლო ციკლის სტადია, რომელზეც ხდება მისი ხარისხის რეალიზაცია, შენარჩუნება და აღდგენა.

სასიცოცხლო ციკლის ნებისმიერ სტადიაში სხვადასხვა ფაქტორის გაუთვალისწინებლობა საბოლოო ჯამში გამოიწვევს მისი ხარისხის გაუარესებას, რადგან არსებობს უშუალო კავშირი დაპროექტებას, მშენებლობასა და ექსპლუატაციას შორის.

საპროექტო და კონსტრუქციული გადაწყვეტები უნდა იყოს საიმედო და მიზანმიმართული ექსპლუატაციისას. მასალის არასწორი შერჩევა (მაგ., ლითონი ან

რკინაბეტონი მერქნის ნაცვლად), აგრეთვე მოძველებული მოცულობით-დაგეგმარებითი გადაწყვეტა იწვევს დამატებით ხარჯებს ექსპლუატაციის პერიოდში გაუთვალისწინებელი სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისა და სათავსების გადაგეგმარების გამო.

შენობის ექსპლუატაციის პროცესში დანახარჯების სიდიდეზე გავლენას ახდენს მისი ხარისხი. უხარისხო მასალის გამოყენება და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები დროთა განმავლობაში ზრდის სარემონტო სამუშაოების ღირებულებას.

შენობის ტექნიკური ექსპლუატაციის დონე და ხარისხი გავლენას ახდენს მის ცვეთაზე და, შესაბამისად, ახალი მშენებლობის წლიურ მოცულობაზე. რაც ნაკლებია ტექნიკური ექსპლუატაციის დონე, მით მეტია შენობები, რომლებიც განიცდიდა უდროო ცვეთას. ამიტომ იძულებული ვხდებით, გავიღოთ დამატებითი ხარჯები არსებული შენობების აღდგენას ან ახლის მშენებლობაზე.

რადგან სასიცოცხლო ციკლის ყველა ეტაპზე ექსპლუატაციის პროცესი ყველაზე ხანგრძლივია, ამიტომ, ბუნებრივია, თუ განვიხილავთ ექსპლუატაციის თავისებურებებს, შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი:

- ექსპლუატაციის პროცესები ზემოქმედებს შენობაზე ყველაზე ხანგრძლივად, ამიტომ ის გადაწყვეტ როლს ასრულებს მის ხარისხში;
- ექსპლუატაციის პროცესში აღმოიფხვრება ის ნაკლოვანებები, რომლებიც დაშვებულ იქნა დაპროექტებისა და მშენებლობისას (სხვა საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციების დახმარებით);
- საექსპლუატაციო ღონისძიებების ორგანიზების ხარისხი გავლენას ახდენს მოსახლეობის ცხოვრების კომფორტზე.

შენობა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სისტემა, რომლის ყველა ელემენტს აქვს ექსპლუატაციის თავისი ვადა. შემთხვევითი ფაქტორების გავლენას კი მივყავართ იქამდე, რომ კონსტრუქციული ელემენტების ექსპლუატაციის ვადა შემთხვევით სიდიდეა. ამის გამო სხვადასხვა ექსტრემალური სიტუაციების გათვალისწინებით, ტექნიკური ექსპლუატაციის პროცესს აქვს შემთხვევითი ხასიათი. სწორედ ამის შედეგია ის, რომ ტექნიკური ექსპლუატაციის ამოცანების გადაწყვეტისას საჭირო ხდება მიემართოთ მათემატიკური ალბათობის თეორიას.

11.3. შენობის ელემენტების საიმედოობა

11.3.1. ძირითადი განსაზღვრებანი

შენობის თვისებას, შეინარჩუნოს მასში ჩადებული პარამეტრები გარკვეულ ზღვრებში, შენობის საიმედოობა ეწოდება. იგი ფასდება მოცემული ექსპლუატაციის საჭირო პარამეტრების შენარჩუნების ალბათობით ნორმატიული დროის განმავლობაში.

შენობის საიმედოობის უზრუნველყოფა ხდება მშენებლობის პროცესში მაღალხარისხოვანი სამშენებლო მასალების გამოყენებითა და ტექნოლოგიური პროცესების სრული დაცვით, ხოლო ექსპლუატაციის პროცესში ის მცირდება შენობის ცვეთისა და სამსახურის ვადის ზრდის პროპორციულად, აგრეთვე ატმოსფერული ზემოქმედების შედეგად, ამიტომ დროთა განმავლობაში შენობის საჭირო საიმედოობის

შესანარჩუნებლად საჭიროა მოხდეს ავარიული ელემენტების დროული აღდგენა, შესუსტებული ელემენტების შეცვლა ან გაძლიერება და სხვ. სწორედ საექსპლოატაციო სამსახურია ვალდებული, შეიმუშაოს და განახორციელოს სამუშაოები, რომელიც უზრუნველყოფს პროექტით გათვალისწინებული საჭირო პარამეტრების შენარჩუნებას შენობის მთელი სამსახურის განმავლობაში.

შენობის საიმედოობა ფასდება სამი ძირითადი მახასიათებლით: შეუფერხებელი მუშაობის ალბათობით (ვარგისობით), ხანგამძლეობითა და სარემონტოდ ვარგისობით. მიუხედავად იმისა, რომ საიმედოობის გაზომვა შეუძლებელია, მისი რაოდენობრივი მახასიათებლები მაინც იძლევა საშუალებას, სხვადასხვა ტიპის შენობა-ნაგებობების შედარებისას შეფასდეს საიმედოობა რიცხვითი გამოსახულებით და დაისახოს მისი გაზრდის გზები. გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ შეუფერხებელი მუშაობის ხანგრძლივობის მიხედვით ერთნაირი პროექტით აშენებული ორი შენობა 1.5-2-ჯერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

ზოგადად საიმედოობა ობიექტის თვისებაა ექსპლუატაციის განსაზღვრულ პირობებში შეასრულოს საჭირო ფუნქციები და ერთდროულად დროში შეინარჩუნოს დადგენილი საექსპლოატაციო მაჩვენებლები. კონკრეტულად კი საიმედოობა კონსტრუქციის (ნაგებობის) აუცილებელი თვისებების შენარჩუნების ზომა და სხვადასხვა ტიპის შემთხვევითი ფაქტორებისადმი წინააღმდეგობის უნარია, რომლებიც პრაქტიკულად არღვევენ ამ თვისებებს. ანუ საიმედოობა დაკავშირებულია ობიექტის მუშაობის მახასიათებელ შემთხვევით ბუნებრივ სიდიდესთან და რაოდენობრივად აღიწერება ალბათობის თეორიის გამოყენებით.

თეორიულად აბსოლუტური საიმედოობა, რომელიც რიცხობრივად ერთის ტოლია, არ არსებობს იმ უზრალო მიზეზის გამო, რომ ყოველთვის არსებობს მცირე ალბათობა იმისა, კონსტრუქციამ დაკარგოს საექსპლოატაციო თვისებები. პრაქტიკულად სრული საიმედოობის მიღწევა შესაძლებელია დიდი ფინანსური დანახარჯებით, რაც კომერციული თვალსაზრისით მისაღები არაა. უმჯობესია შევქმნათ ისეთი საიმედოობა, რომელიც ახლოსაა ერთთან და შესაბამისად ფინანსური დანახარჯებიც გაცილებით ნაკლები იქნება.

ამრიგად, საიმედოობაზე გაანგარიშების ამოცანა მოცემულ პირობებში კონსტრუქციის წყობიდან გამოსვლის ალბათობის განსაზღვრა ან ეკონომიკური თვალსაზრისით მოიძებნოს კონსტრუქციის საიმედო საჭირო ზომები, დასაშვები დატვირთვები და ექსპლუატაციის ოპტიმალური დრო.

საშენებლო კონსტრუქციების საიმედოობის თეორიის სპეციფიკა ითვალისწინებს ნაგებობაზე დატვირთვებისა და ზემოქმედებების შემთხვევით თვისებებს, აგრეთვე სისტემაზე შემთხვევითი დატვირთვებისა და მასალის შემთხვევითი სიმტკიცის მახასიათებლების ერთობლივ ზემოქმედებას.

გასული საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში საბჭოთა კავშირში ნ. სტრელეცკიმ და მისმა სკოლამ პრაქტიკაში დანერგეს საშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშების ახალი - ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი, რომელიც მანამდე არსებულ დასაშვებ ძაბვათა მეთოდისაგან იმით განსხვავდებოდა, რომ ერთიანი მარაგის კოეფიციენტი დაყოფილ იქნა სამ ჯგუფად: ერთგვაროვნების კოეფიციენტად, რომელიც ითვალისწინებდა სიმტკიცის მახასიათებლების შესაძლო გადახრებს; გადატვირთვის კოეფიციენტად, რომელიც ითვალისწინებდა დატვირთვების შემთხვევით შესაძლო გაზრდას და მუშაობის

პირობების კოეფიციენტად. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი პროგრესული იყო იმის გამო, რომ საშუალებას იძლეოდა, განცალკევებულად შეგვეფასებინა მასალის სიმტკიცისა და დატვირთვის გაკლების შემთხვევითი ხასიათი, ამასთან ჰქონდა უარყოფითი მხარეც, რაც გამოწვეული იყო იმით, რომ ერთგვაროვნებისა და გადატვირთვის კოეფიციენტები თითოეული საანგარიშო ფაქტორისათვის განისაზღვრებოდა სხვა ფაქტორების ცვლილებისაგან დამოუკიდებლად, რაც, თავის მხრივ, იწვევდა საიმედოობის ხელოვნურად ამაღლებას, ანუ გაანგარიშების არაეკონომიურობას შემთხვევითი ფაქტორების დიდი რიგებისას.

ამჟამად კონსტრუქციების გაანგარიშების ზღვრული მდგომარეობის მეთოდი წარმატებით გამოიყენება მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში, მათ შორის საქართველოშიც.

შენიშვნისა და ნაგებობების საიმედოობის თეორიაში დატვირთვების საკითხი შესწავლილია ნაკლებად, ვიდრე სიმტკიცისა. კვლევის დიდი ნაწილი მიძღვნილია ატმოსფერული დატვირთვებისა და გარე ჰაერის ტემპერატურული ზემოქმედებისადმი, რაზეც არსებობს მეტეოროლოგიური საშახურების მიერ დაგროვილი დიდი ფაქტობრივი მასალა. დღეისათვის ქარის დატვირთვა განიხილება, როგორც დროისა და სივრცითი კოორდინატების შემთხვევითი ფუნქცია, რომელიც იწვევს კონსტრუქციაზე ქარის რთულ ზემოქმედებას, ხოლო თოვლის დატვირთვა განიხილება, როგორც შემთხვევითი თანმიმდევრული არასტაციონარული ერთი წლის განმავლობაში და სტაციონარული, თუ განვიხილავთ თოვლის დატვირთვას წლიური მაქსიმუმების საშუალო მნიშვნელობას მრავალი წლის განმავლობაში, დამუშავებულს მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებით.

უმეტეს შემთხვევაში სასარგებლო დატვირთვებსაც აქვს შემთხვევითი ხასიათი, თუმცა ამ კანონზომიერების დაჭერა საკმაოდ რთულია.

მნიშვნელოვანია დროში მუდმივი და შემთხვევითი ცვლადი დატვირთვების შეთანწყობის საკითხის დამუშავება. დღეისათვის კონსტრუქციების გაანგარიშების პრაქტიკაში დატვირთვების შეთანწყობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები პირობითია და არასაკმარისადაა დასაბუთებული.

შენიშვნისა და კონსტრუქციების საიმედოობის თეორიული და პრაქტიკული საკითხების დამუშევამ დიდი წვლილი მიუძღვით ისეთ მეცნიერებს, როგორებიც არიან: ნ. სტრელევი, ი. გოლდენზლატი, ვ. კელდში. ა. გვოზდევი, ვ. ლიატხე, ვ. ბალდინი, ა. პოპოვი, მ. კოსტიუკოვსკი, ბ. ბელიაევი, ვ. ბოლოტინი, ა. რჟანიცინი, ს. ტიმაშევი, ბ. სნარსკი, ა. დარიინგი, ი. სუხოვი, ა. ვოლმირი, ი. ვოროვიჩი, ბ. მაკაროვი, ვ. ლომაკინი, დ. სობოლევი, ნ. ლეონტიევი, ა. პშენიჩკინი, კ. ტალი, რ. ლევი, ა. ფრეიდენტალი, ე. ბასლერი, ა. დავენპორტი, ტ. კამანი, მ. მაიერი, ჟ. მურზეცკი, ვ. ვეიბული, ვ. ვერბიცი და სხვ.

საქართველოში კონსტრუქციების საიმედოობის შესწავლას შედარებით მოკრძალებული ხასიათი ჰქონდა, თუმცა შეიძლება ზოგიერთი ქართველი მეცნიერის დასახელება, რომლებმაც ამ დარგს თავისი კვალი დააჩნიეს, ესენია: ა. კაკუშაძე, გ. ქარიცაძე, შ. ნაფეტვარიძე, რ. ბანცური, რ. ცხვედაძე, ლ. მახვილაძე, ც. მირცხულავა, დ. ნამგალაძე, გ. ყიფიანი, ა. ჯვარშიევილი, ი. მშენიერაძე, მ. ყალაბეგიშვილი, ბ. სურგულაძე, დ. ტაბატაძე და სხვ.

ექსპლუატაციის პროცესში იქმნება ისეთი სიტუაციები, როდესაც კონსტრუქციული ელემენტი ვეღარ ასრულებს თავის ფუნქციას ან მისი საექსპლუატაციო მაჩვენებლები არ

შესაბამება ნორმატიულ მნიშვნელობებს. ამ შემთხვევაში დღის წესრიგი დგება რემონტის ან საექსპლოატაციო ვადის დამთავრების საკითხი.

მთლიანი შენობის ექსპლუატაციის დასრულება განისაზღვრება ზღვრული მდგომარეობით, რომლის დროსაც ექსპლუატაცია ჩერდება უსაფრთხოების მოთხოვნათა გამო. ექსპლუატაციის შეწყვეტას განაპირობებს ის, რომ ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტების ტექნიკური მახასიათებლების აღდგენა შეუძლებელია ან აღდგენა (რემონტი) მიუღებელია ეკონომიკური თვალსაზრისით.

შენობის ან მისი ცალკეული ელემენტების მდგომარეობის შეფასება ეფუძნება საიმედოობის თეორიას, რომელიც საშუალებას იძლევა, დავამუშავოთ ელემენტის მდგომარეობის კონტროლის ოპტიმალური სისტემა, განესაზღვროთ ტექნიკური მდგომარეობა, დავამუშავოთ საექსპლოატაციო ღონისძიებების ეფექტური სტრატეგია.

საიმედოობა შენობის სხვადასხვა ელემენტის საერთო განმსაზღვრელი თვისებაა. საკუთრივ ის არ ახასიათებს შენობის მაღალ ხარისხს, მაგრამ ემსახურება თვისებას, რომელიც განსაზღვრავს შენობის თითოეული ელემენტის ხარისხს.

საიმედოობის თვალსაზრისით შენობის ყველა ელემენტი იყოფა აღდგენით და არააღდგენით ელემენტად.

აღდგენითი ელემენტები შეიძლება აღდგეს (გარემონტებული, შეცვლილი) ექსპლუატაციის პერიოდში.

არააღდგენითი ელემენტები ისეთი ელემენტებია, რომლებიც ტექნიკური ან ეკონომიკური მოსაზრებით არ ექვემდებარება აღდგენას ექსპლუატაციის პერიოდში.

ხანგამძლეობა შეიძლება იყოს ფიზიკური და მორალური (ტექნოლოგიური). ფიზიკური ხანგამძლეობა დამოკიდებულია შენობის ცალკეული კონსტრუქციების ფიზიკურ-ტექნიკურ პარამეტრებზე, როგორცაა სიმტკიცე, სიხისტე, თბოიზოლაცია, ბერათიზოლაცია, ჰერმეტიკობა და სხვ., ხოლო მორალური დამოკიდებულია შენობის შესაბამისობაზე მის დანიშნულებასთან, ფუნქციურ ან ტექნოლოგიურ პროცესებთან. ბუნებრივია, რომ ყველაზე მაღალი ხანგამძლეობა აქვს საცხოვრებელ სახლებს, თუმცა ზოგჯერ ხდება მთელი საცხოვრებელი კვარტლებისა და მასივების რეკონსტრუქცია მხოლოდ იმიტომ, რომ ისინი აღარ აკმაყოფილებს კეთილმოწყობის თანამედროვე მოთხოვნებს. მორალური ხანგამძლეობის გაზრდისათვის საჭირო ხდება დიდი კაპიტალური დაზანდებების გამოყოფა, რაც კომერციული თვალსაზრისით ყოველთვის არ არის მისაღები. ხშირად უმჯობესია ავაშენოთ ახალი, ვიდრე ჩავატაროთ დაძველებული ნაგებობის კაპიტალური რემონტი ან რეკონსტრუქცია.

შენობის ხანგამძლეობის რაოდენობრივი მახასიათებელი ფასდება საიმედოობის განმსაზღვრელი პარამეტრების დონით. თუ საიმედოობის რომელიმე პარამეტრს აღვნიშნავთ K -ით, ხოლო მის საწყის მნიშვნელობას K_0 -ით, მაშინ

$$K = f(K_0, t), \quad (11.1)$$

სადაც t არის დრო წლებში.

რეალურ პირობებში კონსტრუქციების ხანგამძლეობა დაკავშირებულია დროში საექსპლოატაციო დატვირთვების თავისებურებასთან, ხოლო ელემენტების დაზნადება და ექსპლუატაცია უკავშირდება ფაქტორებს, რომელთა უმეტესობა შემთხვევითი ხასიათისაა. ყოველივე ეს კონსტრუქციების არსებობის სხვადასხვა ეტაპზე მოითხოვს ფარდობითი მეთოდების გამოყენებას, რომელიც ეყრდნობა სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებას მათემატიკური სტატისტიკის გამოყენებით.

შენიშნა შედგება n რაოდენობის ელემენტისაგან (იატაკი, პირაპირი, კოჭი, პანელი და ა.შ.), რომლებიც ერთმანეთს უერთდება მიმდევრობით ან პარალელურად.

მიმდევრობით შერათების დროს ერთი ელემენტის მტყუნება კი იწვევს მთელი შერათების წყობიდან გამოსვლას (მაგ., საკედლე სამფენიანი პანელი).

პარალელური შერათების წყობიდან გამოსვლას კი იწვევს ყველა ელემენტის მტყუნება.

საიმედოობა, როგორც ელემენტის თვისება, ხასიათდება ისეთი მაჩვენებლებით, როგორც: უმტყუნებლობა, ხანგამძლეობა, სარემონტოდ ვარგისობა, წესიერულობა, მუშაობის უნარი, ზღვრული მდგომარეობა, ავარიული მდგომარეობა, მტყუნება.

უმტყუნებლობა არის ელემენტის საიმედოობის ძირითადი თვისება ანუ ელემენტის უნარი, შეასრულოს თავისი ფუნქცია განსაზღვრული დროის განმავლობაში, ექსპლუატაციის საჭირო პირობებში იძულებითი რემონტის გარეშე.

ხანგამძლეობა - დრო, რომლის განმავლობაშიც შენარჩუნებულია საექსპლუატაციო თვისებები. ის განისაზღვრება კაპიტალური რემონტის დროს შეუცვლელი ელემენტების (სამირკველი, სვეტი, რიგელი, კედელი და ა.შ.) სამსახურის ვადით. რეალურ პირობებში ხანგამძლეობა უკავშირდება დროში საექსპლუატაციო დატვირთვების შემთხვევით ერთობლიობას და მასალების სიმტკიცის მახასიათებლების მნიშვნელოვან გაზრდას. სიმტკიცის მნიშვნელობა იზრდება მყიფე მასალებისათვის და დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არა მარტო სტრუქტურულ არაერთგვაროვნებას, არამედ მიკრობზარების, სივარეულების, მანკების, დეფექტების არსებობას.

სარემონტოდ ვარგისობა - ელემენტის მზაობა (თვისება) რემონტის ან ტექნიკური მომსახურების მიმართ ანუ აღიდგინოს წესიერულობა და მუშაობის უნარი.

წესიერულობა - ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის კატეგორიაა, რომლის დროსაც ელემენტი სრულად პასუხობს ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მოთხოვნებს და მზად არის ექსპლუატაციისათვის.

მუშაობის უნარი - ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის კატეგორიაა, რომლის დროსაც ელემენტი მზადაა, მოცემულ მომენტში შეასრულოს თავისი ფუნქცია და შეინარჩუნოს ის დროის გარკვეულ შუალედში.

ზღვრული მდგომარეობა - ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის კატეგორიაა, რომელსაც ახასიათებს მზიდუნარიანობისა და საექსპლუატაციო მახასიათებლების კლება, რაც განაპირობებს ელემენტის შემდგომი ექსპლუატაციის შესაძლებლობას უსაფრთხოების მოთხოვნის გამო.

ავარიული მდგომარეობა - ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობის კატეგორიაა, რომელიც ხასიათდება დაზიანებებითა და დეფორმაციებით. ამ დროს ამოწურულია მზიდუნარიანობა და მოსალოდნელია ელემენტის რღვევა.

ხის კონსტრუქციების ავარიების ძირითადი მიზეზებია:

- საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების შეცდომები;
- დაპროექტების შეცდომები;
- მშენებლობისა და მონტაჟის შეცდომები;
- შეცდომები ექსპლუატაციის პროცესში;
- საშენი მასალების დაბალი ხარისხი;
- მოქმედ ნორმატიული დოკუმენტებში არსებული ხარვეზები;
- ნორმატიულზე დიდი დატვირთვების ზემოქმედება;
- ექსპლუატაციის პროცესში მასალის მექანიკური მახასიათებლების დაცემა.

საინჟინრო-გეოლოგიური მივების შეცდომები დაკავშირებულია ამ სამუშაოების ზერელედ შესრულებასთან, რომლის შედეგაა გრუნტის კონკრეტული პარამეტრების არასწორი მიწოდება დამპროექტებლებისათვის.

დაპროექტების შეცდომები მრავალგვარია. მათი უმრავლესობა დაკავშირებულია კონსტრუქციის სტატიკურ და დინამიკურ გაანგარიშებასთან. ეს ხეიძლება იყოს: არასწორი გეოლოგიური მონაცემები; დატვირთვებისა და ზემოქმედების არასწორი გამოთვლა; არაადეკვატური საანგარიშო მოდელები; შეცდომები მათემატიკურ გამოთვლებში; მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების გამოუყენებლობა; საანგარიშო წინაღობებისა და ზღვრული დეფორმაციების არასწორი დანიშვნა და სხვ.

გაანგარიშების მეთოდების თანამედროვე მდგომარეობა და პროგრამული უზრუნველყოფა საშუალებას იძლევა, მნიშვნელოვნად ამაღლდეს სამშენებლო ობიექტის საიმედოობა იმ შემთხვევაში, თუ დამპროექტებელი დაეყრდნობა მოქმედ ნორმატიულ დოკუმენტაციას. ახალი კონსტრუქციის დაპროექტებისას საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს გაანგარიშებას და მის შემოწმებას.

გარდა ნორმატიული დოკუმენტების, გაანგარიშებებისა და დაპროექტების ტრადიციისა, კონსტრუქციის რაციონალური გადაწყვეტის არჩევისას. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საინჟინრო ინტუიციას. ავარიების დიდი ნაწილი იმის შედეგად არის, რომ დამპროექტებელი ხშირად დაუსაბუთებლად ესწრაფვის მასალის ეკონომიას.

მშენებლობის შეცდომები მრავალგვარია. ის შეიძლება გამოიწვიოს: საინჟინრო-ტექნიკური პერსონალის ან ხელოსნების დაბალმა კვალიფიკაციამ; მშენებლობის ორგანიზაციის პროექტის არარსებობამ ან მისმა ფორმალურობამ; მშენებლობის მიმდინარეობის ზედამხედველობის სამსახურის უუნარობამ; ობიექტის მიმღები კომისიის (ექსპერტის) ფორმალურობამ და, რაც ყველაზე მიუღებელია, უხარისხო საშენი მასალების გამოყენებამ.

შეცდომები ექსპლუატაციის პროცესში ძირითადად გამოწვეულია ობიექტის მომსახურე პერსონალის არაკომპეტენტურობით, აგრეთვე პროექტში ტექნიკური ექსპლუატაციის განყოფილების არარსებობით.

დაბალი ხარისხის მასალის გამოყენება შენობა-ნაგებობებსა და კონსტრუქციებში იწვევს მწყობრიდან მათ ნაადრევ გამოსვლას. დადგენილია, რომ ავარიების დაახლოებით 50% გამოწვეულია დაბალი ხარისხის მერქნის გამოყენებით. კერძოდ, ასეთ შედეგს იძლევა II და III ხარისხის მერქნის გამოყენება ლენვაზე მომუშავე ელემენტების გაჭიმულ უბნებში, მზიდ კონსტრუქციებში მანკიანი ფიგურების და ძელების გამოყენება და სხვ.

არის შემთხვევები, როცა ავარიის მიზეზი მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტების არასრულყოფილებაა. სამშენებლო ნორმები და წესები, ინსტრუქციები, რეკომენდაციები, სტანდარტები მოითხოვს მუდმივ დახვეწასა და განახლებას დაპროექტებისა და მშენებლობის მეთოდების განვითარების პარალელურად. ბოლო წლებში შეინიშნება სხვადასხვა ქვეყნის სამშენებლო ნორმების დაახლოების ტენდენცია, რის გამოც საჭირო ხდება მეტი პუბლიკაციები და კომენტარები გაკეთდეს საერთაშორისო პრესასა და ინტერნეტსივრცეში.

ნორმატიულზე მეტი სიდიდის გაუთვალისწინებელი დატვირთვების ზემოქმედება გამოწვეულია სხვადასხვა ფაქტორით: ბუნების ჭირვეულობით, შეცდომებით დაპროექტებასა და გაანგარიშებებში, შენობის სიძველე, საძირკვლების არათანაბარი ჯდენა და სხვ. ზოგიერთი კონსტრუქციის ფაქტობრივი მზიდუნარიანობა შეიძლება

ნაკლები იყოს საპროექტო დატვირთვებით გამოწვეულ ძაღვებზე, მაგრამ ასეთი კონსტრუქცია ექსპლუატაციაში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ანუ მანამდე, ვიდრე რეალური მოქმედი დატვირთვა არ მიაღწევს საპროექტო სიდიდეს. გაუთვალისწინებელი დატვირთვები მნიშვნელოვნად ზრდის კონსტრუქციათა ავარიების ალბათობას.

მტყუნება ელემენტის შიდადუნარაინობის სრული ან ნაწილობრივი დაკარგვაა. მისი დადგომის ალბათობა დამოკიდებულია გარე და შიგა ფაქტორებზე: მასალის ხარისხზე, სამშენებლო ელემენტის დამზადებისა და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხზე, გარემომცველი ფაქტორებზე, საექსპლუატაციო ღონისძიებების დონეზე და სხვ.

მტყუნებათა კლასიფიკაციისას ითვალისწინებენ:

- საექსპლუატაციო პარამეტრების თანდათანობით (დაძველება, ცვეთა) ან მოულოდნელ ნახტომისმაგვარ ცვლილებებს;
- მტყუნების შემდეგ ელემენტის სრულად ან ნაწილობრივად გამოყენების შესაძლებლობას;
- ცალკეული ელემენტების ან ნაწილების ერთმანეთთან მტყუნების კავშირებს;
- მტყუნების ხილულ ან დაფარულ ნიშნებს;
- კონსტრუქციული, საწარმოო ან საექსპლუატაციო მტყუნების ნიშნების გაჩენას.

მტყუნების ყველაზე დიდი პროცენტი მოდის ახლად აშენებულ და ძველ შენობებზე, ხოლო ყველაზე სტაბილურია ნორმალური ექსპლუატაციის პერიოდი.

შენებლობის დამთავრების პერიოდში მტყუნებების გამოვლენა გამოწვეულია კონსტრუქციებისა და მონტაჟის ნაკლოვანებებით. მათი აღმოფხვრა ევალება მშენებელ ორგანიზაციას.

ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში მტყუნებების ინტენსიურობა პრაქტიკულად მუდმივია. საიმედოობაზე ძირითად ზეგავლენას ახდენს მოულოდნელი მტყუნებები, რომლის მიზეზია გაუთვალისწინებელი მექანიკური ზემოქმედება და საექსპლუატაციო გარემოს შეცვლილი ფაქტორები, აგრეთვე საექსპლუატაციო პარამეტრების ცვლილებები.

11.3.2. ელემენტების საიმედოობის გაზრდის მეთოდები

თანამედროვე შენობა დიდი რაოდენობის რთული კონსტრუქციებისა და საინჟინრო სისტემების ერთობლიობაა. ნებისმიერი ელემენტის მტყუნება იწვევს მთელი სისტემის ან მისი ნაწილის მუშაობის პარალიზებას. შენობის საიმედოობა შეიძლება უზრუნველყოთ ტექნიკური ან ორგანიზაციული ხასიათის გადაწყვეტებით, რომელიც მიმართული იქნება სისტემის უსაფრთხოების გაზრდისაკენ.

შენობის საიმედოობის ამაღლების ტექნიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება მტყუნებათა ლოკალიზაცია, ზონირება და დარეზერვება.

მტყუნებების ლოკალიზაცია ითვალისწინებს დაზიანებული ელემენტის გამორთვას საერთო სისტემიდან ისე, რომ ამ ელემენტმა გააგრძელოს ლოკალური ფუნქციონირება.

ზონირება ითვალისწინებს სისტემის დაყოფას ისეთ ზონებად, რომელთა მტყუნება არ იწვევს მთელი სისტემის გამოსვლას წყობიდან.

დარეზერვება ძირითადი ელემენტის დუბლირებული ელემენტის ჩართვა მუშაობაში ისე, რომ სისტემა აგრძელებს ფუნქციონირებას. დარეზერვებული ელემენტი შეიძლება იყოს მუდმივი და დროებითი. მუდმივის დროს სარეზერვო ელემენტი მუშაობს ძირითადთან პარალელურ რეჟიმში, ხოლო დროებითის მუშაობაში ჩართვა ხდება

მოსალოდნელი ავარიის წინა პერიოდში. ბუნებრივია, დარეზერვებას ჰქირდება დამატებითი ფინანსები, სამაგიეროდ ზრდის შენობის სისტემის საიმედოობას.

საიმედოობის ამაღლების საორგანიზაციო მეთოდები მიმართულია მტყუნებების თავიდან აცილებისა და შედეგების შემცირებისაკენ, რომელიც ეფუძნება მტყუნების შემცირების ალბათობას. ისმოიცავს წარმოების აუცილებელი სტანდარტების, საინჟინრო მოწყობილობების ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების, მიმდინარე და კაპიტალური რემონტისა და ექსპლუატაციაზე პასუხისმგებლობის დებულების დამუშავებას და სხვ.

რადგანაც შეუფერხებელი (უმტყუნებო) მუშაობის ალბათობა დროის ფუნქციაა, ამიტომ რაც მეტი ხნითაა ჩართული ელემენტი მუშაობაში, მით მეტია მტყუნების ალბათობა. გამაფრთხილებელი ღონისძიებების დროული ჩატარება (დათვალიერება, გამოკვლევა, რემონტი, ტექნიკური მომსახურება) ოპტიმალური ეკონომიკური თვალსაზრისით, უზრუნველყოფს ელემენტის უსაფრთხო მუშაობის ვადის გახანგრძლივებას. მეორეს მხრივ, მტყუნების ნიშნის გამოჩენისთანავე აუცილებელია მისი მინიმუზაცია, რაც მიიღწევა საექსპლუატაციო სამსახურის სწორი ორგანიზაციული მუშაობით.

11.3.3. ელემენტების ექსპლუატაციის ვადები

ხის კონსტრუქციების საიმედოობა როგორც წესი, განიხილება დროის მოცემულ ინტერვალში, რომელიც ელემენტის ექსპლუატაციის ვადა ან ხანგამძლეობაა.

ელემენტის ხანგამძლეობა შეიძლება შევაფასოთ მისი უსაფრთხო მუშაობის საშუალო დროით.

შენობის ელემენტის უსაფრთხო მუშაობის დრო უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდეა, რომელიც იღებს ნებისმიერ მნიშვნელობას, რადგან დამოკიდებულია ზოგ ფაქტორზე - მასალის დამზადებისა და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ხარისხზე, კონსტრუქციების მონტაჟზე, საექსპლუატაციო დატვირთვების ინტენსიურობაზე, გარემოს ფაქტორების ზემოქმედებაზე და სხვ.

ახალი კონსტრუქციების დაპროექტებისას მასალის ხანგამძლეობის პროგნოზი კეთდება ლაბორატორიული გამოცდების საფუძველზე ან უკვე არსებული ობიექტების ანალოგიურად. ამ დროს მხედველობაში მიიღება მხოლოდ ელემენტის ხანგამძლეობაზე მოქმედი ფაქტორები და განისაზღვრება ექსპლუატაციის ნორმატიული დრო.

ექსპლუატაციის ნორმატიული დრო არის ექსპლუატაციის რეკომენდებული დრო სარემონტო სამუშაოებამდე, რომელიც განისაზღვრება ლაბორატორიული გამოცდების შედეგების საფუძველზე შექმნილი ტექნიკური დოკუმენტაციით ან ანალოგიური კონსტრუქციის ექსპლუატაციის სტატისტიკური მონაცემებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ გაუთვალისწინებელი ფაქტორების ზემოქმედებამ შეიძლება მნიშვნელოვნად შეცვალოს ელემენტის ექსპლუატაციის პირობები, რის გამოც შენობის ერთნაირმა ელემენტებმა, რომელთაც აქვს ნორმატიული ექსპლუატაციის ერთნაირი ვადები, რეალურად სხვადასხვა დროით იფუნქციონიროს.

ექსპლუატაციის ფაქტობრივი დრო კონკრეტული კონსტრუქციის მზიდუნარიანობის დაკარგვამდე ექსპლუატაციის ვადაა.

ხანგამძლეობის განსაზღვრა ნატურალურ კონსტრუქციაზე დაკვირვებით ხშირად მიუღებელია, რადგან ექსპლუატაციის დრო საკმაოდ დიდია. ამიტომ კაპიტალური რემონტის ან რეკონსტრუქციის დოკუმენტაციის მომზადებისას საჭირო ხდება გავითვალისწინოთ ანალოგიური შენობის ექსპლუატაციის გამოცდილება.

ვადის ნორმალური განაწილების კანონის გამოყენებით ცალკეულ კონსტრუქციებში გამოვლენილი დეფექტებისა და მტყუნების სტატისტიკა შესაძლებლობას იძლევა, გავაკეთოთ საფუძვლიანი პროგნოზი ექსპლუატაციის ფაქტობრივ დროზე და მასზე დაყრდნობით განესაზღვროთ ექსპლუატაციის საშუალო დრო.

ექსპლუატაციის საშუალო დრო ერთი ტიპის კონსტრუქციის ექსპლუატაციის ვადაა, გამოთვლილი ექსპლუატაციის გარკვეულ პერიოდში ამ კონსტრუქციის მტყუნებების სტატისტიკური დამუშავების საფუძველზე.

ელემენტის ექსპლუატაციის ვადის კონკრეტული მნიშვნელობების გაზნევა უსასრულო არაა. შემთხვევითი სიდიდეების ნორმალური განაწილების კანონის შესაბამისად გადახრას საშუალო მნიშვნელობიდან მეტ ან ნაკლებ მხარეზე, აქვს თანაბარი ალბათობა.

ექსპლუატაციის პროცესში შენობის საიმედოობის აუცილებელი დონის უზრუნველსაყოფად საჭირო ხდება სარემონტო სამუშაოების ჩატარება, რაც მოითხოვს გარკვეულ მატერიალურ დანახარჯებს. ამავე დროს შენობის საწყისი ღირებულება მცირდება ცვეთის გამო. ამიტომ რემონტისათვის უმჯობესია ისეთი პერიოდის შერჩევა, როდესაც ელემენტს არა აქვს დაკარგული მზიდუნარიანობის რესურსი, რათა არ გაიზარდოს დანახარჯები მოულოდნელი და ცვეთის მტყუნების აღმოსაფხვრელად. აქედან გამომდის განსაზღვრება ელემენტის სამსახურის ვადის ოპტიმალურობის თაობაზე.

ექსპლუატაციის ოპტიმალური დრო ვადას, რომლის დროსაც ექსპლუატაციაზე კუთრი დანახარჯები იქნება მინიმალური.

თუ გავითვალისწინებთ ეკონომიკურ მაჩვენებლებს, არ უნდა დაგვაიწყდეს, რომ აუცილებელია შევინარჩუნოთ ელემენტის საიმედოობის საკმარისი დონე. რემონტებს შორის მტყუნების ინტენსიურობის შემცირების მიზნით ელემენტები უნდა გარემონტდეს იმ პერიოდში, რომელიც წინ უსწრებს მტყუნებების ალბათობის ზრდას.

11.4. ძირითადი საექსპლუატაციო ღონისძიებები

საცხოვრებელი ფონდის ტექნიკური ექსპლუატაციის ნორმები ითვალისწინებს შემდეგს:

1. საცხოვრებელი ფონდის მართვას, კერძოდ

ა - ექსპლუატაციის ორგანიზებას;

ბ - ურთიერთდამოკიდებულებას მომიჯნავე ორგანიზაციებთან და მომწოდებლებთან;

გ - ყველა სახის ურთიერთობას დამქირავებლებთან და არენდატორებთან;

2. ტექნიკურ მომსახურებას და საშენებლო კონსტრუქციებისა და შენობების საინჟინრო სისტემის რემონტს:

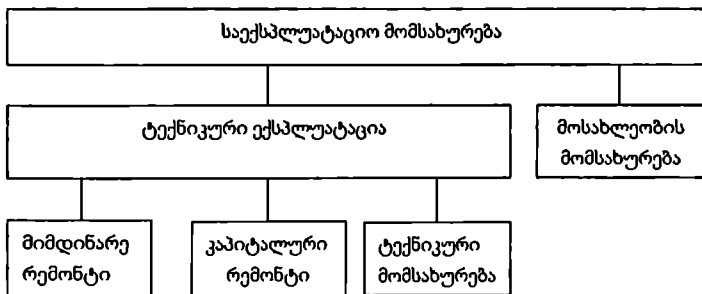
ა - ტექნიკური მომსახურებას (შენახვას) სადისპეტჩერო და საავარიო სამსახურის ჩათვლით;

- ბ - დათვალიერებას;
- გ - სეზონური ექსპლუატაციისათვის მზადებას;
- დ - მიმდინარე რემონტს;
- ე - კაპიტალური რემონტს.

3. სანიტარიულ მომსახურებას:

- ა - საერთო სარგებლობის ადგილების დასუფთავებას;
- ბ - სახლის მიმდებარე ტერიტორიის მოვლას;
- გ - მწვანე ნარგავების მოვლა-კატრონობას.

ტექნიკური ექსპლუატაციის ღონისძიებების კომპლექსი შეიძლება გავყოთ ორ დამოუკიდებელ ბლოკად: საკუთრივ ტექნიკური ექსპლუატაციად და მოსახლეობის მომსახურებად (ნახ.11.2).



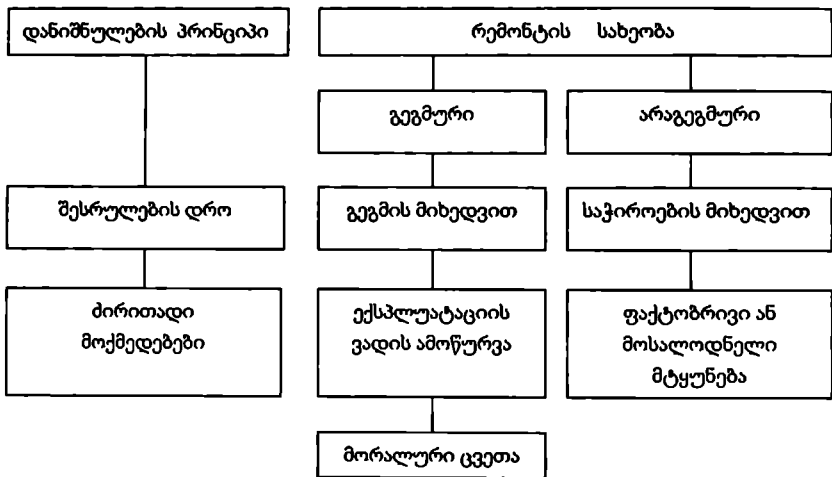
ნახ. 11.2. საექსპლუატაციო ღონისძიებების კომპლექსი.

შენიშვნისა და ტერიტორიის ტექნიკური ექსპლუატაცია ღონისძიებების კომპლექსია, რომელიც უზრუნველყოფს ელემენტების საექსპლუატაციო თვისებების შენარჩუნებას ექსპლუატაციის ნორმატიული ვადის მთელ პერიოდში და შენობის ეფექტურობასა და საიმედოობას.

11.4.1. შენობის კაპიტალური და მიმდინარე რემონტი

არსებობს გეგმური რემონტებისადმი ორი პრინციპული მიდგომა (ნახ. 11.3):

- რეგლამენტირებული (გეგმიური) რემონტი, რომელიც სრულდება ტექნიკური დოკუმენტაციის შესაბამისად ელემენტის ტექნიკური მდგომარეობისაგან დამოუკიდებლად;
- რემონტი ტექნიკური მდგომარეობის მიხედვით, რომელიც სრულდება პერიოდულად ტექნიკური დოკუმენტაციის შესაბამისად. მისი მიზანია ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი. მოცულობა და რემონტის დაწყება დამოკიდებულია ობიექტის ტექნიკურ მდგომარეობაზე.



ნახ. 11.3. რემონტების კლასიფიკაცია ვადებისა და მოქმედების საფუძვლების მიხედვით.

რეგლამენტირებული რემონტი მარტივია ორგანიზაციული და ეკონომიკური თვალსაზრისით, თუმცა შესრულებულ სამუშაოთა მოცულობა მეტია, ვიდრე ტექნიკური მდგომარეობის მიხედვით რემონტისას.

გეგმურ-მაფრთხილებელი რემონტის სისტემა არის ღონისძიებების კომპლექსი მიმდინარე და კაპიტალური რემონტის გარკვეული პერიოდულობით ჩასატარებლად. მისი მიზანია საექსპლუატაციო პარამეტრების შენარჩუნება შენობის ექსპლუატაციის ნორმატიული ვადის მთელ პერიოდში. ვადას განსაზღვრავს კაპიტალურობის უგუფი (ცხრ. 11.1).

ზოგადად ტექნიკური ექსპლუატაციის ღონისძიებები მოიცავს:

- გეგმურ კაპიტალურ რემონტს, რომელიც ითვალისწინებს შენობის ელემენტების საექსპლუატაციო მახასიათებლების აღდგენასა და მიმდებარე ტერიტორიის კეთილმოწყობას. შენობის სამსახურის ვადა გაცილებით მეტია, ვიდრე მისი ცალკეული ელემენტებისა, რომლებიც განიცდიან ცვეთას და თავდაპირველი საექსპლუატაციო მახასიათებლების დაკარგვას. ამიტომ, საექსპლუატაციო პერიოდში საჭირო ხდება მრავალჯერის მათი შეკეთება ან გამოცვლა. შესაბამისად, რემონტი დაკავშირებულია არა ბინაში არსებულ უწყისიერობასთან, არამედ კონსტრუქციული ელემენტების სამსახურის ვადასთან;

- გეგმურ მიმდინარე რემონტს, რომელიც ითვალისწინებს სამუშაოების ჩატარებას შენობის ელემენტების უდროოდ ცვეთის აღსაკვეთად. შესაბამისად, მიმდინარე და კაპიტალურ რემონტებს შორის განსხვავება ისაა, რომ მიმდინარე რემონტისას სრულდება ის სამუშაოები, რომელიც იცავს შენობის ელემენტებს გარემოს ზემოქმედებისაგან განსაზღვრული დროის ინტერვალში, ხოლო კაპიტალური რემონტი ლიკვიდაციას უკეთებს კონსტრუქციის ფიზიკურ და მორალურ ცვეთას მისი საექსპლუატაციო თვისებების აღდგენის გზით (ნახ. 11.4).

საცხოვრებელი სახლების კლასიფიკაცია კაპიტალურობის მიხედვით

ჯგუფი	შენობის ტიპი	კონსტრუქციების დახასიათება	სამსახურის ვადა, წელი
I	განსაკუთრებულად კაპიტალური	საძირკვლები ქვისა და ბეტონის; კედლები აგურის, მსხვილბლოკიანი და მსხვილპანელიანი; გადახურვები - რკინაბეტონისა.	150
II	ჩვეულებრივი	საძირკვლები ქვის და ბეტონის; კედლები აგურის და მსხვილბლოკიანი; რკინაბეტონის ან შერეული გადახურვები.	120
III	ქვის შემსუბუქებული	საძირკვლები ქვისა და ბეტონის; კედლები შემსუბუქებული აგურის, წიდაბლოკისა და ნიჟარების; გადახურვები ხის ან რკინაბეტონისა.	120
IV	ხის, შერეული, ნედლი (ხამი)	საძირკვლები ლენტური ყორე-ქვის; კედლები ხის, შერეული; გადახურვები - ხისა.	50
V	ასაწყობ-ფარისებრი, თიხატკეპნილი, თიხაბზისა და ფახვერკული	საძირკვლები ხის საფეხუროვანი ან ყორე-ქვის სვეტებზე; კედლები კარკასული, თიხატკეპნილი; გადახურვები - ხისა.	30
VI	კარკასულ-ლელქამიშური	საძირკვლები ხის საფეხუროვანი ან ყორე-ქვის სვეტებზე; კედლები კარკასული თიხატკეპნილი; გადახურვები - ხისა.	15

შენობის მიმდინარე რემონტი სამშენებლო და საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსია, რომელიც ემსახურება შენობის ელემენტების უწყვირობის აღდგენას და საექსპლუატაციო მაჩვენებლების ნორმალური დონის შენარჩუნებას.

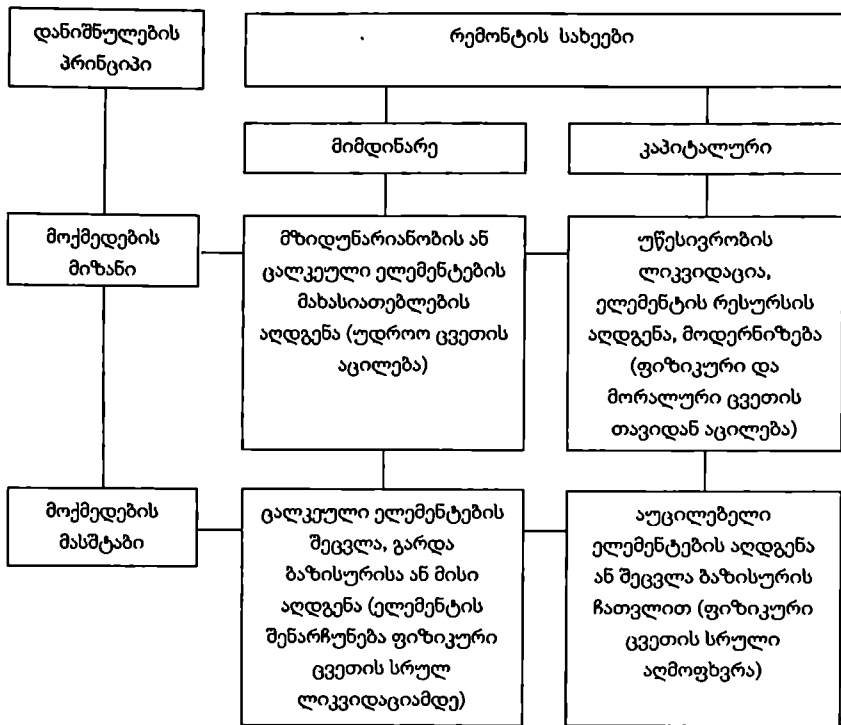
დროულად ჩატარებული გეგმური რემონტი უზრუნველყოფს შენობისა და მისი კონსტრუქციების ნორმალურ მუშაობას, მაგრამ უწყვირობებს აქვს ალბათური ხასიათი, ამიტომ გამორიცხული არ არის გაუთვალისწინებელი უწყვირობები, რომელთა აღმოფხვრა ხდება გაუთვალისწინებელი რემონტის დროს;

- ამორჩევით კაპიტალურ რემონტს, რომელიც ითვალისწინებს ზოგიერთ სასწრაფო და აუცილებელი სამუშაოს ჩატარებას, რომელიც ვერ დაელოდება მიმდინარე ან კაპიტალურ რემონტს;

- ავარიულ რემონტს, რომელიც ტარდება მოულოდნელი ავარიის შედეგების სალიკვიდაციოდ (მეწყერი, ხანძარი, აფეთქება, ქარიშხალი, წყალდიდობა და სხვ.).

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი რემონტის სახეებისა, პრაქტიკაში არსებობს ტერმინი - შენობის რეკონსტრუქცია, რომელიც სამშენებლო სამუშაოებისა და საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებების კომპლექსია, დაკავშირებული ძირითად ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებთან (დატვირთვა; შენობის სათავსების სამშენებლო მოცულობებისა და საერთო ფართობის დაგეგმარება; საინჟინრო მოწყობილობები), რომლის მიზანია ექსპლუატაციის პირობების შეცვლა, ფიზიკური და მორალური ცვეთის

შედეგად დანახარჯების მაქსიმალურად შემცირება, შენობის ექსპლუატაციის ახალი მიზნების მიღწევის უზრუნველყოფა.



ნახ. 11.4. რემონტების კლასიფიკაცია მიზნისა და მოქმედების მასშტაბის მიხედვით.

11.4.2. ტექნიკური მომსახურება

ექსპლუატაციის პერიოდში აუცილებელია ისეთი სამუშაოების შესრულება, რომელიც უზრუნველყოფს პროექტით გათვალისწინებული შენობის ელემენტების უსაფრთხო ფუნქციონირებას. ამ პირობის შეუსრულებლობას, როგორც წესი, მივყავართ ელემენტების გაძლიერებულ ცვეთამდე და კონსტრუქციების ავარიამდე. მაგ., სხვენში ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმის დარღვევა იწვევს სახურავის ლითონის ელემენტების კოროზიას. შენობის ელემენტების მუშაობის კონტროლისა და ტექნიკური მდგომარეობის აღრიცხვის, ნორმალური ფუნქციონირებისათვის საჭირო პირობების შექმნის, საინჟინრო სისტემების გამართვის, რეგულირების და უსაფრთხოების მიზნით სამუშაოები შედის ობიექტის ტექნიკურ მომსახურებაში.

ტექნიკური მომსახურება (ტმ)არის ოპერაციათა კომპლექსი ელემენტის უსაფრთხო მუშაობისათვის, რათა ის მინიმალური ეკონომიკური დანახარჯებით იქნეს გამოყენებული დანიშნულებისამებრ.

პრინციპული განსხვავება ტმ-სა და რემონტს შორის შემდეგია:

- მოქმედების მიზნის მიხედვით: ტმ უზრუნველყოფს ელემენტის მუშაობის უნარის შენარჩუნებას, რემონტი კი მუშაობის უნარის აღდგენას;
 - ელემენტზე ზემოქმედების ხასიათის მიხედვით: ტმ არ ცვლის ფიზიკური ცვეთის სიდიდეს, რემონტი კი გვაცილებს ელემენტის ცვეთას;
 - ზემოქმედების დაწყებისათვის ელემენტის მდგომარეობის მიხედვით: ტმ-მდე მოწყობილობების მუშაობის უნარი საკმარისია ან მინიმალური - რემონტის დაწყებამდე კი მუშაობის უნარი კითხვის ქვეშა ან ელემენტის რესურსი ამოწურულია.
- ტექნიკური მომსახურება ითვალისწინებს შემდეგი სახის სამუშაოებს:
- სანიტარულ დასუფთავებას, შენობისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის დალაგებას;
 - ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლს - შენობის ელემენტების დათვალიერებას;
 - შენობის მომზადებას სეზონური ექსპლუატაციისათვის;
 - საინჟინრო სისტემის ელემენტების გამართვასა და პროფილაქტიკას;
 - საავარიო-სადისპეტჩერო მომსახურებას.

ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი ხორციელდება გვერდითი და არაგვერდითი დათვალიერებით, რომლის შედეგად გამოვლინდება უწყისობები და მათი გაჩენის მიზეზები, დაზუსტდება მიმდინარე რემონტის სამუშაოთა მოცულობა და კეთდება შენობის ტექნიკური მდგომარეობის საერთო შეფასება.

დათვალიერება შეიძლება გამოვყოთ, როგორც შენობის ტექნიკური ექსპლუატაციის ღონისძიებების ცალკე ობიექტი. ის ე.წ. ზედამხედველობასა და კონტროლს ახორციელებს შენობის ელემენტების საექსპლუატაციო პარამეტრებზე.

არსებობს დათვალიერების შემდეგი სახეები:

- საერთო (სეზონური), რომელიც ითვალისწინებს შენობის ძირითადი ელემენტებისა და საინჟინრო მოწყობილობების დათვალიერებას;
 - ნაწილობრივი დათვალიერება ტარდება სპეციალური, გრაფიკის მიხედვით, რომელიც თან ერთვის ცალკეული ელემენტებისა და მოწყობილობების საპროექტო დოკუმენტაციას;
 - შერჩევითი, რომელიც ტარდება საგანგებო სიტუაციების დროს.
- დათვალიერების, როგორც ზედამხედველობის სისტემის დანიშნულებაა, მივიღოთ მიმდინარე ინფორმაცია შენობის მდგომარეობის შესახებ და არანაირად არ ცვლის კომფორტისა და უსაფრთხოების პარამეტრებს.
- გამართვა არის ღონისძიებების კომპლექსი, რომელიც გათვალისწინებულია საინჟინრო მოწყობილობების ექსპლუატაციის ინსტრუქციების შესაბამისად.
- პროფილაქტიკა ექსპლუატაციის ინსტრუქციით რეგლამენტირებული ღონისძიებაა ან მიმართულია ელემენტის ცვეთის აღსაკვეთად.
- პრაქტიკაში შენობის ტექნიკური ექსპლუატაცია შეიძლება დავყოთ ელემენტების ტექნიკური მომსახურების ხუთ ჯგუფად. ეს ჯგუფებია:
- რეგლამენტირებული ტმ - ყველა ოპერაციის პერიოდულობა და მოცულობა განისაზღვრება მხოლოდ ტექნიკური დოკუმენტაციით მოწყობილობების ფაქტობრივი მდგომარეობის მიუხედავად;
 - ტმ პერიოდული კონტროლით - ძირითადი ოპერაციების პერიოდულობა და

კონტროლი განისაზღვრება ტექნიკური დოკუმენტაციით. დანარჩენი ოპერაციების მოცულობა კი ფაქტობრივი ტექნიკური მდგომარეობით (დათვალიერება და გამართვა);

- ტმ უწყვეტი კონტროლით - ხორციელდება ტექნიკური მდგომარეობის უწყვეტი (ავტონომიური) კონტროლის შედეგების მიხედვით (მაგ., წნევის კონტროლი თბო- და წყალმომარაგებაში);

- სეზონური ტმ - ექსპლუატაციისათვის მომზადება შემოდგომა-ზამთრისა და საგაზაფხულო-ზაფხულის პერიოდში;

- სპეციფიკური ტმ - ექსტრემალური (საგანგებო) სიტუაციები. ხშირად ტმ-ს ყოფენ ჩატარების სიხშირისა და ოპერაციების შინაარსის მიხედვით.

შენობის ელემენტების ტექნიკური ექსპლუატაციის ღონისძიებები იგეგმება რემონტის ან ტმ-ს ციკლების საფუძველზე.

ციკლი დროის უმცირესი განმეორებადი ინტერვალაა, რომლის დროს განსაზღვრული თანმიმდევრობით, მიმდინარეობს ტმ-ს ან რემონტის დადგენილი სამუშაოები ანუ შესაბამება დროს რემონტიდან რემონტს შორის.

შენობის ექსპლუატაციისათვის საჭირო სამუშაოების ჩამონათვალის შედგენისას უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ მაღალი დონის სამუშაოების ჩამონათვალში შეტანილ იქნეს დაბალი დონის ყველა ის სამუშაო, რომელთა შესრულება დროში თანხვედრა მაღალი დონის სამუშაოებს.

ექსპლუატაციის ტექნიკური ღონისძიებები, გარდა შენობისა და კონსტრუქციებისა, ითვალისწინებს აგრეთვე მიმდებარე ტერიტორიაზე მცხოვრები მოსახლეობის მომსახურებასაც.

რადგან სარემონტო-აღდგენითი სამუშაოების მოცულობას, დროსა და ადგილს უმეტეს შემთხვევაში ალბათური ხასიათი აქვს, ამიტომ სამუშაოების შესრულების მეთოდებისა და ვადების განსაზღვრისათვის აუცილებელია კონსტრუქციების დაძველების, ცვეთისა და რღვევის კანონების ცოდნა, აგრეთვე მათი გამოწვევი მიზეზების შესწავლა.

ხის კონსტრუქციების მდგომარეობის შემოწმება (იატაკი, ტიხარი, შვეიდული ჭერი, კოჭის და წაშლის საყრდენები, ნივნივი) წარმოებს შერჩევითი გახსნის გზით. სართულშუა გადახურვებში კოჭებს შორის შიშვლდება იატაკის ნაწილი, არა ნაკლებ 0,5 მ². ქანობიან სახურავებში გახსნილ ადგილებში უნდა მოსცილდეს ჩანაყარი (წიდა, მინარალური ბამბა და სხვ.), ტიხრებსა და ჭერზე - 30x30 სმ ბათქაში. შემოწმებისას საყრდენები უნდა გამოშვლდეს მთლიანად ისე, რომ ყველა მხრიდან მოხდეს დათვალიერება. გახსნას ექვემდებარება აგრეთვე კედლისა და იატაკის ის ადგილები, სადაც მოთავსებულია გათბობის, წყლისა და საკანალიზაციო მილები. შემოწმების შედეგები შედარებულ უნდა იქნეს ნორმატიული დოკუმენტების მოთხვენბთან.

საჭიროების შემთხვევაში შემოწმების შედეგების გათვალისწინებით ხდება მზიდი კონსტრუქციების გადაანგარიშება I და II ჯგუფის ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით (გაანგარიშება სიმტკიცეზე და დეფორმაციაზე) და შემუშავდება რეკომენდაციები ამ კონსტრუქციების შემდგომი ექსპლუატაციის შესაძლებლობის, მზიდუნარიანობის აღდგენისა და საიმედოობის მიზნით.

11.5. შენობების ექსპლუატაცია სეისმურ რაიონებში

კონსტრუქციების, საანგარიშო სქემებისა და გამოყენებული საშენი მასალების სახეობის მიუხედავად სეისმურ რაიონებში ახალი შენობების დაპროექტებისა და ექსპლუატაციაში მყოფი შენობების კაპიტალური რემონტის დროს აუცილებელია დაცული იყოს შემდეგი პრინციპები:

1. სეისმური ძალების თანაბრად განაწილების პრინციპი. მისი უზრუნველყოფა ხდება მასისა და სიხისტის სიმეტრიულად და თანაბრად განაწილების გზით. ამ პრინციპიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია შენობას გეგმაში ჰქონდეს მარტივი და კომპაქტური ფორმა. შიგა კედლები, ჩარჩოები და დიაგრამები უნდა განაწილებულდეს თანაბრად და სიმეტრიულად, დაუშვებელია მათი რეკონსტრუქცია შენობის ექსპლუატაციის პროცესში. უნდა მოვერიდოთ კონსტრუქციების ადგილობრივ გაძლიერებას სპეციალური პროექტის გარეშე, რადგანაც ამან შეიძლება გამოიწვიოს ხისტი კონსტრუქციების ადგილობრივი და ცალმხრივი თავმოყრა, რაც მიწისძვრის დროს გამოიწვევს შენობაში სახიფათო მგრეხავ მომენტებს. დაუშვებელია შიგა კედლებსა და ტიხრებში დიდი ზომის ღიობების მოწყობა, რადგანაც წყვეტილი განივი კედლები ჰორიზონტალური ბიძებების დროს დაიწყებს ტარანულ მოქმედებას და დაანგრევს გრძივ კედლებს.

რთული მოხაზულობის გეგმის მქონე შენობებში დაუშვებელია ანტისეისმური ნაკერების ლიკვიდაცია, რომლებიც შენობას ანაწევრებს მარტივი ფორმის ნაკვეთურებად. დაცული უნდა იყოს ამ ნაკერების ნორმატიული სიგანეები: 5 მ-მდე სიმაღლის შენობებში - არანაკლებ 3 სმ, მაღლივ შენობებში სიმაღლის ყოველ 5 მ-ზე ანტისეისმური ნაკერის სიგანე იზრდება 2 სმ-ით.

2. სეისმური ძალების სიდიდის შემცირების პრინციპი. შემცირება მიიღწევა შენობის საკუთარი მასის შემცირებით და შვეული მზიდი კონსტრუქციების მოქნილობის გაზრდით.

თუ შენობა გადაწყვეტილია ხისტი კონსტრუქციული სქემით, მაშინ შვეულ მზიდ ელემენტებს აქვს მცირე დეფორმაციები (საკუთარი რხევის პერიოდა არა უმეტეს 0,5 წმ) და სეისმური ძალების მოქმედებისას მუშაობს უპირატესად ძვრაზე. მოქნილი კონსტრუქციული სქემის დროს შვეული ელემენტები განიცდის ღუნვის დეფორმაციებს.

ასაწყობ შენობებში სეისმური ზემოქმედების შემცირება მიიღწევა კონსტრუქციების მასის შემცირებით. აგურის შენობებში ძორითადი მოთხოვნები წაყენება წყობის მონოლითურობის უზრუნველყოფას და გადახურვებთან საიმედო შეერთებას პირველი პრინციპის დაცვით.

კარკასულ შენობებში, რომელიც მიეკუთვნება მოქნილი კონსტრუქციების სქემას, კარკასის შვეული ელემენტები განიცდის ღუნვის დეფორმაციებს. ექსპლუატაციის პერიოდში არ შეიძლება შემავსებელი პანელების სხვა კონსტრუქციულ ელემენტებთან ხისტად შეერთება, რადგანაც ამან შეიძლება გამოიწვიოს სეისმური დატვირთვების თავმოყრა სიხისტის გაზრდის ადგილებში.

3. შენობის მზიდი ელემენტების ერთობლივი სივრცითი მუშაობის პრინციპი. ერთობლივი სივრცითი მუშაობა მიიღწევა ცალკეული კონსტრუქციების განიკვეთებისა და შენობის ძირითადი კვანძების ისეთი გადაწყვეტით, რომ მათ მიიღონ პლასტიკური დეფორმაციები სეისმური ზემოქმედებისა და პიკური დატვირთვების დროს.

მსხვილპანელიანი და მოცულობითი ბლოკებისაგან აგებული შენობის კონსტრუქციული სქემები უზრუნველყოფს მზიდი ელემენტების ერთობლივ საიმედო მუშაობას და მთლიანად სივრცით სიხისტეს. ჩარჩოიანი კარკასის მქონე შენობებში მიიღწევა მისი ელემენტების თანაბარი ბოჯი ერთნაირი სიხისტეებით, რაც განაპირობებს ასეთი სივრცითი კარკასის უცვლელობას. საერთოდ კარკასული სქემები არის მრავალჯერ სტატიკურად ურკვევი სისტემები, რის გამოც კარკასის ადგილობრივი მცირე დეფორმაციები არ იწვევს არც შენობის წგრევას და არც მზიდი კონსტრუქციების ადგილობრივ დაზიანებებს.

სენსორ რაიონებში განლაგებული შენობა-ნაგებობების დათვალიერების დროს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ძირითადი მზიდი კონსტრუქციების მდგომარეობის შესწავლას. ცალკეული ბზარები აგურის წყობაში, საკედლე პანელებში, შემომფარგვლელ ბლოკებში, პირაპირებში, ჩასატანებელი დეტალების ჩამონოლითებაში, გეგმური ან შერჩევითი რემონტის ჩატარების საფუძველი უნდა გახდეს. ხოლო ძირითადი მზიდი კონსტრუქციების შესწავლისათვის წარმოებამ უნდა მოიწვიოს სპეციალიზებული სამეცნიერო ან საპროექტო ორგანიზაციები.

მიწისძვრის შემთხვევაში წარმოების ხელმძღვანელობამ სასწრაფოდ უნდა მიიღოს შემდეგი ზომები: გამორთოს ყველა კომუნიკაცია (გაზი, წყალი, თბო- და ელექტრო მომარაგება) და გულდასმით შეამოწმოს მათი ფუნქციური მდგომარეობა; მიიღოს ხანძარსაწინააღმდეგე უსაფრთხოების გაძლიერებული ზომები და ხარძრის კერის აღმოჩენისას ორგანიზაცია გაუკეთოს მის ლიკვიდაციას; განსაკუთრებული ყურადღება დაუთმოს სავეაკუაციო გზების გაწმენდას და მოახდინოს ადამიანების უსაფრთხო ევაკუაცია შენობიდან.

მიწისძვრის შემდეგ დაუყოვნებლივ შეადგინოს დეფექტურობის აქტი, დასახოს გეგმა დაზიანებული შენობის აღსადგენად ან თუ შენობა ტექნიკურად არ ექვემდებარება აღდგენას, სასწრაფოდ მოახდინოს მისი დემონტაჟი.

11.6. დაჯდომად გრუნტებზე განლაგებული შენობების ექსპლუატაცია

ცნობილია, რომ ახალი ობიექტის საძირკვლის მოწყობაზე იხარჯება საერთო სახარჯთაღრიცხვო თანხის 15-25%, დახარჯული დროის 20-25%, ბეტონის 25% და ლითონის 10%, რაც განაპირობებს ამ საკითხისადმი დამპროექტებლებისა და სამშენებლო ფირმების ამაღლებულ ყურადღებას.

საძირკველთმშენებლობა მჭიდროდაა დაკავშირებული გრუნტოვან გარემოსთან. ნაგებობათა რღვევის უამრავი შემთხვევაა ცნობილი ფუძის მზიდუნარიანობის დაკარგვის შედეგად, ამიტომ გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების სწორ და რაციონალურ შერჩევას დიდი პრაქტიკული და კომერციული მნიშვნელობა ენიჭება.

ნაგებობის საძირკვლების მოწყობისას ყველაზე არასასურველი ნიადაგი ლიოსისებური (დაჯდომადი) გრუნტია, რომელიც საკმაოდ არის გავრცელებული საქართველოში. ის გვხვდება მდინარეების მტკვრის, ალაზნის, არაგვის, ივრის, ლიახვის, ქსნის, ხრამის, ალგეთის ხეობებში, აგრეთვე ქართლის, კახეთის ვაკეებსა და იორის ზეგანზე.

ზოგადად ლიოსი თიხოვანი გრუნტის განსაკუთრებულ სახეა. იგი მშრალ გარემოში ინარჩუნებს ვერტიკალურ მდგომარეობას დიდ სიმაღლეზე (400 მ-მდე) და უძლებს საგრძნობ დატვირთვას (2-4 ნ/სმ²), ხოლო დასველების შემთხვევაში სწრაფად იცვლის ფიზიკურ თვისებებს და იძლევა დიდ ჩაჯდომას, რაც ხშირად ხდება შენობა-ნაგებობის ნგრევის მიზეზი. ლიოსი გარეგნულად კირქვოვანი, ღია-მოყვითალო ფერის, მაკროფოროვანი ქანია, ძირითადად ფენოვანი სტრუქტურისა და არ შეიცავს კენჭნარისა და ქვიშის შუა შრეებს. ხასიათდება დაბალი ტენიანობით, დიდი ფორიანობით, წყალში ადვილად ხსნადი მარილებით, კარბონატებით და თაბაშირის ჭარბი შემცველობით.

ქ. თბილისში ლიოსისებრი გრუნტის განლაგების რაიონებია ღრმადლეში, ავკალაში, დიდუბეში, საბურთალოზე.

საქართველოში გავრცელებული ლიოსისებრი გრუნტების ძირითადი ფიზიკური მახასიათებლებია: კუთრი წონა - 2,6-2,69 გ/სმ³; მოცულობითი წონა - 1,33-2,09 გ/სმ³; ფორიანობა - 38-59%; საწყისი ფილტრაციის კოეფიციენტი შვეული მიმართულებით - $0,3 \cdot 10^{-5}$ - $0,15 \cdot 10^{-5}$ სმ/წმ, იგივე ჰორიზონტალური მიმართულებით - $0,1 \cdot 10^{-5}$ - $0,8 \cdot 10^{-6}$ სმ/წმ, დარღვეული გრუნტებისათვის კი - $0,4 \cdot 10^{-6}$ - $0,6 \cdot 10^{-6}$ სმ/წმ.

მართალია ხის სახლების წონა და შესაბამისად, მისგან გრუნტისათვის გადაცემული დატვირთვა ბევრად ნაკლებია, ვიდრე აგურის, ქვისა და რკინაბეტონისაგან აგებული სახლებიდან გრუნტზე გადაცემული დატვირთვა, მაგრამ დაპროექტებისა და მშენებლობის დროს დიდი სიფრთხილის გამოჩენაა საჭირო დაჯდომად გრუნტზე შენობის დადგმისას, რადგან ნულოვანი ციკლის დეფორმაცია აუცილებლად გამოიწვევს მთლიანი შენობის თუ არა, მისი ცალკეული მზიდი ელემენტების ავარიას.

დაჯდომადი გრუნტი, თუ განსაზღვრული საქსალუატაციო მოთხოვნების შეუსრულებლობა ან გარემოს დამატებითი ზემოქმედება ძირეულად ცვლის მის ფიზიკურ-მექანიკურ მახასიათებლებს. ეს ზემოქმედება შეიძლება იყოს მექანიკური (სტატიკური და დინამიკური დატვირთვების მკვეთრი ზრდა) ან ფიზიკური, (დატენიანება) ან ორივე ერთად.

ლიოსისებრი გრუნტის დაჯდომაზე დიდ გავლენას ახდენს გრუნტის სტრუქტურული კავშირების წყალმედვეობა, რომელიც ფასდება წყალმედვეობის კოეფიციენტით:

$$K_{ფა} = g/(g - g_0), \quad (11.2)$$

სადაც g^0 არის ლიოსისებრი გრუნტის ნიბუშის წონა (განისაზღვრება ნიბუშის დამუშავებით წყალში და წყალმედვეი აგენტების შერჩევით); g - გამოსადეგი ნიბუშის მასა.

პრაქტიკული გამოცდილებით დადგენილია, რომ ლიოსისებრი გრუნტები დატენიანებისას არ განიცდის დაჯდომას თუ ძაბვა არ აღემატება $1 \cdot 10^5$ პა. თუ შენობის ფუძეში ძაბვა მეტია, მაშინ გრუნტში ირღვევა სტრუქტურული კავშირები და აღინიშნება მნიშვნელოვანი დაჯდომა.

ექსპლუატაციის პირობებში შენობის დაჯდომა მოსალოდნელია გრუნტის სისტემატური დასველების ან საინჟინრო-ტექნიკური კომუნიკაციების ავარიის დროს. პირველ შემთხვევაში დაჯდომა მიმდინარეობს მცირე სიჩქარით (1...12 მმ თვეში), მეორე შემთხვევაში კი ეს პროცესი ჩქარდება და აღწევს 5-250 მმ-ს თვეში (გააჩნია რელიეფს).

ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებებიდან გამომდინარე დაჯდომად გრუნტებზე განლაგებული შენობების ექსპლუატაციისათვის ძირითადი მოთხოვნები შემდეგია:

• მიწაში ჩაფლული სანიტარიულ-ტექნიკური კომუნიკაციების გამართული მუშაობა და მისი სისტემატური კონტროლი, განსაკუთრებით საძირკვლის ქვეშ გამავალი კომუნიკაციებისა;

• საავარიო-სადისპეტჩერო სამსახურის ყურადღებანი მუშაობა, რათა დროულად და სწრაფად მოხდეს წყლისა თუ კანალიზაციის მილგაყვანილობის ავარიის ლიკვიდაცია;

• ზედაპირული წყლების მოცილება შენობიდან ფართო სარინლების (1,5 მ) მოწყობის გზით, აგრეთვე ტერიტორიის სწორი ვერტიკალური გეგმარება, რამაც უნდა უზრუნველყოს ტერიტორიიდან წვიმის წყლის მიყვანა სანიაღვრე ჰეხამდე თვითდინებით ან წყლის გადაყვანა ტერიტორიის გარეთ;

• შენობის დაჯდომის დაწყების დროული დაფიქსირებისათვის შენობაზე არსებული რეპერის სისტემატური ინსტრუმენტული კონტროლი მისი გეომეტრიული მდგომარეობის შესამოწმებლად.

შენობა-ნაგებობების არათანაბარი დაჯდომისა და რღვევის გამოშვები მიზეზები შეიძლება იყოს პროექტის არასწორი გადაწყვეტა, სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების არაკეთილსინდისიერი შესრულება, მეცნიერულად შეუსწავლელი ახალი საშენი მასალებისა და კონსტრუქციების გაანგარიშების არააპრობირებული მეთოდების გამოყენება, მშენებლობაში დაშვებული უზუსტობები და ცდომილებები, სამშენებლო მოედნის უზარისხოდ შესრულებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევები, ზედაპირული და გრუნტის წყლების დონეების, მათი დინების რეჟიმის, აგრესიულობის ხასიათის არასაკმარისი შესწავლა, უზარისხოდ შესრულებული საძირკვლების წყობა და სხვ.

გრუნტის დაჯდომის გამო დეფორმირებული შენობის დემონტაჟი დიდ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, ამიტომ ხშირად მიმართავენ დაზიანებული საძირკვლების გაძლიერებას ან გრუნტის გამაგრებას ცნობილი მეთოდებით - ზედაპირული შემკვრივებით, სიღრმული აფეთქებით, გრუნტის მასივის სიღრმული შემკვრივებით დასასობი ხიმიანებით და სხვ.

დღეისათვის აღმოსავლეთ საქართველოს თაბამირშემცველი (ლიოსისებრი, დაჯდომადი) გრუნტებისათვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტის მეცნიერების მიერ (გ. ჭოხონელიძე, ვ. ჯაფარიძე) დამუშავდა და ნაწილობრივ დაინერგა ღონისძიებები, რომელიც ხელს უწყობს ასეთი გრუნტების მზიდუნარიანობის გაზრდას. მას მიეკუთვნება: დატვირთვების სრულად გადატანა ხიმიანებზე, ერთმაგი და ორმაგი სილიკატიზაცია, ელექტროსილიკატიზაცია, გრუნტის გამაგრება კარბამიდული და პოლიურეთანის ფისებით, შაბიანის ხსნარით, მეთილურეთანისა და ოქტიდეილაამინის გამოყენებით და სხვ.

11.7. ხის კონსტრუქციების გამოკვლევა, დეფექტები და დაზიანებები

იმ შემთხვევაში, როცა აღმოჩენილი იქნება ისეთი დაზიანებები, რომელმაც კონსტრუქცია შეიძლება გადაიყვანოს ავარიულ მდგომარეობაში (მაგ., ჩაღუნვა, შვეული სიბრტყიდან გადახრა, შეერთებებში ღრეჩობის გაჩენა, ლპობა და სხვ.), ხის მზიდი სამშენებლო კონსტრუქციების გამოკვლევას არებს სპეციალური საექსპერტო კომისია.

კონსტრუქციების დათვალიერებისა და გამოკვლევის შედეგად უნდა დადგინდეს ყველა დეფექტი (დაზიანება) და შეტანილი იქნეს დეფექტურ აქტში. ელემენტს დეფექტი შეიძლება გაუჩნდეს დამზადების, ტრანსპორტირების, დასაწყობებისა და მონტაჟის პროცესში, აგრეთვე არასწორი ექსპლუატაციის პირობებში. დათვალიერების მიმდინარეობისას ძირითადი ყურადღება ექცევა იმ ფაქტორების გამოვლენას, რომელმაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს კონსტრუქციის მზიდუნარიანობაზე. ასეთებია: ზომა, მკავეშირებელთა რაოდენობა შეერთებებში, უხარისხოდ შესრულებული შეერთება, საპროექტო სიბრტყიდან გადახრა, შევული და პორიზონტალური დამაგრება, ჩაღუნვები, ტემპერატურულ-ტენიანობის რეჟიმი, ტენ-, თბო-, ორთქლიზოლაცია, დასველების ზონა, ხანძარი, დაუშვებელი მანკები და სხვ. მნიშვნელოვანია აგრეთვე კონსტრუქციაზე მოქმედი დატვირთვების შემოწმება და შედარება ნორმატიულ მაჩვენებლებთან, გაჭიმული ელემენტების დეტალური დათვალიერება და დაზიანებების აღმოჩენის შემთხვევაში მათი გადაანგარიშება დეფექტების გათვალისწინებით.

შენობის ხის ნაწილების დათვალიერებისა და გამოკვლევის მიზანია: თვალთშეამჩნევი დეფექტური და დაზიანებული უბნების, ფაქტობრივი დატვირთვების, ფაქტობრივი გეომეტრიული ზომების, დაყრდნობის პირობების, დამაგრებების, პირაპირების, შერქნის სიმკვებისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების, კვანძების მდგომარეობის, ექსპლუატაციის რეჟიმების, ცეცხლისა და ბიომავნებლებისაგან დაცვის მდგომარეობის გამოვლენა და კვლევის შედეგების ანალიზის საფუძველზე რეკომენდაციების მომზადება კონსტრუქციების შემდეგი ნორმალური ფუნქციონირებისათვის.

თუ ვიზუალური დათვალიერება საკმარისი არ არის შედეგის მისაღწევად, მაშინ მიმართავენ კონსტრუქციებიდან ნიმუშების ამოჭრას შემდგომი ლაბორატორიული კვლევისათვის. ნიმუშების ამოჭრისას არ უნდა მოხდეს მზიდი ელემენტის მზიდუნარიანობის შემცირება.

კონსტრუქციების გამოკვლევა ხორციელდება შემდეგ შემთხვევებში:

- რეკონსტრუქციის;
- გადაგეგმარების; სამშენებლო მოედანზე გაუთვალისწინებელი ზემოქმედებების;
- შენობის პროექტიდან მნიშვნელოვანი გადახრის;
- „დაკონსერვებული“ მშენებლობის განახლების;
- ავარიის, ხანძრის, სტიქიური უბედურების;
- შენობის მფლობელის შეცვლის;
- რესტავრაციის შემთხვევაში.

გამოკვლევა ტარდება ვიზუალურად ან ხელსაწყობის გამოყენებით. პირველ ეტაპზე მიმდინარეობს კონსტრუქციების საერთო შესწავლა, მზიდი ელემენტების ყველაზე დატვირთული უბნების დაზუსტება. განისაზღვრება შემდგომი გამოკვლევის მეთოდები და ეტაპები, ლაბორატორიული კვლევისათვის ნიმუშების შერჩევა, კონსტრუქციის ცალკეული უბნის გაშიშვლება, საძირკვლების მდგომარეობის შესწავლისათვის შურფების ამოღება. შემდეგ დაფიქსირდება დაზიანებები და დეფექტები, ჩატარდება ელემენტების მზიდუნარიანობაზე გადაანგარიშება, შედგება დაწვრილებითი ანგარიში ფოტოების, სართულის გეგმების, ლაბორატორიული კვლევის შედეგების ჩართვით, გაკეთდება შენობის ცვეთის საერთო შეფასება და ბოლოს, მომზადდება ჩასატარებელი ღონისძიებების გეგმა.

შენობის ნორმალური ექსპლუატაციის პირობების დაცვა ყოველთვის არ იძლევა იმის გარანტიას, რომ არ მოხდება ხის მასალის თვისებების (ფიზიკური მდგომარეობის) ცვლილებები, რომლის აღმოსაფხვრელად დროულად მიიღება შესაბამისი ზომები.

მაგალითად, დროთა განმავლობაში, ტენიანობაზე დამოკიდებულებით ხდება მასალის შემრობა - ვითარდება ბზარები, რომლებიც შეიძლება გაჩნდეს მზიდი კონსტრუქციის სახიფათო ადგილებში. ეშვება ჭანჭიკები, რომელთა მოჭიმვა სისტემატურადაა საჭირო შენობის ექსპლუატაციის პირველ წლებში. ფართო ფიგურები განიცდის დაბრეცას.

მეორე მხრივ, გამოშრობის ხელოვნურად შენელებაც არაა მიზანშეწონილი, რადგანაც ჩნდება კონსტრუქციის ლპობის საშიშროება. ამას უშუალოდ განაპირობებს სახურავის ბურულის რღვევა, დაზიანებები წყლის მოსაცილებელ მილებში, არასაკმარისი თბო- და ორთქლიზოლაცია შემომფარგვლელ ნაწილებში და სხვ.

ამ ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად საჭიროა ჩატარდეს ღონისძიებათა კომპლექსი, რათა დროულად მოხდეს მათი ლიკვიდაცია. ამიტომ ხის კონსტრუქციების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, სისტემატურად მიმდინარეობს ტექნიკური ზედამხედველობა, რომელიც ითვალისწინებს არა მარტო ვიზუალურ და ინსტრუმენტულ დათვალიერებას, არამედ გამოკვლევასაც, მათ შორის ლაბორატორიულსაც.

ექსპლუატაციის საწყის პერიოდში რეკომენდებულია მოვახდინოთ კონსტრუქციების ქვედა სარტყელის ნიველობა და გამოვზაზოთ ჩაღუნვის მრუდები, გავზომოთ კონსტრუქციის გადახრა საპროექტო მდგომარეობიდან, შევამოწმოთ მასალის ხარისხი.

ინსტრუმენტული გამოკვლევა ტარდება მაშინ, როცა საჭირო ხდება შენობის ცალკეული ელემენტის უსაფრთხოებისა და საიმედოობის ზუსტი შეფასება, აგრეთვე საინჟინრო სისტემების გეგმური პროფილაქტიკური სამუშაოების ჩატარება. ეს საშუალებას იძლევა, შენობის საიმედოობის შეფასებისათვის გამოვლენილ იქნეს ორი მეტად მნიშვნელოვანი პარამეტრი:

- მასალასა და აწყობილ კონსტრუქციაში წუნი;
- კონსტრუქციაში დესტრუქციული პროცესების განვითარების დონე.

ინსტრუმენტული მონიტორინგი გამოირჩევა მაღალი სიზუსტით და საშუალებას იძლევა, მივიღოთ მონაცემები, რომელიც შემდეგ გამოიყენება შესასრულებელი სამუშაოების დეტალური დაგეგმვისათვის. მისი სიზუსტე, წარმატება და ღირებულება პირდაპირაა დაკავშირებული არსებულ საინსტრუმენტო ბაზასა და სპეციალისტების კვალიფიკაციასთან. სამუშაოების გამართულად შესრულების შემთხვევაში შეიძლება დავაფიქსიროთ ზუსტი მონაცემები, რომელიც გადამწყვეტია დეფექტების მოძიებისა და მზიდი ელემენტების სიმტკიცის შეფასებაში.

შენობებისა და ნაგებობების ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებისათვის გამოკვლეული უნდა იქნეს შემდეგი კონსტრუქციები: საპირკვლები, როსტვერკი, საპირკვლის კოჭები; კედლები, კოლონები, სვეტები, დგარები; გადახურვა, სახურავი (მათ შორის კოჭები, კამარები, წაშუები, ნივნივები, ფილები, პანელები, გრძივები), აივნები, ერკერები, კიბეები, კავშირის კონსტრუქციები, სიხისტის ელემენტები, პირპირები, კვანძები, კონსტრუქციების ერთმანეთთან შეერთებები და სხვ.

კომპლექსური გამოკვლევის დროს ზემოთ ჩამოთვლილს ემატება ცივი და ცხელი წყალმომარაგების სისტემები, გათბობა, წყალსარინება (კანალიზაცია), ვენტილაცია, გაზომარაგება, ლიფტის შახტები, ნავის შემკრებები, ელექტრული ხაზები, კავშირგაბმულობა.

ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევა ტარდება სამ - მოზადების, წინასწარი დათვალიერებისა და დეტალური (ინსტრუმენტული) გამოკვლევის ეტაპებად, რომელთაგან ძირითადია დეტალური გამოკვლევა.

დეფექტი არის კონსტრუქციის (მასალის) ნებისმიერი შეუსაბამო დაპროექტების ნორმებთან, ტექნიკურ პირობებთან, პროექტთან. კონსტრუქციის დეფექტს, გამოწვეულს გარე ზემოქმედებით, ეწოდება დაზიანება.

ხის კონსტრუქციების დეფექტების წარმოშობის მიზეზები შეიძლება იყოს: დაპროექტების შეცდომები, პროექტიდან გადაედენა სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას, შენობის ექსპლუატაციის წესის დარღვევა, ხანძარი, ხოლო თვით მერქნის დეფექტების ძირითადი გამოწვევია ბიომავნებლები (სოკო, მწერი, მატლი, ობი).

დაპროექტების დროს დაშვებული შეცდომები ძირითადად გამოწვეულია დამპროექტებლის დაბალი კვალიფიკაციით. ბოლო დროს მასობრივად გავრცელდა ინდივიდუალური საცხოვრებელი ხის სახლების მშენებლობა, რომელთა სახურავებს რთული ფორმა აქვს და შეიძლება იყოს: ოთხფერდა, მანსარდული ტეხილი ქანობით, პირამიდული სიმაღლეში დონეთა სხვაობით, გვერდში რთული მოხაზულობისა.

პროექტის ავტორი არქიტექტორები ხშირად არ ითვალისწინებენ სანივნივე კონსტრუქციების მუშაობისათვის საჭირო პირობებს, რაც ქმნის სახურავებში დეფექტების გაჩენის შესაზღებლობას. გვხვდება პროექტები, რომელშიც საჭირო თუ საკვამლე მიწები განლაგებულია შენადარების ზონაში, გათვალისწინებული არ არის სანივნივე კონსტრუქციის ზოგი თავისებურება, სხვენის ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმი არ შეესაბამება ნორმატიულ მოთხოვნებს და სხვ.

სახურავის საიმედო ექსპლუატაციისათვის ყველაზე უკეთესია დახრილი ნივნივი, მაგრამ გარე კედლებთან ერთად ის მოითხოვს შუა საყრდენ კედელსაც. ზოგადად, დახრილი სახურავი თავისი ნივნივებით იმიტომ არის კარგი, რომ დატვირთვა სახურავიდან კედლებს გადაეცემა შესაძლო მოკლე გზით კვანძების მინიმალური რაოდენობით.

ხის ელემენტების შეერთებები უნდა იყოს მარტივი დასამზადებლად და საიმედო მუშაობაში, მკაცრად აფიქსირებდეს ძალების გადაცემის ადგილებს, იღებდეს ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ დატვირთვებს, გამოირიხავდეს განზღუნის არსებობას იქ, სადაც ეს შესაძლებელია, ხელს უშლიდეს მტერის, ჭუჭყისა და ტენის დაგროვებას კვანძებში.

ხის კონსტრუქციები კარგად უნდა ნიავდებოდეს, დაცული იყოს წყლის მოხვედრისაგან, რისთვისაც გადახურვებში პირველი რიგის ამოცანაა ბურულისა და ორთქლსაიზოლაციო ფენის სწორი ორგანიზება. სახურავის ქანობი უნდა შეესაბამებოდეს გამოყენებული მასალის ნორმატიულ მოთხოვნებს (დანართი, ცხრ. 25). პროექტში გათვალისწინებული უნდა იქნეს კვანძები ბურულის საიმედო მისაერთებლად მილებთან, სამურცხულებთან, საძრომებთან, ლოკებთან, ანტენებთან.

სხვენის გადახურვა ისე უნდა მოეწყოს (დაპროექტდეს), რომ ტემპერატურა სხვენში არ ჩამოვიდეს 0°C-ზე ქვემოთ.

მშენებლობის პროცესში მუშახელის (განსაკუთრებით დურგლების) არასაკმარისი კვალიფიკაცია იწვევს ბევრი დეფექტის გაჩენას - ხის ელემენტის განიკვეთის თვითნებურ შეცვლას, კოჭებსა და ნივნივის ფეხებს შორის ბიჯის დარღვევას, შეერთების კვანძების უხარისხო შესრულებას, სველი მერქნის გამოყენებას, კდობებში ელემენტის ჩაჭრის

ხიდრმის უკონტროლობას, აგურის კედლებში ხის კოჭების დაყრდნობისას ტენის ზემოქმედების უგულვებელყოფასა და სხვ.

შენობის ნორმალური ექსპლუატაციის პირობების დარღვევისას, ხის კონსტრუქციების მთავარი დეფექტი სათავსში ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმის გაუარესებაა, რაც იწვევს მერქნის დაზიანებას სახლის სოკოებით.

სახლის სოკოებით პირველ რიგში ავადდება მაუერლატი, წოლანა, ნივნივის ფეხი, ფიგრული შემოსვა, კოჭის საყრდენები, სანკვანძის გადახურვები, საყრდენი ბალიშები, და თუ დროულად არ იქნა მიღებული საჭირო ღონისძიებები, რამდენიმე თვეში ეს სოკოები მთელ შენობას მოედება. ამიტომ მშენებლობაში გამოყენებული ხის ელემენტები აუცილებელია დაზუზავდეს ანტისეპტიკებით, ამავე დროს დაცული იყოს წვიმის წყლის მოხვედრისაგან.

ხანძრის ზემოქმედების შემთხვევაში (იხ. თავი 2) ხის კონსტრუქციები იღებს სხვადასხვა დაზიანებას, ხანძრის დიდი ხნით (2 სთ და მეტი) მოქმედებისას კი იწვის და იქცევა ნახშირად. ცეცხლს დიდ წინააღმდეგობას უწევს მსხვილკალიბრიანი კონსტრუქციები, რომლებიც ერთმანეთისაგან საკმად მოშორებით არის განლაგებული. ახლოს მდებარე მასიური განივკვეთის ცეცხლმოდებული ელემენტები ხელს უწყობს ტემპერატურის აწევას სითბოს გამოსხივების გამო.

აღსანიშნავია, რომ აბსოლუტურად შშრალი მერქნის სიმტკიცე 1,5-2-ჯერ მეტია, ვიდრე 15-18% ტენიანობის მერქნისა. ამიტომ ხანძრის დროს ელემენტის განივკვეთის შემცირება დანახშირების გამო გარკვეულწილად კომპენსირდება გამოშშრალი მერქნის შიგა ფენების სიმტკიცის ზრდით. შედეგი კი ის არის, რომ ხის მასიური კონსტრუქციების ცეცხლმდეგობის ზღვარი გაცილებით მაღალია, ვიდრე ლითონის კონსტრუქციებისა და არ ჩამორჩება რკინაბეტონისას.

განხილული მასალის ანალოზის საფუძველზე, ხის კონსტრუქციებისა და ელემენტების ექსპლუატაციის პროცესში დეფექტური მდგომარეობის სახეებია:

- ხის მზიდ კონსტრუქციებსა და ელემენტებში სამშენებლო ნორმებით დადგენილი ძაბვებისა და დეფორმაციების მნიშვნელობების გადაჭარბება მუშაობის სქემის ან ნორმების მოთხოვნების შეცვლის გამო;

- კონსტრუქციებისა და ელემენტების მექანიკური დაზიანებები;
- დაბალი ხარისხის (არაკონდიციონირებული) მასალის გამოყენება;
- კონსტრუქციებისა და ელემენტების დაზიანება ხის მრღვევი სოკოებით;
- კონსტრუქციებისა და ელემენტების დაზიანება მწერებით;
- კონსტრუქციებისა და ელემენტების დაზიანება ხანძრითა და მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით;

- კონსტრუქციებისა და ელემენტების დაზიანება აგრესიული გარემოთი;
- კონსტრუქციებისა და ელემენტების დაზიანება ტემპერატურულ-ტენიანობითი რეჟიმის არასწორი გათვალისწინებით;
- შენობისა და მისი ცალკეული ელემენტების შეუსაბამო პროექტთან;
- მერქნის სტრუქტურული ცვლილებები ექსპლუატაციის ვადის შესაბამისად;
- ცეცხლისა და ბიომავნებლებისაგან ქიმიური დაცვის უგულვებელყოფა.

ხის კონსტრუქციების გამოკვლევა, დეფექტებისა და დაზიანებების გამოვლენას ახორციელებს სპეციალური საექსპერტო კომისია განსაკუთრებულად მძიმე შემთხვევებში. სპეციალიზებული ორგანიზაციის შერჩევა, ხის კონსტრუქციების დეტალური

გამოკვლევის მოცულობა და საექსპერტო კომისიის შემადგენლობა დამოკიდებულია კვლევის ამოცანაზე.

საექსპერტო კომისიის მუშაობა მოიცავს შვიდ ეტაპს:

I. ტექნიკური დოკუმენტაციის გაცნობას, რომელიც საშუალებას იძლევა, ჩამოყალიბდეს კვლევის ამოცანები, დადგინდეს ხის კონსტრუქციების დეფექტების მიზეზი და განისაზღვროს ამ დეფექტების გავლენა კონსტრუქციის მუშაობაზე;

II. შენობის წინასწარი დათვალიერებას, მათ შორის ღია კონსტრუქციებისაც. კომისია ეცნობა ობიექტის საექსპლუატაციო მდგომარეობას, ფიზიკური და მორალური ცვეთის მარკენებლებს, არქიტექტურულ ღირებულებას, აფიქსირებს შენობის ექსპლუატაციის გადახრებს ნორმატიული მოთხოვნებიდან, ტემპერატურულ-ტენიანობით რეჟიმს შენობის შიგნით, სამშენებლო კონსტრუქციების მუშაობის რეალურ პირობებს, თვალთ ხილულ და დიდი ზომის დეფექტებს და სხვ.

წინასწარი დათვალიერებისას ზუსტდება შენობის სქემა, გენერალური ზომები, ელემენტების სახეები და ფორმა, ჩაინიშნება გასამიშვლებელი ადგილები და უბნები, რომელიც მოითხოვს დაწვრილებით კვლევას. ერთდროულად გამოვლინდება ცალკეული კონსტრუქციების ავარიული მდგომარეობის ძირითადი მიზეზები და შედგება მათი გამოკვლევის პროგრამა;

III. ამ პროგრამის შესაბამისად საექსპერტო კომისიის მიერ დაზიანებული კონსტრუქციების გამოკვლევა, რომელიც მოიცავს:

- მზიდი ხის კონსტრუქციების დეტალურ დათვალიერებას, დეფექტების უწყისის შედგენას, დეფექტების სურათების გადაღებასა და ესკიზების მოწოდებას;
- აზომვითი ნახაზების შედგენას და შედარებას საპროექტო მონაცემებთან;
- კონსტრუქციებზე მოქმედი რეალური დატვირთვების განსაზღვრას;
- მზიდი ხის კონსტრუქციების დეფორმაციების (ჩაღუნვა, შეკუმშული ელემენტების გამრუდება, კვანძების გადაადგილება) გაზომვას;
- საჭიროების შემთხვევაში კონსტრუქციებიდან ნიმუშების ამოჭრას ლაბორატორიული შემოწმებისათვის;
- ბიომავნებლების გამოვლენას;
- კონსტრუქციული ელემენტების ტენიანობის განსაზღვრას.

IV. კვლევის შედეგების დამუშავებას, ნახაზების შედგენას, ხის ელემენტების მუშაობის ფაქტობრივი სქემის დადგენას აღმოჩენილი დეფექტებისა და შენობის ექსპლუატაციის რეალური პირობების გათვალისწინებით. წინასწარი მოსაზრებების ჩამოყალიბებას კონსტრუქციების შეცვლის ან გაძლიერების მიზნით.

V. მზიდი ხის კონსტრუქციების შესამოწმებელი გაანგარიშების ჩატარებას მოქმედი სამშენებლო ნორმების შესაბამისად. პარალელურად დაზიანებული ელემენტების გაძლიერების (აღდგენის) ვარიანტული ესკიზების შედგენას.

VI. ყველაზე საპასუხისმგებლო ეტაპი - ჩატარებული კვლევისა და გაანგარიშებების შედეგების ანალიზის საფუძველზე კონსტრუქციების მდგომარეობის შეფასება. საჭიროების შემთხვევაში ელემენტების გაძლიერების მუშა პროექტების დამუშავებასა და მათი შემდგომი ექსპლუატაციის პირობების დაფიქსირებას. თუ ტექნიკური და ეკონომიკური მოსაზრებით გამოკვლეული ხის კონსტრუქციების ექსპლუატაცია შეუძლებელია, მაშინ კომისიას გამოაქვს მათი ახლით შეცვლის გადაწყვეტილება.

VII. გამოკვლეული კონსტრუქციების მდგომარეობის შესახებ დასკვნის ან აქტის გაფორმებას, რომელსაც დაერთვის აუცილებელი მასალა: შესამოწმებელი გაანგარიშებები, ნახაზები, რეკომენდაციები და ა.შ.

ხის შენობებისა და ნაგებობათა ექსპლუატაციის პირობების სრული დაცვა საკმაოდ ხანგრძლივად უზრუნველყოფს მათ საიმედო ფუნქციონირებას.

11.8. ხის კონსტრუქციათა ავარიები

ხის კონსტრუქციების ავარია მრავალი მიზეზის ერთობლიობაა. ესენია: სამშენებლო სამუშაოების დაბალი ხარისხი და დეფექტები, გადახრები პროექტიდან, შენობების, ნაგებობების ან მათი ცალკეული კონსტრუქციების არასწორი ექსპლუატაცია, კონსტრუქციების მონტაჟის ელემენტარული წესების დარღვევა, ობიექტის ჩაბარება დიდი ხარვეზებით და სხვ.

ამჟამად მოქმედი სახელმწიფო სტანდარტები და სამშენებლო ნორმები და წესები ადგენს ძირითადი საშენი მასალების კონსტრუქციებისა და დეტალების განხორციელების ტექნოლოგიისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს. ეს სტანდარტები, ნორმები და წესები, დაფუძნებული მეცნიერების, ტექნიკისა და სამშენებლო წარმოების მიღწევებზე, სისტემატურად იხვეწება და განახლდება. მათი განუხრელი დაცვა კი იძლევა იმის გარანტიას, რომ შენობა და ნაგებობა ექსპლუატაციისას იყოს საიმედო და შეესაბამებოდეს მათ ფუნქციურ დანიშნულებას.

სამწუხაროდ, შემოწმებები, რომლებსაც სისტემატურად ატარებენ სხვადასხვა სახელმწიფო ორგანოები, გვიჩვენებს, რომ მრავალი სამშენებლო-სარემონტო ორგანიზაცია, საშენი მასალებისა და სამშენებლო ინდუსტრიის საწარმოები ხშირად არღვევენ სტანდარტებისა და ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნებს, რაც იწვევს მშენებლობის ხარისხის დაქვეითებას და საბოლოოდ - ავარიებს.

ჩვენი ქვეყნის მონაცემებით, უხარისხოდ შესრულებული სამუშაოების გამოსწორებასა და გადაკეთებებზე იხარჯება შენობის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების 3-8%, ხოლო ზოგიერთი საცხოვრებელი სახლის ადრეულ რემონტზე ექსპლუატაციის პირველ წელს - 3%, რაც საკმაოდ სოლიდური თანხაა.

ავარია ეწოდება ნგრევას და ჩამოქცევას, რომელსაც თან სდევს კონსტრუქციის ან შენობის ცალკეული ნაწილების სრული ან ნაწილობრივი რღვევა, რაც იწვევს დიდ მატერიალურ დანაკარგებს, აგრეთვე ადამიანთა ტრამვას და მსხვერპლს. კონსტრუქციის რღვევამ ერთ ნაწილში, შეიძლება გამოიწვიოს შენობის სხვა ნაწილების რღვევა და დაზიანება. ავარიების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ხშირად მეორდება ერთი და იგივე შეცდომები, რასაც ძირითადად იწვევს ის, რომ საპროექტო და სამშენებლო ორგანიზაციებს დროულად არ მიეწოდებათ ინფორმაცია ამა თუ იმ ავარიის მიზეზის შესახებ. ყოველ ავარიაში შეიძლება დავაფიქსიროთ ზოგიერთი კანონზომიერებანი: შესუსტება, გადაძაბვა, მდგრადობის დაკარგვა; რღვევა და კონსტრუქციის ჩამოქცევა.

ავარია შეიძლება მოხდეს აგრეთვე გაუთვალისწინებელი მიზეზებითაც, მაგალითად, როგორცაა ახალ კონსტრუქციაში ცალკეული მოვლენებისა და პროცესების შესუსტებულობა, შეცდომები გაანგარიშებაში. ყოველ შემთხვევაში, თითოეული ავარია

უნდა გახდეს მიწვევისანი შესწავლის საგანი, ხოლო ანალიზის შედეგები აუცილებლად მიწოდოს სამშენებლო ორგანიზაციას.

შენობის ან ნაგებობის უეცარ, მოულოდნელ წგრეას კატასტროფა ეწოდება. მისი გამოწვევი მიზეზებია: მიწისძვრა, ქარიშხალი, აფეთქება, ხანძარი, წყალდიდობა, მეწყრული მოვლენები, კარსტულ - სუფოზიონური პროცესები და სხვ. თუ ავარიის დროს ირღვევა ცალკეული კონსტრუქციები ან შენობის ცალკეული ნაწილები, კატასტროფის დროს შენობა და ნაგებობა სრულად ინგრევა და ფაქტობრივად გამოუსადეგარი ხდება შემდგომი ექსპლუატაციისათვის.

ზოგიერთი ტიპის ავარიის ერთ-ერთი მიზეზთაგანი შეიძლება იყოს სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციების მიერ ზოგიერთი კონსტრუქციის და ნაგებობის არასაკმარისი გამოკვლევა დატვირთვებზე.

ასეთ ავარიებს მიეკუთვნება:

- ამწევემა კოჭების ჩამოქცევა ხიდური ამწეებისაგან გადაცემული ჰორიზონტალური დატვირთვების არასრული გათვალისწინების გამო;
- ცემენტის სილოსების რღვევა მათ კედლებზე ძალური ზემოქმედების არასაკმარისი შესწავლის გამო;
- სატრანსპორტო (ფხვიერი მასალების) გაღრეების ჩამოქცევა ხის კონსტრუქციათა კვანძების დინამიკური დატვირთვების ქვეშ მუშაობის არასაკმარისი შესწავლის გამო;
- შედური გადახურვის ჩამოქცევა მისი ექსპერიმენტული კვლევის ჩაუტარებლობის გამო და სხვ.

მიყენებულ ზარალის მიხედვით ავარიები შეიძლება დავანაწილოთ სამ - დიდ, მცირე და უმნიშვნელო ჯგუფებად.

დიდ ავარიას მიეკუთვნება ისეთი ჩამოქცევა, რომელიც მოიცავს შენობის მნიშვნელოვან ნაწილს ან მის ცალკეულ უბნებსა და სექციებს, რის შედეგადაც ჩერდება მუშაობა არა მარტო ამ უბანზე, არამედ მეზობელ უბნებსა და ობიექტებზე.

მცირე ანუ ადგილობრივი ავარიის დროს არ ზიანდება მეზობელი უბნები და სექციები და არ იწვევს დიდ მატერიალურ დანახარჯებს.

უმნიშვნელო ეწოდება ისეთ ავარიას, რომელიც შეიძლება მოხდეს შენობის ცალკეულ უბანზე, როგორც მშენებლობის, ასევე ექსპლუატაციის პროცესში. ასეთი ავარიის ლიკვიდაცია დაკავშირებული არ არის დიდ მატერიალურ დანახარჯებთან, მაგრამ მანაც შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანების მსხვერპლი და ყურადღების მოუქცევლობის შემთხვევაში შეიძლება დიდი ავარიის მიზეზი გახდეს.

უმნიშვნელო ავარიებს შეიძლება მიეკუთვნოს: ფასადის ნაღისის აშრეება, მოპირკეთების დაზიანება, საკედლე პანელების ან გადახურვის ფილების ადგილობრივი დაზიანება, სახურავის ბურღლის მექანიკური დაზიანება, შენაღარების ამოვსება ნავითა და ჭუჭყით, წყალშემკრებების დაზიანება და სხვ.

ზოგჯერ ავარიის მიზეზი შეიძლება გახდეს მზიდი კონსტრუქციების მარაგის კოეფიციენტის შემცირებული მნიშვნელობის მიღება გაანგარიშებისას, აგრეთვე კონსტრუქციებში პროექტით გაუთვალისწინებელი ხერხების არსებობა, ერთი მოწყობილობის შეცვლა მეორე, უფრო დიდი დინამიკური დატვირთვის მქონე მოწყობილობით, ტექნოლოგიური ციკლის დარღვევა ან შეცვლა ახალი, განსხვავებული

ტექნოლოგიით, იატაკზე ტუტების, ფუძეების ან მყავების სისტემატური ჩადინება, ვიბრაციული დატვირთვები და სხვ.

ცემენტის, თაბამირის, გაჯის ქარხნებში ავარია შეიძლება გამოიწვიოს სახურავზე ამ მასალების მტვრიანი მასის არასასურველმა დაგროვებამ.

პრაქტიკაში ცნობილია შეფესაცვიერების მძიმე ავარიები (ინგლისი, რუსეთი), რომლებიც ძირითადად გამოწვეული იყო გაანგარიშებაში დაშვებული შეცდომებით. ქარის დატვირთვების მოქმედებისას, კერძოდ კი შეფესაცვიერების ბუჩქისებურად განლაგების შემთხვევაში, მიზანშეწონილია ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდეს აეროდინამიკურ მილში და მოხდეს შედეგების შედარება მის თეორიულ მნიშვნელობებთან.

ავარიების შესწავლა ავართოებს ინჟინრის ცოდნის დონეს, ნათელს ხდის ნაგებობის მუშაობაში ადრე უცნობ ზოგიერთ კანონზომიერებას. ის საშუალებას იძლევა, უკეთესად ჩავწედეთ ამა თუ იმ კონსტრუქციის მუშაობის ნიუანსებს, საპროექტო და საშენებლო ორგანიზაციებს ყურადღება გავამახვილებინოთ ზოგიერთი კონსტრუქციული გადაწყვეტის ახლებურ გააზრებაზე და დავებმართო, უფრო კვალიფიციურად გადაწყვიტონ დაპროექტებისა და მშენებლობის საკითხები.

11.9. ხის კონსტრუქციების გაძლიერება

11.9.1. ძირითადი პრინციპები

ხის კონსტრუქციების გაძლიერება აუცილებელია იმ შემთხვევებში, როცა იცვლება ექსპლუატაციის საწყისი ტექნოლოგიური რეჟიმი; მნიშვნელოვნად იზრდება დატვირთვები მასალებისა და მოწყობილობებისაგან; ამოწურულია კონსტრუქციის მზიდუნარიანობა დაპროექტებაში დაშვებული სერიოზული შეცდომის გამო; გამოყენებულია დაბალი ხარისხის მერქანი ან შეერთებები განხორციელებულია ტექნოლოგიის დარღვევით და სახიფათო დეფექტებით; კონსტრუქციების ექსპლუატაცია ხდება არანორმალურ პირობებში; აღინიშნება მნიშვნელოვანი გადატვირთვები, დატენიანება, დასველება, ლპობა, მექანიკურ დაზიანება, რომლებიც იწვევს კონსტრუქციის ამტანუნარიანობის დაქვეითებას.

პრაქტიკაში ყველაზე ხშირად გვხვდება უხარისხოდ დამზადებული და არანორმალურ ექსპლუატაციაში მყოფი კონსტრუქციები.

კონსტრუქციის გაძლიერება ხდება შესაბამისი პროექტის დამუშავების შემდეგ, რომლის საფუძველად მიიღება შემდეგი პრინციპები:

- გაძლიერებული ხის კონსტრუქცია მთლიანად უნდა ასრულებდეს თავის პირვანდელ ფუნქციას. მეორე შემთხვევაში, პროექტში გათვალისწინებული უნდა იქნეს გასაძლიერებელი ელემენტის საწყისი ფუნქციის ნაწილის გადაცემა სხვა არსებულ ან ახალ საშენებლო კონსტრუქციაზე;

- ხის კონსტრუქციის გაძლიერება ამტანუნარიანობის, დეფორმაციების და სხვათა მიხედვით უნდა აკმაყოფილებდეს პროექტის დამუშავების მომენტში მოქმედ საშენებლო წესებსა და ნორმებს;

- გასაძლიერებელი ხის კონსტრუქციის მიზანშეწონილობა და ვარიანტების შერჩევა უნდა მოხდეს ეკონომიკური დასაბუთების შესაბამისად. მაქსიმალურად უნდა იქნეს შენარჩუნებული არსებული საშენებლო კონსტრუქციები, ელემენტები, მოპირკეთება და ა.შ. სარემონტო სამუშაოები უნდა შესრულდეს შენობაში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესის შეუწყრებლად;
- ტიპური ხის კონსტრუქციები, ტიპური დეფექტებით, უნდა გაძლიერდეს ერთი და იგივე მეთოდებით.

11.9.2 გაძლიერების მეთოდების კლასიფიკაცია

გაძლიერების სამუშაოების პირველი ეტაპი მოიცავს პროექტის დამუშავებას დეფექტორივი უწყისის საფუძველზე. გასაძლიერებელი კონსტრუქციის მერქნის სიმტკიცის განსაზღვრა ხდება ამ კონსტრუქციის დაუტვირთავი ნაწილიდან ამოჭრილი მცირე ზომის სტანდარტული ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდით ღუნვაზე, კუმშვაზე, გაჭიმვაზე, თელვასა და ახლეჩაზე. სახელმწიფო სტანდარტების შესაბამისად გაძლიერების პროექტში მოცემული უნდა იყოს გაძლიერების დეტალების მუშა ნახაზები, აგრეთვე გათვალისწინებული ექსპლუატაციის ნაირსახეობა. უნდა მიეთითოს ანტიისეპტიკების და ანტიპირენების მარკები და მათი შესრულების ტექნოლოგია, სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგია, უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვის ღონისძიებები და სხვ.

გაძლიერების კონკრეტული მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია არაერთ ფაქტორზე, როგორებიცაა, გაძლიერების ამოცანები, შენობის მთლიანი და ცალკეული კონსტრუქციების მდგომარეობა; საკმარისი სივრცისა და მოედნების არსებობა გასაძლიერებელი ელემენტების დასაწყობად; ექსპლუატაციის პირობები და სხვ.

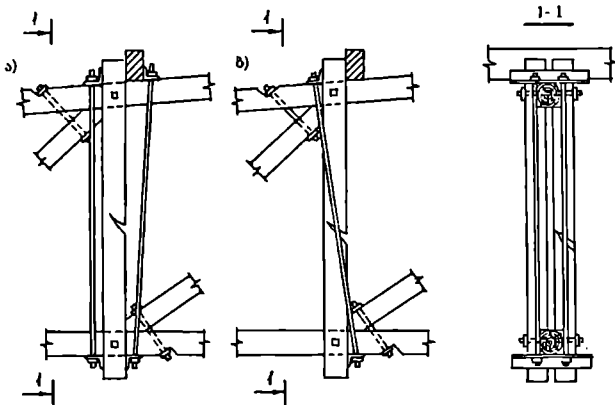
ხის კონსტრუქციების გაძლიერების მეთოდების კლასიფიკაცია ხდება სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით. დანიშნულების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: 1 - დროებით გაძლიერებად; 2 - სტაციონარულ გაძლიერებად. გასაძლიერებელი კონსტრუქციების მუშაობის სქემაზე ახალი ელემენტების გავლენის თვალსაზრისითაც განიხილება გაძლიერების ორი სახეობა: ხის კონსტრუქციების მუშაობა საწყისი სქემის შეუცვლელად და საწყისი სქემის შეცვლით.

11.9.3. გაძლიერების მეთოდები მუშაობის საწყისი სქემის შეუცვლელად

მუშაობის საწყისი სქემის შეუცვლელად ხის კონსტრუქციების გაძლიერება ხდება:

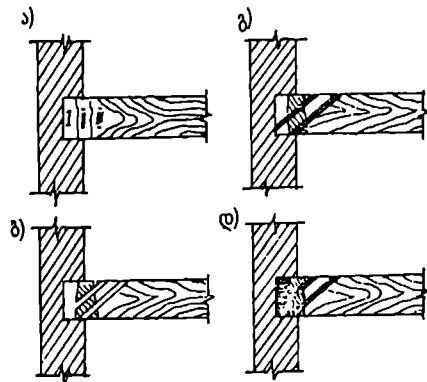
- სამაგრი ელემენტების (ჭანჭიკები, ლურსმნები, სკვალეები და სხვ.) დამატებით;
- გასაძლიერებელი კონსტრუქციის განმტვირთავი დამოუკიდებლად მომუშავე დამატებითი ელემენტების დაყენებით;
- დეფექტების შემცველი და გადაამაბვით მომუშავე ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეცვლით ან გაძლიერებით (ნახ. 11.5);
- ხის კონსტრუქციების ან მისი ელემენტების გაძლიერება პროთეზებით. პროთეზი არის სპეციალური კონსტრუქცია, რომელიც ერთვე გასაძლიერებელი კონსტრუქციის მუშაობაში დაზიანებული ნაწილის შესაცვლელად. პროთეზებით ახდენენ კოჭებისა და

წამწეების სახლის სოკოებით დაზიანებული (დამპალი) ნაწილების გაძლიერებას. მშენებლობის თანამედროვე პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება პროთეზები, დამზადებული პოლიმერული მასალებისაგან - პოლიმერბეტონი მოდიფიცირებულ ეპოქსიდურ ფისებზე, რომელიც მზადდება სამშენებლო მოედანზე და წრიული განივკვეთის ლეროვანი მინაპლასტიკის არმატურა (ნახ. 11.6);



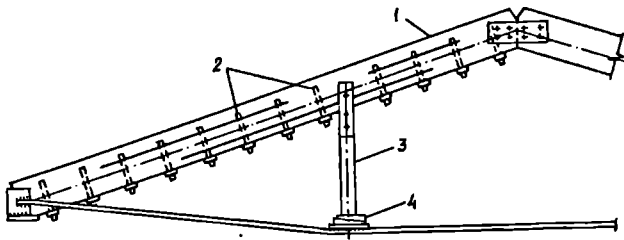
ნახ. 11.5. ხის წამწის დაზიანებული დგარის გაძლიერება ფოლადის ჭიშკრებით:
ა, ბ - გაძლიერების შესაძლო ვარიანტები.

- ხის კონსტრუქციების გაძლიერებით ლითონის ლეროების და ჭანჭიკების ჩაწებებით. ამ მეთოდს იყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა საჭიროა გაიზარდოს კოჭის წინაღობის უნარი ბერისადმი საყრდენების სიახლოვეს, რომელიც შესუსტებულია ხვრელებით ან დაწებებული ფიციების განშრევებით, აგრეთვე, როცა აუცილებელია გაიზარდოს მერქნის წინაღობა გაჭიმვისადმი ბოჭკოების განივად ორქანობიანი კოჭების გადაღუნვის წერტილებში (ნახ. 11.7). ამ მეთოდის



ნახ. 11.6. ხის კოჭების დამპალი საყრდენი ნაწილების გაძლიერების ხერხები სინთეზური მასალების პროთეზებით: ა - კოჭის საყრდენი ნაწილის დაყოფა ზონებად სიდამპლის ხარისხის მიხედვით; ბ - კოჭის ბოლო, გაწმენდილი მპალისგან (ჯანსაღ ნაწილში გაკეთებულია ხვრელები მინაპლასტიკის არმატურისათვის); გ - მინაპლასტიკის არმატურის ჩაწებება; დ - პლასტმასის პროთეზის საბოლოო სახე.

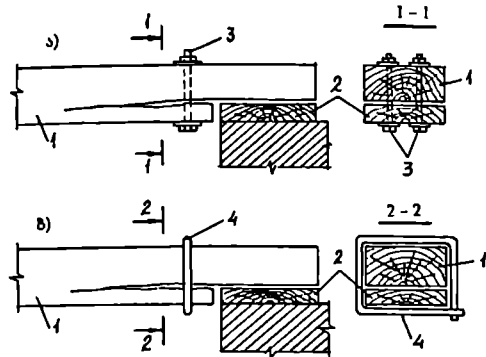
ყველაზე გავრცელებული ვარიანტი განხორციელდება შემდეგნაირად: გასაძლიერებელ კოჭში წინასწარ გაბურღავენ ვერტიკალურ ან დახრილ ყრუ ხერელებს, რომლებშიც შემდეგ ჩაწებდება ამ მიზნით სპეციალურად დამზადებული ფოლადის ჭანჭიკები. ჭანჭიკებს მთელ სიგრძეზე აქვს ხრახნი და მართკუთხა განივკვეთის ღარი. ღარის დანიშნულებაა უზრუნველყოს ჭანჭიკის ჩახრახნის დროს ყრუ ხერელიდან ჭარბი რაოდენობის წებოს გამოსვლა. ყრუ ხერელები იზურდება კოჭის ზედა ან ქვედა ზედაპირიდან. მისი სიღრმე 1 სმ-ით აღემატება ჩასაწებებელი ჭანჭიკის სიგრძეს. ჩაწებებამდე ხდება როგორც ჭანჭიკის, ასევე ხერელის გასუფთავება ქიმიური ხსნარებითა და ჰაერის ჭავლით. წებოს მასა შეჰყავთ ხერელში სპეციალური შპრიცის საშუალებით მისი სიღრმის ნახევარზე;



ნახ. 11.7. სამკუთხა განმზგენიანი სისტემის გაძლიერება განშრევებულ წებოვან ნაკერებში ჭანჭიკების ჩაწებების და შპრენგელურ სისტემად გადაკეთების მეთოდით: 1 - ფიცრულწებილი ბლოკი ნაწილობრივ განშრევებული წებოვანი ნაკერებით; 2 - ჩაწებებული ჭანჭიკები; 3 - შპრენგელური სისტემის დგარი; 4 - სოლები.

- ხის კონსტრუქციების გაძლიერებით მომჭერი ჭანჭიკებითა და საკიდებით. ამ მეთოდს იყენებენ მთლიანკვეთიანი ხის ელემენტებით შედგენილი პაკეტების გასაძლიერებლად, სადაც ეს ჭანჭიკები და საკიდები თავის თავზე იღებენ გამჭიმ მალეზს (ნახ. 11.8). საკიდების გამოყენების უპირატესობა მომჭერ ჭანჭიკებთან შედარებით ისაა, რომ საჭირო არაა გასაძლიერებელ ელემენტებში გამჭოლი ხერელების მოწყობა;

- ხის კონსტრუქციების გაძლიერებით ფანერის ზედებით ან ორმაგი ურთიერთჯვარედინად განლაგებული ფიცრებით. ამ მეთოდს წარმატებით იყენებენ დიდი დეფორმაციების მქონე კონსტრუქციების გასაძლიერებლად. ზედები და ფიცრები გასაძლიერებელ კონსტრუქციას ემაგრება ლურსმუნების, სჭვალებისა და ჭანჭიკების გამოყენებით.



ნახ. 11.8. ხის კოჭის საყრდენი ნაწილის გაძლიერება შემკრავი ჭანჭიკებისა (ა) და საკიდების (ბ) გამოყენებით:
 1 - კოჭი; 2 - საყრდენი ბალიში; 3 - შემკრავი ჭანჭიკი;
 4 - ლითონის საკიდი.

11.9.4. გაძლიერების მეთოდები მუშაობის საწყისი სქემის შეცვლით

კონსტრუქციის მუშაობის საწყისი სქემის ცვლილების მეთოდები მრავალგვარია და დამოკიდებულია სამშენებლო კონსტრუქციის ტიპზე, შენობის გაბარიტებზე, დატვირთვების სახეცვლილებებზე და სხვ. პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება შემდეგი ხერხები:

- ერთმალაინი კონსტრუქციის გადაკეთება მრავალმალაინადა;
- ერთმალაინი კონსტრუქციის გადაკეთება რამდენიმე უფრო მცირე ერთმალაინ კონსტრუქციად;
- გისოსიან კონსტრუქციებში ცალკეული ელემენტების ადგილობრივი განტვირთვა (მუშაობიდან გამორიცხვა). მის მაგალითად შეიძლება დასახელდეს წამწებებში შემხვედრი ირიბანების მოწყობა, როდესაც შეკუმშული ირიბანა ითიშება მუშაობიდან შემხვედრი ლითონის ირიბანას დაყენების შედეგად;
- კოჭებისა და წამწებების გადაქცევა შპრენგელურ (ნახ. 11.7) სისტემადა;
- კამარების გადაკეთება წამწებად;
- ბრტყელი ხის კონსტრუქციების წყვილ - წყვილად დამაგრება სიხისტის სივრცითი კავშირების საშუალებით;
- თხელკედლიანი გარსების გადაქცევა წიბოვანად და პირიქით;
- განზღვენიანი თაღების გადაკეთება თაღ - გარსებად და ა. შ.

ხის კონსტრუქციების მუშაობის საწყისი სქემის ცვლილების ზოგიერთი ხერხის დაწვრილებით ანალოზზე ვიმსჯელებთ მოცემულია ქვევით, ცალკეული ტიპის კონსტრუქციების გაძლიერების ხერხების განხილვისას.

11.9.5. გასაძლიერებელი ხის კონსტრუქციების განტვირთვა და დროებითი დამაგრება

კონსტრუქციის განტვირთვა გაძლიერების პირველი აუცილებელი ეტაპია. ის ხორციელდება შემდეგი ძირითადი ხერხებით:

- ყველა იმ კონსტრუქციის დაშლით, რომელთაგან დატვირთვა გადაეცემა

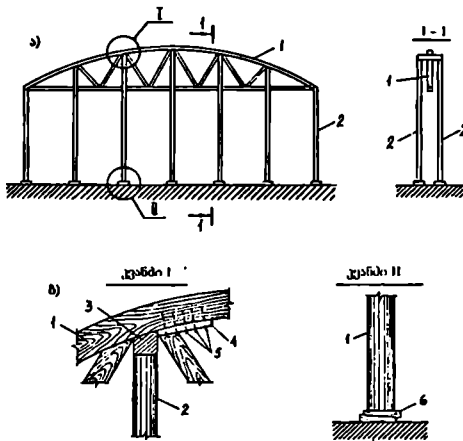
გასაძლიერებელ კონსტრუქციას, რომელიც თავის მხრივ გამოიკიდება ახალ დგარებზე (ნახ. 11.9). ამ ხერხს მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც კონსტრუქცია ძლიერაა დაზიანებული ბიოლოგიური მანებლებით, ხანძრით და ა.შ.;

- გასარემონტებელი ხის კონსტრუქციების გამოკიდებით დროებით დგარებზე ან გადასაადგილებელ ხარაჩოზე, მათზე დაყრდნობილ სხვა კონსტრუქციებთან ერთად. ამ მეთოდს მიმართავენ მცირე მოქმედი დატვირთვების შემთხვევაში;

- ხის კონსტრუქციების გამოკიდება სპეციალურ ასაწყობ - დასაშლელ წამწეზე, რომელსაც აყენებენ გასაძლიერებელი კონსტრუქციის გვერდით. ეს ხერხი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც გასაძლიერებელი ელემენტის გამოკიდება ქვევიდან შეუძლებელია ან არასასურველია საექსპლუატაციო მოსაზრებით.

გასარემონტებელი ხის კონსტრუქციების საბუშაოების პროცესში აუცილებელია ეს კონსტრუქციები განთავისუფლდეს ხისტი ვერტიკალური კავშირებისაგან, რომლებიც აერთებთ შენობის უძრავ ნაწილებთან. წამწეების გამოკიდვისას დაუშვებელია ქვედა სარტყლის შესაძლო გამოსვლა წამწის შეუღული სიბრტყიდან, ხოლო გამოკიდვა ხდება ზედა სარტყლის კვანძებით.

თაღოვანი კონსტრუქციის გამოკიდვისას განტვირთავი ძალები მოედება თაღის მეთოთხედებში, საყრდენებზე და კეხში, ზოგჯერ - შუალედ წერტილებშიც.



კოჭების საყრდენი ნაწილების გაძლიერებისას კმაყოფილდება იმ საყრდენთან მაქსიმალურად მიახლოებული ცალკეული დგარების გამოყენებით, რომლებზეც გამოიკიდება ეს კონსტრუქცია. შედგენილი კოჭების, წამწეების, კამარებისა და ჩარჩოების გაძლიერებისას ისინი უნდა გამოიკიდონ საყრდენი ნაწილების ახლოს შედგმულ დგარებზე. დგარების რაოდენობა და განივკვეთის ზომები დამოკიდებულია კონსტრუქციის მალზე, დატვირთვებზე და მიიღება გაანგარიშებით.

ნახ. 11.9. ხის კონსტრუქციების გამოკიდება: ა - გამოკიდება; ბ - დამაგრების კვანძები; 1 - კონსტრუქცია; 2 - დგარები; 3 - განივა; 4 - კუთხესამაგრი; 5 - ლურსმნები; 6 - სოლები.

წამწეების, კამარებისა და ჩარჩოების გამოსაკიდად რეკომენდებულია ორმაგი დგარების გამოყენება, რომლებიც თავსდება კონსტრუქციის ორივე მხარეს და ერთმანეთს უკავშირდება გისოსებით. დგარები, როგორც წესი, ეყრდნობა მაგარი ჯიშის მერქნისაგან დამზადებულ გაწყვილებულ ჰორიზონტალურ სოლებს (ნახ. 11.9, კვანძი ბ), რომელთა შემხვედრი გადაადგილება უზრუნველყოფს დგარების აწევ - დაწევას კონსტრუქციასთან ერთად. თუ საჭიროა კონსტრუქციის მნიშვნელოვან სიმაღლეზე აწევა, მაშინ სოლებს

ნაცვლად გამოიყენება ხრახნული ან ჰიდრაულიკური დომკრატები. ზოგჯერ კონსტრუქციის დროებით გამოსაკიდებლად გამოიყენება ხიდური ამწეებიც.

იმ შემთხვევაში, როცა სახურავში მოთავსებულია გამათბუნებლის მძიმე ფენა წიდის სახით, რომელიც გაძლიერების პროექტის მიხედვით უნდა შეიცვალოს უფრო მსუბუქი მასალით, მაშინ კონსტრუქციის გაძლიერების დაწყებამდე ხდება ამ ფენის მოშორება და მხოლოდ სამუშაოების დამთავრების შემდეგ შემოდის ახალი გამათბუნებელი.

უდფექტო კოჭური სასხვეწო და სართულშუა გადახურვების გაძლიერებისას მათი გადატვირთვის გამო, მიზანშეწონილია გაძლიერება მოხდეს მოქმედი დატვირთვების შემცირების გზით, რაც მიიღწევა არსებულს შორის დამატებითი კოჭების მოწყობით ან უფრო მსუბუქი გამათბუნებლის გამოყენებით.

11.9.6. ხის კოჭების გაძლიერება

გადახურვებში მზიდი ხის კონსტრუქციების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული სახეობაა დახრილი სანივნივე ფეხი, რომლის საანგარიშო სქემა ერთმალაიანი ან მრავალმალაიანი კოჭია.

ხშირ შემთხვევაში, ხის კოჭი სასხვეწო, სართულშუა და სარდაფის გადახურვების ძირითადი მზიდი ელემენტია, რომელსაც უპირატესად აშხადებენ მასიური ხისაგან, თუმცა ზოგჯერ სამოქალაქო და სამრეწველო დანიშნულების შენობებში გამოიყენება შედგენილი კოჭებიც (ფიცრულ-ლურსმნიანი, ფირფიტაან წირწკიმალებზე, დაწებებული, წებო - ფანერისა და სხვ.).

უმეტეს შემთხვევაში კოჭების რემონტი საჭირო ხდება მისი ბოლოების ლპობის გამო საყრდენიდან 30-80 სმ დაშორებით. ლპობის მიზეზი შეიძლება იყოს წვიმის წყლის გადინება ბურღულში, ამალეებული ტენიანობა საწარმოში - კედლების გაყოლებით სხვენში და აზიანებს კოჭის საყრდენებს, აგრეთვე გარე კედლებში კოჭის საყრდენების (ბუდეების) არასწორი მოწყობა და გაყინვა.

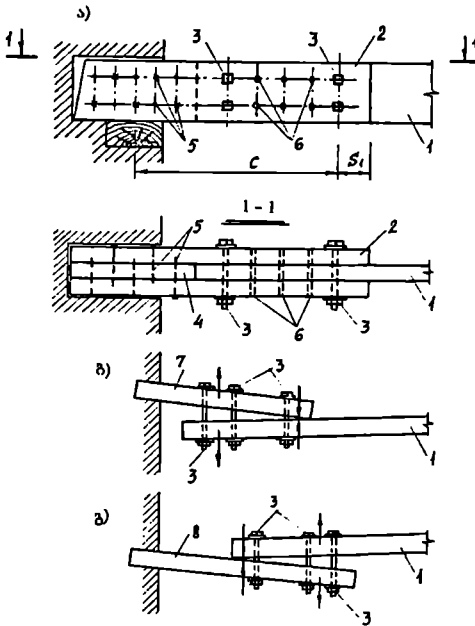
საყრდენებზე დაზიანებული კოჭების გაძლიერების უმარტივეს მეთოდია მათ ქვეშ საყრდენი დგარის მოწყობა, რომელიც ქვედა ბოლოთი ეყრდნობა საიმედო კონსტრუქციას. ის შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გაძლიერების დროებითი ხერხი, რადგანაც არ ითვალისწინებს არავითარ არქიტექტურულ - ესთეტიკურ მხარეს, ამასთან ხშირად არღვევს სარემონტო სათავსის ფუნქციურ დანიშნულებასაც. ამიტომ პრაქტიკაში უპირატესობა ეძლევა დაზიანებული კონსტრუქციის სტაციონარულ გაძლიერებას.

არსებობს ხის კოჭების სტაციონარული გაძლიერების შემდეგი ხერხები:

- დეფექტური კონსტრუქციის მთლიანად შეცვლა;
- კოჭის დამპალი ბოლოების შეცვლა ზედებითა და პროთეზებით;
- კოჭის გაძლიერება მალში პროთეზების ან შეფიცვრის გამოყენებით;
- კოჭების გაძლიერება მოკლე ძელების, საკიდრების, ირიბი ან შევეული დგარების გამოყენებით, რომლებიც ძალებს გადაცემენ სხვა საიმედო მზიდ კონსტრუქციებს;
- დეფექტური კოჭის გაძლიერება მისი გადაკეტვით შედგენილი განიცვეთის კოჭად ან შპრენგელურ წამწედ.

გარე კედლებზე დაყრდნობილი გრძილებისა და კოჭების საყრდენი ნაწილების გაძლიერება, ხდება ხის ზედების, ბულაურების, კოჭზედების ან ლითონის პროთეზების გამოყენებით (ნახ. 11.10).

კოჭის დაზიანებული საყრდენი ნაწილის გამოცვლა ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით: პირველ რიგში ხდება კოჭის დაზიანებული ბოლოს (ან მთლიანად) გამოკიდება ტრავერსების ან დარების საშუალებით, შემდეგ ათავისუფლებენ საყრდენ ნაწილს აგურის (ქვის) წყობისაგან, იატაკის საფარისაგან, ფიცარფენისაგან, შელესვისაგან და ა.შ., რის შემდეგაც კოჭს მოაცილებენ დამპალ ნაწილს.



ნახ. 11.10. კოჭის დამპალი საყრდენი ნაწილის გაძლიერება ხის ზედების გამოყენებით: ა - გვერდითი ხის ზედებით; ბ - ხის კოჭზედათი; გ - ხის ბულაური.

- 1 - ხის გასაძლიერებელი კოჭი; 2 - ხის ზედი;
3 - ჭანჭიკები; 4 - შუადი; 5 - ლურსმნები; 6 - წირწიკმალები; 7 - კოჭზედა; 8 - ბულაური.

თუ გაძლიერება ხდება გაწვილებული ხის გვერდითი ზედების დახმარებით (ნახ.11.10,ა), მაშინ კოჭის დაზიანებული ნაწილის ნაცვლად ზედებს (2) შორის მოთავსდება შუადი (4), რომელიც უშუალოდ ებჯინება კოჭის გადაჭრილ ტორსს და ლურსმნების (5) საშუალებით მიემაგრება ზედებს (2). თვითონ ზედების კოჭთან მიმაგრება ხდება ჭანჭიკებისა (3) და წირწიკმალების (6) მეშვეობით ზედების სიგრძე საკმარისი უნდა იყოს საყრდენის მოსაწყობად და ანგარიშით მიღებული რაოდენობის წირწიკმალების განსალაგებლად.

თუ გაბარიტები საშუალებას იძლევა, მაშინ შესაძლებელია კოჭის საყრდენი ნაწილის გაძლიერება კოჭზედას ან ბულაურის (ნახ. 10.10, ბ, გ) გამოყენებით, რომლებიც გასაძლიერებელ კოჭს მიემაგრება ჭანჭიკების საშუალებით.

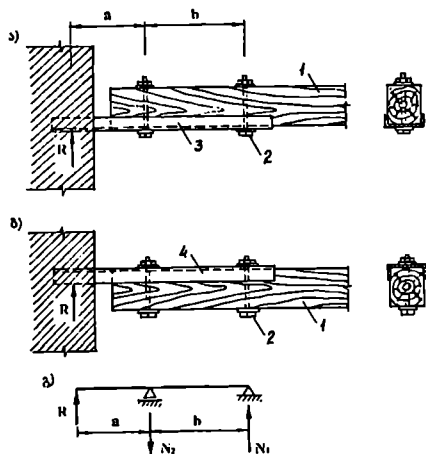
გაძლიერებული კოჭის ახალი ბოლოები და ზედები მუშავდება ანტისეპტიკებით, ხოლო ბუდეში მოთავსებული კოჭის ბოლოები, ტორსის გარდა, იზოლირდება ტოლით. ტოლის პირველი ფენა მიეწებება კონსტრუქციას ანტისეპტიკური პასტის საშუალებით, ხოლო მეორე ფენა პირველს - ქვანახშირის ფისის გამოყენებით. კოჭის ახალ ბოლოსა და ბუდის კედელს შორის ტოვებენ 2-3 სმ სიდიდის ღრუოს.

კოჭის დამპალი ნაწილების აღსადგენად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მერქნის მოდიფიცირების მეთოდი სინთეზური პოლიმერების - ფენოლური სპირტების, ფენოლფორმალდეჰიდის, შარდოვანა ფორმალდეჰიდისა და სხვ. გამოყენებით. ამ

პოლიმერებით ჟღენტონ დაზიანებულ ადგილებს 50-60°C ტემპერატურაზე 2-4 სთ-ის განმავლობაში. მიუხედავად სირთულისა, მეთოდი მეტად ეფექტურია. ასეთი გზით დამუშავებული მერქნის სიმტკიცე კუმშვასა და გაჭიმვაზე იზრდება 1,8-ჯერ, ხოლო ლუნვაზე - 1,6-ჯერ.

რეკომენდებულია დაზიანებული ხის კონსტრუქციების აღდგენა მინაპლასტიკის ღეროებისა და თხევადი კომპაუნდის გამოყენებით (ნახ. 11.6).

პრაქტიკაში ყველაზე მეტადაა გავრცელებული კოჟის დაზიანებული საყრდენი ნაწილების გაძლიერება ლითონის პროთეზების გამოყენებით (ნახ. 11.11). ლითონის პროთეზი შედგება ფოლადის შველერის გადანაჭრისა ან ორი კუთხოვანისაგან, რომლებიც მიმაგრებულია კოჟის ბოლოსთან ორ-ორი ჭანჭიკით, ხოლო ლითონსა და მერქანს შორის ათავსებენ ჰიდროსაიზოლაციო ფენას.



ნახ. 11.11. ხის კოჟების საყრდენი ნაწილების გაძლიერება ლითონის პროთეზებით:

- 1 - გასაძლიერებელი კოჟი; 2 - ჭანჭიკები;
- 3 - ქვედა პროთეზი; 4 - ზედა პროთეზი;
- 5 - ლურსმნები.

ლითონის პროთეზის გადანაგარიშება ხდება ლუნვაზე მოქმედი მღუნავი მომენტის მიხედვით, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$M = R \cdot a, \quad (11.3)$$

სადაც R არის კოჟის საყრდენი რეაქცია; a - მანძილი კოჟის საყრდენის სიმეტრიის ღერძსა და პირველ ჭანჭიკს შორის (ნახ. 11.11, ბ).

თუ პროთეზი მოთავსებულია ქვემოდან (ნახ. 11.11, ა), მაშინ საყრდენიდან მეორე ჭანჭიკი გაჭიმულია, ხოლო თუ პროთეზი ზემოდანაა მოთავსებული (ნახ. 11.11, ბ), მაშინ გაჭიმულია საყრდენიდან პირველი ჭანჭიკი. ჭანჭიკები გაანგარიშდება გაჭიმვაზე, საყელურები - ლუნვაზე, მერქანი კი - თელვაზე პირველ შემთხვევაში N_1 , ძალის, ხოლო მეორე შემთხვევაში N_2 ძალის მოქმედებით. ამ

ძალების მნიშვნელობები გამოითვლება ფორმულით:

$$N_1 = R \cdot a/b; \quad N_2 = R \cdot (a+b)/b. \quad (11.4)$$

კოჟის დაზიანებული საყრდენი ნაწილის გაძლიერება შეიძლება აგრეთვე ორ მხარეზე განლაგებული ფიცრული ზედებით. მათი მიმაგრება კოჟზე ლურსმნების ორი ჯგუფის საშუალებით ხდება - ისე, რომ პირველი ჯგუფი განლაგდეს კოჟის ბოლოზე საყრდენიდან a მანძილზე, ხოლო მეორე - პირველი ჯგუფის ლურსმნებიდან b მანძილზე. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ლურსმნების ჯგუფი განლაგდება N_1 და N_2 ძალების მიხედვით.

თუ გადახურვის ზომები საშუალებას იძლევა, კოჟის ბოლოები, ლითონის პროთეზების ნაცვლად შეიძლება გაძლიერდეს ხის ძელების გამოყენებითაც, რომლებიც განლაგდებიან გასაძლიერებელი კოჟის ზემოდან ან ქვემოდან და მიემაგრებიან კოჟს ჭანჭიკების საშუალებით.

დაწებებული ფიფრული კოჭების გაძლიერება ხორციელდება ფანერის ზედების (ნახ.11.12, ა) ან ორმაგი შეფიფრის (ნახ.11.12, ბ) საშუალებით. პირველ შემთხვევაში წყალმდევეგი 10 მმ სისქის ფანერის ზედები ლურსმნების საშუალებით მიემაგრება გასაძლიერებელ კოჭს მთელ სიგრძეზე ან დაზიანებულ ნაწილებში. ფანერის შემოფიფრა და ლურსმნების რაოდენობა გაანგარიშდება კოჭის სიგრძის ნახევარზე მოქმედი განივი ძალებისაგან აძღრულ ძერის ძალეზე:

$$T_{1r} = 1,5 \cdot M \cdot S / J, \quad (11.5)$$

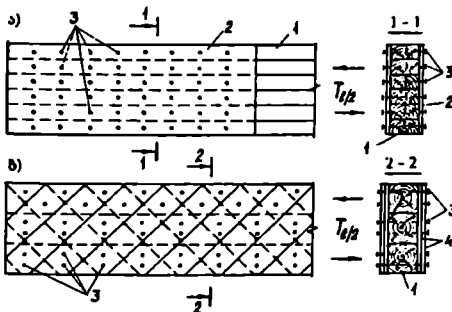
სადაც M არის კოჭში მოქმედი მღუნავი მომენტი; S - კოჭის განივკვეთის სტატიკური მომენტი; J - ინერციის მომენტი.

ლურსმნების საჭირო რაოდენობა უბანზე, კოჭის საყრდენიდან მაქსიმალური მღუნავი მომენტის მოქმედების კვეთამდე, გამოითვლება ფორმულით

$$n = T_{1r} / T_{\Sigma}, \quad (11.6)$$

სადაც T_{Σ} - ერთი ლურსმნის მზიდუნარიანობაა.

არასიმეტრიულ ლუნვაზე მომუშავე ერთკრადი ლურსმნების რაოდენობა განისაზღვრება ცნობილი ფორმულებით ([6], ცხრ. 17) მათი მზიდუნარიანობისა და ფანერის თელვის პირობების მიხედვით. გაძლიერებული კოჭის განივკვეთის შემოწმებისას ნორმალურ ძაბვებზე ფანერის ზედების განივკვეთების გათვალისწინება ხდება კოეფიციენტის საშუალებით, რომელიც E_f/E_a ტოლია. დამყოლი მაკავშირებლებით განხორციელებული კოჭებისათვის მხედველობაში მიიღება შერთების დამყოლობის K_w კოეფიციენტი, რომელიც, როგორც წესი, ერთზე ნაკლებია და სიდიდით დამოკიდებულია შესაერთებელი ელემენტების რაოდენობაზე, კოჭის მალზე და მიიღება საშენებლო ნორმების მიხედვით. მაგალითად, ორი ძელისაგან შედგენილი კოჭისათვის რომლის მალაა 6 მ, $K_w = 0,75$. დეფორმაციაზე გაანგარიშების დროს კავშირების დამყოლობას ითვალისწინებენ სიხისტის შემამცირებელი K კოეფიციენტით, რომლის სიდიდეც აიღება საშენებლო ნორმების მიხედვით. მაგალითად, ორი ძელისაგან შედგენილი 6 მ მალის მქონე კოჭისათვის $K = 0,75$. იმ შემთხვევაში, თუ არა გვაქვს წყალმდევეგი ფანერი, ზედებად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ორმაგი შეფიფრა (ნახ.11.12, ბ) თხელი

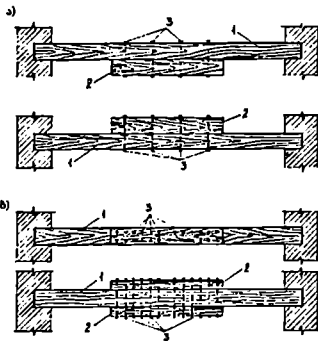


ნახ. 11.12. ფიფრული დაწებებული კოჭების გაძლიერება: ა - ფანერის ზედების გამოყენებით; ბ - ორმაგი შეფიფრის გამოყენებით; 1 - გასაძლიერებელი კოჭი; 2 - ფანერის ზედი; 3 - ლურსმნები; 4 - შეფიფრა.

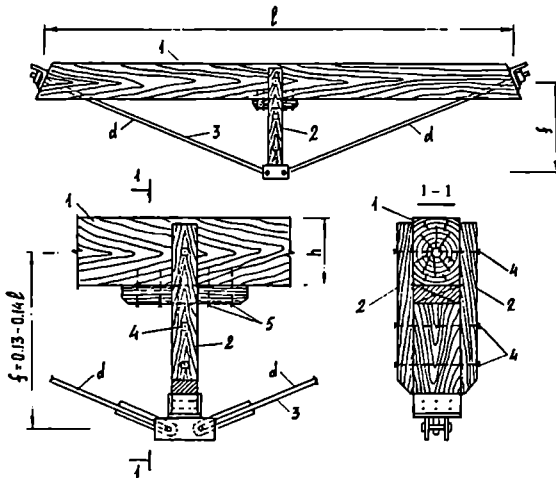
ფიგურებისაგან, რომლებიც მიეღობისმნება გასაძლიერებელ კოქსს.

პრაქტიკაში გვხვდება ხის კოჭების ბიოლოგიური და მექანიკური დაზიანების შემთხვევები მალის შუაში. ასეთი კოჭების გაძლიერების უმარტივესი გზაა ხის ცალმხრივი ან ორმხრივი ზედების გამოყენება (ნახ. 11.13, ა, ბ). ზოგჯერ მიმართავენ კოჭის გადაქცევას შპრენგელურ სისტემად დამატებითი დგარების (ნახ. 11.14) ან ზედების შემოტანით (ნახ. 11.15).

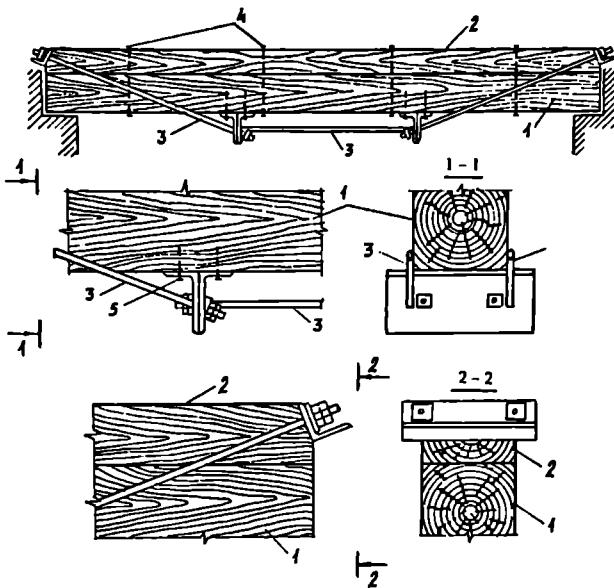
იმ შემთხვევაში, როდესაც კოჭის დაზიანებული ბოლო მოთავსებულია პარაპეტის, კაპიტალური კედლის ან სხვა დიდი სიმტკიცის მარაგის მქონე კონსტრუქციის სიახლოვეს, მაშინ მიმართავენ გაძლიერებას მოკლე ძელების, საკიდრების, ირიბი ან შვეული დგარების გამოყენებით (ნახ. 11.16 - 11.19).



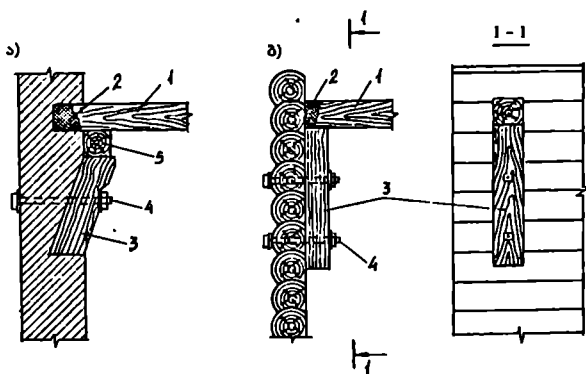
ნახ. 11.13. ხის კოჭების გაძლიერება მალის შუაში: ა - ცალმხრივი ზედებით; ბ - ორმხრივი ზედებით. 1 - გასაძლიერებელი კოჭი; 2 - ზედი; 3 - ჭანჭიკები.



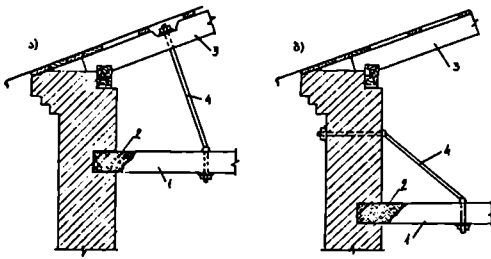
ნახ. 11.14. ხის კოჭის გაძლიერება მისი შპრენგელურ სისტემად გადაქცევით დამატებითი დგარის შემოტანით:
1 - გასაძლიერებელი კოჭი;
2 - დგარი; 3 - ლითონის კიბი (არმატურა);
4 - ჭანჭიკები; 5 - ლურსმნები.



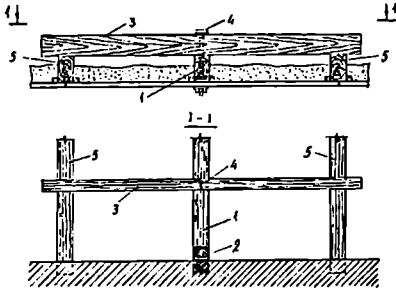
ნახ. 11.15. ხის კოვის გაძლიერება მისი შარუნგელურ სასტემად გადაქცევით დამატებითი ხის ზედის შემოტანით: 1 - გასაძლიერებელი კოვი; 2 - ხის ზედი; 3 - ლითონის ჭიმი (არმატურა); 4 - ჭანჭიკები; 5 - ლურსმნები.



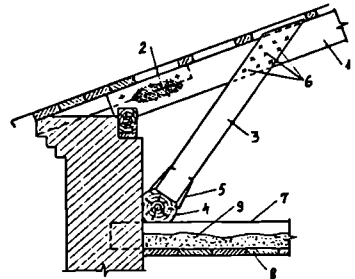
ნახ. 11.16. გადახურვის კოვების გაძლიერება მოკლე ძელების გამოყენებით: ა - ქვის კედელში ჩამაგრებული მოკლე ძელითა და გრძლით; ბ - მორებისაგან შედგენილ კედელზე მიმაგრებული მოკლე ძელით; 1 - გასაძლიერებელი კოვი; 2 - კოვის დაზიანებული ბოლო; 3 - მოკლე ძელი; 4 - ჭანჭიკები; 5 - გრძივი.



ნახ. 11.17. გადახურვის კოჭების გაძლიერება საკიდარების გამოყენებით: ა - სანივნივე ფეხზე შეკიდებით; ბ - პარაპეტის კედელზე შეკიდებით; 1 - გასაძლიერებელი კოჭი; 2 - კოჭის დაზიანებული ბოლო; 3 - ნივინვა; 4 - ლითონის ჭიმი ან ბაგირი.



ნახ. 11.18. გადახურვის კოჭების გაძლიერება მეზობელ სად კოჭებზე დაყრდნობილი რიგელის გამოყენებით: 1 - გასაძლიერებელი კოჭი; 2 - კოჭის დაზიანებული ბოლო; 3 - დამატებითი რიგელი; 4 - ჭანჭიკი; 5 - საღი კოჭები.



ნახ. 11.19. გადახურვის სანივნივე ფეხის გაძლიერება გადახურვაზე დაყრდნობილი ირიბას გამოყენებით: 1 - სანივნივე ფეხი; 2 - სანივნივე ფეხის ბოლო; 3 - ირიბა; 4 - წოლანა; 5 - ჩანგლები; 6 - ლურსმნები; 7 - გადახურვის კოჭი; 8 - ჭერის შეფიცვა; 9 - გამათბუნებელი.

11.9.7. ხის წამწეების გაძლიერება

მიუხედავად იმისა, რომ პრაქტიკაში გავრცელებულია ხის წამწეების მრავალი სახეობა, მაინც შესაძლებელია გამოიყოს წამწეების დამახასიათებელი დეფექტები და განხილულ იქნეს მათი აღმოფხვრის მეთოდები.

წამწეების დამახასიათებელ დეფექტებს მიეკუთვნება:

- საყრდენი ნაწილის ლპობა;
- ქვედა სარტყლის გაჭიმული პირაპირების არასაკმარისი მზიდუნარიანობა;
- სარტყლების არასაკმარისი სიმტკიცე და მდგრადობა;
- გისოსის ელემენტების ადგილობრივი მექანიკური ან ბიოლოგიური დაზიანებები.

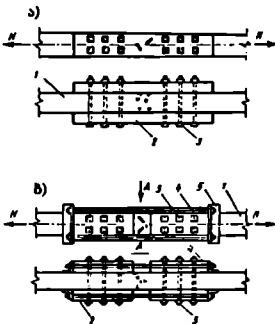
წამწეებში ყველაზე საპასუხისმგებლო ელემენტია ქვედა გაჭიმული სარტყელი და ბუნებრივია, უპირატესად მიმართავენ მის გაძლიერებას, მით უმეტეს, რომ სამშენებლო პრაქტიკაში, არცთუ იშვიათად, გაჭიმულ სარტყლებს ამზადებენ საჭირო ხარისხთან შეუსაბამო კატეგორიის მანკებიანი ხის მასალისაგან. ასეთ შემთხვევაში სჭირო ხდება მათი ადგილობრივი (ლოკალური) ან მოლიანი გაძლიერება. ადგილობრივი გაძლიერება ხდება დეფექტების ერთ ადგილას კონცენტრირების შემთხვევაში. გაძლიერებას ახორციელებენ

ამ ადგილებში კანკიკებით შეკრული ფიცრული ზედების გამოყენებით (ნახ. 11.20, ა). ზედების განივკვეთის ფართობი უნდა იყოს არანაკლებ გასაძლიერებელი ელემენტის განივკვეთის ფართობისა. ზოგჯერ შერთებების დამყოლობის შესამცირებლად გამოიყენება ლითონის ჭიმები (ნახ. 11.20, ბ), რომლებშიც მოქმედი გამჭიმბი ძალის მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$N = A_s R_s \quad (11.7)$$

სადაც A_s არის ქვედა სარტყლის განივკვეთის ნეტო ფართობი; R_s - ქვედა სარტყლის მერქნის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე.

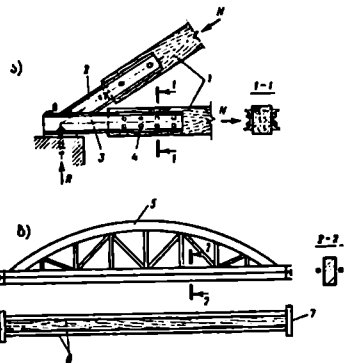
წამწეების საერთო გაძლიერებას მიმართავენ მაშინ, როდესაც სარტყელი (ან სარტყლები) მთელ სიგრძეზე დაზიანებულია. ქვედა სარტყლის გაძლიერებისათვის (ნახ. 11.21, ბ) მის მთელ სიგრძეზე აყენებენ გაწყვილებული ლითონის (არმატურის) ჭიმებს, რომლებიც კანკიკებსა და საყრდენ კვანძებზე მიმაგრებული გაღლინული ლითონის პროფილიანი ტრავერსის საშუალებით უზრუნველყოფენ წამწის ქვედა სარტყლის საჭირო სიმტკიცეს.



ნახ. 11.20. წამწის გაჭიმული სარტყლის გაძლიერება:

- ა - ფიცრული ზედებით;
- ბ - ფოლადის ჭიმებით;
- 1 - სარტყელი; 2 - ზედი;
- 3 - კანკიკები; 4 - ჭიმი;
- 5 - კუთხოვანები.

ჭიმების ჩამოხრეკის საწინააღმდეგოდ მათ ამაგრებენ ქვედა სარტყელზე მიმაგრებულ კაუჭებზე. ფოლადის ჭიმების გაანგარიშება ხდება ქვედა სარტყელში მოქმედი მაქსიმალური გამჭიმბი ძალის მიხედვით, რადგანაც ქვედა სარტყლის გაღლევის შემთხვევაში ძალა მათლიანად თავის თავზე უნდა მიიღონ ჭიმებმა. მათი განივკვეთის შერჩევას მხედველობაში მიიღება შესუსტებები ხრახნებისაგან. ტრავერსები კი გაანგარიშდება, როგორც ერთმალისანი, ორ საყრდენზე დაყრდნობილი კოჭი დატვირთული ქვედა სარტყელში მოქმედი ძალით. ქვედა სარტყლის მუშაობაში დაუყოვნებლივ ჩართვის მიზნით ჭიმებს ძაბავენ ამ სარტყელში მოქმედი საანგარიშო სიდიდის ძალით.



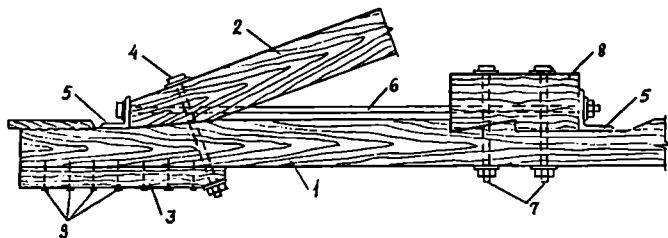
ნახ. 11.21. ხის წამწეების გაძლიერება: ა - საყრდენი კვანძების გაძლიერება ფოლადის პროთეზებით; ბ - ქვედა სარტყლის გაძლიერება ფოლადის ჭიმებით; 1 - წამწის სარტყლები; 2 - ფოლადის პროთეზები; 3 - შედუღების ნაკერი; 4 - კანკიკები; 5 - წამწე; 6 - ფოლადის ჭიმები; 7 - ფოლადის ტრავერსი.

დაზიანებული საყრდენი კვანძების გასაძლიერებლად გამოიყენება ფოლადის პროთეზები (ნახ. 11.21, ა). უმეტეს შემთხვევაში პროთეზი არის გაგლინული ფოლადის პროფილებისაგან დამზადებული შენადული კონსტრუქცია. ის შეიძლება შედგებოდეს ორი ჰორიზონტალური და ორი დახრილი შველერისაგან, რომლებიც განლაგდებიან წამწის სარტყლების სივანის შესაბამისად. ჰორიზონტალურ შველერებს ქვემოდან მიედლეება საყრდენი ფურცელი. დახრილ შველერებს შორის მიედლეება ფოლადის დიაფრაგმა. ზედა სარტყელი შედის დახრილ შველერებს შორის, მიეჯინება დიაფრაგმას და ჩამაგრდება სამონტაჟო ჭანჭიკებით. ქვედა სარტყელი კი შედის ჰორიზონტალურ შველერებს შორის და ემაგრება მათ საანგარიშო ჭანჭიკების ორი რიგით.

ასეთი პროთეზის ელემენტები მუშაობს მაქსიმალურ გამჭიმ და მკუმშვ ძალებზე, რომლებიც გადმოეცემა წამწის ქვედა და ზედა სარტყლებიდან. დახრილი შველერები მუშაობს კუმშვაზე, ჰორიზონტალურები - გაჭიმვაზე, ხოლო დიაფრაგმა - ღუნვაზე. ზედა სარტყლის ტორსი მუშაობს თელვაზე ბოჭკოების გასწვრივ.

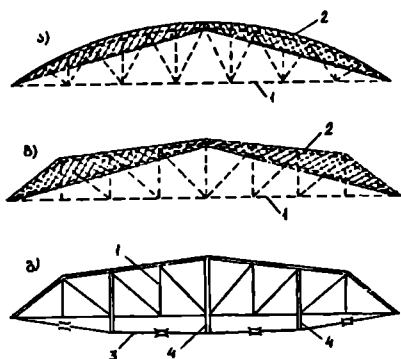
ქდობებზე განხორციელებული ძელური ან მოროვანი წამწეების ავარიული საყრდენი კვანძის გაძლიერების სქემა ნაჩვენებია 11.22 ნახაზზე.

ავარიული ზედა სარტყლიანი წამწეების გასაძლიერებლად ხშირად იყენებენ ურთიერთუკვარდინა ფიგრულ დამატებით სარტყლებს (ნახ. 11.23, ა, ბ), რაც გამჭოლ გისოსიან წამწის კონსტრუქციას აქცევს პირობით მთლიანკედლიან სამსახსრიან კამარად. წამწეების მთლიანი გაძლიერება შესაძლებელია აგრეთვე შპრენგელური სისტემის გამოყენებით (ნახ. 11.23, გ).



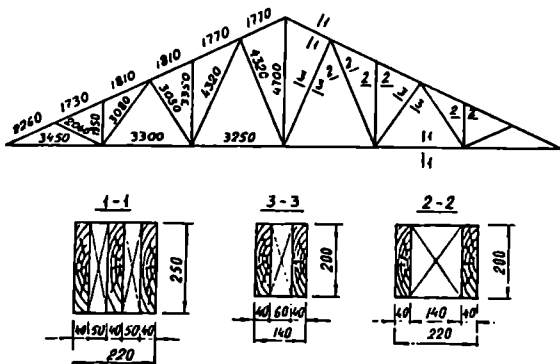
ნახ. 11.22. ქდობებზე განხორციელებული ხის სამკუთხა წამწის საყრდენი კვანძის გაძლიერება: 1 - ქვედა სარტყელი; 2 - ზედა სარტყელი; 3 - ქვესადები; 4 - საავარიო ჭანჭიკი; 5 - კუთხოვანა; 6 - ჭიმი (არმატურა); 7 - ჭანჭიკები; 8 - მოკლე ძელი; 9 - ლურსმნები.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო კონსტრუქციების კათედრის თანამშრომელთა წინადადებით მოხდა ბათუმის სამკერვალო ფაბრიკის მთავარი საწარმოო კორპუსის გადახურვის მზიდი სანივნივე ფიგრული ხის წამწეების აღდგენა - გაძლიერება. შენობის სიგრძე იყო 102 მ, ბიჯი წამწეებს შორის - 2,22 მ; წამწეების საერთო რაოდენობა - 46. არასწორი ექსპლუატაციის შედეგად თითქმის ყველა წამწეს დაზიანებული ქონდა საყრდენი კვანძები, რაც გამოიწვია მათზე ატმოსფერული წყლის სისტემატურმა მოხვედრამ.



ნახ. 11.23. წამწეების გაძლიერების სქემები:
 ა, ბ - ფიცრული დამატებითი სარტყლებით;
 გ - შპრენგელით; 1 - წამწე; 2 - გაძლიერებული ზედა სარტყელი; 3 - შპრენგელი; 4 - დამატებითი დგარები.

წარმოების ხელმძღვანელობას გადაწყვეტილი ჰქონდა, განებორციელებინა აღნიშნული სახურავის სრული დემონტაჟი და ხის წამწეების შეცვლა ლითონის მსუბუქი წამწეებით. ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ დაზიანებული საყრდენი კვანძების გარდა, წამწეებში გამოყენებული მერქანი (ფიცრები) ნორმალურ ფუნქციურ მდგომარეობაში იყო. ნაგებობის კაპიტალური რემონტი კი ითხოვდა მნიშვნელოვან თანხებს. ამიტომ გადაწყდა, ჩატარებულიყო ავარიული სახურავის მიმდინარე რემონტი წამწეების მთლიანად გაძლიერების სახით.*

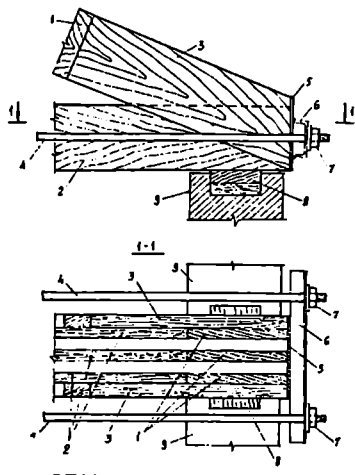


ნახ. 11.24. ხის ფიცრული წამწის სქემა და ელემენტების განიკვეთი.

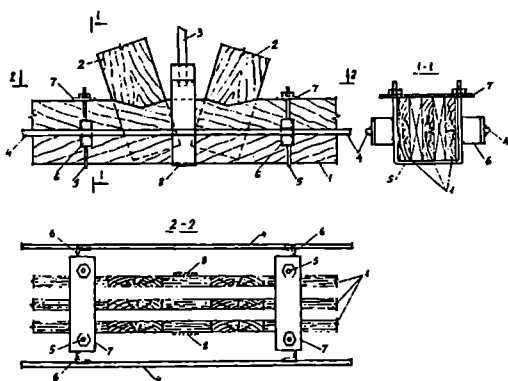
გასაძლიერებელი წამწის სქემა და კვანძები ნაჩვენებია 11.24, 11.25 და 11.26 ნახაზებზე. გაძლიერებული იქნა წამწის ქვედა სარტყელი დაკიბული არმატურის გამოყენებით, რომელიც წამწის ერთ ბოლოზე მიემარებოდა ყრუდ, ხოლო მეორეზე - ბოლოდან ქანჩის საშუალებით (ნახ. 11.25.) ხდებოდა მისი დაკიბვა (დაძაბვა) პროექტით გათვალისწინებულ სიდიდემდე. არმატურის კავშირი ქვედა სარტყელთან ხორციელდებოდა წინასწარ ქარხნული წესით დამზადებული სალტეების საშუალებით (ნახ. 11.26).

* საპროექტო და აღდგენითი სამუშაოების ჩატარებაში აქტიური მონაწილეობა მიიღეს ინჟ. კ.ჯაშმა და ნ.მორთულაძემ.

განსაკუთრებით მძიმე მდგომარეობაში მყოფი წამწების რემონტისათვის (ასეთი აღმოჩნდა 2 წამწე) აღნიშნული ღონისძიებების გარდა, საჭირო აღმოჩნდა დაზიანებული საყრდენი კვანძების შეცვლა ახლით, რისთვისაც ჰიდრაულიკური დომკრატებისა და ხის მორების საშუალებით მოხდა ამ წამწების გამოკიდვა, შემდეგ აღდგენა და დაბრუნება საწყის საპროექტო მდგომარეობაში. აღსანიშნავია, რომ მთლიანად გაძლიერების სამუშაოებს 5 - კაციანი ბრიგადის გამოყენებით დასჭირდა 15 დღე და წარმოებას მოუტანა დაახლოებით 2 მლნ მანეთის ეკონომია (1984 წლის ფასებში).



ნახ. 11.25. ხის ფიცრული წამწის საყრდენი კვანძის გაძლიერება: 1 - ზედა სარტყელი; 2 - ქვედა სარტყელი; 3 - ხის ზედი; 4 - დაჭიმული არმატურა; 5 - საყრდენი ფილა; 6 - შევლერი; 7 - ჭანჭიკი; 8 - საყრდენი ბალიში; 9 - საყრდენი კედელი (ნახაზზე სარტყლების შუადები და შემკრავი ჭანჭიკები პირობითად ნაჩვენებია არ არის).



ნახ. 11.26. ხის ფიცრული წამწის ქვედა სარტყლის გაძლიერების ფრაგმენტი: 1 - ქვედა სარტყელი; 2 - ირიბნები; 3 - დგარი (ლითონის); 4 - დაჭიმული არმატურა; 5 - სალტე; 6 - შევლერის გადანაჭრები; 7 - ლითონის ფირფიტა (საყელური), 8 - საკიდი.

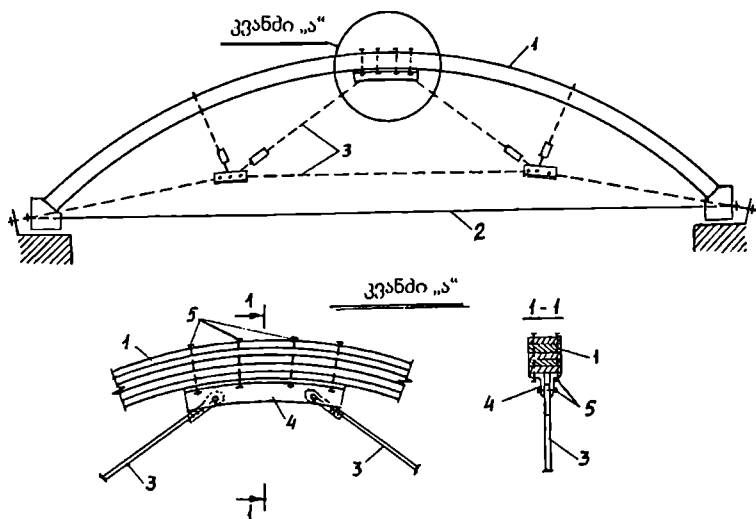
წამწეების ისეთი დეფექტის სალიკვიდაციოდ, როგორცაა ზედა სარტყლის ან გისოსის შეკუმშული ელემენტების მდგრადობის დაკარგვა, მიმართავენ დამატებითი ჰორიზონტალური კავშირების მოწყობას ან გასაძლიერებელი ელემენტის განივკვეთის გაზრდას მასზე ფიგურების (ძელების) მიმაგრებით, რისთვისაც იყენებენ ლურსმნებს ან ჭანჭიკებს.

11.9.8. კამარებისა და ჩარჩოების გაძლიერება

კამარების გაძლიერების ხერხებს განსაზღვრავს კამარის სახეობა და გამოვლენილი დეფექტები. ქარგილოვანი კამარების გაძლიერების უმარტივესი ხერხია ძველი კამარის ახლოს ახალი კამარის მოწყობა წირთხლების გამოყენებით, რის შემდეგაც ძველ და ახალ კამარებს შეერთებენ ლურსმნების ან ჭანჭიკების საშუალებით.

ფიცრულ - ლურსმნიანი კამარებს აძლიერებენ ორი ფენა ურთიერთჯვარედინა შეფიცვრის გამოყენებით. ახდენენ ორივე შეუღული ზედაპირის შეფიცვრას, რომლებიც კამარას ლურსმნებით მიემაგრება. გაძლიერება ხდება კამარის გამოკიდვის შემდეგ.

წრიული კამარის გაძლიერების მეორე ხერხია მისი გადაქცევა ხე - ლითონის წამწედ შპრენგელური სისტემის შემოტანით (ნახ. 11.27).

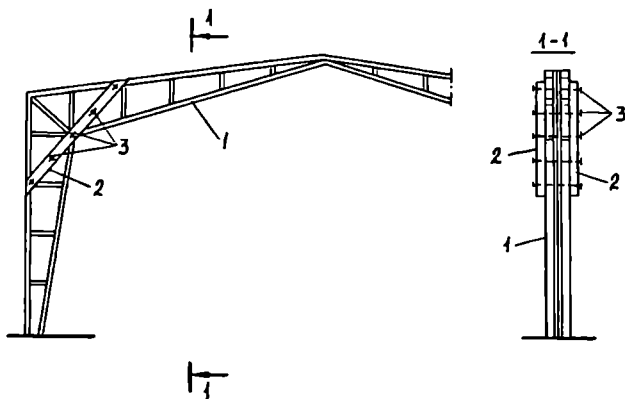


ნახ. 11.27. ორსახსრიანი კამარის გაძლიერება მისი გადაქცევით ხე - ლითონის წამწედ: 1 - კამარა; 2 - შემკრავი; 3 - შპრენგელი; 4 - კუთხოვანა; 5 - ჭანჭიკები.

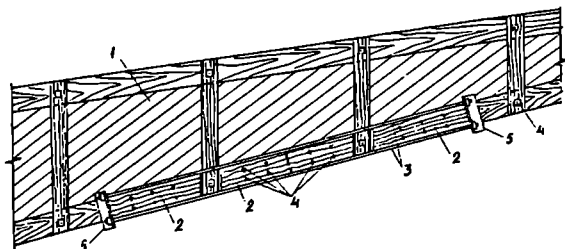
ჯვარედინკედლიანი და წებოფანერის კამარების გაძლიერება შესაბამისი კოჭების ანალოგიურია, თუმცა უნდა გავითვალისწინოთ ის, რომ კამარების შემთხვევაში ნახევარკამარის ქვედა სარტყელი შეიძლება მუშაობდეს კუმშვაზე, რისთვისაც ის უნდა დამაგრდეს ჰორიზონტალური კავშირებით მდგრადობის დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად.

ჯვარედინკედლიანი ფიგურულ - ლურსმნიანი და წებოფანერის ჩარჩოების ყველაზე მეტად გავრცელებული დეფექტია გადატების ზონებში ქვედა სარტყლის ამოზურცვა. ასეთი ჩარჩოების რემონტისათვის საჭიროა დაზიანებული ქვედა სარტყლების გასწორება და მისი სიხისტის გაზრდა გაწყვილებული (ორმხრივი) ფანერის ფურცლების ან ხის ზედების გამოყენებით (ნახ. 11.28). გაძლიერების შემდეგ მოსაზღვრე ჩარჩოების შეკუმშული სარტყლები წვილ - წვევილად მაგრდება კავშირებით.

ანალოგიური ჩარჩოების დაზიანებული გაჭიმული სარტყლების გაძლიერებისათვის იყენებენ გაწყვილებულ ხის ზედებსა და ფოლადის ჭიმებს (ნახ. 11.29).



ნახ. 11.28. ფიგურულ - ლურსმნიანი ჩარჩოს გაძლიერება ლავგარდნის კვანძში გაწყვილებული ხის ზედების საშუალებით: 1 - ჩარჩო; 2 - ხის ზედი; 3 - ჭანჭიკები.



ნახ. 11.29. ფიგურულ - ლურსმნიანი ჩარჩოს რიგელის გაჭიმული სარტყლის გაძლიერება ხის ზედებისა და ფოლადის ჭიმების გამოყენებით: 1 - ჩარჩოს რიგელი; 2 - ზედი; 3 - ფოლადის ჭიმი; 4 - ჭანჭიკები; 5 - კუთხოვანები.

11.9.9. სივრცითი ხის კონსტრუქციების გაძლიერება

სივრცითი ხის კონსტრუქციების გაძლიერების ღონისძიებების შემუშავება ხდება კონსტრუქციის სახეობისა და დაზიანების ან დეფექტის ხასიათის მიხედვით. პრაქტიკაში ყველაზე ხშირად საჭიროა განმზღვნის თაღების, თაღ-გარსებისა და გუმბათების რემონტი.

განმზღვნის თაღები (ქარგილოვან - ზადისებრი, ორმაგი სიმრუდის) საკმაოდ მოქნილი კონსტრუქციებია, რომლებშიც დეფექტები მნიშვნელოვან დეფორმაციებს იწვევს, როგორც განივი, ისევე გრძივი მიმართულებით. თაღის ავარიული მდგომარეობა ხასიათდება დაუსვებელი დეფორმაციებით, შემკრავის გაგლეჯით, წირთხლების ან შეფიცვრის რღვევით და სხვ.

შემკრავის გაგლეჯის შემთხვევაში, თუ თაღი კიდევ ვარგისია ექსპლუატაციისათვის, ახდენენ დეფორმირებული ნაწილის აღდგენას გამოკიდვით ხარაჩოების ან სხვა დამხმარე კონსტრუქციების საშუალებით და დაზიანებული შემკრავის პარალელურად აყენებენ ახალ შემკრავს, რომელსაც უნდა ჰქონდეს კარგი დაკიბულობა. თაღის დაზიანებულ (დამპალ) შეფიცვრას, თუ ის დიდი ფართობისა არ არის, ცვლიან ახლით.

იმ შემთხვევაში, თუ თაღმა შეფიცვრის დიდი ფართობის ან წირთხლების დაზიანების გამო მიიღო მნიშვნელოვანი დეფორმაცია და მისი ძირითადი შიდა ელემენტების შიდადუნარიანობა არასაკმარისი გახდა, რეკომენდებულია თაღის კონსტრუქცია გაძლიერდეს თაღისაგან აღძრული ყველა ძირითადი ძაღვის მიმღები ბრტყელი კონსტრუქციებისაგან, ხოლო თაღს დარჩეს მარტო შემომფარგვლეული კონსტრუქციის დანიშნულება.

თუ წირთხლების მცირე რაოდენობა დაზიანებულია გრძივი ბზარებით, მათ აძლიერებენ ლითონის საკიდების (სალტების) გამოყენებით.

განიკვეთის დამახინჯებული ფორმის თხელკედლიანი თაღ-გარსების გაძლიერებას ახდენენ გარსის შიგა ან გარე ზედაპირზე დამატებითი გრძივების სისტემის მოწყობით, რომლებიც გარსთან დაკავშირებულია ბმების საჭირო რაოდენობით.

წიბოიან თაღ-გარსებში ხშირად გვხვდება წიბოების ქვედა შეკუმშული სარტყლების ამობურცვა მათი მდგრადობის დაკარგვის გამო. ასეთ შემთხვევაში წიბოების გაძლიერება ხორციელდება საჭირო რაოდენობის შევული კავშირების მოწყობით.

თხელკედლიან გუმბათ-გარსებს აძლიერებენ გუმბათის ზედაპირზე რგოლური ფიცრული ფენილის მოწყობით ან შიდა მხრიდან სიხისტის წიბოების დაყენებით, რომელიც გუმბათ-გარსს ფაქტობრივად წიბოვან გუმბათად აქცევს. წიბოების დაყრდნობისათვის საჭირო ხდება წირთხლებისაგან შედგენილი შეკუმშული ზედა და ფოლადის გაჭიბული ქვედა საყრდენი რგოლების მოწყობა.

წიბოვანი გუმბათებისათვის გაძლიერებას ექვემდებარება ძირითადად საყრდენი რგოლები.

სივრცითი კონსტრუქციების გაძლიერების უფრო დაწვრილებითი ცნობები მოცემულია სპეციალურ ლიტერატურაში.

თავი 12. ხის კონსტრუქციების ეკონომიკის ძირითადი საფუძვლები

12.1. ზოგადი დებულებები

მშენებლობის ეკონომიკა ეკონომიკური მეცნიერების დარგია, რომელიც სწავლობს კაპიტალური მშენებლობის განვითარებისა და ეფექტურობის კანონზომიერებებს, იკვლევს მმართველობის ორგანიზაციული ფორმების დახვეწის საკითხებს, როგორცაა სამშენებლო წარმოების სპეციალიზაცია, კოოპერირება, კომბინირება და კონცენტრაცია.

მშენებლობის ეკონომიკის ძირითადი ამოცანაა ობიექტებისა და გასაშვები კომპლექსების მშენებლობის ორგანიზაციის დასაბუთება. ის სწავლობს მშენებლობაში კაპიტალური დაბანდებებისა და სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის, სამრეწველო სიმპლავრების გზად დასახლო მურნობის დარგების რეკონსტრუქციისა და ტექნიკური გადაიარაღების, დამთავრებული ობიექტების ექსპლუატაციაში დროულად გადაცემის ეკონომიკურ ეფექტურობას. უზრუნველყოფს ისეთი მიმართულებების დამუშავებას, როგორცაა დაპროექტება, ტიპიზაცია, ინდუსტრიალიზაცია, ეკოლოგია, ქალაქების განაშენიანების პირობები, სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტურობა, ხარჯთაღრიცხვებისა და კაპიტალური დაბანდებების შემცირება, მშენებლობის სტიმულირება, ფასები, კრედიტები და სხვ.

მშენებლობის ეკონომიკა მჭიდროდა დაკავშირებული სამეცნიერო დისციპლინებთან, რომლებიც სწავლობენ საზოგადოებრივი წარმოების, განაწილების, გაცვლისა და განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე მატერიალური კეთილდღეობის მოთხოვნის ეკონომიკურ კანონებს. ის ეფუძნება სპეციალური დისციპლინების მიღწევებს, რომლებიც სწავლობს წარმოების ფაქტორებს. ასეთებია: „სამშენებლო წარმოების ორგანიზაცია და ტექნოლოგია“, „სამშენებლო კონსტრუქციები“, „ფუძეები და საძირკვლები“, „გამოთვლითი ტექნიკა“, „კომპიუტერული სწავლება“ და სხვ. თავის მხრივ მშენებლობის ეკონომიკა - თეორიული საფუძველია სოციალურ-ეკონომიკური დისციპლინებისა, როგორცაა: „ფინანსები და კრედიტები მშენებლობაში“, „შრომის ეკონომიკა მშენებლობაში“, „კაპიტალური მშენებლობის დაგეგმვა“ და სხვ.

საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლის შემდეგ, მშენებლობის ეკონომიკამ ძირეული ცვლილება განიცადა. დღეისათვის მისი შესწავლის ძირითადი მიმართულებებია:

- კაპიტალურ მშენებლობაში ინვესტიციების ეკონომიკური ეფექტურობა თანამედროვე პირობებში;
- საინვესტიციო პროექტების ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება და სამშენებლო დაპროექტების ეკონომიკური საფუძვლები;
- სამშენებლო ორგანიზაციების სამეურნეო საქმიანობაზე ზემოქმედების ფაქტორები სამშენებლო პროდუქციის კონკურენტუნარიანი ბაზრის პირობებში;
- სამშენებლო წარმოების ფორმისშიგა დაგეგმვის საკითხებისადმი ახლებური მიდგომა მინიმალური დანახარჯების მიღწევის მიზნით;
- სამშენებლო ორგანიზაციების მმართველობის ფორმები საკუთრების სხვადასხვა ფორმის პირობებში;

- მშენებლობის დაფინანსება და დაკრედიტება თანამედროვე პირობებში;
- საბუღალტრო აღრიცხვისა და ანგარიშგების სისტემა;
- საშენებლო ორგანიზაციის სამეურნეო საქმიანობის ანალიზის მეთოდები;
- მშენებლობის პროცესში ინვენსტორთა ეკონომიკური ურთიერთკავშირი;
- დარგის თავისებურებების, რესურსების ეფექტური გამოყენების საინვესტიციო საფუძვლების, კაპიტალური დაბანდების ეფექტურობის, წარმოების ძირითადი ელემენტების (მუშახელის, სამენი მასალების, კონსტრუქციების, დეტალების, ნაკეთობების, სამშენებლო მანქანების, მექანიზმების, ინსტრუმენტების, ინვენტარისა და სხვ.) შესწავლა;

- სამშენებლო კომპლექსის ფუნქციონირების ახალი ნორმატიული აქტებისა და კანონმდებლობის გაეცნობა;
- სამშენებლო ობიექტის საპროექტო გადაწყვეტის დასაბუთება;
- მენეჯმენტისა და მარკეტინგის საფუძვლიანი შესწავლა;
- საწარმო-ეკონომიკური გეგმების, სამეურნეო საქმიანობის შედეგების აღრიცხვისა და ანალიზის ორგანიზაციის, ფასების კონტროლის, თვითღირებულების, მოგების, შრომის ორგანიზაციის, ხელფასების ეფექტურობასთან დაკავშირებულ საკითხების დამუშავება.

ამგვარად, მშენებლობის ეკონომიკა მშენებლობას სწავლობს როგორც ეკონომიკის განსაკუთრებულ დარგს, რომელიც ფორმირდება, ერთის მხრივ, ძირითადი ფონდების კვლავწარმოების პროცესის (რასაც სჭირდება აუცილებელი კაპიტალური დაბანდებები) და, მეორეს მხრივ - მატერიალური წარმოების საკუთარი განვითარების პროცესის სახით.

თავისუფალი საბაზრო ეკონომიკის პირობებში გასათვალისწინებელია დამკვეთის ფინანსური შესაძლებლობები და გემოვნება. კომპრომისის მოძებნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია ერთი და იმავე დანიშნულებისა და არქიტექტურული გამომსახველობის მქონე სხვადასხვა საშენი მასალისაგან დაზადებული კონსტრუქციების ვარიანტების შედარება სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების მიხედვით. ასევე გასათვალისწინებელია მათი განხორციელების შესაძლებლობა მშენებლობის ორგანიზაციისა და სამუშაოთა წარმოების თვალსაზრისით. თუ აღნიშნული კომპონენტები არქიტექტურული ჩანაფიქრის, ფუნქციური დანიშნულების განხორციელების მეთოდების ჩათვლით, დაკმაყოფილებულია, კონსტრუქციის მასალის არჩევისას გადაწყვეტა ეკონომიკურ ანალიზის შედეგები. ეკონომიკურ შეფასებაში იგულისხმება 1 მ² ან 1 მ³ გადახურული სივრცის ღირებულება განსახილველი კონსტრუქციების ვარიანტების შედარების დროს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ლოგიკურად დგება კონკრეტული მასალისაგან შესრულებული კონსტრუქციის ღირებულების დადგენის საჭიროება.

მშენებლობის დარგისა და სამშენებლო ობიექტის მრავალფეროვნებისა და სირთულის კატეგორიებიდან გამომდინარე არსებობს დაპროექტების სამი სტადია. თითოეული სტადიისათვის ობიექტის ღირებულების დასადგენად ხარჯთაღრიცხვის სხვადასხვა ფორმა გამოიყენება.

I კატეგორიის განსაკუთრებულად რთული ობიექტის დაპროექტების დროს ორსტადიიან დაპროექტებას წინ უსწრებს ობიექტის მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება.

II კატეგორიის საშუალო სირთულის სამშენებლო ობიექტის დაპროექტება მიმდინარეობს ორ სტადიად: 1. პროექტის შედგენა; 2. სამუშაო დოკუმენტაციის შემუშავება.

III კატეგორიის მარტივი სამშენებლო ობიექტის დაპროექტება ერთ სტადიად მიმდინარეობს, რომელსაც მუშა პროექტი ეწოდება და, დაპროექტების სტადიურობიდან გამომდინარე, შესაბამისად გამოიყენება ხარჯთაღრიცხვების შემდეგი ფორმები:

- ლოკალური სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშება;
- ლოკალური ხარჯთაღრიცხვა;
- საობიექტო სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშება;
- საობიექტო ხარჯთაღრიცხვა;
- კრებსითი სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშება;
- კრებსითი ხარჯთაღრიცხვა.

სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშება სრულდება ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისა და პროექტის სტადიაში გამსხვილებული მაჩვენებლების ან ანალოგების მეთოდის გამოყენებით. მუშა პროექტისა და სამუშაო დოკუმენტაციაში ობიექტის დანიშნულებისა და სირთულიდან გამომდინარე, ადგენენ ლოკალურ, საობიექტო და კრებსით ხარჯთაღრიცხვებს ნორმატიული სახარჯთაღრიცხვო კრებულებისა და მასალბზე თავისუფალი საბაზრო ფასების გამოყენებით.

წინამდებარე სახელმძღვანელოს მიზნიდან და თემატიკიდან გამომდინარე, სხვადასხვა საშენი მასალით შესრულებული ერთი და იმავე ან განსხვავებული ფორმისა და მასალის კონსტრუქციის შედარება ეკონომიკური თვალსაზრისითაა საინტერესო, ამიტომ ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის შედგენა სავსებით საკმარისია დასკვნების გასაკეთებლად.

არსებობს ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის შედგენის რამდენიმე მეთოდი და ფორმა: 1. რესურსული მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს სახელმწიფო ელემენტური სახარჯთაღრიცხვო ნორმების კრებულები; 2. ბაზისური მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ერთეული ფასდებების კრებულები და ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის შედგენის მომენტისათვის არსებული ინფლაციის კოეფიციენტი ან ინდექსი, რომელსაც ქვეყნის ეკონომიკის სამინისტროსთან არსებული სტატისტიკის სამსახური ყოველთვიურად აქვეყნებს.

რესურსული მეთოდით შედგენილი ხარჯთაღრიცხვა ზედმიწევნით ზუსტად განსაზღვრავს სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებას.

არსებობს რესურსული ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის 7-, 9- და 11-გრაფიანი ფორმები ([39]). ვარიანტული შედარებისათვის სავსებით საკმარისია 7 გრაფიანი ფორმა.

სახელმწიფო ელემენტური სახარჯთაღრიცხვო ნორმები, რომლებიც 47 კრებულშია თავმოყრილი, მოიცავს სამშენებლო სამუშაოებს, დაწყებული მიწის სამუშაოებით, დამთავრებული გამწვანების სამუშაოებით. ნორმები წარმოდგენილია ცხრილების სახით და შედგენილია ერთეული სამშენებლო სამუშაოებისათვის.

12.2. ხის კონსტრუქციების გამოყენების ეფექტურობის ფაქტორები

შენებლობაში ხის კონსტრუქციების გამოყენებას განაპირობებს ბევრი არსებითი ფაქტორი. მერქანი შედარებით მსუბუქი მასალაა საკმაოდ მაღალი კუთრი სიმტკიცით, რაც უზრუნველყოფს განსაკუთრებით დიდი მალეების გადახურვის (160-170 მ) შესაძლებლობას. სიმსუბუქის გამო ხის კონსტრუქციები ადვილად ტრანსპორტირებადია და იძლევა საყრდენი კონსტრუქციების (კედლები, კოლონები, საძირკვლები) დიდ ეკონომიას. ის რბილი, ადვილად დასამუშავებელი მასალაა, ამიტომ საწარმოო ბაზის შექმნა ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად საქარხნო პირობებში, არ საჭიროებს მნიშვნელოვან კაპიტალურ დაბანდებას. ასეთი წარმოება ადვილად ექვემდებარება მექანიზაციას, ავტომატიზაციას და მოითხოვს შეზღუდული მოცულობის ხელით შესასრულებელ სამუშაოებს.

დაწებებული ხის კონსტრუქციები რკინაბეტონის კონსტრუქციებთან შედარებით - ეკონომიურია სიმტკიცის მიხედვით 19-34%, კაპიტალური დაბანდებით - 24-45, დაყვანილი ხარჯებით - 10-30, ხოლო ლითონის კონსტრუქციებთან შედარებით 15%-ით იაფი ღირს. სიმსუბუქე და მონტაჟის სიმარტივე ამცირებს შრომატევადობას და ობიექტის მშენებლობის დროს.

უნდა აღინიშნოს, რომ სხვა საშენ მასალებთან შედარებით, მარტო მერქანი მიეკუთვნება თვითაღდგენად რესურსს. დაწებებული ხის კონსტრუქციების გამოყენება კი საშუალებას იძლევა, კომპლექსურად და რაციონალურად გავანაწილოთ მასალა მშენებლობაში.

დღევანდელ პირობებში განსაკუთრებით აქტუალურია ენერგეტიკული რესურსების ეკონომია. დაწებებული ხის კონსტრუქციები ამ მხრივ განსაკუთრებით პროგრესულია, რადგან ასეთი კონსტრუქციების დამზადების ენერგოტევადობა 4-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე რკინაბეტონისათვის საჭირო მარტო ცემენტისა.

ხის კონსტრუქციების გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია ისეთ შენობებში, სადაც ქიმიურად აგრესიული გარემოა, რადგან ასეთი გარემოს მიმართ მერქანს მაღალი შედეგობა ახასიათებს. რუსეთსა და დასავლეთის ბევრ ქვეყანაში ხის კონსტრუქციებითაა დახურული სასაწყობე შენობები, სადაც მოთავსებულია სამოქალაქო თუ სამხედრო დანიშნულების ფეთქებასაშიში მასალები. მინერალური სასუქების საწყობებში კი მერქნის გამოყენება რკინაბეტონთან შედარებით შენობის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებას ამცირებს 15-20%-ით, შრომატევადობას - 14-23%-ით, ხოლო სამსახურის ვადა იზრდება 3-5-ჯერ.

ხის კონსტრუქციების წარმოება უნარჩუნოა, რაც, ბუნებრივია ძალზედ მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური თვალსაზრისით. ამავე დროს, მერქნის გამოყენება ადამიანისათვის ქმნის შესანიშნავ საცხოვრებელ გარემოს, რაც დამტკიცებულია მრავალსაუკუნოვანი გამოცდილებით.

12.3. ხის კონსტრუქციების გამოყენების ეფექტურობის შეფასების ძირითადი მეთოდები

ვარიანტების შერჩევა.

კონსტრუქციული ვარიანტების შერჩევა ხდება ცალკეული ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარების საფუძველზე. ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისათვის შედარების ბაზად (ეტალონად) მიიღება:

- ძირითადი მასალების ხარჯი და კონსტრუქციების მასა (კგ; ტ; მ³; მ³);
- კონსტრუქციების დაშაადებისა და მონტაჟის შრომითი დანახარჯები (კაცდღე);
- სამშენებლო კონსტრუქციების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება „საქმეში“ (ლარი), რომელშიც შედის კონსტრუქციების ღირებულება ადგილზე მიტანის ჩათვლით და მათი მონტაჟის ფასი;
- კონსტრუქციების საექსპლუატაციო დანახარჯები, აგრეთვე მათი მონტაჟის და ექსპლუატაციის დაყვანილი ხარჯები.

ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების გაანგარიშება შეიძლება როგორც მთლიანად ობიექტის, ისე ცალკეულ კონსტრუქციულ ელემენტისთვის (წაშწე, კოჭი, ფილა, პანელი და ა.შ.) ერთნაირი მოცულობითი-დაგვეგმარებითი პარამეტრებით (მალი, ბიჯი, ზომები გვეგმამი და ა.შ.).

შენობის მზიდი კონსტრუქციების შედარებისას ძირითად მასალებს მიეკუთვნება:

- ხის კონსტრუქციები - მერყანი, მ³; ლითონი (მაკავშირებლები, არმატურა), ტ(კგ);
- ლითონის კონსტრუქციები - ფოლადი (ალუმინი, სპილენძი და სხვ.), ტ(კგ);
- რკინბეტონის კონსტრუქციები - ბეტონი, მ³; ფოლადი (არმატურა, ჩასატანებელი დეტალები, ბაგირები), ტ(კგ);
- პლასტმასები - პლასტიკი, ტ(კგ);
- აგური, ბლოკი - ათასი ცალი; დულაბი, მ³.

სხვა კონსტრუქციული ელემენტების შედარებისას მხედველობაში მიიღება შესაბამისი მასალების ხარჯი: ბურული, მ³; იატაკის საფარველი, მ²; პლასტიკი, ტ(კგ) და სხვ.

ძირითადი საშენი მასალების ხარჯი განისაზღვრება შენობის მუშა პროექტის ნახაზების მიხედვით, ხოლო ტიპური კონსტრუქციებისა - შესაბამისი კატალოგებით.

მასალების მასა მიიღება შემდეგ: დულაბი - 2,2 ტ/მ³; ბეტონის ნაკეთობები - 2,4 ტ/მ³; ფოლადის ელემენტები - 7,85 ტ/მ³; პლასტიკებისა - ინდივიდუალურად.

სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას შრომითი დანახარჯები განისაზღვრება საპროექტო და სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების მონაცემების საფუძველზე ან ლიტერატურული წყაროებით.

სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება („საქმეში“) მოიცავს პირდაპირ და ზედნადავ ხარჯებს, სახარჯთაღრიცხვო მოგებას და გაანგარიშდება მშენებლობაში ფასწარმოქმნის მეთოდების შესაბამისად ბაზისურ-ინდექსური მეთოდის გამოყენებით.

$$K_{\text{ხარჯი}} = \sum_j (I_j + \sum_i (V_{ij} \cdot EP_{ij}) \cdot I) + \frac{(H_{\text{ფა}} + H_{\text{ბო}})}{100} \cdot (3\text{ფ} + 3\text{ბფ}) \cdot I_{\text{ბო}}, \quad (12.1)$$

სადაც I_j არის კონსტრუქციის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება სამშენებლო მოედანზე მიტანის გათვალისწინებით მიმდინარე ფასებში, ლარი; $j = 1, 2, \dots, n$ - კონსტრუქციული

ელემენტის სახეები ვარიანტის მიხედვით; V_{ij} - i-ური სახის სამუშაოს, j-ური კონსტრუქციული ელემენტის მოცულობა განზომილების მიღებულ ერთეულში; EP_{ij} - i-ური სახის სამუშაოს ერთეულოვანი განფასება ბაზისურ ფასებში; დაყენება, დაცვა, კონსტრუქციის შეღებვა და სხვა თანამდევი სამუშაოები j-ური კონსტრუქციული ელემენტის, ლარი; I - დანახარგების ცვალებადობის მიმდინარე ინდექსი ხის, ლითონის, რკინაბეტონისა და სხვა კონსტრუქციების კონსტრუქციული გადაწყვეტის ვარიანტების მიხედვით; $H_{აა}$ და $H_{აბ}$ - ზედნადები ხარგებისა და სახარჯთაღრიცხვო მოგების ნორმები კონსტრუქციული გადაწყვეტების მიხედვით, %; $3_{აა}$ და $3_{აბ}$ - მუშა-მშენებლის და მუშა-მემანქანის ხელფასი კონსტრუქციული გადაწყვეტის მიხედვით ბაზისურ ფასებში, ლარი; $H_{ბლ}$ - ხელფასის მიმდინარე ზრდის ინდექსი ბაზისურ დონესთან მიმართებაში.

კონსტრუქციების სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება გამოითვლება ფორმულით

$$I_{ბრ} = (I_{აა} + T) \cdot K_{ფ.ა.ა.}, \quad (12.2)$$

სადაც $I_{აა}$ არის კონსტრუქციის გამოსაშვები (გასაყიდი) საქარხნო ღირებულება, ლარი; T - სატრანსპორტო ხარგები, ლარი; $K_{ფ.ა.ა.}$ - დამზადების და საწყობის ხარგების გამოვალისწინებელი კოეფიციენტი.

სატრანსპორტო ხარგები (პროცენტებში) შეიძლება მივიღოთ: ლითონის კონსტრუქციებისათვის - 54%; ხის, ასაწყობი რკინაბეტონისა და სხვა კონსტრუქციებისათვის - 8-10%.

დამზადება-საწყობის ხარგები მიიღება: სამშენებლო, სანიტარულ-ტექნიკური მასალებისა და კონსტრუქციებისათვის - 2% ($K_{ფ.ა.ა.} = 1,02$); ლითონის კონსტრუქციებისათვის - 0,75% ($K_{ფ.ა.ა.} = 1,0075$); მანქანა-დანადგარებისათვის - 1,2% ($K_{ფ.ა.ა.} = 1,012$).

სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების გაძვირების ინდექსი მიიღება ქვეყნის (რეგიონის, ქალაქის) ფასწარმოქმნის ორგანოების დადგენილების საფუძველზე.

საერთო საქარხნო ხარგები მიიღება პირობითად მუშათა ხელფასის 100-200%; კვლავწარმოების ხარგები - საქარხნო თვითღირებულების 3-5%; გეგმური კი - პროდუქციის კომერციული თვითღირებულების 10-15%.

საექსპლუატაციო ხარგებში შედის საამორტიზაციო დანახარგები და კონსტრუქციათა მიმდინარე და კაპიტალურ რემონტზე გაწეული დანახარგები.

თუ კონსტრუქციული გადაწყვეტების შესადარებელი ვარიანტები განსხვავდება ერთმანეთისაგან ხანგამძლეობითა და საიმედოობით, მაშინ ეკონომიკურ გაანგარიშებებში გათვალისწინებული უნდა იქნეს განსხვავება ექსპლუატაციის ვადებსა და საექსპლუატაციო ხარგებს შორის. დაყვანილი ხარგები კონსტრუქციის აგებასა და ექსპლუატაციაზე გამოითვლება ფორმულით

$$I_{ფა} = \varphi + [C_{ფა} / (P_1 + E_5)], \quad (12.3)$$

სადაც $C_{ფა}$ არის წლიური საექსპლუატაციო ხარგები კონსტრუქციების შენახვასა და რემონტზე, ლარი; φ - შემოთავაზებული კონსტრუქციის სამსახურის ვადის ცვალებადობის კოეფიციენტი ბაზისურ ვარიანტთან შედარებით

$$\varphi = (P_1 + E_5) / (P_2 + E_5), \quad (12.4)$$

სადაც P_1 და P_2 არის კონსტრუქციის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულების ნაწილი ექსპლუატაციის ერთ წელზე (რენოვაციის კოეფიციენტი); E_5 - შედარებითი ეფექტურობის ნორმატივი, რომელიც ეგზოგენურად მიიღება 0,15.

შენებლობის ვადის შემცირების ეკონომიკური ეფექტი განისაზღვრება ინვესტორისათვის, საიჯარო (რომელიც აშენებს ობიექტს) და მასალების მიმწოდებელი ორგანიზაციებისათვის.

ინვესტორისათვის ეკონომიკური ეფექტი მიიღწევა დანახარჯების შემცირებით და გამოითვლება ფორმულით

$$\mathfrak{B}_{\text{შ}} = E_{\text{ს}} (\bar{K}_{\text{ს}} \cdot T_{\text{ს}} - \bar{K}_{\text{ა}} \cdot T_{\text{ა}}), \quad (12.5)$$

სადაც $E_{\text{ს}}$ არის ინვესტიციის ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია რეფინანსირებაზე და გამოითვლება ფორმულით:

$$E_{\text{ს}} = 1,5 \cdot E_{\text{რ}_{\text{შ}}}; \quad (12.6)$$

$\bar{K}_{\text{ს}}$ და $\bar{K}_{\text{ა}}$ - ობიექტის შენებლობის პერიოდში კაპიტალური დაბანდების საშუალო მნიშვნელობები ნორმებისა და პროექტის მიხედვით და გამოითვლება ფორმულით

$$\bar{K} = \frac{K_1 + K_2 + \dots + 0,5K_n}{n} \quad (12.7)$$

სადაც K_1, K_2, \dots, K_n არის შენებლობის პერიოდში კაპიტალური დაბანდების ოდენობა კვარტალურად (1, 2, ..., n), ათასი ლარი; $T_{\text{ს}}$ და $T_{\text{ა}}$ - შენებლობის ხანგრძლივობა ნორმებისა და პროექტის მიხედვით, წელი.

საიჯარო სამშენებლო ორგანიზაციისათვის შენებლობის ვადის შემცირება იწვევს სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების თვითღირებულების შემცირებას პირობითი მუდმივი ხარჯების ეკონომიის ხარჯზე:

$$\mathfrak{B}_{\text{ა.გ.ბ.}} = G_{\text{ა.გ.ბ.}} [1 - (T_{\text{ა}}/T_{\text{ს}})], \quad (12.8)$$

$G_{\text{ა.გ.ბ.}}$ - პირობითი მუდმივი ხარჯები, ლარი.

პირობითი მუდმივი ხარჯების ოდენობა შეიძლება მივიღოთ საშუალოდ 1% მასალების ღირებულებისა ან 15% „სამშენებლო მანქანების ექსპლუატაციის ხარჯებიდან“, ან 50% „ზედნადები ხარჯებიდან“.

დანახარჯების მაჩვენებელი მიიღება სამშენებლო სამუშაოების ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის მიხედვით.

კომერციული დანიშნულების ობიექტის მეპატრონისათვის შენებლობის ვადის შემცირების ეკონომიკური ეფექტი გამოიხატება იმ თანხით, რომელსაც ის მიიღებს შენობის ვადაზე ადრე შესვლით ექსპლუატაციაში

$$\mathfrak{B} = (P_{\text{ფაბ}}/100) \cdot \Phi \cdot (T_{\text{ს}} - T_{\text{ა}}), \quad (12.9)$$

სადაც $P_{\text{ფაბ}}$ არის იმ წარმოების ფონდის საშუალო რენტაბელობა, რომელსაც მიეკუთვნება ობიექტი, % (როგორც წესი, 15-20% და მეტი); Φ - ექსპლუატაციაში შეყვანილი ძირითადი ფონდების ღირებულება, ათასი ლარი;

თუ განვახორციელებთ ობიექტის ოპერატიულ დაგეგმვას, საშენი მასალების ხარჯვის აღწერას საწარმოო ნორმებთან შესაბამისობაში, შესყიდვების რაციონალურ ორგანიზებას, მასალების ტრანსპორტირებას და შენახვას სამშენებლო მოედანზე, მაშინ „მასალების“ მიხედვით დანახარჯები შეიძლება შემცირდეს $\mathfrak{B}_{\text{შ}}$ ($\mathfrak{B}_{\text{შ}}$) ფაქტორის ხარჯზე:

ფაქტობრივი

$$\mathfrak{B}_{\text{შ}} = (M_{\text{შ}} - M_{\text{შ.ბ.}}) \cdot M_{\text{შ}}; \quad (12.10)$$

ნორმით

$$\mathfrak{B}_{\text{შ}} = (M_{\text{შ}} - M_{\text{შ.ბ.}}) \cdot M_{\text{შ}}. \quad (12.11)$$

სადაც $M_{\text{შ.ბ.}}$ არის მასალის ფასი ხარჯთაღრიცხვით და ფაქტობრივად, ლარი; $M_{\text{შ.ბ.}}$ და $M_{\text{შ}}$ - მასალის ხარჯი ფაქტობრივად და ხარჯთაღრიცხვით.

სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების თვითღირებულობის შემცირება მასალის ეკონომიის ხარჯზე გამოითვლება ფორმულით:

$$\mathcal{M}_e = C_e \cdot y_{\text{მა}} / 100, \quad (12.12)$$

სადაც C_e არის მასალის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება, ლარი (განისაზღვრება სამუშაოების ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის მიხედვით); $y_{\text{მა}}$ - მასალის ხარჯვის დონის შემცირება, %.

შრომის ნაყოფიერების ზრდა ცვლამი სამუშაო დროის დანაკარგების შემცირებით, გამოითვლება ფორმულით:

$$\Pi = \{[(100 - b_{n2}) / (100 - b_{n1})] - 1\} \cdot 100, \quad (12.13)$$

სადაც Π არის შრომის ნაყოფიერების ზრდა, %; b_{n1} და b_{n2} - სამუშაო დროის დანაკარგების ღონისძიებამდე და ღონისძიების დამთავრების შემდეგ, %.

შრომის ნაყოფიერების ზრდა გამომუშავების ნორმის გადაჭარბებისას

$$\Pi = [(H_{\text{შ}} / H_{\text{ა1}}) - 1] \cdot d, \quad (12.14)$$

სადაც $H_{\text{ა1}}$ და $H_{\text{შ}}$ არის მუშათა ჯგუფის მიერ შესრულებული საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებების ნორმის დონე, %; d - მუშათა ჯგუფის კუთრი წილი მუშების საერთო რაოდენობაში, %.

შრომის დანახარგების შემცირება, რომელიც დაფუძნებულია შრომის ნაყოფიერების ზრდაზე, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\mathcal{M}_{\text{ა.ფ.ა}} = \mathcal{M}_{\text{ა.ფ.ა}} \cdot \Pi / (100 + \Pi), \quad (12.15)$$

სადაც $\mathcal{M}_{\text{ა.ფ.ა}}$ არის შრომის დანახარგები სახარჯთაღრიცხვო ნორმებით (კვ.სთ), რომელიც მიიღება ლოკალური ხარჯთაღრიცხვის მიხედვით.

შრომის ნაყოფიერების ზრდა იწვევს სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების თვითღირებულების შემცირებას, როცა შრომის ნაყოფიერების ზრდის ტემპი უსწრებს საშუალო ხელფასის ზრდის ტემპს. გაფართოებული წარმოების დროს ეს წინსწრება უნდა იყოს 30-40%. ხელფასის ეკონომია ამ შემთხვევაში განისაზღვრება ფორმულით:

$$\mathcal{M}_{\text{ლ}} = [1 - (100 + P_{\text{ლ}}) / (100 + \Pi)] \cdot Z_{\text{ლ}}, \quad (12.16)$$

სადაც $P_{\text{ლ}}$ არის ხელფასის ზრდის პროცენტი (შრომის ნაყოფიერების ზრდის 0,6-0,7 ნაწილი), %; $Z_{\text{ლ}}$ - მუშათა ხელფასი ხარჯთაღრიცხვის მიხედვით, ლარი.

მუშათა ხელფასის შემცირება იწვევს ზედნადები ხარჯების შემცირებას

$$\mathcal{M}_{\text{ა.ხ}} = H_{\text{ა.ხ}} \cdot \mathcal{M}_{\text{ლ}} / 100, \quad (12.17)$$

სადაც $H_{\text{ა.ხ}}$ არის ზედნადები ხარჯების ნორმა ამა თუ იმ სახის ობიექტის მიხედვით, %.

12.4. პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები

შენობის ან ნაგებობის პროექტი არქიტექტურულ-გეგმარებითი, კონსტრუქციული, ტექნოლოგიური და ორგანიზაციულ-ეკონომიკური გადაწყვეტებების კომპლექსია.

არქიტექტურულ-გეგმარებითი გადაწყვეტა - მოიცავს შენობებისა და ნაგებობების განლაგებას გასაშენებელ ტერიტორიაზე, აგრეთვე შენობის სართულიანობას, კონფიგურაციას, გეგმის ზომებს, სიმაღლის, შიგა გეგმარების შერჩევას. აგრეთვე საცხოვრებელი მიკრორაიონების, საზოგადოებრივი კომპლექსების, სამრეწველო

საწარმოების გენერალური გეგმების გადაწყვეტას; ცალკეული შენობებისა და ნაგებობების მოცულობით-გემარებითი საკითხების შესწავლას.

კონსტრუქციული გადაწყვეტა ითვალისწინებს შენობის კონსტრუქციული სქემის ტიპებს: კარკასულს, ჩარჩოიანს, უკარკასოს; მზიდი და შემომფარგვლელი კონსტრუქციების მასალის სახეობებს: ხეს, ლითონს, რკინაბეტონს, პლასტმასას, ქვას, მინას; ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტის ტიპებს და გაბარიტებს; კვანძებს და შეერთებებს.

ტექნოლოგიური გადაწყვეტა მოიცავს წარმოების ტექნოლოგიური სქემის არჩევას (ნაკადურს, აგრეგატულ-ნაკადურს, კონვეინერულსა და ა.შ.), საწარმოო პროცესში ძირითადი ტექნოლოგიური ნაკადების დამუშავებას, ტექნოლოგიური დანადგარების შერჩევასა და განლაგებას, სამუშაო რეჟიმის დადგენას (ერთცვლიანს, ორცვლიანს, უწყვეტს).

ორგანიზაციულ-ეკონომიკური გადაწყვეტა არეგულირებს სამშენებლო ობიექტების დაპროექტების დროს ობიექტების განლაგებას, საწარმოო სიმძლავრეებს, სპეციალიზაციის პროფილს, მომარაგების აუცილებელ საწარმოო რესურსებს, მმართველობის სისტემებსა და შრომის ორგანიზაციას.

პროექტის ეფექტურობა დამოკიდებულია ზემოთ ჩამოთვლილ საპროექტო გადაწყვეტათა ტექნიკურ დონესა და ეკონომიურობაზე. მისი საერთო ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ფორმირება ხდება მშენებლობის სტადიაში, რომლის ძირითადი მიმართულებებია:

- კაპიტალური დაზანდებები მშენებლობაზე;
- გამოშვებული პროდუქცია საწარმოო ფართობის 1 მ²-ზე (ან სამშენებლო მოცულობის 1 მ³-ზე); საზოგადოებრივი შენობებისათვის - საანგარიშო ფართობი (ან სამშენებლო მოცულობა) ადამიანების ტევადობის ერთ ერთეულზე;
- სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების შრომატევადობა (კაცდღე) და შესაბამისად მშენებელი მუშების წარმადობის დონე (გამომუშავება);
- ძირითადი საშენი მასალების კუთრი ხარჯი (საერთო ფართობის 1 მ²-ზე).
- მშენებლობის ხანგრძლივობა.

ექსპლუატაციის პირობებში შენობის პროექტის ეფექტურობის დამახასიათებელი ძირითადი მაჩვენებლებია:

- საწარმოს სამრეწველო სიმძლავრე ან ადამიანების ტევადობა (გამტარუნარიანობა) საზოგადოებრივი დანიშნულების ობიექტებისათვის;
- პროდუქციის (მომსახურების) თვითღირებულება ან შენობის შენახვის წლიური საექსპლუატაციო დანახარჯები;
- დასაპროექტებელ საწარმოში შრომის ნაყოფიერება და გამოშვებული პროდუქციის (მომსახურების) შრომატევადობა;
- დასაპროექტებელ საწარმოში ნედლეულის, საწვავის, ელექტროენერჯის და სხვა რესურსების კუთრი დანახარჯები;
- შენობებისა და ნაგებობების ექსპლუატაციის ვადები.

გადაწყვეტილება პროექტის მიზანშეწონილობის შესახებ ეფუძნება კაპიტალური დაზანდებების საერთო და ფარდობითი ეფექტურობის მაჩვენებლებს. კაპიტალური დაზანდებების საერთო ეფექტურობა განისაზღვრება მართო იმ საწარმოებისათვის,

რომლებიც მუშაობს ხარჯთდაფარვადობის პირობებზე. მათ მიეკუთვნება: სამრეწველო საწარმოები, სასტუმროები, სავაჭრო დაწესებულებები და ა.შ.

საერთო ეფექტურობის მაჩვენებელია:

- კაპიტალური დაბანდების რენტაბელურობა

$$\Xi_j = \Pi/K = (I - C)/K, \quad (12.18)$$

სადაც Π არის მოგება პროდუქციის რეალიზაციისაგან; I - გამოშვებული პროდუქციის ფასი; C - პროდუქციის დაზღადების თვითღირებულება; K - კაპიტალური დაბანდება ჩადებული საწარმოს მშენებლობაში;

- კაპიტალური დაბანდების გამოსყიდვის ვადა

$$T_j = K/\Pi = K/(I - C). \quad (12.19)$$

პროექტს მიეცემა რეკომენდაცია გამოყენებისათვის იმ შემთხვევაში, თუ მისი ეფექტურობის მაჩვენებლები მეტია, ვიდრე ეტალონად მიღებული პროექტების რენტაბელობის საშუალო დარგობრივი ნორმატივები.

ეტალონად მიიღება შენობების ტიპური და ინდივიდუალური პროექტები, რომლებსაც ანალოგიური დანიშნულება აქვს. რეკომენდებულია ეტალონად აღებულ იქნეს თანამედროვე, პროგრესული და ეკონომიკური გადაწყვეტები.

დანართი

ცხრილი 1

თოვლის საფარი

№	პუნქტების დასახელება	თოვლის საფარის წონა, კგ	თოვლის საფარის დღეობა რიცხვი	თოვლის საფარის წყალშემტევლობა, კგ
1	2	3	4	5
1	აბახოუზანი	0.82	101	914
2	აბაშა	0.50	20	-
3	აგარა	0.50	38	46
4	ადიგენი	0.58	69	60
5	ამბროლაური	0.81	53	82
6	ანაკლია	0.50	6	-
7	ასპინძა	0.50	54	34
8	აქცია	0.50	31	-
9	ახალგორი	0.50	48	-
10	ახალი ათინი	0.50	6	-
11	ახალქალაქი	0.60	101	53
12	ახალციხე	0.58	63	49
13	ახმეტა	0.50	29	-
14	ახუტი	0.50	16	-
15	ბათ. ურბოორტი	0.50	12	-
16	ბათმწკ. კინცხედა	0.50	22	-
17	ბათმწკ. კინცხედა	0.50	13	-
18	ბათუმის ქალაქი	0.50	10	-
19	ბათუმის შუქურა	0.50	10	-
20	ბაკურაძის ავრო	1.44	143	168
21	ბარისახო	1.08	95	123
22	ბარბიში	0.50	11	-
23	ბაღდადი	0.55	27	-
24	ბასპარო	7.78	189	962
25	ბაქურნთა	0.50	4	-
26	ბოდბისი	0.50	22	-
27	ბორჯომი	0.50	67	54
28	ბურსაკური	2.70	150	503
29	გაგრა	0.50	5	-
30	გაგრა სას.საშ.	0.50	4	-
31	გაგრის ქვითი	6.00	167	623
32	გაღი	0.50	8	-
33	გარედაბანი	0.50	9	-
34	გომბორი	0.62	74	76
35	გორი	0.50	34	-
36	გრაკალი	0.50	25	-
37	გუდაუთა	0.50	10	-
38	გუდაური	2.50	179	456
39	გულრწყემი	0.50	14	-
40	გურჯაანი	0.50	25	-
41	ღაღაყუკარი	0.50	45	64
42	ღამისი	0.50	50	32
43	ღეშქვეი	0.50	53	43
44	ენგურაქეხი	0.50	23	-
45	ერწო	1.12	150	181

№	პუნქტების დასახელება	თოვლის საფარის წონა, კგ	თოვლის საფარის დღეობა რიცხვი	თოვლის საფარის წყალშემტევლობა, კგ
1	2	3	4	5
46	ეუფემოეკა	1.57	153	176
47	ვახანი	0.50	22	-
48	ვანი	0.50	19	-
49	ზესტაფორი	0.60	29	-
50	ზევდისი	0.50	15	-
51	თბ., აკალა	0.50	14	-
52	თბ., აუროპორტი	0.50	14	-
53	თბ., ბიჭვანთა	0.50	14	-
54	თბ., გლდანი	0.50	15	-
55	თბ., დიდი დიღომი	0.50	14	-
56	თბ., დიდებუე	0.50	15	-
57	თბ., დიღომი	0.50	15	-
58	თბ., ებეე	0.50	14	-
59	თბ., ვარკეთილი	0.50	14	-
60	თბ., ვლადი	0.50	14	28
61	თბ., შიპაშინდა	0.50	21	-
62	თბ., თსიურეატორია	0.50	14	-
63	თბ., საბურთალო	0.50	14	-
64	თბ., ფრინჭალა	0.50	14	-
65	თბ., დრმაღლეე	0.50	15	-
66	თელავი	0.50	33	-
67	თეთრიწყარო	0.50	62	47
68	თერჯოლა	0.50	29	-
69	თიანეთი	0.80	85	90
70	თელავი	0.50	43	53
71	კასრეთი	0.50	24	-
72	კასპი	0.50	17	-
73	კატრეთი	0.50	29	-
74	კეპისა	1.43	121	262
75	კობი	2.30	160	248
76	კორბოული	1.45	77	165
77	კოჯორი	0.59	77	58
78	კუმისი	0.50	20	-
79	ლაგოდეხი	0.50	24	-
80	ლათა	0.51	29	-
81	ლანჩხეთი	0.50	14	-
82	ლდჯანურბეხი	0.75	52	110
83	ლემბარეე	5.30	164	573
84	ლენტიეხი	1.25	80	154
85	ღეშქვეი	0.50	7	-
86	ღიბანი	1.14	128	110
87	ჩამისონის უღელ.	1.23	248	238
88	ჩანგლასი	0.50	70	48
89	ჩანყეული	0.50	17	-
90	ჩანტყული	0.50	18	-

თოვლის საფარი

№	პურქრების დასახელება	თოვლის საფარის წონა, კგ	თოვლის საფარის დღეობა რაცხე	თოვლის საფარის დღეობა წყალმომკვლეობა, მმ
91	შესტია	1.45	130	157
92	მეჯურისხევი	0.50	51	-
93	მთასაბუჯეთი	2.05	130	330
94	მეხრანი	0.50	29	-
95	მუხური	0.50	22	-
96	მეცხეთა	0.50	15	-
97	ნაბეღლაღი	1.54	51	154
98	ნარანები	0.50	8	-
99	ნატახტარი	0.50	28	-
100	ნაყარყელი	0.50	23	-
101	ნინოწმინდა	0.70	100	48
102	ოსურჯეთი	0.50	22	-
103	ომაღლო	1.10	121	120
104	ონი	0.75	71	88
105	ორმოცი	0.70	72	55
106	ოქანა	0.50	55	68
107	ოსამშირე	0.50	6	-
108	ოსხამური	0.50	16	-
109	კურეალი	0.50	44	-
110	როდიონოვკა	1.08	153	116
111	როწის ტბა	3.20	113	378
112	როქი	3.10	149	382
113	რუხსაღი	0.50	12	-
114	საგარეულო	0.50	41	38
115	საგურამო	0.50	29	-
116	საირმე	1.30	82	149
117	სამგორი	0.50	19	-
118	სამტრეღია	0.50	16	-
119	სანახრე	0.50	38	-
120	სენაკი	0.50	12	-
121	სიონი	0.50	75	50
122	სიდნაღი	0.50	40	-
123	სიხარული	0.50	7	-
124	სოხუმი, აგრო	0.50	9	-
125	სოხუმი, ბაბუშყრა	0.50	9	-
126	სოხუმი, კშვრა	0.50	9	-
127	სოხუმი, პორტი	0.50	9	-
128	სოხუმი, შუქქრა	0.50	9	-
129	სტყინწმინდა	0.84	104	180
130	სურამი	0.88	66	58
131	სუყუსა	0.50	10	-
132	ტყიარნეღი	0.50	17	-
133	ტყობული	1.08	53	125
134	უღაბნო	0.50	22	-
135	ურეტი	0.50	7	-

№	პურქრების დასახელება	თოვლის საფარის წონა, კგ	თოვლის საფარის დღეობა რაცხე	თოვლის საფარის დღეობა წყალმომკვლეობა, მმ
136	ფასანაური	0.96	95	99
137	ყითი, პარკი	0.50	6	-
138	ყითი, პორტი	0.50	6	-
139	ყისხე	2.07	100	215
140	ქარვლი	0.50	41	38
141	ქელა	1.30	45	127
142	ქელა გორღი	1.28	61	102
143	ქემის აგრა	1.06	73	154
144	ქობულეთი	0.50	7	-
145	ქეთა, აგროსორტი	0.50	26	-
146	ქეთა, ქალაქი	0.50	26	-
147	ყვარყელი	0.50	21	-
148	კორგულდაში	2.50	170	447
149	შირაქი	0.50	30	-
150	შიფი	1.88	139	238
151	შიახევი	1.14	61	125
152	შულავერი	0.50	20	-
153	საქესი	0.50	17	-
154	ნოხატაური	0.50	22	-
155	ნისორწვე	0.50	45	34
156	ცაბერი	0.82	54	110
157	ცეცი	0.80	104	97
158	ცხინვალე	0.53	59	56
159	წალენჯიხა	0.50	24	-
160	წალკა	0.50	75	36
161	წალკერი	0.84	96	95
162	წიფა	1.39	75	157
163	წიორი	0.50	9	-
164	წყალტუბო	0.50	19	-
165	წყნეთი	0.50	26	-
166	ჭიათურა	0.59	41	68
167	ჭრებღლი	0.66	40	75
168	ხაიში	1.20	62	100
169	ხარაგაული	0.68	38	-
170	ხაშურა	0.64	56	48
171	ხეღა	0.50	8	-
172	ხულონიური	0.50	18	-
173	ხონი	0.50	11	-
174	ხონი	0.50	18	-
175	ხულო	1.69	93	222
176	ჯაღა	1.17	94	127
177	ჯარი	0.50	22	-
178	ჯვრის უღელ	5.68	212	728
179	ჯიხანჯირი	0.50	29	-
180	ჯოჯოფლო	0.50	36	-

ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობები

№	პუნქტების დასახელება	წი 5	წი 15
		წელიწადში ერთხელ, კპა	წელიწადში ერთხელ, კპა
1	2	3	4
1	აბასთუმანი	0.23	0.3
2	აბაშა	0.38	0.48
3	აგარა	0.38	0.48
4	ადიგენი	0.30	0.38
5	ამბროლაური	0.30	0.38
6	ანაკლია	0.30	0.38
7	ასპინძა	0.30	0.38
8	აყანა	0.30	0.48
9	ახალციხე	0.33	0.6
10	ახალი ათონი	0.17	0.23
11	ახალქალაქი	0.38	0.48
12	ახალციხე	0.30	0.48
13	ახმეტა	0.38	0.48
14	ახუთი	0.30	0.38
15	ბათ. ეროპორტი	0.48	0.48
16	ბათ.მწკონცხედა	0.30	0.3
17	ბათ.მწკონცხედა	0.30	0.3
18	ბათუმი, ქალაქი	0.38	0.48
19	ბათუმი, შუქურა	0.30	0.38
20	ბა.კურთანი, აგრო	0.38	0.48
21	ბარისახო	0.17	0.23
22	ბარშიში	0.23	0.3
23	ბაღდადი	0.30	0.38
24	ბახმარო	0.48	0.73
25	ბიჭვინთა	0.38	0.48
26	ბოლნისი	0.30	0.48
27	ბორჯომი	0.17	0.3
28	ბურსაჭირი	0.38	0.38
29	გაგრა	0.38	0.48
30	გაგრა სას.სამ.	0.38	0.48
31	გაგრის ქედი	0.60	0.85
32	გაღი	0.30	0.38
33	გარდაბანი	0.38	0.48
34	გორბორი	0.30	0.38
35	გორი	0.30	0.38
36	გრაკალი	0.30	0.38
37	გუდაუთა	0.23	0.3
38	გუდაური	0.23	0.3
39	გუდრიფში	0.17	0.23
40	გურჯაანი	0.23	0.3
41	დღლიყწყარო	0.48	0.6
42	დმანისი	0.73	0.85
43	დუშეთი	0.30	0.38
44	ენგურაქესი	0.48	0.6
45	ერწრა	0.23	0.23

№	პუნქტების დასახელება	წი 5	წი 15
		წელიწადში ერთხელ, კპა	წელიწადში ერთხელ, კპა
1	2	3	4
46	ეფრემოუკა	0.38	0.48
47	ვახიანი	-	-
48	ვახი	0.30	0.38
49	ზესტაფონი	0.38	0.48
50	ზუგდიდი	0.30	0.38
51	თბ., აქაღლა	0.73	0.85
52	თბ., აეროპორტი	1.05	1.44
53	თბ., ბოტბალი	0.30	0.33
54	თბ., გლდანი	0.73	0.85
55	თბ., ციცი დილომი	0.73	0.85
56	თბ., დიდუბე	0.48	0.6
57	თბ., დილომი	0.38	0.6
58	თბ., ვაკე	0.38	0.48
59	თბ., ვარკეთილი	0.73	0.85
60	თბ., ლილო	-	-
61	თბ., შაქვინდა	0.30	0.48
62	თბ., ობსერვატორია	0.38	0.48
63	თბ., საბურთალო	0.73	0.85
64	თბ., ყონიჭაღა	0.48	0.6
65	თბ., დრმაღლე	0.48	0.6
66	თელავი	0.30	0.38
67	თეთრიწყარო	0.48	0.6
68	თერჯოლა	0.48	0.6
69	თიანეთი	0.30	0.38
70	თყალბო	0.38	0.48
71	ქასრეთი	0.23	0.38
72	ქასპი	0.38	0.6
73	ქაჭრეთი	0.30	0.38
74	ქეიხა	0.17	0.23
75	კობი	0.23	0.3
76	კორბოული	0.38	0.38
77	კუჯორი	0.30	0.48
78	კუმისი	0.48	0.6
79	ლაგოდეხი	0.30	0.38
80	ლათა	0.17	0.23
81	ლანჩხუთი	0.60	0.73
82	ლაჯანურაქესი	0.17	0.23
83	ლენარდე	0.23	0.38
84	ლენტეხი	0.17	0.17
85	ლესელიძე	0.38	0.48
86	ლიბანი	0.25	0.3
87	მიმისონის უღელ.	0.85	0.85
88	მანკისი	0.30	0.48
89	მარნეული	0.30	0.38
90	მარტვილი	0.85	0.85

ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობები

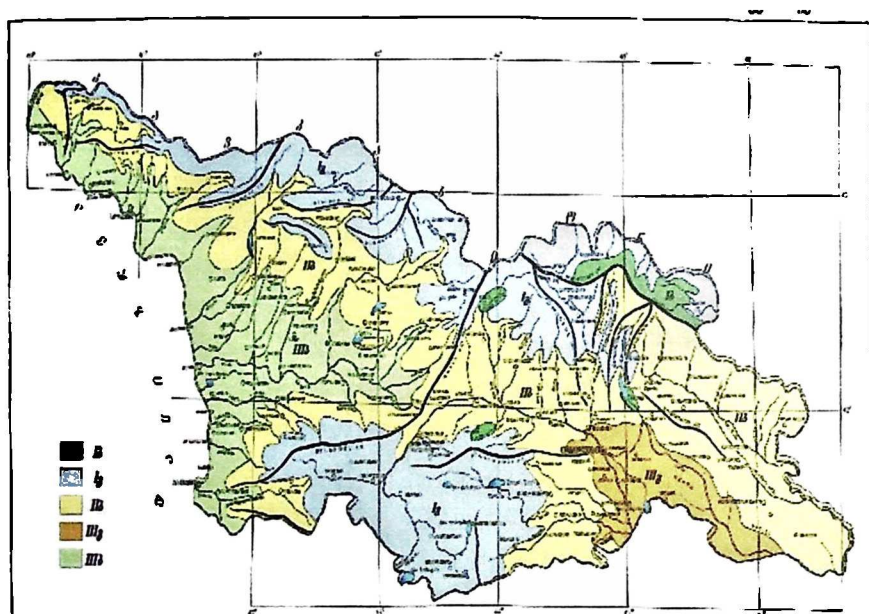
№	პუნქტების დასახელება	წი 5 წელიწადში ერთხელ, კპა	წი 15 წელიწადში ერთხელ, კპა
1	2	3	4
91	მესტია	0.17	0.23
92	მუკრანისხევი	0.23	0.38
93	მთასაბუჯეთი	0.73	0.85
94	მუხრანის	0.48	0.60
95	მუხურის	0.23	0.30
96	მცხეთა	0.73	0.85
97	ნაბეღლავი	0.30	0.30
98	ნატანები	0.48	0.60
99	ნატახტარი	0.73	0.85
100	ნაყარეული	0.30	0.38
101	ნინოწმინდა	0.17	0.23
102	ოსურეთი	0.30	0.30
103	ომალის	0.17	0.17
104	ონის	0.17	0.23
105	ორმოცის	0.30	0.30
106	ოქანის	0.38	0.48
107	ონაშორის	0.38	0.60
108	ონისაშორის	0.23	0.30
109	კინედი	0.23	0.23
110	როდიონისკა	0.60	0.73
111	როწის ტბის	0.23	0.23
112	როქის	0.23	0.30
113	რუსთავის	0.48	0.60
114	საგარეჯოს	0.30	0.38
115	საგურამოს	0.48	0.60
116	საირმის	0.17	0.17
117	სამგორის	0.73	0.85
118	სამტრედის	0.38	0.48
119	სამხედრის	0.30	0.38
120	სენაკის	0.60	0.85
121	სიონის	0.30	0.30
122	სიღნაღის	0.60	0.73
123	სიხარულის	0.30	0.38
124	სოხუმის, აგრო	0.30	0.30
125	სოხუმის, ბაბუშერის	0.23	0.30
126	სოხუმის, ეშერის	0.38	0.48
127	სოხუმის, პორტის	0.30	0.38
128	სოხუმის, შუქურის	0.30	0.38
129	სტეფანწმინდა	0.23	0.30
130	სურამის	0.38	0.48
131	სუფსის	0.38	0.60
132	ტყეარეულის	0.17	0.23
133	ტყეხულის	0.48	0.73
134	უდაბნოს	0.85	0.85
135	ურეკის	0.30	0.38

№	პუნქტების დასახელება	წი 5 წელიწადში ერთხელ, კპა	წი 15 წელიწადში ერთხელ, კპა
1	2	3	4
136	ყასანაურის	0.30	0.38
137	ყუთის, პარკის	0.48	0.60
138	ყუთის, პორტის	0.60	0.85
139	ყახის	0.17	0.23
140	ქარელის	0.30	0.38
141	ქეღის	0.23	0.30
142	ქეღის გორის	0.32	0.48
143	ქეღის აგრო	0.17	0.23
144	ქობულეთის	0.30	0.38
145	ქეღის, აეროპორტის	0.73	0.85
146	ქაბის ქალაქის	0.73	0.85
147	ყვარელის	0.38	0.60
148	ყვარელისში	0.17	0.17
149	შირაკის	0.30	0.38
150	შოგის	0.17	0.23
151	შუახევის	0.23	0.23
152	შუალენის	0.38	0.48
153	საქის	0.48	0.60
154	სოხატაურის	0.23	0.30
155	სხორისწევის	0.38	0.48
156	ცაგერის	0.38	0.60
157	ცემის	0.23	0.30
158	ცხინვალის	0.30	0.38
159	წაღებულის	0.30	0.38
160	წაღის	0.30	0.30
161	წაღის	0.23	0.30
162	წიფის	0.30	0.38
163	წინის	0.30	0.38
164	წყალტუბოს	0.30	0.38
165	წყნეთის	0.38	0.48
166	პიანურის	0.30	0.48
167	პრეზლის	0.17	0.17
168	ბიშის	0.17	0.23
169	ბარბაქაის	0.38	0.48
170	ბაშურის	0.30	0.38
171	ბუჯის	0.30	0.38
172	ხელვაჩაურის	0.38	0.48
173	ხობის	0.60	0.73
174	ხონის	0.60	0.85
175	ხულოს	0.23	0.23
176	ჯაბის	0.17	0.17
177	ჯეიხის	0.48	0.60
178	ჯეიხის უღელის	0.23	0.38
179	ჯიხანჯორის	0.38	0.48
180	ჯეიხის	0.17	0.17

დანართი (3)

რუკა-სქემა №1

საქართველოს ტერიტორიის სამშენებლო კლიმატური დარაიონება



სამშენებლო ფანერის საანგარიშო წინაღობები

საანგარიშო წინაღობები, მპა					
ფანერის სახეობა	გაკიბვაზე ფურცლის სიბრტყეში, $R_{ფ.გ}$	კუმშვაზე ფურცლის სიბრტყეში, $R_{ფ.კ}$	ლუნვაზე ფურცლის სიბრტყის გარეთ, $R_{ფ.ღ}$	ახლენაზე ფურცლის სიბრტყეში, $R_{ფ.ახ}$	ჭრაზე ფურცლის სიბრტყის მართობულად, $R_{ფ.ჭ}$
არყის ხის Φ CD მარკის წებო-ფანერის B/BB, B/C, BB/C ხარისხები					
ა) შვიდფენიანი, 8 მმ და მეტი სისქის					
გარე ფენების ბოჭკოების გრძივად	14	12	16	0.8	6
გარე ფენების ბოჭკოების განივად	9	8.5	6.5	0.8	6
ბოჭკოების მიმართ 45° -იანი კუთხით	4.5	7	-	0.8	9
ბ) ხუთფენიანი 5...7 მმ სისქის:					
გარე ფენების ბოჭკოების გრძივად	14	13	18	0.8	5
გარე ფენების ბოჭკოების განივად	6	7	3	0.8	5
ბოჭკოების მიმართ 45° -იანი კუთხით	4	6	-	0.8	9
2. ლარიქსის მერქნის Φ CD მარკის B/BB და B/CC ხარისხის შვიდფენიანი 8 მმ და მეტი სისქის წებო-ფანერი					
გარე ფენების ბოჭკოების გრძივად	9	17	18	0.6	5
გარე ფენების ბოჭკოების განივად	7.5	13	11	0.5	5
ბოჭკოების მიმართ 45° -იანი კუთხით	3	5	-	0.7	7.5
3. დაბაკელიტებული ფანერი Φ BC მარკის, სისქე 7 მმ და მეტი:					
გარე ფენების ბოჭკოების გრძივად	32	28	33	1.8	11
გარე ფენების ბოჭკოების განივად	24	23	25	1.8	12
ბოჭკოების მიმართ 45° -იანი კუთხით	16.5	21	-	1.8	1.6

შენიშვნა: Φ CD მარკის არყის ხის ფანერისათვის საანგარიშო წინაღობა კუმშვასა და თელვაზე ფურცლის სიბრტყის მართობულად $m_{ფ.კ} = m_{ფ.ღ} = 4$ მპა, ხოლო Φ BC

მარკისათვის $m_{ფ.კ} = m_{ფ.ღ} = 8$ მპა.

დაბერხილი ხის მასალის სორტამენტი

სისქე, მმ	სიგანე, მმ									
	რეკომენდებული				დასაშვები					
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275	-
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275	-
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-	-

შენობებისა და ნაგებობების საიმედოობის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი
დანიშნულების მიხედვით

შენობების და ნაგებობების პასუხიმგებლობის კლასი	დანიშნულების მიხედვით საიმედოობის კოეფიციენტი, γ_n
<p>კლასი I:</p> <p>განსაკუთრებული მნიშვნელობის სახალხო-სამეურნეო და სოციალური დანიშნულების შენობები და ნაგებობები: თბოელექტროსადგურები, ატომური ელექტროსადგურები, ბრძმედის ღუმელების ცენტრალური კვანძები, 200 მ-ზე მაღალი საკვამლე მიწები, სატელევიზიო კოშკები, ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების რეზერვუარები ტევადობით 10000მ³, დახურული სპორტული ნაგებობები ტრიბუნებით, თეატრები, კინოთეატრები, ცირკის შენობები, დახურული ბაზრები, სასწავლო დაწესებულებები, სკოლამდელი დაწესებულებები, საავადმყოფოები, სამშობიარო სახლები, მუზეუმები, სახელმწიფო არქივები და სხვ.</p>	1,0
<p>კლასი II:</p> <p>მნიშვნელოვანი სახალხო-სამეურნეო და სოციალური დანიშნულების შენობა-ნაგებობები (სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო, სამოქალაქო, კავშირგაბმულობისა და სხვ.), რომლებიც არ შედიან I კლასში.</p>	0,95
<p>კლასი III:</p> <p>შენობა-ნაგებობები, რომლებსაც აქვს შეზღუდული სახალხო-სამეურნეო და სოციალური მნიშვნელობა: დახარისხებისა და შეფუთვის გარეშე სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების, სასუქების, ქიმიკატების, ქვანახშირის, ტორფისა და სხვა საწყობები, შესანახი სათბურები, ერთსართულიანი საცხოვრებელი სახლები, კავშირგაბმულობისა და ელექტროგანათლების ქსელის საყრდენები, დროებითი შენობები და ნაგებობები და სხვა.</p>	0,9

ლეროვანი არმატურის განიკვეთის ფართობი და მასა

დია მეტ რი მმ	განიკვეთის ფართობი, სმ ² , ლეროების რაოდენობისას									1 გრძ. მ. მასა	დიამ ეტრ ი, მმ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
3	0,071	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,055	3
4	0,126	0,25	0,38	0,5	0,63	0,76	0,88	1,01	1,13	0,098	4
5	0,196	0,39	0,59	0,79	0,98	1,18	1,37	1,57	1,77	0,154	5
6	0,283	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,98	2,26	2,55	0,222	6
7	0,385	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	0,302	7
8	0,503	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	0,395	8
9	0,636	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	4,45	5,09	5,72	0,499	9
10	0,785	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	0,617	10
12	0,131	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	0,888	12
14	1,539	3,08	4,62	6,16	7,69	9,23	10,77	12,31	13,85	1,208	14
16	2,011	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,1	1,578	16
18	2,545	5,09	7,63	10,18	12,72	15,27	17,81	20,36	22,9	1,998	18
20	3,142	6,28	9,41	12,56	15,71	18,85	21,99	25,14	28,28	2,466	20
22	3,801	7,60	11,40	15,2	19	22,81	26,61	30,41	34,21	2,984	22
25	4,909	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	3,853	25
28	6,158	12,32	18,47	24,6	30,79	36,95	43,10	49,26	55,42	4,834	28
32	8,042	16,1	24,13	32,17	40,21	48,25	56,3	64,34	72,38	6,313	32
36	10,18	20,3	30,54	40,7	50,9	61,08	71,26	81,44	91,62	7,99	36
40	12,56	25,12	37,68	50,2	62,8	75,36	87,92	100,48	113,04	9,87	40

მერქნის (ფიქვის, ნაძვის) სანგარიშო წინაღობანი, R

დამაბული მდგომარეობა და ელემენტის დახასიათება	აღნიშვნა	სანგარიშო წინაღობანი, R, მპა, მერქნის ხარისხებისათვის		
		I	II	III
1	2	3	4	5
1. ღუნვა, კუმშვა და თელვა ზოკოების გრძივად: ა) მართკუთხა კვეთის ელემენტები („ბ“ და „გ“ ქვეუნქტებში ნაჩვენების გარდა) კვეთის სიმაღლით 50 სმ-მდე;	R _ლ , R _კ , R _თ	14	13	8,5
ბ) მართკუთხა კვეთის ელემენტები სიგანით 11-13 სმ, სიმაღლით 11-50 სმ;	R _ლ , R _კ , R _თ	15	14	10
გ) მართკუთხა კვეთის ელემენტები სიგანით 13 სმ-ზე მეტი, სიმაღლით 13 სმ-დან 50 სმ-მდე;	R _ლ , R _კ , R _თ	16	15	11
დ) ელემენტები მრგვალი ხის მასალისაგან სანგარიშო კვეთში ჩაჭრის გარეშე;	R _ლ , R _კ , R _თ	-	16	10
2. გაჭიმვა ზოკოების გრძივად: ა) არადაწებებული ელემენტები;	R _გ	10	7	-
ბ) დაწებებული ელემენტები;	R _გ	12	9	-
3. კუმშვა და თელვა მთელ ფართობზე ზოკოების განივად;	R _{თთ}	1,8	1,8	1,8
	R _{თთ}	1,8	1	1,8
4. ადგილობრივი თელვა ზოკოების განივად: ა) კონსტრუქციის საყრდენ ნაწილში, შუბლურ ჭდობასა და ელემენტების კვანძურ მიერთებაში;	R _{თთ}	3	3	3
ბ) საყელიურების ქვეშ თელვა კუთხეებისას 90°-დან 60°-მდე.	R _{თთ}	4	4	4
5. ახლეჩა ზოკოების გრძივად: ა) არადაწებებული ელემენტების ღუნვისას;	R _{ახლ}	1,8	1,6	1,6
ბ) დაწებებული ელემენტების ღუნვისას;	R _{ახლ}	1,6	1,5	1,5
გ) შუბლურ ჭიდაობაში მაქსიმალური ძაბვისას;	R _{ახლ}	2,4	2,1	2,1
დ) ადგილობრივი, წებოვან შეერთებაში მაქსიმალური ძაბვისას.	R _{ახლ}	2,1	2,1	2,1
6. ახლეჩა ზოკოების განივად: ა) არადაწებებული ელემენტების შეერთებაში;	R _{ახლთ}	1	0,8	0,6
ბ) დაწებებული ელემენტების შეერთებაში.	R _{ახლთ}	0,7	0,7	0,7
7. გაჭიმვა ზოკოების განივად ელემენტებში დაწებებული მერქნისაგან.	R _{გთ}	0,35	0,3	0,25

დანართი
ცხრილი 8

სხვადასხვა ჯიშის მერქნის საანგარიშო წინაღობების გადასაყვანი კოეფიციენტები

მერქნის ჯიშები	კოეფიციენტი $m_{კაღ}$		
	გაჭიმვაზე, ღუნვაზე, კუმშვასა და თელვაზე ბოჭკოების გრძივად: $R_{ღ}, R_{ღ}, R_{კ}, R_{თ}$	კუმშვასა და თელვაზე ბოჭკოების განივად: $R_{კ90}, R_{თ90}$	ახლენაზე, $R_{ახლ}$
წიწვოვანი			
1. ლარიქსი, გარდა ევროპულისა და იაპონურისა	1,2	1,2	1,0
2. ციმბირის კედარი, გარდა კრასნოიარსკის მხარისა	0,9	0,9	0,9
3. კრასნოარსკის კედარი, ვეიმუტის ფიჭვი	0,65	0,65	0,65
4. სოჭი	0,8	0,8	0,8
მაგარი ფოთლოვანი			
5. მუხა	1,3	2,0	1,3
6. იფანი (კოპიტი), ნეკერჩხალი, რცხილა	1,3	2,0	1,6
7. აკაცია	1,5	2,2	1,8
8. არყის ხე, წიფელი	1,1	1,6	1,3
9. მურყანი, თელამუში	1,0	1,6	1,0
რბილი ფოთლოვანი			
10. თხმელა (მურყანი), ცაცხვი, ვერხვი, ალვის ხე	0,8	1,0	0,8

დანართი
ცხრილი 9

ექსპლუატაციის პირობების კოეფიციენტები $m_{ექს}$

ექსპლუატაციის პირობები	კოეფიციენტი $m_{ექს}$
A1, A2, B1, B2	1
A3, B3, B1	0,9
B2, B3, Г1	0,85
Г2, Г3	0,75

დანართი
ცხრილი 10

მუშაობის პირობების კოეფიციენტის (m_{ხ.ა.გ}) მნიშვნელობები კონსტრუქციებზე ხანმოკლე დატვირთვების (ქარის, სამონტაჟო ან ლიპყინულის) მოქმედებისას, აგრეთვე ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენებისათვის

დატვირთვა	კოეფიციენტი m _{ხ.ა.გ}	
	წინალობის ყველა სახისათვის, გარდა თელვისა ბოჭკოების განივად	თელვა ბოჭკოების განივად
1. ქარისა, სამონტაჟო მე-3 მუხლში ნაჩვენების გარდა.	1,2	1,4
2. სეისმური, ელექტროგადამცემი საპაერო ხაზების საყრდენებისათვის	1,4	1,6
3. ლიპყინულის, სამონტაჟო, ქარის და საყრდენების დაჭიმვისაგან საშუალო წლიურზე დაბალი ტემპერატურის დროს	1,45	1,6
4. საყრდენებისა და ბაგირების გაწყვეტისას	1,9	2,2

დანართი
ცხრილი 11

მუშაობის პირობების კოეფიციენტის (m_{ა.ფ}) მნიშვნელობები მოღუნული, ექსცენტრულად შეკუმშული, შეკუმშულ-მოღუნული და შეკუმშულ მართკუთხა კვეთის დაწებებული ელემენტებისათვის, როდესაც კვეთის სიმაღლე 50 სმ-ზე მეტია

კვეთის სიმაღლე, სმ,	50	60	70	80	100	120 და მეტი
კოეფიციენტი m _{ა.ფ}	1,0	0,96	0,93	0,9	0,88	0,8

დანართი
ცხრილი 12

მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (ოქუფ) მოღუნული, ექსცენტრულად შეკუმშული, შეკუმშულ-მოღუნული და შეკუმშულ მართკუთხა კვების დაწებებული ელემენტებისათვის მათი ფენების სისქის მიხედვით

ფენის სისქე, მმ	19 და ნაკლები	26	33	42
კოეფიციენტი ოქუფ	1,1	1,05	1	0,95

დანართი
ცხრილი 13

კონსტრუქციის ექსპლუატაციის ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობები

ექსპლუატაციის ტემპერატურულ-ტენიანობის პირობების ჯგუფები	კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობების დახასიათება	მერქნის მაქსიმალური ტენიანობა %, კონსტრუქციებისათვის	
		შეწებებული მერქნისაგან	შეწებებული მერქნისაგან
	35°C ტემპერატურამდე გასათბობი შენობების შიგნით, პაერის ფარდობითი ტენიანობით		
A1	60%-მდე	9	20
A2	60-დან 75%-მდე	12	იგივე
A3	75-დან 95%-მდე	15	იგივე
	გაუთბობელი შენობების შიგნით		
B1	მშრალ ზონაში	9	20
B2	ნორმალურ ზონაში	12	იგივე
B3	მშრალ და ნორმალურ ზონებში; შენობაში 75%-ზე მეტი მუდმივი ტენიანობითა და ტენიან ზონაში	15	25
	ღია გრემოში		
B1	მშრალ ზონაში	9	20
	ნორმალურ ზონაში	12	25
B2			
B3	ტენიან ზონაში გრუნტთან	15	იგივე
	შენობა-ნაგებობების ნაწილების შეხებისას ან გრუნტში	9	20
Г1		—	25
Г2	მუდმივი დატენიანების ქვეშ	—	არ
Г3	წყალში	—	შეზღუდვა იგივე

ხის ელემენტების ზღვრული ჩალუნვები

კონსტრუქციის ელემენტები	ზღვრული ჩალუნვები მალის ნაწილებში არაუმეტეს
1. სართულშუა გადახურვის კოჭები	1/250
2. სასხვენო გადახურვის კოჭები	1/200
3. სახურავის ელემენტები (შენაღარების გარდა):	
ა) გრძივები, სანივნივე ფეხები;	1/200
ბ) გრძივები, სანივნივე ფეხები;	1/150
გ) წამწეები, დაწებებული კოჭები (გარდა კონსოლებისა);	1/300
დ) ფილები;	1/250
ე) ფენილები;	1/150
4. შენაღარების მზიდი ელემენტები;	1/400
5. პანელები და ფახვერკის ელემენტები.	1/250

ხის კონსტრუქციული ელემენტების ზღვრული მოქნილობები

კონსტრუქციული ელემენტის დასახელება	ზღვრული მოქნილობა, ლ.ს.კ
1. წამწეების შეკუმშული სარტყლები, საყრდენი ირიბანები, დგარები, სვეტები	120
2. წამწეებისა და სხვა გამჭოლი კონსტრუქციების დანარჩენი შეკუმშული ელემენტები	150
3. კავშირების შეკუმშული ელემენტები	200
4. წამწის გაჭიმული ელემენტები შვეულ სიბრტყეში	150
5. წამწეებისა და სხვა გამჭოლი კონსტრუქციების დანარჩენი გაჭიმული ელემენტები	200
6. ძირითადი ელემენტები (დგარები, მისადგმელები, საყრდენი ირიბანები)	150
7. სხვა ელემენტები	175
8. კავშირები	200

თოვლის საფარის წონის ნორმატიული მნიშვნელობა (S_0) მიწის ჰორიზონტალური ზედაპირის 1 მ²-ზე

თოვლის კლიმატური რაიონი	I	II	III	IV	V	VI
S_0 კნ/მ ²	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5

ქარის წნევის ნორმატიული მნიშვნელობა (W_0) ნაგებობის გარე ზედაპირის 1 მ²-ზე

ქარის კლიმატური რაიონი	I	II	III	IV	V	VI	VII
W_0 კნ/მ ²	0.17	0.23	0.3	0.38	0.48	0.73	0.85

ზოგიერთი ტიპის ხის კონსტრუქციის საკუთარი წონის კ.ფ. კოეფიციენტის მნიშვნელობები

კონსტრუქციის სახეობა	კ.ფ.
I	2
1. თავისუფლად დაყრდნობილი ერთმალღიანი კოჭები:	
ა) დაწებებული ფიცრული მართკუთხა განივკვეთით	7-9
ბ) წებო-ფანერის	5-6
გ) დაწებებული ფიცრული არმირებული	4-6
2. ნიენიის წამწეების არაკვანსურ დატვირთვებზე:	
ა) სამკუთხა ხის	4,6-6
ბ) სამკუთხა ხე-ლითონის	3-4
გ) მრავალკუთხა ხის	3,5-4,5
დ) მრავალკუთხა ხე-ლითონის	3,5-4,5
ე) სეგმენტური ხე-ლითონის	2,5-3
3. ნიენიის წამწეები კვანსურ დატვირთვებზე:	
ა) სამკუთხა ხის	4-6
ბ) სამკუთხა ხე-ლითონის	2,5-4
გ) მრავალკუთხა ხის	3-4
დ) მრავალკუთხა ხე-ლითონის	3-4

ე) სეგმენტური ხე-ლითონის	2,3-3
ე) ხუთკუთხა ხე-ლითონის	3,5-4
4. გამჭოლკედლიანი კამარები	3-5
5. სამსახსრიანი დაწებებული ფიცრული კამარა	2,5-4
6. დერევიანის კოჭებისაგან შედგენილი სამკუთხა კამარა	5-7

დანართი
ცხრილი 19

ჭანჭიკების რეკომენდებული სორტამენტი

დიამეტრი, მმ		განივკეთის ფართობი, სმ ²	
ღეროზე	კუთხვილზე	ღეროზე	კუთხვილზე
6	4.7	0.28	0.17
8	6.38	0.51	0.32
10	8.05	0.79	0.51
12	9.73	1.13	0.74
14	11.4	1.54	1.02
16	13.4	2.01	1.41
18	14.75	2.54	1.71
20	16.75	3.14	2.18
22	18.75	3.8	2.74
24	20.1	4.52	3.16
27	23.1	5.72	4.18
30	25.45	7.07	5.06
36	30.8	10.17	7.44
42	36.15	13.84	10.25
48	41.5	18.09	13.52

დანართი
ცხრილი 20

გადახურვის ხის მთლიანკვეთიანი კოჭების განივკვეთები (მმ) მალისა და ბოჯის მიხედვით 4,0 კნ/მ² დატვირთვისას

მალი, მ / ბოჯი,მ	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0
	0,6	75×100	75×150	75×200	100×200	100×200	125×200
1,0	75×150	100×150	100×175	125×200	150×200	150×225	175×250

დანართი
ცხრილი 21

სასხენო გადახურვის ხის მთლიანკვეთიანი კოჭების განივკვეთი (მმ) მალისა და დატვირთვის მიხედვით

დატვირთვა, კნ/გრძ.მ.	კოჭის მალი, მ						
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
1,5	50×140	50×160	60×180	70×180	80×200	100×200	100×220
2,0	50×160	50×180	70×180	80×200	100×200	120×220	140×220
2,5	60×160	60×180	70×200	100×200	120×200	140×220	160×220
3,5	70×160	70×180	80×200	100×200	120×220	160×220	200×220

დანართი
ცხრილი 22

მთლიანკვეთიანი წიწვოვანი ჯიშის (მე-2 სორტის) ხის კოჭების მაქსიმალური მალეები

კოჭის განივკვეთის ზომები, მმ	მაქსიმალური მალი, მ								
	საყრდენთან ჰორიზონტალური კავშირების არსებობისას			გვარედინა შვეული კავშირების არსებობისას			ჰორიზონტალური და შვეული კავშირების არსებობისას		
	კოჭების ბოჯი, მმ								
	300	400	600	300	400	600	300	400	600
38×89	1,86	1,72	1,58	1,99	1,81	1,58	1,99	1,81	1,58
38×140	2,92	2,71	2,49	3,14	2,85	2,49	3,14	2,85	2,49
38×184	3,54	3,36	3,20	3,81	3,58	3,27	3,99	3,72	3,27
38×235	4,17	3,96	3,77	4,44	4,17	3,92	4,60	4,29	4,00
38×286	4,75	4,52	4,30	5,01	4,71	4,42	5,17	4,82	4,49

დანართი
ცხრილი 23

სასხვენო გადახურვის ხის მთლიანკვეთიანი კოჭების მაქსიმალური მალეები

მარქნის ჯიში	სორტი	კოჭის განიკვეთის ზომები, მმ	მაქსიმალური მალი, მ		
			კოჭების ზოგი, მმ		
			300	400	600
წიწვოვანი	2	38×89	3,11	2,83	2,47
		38×140	4,90	4,45	3,89
		38×184	6,44	5,85	5,11
		38×235	8,22	7,47	6,52
		38×286	10,00	9,09	7,94

დანართი
ცხრილი 24

სხვადასხვა ნივთიერების სიმკვრივის საშუალო სიდიდე

1.	დაბალი სიმტკიცის მერქანი (ფიჭვი, ნაბვი, სოჭი, კედარი, ცაცხვი, ალვის ხე, თხმელა, ტირიფი)	540
2.	საშუალო სიმტკიცის მერქანი (ლარიქსი, ურთხელი, არყის ხე, წიფელი, თელა, მსხალი, მუხა, თელადუმა, ნეკერჩხალი, იფანი, ვაშლის ხე)	550-740
3.	მაღალი სიმტკიცის მერქანი (თეთრი აკაცია, რკინის არყის ხე, რცხილა, მზა, შინდი, ცირცელი)	750
4.	რკინა	7874
5.	ოსმიუმი (ყველაზე მძიმე ლითონი)	22587
6.	მტკნარი წყალი	1000
7.	გრანიტი	2600
8.	თხევადი წყალბადი ატმოსფერული წნევისა და -253°C ტემპერატურის პირობებში	70
9.	თხევადი ჰელიუმი ატმოსფერული წნევის დროს	130
10.	დედამიწის საშუალო სიმკვრივე	5520
11.	შხე	1500
12.	ატომის გული	2·10 ¹⁷
13.	ნეიტრონული ვარსკვლავები	10 ¹⁷ -10 ¹⁸
14.	თეორიულად სიმკვრივის ზედა ზღვარი (პლანკის სიმკვრივე)	5,1·10 ⁹⁶
15.	სიმკვრივის ქვედა ზღვარი (გალაქტიკებს შორის გარემო)	2·10 ⁻³¹ -5·10 ⁻³¹

ზოგადი მონაცემები სახურავის ბურჯლის დაპროექტებისათვის

ბურჯლის სახეობა	სახურავის დახრის კუთხე (ტანგენსი და კუთხე)		ბურჯლის წონა, ნ/მ ²	შენიშვნა
	მინიმალური	მაქსიმალური		
I. რულონური (რუბეროიდი) ცხელ მასტიკაზე: 1. ორფენიანი 2. სამფენიანი 3. ოთხფენიანი 4. ხუთი და მეტფენიანი	1/7; $\alpha = 8^{\circ}32'$ 1/20; $\alpha = 2^{\circ}52'$ 1/20; $\alpha = 2^{\circ}52'$ 1/100; $\alpha = 0^{\circ}$	1/4; $\alpha = 14^{\circ}02'$ 1/4; $\alpha = 14^{\circ}02'$ 1/4; $\alpha = 14^{\circ}02'$ 1/4; $\alpha = 14^{\circ}2'$	60	ბურჯლები ცივ მასტიკაზე გამოიყენება, როცა სახურავის ქანობი ნაკლებია 10%-ზე
II. აზბესტცემენტის ფილები და შიფერი (ეტერნიტი)	1/2; $\alpha = 26^{\circ}34'$	2; $\alpha = 63^{\circ}26'$	120...180	
III. ჩვეულებრივი პროფილის აზბესტცემენტის ტალღოვანი ფურცლები	1/3; $\alpha = 18^{\circ}16'$	1; $\alpha = 45^{\circ}$	140	
IV. იგივე გაძლიერებული პროფილის	1/4; $\alpha = 14^{\circ}02'$	1; $\alpha = 45^{\circ}$	200...220	
V. კრამიტი	1/2; $\alpha = 26^{\circ}34'$	2; $\alpha = 63^{\circ}26'$	500...650	
VI. ა. ფურცლოვანი ფოლადი $n=(0,38...0,82)$ მმ ბ. ტალღოვანი ფოლადი	1/3,5; $\alpha = 16^{\circ}02'$ 1/5; $\alpha = 11^{\circ}19'$	1/2; $\alpha = 26^{\circ}34'$ 1/2; $\alpha = 26^{\circ}34'$	50	გამოიყენება მხოლოდ სახურავის დეტალებისათვის

ა და ბ კოეფიციენტების მნიშვნელობები საყრდენი ფილის მლუნავი მომენტების
გამოსათვლელად

	b/a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	α	0,048	0,055	0,063	0,069	0,075	0,081	0,086	0,091	0,094	0,098
	b/a	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	β	0,06	0,074	0,088	0,097	0,107	0,112	0,12	0,126	0,129	0,13

დანართი
ცხრილი 27

ერთეული კვანძური დატვირთვებით გამოწვეული ძალების კოეფიციენტები მრავალკუთხა წამწის დეროებში l მალისა და $h=(1/6)l$ სიმაღლის პირობებში

ელემენტის დასახელება	დეროში ძალების აღნიშვნა	გეომეტრიული სიგრძე, მ	ძალების კოეფიციენტები		
			ძალის ნახევრის დატვირთვისას		მთელი ძალის დატვირთვისას
			მარცხნივ	მარჯვნივ	
ზედა სარტყელი	O_1	0,1069 ლ	-5,55	-2,03	-7,58
	O_2	0,2138 ლ	-5,25	-2,27	-7,52
	O_3		-5,25	-2,27	-7,52
	O_4	0,2138ლ	-4,25	-3,00	-7,25
	O_5		-4,25	-3,00	-7,25
ქვედა სარტყელი	U_1	0,1888ლ	4,45	1,62	6,07
	U_2	0,2051ლ	4,35	2,35	6,70
	U_3	0,2122ლ	3,45	3,45	6,90
ირიბანები	D_1	0,1067ლ	0,53	0,60	1,13
	D_2	0,1708ლ	0,86	-0,42	0,44
	D_3	0,1750ლ	-0,24	1,01	0,77
	D_4	0,1976ლ	1,42	-0,95	0,47
დგარები	V_1	0,099ლ	-1,00	0	-1,00
	V_2	0,153ლ	-1,00	0	-1,00
რეაქციები	A	-	3,79	1,21	5,00
	A'	-	1,21	3,79	5,00

დანართი
ცხრილი 28

ტემპერატურის შემასწორებელი β კოეფიციენტის მნიშვნელობანი

მერქნის ჯიშო	β , მპა			
	კუმშვა ბოჭკოების გასწორივ	ღუნვა	ახლეკა	გაჭიმვა
			ბოჭკოების გასწორივ	
ფიჭვი	3,5	4,5	0,4	4,0
ნაძვი	2,5	3,0	-	-
ლარიქსი	4,5	-	-	-
სოკი	2,5	-	-	-
არყის ხე	4,5	-	-	-

შეერთებათა დამყოლობის კოეფიციენტები, K_{Φ}

კავშირის სახეები	კოეფიციენტი K_{Φ}	
	ცენტრალური კუმშვისას	კუმშვა-ღუნვისას
1. ლურსმნები	$1/10d^2$	$1/5d^2$
2. ფოლადის ცილინდრული წირწყვილები: ა) დიამეტრით $\leq 1/7$ შესაერთებელი ელემენტების სისქისა; ბ) დიამეტრით $> 1/7$ შესაერთებელი ელემენტების სისქისა;	$1/5d^2$ $1,5/ ad$	$1/2,5d^2$ $3/ ad$
3. მუხის ცილინდრული წირწყვილები	$1/d^2$	$1,5/d^2$
4. მუხის ფირფიტოვანი წირწყვილები	-	$1,4/6b_{\Phi}$
5. წებო	0	0

ლიტერატურა

1. СНиП II-25-80. Нормы проектирования. Деревянные конструкции. - М.: Стройиздат, 2001. - 65 с.
2. თ. ხმელიძე, ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციები. საგამომცემლო სახლი ტექნიკური უნივერსიტეტი". თბილისი, 2008. 210 გვ.
3. СНиП 2-01. 07-85. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия. – М.: Стройиздат, 2007.
4. Кудряшов И. М. Плиты порытий с фанерными обшивками. Проектирование и расчёт. Горький, ГИСИ, 1984. – 31 с.
5. СНиП II-23-81. Нормы проектирования. Стальные конструкции. – М.: Стройиздат, 1998. - 96 с.
6. EN 300. Плиты ориентированностружечные. Технические условия.
7. СНиП 2.03. 11-85. Защита строительных конструкций от коррозии Госстрой СССР. – М: ЦИПТ Госстроя СССР, 1986.–46 с.
8. Слицкоухов Ю. В., Буданов В. Д. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. Учеб. для вузов. – М.: Стройздат, 1986. – 54 с.
9. ТУ УВ 2.7-22794685-001.2005. Двутавровые деревянные балки. Технические условия. ООО „ПОЛ и К“.
10. ДВН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. /Минстрой Украины. – К, 2006.
11. Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах. М.: ЦНИИСК им. Кучеренко, 1983. – 40 с.
12. ჯ. აბაშიძე, თ. ხმელიძე, რ. მახვილაძე. რეკომენდაციები შენობებისა და ნაგებობების სახანძრო უსაფრთხოების შესახებ. თბილისი, 2011.– 52 გვ.
13. Романенков И. Г., Зигерн-Корн В. Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. – М.: стройиздат, 1984, – 240 с.
14. Харитонов В. С., Хмелидзе Т. П. Поведение клееных деревянных балок в условиях стандартного пожара. Огнестойкость строительных конструкций и обеспечение пожарной безопасности людей и материальных ценностей – ВНИИПО, 1989, с. 40-47.
15. Хмелидзе Т. П., Манвелов С. А., Бериа В.В. Исследование прочностных свойств древесины сосны и лиственницы при тепловых воздействиях. Информационный листок. Строительство и архитектура, № 12, ГрузНИИТИ. Тбилиси, 1986.

16. თ. ხმელიძე, ხის და სინთეზური მასალების კონსტრუქციები (მეთოდური მითითებები საკურსო პროექტის შესასრულებლად). - თბილისი: სპი, 1988. - 73 გვ.
17. Синицын А. П. Расчёт конструкций на тепловой удар. – М., Изд –во литературы по строительству, 1981. – с. 142-146.
18. Перельгин Л. М. Древесиноведение. – М.: Гослесбумиздат, 1963, с. 97-102.
19. Дмитриевич А. Д. Определение теплофизических свойств строительных материалов. – М.: Стройиздат. 1963, – 203 с.
20. თ. ხმელიძე, ვ. როიტმანი. მერქნის თბოგადაცემის მახასიათებლების ექსპერიმენტალური გამოკვლევა. სტუ-ს სამეცნ. შრომები №3 (396), თბილისი, 1993.
21. Боли Б., Уейнер Дж. Теория температурных напряжений. – М.: Мир. 1964,– с. 38 -56.
22. Фёдорова, о.в. ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ТРАНСФОРМИРУЮЩИХСЯ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ [Электронный ресурс] /Архитектон: известия вузов, №1(41). – Екатеринбург, 2013.
23. Kaltenbach, F. Technik: Metropol Parasol a Stroll Above the Roofs of Selville / Frank Kaltenbach // Detail. Dächer. – 2011. – № 10. – С. 1224–1236
24. Davies, R. *Dokumentation: Velodrome in London*. Detail. Dächer, 2011, No. 10, p. 1208–1214.
25. Лесная Энциклопедия / Гл. ред. Воробьев Г.И. - М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – 631 с.
26. Гаппоев М. М., Гуськов И. М. и др. Конструкции из дерева и пластмасс. – М.: Издательство строительных вузов, 2004, – 440 с.
27. СНиП II-2-80. Нормы проектирования. «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений». М.: 1981/
28. Гринь И. М., Илик М. И. и др. Строительные конструкции с применением пластических масс. – Харьков, 1968, – 340 с.
29. Губенко А. Б. Строительные конструкции с применением пластмасс. – М.: Стройиздат. 1970.
31. ა. სოხაძე, ლ. კახიანი და სხვა. რკინაბეტონის კონსტრუქციები. I ნაწილი, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2011.–91 გვ.
32. თ. ხმელიძე, რ. იმედაძე, ი. ხმელიძე. ლეროვან სისტემებში ძალეების განსაზღვრის მაგალითები მაქსველ-კრემონას დიაგრამის გამოყენებით. მეთოდური მითითებები. თბილისი, 1992.–57 გვ.
33. ვ. ჯავახიშვილი. შენობებისა და ნაგებობათა კონსტრუქციები. თბილისი, 1981. –267 გვ.
34. თ. ხმელიძე, ა. სოხაძე. ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციები. სახელმძღვანელო სტუდენტი-მაგისტრანტებისათვის. თბილისი, 2005.–380 გვ.
35. Лисенко Л. М. *Дерево в архитектуре*/Л.М. Лисенко. – Москва. : Стройиздат, 1984. - 176 с.

38. დ. დოლიძე. ხისა და სინთეზური მასალების კონსტრუქციები. I და II ნაწ. „განათლება“. თბილისი, 1971.
39. გ. ცინცაძე. მშენებლობის ეკონომიკა. „განათლება“. თბილისი, 2008. – 323 გვ.
40. გ. ქავთარია. ლითონის დაკბილული ფირფიტების მექანე ხის კონსტრუქციების ანგარიშის საფუძვლები კომპიუტერული პროგრამა ARM WOOD -ის გამოყენებით. სამეცნ. ტექნ. ჟურნალი „მშენებლობა“, №2 (29). თბილისი, 2013.– გვ.109-113.
41. თ. ხმელიძე, მ. მოდებაძე და სხვ. მერქნის სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა. ლაბ. სამუშაოები ხისა და პლასტმასის სამშენებლო კონსტრუქციებში. (მეთოდური მითითებები). საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. თბილისი, 2013. – 34 გვ.
42. თ. ხმელიძე, მ. მოდებაძე და სხვ. ხე-ლითონის უირიბნო სამკუთხა წამწის გაანგარიშება და კონსტრუირება. დამხმარე სახელმძღვანელო. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”. თბილისი, 2013. – 64 გვ.

სარჩევი

წინასიტყვაობა	3
შესავალი	4
თავი 1. მერქანი, როგორც კონსტრუქციული საშენი მასალა	16
1.1. მერქნის ნედლეულის ბაზა	18
1.2. ხის ჯიშები	21
1.3. ხის მასალის სორტამენტი	36
1.4. მერქნის ანატომიური აგებულება	41
1.5. მერქნის ქიმიური შედგენა	44
1.6. მერქნის ფიზიკური თვისებები	46
1.7. მერქნის შრობა	53
1.8. ტემპერატურის გავლენა მერქნის სიმტკიცეზე	57
1.9. მოთხოვნები ხარისხისადმი და მასალის შერჩევა შზიდი კონსტრუქციებისათვის	60
1.9.1. მერქნის მანკები	61
1.9.2. მოდიფიცირებული მერქანი	74
1.10. ხის ფენოვანი მასალები	76
თავი 2. ხის კონსტრუქციების დაცვა ცეცხლის, ბიოლოგიური მავნებლებისა და გარემოსაგან	83
2.1. მერქნის წვადობა	85
2.2. ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის კონსტრუქციული ლონისძიებები	86
2.3. ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ქიმიური ლონისძიებები ...	82
2.4. ხის კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობა და გაანგარიშების საფუძვლები	89
2.5. ხის კონსტრუქციების ლპობისაგან დაცვის კონსტრუქციული ლონისძიებები	105
2.6. ხის კონსტრუქციების და მისი ელემენტების ქიმიური დაცვა ბიომავნებლებისაგან	108
თავი 3. მთლიანკეთიანი ხის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება	114
3.1. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით გაანგარიშების საფუძვლები	114
3.2. დატვირთვები და ზემოქმედებები	116
3.3. მერქნის დროებითი, ნორმატიული და საანგარიშო წინაღობა, დრეკადობისა და ძვრის მოდულები	117
3.4. ხის ელემენტების გაანგარიშების ზოგადი მიმოხილვა	119
3.5. ცენტრალური გაჭიმვა	120
3.6. ცენტრალური კუმშვა	121
3.7. განივი ღუნვა	124
3.8. ირიბი ღუნვა	126

3.9. შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები	127
3.10. გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები	129
3.11. თელვა	130
3.12. ახლეჩა	131
თავი 4. ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეერთებები	133
4.1. ზოგადი ცნობები	134
4.2. კონტაქტური შეერთებები	137
4.3. შუბლური მიყრდნობა	139
4.4. კონსტრუქციული და შუბლური ჯდობები	140
4.5. შეერთებები ხის მაკავშირებლებით	142
4.6. შეერთებები ლითონის მაკავშირებლების (წირწკიმალების) გამოყენებით	144
4.6.1. ჭანჭიკებით შეერთებები	144
4.6.2. ლუსმნოვანი შეერთებები	147
4.6.3. შეერთებები ხრახნების, საკიდების, ჩანგლების გამოყენებით	150
4.6.4. შეერთებები ჩაწებებული ფოლადის ღეროებით	152
4.7. შეერთებები ლითონის დაკბილული ფირფიტების გამოყენებით	154
4.8. შეერთებები წებოზე	159
თავი 5. დამყოლ მაკავშირებლებზე შედგენილი ხის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშება	168
5.1. განივ ღუნვაზე მომუშავე შედგენილი კოჭების გაანგარიშება	168
5.2. ცენტრალურად შეკუმშული შედგენილი ღეროების გაანგარიშება	170
5.3. შეკუმშულ-მოღუნული შედგენილი ღეროების გაანგარიშება	174
თავი 6. სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციები	176
6.1. ზოგადი ცნობები	176
6.2. კონსტრუქციის საკუთარი წონის განსაზღვრა	176
6.3. სიბრტყითი მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების ძირითადი ფორმები	177
6.4. ფენილები და მოლარტყვა	180
6.5. გრძივები და ნივნივები	183
6.6. მთლიანკვეთიანი ხის კოჭები	199
6.7. ხის შედგენილი კოჭები	202
6.7.1. დამყოლმაკავშირებლებიანი შედგენილი კოჭები	204
6.7.2. დაარმირებული ხის კოჭები	210
6.7.3. ხე-ფანერის დაწებებული კოჭები	214
6.7.4. ფიცრული დაწებებული კოჭები	223
6.8. სამფენოვანი პანელები	226
6.9. ხის კამარები	232
6.10. ხის ჩარჩოები	258
6.11. ხის დგარები	263

თავი 7. სიბრტყითი გამჭოლი ხის კონსტრუქციები	276
7.1. ზოგადი ცნობები	276
7.2. გამჭოლ კონსტრუქციათა ძირითადი ფორმები	279
7.3. გამჭოლ კონსტრუქციათა ელემენტების მასალის შერჩევა	284
7.4. წაწმენა გაანგარიშების საფუძვლები	285
7.5. გამჭოლ კონსტრუქციათა დეფორმაციები	289
7.6. ხე-ლითონის უირიზნო სამკუთხა წამწე	290
7.7. სამკუთხა წამწე შუბლურ კდობებზე	304
7.8. სემენტური დაწებულნი წამწეები	319
7.9. დიდმალიანი სამკუთხა ხე-ლითონის წამწე	319
7.10. მრავალკუთხა ხე-ლითონის წამწე	320
7.11. ხის სამკუთხა წამწე კვანძებში ლითონის დაკბილული ფირფიტებით	344
7.12. შვრენგელური სისტემები	347
7.13. გამჭოლი კამარები	350
7.14. გამჭოლი დგარები	353
თავი 8. სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების სივრცითი დამაგრება	358
8.1. ზოგადი ცნობები	358
8.2. ნაგებობის კონსტრუქციული კარკასის დაპროექტების პრინციპები	360
8.3. ნაგებობის გადახურვის სივრცითი კავშირები	363
8.4. სიბრტყითი ხის კონსტრუქციების სივრცითი მდგრადობის უზრუნველყოფა	366
თავი 9. სივრცითი ხის კონსტრუქციები	371
9.1. ზოგადი ცნობები და კლასიფიკაცია	371
9.2. ნაკვეციები	376
9.3. სტრუქტურული კონსტრუქციები	380
9.4. ხის თაღები	387
9.4.1. ქარგილიან-ზადისებრი თაღების დამზადება და მონტაჟი	397
9.5. ხის გუმბათები	399
9.5.1. წიბოვანი გუმბათები	400
9.5.2. წიბოვან-რგოლური გუმბათები	403
9.5.3. ზადისებრი გუმბათები	404
9.6. ხის გარსები	409
თავი 10. ხის კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგია	414
10.1. ზოგადი ცნობები	414
10.2. მთლიანკვეთიანი ხის კონსტრუქციების დამზადებისა და მონტაჟის ტექნოლოგია	418
10.3. დაწებულნი ხის კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგია	420
10.4. კარკასულ-პანელური კონსტრუქციის ხის სახლების მშენებლობის ტექნოლოგია	427

10.5. ხის სახლების სახურავის სახეები და აგების ტექნოლოგიის თავისებურებები	430
10.6. ნანომერქანი - XXI საუკუნის ინოვაციური საშენი მასალა	437
10.7. ხის კონსტრუქციების მონტაჟი	442
თავი 11. ხის კონსტრუქციების ექსპლუატაცია	446
11.1. ზოგადი ცნობები	446
11.2. ტექნიკური ექსპლუატაციის ამოცანები	447
11.3. შენობის ელემენტების საიმედოობა	448
11.3.1. ძირითადი განსაზღვრებანი	448
11.3.2. ელემენტების საიმედოობის გაზრდის მეთოდები	454
11.3.3. ელემენტების ექსპლუატაციის ვადები	455
11.4. ძირითადი საექსპლუატაციო ღონისძიებები	456
11.4.1. შენობის კაპიტალური და მიმდინარე რემონტი	457
11.4.2. ტექნიკური მომსახურება	460
11.5. შენობების ექსპლუატაცია სეისმურ რაიონებში	463
11.6. დაჯდომად გრუნტებზე განლაგებული შენობების ექსპლუატაცია	464
11.7. ხის კონსტრუქციების გამოკვლევა, დეფექტები და დაზიანებები	466
11.8. ხის კონსტრუქციათა ავარიები	472
11.9. ხის კონსტრუქციების გაძლიერება	474
11.9.1. ძირითადი პრინციპები	474
11.9.2. გაძლიერების მეთოდების კლასიფიკაცია	475
11.9.3. გაძლიერების მეთოდები მუშაობის საწყისი სქემის შეუცვლელად ..	475
11.9.4. გაძლიერების მეთოდები მუშაობის საწყისი სქემის შეცვლით	478
11.9.5. გასაძლიერებელი ხის კონსტრუქციების განტვირთვა და დროებითი დამაგრება	478
11.9.6. ხის კოჭების გაძლიერება	480
11.9.7. ხის წამწეების გაძლიერება	486
11.9.8. ხის კამარების და ჩარჩოების გაძლიერება	491
11.9.9. სივრცითი ხის კონსტრუქციების გაძლიერება	493
თავი 12. ხის კონსტრუქციების ეკონომიკის ძირითადი საფუძვლები	494
12.1. ზოგადი დებულებები	494
12.2. ხის კონსტრუქციების გამოყენების ეფექტურობის ფაქტორები	497
12.3. ხის კონსტრუქციების გამოყენების ეფექტურობის შეფასების ძირითადი მეთოდები	498
12.4. პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკური შეფასების ზოგადი კრიტერიუმები ..	501
დანართი	503
ლიტერატურა	525

რედაქტორი: მ. ლუღუშაური

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: კ. ხმელიძე

გადაეცა წარმოებას 18.12.2014. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 24.07.2015.
ქაღალდის ზომა 70 x 50. პირობითი ნაბეჭდი (25 x 17). ტირაჟი 100 ეგზ.

ავტორი მადლობას უხდის შპს „ბეგი ჯორჯია“-ს
წიგნის გამოცემის დაფინანსებისთვის

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

