

დოც. დ. ე. დოლიძე, ი. ს. ბერიშვილი

ხის კონსტრუქციები

ი ნ ა წ ი ლ ი

წ ი ნ ა ს ი ტ უ ვ ა ო ბ ა

წინამდებარე სახელმძღვანელო წარმოადგენს ხის კონსტრუქციების კურსის პირველ ნაწილს იმ პროგრამითა და მოცულობით, რომელიც გათვალისწინებულია სამშენებლო ფაკულტეტის სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის სპეციალობისათვის.

სახელმძღვანელოს განსაზღვრულმა მოცულობამ მოითხოვა კურსის ზოგიერთი საკითხის შეკუმშულად გაშუქება, ძირითადად ხის კონსტრუქციების და მისი ელემენტების ანგარიშისა და კონსტრუირების ნაირსახეობათა შეცირების ხარჯზე. ამის გამო სახელმძღვანელოში მოცემულია ხის კონსტრუქციების ანგარიშისა და კონსტრუირების მხოლოდ ის მეთოდები და ხერხები, რომლებზედაც ძირითადად დაფუძნებულია სამშენებლო კონსტრუქციების და, კერძოდ, ხის კონსტრუქციების ანგარიშის ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი.

სახელმძღვანელო ძირითადად შედგენილია ხის კონსტრუქციების ანგარიშის ახალი—ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდის მიხედვით და ერთდროულად შემოკლებულად მასში მოცემულია ანგარიშის ძველი—დასაშვებ ძაბვათა მეთოდის საანგარიშო ფორმულები ამ ორი მეთოდის შედარების საილუსტრაციოდ.

სახელმძღვანელოს ძირითადი თავების ბოლოში მისი შინაარსისა და საანგარიშო ფორმულების საილუსტრაციოდ განხილულია სათანადო მავალითები ხის კონსტრუქციების ანგარიშის ახალი და ძველი მეთოდების მიხედვით.

სახელმძღვანელო ძირითადად აგებულია იმ თეორიულ და ექსპერიმენტულ გამოკვლევების შედეგებზე, რომლებიც შესრულებულია ძირითადად საბჭოთა კავშირის სამეცნიერო-კვლევით და საპროექტო ინსტიტუტების მიერ უკანასკნელი წლების მანძილზე. ერთდროულად გათვალისწინებული და გამოყენებულია ის მდიდარი პრაქტიკა ხის კონსტრუქციების მშენებლობისა და ექსპლოატაციისა, რომლებიც შექმნილია სამშენებლო ორგანიზაციების წიერ.

ხის კონსტრუქციების ცალკეული ელემენტების კონსტრუქციული გადაწყვეტისას გათვალისწინებულია მათი დამზადება სამშენებლო მრეწველობის წარმოებებში და ცალკეულ სამშენებლო მოედნებზე მექანიზების საშუალებების გამოყენების გათვალისწინებით.

აღსანიშნავია, რომ ხის კონსტრუქციების სახელმძღვანელო ქართულ ენაზე პირველად გამოდის, რის გამოც ის ზოგიერთი ხარვეზისაგან დაზღვეული არ იქნება, ამიტომ სახელმძღვანელოს გასაუმჯობესებლად მოწოდებული საქმიანობები შენიშვნები ავტორების მიერ სიამოვნებით იქნება მიღებული.

ავტორები სარგებლობენ შემთხვევით და მადლობით აღნიშნავენ სახელმძღვანელოს რეცენზენტის დოც. გ. ქარცივაძის მუშაობას, რომლის საქმიანობა შენიშვნებშია ხელი შეუწეეს სახელმძღვანელოს შინაარსის გამდიდრებას.

ავტორები.

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ხე, როგორც სამშენებლო მასალა, ცნობილია უძველესი დროიდან. ხეს ჯერ კიდევ პირველყოფილი ადამიანი იყენებდა სადგომების გასაკეთებლად.

უმარტივეს ნაგებობად შეიძლება ჩაითვალოს ხის შტამბი, რომელიც გედებული იყო ხევის ან მდინარის განივად, მასზე გადასვლის გაადვილების მიზნით.

ძველად ხის მასალას იყენებდნენ უმარტივეს კონსტრუქციულ ფორმებში, სახლებისა და სხვა მარტივი შენობების გადახურვებში დგარებისა და კოკების სახით.

ღროთა ვითარებაში ხის კონსტრუქციები გაუმჯობესებას განიცდიდნენ, რის შედეგად გაჩნდა მათი უფრო რთული ფორმები.

მშენებლობაში ხის გამოყენება რამდენიმე მიმართულებით ხდებოდა: სასოფლო-სამეურნეო, სამოქალაქო, სამრეწველო, ხილების მშენებლობაზე და სხვ.

ხის მასალის ფართო გამოყენება განპირობებული იყო მისი ბუნებრივი გავრცელებით (ტყის მასივების სიუხვით) და მერქნის კარგი სამშენებლო თვისებებით: მაღალი სიმტკიცით, მცირე წონით, ადვილი დამზადებით და დამუშავებით.

ხის კონსტრუქციების ფართო გამოყენებას მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი ხილების მშენებლობის განვითარებამ. ხეს იყენებდნენ ჯერ მარტივი კონსტრუქციის კოკოვან ხილებში, შემდეგ კი განმბრჯენიან და თაღოვან კონსტრუქციებში.

ისტორიული მონაცემების თანახმად, უმარტივესი კონსტრუქციების ხის ხილებს ვხვდებით ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე რამდენიმე საუკუნით ადრე. მე-16 საუკუნიდან დაწყებული უკვე გვხვდება საკმაოდ რთული ხის ხილები.

ხის ხილების მშენებლობის შედეგს წარმოადგენს გამოჩენილი რუსი მექანიკოსის ივანე პეტრეს-ძე კულიბინის მიერ შედგენილი თაღოვანი ხის ხიდის პროექტი მდ. ნევაზე მალით 300 მ (ნახ. 1)¹.

ი. პ. კულიბინის (1735—1818 წ.) მიერ ამ გრანდიოზული ნაგებობის პროექტი დამუშავებული იყო 1773 წ. სამწუხაროდ, ამ ხიდის აშენება ნატუ-

¹ თაღის მალი $l=298$ მ, ხოლო მალის შუაში თაღის ამალღების ისარი $f=l:10=29,8$ მ.

რალური ზომებით ვერ მოხერხდა; განხორციელებულ იქნა ხიდის მხოლოდ მოდელი ნატურალური ზომების $\frac{1}{10}$ მასშტაბში. ეს მოდელი (მალით დაახ-

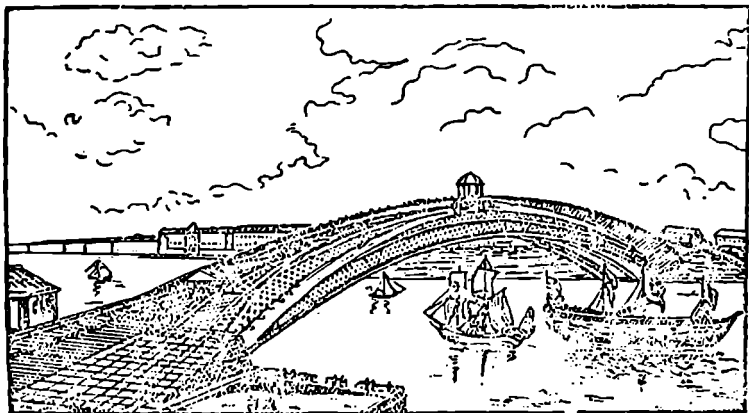
ლოებით 30 მ), რომელიც თავისთავად დიდ ნაგებობას წარმოადგენდა, 1776 წ. გამოცდილ იქნა და მიღებული შედეგების მიხედვით მაღალი შეფასება მიიღო. ამ გამოცდას ესწრებოდა ცნობილი მათემატიკოსი ვილერი, რომელმაც ჯერ კიდევ მოდელის გაშოცდამდე დაადასტურა ი. პ. კულიბინის ანგარიშის სისწორე.

ამ ნაგებობის მუშაობის ღრმა ანალიზისა და სწორი გადაწყვეტილების საფუძველზე, ი. პ. კულიბინის მიერ მოცემული იყო პრინციპულად ახალი, რაციონალური კონსტრუქციის გადაწყვეტა, რომელმაც საგრძნობლად გააუსწრო ხის ხიდების მშენებლობის მსოფლიო პრაქტიკას.

ი. პ. კულიბინის დამსახურებას შეადგენს:

ხის ხიდების მშენებლობაში დიდი მალეების თაღებით გადახურვის იდეის წამოყენება;

კონსტრუქციის ელემენტებში ძალების განაწილების სწორი გადაწყვეტა და ამის საფუძველზე შედარებით მარტივი და ნაკლებად შრომატევადი სისტემების განხორციელება;



ნახ. 1. ი. პ. კულიბინის თაღოვანი ხიდის პროექტი (1773 წ.).

კომბინირებული სისტემის (მზიდავი ძელური კამარის შეხამება მრუდ-წრიულ სიხისტის ფერმასთან) გამოყენება;

ხის ელემენტების მარტივი შეუღლებების (შუბლური მიდგმა) გამოყენება;

მრავალრიკულიანი ფერმების გამოყენების იდეა, რაც შემდეგ საფუძველად დაედო ასეთი ტიპის კონსტრუქციების გავრცელებას;

ნაგებობათა გეგმარების დროს ექსპერიმენტული მეთოდის გამოყენება და ამასთან დაკავშირებით ორიგინალური ხელსაწყოების კონსტრუირება და სხვ.

რუსეთში ხის ხილების მშენებლობის შემდგომი განვითარება მკიდროდ დაკავშირებულია გამოჩენილი რუსი ინჟინრისა და მეცნიერის—ლიმიტრი ივანეს-ძე ჟურავსკის სახელთან.

დ. ი. ჟურავსკი (1821—1891) ცნობილია, როგორც იშვიათი საინჟინრო ინტუიციისა და დიდი მეცნიერული ერუდიციის მქონე ადამიანი, რომლის მიერ დაგეგმარებული და შემდეგ აშენებულ იქნა რამდენიმე დიდმალიანი ხილი.

დ. ი. ჟურავსკიმ ორიგინალური თეორიული გამოკვლევის საფუძველზე მოგვცა „გაუს“ ფერმის ანგარიშის მეთოდი, რაც მანამდე პრიმიტიული ხერხით ხდებოდა. ამ ფერმების ელემენტებში ძალების განაწილების გაურკვეველობის გამო, ყველა ირიბანისა და კიშების ზომებს ერთნაირს იღებდნენ. ჟურავსკიმ დაასაბუთა, რომ მალის შუაში მოთავსებული ელემენტები, საყრდენებთან ახლოს მდებარე ირიბანებთან და კიშებთან შედარებით, უფრო დამაბული არიან.

ამ გამოკვლევების საფუძველზე 1855 წ. დ. ი. ჟურავსკის მიერ გამოქვეყნებულ იქნა შრომა—„გაუს ირიბანებიანი სისტემის ხილების შესახებ“, რომელსაც მეცნიერებათა აკადემიის პრემია მიეკუთვნა. თავისი ანგარიშის მეთოდის სისწორის დასადასტურებლად, დ. ი. ჟურავსკის მიერ ჩატარებულ იყო ფრიად გონებამახვილური ექსპერიმენტი, რითაც მან საერთო აღიარება დაიმსახურა.

ამავე შრომაში დ. ი. ჟურავსკის მიერ მოცემული იყო ღუნვაზე მომუშავე ძელების (კოქების) მუშაობის ღრმა ანალიზი, საფუძვლიანად იქნა დამუშავებული ამხლეჩი ძაბვებისა და მთავარი გამკიშავი ძაბვების საკითხი და აგრეთვე ხის ძელებისაგან შედგენილი კოქების ანგარიშის ხერხი.

მნიშვნელოვანი თეორიული გამოკვლევებისა და პრაქტიკული, საინჟინრო საქმიანობის შედეგად დ. ი. ჟურავსკი მიჩნეულია ხის კონსტრუქციების საინჟინრო სკოლის ერთ-ერთ ფუძემდებლად.

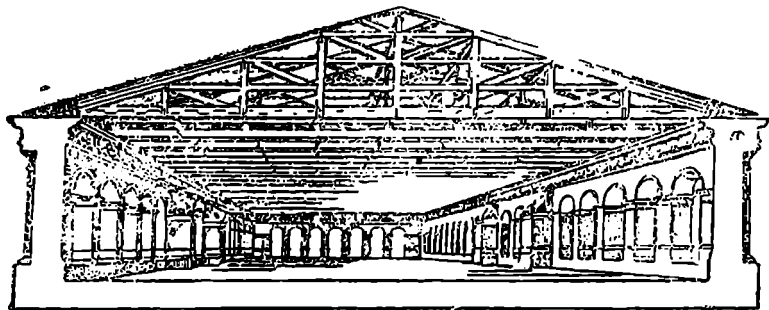
სამოქალაქო მშენებლობაში ხის კონსტრუქციების გამოყენების სანიმუშო მაგალითს წარმოადგენს მოსკოვის მანეთის (ამჟამად ავტოსადგომის) გადახურვა საინჟინერო ფერმებით, რომელთა მალი დაახლოებით 50 მ-ის ტოლია. (ნახ. 2).

ეს შენობა აგებულ იქნა 1817 წ. და დღემდე არსებობს. ამ გადახურვის რეკონსტრუქცია მოხდა მისი აგებიდან 120 წლის გასვლის შემდეგ—1937 წელს, ამასთან ფერმების ხის მასალის გამოკვლევით მიღებულ იქნა საუკეთესო შედეგები: მერკნის დროებითი წინაღობა ღუნვაზე $\sigma = 1000$ კგ/სმ², დრეკადობის მოდული $E = 10^6$ კგ/სმ².

ხის კონსტრუქციების განვითარების საქმეში მნიშვნელოვანი ღვაწლი მიუძღვის აგრეთვე გამოჩენილ რუს კონსტრუქტორს, აკადემიკოს ვლადიმერ გიორგის-ძე შუხოვს (1853—1939 წ.).

სიბრტყითი კონსტრუქციების ნაცვლად, რომლებიც მე-19 საუკუნის დასასრულს საქმარისად ჩამოყალიბებული და შესწავლილი იყო, ვ. გ. შუხოვმა

ნიენი-ნოვგოროდის სამრეწველო გამოფენაზე 1896 წ. პირველად გამოიყენა ახალი პროგრესული სივრცითი სისტემები, ბაღისებრი თაღები და კოშკები; შემდეგში ასეთი აქურული კონსტრუქციები გავრცელდა როგორც ჩვენში.



ნახ. 2. მოსკოვის მანეის ხის გადახურვა.

ისე სახლგარეაოთ. ვ. გ. შუხოვს ეკუთვნის აგრეთვე ხის თაღები სხვადასხვა-ნაირად დახრილი ლითონის ქიშხებით და სხვ.

ინტერესმოკლებული არ არის ხის მასალისა და ხის კონსტრუქციების განვითარებისა და გამოყენების საკითხი საქართველოში.

როგორც სათანადო ისტორიული წყაროებით დადგენილია, საქართველო თავისი არსებობის უძველესი დროიდან მაღალი სამშენებლო კულტურით ხასიათდება, მის ტერიტორიაზე დღევანდლამდე შემონახულია ძეგლების საკმარისი რაოდენობა, რომლებიც ცხადყოფენ სხვადასხვა სახის სამშენებლო მასალების და მათ შორის ხის მასალის ფართო გამოყენებას. ცნობილია, რომ უძველესი დროიდან დასავლეთ საქართველოში უმეტესი ნაწილი შენობებისა როგორც არის საცხოვრებელი სახლები, ციხე-კოშკები, და სხვა დანიშნულების ნაგებობანი ხისაგან ყოფილა აგებული.

პროფ. შ. ამირანაშვილი აღნიშნავს: „თუმცა ძველი ხანის ხის არქიტექტურის ძეგლები ჩვენში არ შენახულა, ვინაიდან ხე გამძლეობით ქვეს ვერ გაუწევს წეტოქეობას. მაგრამ აღრინდელი ხანის წერილობითი წყაროები ერთხმად მოწმობენ, რომ ქართულ არქიტექტურაში განსაკუთრებით კი დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე ხეს, როგორც საშენ მასალას, საბატო ადგილი ეჭირა“¹.

ზემოთ აღნიშნულის დამადასტურებელი წერილობითი ხასიათის უძველესი ცნობები მოიპოვება ანტიკური ხანის უცხოელ მკვლევართა შრომებში; ჰიპოკრატე (460—377 წ. ჩვ. წ-მდე), ქსენოფანტე (IV საუკ. ჩვ. წ.) და აგრეთვე გამოჩენილი რომაელი არქიტექტორი ვიტრუვი (I საუკ. ჩვ. წ-მდე), რომელიც დაწვრილებით აღწერს კოლხების საცხოვრებელი სახლის კონსტრუქციულ აღნაგობას, ხის მოკებისაგან შენობის წყობას, მის წესებსა და ფორმას².

¹ შ. ამირანაშვილი, ქართული ხელოვნების ისტორია, თბილისი 1944 წ. გვ. 125.

² Vitruvius—Десять книг об архитектуре. период Ф. А. Петровского, Москва. 1936 г., стр. 41—42.



ნახ. 3. საშუალო სიგრძის ნაშრომი.

საქართველოში შესწავლილ უძველეს ნაგებობათა შორის განსაკუთრებით საყურადღებოა სამგორის ყორღანი. 1950 წელს ჩატარებულმა გათხრებმა გვიჩვენა, რომ ის წარმოადგენს ხელოვნურ მიწაყრილს, რომლის ქვემოთ მოთავსებული ყოფილა სამარხი საკანი.

ეს უკანასკნელი წარმოადგენდა სწორკუთხედის ფორმის ძეგლურ შენობას ორმაგი კედლებით. რომელთა შორის დარჩენილი სივრცე ამოვსებული იყო რიყის ქვით (ნახ. 3, ა და ბ).

ამჟამად შენობისაგან დარჩენილია ჩრდილო-აღმოსავლეთის კუთხე, რომელიც შედგება მუხის მსხვილი მორებისაგან, რომელთა გადაკვეთა კუთხეში განხორციელებულია ქილიქით (БРУСКИ В ПОДПЕРЕВА). აღნიშნული სამარხი დათარიღებულია ძველი წელთაღრიცხვით მესამე ათასეული წლის დასასრულთ.

ზემოთაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ უძველეს დროში საქართველოში ხით ხურობა განვითარების მაღალ დონეზე მდგარა და ერთდროულად, ვინაიდან ძველად სამარხ ნაგებობებს არსებულ სახლებს ამსგავსებდნენ, ამ დროისათვის საქართველოში ჯარგვალის ტიპის ხის საცხოვრებელი სახლები ყოფილა გავრცელებული.

ძველი წელთაღრიცხვის 1 საუკუნეში საქართველოში გავრცელებული ყოფილა საცხოვრებელი სახლი ე. წ. „დარბაზი“, რომლის აღწერას ვხვდებით მაშინდელი დროის რომელიც არქიტექტორის ვიტრუვის შრომაში „კოლხური სახლის“ სახელწოდებით, რომელიც დარბაზის პირვანდელ სახეს წარმოადგენს, და რომლის თანდათანობითი განვითარების შედეგია სწორედ დარბაზული საცხოვრებელი სახლი, რომელიც დღევანდლამდე როგორც გადმონაშთი შემორჩენილია ქართლში, მესხეთსა და ჯავახეთში, და რომელთა კონსტრუქციული აღნაგობა ადასტურებს ძველ საქართველოში სახუროო ტექნიკის მაღალ დონეს (ნახ. 4).

ცნობილი გეოგრაფი სტრაბონი აღნიშნავს, რომ კოლხიდა მდიდარია სამშენებლო ხის მასალით, ხოლო იბერიაში ვხვდებით კრამიტის სახურავს. და არქიტექტურული წესებით მოწყობილ სახლებს, ბაზრებსა და სხვა სამოქალაქო ნაგებობებს.

უნდა ვიფიქროთ, რომ კრამიტის სახურავის მოწყობისათვის გამოყენებული იყო ხის ნივნივები.

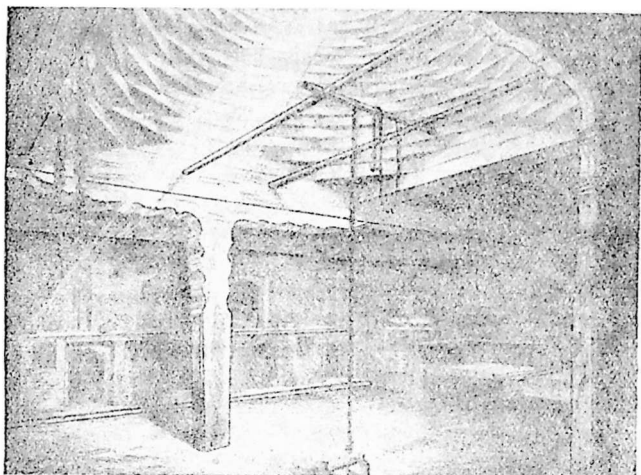
ეს უკანასკნელი დასტურდება 1951 წელს აღმოჩენილი მცხეთის აკლდამის კრამიტის სახურავის ნაშთებით.

შემცდარი არ ვიქნებით, თუ ვიფიქრებთ, რომ ძველ საქართველოში ჩვენი წელთაღრიცხვის საწყისიდან ხის მასალის გამოყენება სამშენებლო საქმეში ფართო მასშტაბით წარმოებდა და ხის კონსტრუქციების თუნდაც უმარტივესი სახეობანი თანდათანობით განვითარებას განიცდიდნენ საუკუნეების განძილზე, თუმცა ამისი დამადასტურებელი წყაროები ჯერჯერობით მთლიანად შესწავლილი არ არის.

განოთქმული აზრის დასადასტურებლად შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ მე-11 საუკუნის ისეთი უნიკალური ძეგლი, როგორიც არის მცხეთის სვეტიცხოველი და რომელიც მაშინდელი პერიოდისათვის მშენებლობის შედეგად შეიძლება

ჩაითვალოს, არ შეიძლება აშენებულიყო საქმარისად რთული დამზმარე ხის კონსტრუქციების (ქარგილები, ხარაჩოები) სარგებლობის გარეშე.

რაც შეეხება საქართველოში ამჟამად ხის კონსტრუქციების გამოყენებას, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ როგორც საბჭოთა კავშირის სხვა რესპუბლიკებში ისევე ჩვენშიც, ხის საინჟინრო კონსტრუქციები ფართო მასშტაბით გამოიყენება



ნახ. 4. დარბაზი სოფ. ყარაღაჯში.

(შესრულებული არქ. ლ. სუმბაძის მიერ).

როგორც სამოქალაქო, ასევე სამრეწველო დანიშნულების ობიექტებისათვის.

მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარამდე ხის კონსტრუქციებისათვის დამახასიათებელია მორებისა და ძელების გამოყენება. შემდეგში, ტექნიკის განვითარებასთან ერთად, დახერხილი ხის მასალის შემოღებამ შექმნა წინამძღვრება მშენებლობაში ძელურ კონსტრუქციებთან ერთად ფიცრული კონსტრუქციების გამოყენებისათვის.

მე-19—20 საუკუნეებში ფიცრული კონსტრუქციების გავრცელებასთან ერთად თავი იჩინა ამ კონსტრუქციებისათვის დამახასიათებელმა შემაერთებელმა საშუალებებმაც: ნაგელებმა, ლურსმნებმა, შემდეგ კი სოგმანებმა და საყელურებმა.

ხის კონსტრუქციების ანგარიშის მეთოდების ღრმა მეცნიერული დამუშავება მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში და მე-20 საუკუნის დასაწყისში იწყება, როდესაც საამისო პირობები შეიქმნა, ერთის მხრივ, სამშენებლო მექანიკისა და, მეორეს მხრივ, მეტქანთმცოდნეობის სწრაფი განვითარებით.

მე-19 საუკუნის პირველ ნახევარამდე საინჟინრო კონსტრუქციებში ხე წამყვან როლს თამაშობდა, რადგან მსუბუქსა და დრეკად ხის მასალას უდავოდ უპირატესობა ჰქონდა მძიმე და მყიფე ქვის მასალებთან შედარებით.

მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში, ერთი მხრივ, მეტალურგიის სწრაფი განვი-

თარებისა, მეორე მხრივ, ხის კონსტრუქციების დამზადების ჯერ კიდევ უქსტარული მეთოდების გამო, ხის კონსტრუქციები თავის წამყვან როლს უთმობს ფოლადის კონსტრუქციებს, როგორც უფრო ეკონომიურსა და ინდუსტრიულ სამშენებლო კონსტრუქციებს.

ამის გარდა, მე-19 საუკუნის დასასრულს ფოლადისა და ხის კონსტრუქციებთან ერთად, მშენებლობაში შემოდის ახალი, პროგრესული სამშენებლო კონსტრუქციები რკინაბეტონის კონსტრუქციების სახით.

პირველი მსოფლიო ომის გამო შექმნილმა ეკონომიურმა კონიუქტურამ ბუნებრივად დააყენა საკითხი მშენებლობაში ხის კონსტრუქციების ფართოდ გამოყენების შესახებ. ამ პერიოდისათვის დამახასიათებელია კუსტარულიდან ქარხნულ ხის კონსტრუქციებზე გადასვლა, რამაც თავის მხრივ მოითხოვა ხის კონსტრუქციების შეუღლებათა თვისობრივად გადასინჯვის საჭიროება.

მე-19 საუკუნის დასასრულამდე ხის კონსტრუქციებში შეუღლების ძირითად სახედ ქღობა ითვლებოდა, ამასთან უკანასკნელთ საკმაოდ რთული ფორმა ჰქონდა (სამშუბლური, მაკრატლური ქღობები და სხვ.) და პირმიტიულად მზადდებოდნენ.

ხის კონსტრუქციების ინდუსტრიული წესით დამზადება, როგორც მშენებლობის შემდგომი პროგრესული ნაბიჯი, მოითხოვდა შეუღლებათა სახეობების სტანდარტიზაციას. ასეთ სტანდარტულ შეუღლებათა სახეობებს ეკუთვნის სხვადასხვა სახის ლითონის სოკმანები, რომელთა დამზადება ძირითადად საზღვარგარეთული კერძო ფირმების მიერ ხდებოდა. უმეტესად გამოიყენებოდა „ტუხ-შერერის“ რგოლები, „ალიგატორის“ ტიპის კბილანა სოკმანები და შეუღლებათა სხვა მრავალი საშუალებები, რომელთა შემდგომი გაუმჯობესება კერძო ფირმების ვიწრო, მესაკუთრულ ინტერესებზე იყო დაქვემდებარებული.

მე-19 საუკუნის ბოლოს და მე-20 საუკუნის დასაწყისში შემოღებულ იქნა ფოლადის ნაგებები, წყირების სახით. ამავე პერიოდს ეკუთვნის აგრეთვე წებოვანი კონსტრუქციების შემოღება.

ხის კონსტრუქციების ელენენტების შემაერთებელ საშუალებათა დამზადების კუსტარული ხერხებიდან ინდუსტრიულ მეთოდებზე გადასვლა მოითხოვდა წარსულის ცალკეულ მიღწევათა განზოგადებას და მათ მეცნიერულად დამუშავებას, რაც გადაჭრილ იქნა საბჭოთა კავშირში, სოციალისტური ინდუსტრიის ბაზაზე.

საბჭოთა კავშირში საინჟინრო ხის კონსტრუქციების გამოყენება იწყება დაახლოებით 1925 წლიდან, როდესაც მოსკოვში მოწყობილ იქნა პირველი საკავშირო სასოფლო-სამეურნეო გამოფენა და შემდეგ აგებულ იქნა „ცაგის“-ს შენობა (1925 წ.).

საბჭოთა კავშირში მშენებლობის გიგანტურმა ზრდამ პირველი ხუთწლიელების პერიოდში საბჭოთა კონსტრუქტორების წინაშე ახალი პრობლემები დააყენა.

ამ ამოცანების გადაჭრაში დიდი როლი ითამაშა ხის კონსტრუქციების საბჭოთა საინჟინრო სკოლის ჩამოყალიბებამ პროფესორების: პ. ი. კამენცევის, გ. გ. კარლსენის, ი. მ. ივანოვის, ფ. პ. ბელიანკინის, ა. ი. ოტრეშკოს, მ. ე. კვანის, ა. რ. რენიციის და სხვების ხელმძღვანელობით.

ხის კონსტრუქციების საბჭოთა საინჟინრო სკოლამ ამ ამოცანების გადაჭრა უმოკლეს დროში შესძლო. მან სისტემაში მოიყვანა და შემდგომ განა-

ვითარა ხის კონსტრუქციების ცალკეული ელემენტები და თვით კონსტრუქციები, მოგვცა მათი ანგარიშის მეცნიერულად დასაბუთებული თეორია.

ხის კონსტრუქციების დარგში მრავალწლიანი მეცნიერული მუშაობის შედეგად სსრკ-ში ჩამოყალიბდნენ მძლავრი მეცნიერული კოლექტივები: ЦАГИ, ЦНИПС, ВИАМ, ВИА, ПРОМСТРОЙПРОЕКТ და სხვები; უმაღლეს სასწავლებლებში შეიქმნენ ხის კონსტრუქციების კათედრები, გამოიზარდნენ მრავალრიცხოვანი კადრები, გამოიცა ხის კონსტრუქციების კურსები, ცნობარები, და ნორმები.

ხის კონსტრუქციების საბჭოთა საინჟინრო სკოლამ მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ხის კონსტრუქციების განვითარების საქმეში; მის მიერ დამუშავებულია და პრაქტიკაში დანერგილია:

1. ნაირსახოვანი ლურსმოვანი კონსტრუქციები;
2. შედგენილი კოჭები დერევიავანის ფირფიტოვან ნაგებობებზე;
3. ახალი ტიპის ხე-ფოლადის ფერმები;
4. პესელნიკის სისტემის უფოლადო ქარგილოვან-ბადისებრი თალები;
5. სივრცითი ხის კონსტრუქციები: გარსები, გუმბათები, კოშკები და საშხეფურები (გამაცივებლები) (ნახ. 5);
6. ლურსმნებზე განხორციელებული დიდმალნიანი თალები და კამარები;
7. სხვადასხვა სახის შემაერთებელი საშუალებანი: სოგმანები, ნაგებები, საყელურები და სხვ;
8. ცალკეული კვანძების, პირაპირების და ღეროების რაციონალური გადაწყვეტები;
9. დამოკლ მაკავშირებლებზე განხორციელებული შედგენილი ღეროების ანგარიშის ახალი მეთოდები;
10. გრძივ ღუნვაზე და სხვა დეფორმაციებზე ანგარიშის ახალი ხერხები;
11. მერქნის ხანგრძლივი წინაღობის განსაზღვრის ხერხები;
12. მერქნის, ცალკეული ღეროების და მთლიანად ხის კონსტრუქციების გამოცდის მეთოდები.

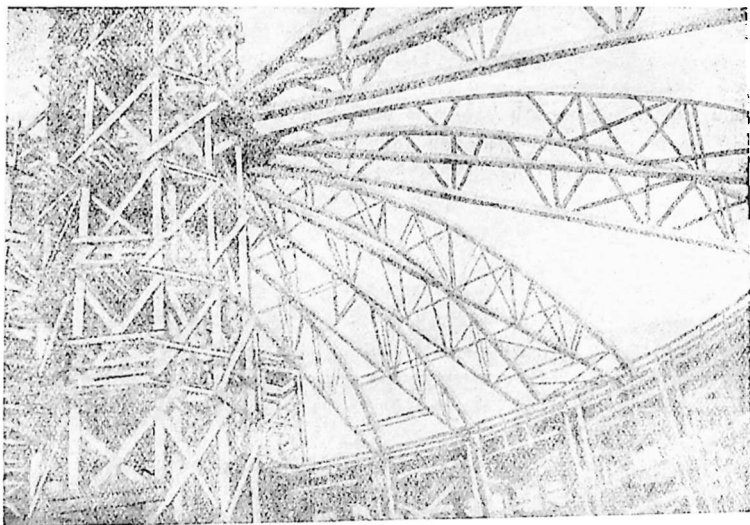
ღრდი მიღწევებია ხის კონსტრუქციების ხანგრძლიობის პრობლემის დამუშავების დარგში—ხის მასალის შრობისა და გაყენების საქმეში. შესწავლილია აგრეთვე დროისა, ტენიანობისა და ტემპერატურის გავლენა მერქნის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე.

ხის კონსტრუქციების საბჭოთა სკოლის მიღწევების შედეგად ის ფართოდ იქნა გამოყენებული სამხედრო საქმეშიც, კერძოდ დიდი სამამულო ომის დროს როგორც ფრონტზე, ისე ზურგში (ხის ხიდების მშენებლობა, ასაწყობ-შლადი სატაბელო მოწყობილობა და სხვ.).

ცალკე უნდა აღინიშნოს წყალმდგრადი და ბიომდგრადი წებოების ტექნოლოგიის სრულყოფაში საბჭოთა მკვლევარების როლი, წებოვანი ხის კონსტრუქციების დამუშავებისა და მშენებლობაში დანერგვისათვის საბჭოთა მკვლევარების როლი. წებოვანი ხის კონსტრუქციების დამუშავებისა და მშენებლობაში დანერგვისათვის საბჭოთა მკვლევარებისა და ინჟინრების ჯგუფს 1951 წ. მიეკუთვნა სტალინური პრემიის ლაურეატების საპატიო წოდება (გ. გ. კარლსენი, ა. ბ. გუბნეკო, მ. ნ. პლუნგინსკაია).

დაბოლოს, აღსანიშნავია საბჭოთა საინჟინრო სკოლის დამსახურება

ხის კონსტრუქციების ისე, როგორც ყველა სხვა სამშენებლო კონსტრუქციების, ანგარიშის ახალი, პროგრესული მეთოდის—ზღერულ მდგომარეობათა მეთოდის—დამუშავების საქმეში. ამის საფუძველზე, მშენებლობის სამუშაო დებულების ხანგრძლივი და თანმიმდევრული დამუშავების შედეგად 1954 წლის



ნახ. 5. ნოვოსიბირსკის თვატრის გადახურვის გარსის სუბმენტური ფერმები მალთ 55,5 მ.

ბოლოს გამოცემულ იქნა ახალი „სამშენებლო ნორმები და წესები“, რომლებიც სსრკ მინისტრთა საბჭოს დადგენილებით 1955 წ. 1 იანვრიდან სავალდებულოა გამოყენებისათვის.

შემდგომი ორგანოების გადაწყვეტილებათა შესაბამისად, სამშენებლო ინდუსტრიის შემდგომ განვითარებასთან ერთად, ხის კონსტრუქციების წარმოების განვითარებაც—დაწყებული ხის ნედლეული ბაზების (ტყეების) დამუშავებით და დამთავრებული ნაგებობების საბოლოო მონტაჟით—ინდუსტრიალიზაციისა და კომპლექსური მექანიზაციის ბაზაზე ხდება.

ხის კონსტრუქციების წარმოების ინდუსტრიალიზაციის ტექნიკურ-ეკონომიურ წინამძღვარს წარმოადგენს ცალკეული დეტალებისა და თვით კონსტრუქციების სტანდარტიზაცია და ტიპიზაცია. სამშენებლო ხის კონსტრუქციების შემდგომი განვითარება სწორედ ამ მიმართულებით ხდება. იქმნება ხის სტანდარტული დეტალებისა და მზა ტიპიური ხის კონსტრუქციების დამამზადებელი სპეციალიზებული საწარმოები. სამშენებლო მოედნებზე სრულდება მხოლოდ ასაწყობი, სამონტაჟო ოპერაციები, რაც ნაკადურ-ჩქაროსნული მეთოდებით წარმოებს. შექმნილია სამშენებლო მრეწველობის ახალი დარგი—საქარხნო სახლთმშენებლობა—სახლთმშენებელი კომბინატის სახით. ასეთი საწარმოო ბაზების განვითარება შემდგომში უზრუნველყოფს ხის კონსტრუქციების საქარხნო

წესით დამზადებას სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო და სხვა სახის მშენებლობისათვისაც. ამ საქმეში დიდი მნიშვნელობა აქვს წყალმდგრადი სამშენებლო წებოვანი ფანერისა და საერთოდ წებოვანი ხის კონსტრუქციების წარმოების გაფართოებას.

მერქნის, როგორც ადგილობრივი სამშენებლო მასალის თავისებურებათა გამო, ხის კონსტრუქციების საქარხნო წარმოების განვითარებასთან ერთად, უნდა მოხდეს ადგილზე დამზადებული ხის კონსტრუქციების შემდგომი განვითარებაც.

ხის კონსტრუქციების ყველა ტიპის (დამკველი და მზიდავი, მთლიანი და განკვეთილი, სიბრტყითი და სივრცითი კონსტრუქციების) განვითარებისას, მოძველებული პრიზმატული სოკმანები შეცვლილ უნდა იქნენ ფირფიტოვანი ნაგებობით, ლურსმოვანი შეერთებები—წებოვანით, ლურსმოვანი ფიცრული ჯვარედინი კედელი—ფანერის კედლით და ა. შ.

ყურადღების ღირსია აგრეთვე, შეერთებათა ახალი, რაციონალური ტიპები—ფოლადის საყელურების სახით. საყელურებზე განხორციელებული შეერთებანი აკმაყოფილებენ ჩქაროსნული მშენებლობისა და ასაწყობ-შლადი კონსტრუქციებით მოთხოვნილებებს და მათი საიმედო, კომპაქტური გადაწყვეტის საშუალებას იძლევიან.

1954 წლის ბოლოს მოსკოვში შემდგარმა მშენებელთა საკავშირო თათბირმა მეტად პასუხსაგები ამოცანა დასახა სამშენებლო ინდუსტრიის სხვადასხვა დარგის მუშაკების წინაშე—ვაშენოთ სწრაჟად, მტკიცედ და იაფად. ამ საპატიო ამოცანის შესრულებაში ხის კონსტრუქციების მიზანშეწონილად გამოყენებას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება.

ხე როგორც კონსტრუქციული მასალა

საბჭოთა კავშირის ტყეების სიმდიდრით მსოფლიოში პირველი ადგილი უკავია. ტყის ფართობი ჩვენში 0,6 მილიარდ ჰექტარს აღემატება, რაც მსოფლიო ტყის მარაგის ერთ მეხუთედზე მეტია.

საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობის განვითარების გეგმებით გათვალისწინებულია ხე-ტყის დამზადების მზარდი განვითარება, რომელთან დაკავშირებით ხე-ტყის დამზადების გაუმჯობესების საქმეს, და, კერძოდ, შრომატევადი სამუშაოების შემდგომ მექანიზაციას, დიდი უურაღლება ექცევა.

ერთდროულად მიღებულია ზომები ხე-ტყის ნედლი ბაზის საგრძნობლად გადიდების მხრივ: მინდორსაცავე და წყალდამცველი ტყის ნარგავების გაშენებით.

ხის მასალის კონსტრუქციული თვისებების შემდგომი გაუმჯობესების მიზნით, დიდი უურაღლება ექცევა აგრეთვე არსებული ტყეების წესიერ მოვლას და სასარგებლო ხის ჯიშებით შათ გამდიდრებას.

საბჭოთა კავშირში ფართოდ გაშლილი სასოფლო-სამეურნეო, სამოქალაქო, სამრეწველო და სხვა ახალი მშენებლობანი ხის მასალის მოხმარების უჩვეულო ზრდას იწვევენ და მშენებელთა წინაშე ხის მასალის მომპირნეობით გამოყენების მნიშვნელოვან ამოცანას აყენებენ.

ხის მასალის პირველადი დამუშავება ძირითადად უნდა ხდებოდეს ტყის მასივებში და მდინარით ჩამოზიდულ ხე-ტყის შემდგომი გადატვირთვის რაიონებში. ამის შედეგად მიღებული ნახევრადფაბრიკატების შემდგომი ტრანსპორტირება შედარებით უფრო რენტაბელური ხდება.

ხე-ტყის ორგანიზებულად დამზადების დროს, ტრანსპორტის პრობლემასთან ერთად, უურაღლება უნდა მიექცეს ხის მასალის ლპობისაგან დაცვას, სამშენებლო მერქნის შრობის პროცესს და ხის მასალის მიზნობრივ დახარისხების საკითხს.

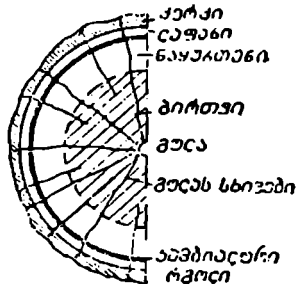
§ 1. მერქნის სტრუქტურა და შემადგენლობა

მშენებლობაში ხე გამოიყენება მთლიანი მორების (შტამბის), ან დახერხილი მასალის სახით. ხის მორს სიგრძეზე დაახლოებით კონუსური ფორმა აქვს, რის შედეგად მორის ძირიდან დაწყებული სიმაღლის სხვადასხვა დონეზე განიკვეთი ერთნაირი არ არის და თანდათან მცირდება. მორის დიამეტ-

რის ამ შემცირებას წოწება ეწოდება; კარგი მასალისათვის წოწების სიღრმე მორის გრძივ მეტრზე 1—1,5 სმ არ უნდა აღემატებოდეს.

ხის მორის განივკვეთი ნაჩვენებია მე-ნ ნახაზზე.

განივი კვეთის ცენტრში მოთავსებულია გულა, რომელიც განივი კვეთის სხვა ქსოვილებზე უფრო რბილია; გულასაგან ქერქისაგან რადიალურად მიდინან გულას სხივები. ქერქსა და გულას შორის მოთავსებულია მერქანი; რომელიც წარმოადგენს გულას გარშემო დანაშრევს თვით ქერქამდე.



ნახ. 6. ხის მორის განივი კვეთი.

მერქანი განლაგებულია, ე. წ. წლიური რგოლების სახით, რომელთა რაოდენობის მიხედვით განისაზღვრება ხის მიახლოებითი წლოვანება. წლიური რგოლები ბოქოებისაგან შედგება, რომლებიც მორის ღერძის გრძივად არიან განლაგებული.

(წლიური რგოლების შედარებით მუქი

ნაწილები ზაფხულობით იქმნება და უფრო ღიდი სიმტკიცე აქვთ.) რადგან შედარებით ვიწრო უჯრედებისაგან და სქელი კედლებისაგან შედგებიან.) ახალგაზრდა წლიური რგოლები კი გაზაფხულზე იქმნება, უფრო ღია ფერისაა და ნაკლებად მკვრივია; მათ ნაქურთენს (звеном) უწოდებენ. (ამრიგად, ყოველ წლიწლად ხის ტანში ორი წლიური რგოლი ჩნდება: ნადარევი—გაზაფხულის და ნაგვიანევი—ზაფხულის.)

(გულასა და ნაქურთენს შორის მოთავსებულ ფენას ბირთვს უწოდებენ; ის მკვდარ მერქანს წარმოადგენს და მაღალი ტენიკური თვისებებით (ღიდი სიჰვარით, მცირე ჰიგროსკოპიულობით) ხასიათდება.

ქერქისაგან მერქანს ყოფს თვალისათვის შეუმჩნეველი შრე, რომელსაც კამბიალურ რგოლს უწოდებენ.) უკანასკნელი ხის ზრდის პროცესში მერქნის დანაშრევებს წარმოშობს. ამის შედეგად, მერქნის უფრო ძველი დანაშრევები გულასთან არიან მოთავსებული, ხოლო ყველაზე ახალგაზრდა—ქერქთან.

ქერქსა და კამბიალურ შრეს შორის მოთავსებულია ლაფანი (ლყნ), ქერქის უჯრედოვანი შიგა ნაწილი. გულას სხივები წარმოადგენენ უჯრედებს, რომელთაც რადიალური მიმართულება აქვთ.

მერქნის მიკროსკოპიული შესწავლით დადგენილია, რომ ის შედგება სხვადასხვა სახის მილოვანი უჯრედებისაგან, რომლებიც ერთიმეორისაგან გაყოფილი არიან უჯრედოვანი გარსებით (უჯრედის კედლით). უჯრედის კედელი შედგება პირველადი პატარა ბოქოსაგან—ფიბრილებისაგან.

(ხის მერქანი შედგება:

- ა) გამტარი უჯრედებისაგან—ქურქლებისაგან;
- ბ) მექანიკური უჯრედებისაგან (მერქნის ბოქოებისაგან) და
- გ) მკვებავი უჯრედებისაგან.)

(გამტარი უჯრედები წარმოადგენენ მილებს, რომელთა დახმარებით ფესვებიდან ფოთლებისაკენ მიდის წყალი და მასში გახსნილი ორგანული ნივთიერებანი.)

მექანიკური უჯრედები ხის ტანს სიმტკიცეს აძლევენ, ხოლო თვითონ ვიწრო და მოკრძო სქელკედლიან ღრუ უჯრედებს წარმოადგენენ. ფოთლოვანი ჯიშების ხის ტანში მექანიკური უჯრედები თანაბრად არიან განაწილებული, ვიწვოვან ჯიშებს კი ისინი საერთოდ არა აქვს, რის გამო მათი აღნაგობა აცალიებით მარტივია.

მკვებავი უჯრედები შეიცავს ორგანულ ნივთიერებას, რაც საჭიროა დანარჩენი უჯრედების საკვებად. ეს უჯრედები ძირითადად გულას სხივებს ქმნიან. ზემოთ აღნიშნულიდან ცხადია, რომ მერქანი ხის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია, რის გამო ხშირად „ხის“ მაგიერ „მერქანს“ ხმარობენ.

(მერქნის ელემენტარული ქიმიური შემადგენლობა საქმარისად მულდგოვია: ნახშირბადი 49,5%, ქანგბადი 44,2% და წყალბადი 6,3%.¹) ეს ელემენტები ჰქმნიან მთელ რიგ რთულ ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთაგან მთავარიმ ცელულოზაა. ცელულოზისაგან შედგენილია უჯრედების კედლები ან როგორც ამბობენ—„მერქნის ჩონჩხელი“.

(სხვა ორგანულ ნივთიერებიდან აღსანიშნავია: ლიგნინი, ცილოვანი და თრიმლოვანი ნივთიერებანი, ფისები და სხვა) რომლებიც, ასე ვთქვათ, ალამაზებენ მერქნის ჩონჩხედს და მექანიკურად არიან დანერგილი მასში².

ამრიგად, გამარტივებულად თუ წარმოვიდგინოთ—მერქნის სტრუქტურული მოდელი წარმოადგენს უჯრედშუა ნივთიერებით დაკავშირებულ მილეების კონას.

მერქნის ასეთი არაერთგვაროვანი აღნაგობით (ანიზოტროპიულობით) განპირობებულია მისი არაერთგვაროვანი სიმტკიცე ბოქვების განლაგების მიმართ სხვადასხვანაირი მიმართულებით მოქმედ ძალებისადმი. ძალების მოქმედებისას ბოქვების გრძივად უჯრედის კედლები დიდ წინააღმდეგობას უწევენ როგორც კუმშვას, ისე გაჭიმვას. ბოქვების განივად ძალების მოქმედებისას უჯრედებისაგან შედგენილი მილაკები ადვილად შორადებიან ერთიმეორეს გაჭიმვის დროს, ხოლო კუმშვის დროს ადვილად ბრტყელდებიან. ამიტომ მერქნის წინალობა ბოქვების განივად გაჭიმვაზე 20—40-ჯერ, ხოლო კუმშვაზე 7—10-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე ბოქვების გრძივად.

აპრიგად, მერქნის მილოვანი აღნაგობა ერთი მხრივ, მას კარგ სამშენებლო თვისებებს აძლევს: დიდ სიმტკიცეს ბოქვების გრძივად, კარგ სითბოსაიზოლაციო თვისებებს ბოქვების განივად, მცირე მოცულობით წონას და სხვა; მეორე მხრივ, ის იწვევს მერქნის არაერთგვაროვან წინალობას სხვადასხვა მიმართულებით.

§ 2. ტენიანობის გავლენა მერქნის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე

წყალი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მერქნის ზომებზე და მის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე³.

უნდა განვასხვაოთ მერქნის ორი სახის ტენიანობა, პირველი—ტენი

¹ ლიგნინი თავისი ქიმიური შემადგენლობით ცელულოზას წააგავს და მისგან განსხვავდება C, O და H-ის პროცენტული შეფულობით.

² მერქნის ფიზიკურ თვისებებს ეკუთვნის: მოცულობითი წონა, სითბოგამტარობა და სხვა; მექანიკურ თვისებებს ეკუთვნის მერქნის ყველა სახის წინალობანი (სიმტკიცე).

შეიძლება იმყოფებოდეს მერქნის უჯრედების სიცარიელებში (სიღრუეებში) თავისუფალ, ე. წ. წვეთებრ თხილად მდგომარეობაში; მეორე — ტენი შეიძლება იმყოფებოდეს უშუალოდ მერქნის ბოქვებში კოლოიდალურ მდგომარეობაში.

უჯრედების სიცარიელებში მოთავსებული ტენი შეიძლება სწრაფად და ადვილად იქნეს მოშორებული (აორთქლებული), ამასთან ეს არ იწვევს მერქნის ზომების და აგრეთვე მექანიკური თვისებების ცვალებადობას.

პირიქით, უშუალოდ მერქნის ბოქვებში მოთავსებული ტენი, ბოქვების ულტრამიკროსკოპიულობის გამო, ძნელად მოსაშორებელია. მისი მოშორება მერქნის ზომების და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შეცვლას იწვევს.

(მერქნის ე. წ. აბსოლუტური ტენიანობა გაიზომება პროცენტებში და განისაზღვრება ფორმულით:)

$$W_0 = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100,$$

სადაც G_1 არის ნიმუშის წონა გაშრობამდე,

G_2 — ნიმუშის წონა გაშრობის შემდეგ, როდესაც მიღწეული იქნება მერქნის მუდმივი წონა.

(ტენის პროცენტული შეცულობის მიხედვით სამშენებლო ხის მასალა ნ და ტპ-ის თანახმად (მასალის ჯიშისაგან დამოუკიდებლად) პირობით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

ა) ჰაერზე — გამშრალი მერქანი, ტენიანობით $\leq 18\%$;

ბ) ნახევრად მშრალი მერქანი, ტენიანობით $18 - 23\%$;

გ) ნელლი მერქანი — ტენიანობით $> 23\%$.

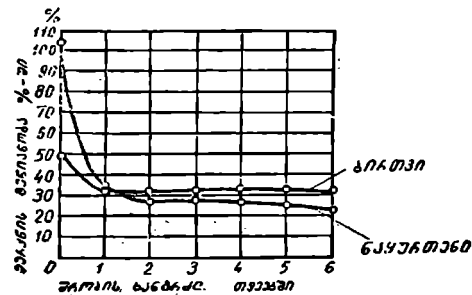
საერთოდ, მერქანი ჰიგროსკოპიულობით ხასიათდება, ე. ი. მას აქვს ისეთი თვისება, რომ მერქნის ტენის შეცულობა გარკვეულ წონასწორობაშია გარშემო მდებარე ჰაერის ტენიანობასთან და მასთან ერთად ირყევა. თუ, მაგალითად, ჰაერი $t = 20^\circ$ ტემპერატურის დროს გაელენთილია წყლის ორთქლით, მაშინ მერქანს — ხის ჯიშისაგან დამოუკიდებლად — შეუძლია ჰქონდეს (მერქნის აბსოლუტურად მშრალი წონის მიმართ) $25 - 33\%$ ჰიგროსკოპიული ტენი. მერქნის ტენიანობის ამ სიდიდეს ბოქვების გაელენთვის ზღვარი ეწოდება. ჰაერის ტემპერატურის გადიდებისას, მერქნის მიერ ჰაერიდან ჰიგროსკოპიულად შთანთქმული ტენი მცირდება, ვიდრე არ შეიქმნება წონასწორობა მერქნის ტენიანობასა და ჰაერის ფარდობით ტენიანობას შორის. საინჟინრო ნაგებობებში რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნას ხის მასალა ტენიანობით $\leq 18\%$, ე. წ. ჰაერზე გამშრალი მერქანი.

ტენის რაოდენობა, რომელსაც შეიძლება მერქანი შეიცავდეს, წონით ზოგჯერ აღემატება თვით მშრალი მერქნის წონას. ტენის რაოდენობა განსაკუთრებით არაერთგვაროვანია ცოცხალ ხის ტანში.

ცოცხალი ხის მერქნის ახალგაზრდა უჯრედებში (ნაქურთენში) ტენი იმყოფება როგორც უჯრედების კედლებში, ისე უჯრედების სიცარიელებში. ამის შედეგად საშუალო წლიური ტენიანობა წიწვოვანი ჯიშის ახლად მოქრილი მორების ახალგაზრდა უჯრედებში $110 - 150\%$ აღწევს, ე. ი. წყლის

წონა მეტია აბსოლუტურად მშრალი მერქნის წონაზე, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება მერქნის ბირთვის (ძველი უჯრედების) ტენიანობას—30—40% ს. რომლებიც თავისუფალ წყალს (უჯრედების სიცარიელეში) ან სრულებით არ შეიცავენ, ან თუ შეიცავენ ძალიან მცირე რაოდენობით. (წიწვოვანი ჯიშების ახლად მოჭრილი მორების საშუალო ტენიანობა 80—100% აღწევს და საგრძნობლად დამოკიდებულია მერქნის ბირთვისა და ახალგაზრდა უჯრედების მოცულობათა თანაფარდობაზე.)

აღსანიშნავია, რომ ახლადმოჭრილი ხის გამოსრობა 33—35% ტენის



ნახ. 7. ფიჭვის ძელების ტენიანობის ცვლილება ჰაერზე შრობის დროს.

შეტულობამდე საკმარისად სწრაფად ხდება, შემდეგ კი კედელშია (ჰიგროსკოპიული) ტენის გადაცემა გარემოში ნელი ტემპით მიმდინარეობს) (ნახ. 7).

როგორც მე-7 ნახაზიდან ჩანს, ჰაერზე შრობის $\frac{1}{2}$ წლის გასვლის შემდეგაც კი მასალის ტენიანობა ვერ აღწევს მდგომარეობას, რომელსაც ჰაერზე გამშრალი ეწოდება. ჰაერზე გამშრალი მდგომარეობის მიღწევას დაახლოებით 1,5 წელი სჭირდება. მერქნის შრობა და დატენიანება უმთავრესად ბოქვების გრძივად

ხდება. იგივე პროცესები ბოქვების განივი მიმართულებით, განსაკუთრებით წიწვოვანი ჯიშებისათვის, საგრძნობლად ნელი ტემპით მიმდინარეობს.

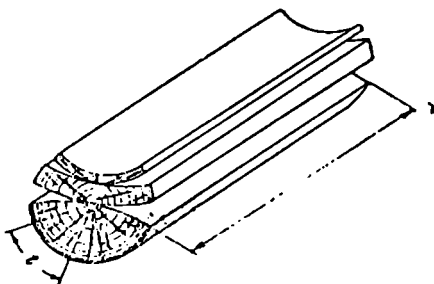
(მერქნის შრობა და დატენიანება იწვევს უჯრედების კედლების სისქის შემცირებას და გადიდებას. კედლების სისქის ეს ცვლილებანი იწვევს უჯრედების შიგა და გარე ზომების ცვლილებას, რასაც თან ახლავს თვით ხის ელემენტების შემშრება და გაჯირჯება (ზომების გადიდება). (ექსპერიმენტულურად დადგენილია, რომ რამდენადაც მეტია მერქნის მოცულობითი წონა, იმდენად მეტია შემშრობისა და გაჯირჯებისაგან გამოწვეული ელემენტის ზომების ცვლილებანი; განსაკუთრებით არაერთგვაროვანია მერქნის შემშრობა ტანგენციალური და რადიალური მიმართულებით, რაც იწვევს ხის ფორმის დაფარებას და განივ კვეთში ბზარების გაჩენას (ნახ. 8). როგორც 8 ნახაზიდან ჩანს, მერქნის შრობის დროს გრძივად ელემენტების სიგრძის შეცვლა უმნიშვნელოა (0,1%) და ის შეიძლება სრულებით უგულებელგყოს. პირიქით, შემშრობის შედეგად ელემენტების ზომების ცვლილებები ტანგენციალური მიმართულებით იმდენად დიდია, რომ მისი უგულებელყოფა არ შეიძლება. ზომების ცვლილებები ტანგენციალური მიმართულებით ($\Delta r = 6 \div 12\%$) რადიალურთან შედარებით ($\Delta r = 3 \div 6\%$) თითქმის ორჯერ მეტია.

მერქნის შემშრობის დროს ფიცრების დააფარება ყოველთვის ისე ხდება, რომ დააფარებულ ფიცრის გათხრეპილი მხარე მიმართულია მორის

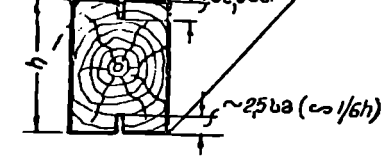
კვეთის ცენტრისაკენ, (ნახ. 8). ეს იმ გარემოებით აიხსნება, რომ ფიცრის ზედაპირი, რომელიც ცენტრისგან უფრო დაშორებულია, შედარებით ინტენსიურად შრება, რადგან მისი შრობის მიმართულება ტანგენციალურს უახლოვდება. ცენტრთან ახლოს მდებარე ნაწილის შრობის მიმართულება კი, რადიალურთან უფრო ახლოსაა და შრობის ინტენსიობაც ნაკლებია.

ფიცრების დააფრაკების თავიდან აცილების ერთ-ერთ ძირითად საშუალებად ითვლება მათი ვიწრო სორტამენტის გამოყენება. მაგალითად, ხის ნედლი მასალისაგან სხვადასხვა სახის ფენილების მოწყობისას, მათში გამოყენებული ფიცრების სიგანე 6-10 სმ არ უნდა აღემატებოდეს. ძელების შრობის დროს ბზარების თავიდან აცილების მიზნით მათ ვიწრო გვერდზე აწარმოებენ ჩახერხვას, მისი სიმაღლის დაახლოებით $\frac{1}{6}$ -ს სიღრმით) (ნახ. 9).

დახერხილი ხის მასალის ტენიანობისაგან გამოწვეული მავნე დეფორმაციებისა და მოსალოდნელი ლპობის თავიდან აცილების მიზნით მიმართავენ მასალის შრობას. (შრობა სხვადასხვა ხერხით ხდება. მათ შორის ყველაზე გავრცელებულია: მასალის ბუნებრივი შრობა ჰაერზე და შრობა სპეციალურ საშრობ კამერებში მაღალი ტემპერატურის ($\approx 150^\circ$) ქვეშ.)



ნახ. 8. მერქნის დეფორმაცია შრობის დროს.



ნახ. 9. ძელების ჩახერხვა შემშრობის დროს მათი დაბზარვის შემცირების მიზნით.

მერქნის მსხვილი სორტამენტის (მორები და ძელები) ჩქაროსნული შრობის ტექნოლოგიაში, საბჭოთა შეკვლევარების დიდ მიღწევას წარმოადგენს მერქნის ელექტროშრობა მაღალი სიხშირის დენით სორტამენტის მთელ სიღრმეში, და მერქნის მაღალი ტემპერატურით შრობა ზეთით სავსე ღია აბაზანებში, რის შედეგად გამოირიცხებულია მერქნის დაბზარვა, მისი

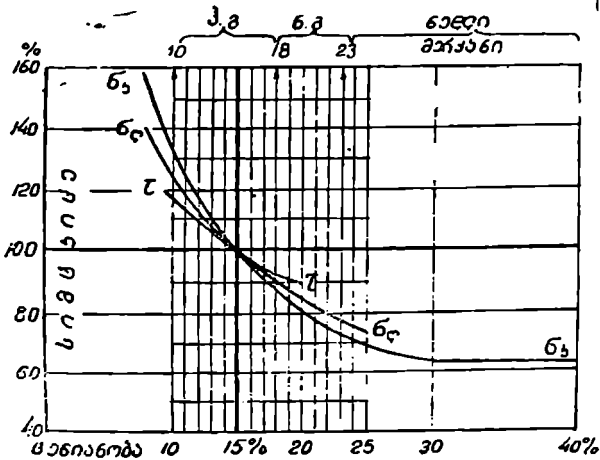
გარე ფენების პლასტიფიკაციის შედეგად. ხის კონსტრუქციების ნ და ტპ-ის მიღებული მერქნის მოცულობითი წონები მასალის ჯიშისა და ტენიანობისაგან დამოკიდებით მოცემულია 1 ცხრილში. როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, მერქნის ტენიანობის გადიდებით იზრდება მერქნის მოცულობითი წონა.

მერქნის ტენიანობის ცვალებადობა გააღწიას ახდენს არა მარტო მერქნის ფიზიკურ თვისებებზე (შემშრობა, გაჯირჯევა, მოცულობითი წონა

ხის მასალის ხანგარიშო მოცულობითი წონა

ჯ ი შ ე ბ ი	ხის მოცულობითი წონა კმ ³ -ში	
	მშრალი	ნელდი
წიწვოვანი:		
ფოთლოვანა	650	800
ფიჭვი	500	600
ნაძვი, კედარი, კავკასიის სოჭი, იაკუტისა და კოლის ნახევარკუნძულის ფიჭვი.	450	550
ფოთლოვანი:		
მუხა, კობიტი	700	800
არყის ხე, წიფელა, თელა, წაბლი	600	700
ვერხვი, მურყანი, ალვის ხე.	500	600

და სხვ.), არამედ აგრეთვე მერქნის მექანიკურ თვისებებზედაც. ტენიანობის გადიდებით მერქნის თითქმის ყველა სახის წინაღობა მცირდება. მაგალითად, ფიჭვის მასალის ტენიანობის გადიდებისას 10%-დან 25%-მდე მისი სიმტკიცე კუმშვაზე ბოქოების გრძივად და ღუნვაზე მცირდება თითქმის 2-ჯერ.) ტენიანობის



ნახ. 10. მერქნის სიმტკიცის დამოკიდებულება ტენიანობისაგან.

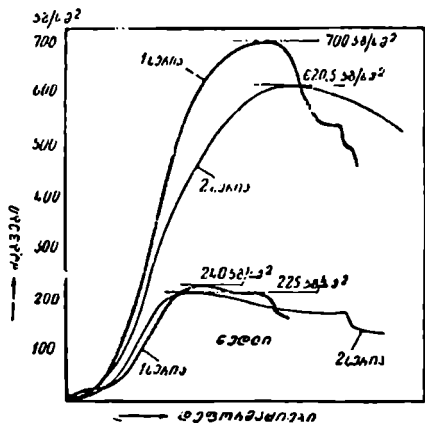
ნიანობის გადიდებისას წიწვოვანი მერქნის სიმტკიცის შემცირება ბოქოების გრძივად კუმშვისას, ახლეჩისა და ღუნვის დროს ნაზენებია მე-10 ნახაზზე, სადაც მერქნის სიმტკიცის ზღვარი 15% ტენიანობით მიღებულია 100%-ად.

ცლებით დამტკიცებულია, რომ ტენიანობის ხარისხის ცვალებადობა, ბოქვების გრძივად მერქნის გაჭიმვაზე მუშაობაზე უმნიშვნელო გავლენას ახდენს.

მერქნის ტენიანობის ზრდა იწვევს დეფორმაციების მნიშვნელოვან ზრდას, რაც მე-11 ნახაზზეა ნაჩვენები. ეს აიხსნება იმ გარემოებით, რომ ტენიანობის გადიდება იწვევს მერქნის დრეკადობის მოდულის (E) შემცირებას, რომელსაც თან მოსდევს დეფორმაციების ზრდა.

პრაქტიკულ ანგარიშებში მერქნის დრეკადობის მოდული ბოქვების გრძივად ჯიშის მიუხედავად მიიღება ტოლი $E = 100\,000$ კგ/სმ², ხოლო ხანგრძლივად ტენიან მდგომარეობაში მყოფი ხის ნაწილებისათვის $E = 70\,000$ კგ/სმ².

მერქნის ტენიანობა უარყოფით გავლენას ახდენს აგრეთვე მის ხანგრძლივ წინალობაზე. ასე, მაგალითად, პროფ. ბელიანკინის მონაცემებით ფიკვის ნიმუში ტენიანობით 17% დაირღვა 2 თვის შემდეგ—როდესაც ხანგრძლივი წინალობა ლუნვაზე $R_b^b = 0,65R_b^b$, მაშინ როდესაც მშრალი ნიმუშისათვის ტენიანობით 11%— $R_b^b = 0,8R_b^b$. (როგორც ჩანს, ტენიანობის გადიდება საგრძნობლად ამცირებს მერქნის ხანგრძლივ წინალობას.)



ნახ. 11. მშრალი და ნედლი ფოთლოვანას კუმშვა ბოქვების გრძივად.

§ 3. მერქნის დადებითი და უარყოფითი თვისებები

დადებითი თვისებები

1) მერქანს მცირე მოცულობითი წონა და დიდი ფარდობითი სიმტკიცე აქვს.

მშენებლობაში უმთავრესად შემდეგი ოთხი ძირითადი მასალა გამოიყენება: ხე, ფოლადი, რკინაბეტონი (ბეტონი) და ქვა. მე-2 ცხრილში მოცემულია ამ მასალების მოკლე შედარებითი დახასიათება, საიდანაც ჩანს, რომ სამშენებლო მერქანი 3÷16-ჯერ უფრო მსუბუქია სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოყენებულ სხვა ძირითად მასალებთან შედარებით.

მე-2 ცხრილში მოყვანილია მონაცემები შესადარებელ ძირითად სამშენებლო მასალების დროებით წინალობებზე და დასაშვებ ძაბვებზე. სამშენებლო მასალებიდან მხოლოდ ფოლადი მუშაობს ერთნაირად კარგად გაჭიმვაზე და კუმშვაზე.

შუდარების ელემენტი	ფიკვი და ნაძვი	ფოლადი ფ 3	რკინაბეტონი ბეტონის მარკა „150“	აგური მარკა „100“
1. მოცულობითი წონა, კგ/მ ³	500	7850	2400	1600
2. დროებითი წინაღობა გაკიმვაზე კგ/სმ ²	700	4000	13 ¹	ძალიან მცირეა
3. დროებითი წინაღობა კუმშვაზე კგ/სმ ²	350	4000	150	100
4. დასაშვები ძაბვა კგ/სმ ² :				
გაკიმვაზე	70	1600	11+ ¹	ძალიან მცირეა
კუმშვაზე	100	1600	45	12
ლუნვაზე	100	1600	5,2	—
ახლეჩაზე, ფოლადისათვის კი—კრახზე	10	900	4,4—2,5	—
5. ფარდობითი სიმტკიცე	$\frac{100}{0,5} = 200$	$\frac{1600}{7,85} = 204$	$\frac{45}{2,4} = 18,8$	$\frac{12}{1,6} = 7,5$
6. ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი	0,000005	0,000012	0,000012	0,000009
7. ტემპერატურული ძაბვები $\sigma = \alpha E t$ კგ/სმ ²	0,5 t როდესაც $E = 100000$ კგ/სმ ²	25,2t როდესაც $E = 2100000$ კგ/სმ ²	2,52t როდესაც $E = 2100000$ კგ/სმ ²	0,24t როდესაც $E = 30000$ კგ/სმ ²
8. თბოგამტარობის კოეფიციენტი კალ/საათ მ ² გრად.	0,12	50	1,5	0,60
9. ცეხლმდგრადობა	იწვის	არ იწვის, მაგრამ დიდ დეფორმაციებს განიცდის	არ იწვის	არ იწვის
10. ხანგრძლიობა	100 წელზე მეტი დაცულ ნაგებობებში	35—60 წელი	60 წელი	2000 წელზე მეტი
11. მაღალი ტემპერატურის გაულება	როდესაც $t = 50 - 100^{\circ}$ მექანიკური თვისებები ეკარგება და სიმყიფე მატულობს	დიდი დეფორმაციები: როდესაც $t = 500^{\circ}$ კარგავს 50% სიმტკიცეს	დიდი დეფორმაციები და ბზარები	ჩნდება ბზარები

¹ აღნიშნული სიდიდეები ვკუთვნის ბეტონს.

შედარების ელემენტი	ფიკვი და ნაძვი	ფულადი ფ. 3	რკინაბეტონი მარკა "150"	აგური მარკა "100"
12. ატმოსფერულ ზემოქმედების გავლენა	ლკება	კოროზიას განიცდის	მდგრადი მასალა	იფიტება
13. კონსტრუქციის ჩალუნვა	დროთა ვითარებაში იზნიქება	არ იზნიქება	არ იზნიქება	არ იზნიქება
14. კონსტრუირება	რთული	მარტივი	მარტივი	ძალიან მარტივი
15. მზიდვი კონსტრუქციების ძირითადი ფორმები	დგარი, კოჭო, ფერმა, კამარა, თალი	ჯაჭვი, შემკრავი, კოჭი, ფერმა, კამარა	დგარი, კოჭი, ფილა, კამარა, ჩარჩო, თალი, გუმბათი	დგარი, ზღუდა-რი, კამარა, თალი, გუმბათი.
16. გამოყენების ძირითადი დარგები	მსუბუქი დახურვები, ქიმიური საწარმოები დროებითი ნაგებობანი	კაპიტალური ნაგებობანი დიდი შეყურსული და მოძრავი ტვირთებით	კაპიტალური ცუცხლმდგრადი მშენებლობა დიდი დატვირთვებით	კედლები, სვეტები
17. ნედლეულის ბაზა	გავრცელებული ბუნებრივი მასალა	ხელოვნური მასალა	ხელოვნური მასალა	ხელოვნური მასალა
18. მასალის მიღების ხერხი	მარტივი: ხერხეა, რანდვა	ძალიან რთული: გამოდნობა და გლინვა	ძალიან რთული: გამოდნობა, გლინვა. გამოწვა და დაფქვა	რთული: არევა, წნებვა, გამოწვა
19. კონსტრუქციის ღირებულება	100%	150—250%	200—300%	—
20. შლადი კონსტრუქციები	გამოიყენება	გამოიყენება	გამოიყენება	შეუძლებელია
21. აშენების ვადა: დამზადება + აკრეფა + დაყენება	ჩქარი	ხანგრძლივი	ძალიან ხანგრძლივი	ჩქარი

(მერქანი გაკიშვანე უფრო ცუდად მუშაობს, ვიდრე კუმშვანე. ასევე ბეტონი გაცილებით უფრო ცუდად მუშაობს გაკიშვანე, ვიდრე კუმშვანე. ხოლო აგურის წყობა გაკიშვას ისეთ უმნიშვნელო წინააღმდეგობას უწევს, რომ მას ჩვეულებრივად მხედველობაში არ იღებენ.) აღნიშნული მასალები კუმშვანე მუშაობის მხრივაც მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

(სამშენებლო მასალების შედარებითი ანალიზის მოხერხებულობისათვის შემოღებულია მასალის ფარდობითი სიმტკიცის ცნება. მასალის ფარდობითი სიმტკიცე ეწოდება დასაშვები ძაბვის შეფარდებას მოცულობით წონასთან—

$\frac{[\sigma]}{\gamma}$.) შედარებისათვის განვიხილოთ სიმტკიცე კუმშვანე, ე. ი. მუშაობის ის სახე, რომელიც რკინაბეტონისათვის და აგურისათვის ყველაზე უფრო ეფექ-

ტურია. მე-2 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ხისა და ფოლადის ფარდობითი სიმტკიცე დაახლოებით ერთნაირია, და ამასთან, ის გაცილებით მეტია რკინაბეტონისა და აგურის წყობის ფარდობით სიმტკიცეზე. მაშასადამე ერთნაირი პირობებისათვის ხის და ფოლადის კონსტრუქციები დაახლოებით ერთნაირი წონის იქნებიან და გაცილებით მზატე რკინაბეტონისა და განსაკუთრებით აგურის—კონსტრუქციებთან შედარებით.

აქედან გამომდინარე, მერქნის გამოყენება მიზანშეწონილია და ეფექტურია ისეთ კონსტრუქციებში, სადაც საკუთარი წონა მოქმედი დატვირთვების მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს, მაგალითად, შენობათა დახურვებში. პირიქით, ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებიც მძიმე დროებითი დატვირთვის ქვეშ მუშაობენ და, მაშასადამე, სადაც საკუთარი წონის არახელსაყრილი გავლენა მცირეა—რკინაბეტონის და ქვის კონსტრუქციების გამოყენება ეფექტურია.

2) მერქანს მცირე ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი აქვს. მერქნის ბოჭკოების განივად ეს კოეფიციენტი $\alpha = 0,000.005$ (ბოჭკოების გრძივად α დაახლოებით 10-ჯერ უფრო დიდია), ე. ი. 2—3-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე ფოლადისათვის და რკინაბეტონისათვის. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა ხის კონსტრუქციების ანგარიშისა და დაგეგმარების დროს უგულვებელყოფილ იქნეს ტემპერატურული გაფართოების გავლენა და თავიდან იქნეს აცილებული ხის ნაგებობების სიგრძეზე, ე. წ. ტემპერატურული ნაკერების მოწყობა. ამასთან ერთად მარტივდება სიბრტყითი კონსტრუქციების (ფერმების, კოჭების) საყრდენების მოწყობა.

3) მერქანს მცირე თბოგამტარობის კოეფიციენტი აქვს. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა მერქანი ერთდროულად გამოყენებულ იქნეს, როგორც კონსტრუქციული, ისე თბოსაიზოლაციო მასალად.

თუ ძირითად საშენებლო მასალებისათვის მე-2 ცხრილის მონაცემებს შევადარებთ, შევხვდებით, რომ მერქანი თავის სისქეში სითბონაკადის გატარებას ეწინააღმდეგება 400-ჯერ უფრო მეტად, ვიდრე აგური და რკინაბეტონი.

საერთოდ, კონსტრუქციული მასალებიდან ხე ყველაზე ცუდი თბოგამტარობით ხასიათდება. რაც საშუალებას იძლევა მერქნის ეფექტური სითბოსაიზოლაციო მასალად გამოყენებისას. ხის კედელი 11 სმ სისქით, თავისი თბოგამტარობით 51 სმ (ორი აგურის) სისქის აგურის კედლის ეკვივალენტურია.

4) მერქანი კარგად ეწინააღმდეგება მასზე მოქმედ ბევრ ქიმიურ შენაერთებს და გაზებს. ამის გამო ხე შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებული საორთქლმავლო დეპოების სახურავებში, გოგირდმეფავას კამერებში, სამღებრო სააპრეტურო (საგამოყვანო) საამქროებში და სხვ. ამ შემთხვევებში ხის კონსტრუქციებისა და მათი შეუღლებების გამოყენება უნდა განხორციელდეს ფოლადის ელემენტების გარეშე, ე. ი. უმთავრესად ქლობებზე, მუხის ნაგებობებზე და წებობზე.

მერქნის ქიმიური მდგრადობის შედეგად უკანასკნელ ხანებში მნიშვნელოვნად გაფართოვდა ხის გამოყენება წყალსაღენ-კანალიზაციის მიღებში, რეზერვუარებში და სხვ.

5) ხე ხასიათდება კარგი ლურსმნადობით. ლურსმნებზე განხორციელებული ხის კონსტრუქციები მარტივია შესასრულებლად და ამასთან საიმედო კონსტრუქციებს წარმოადგენენ. სხვა სამშენებლო მასალები ლურსმნადობას მოკლებული არიან.

6) სამშენებლო მერქანი მუშაობის დიდი ხანგრძლივობით ხასიათდება, თუკი შექმნილია კონსტრუქციის ექსპლოატაციისათვის საჭირო რეჟიმი. ხის კონსტრუქციები ხანგრძლივი მუშაობის მაგალითად შეიძლება დაეასახელოთ მოსკოვის მანეისის გადახურვა ხის ფერებით, რომლებიც აგებულ იქნენ 1817 წ. და დღემდე ექსპლოატაციაში არიან.

7) ხის კონსტრუქციები, ჩვეულებრივად, უფრო იაფი ჯდება, ვიდრე ფოლადის, რკინაბეტონის და ქვის კონსტრუქციები (იხ. 2 ცხრ. 19 პუნქტი). ამიტომ კონსტრუქციის მასალის ამორჩევის დროს, ეკონომიური მოსაზრებებით, ხშირად მერქანს სხვა მასალებს ამჯობინებენ (ცხადია, თუ სხვა რაიმე პირობებით შეზღუდული არ ვართ).

8) მერქნის დამუშავების საწარმოო უპირატესობანი. მერქნის, როგორც სამშენებლო მასალის უმნიშვნელოვანეს ღირსებას შეადგენს მისი მოწოდების და დამუშავების სიადვილე: ტყის დამმუშავებელი და ხის სახერხი ქარხნების მოწყობილობანი არ შეიძლება შედარებულ იქნეს ცემენტის ქარხნების,—და მით უმეტეს მეტალურგიული ქარხნების,—მოწყობილობებთან, არც თავიანთი სირთულითა და ღირებულებებით და არც მათი ექსპლოატაციაში შესვლისათვის საჭირო ვადით. ასევე, ხის კონსტრუქციების დამამზადებელი ქარხნების მოწყობილობანი, და საერთოდ ამ ქარხნების ექსპლოატაცია, გაცილებით მარტივია ფოლადის კონსტრუქციების დამამზადებელ ქარხნებთან შედარებით.

ქვისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებისაგან განსხვავებით ხის კონსტრუქციების დამზადება დამოკიდებული არ არის წლის დროზე, მათი დამზადება შეზღუდული არ არის სეზონურობით, ხოლო ხე ექსპლოატაციაში გაშვება; ისევე როგორც ფოლადის კონსტრუქციების, შესაძლებელია სამშენებლო სამუშაოების დამთავრებისთანავე.

მერქანი მაქსიმალურად აკმაყოფილებს ხის კონსტრუქციების და მათი ელემენტების ინდუსტრიული წესით დამზადების ძირითად მოთხოვნილებებს. ერთ-ერთ ასეთ მოთხოვნილებას შეადგენს ელემენტების და კონსტრუქციების სტანდარტიზაცია და ტიპიზაცია, რის შედეგად იდეალდება მათი დამზადება ქარხნული წესით—მასიური ელემენტების სახით—და ჩქაროსნულ-ნაკადური მეთოდების გამოყენებით. მეორე—ასაწყობი დეტალების წარმოების დანერგვა; „ასაწყობი ერთეულების“ გამოყენება, რომელთა დამზადება მთლიანად ან ნაწილობრივ ქარხნული წესით ხდება. უზრუნველყოფს ხის კონსტრუქციების მშენებლობის ღირებულების მაქსიმალურად შემცირებას.

ხე-ის ზოგიერთი სხვა დადებითი თვისებების ქმესახებ მე-2 ცხრილშია მითითებული.

მერქნის უარყოფითი თვისებები

1) მერქნის არაერთგვაროვანი აღნაგობა (ანიზოტროპიულობა). მერქანით ართული ორგანული წარმოშობის მასალაა და, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მისი სიმტკიცე (ამტანუნარიანობა) საგრძნობლად არის დამოკიდებული

ლი მოქმედი ძალისა და ბოქკოების მიმართულებას შორის შექმნილ α კუთხის მნიშვნელობაზე. ასე, მაგალითად, α კუთხის ცვალებადობისას $0-30^{\circ}$ -მდე მერქნის სიმტკიცე კუმშვაზე თითქმის ორჯერ მცირდება, ხოლო გაკიმვაზე — თითქმის ხუთჯერ.)

α კუთხის გავლენა თავს იჩენს ბოქკოების გრძივად მერქნის მუშაობის დროსაც კი. ეს იმ გარემოებით აიხსნება, რომ ნმუნებლობაში გამოყენებული დიდი ზომების ელემენტები ხასიათდებიან ბუნებრივი ან ხელოვნური (მასალის ხერხებით გამოწვეული) ირიბბოქკოიანობით.

(მერქნის ნიმუშების სიმტკიცეზე გავლენას ახდენს მათი აღგილიც ხის ტანის სიმაღლეზე.) ასე, მაგალითად, ხის ტანის ძირთან აღებული ნიმუშის სიმტკიცე $15-20\%$ -ით უფრო დიდია, ვიდრე ხის ზედა ბოლოსთან აღებული ნიმუშის სიმტკიცე. ასევე, მერქნის ახალგაზრდა უჯრედების და გულანაწილის სიმტკიცე $10-15\%$ -ით უფრო მცირეა მერქნის ძველი უჯრედების (ბირთვის) სიმტკიცესთან შედარებით.)

სიმტკიცე მცირე სუფთა მერქნის ნიმუშებისა, რომლებიც ლაბორატორიულ გამოკვლევებში გამოიყენება, გაცილებით აღემატება მერქნის მსხვილ განივკვეთიანი ნიმუშების სიმტკიცეს (არაერთგვაროვანი აღნაგობის გამო). კიდევ უფრო დიდია განსხვავება ლაბორატორიული ნიმუშების სიმტკიცესა და სამშენებლო სორტამენტის სიმტკიცეს შორის უკანასკნელისათვის დამახასიათებელი დეფექტების (როკები, ბზარები, ირიბბოქკოიანობა და სხვა) გამო, რაზედაც დაწვრილებით ქვემოთ არის მითითებული.

საერთოდ, სამშენებლო სორტამენტის მერქნის სიმტკიცე დიდად არის დამოკიდებული მასში არსებული დეფექტების განაწილებაზე და მდებარეობაზე.

2) ხის აღნაგობის არანორმალობანი — ხის მანკი. ხის მანკი (ფაუტი) ეწოდება მერქნის ნორმალური აღნაგობიდან ყოველგვარ გადახრას ან დეფექტს, რომლებიც მერქნის ტექნიკური თვისებების ცვლილებას იწვევენ. ხის მანკებიდან მთავარია: როკები (ნუქრები), ირიბბოქკოიანობა, ბზარები, ხვეულბოქკოიანობა და სხვა.)

როკები წარმოადგენენ სამშენებლო მერქნის აუცილებელ დეფექტს. ისინი არღვევენ მერქნის ერთგვაროვნებას, აძნელებენ მის დამუშავებას და ამცირებენ მექანიკურ თვისებებს და ზოგჯერ მას კონსტრუქციის დამზადებისათვის უვარგისად ხდიან.)

მანკის გავლენით მერქნის მექანიკური თვისებებიდან ყველაზე მეტად უარესდება მისი წინალობა გაკიმვაზე ბოქკოების გრძივად. ღუნვაზე მომუშავე ელემენტებში, მერქნის წინალობაზე ყველაზე უარყოფით გავლენას ახდენს საშიშ კვეთებში (გაკიმულ ზონაში) მოთავსებული როკები, რომლებიც კვეთის გაკიმულ წიბოზე გამოდიან, ან მასთან ახლოს მდებარეობენ, როკების გავლენა მერქნის წინალობაზე ბოქკოების გრძივად კუმშვის დროს უფრო მცირეა, ვიდრე ღუნვაზე.

მერქნის მექანიკურ თვისებებს საგრძნობლად ამცირებს მანკი, რომელიც ირიბბოქკოიანობის სახელწოდებით არის ცნობილი. ამის მიზეზია გრძივ მიმართულებასთან ბოქკოების დახრილობა. ირიბბოქკოიანობით გამოწვეული

წინალობის შემცირება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბოქკოების გრძივად-გაქიშვის და ღუნვის დროს.

სამშენებლო მერქნის წინალობაზე (ამტანუნარიანობაზე) ასეთივე უარყოფით გავლენას ახდენს სხვა მიწებიც, რომლებიც ზემოთ იყო დასახელებული.

სამშენებლო მერქნის მანქების მთლიანი მოსპობა, ცხადია, შეუძლებელია. მათი გავლენის ნაწილობრივ შემცირება შესაძლებელია მხოლოდ ხის მასალის სათანადო შერჩევით და მისი მიზნობრივი დახარისხებით.

3) ხის თვისებების ცვალებადობა ტენიანობისაგან დამოკიდებით. მერქნის არსებით ნაკლს წარმოადგენს მისი ზომებისა და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დამოკიდებულება ტენიანობის ხარისხზე.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ტენიანობის გადიდებასთან ერთად, მერქნის წინალობა მისი მუშაობის თითქმის ყველა შემთხვევისათვის საგრძნობლად კლებულობს.

4) ხის სორტამენტის შეზღუდულობა. სამშენებლო მერქნის ნაკლოვანებებს ეკუთვნის მისი სორტამენტის ზომების შეზღუდულობა, როგორც განივკვეთის ფორმის მიხედვით (მრგვალი ან სწორკუთხოვანი), ისე სიგრძის მიხედვით; დახერხილი ხის მასალის ნორმალური სიგრძე—8,5 მ, ხოლო მრგვალი ხის—9 მ.

ხის მასალის ზემოთ აღნიშნული შეზღუდულობანი გვაიძულებს ხის კონსტრუქციებში მოვაწყოთ დიდი რაოდენობის სხვადასხვა სახის შეერთებანი, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს და აძვირებს ხის კონსტრუქციებს.

აღსანიშნავია, რომ უკანასკნელ წლებში ხის კონსტრუქციების შეერთებათა ტიპებმა და ხერხებმა მნიშვნელოვანი პროგრესი განიცადეს, რის შედეგად სორტამენტის შეზღუდულობა არ წარმოადგენს ისეთ დაბრკოლებას, რომელსაც შეეძლოს ხის კონსტრუქციების შემდგომი განვითარების შეწყობა.

5) ხის პლასტიკურობა. (ხის პლასტიკურობა ეწოდება თვისებას—ხანგრძლივად მოქმედი გარე ძალების ზეგავლენით შეიცვალოს თავისი ფორმა დაბეჭდვის წარმოშობის გარეშე.) მაგალითად, პლასტიკური დეფორმაციების შედეგად ღუნვაზე მომუშავე ხის კონსტრუქციებში ზოგჯერ ადგილი აქვს მათ შემსამჩნევ ჩაზნექას, რასაც შეიძლება კონსტრუქციის ექსპლოატაციიდან გამოსვლა მოყვეს.

ამასთან ერთად, მერქნის პლასტიკურობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც დადებითი ფაქტორი. მართლაც, ზე რომ იდეალურად დრეკადი მასალა ყოფილიყო, შეუძლებელი იქნებოდა მოღუნული ხის კონსტრუქციების (კამარები, თაღები და სხვ.) გამოყენება, რადგან მათში ყოველთვის იქნებოდა პირვანდელი მოღუნვით გამოწვეული მნიშვნელოვანი დაბეჭდვები. ხის პლასტიკურობის გამო ითვალისწინებენ, რომ დროთა ვითარებაში პირველად წარმოშობილი დაბეჭდვები (საწყისი დაბეჭდვები) საგრძნობლად მცირდებიან და ქრებიან.

აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ მიმართავენ ხის პლასტიკურობის გადიდებასაც ტენიანობისა და ტემპერატურის ზეგავლენით (ავეჯის, თვლების ფერისობების წარმოება და სხვ.). იყენებენ აგრეთვე მოსალუნი კონსტრუქციებისათვის საპირო მერქნის ორთქლით გაელენთვისაც (გაორთქლვას), როდესაც ელე-

მენტის მოღუწვა მისი დიდი სისქის გამო გაძნელებულია. ჩვეულებრივად მოღუწული კონსტრუქციებისათვის იყენებენ მცირე სისქის ხის მასალას; ასეთ შემთხვევებში გაორთქლეა საჭირო არ არის, საწყისი ძაბვების სიმციროსა და მათი სწრაფი კლების გამო.

(ხის ნაკლოვანებებს ეკუთვნის აგრეთვე: მერქნის შეშრობა და გაჯირჯება, —რის შედეგად ის მოკულობას იცვლის, კლებულობს ან მატულობს, — ლპობა და წვა, მრავალგვარი მავნებლების (ხოჭოები, მოღუსკები) უარყოფითი ზემოქმედება და სხვა.) უკანასკნელი ნაკლოვანებანი და მათთან ბრძოლის საშუალებანი ქვემოთ დაწვრილებით არის განხილული (თავი მეორე).

§ 4. ხის ჯიშები, მასალის კლასიფიკაცია და სორტამენტი

1. ხის ჯიშები

ხის მასალა ორ ძირითად ჯიშად იყოფა: წიწვოვანი და ფოთლოვანი. ჩვეულებრივად, მზიდავი ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოიყენება (წიწვოვანი ჯიშის მასალა: ფიჭვი, ნაძვი, ფოთლოვანი, კელარი და სოკი.)

წიწვოვანი ჯიშის მასალა ხასიათდება: დიდი სიმტკიცით, ნაკლები ლპობადობით და ხის ტანის (შტამბის) შედარებით სწორი ფორმით, რაც მასალის მოკულობის უფრო მეტად გამოყენების საშუალებას იძლევა.)

წიწვოვანი ჯიშებიდან მშენებლობაში ყველაზე გავრცელებულია ფიჭვი და ნაძვი. ფიჭვი ხასიათდება ტანის სისწორით, მაღალი ტექნიკური თვისებებით და შედარებითი სიმსუბუქით. ფიჭვი ეკუთვნის ისეთ წიწვოვან ჯიშებს, რომლებშიაც ბერთვს (უფრო მკვრივ ნაწილს) განივ კვეთის შედარებით, დიდი ფართი უკავია. მისი მერქნის გარე ნაწილი მოყვითალოა, შიგა ნაწილი კი უფრო მუქია — მოყავისფრო; განივკვეთში ჩანს წლიური რგოლები, საზაფხულო და საგაზაფხულო მერქნის მკვეთრად გამოხატული ნაირსახოვანი შეღებვის შედეგად.

(ფიჭვის მასალა დიდი რაოდენობით შეიცავს ფისს (18—20 კგ/მ³), რაც უზრუნველყოფს მისი მერქნის დიდ მდგრადობას ლპობის საწინააღმდეგოდ. მისი შედეგად ფიჭვის მასალას ფართოდ იყენებენ ნაგებობათა ისეთ ნაწილებში, რომლებიც ატმოსფერულ ზემოქმედებას განიცდიან.)

საბჭოთა კავშირის ზოგიერთ (ჩრდილო) რაიონებში ფიჭვი დიდი სიმძლავის იზრდება (40-მდე). მისი ტანი თითქმის ცილინდრულია;

(მშენებლობაში აგრეთვე ნაძვიც გამოიყენება.) მისი განივ კვეთის დიდი ნაწილი მერქნის ნაკლებად მკვრივ ფენას უკავია; ამასთან, მერქნის შიგა ნაწილი — ბირთვი ფერის არ განსხვავდება გარე ნაწილისაგან. ნაძვის მერქანი უფრო მსუბუქი და რბილია, მათეთრო ფერისაა და წლიური რგოლები მკვეთრად გამოყოფილი არა აქვს.) (ფიჭვთან შედარებით, ნაძვი უფრო ნაკლებ ფისს შეიცავს. ამიტომ ნაძვის მასალის გამოყენება ატმოსფერულ ზემოქმედებისაგან დაუცველ ნაგებობებში რეკომენდებული არ არის. (ნაძვი თავისი სიმტკიცით ფიჭვისაგან მცირედ განსხვავდება. მისი ტანი სწორი, თანაბარი სისქის იზრდება. ნაძვი ფიჭვზე უფრო მეტი დრეკადობით ხასიათდება.)

(ფოთლოვანი ჯიშის მასალა: მუხა, იფანი, წიფელი, არყის ხე, ნეკერჩხალი,

რცხილა და სხვა გამონაკლისის სახით გამოიყენება ხის კონსტრუქციებში, იმ რაიონებისათვის, სადაც ის ადგილობრივ სამშენებლო მასალას წარმოადგენს. ფოთლოვანი ჯიშებიდან განვიხილავთ მხოლოდ მუხას.

ხის კონსტრუქციებში მუხა, ძირითად მასალად არ გამოიყენება—მისი სიძვირის გამო. მუხა დიდი სიმაგრით და სიმტკიცით ხასიათდება, ამიტომ ამქამად ის ხის კონსტრუქციების წერილი დეტალების დასამზადებლად გამოიყენება; ნაგებების, სოკმანების და საყრდენი ქვესადების სახით. მუხა და აგრეთვე ფოთლოვანა, კარგად ეწინააღმდეგება ლპობას, ამიტომ მათ იყენებენ ნაგებობის ისეთ ნაწილებში, რომელთაც ლპობის საშიშროება მოელის. ზოგიერთ შემთხვევაში მუხა შეიძლება შეცვლილ იქნეს არყის ხით, რომელიც აგრეთვე დიდი სიმაგრით ხასიათდება. მიუხედავად ამისა, არყის ხით მუხის შეცვლას იშვიათად მიმართავენ, რადგან ის სწრაფად ლებება. სამაგიეროდ არყის ხემ ფართო გამოყენება ჰპოვა ფანერის დამზადებაში.)

(არასაპასუხისმგებლო და დროებით ხის ნაგებობებში წიწვოვან ჯიშებთან და მუხასთან ერთად შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე რბილი ფოთლოვანი ჯიშები: ვერხვი, წიფელა, ცაცხვი, ალვის ხე, თხმელა და სხვა.)

2. მრგვალი ხის მასალა

სამოქალაქო, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო მშენებლობაში გამოყენებული ხის მასალა ორ ძირითად სახედ იყოფა: მრგვალი და დახერხილი. ხის მასალის თითოეული ამ სახისათვის სათანადო სტანდარტებით („ოსტ“) დადგენილია:

- 1) მასალის ნომენკლატურა;
- 2) ხარისხიანობა—თვისობრივი მოთხოვნილებანი;
- 3) სორტამენტი.

გარდა ამისა, ყურადღება ექცევა მასალის დამუშავების სახეს, ნორმალურ ზომებისაგან მასალის დასაშვებ გადახრებს და მასალის მიღების პირობებს.

მრგვალ მასალას ეკუთვნის:

ა) სამშენებლო მორები დიამეტრით $d \geq 12$ სმ, $l = 4,0-9,0$ მ $0,25$ მ გრადაციით (ნახ. 12).

(მორების გავრცელებული ზომებია: დიამეტრი $d = 16-26$ სმ, სიგრძე $l = 4-7$ მ (ყველაზე ხშირად გამოიყენება მორები სიგრძეებით $4,5-6,5$ მ).

ბ) წვრილი მორები (подтоварник) დიამეტრით $d = 8-12$ სმ და ლატნები დიამეტრით $d = 3-7$ სმ, სიგრძით $l = 3-9$ მ.)

ნახევრადმორები (ფინი) მიიღება მორის ორ თანასწორ ნაწილად გრძივი გახერხვის შედეგად (ნახ. 12).

მრგვალი ხის მასალა თვისობრიობის მიხედვით სამ ხარისხად იყოფა: I, II და III ხარისხის.

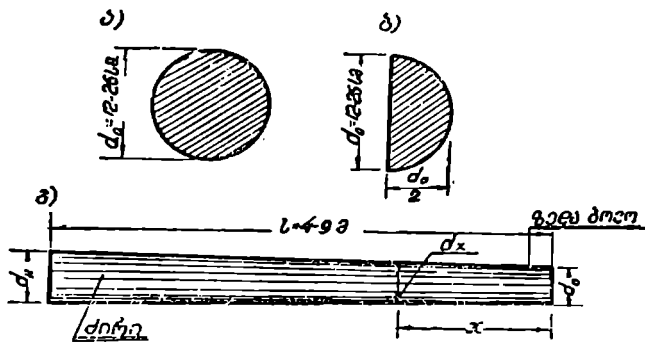
I ხარისხის მორები გამოიყენება მუდმივი ნაგებობების საპასუხისმგებლო ელემენტებისათვის. რომლებიც მუშაობენ გაქიწვაზე ან ღუნვაზე (მაგ., ფერმის ქვედა სარტყლები);

II ხარისხის მორები მუდმივი ნაგებობების საპასუხისმგებლო ელემენ-

ტებისათვის, რომლებიც მუშაობენ კუმშვაზე (მაგ., ფერმების ზედა სარტყლე-
ბი) და აგრეთვე დროებითი ნაგებობების ზოგიერთი ელემენტებისათვის, რომ-
ლებიც გაქიმვაზე ან ლუნვაზე მუშაობენ;

(III ხარისხის მორები გამოიყენება დროებითი ნაგებობების კუმშვაზე
მომშუავე ელემენტებისათვის.)

(სახელმწიფოებრივი საერთო საკავშირო სტანდარტები (ГОСТ) ითვა-
ლისწინებენ სხვადასხვა სახის მანკებს, რომელთა მიხედვითაც მორი მიეკუთ-



ნახ. 12. მრგვალი ხის მასალა.

ვება ამა თუ იმ ხარისხის მასალას. ამასთან სამივე ხარისხის მორებში დაუ-
შვებელია ყოველგვარი სიღამაღლე და შერქნის გარე ნაწილის სიწითლე.)

ბუნებრივ მდგომარეობაში მორებს კონუსური ფორმა აქვთ; მორის დია-
მეტრი იზომება მის წვრილ ბოლოში. მორის წვრილ ბოლოდან ნებისმიერ
 x მანძილთ დაშორებულ განივ კვეთში დიამეტრის საანგარიშო სიდიდის გან-
საზღვრისათვის (მაგალითად, სიმტკიცეზე ან სიხისტეზე ანგარიშის დროს)
პირობით სთვლიან, რომ მორის ყოველ გრძივ მეტრზე დიამეტრი იცვლება
0.8 სმ-ით) (სამშენებლო ნორმებისა და წესების თანახმად ეს ცვლილება
1 სმ-ის ტოლია). ამის გამო მორის ნებისმიერ კვეთში დიამეტრის სიდიდე
განისაზღვრება ფორმულით (ნახ. 12):

$$(dx = d_0 + 0,8x,)$$

სადაც d_0 არის მორის დიამეტრი წვრილ ბოლოში;

(x —წვრილ ბოლოდან განსახილველ კვეთამდე მანძილი მეტრებში.)

ხის მასალის სორტამენტში, ჩვეულებრივად, მოცემულია ელემენტების
განივ კვეთების ზომები, გეომეტრიული მახასიათებლები (F , I , W , r) და
აგრეთვე ზოგიერთი სხვა სიდიდეები.

3. დახერხილი ხის მასალა

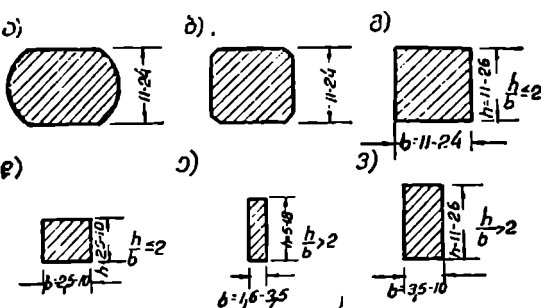
(დახერხილ ხის მასალას ეკუთვნის:)

ა) წოლანები (ორმხრივ შემოკობილი ძელები), რომლებიც მიიღება მო-
რებისაგან სიგრძეზე ორი სეგმენტის ჩამოხერხვით.)

ბ) ოთხმხრივ შემოქობილი ძელები, რომლებსაც ჩამოხერხილი აქვთ ყველა ოთხივე მხარე. (ნახ. 13 ბ, გ).

გ) ძელები, რომლებსაც ჩამოხერხილი აქვთ ოთხივე მხარე, სისქით $h \leq 10$ სმ და სიგანით არაუმეტეს ორმაგი სისქისა $b \leq 2h$ (ნახ. 13, გ).

დ) ფიცრები სისქით არაუმეტეს 10 სმ ($h \leq 10$ სმ) და სიგანით არაუმეტერეს ორმაგი სისქისა (ნახ. 13, ე).



ნახ. 13. დახერხილი ხის მასალა.

ფიცრები იყოფა: თხელ ფიცრებად სისქით $h \leq 3,5$ სმ და სქელ ფიცრებად $h \geq 3,5$ სმ (ნახ. 13, ვ).

ფიცრების და ძელების განიერ გვერდებს, აგრეთვე კვადრატული კვეთის ძელების ყველა გვერდს ფენი (пласт) ეწოდება, ხოლო ვიწრო გვერდებს კი ნაწიბურები.

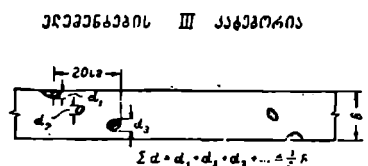
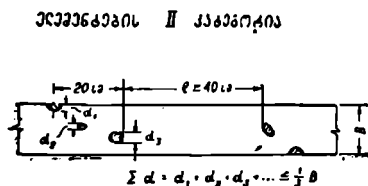
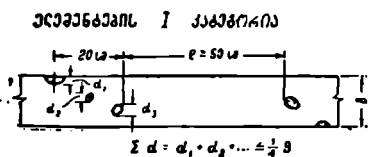
განიერი და აგრეთვე ვიწრო გვერდების კიდე სწიბო ეწოდება, ხოლო მასალის განიერ კვეთის ჩამოუქრულ კუთხეებს — ნაშური. მასალას განიერ კვეთის ჩამოუქრელი კუთხეებით — ნაშურიანი მასალა.

დამუშავების მიხედვით დახერხილი ხის მასალა იყოფა:

ა) სუფთა (обрезной) მასალა, რომელსაც ორივე ნაწიბური ჩამოხერხილი აქვს მთელ სიგრძეზე (ან თითოეული მათგანი არა ნაკლებ სიგრძის ნახევარზე).

ბ) ნაშურიანი მასალა, როდესაც ნაწიბურები გახერხილი არ არის, ან გახერხილია სიგრძის ნახევარზე ნაკლები სიგრძით. როგორც სუფთა, აგრეთვე ნაშურიანი მასალას ორივე განიერი გვერდი (ფენი) ბოლომდე ჩამოხერხილი უნდა ჰქონდეს.

მერქნის ხარისხისა, მისი დამუშავების სიზუსტისა და სისუფთავის მიხედვით განასხვავებენ და ხის კონსტრუქციების



ნახ. 14. რაკების დასაშვები ზომები მზილავი ხის კონსტრუქციების სხვადასხვა კატეგორიის ელემენტებისათვის.

დასამზადებლად იყენებენ დახერხილ მასალის ოთხ ხარისხს: I, II, III და IV.

ნ და ტპ-ის თანახმად ხის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული ხის მასალა, მასში არსებული მანკების მიხედვით სამ კატეგორიად იყოფა (ნახ. 14).

ხის მასალის სათანადო კატეგორიები მზიდავი კონსტრუქციების ელემენტების დანიშნულების შესაბამისად 3-ე ცხრილის მიხედვით უნდა შეირჩეს.

ცხრილი 3

№ №	ელემენტების კატეგორიები	ელემენტების დანიშნულება
1	I	კონსტრუქციების გაჭიმული და გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები, მათ რიცხვში შედგენილი კოჭების გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები.
2	II	ა) კონსტრუქციების შეკუმშული და მოღუნული ელემენტები, მათ რიცხვში სავალი ფიცრები. ბ) გაჭიმული და გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები ძაბვის სიდიდით არა უმეტეს დასაშვებ ძაბვის 70%-ისა.
3	III	მუშა ფენილები, მოლარტყვა სახურავის ქვეშ, შედგენილი კოჭების შუა ელემენტები და არასაპასუხისმგებლო ელემენტები, რომელთა დაზიანება მზიდავი კონსტრუქციების მთლიანობის დარღვევას არ იწვევს.

შენიშვნა: მზიდავი კონსტრუქციების ელემენტების კატეგორიები უნდა აღნიშნულ იქნას ნახაზებზე და სპეციფიკაციებში.

(ხის კონსტრუქციების I და II კატეგორიის ელემენტები დამზადებული უნდა იქნეს I და II ხარისხის მასალისაგან; მესამე კატეგორიის ელემენტები კი III და IV ხარისხის მასალისაგან.)

დახერხილი ხის მასალის სიგრძე საერთო საკავშირო სტანდარტის მიხედვით იცვლება I—6,5 მეტრამდე, 0,25 მ გრადაციით. ფიცრების და ძელაკების: სისქე=1,6—10 სმ, სიგანე=5—26 სმ; ძელების სისქე=11—24 სმ; სიგანე=11—26 სმ.

თავი მეორე

ხის კონსტრუქციების დაცვა ლკობისაგან, ენტომოლოგიური მავნებლებისაგან და ხანძარსაწიშრობისაგან

§ 5. ზოგადი ცნობები ხის ლკობის შესახებ

(ხე ორგანული წარმოშობის მასალაა. ის შეიცავს მთელ რიგ ორგანულ საკვებ ნივთიერებებს, რომლებიც საჭიროა უმარტივესი მცენარეული მიკრო-ორგანიზმებისათვის—ხისმრღვევი სოკოებისათვის.)

ხის ლკობა წარმოადგენს ხისმრღვევი სოკოების ცხოველქოქმედების შედეგს. ლკობას იწვევს აგრეთვე ხისმრღვევი მწერები (ხოქოები, მოლუსკები და სხვა).)

ხისმრღვევი სოკოების ნაირსახეობანი 1000-ს აღემატება; სოკოების შესწავლისათვის მათ რამოდენიმე ძირითად ჯგუფად ყოფენ. ჯგუფებად დაყოფა ხდება სოკოების წარმოშობის ადგილმდებარეობის მიხედვით. (ამის შესაბამისად ვარჩევთ: ტყის, საწყობის და სახლის სოკოებს.)

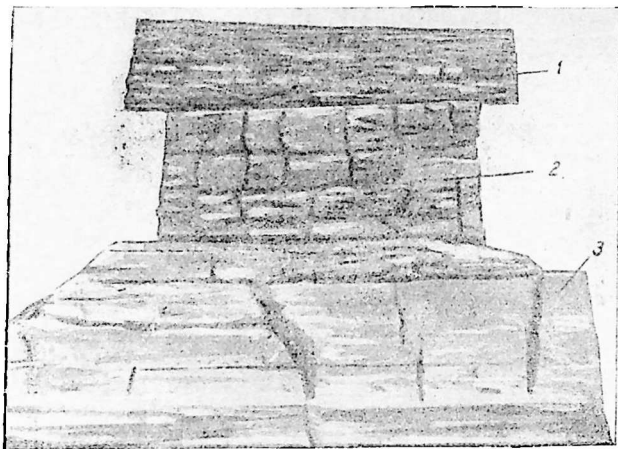
(ტყის სოკოები ჩნდებიან ცოცხალ ხეებზე—ტყეში და ისინი ხის კონსტრუქციებისათვის საშიშროებას არ წარმოადგენენ; (მათ პარაზიტებს უწოდებენ). საწყობის სოკოები ჩნდებიან მოჭრილ ხეებზე—მათი შენახვისას ტყეში, ხის დამამუშავებელ ქარხნების საწყობებში და მასალის ხანგრძლივი ტრანსპორტირების დროს. მათ საპროფიტებს უწოდებენ. ასეთი სოკოები ხშირად იწვევენ ატმოსფერულ ზემოქმედებისაგან დაუცველ ხის კონსტრუქციების მერქნის დაზიანებას. (ხილები, სატელეგრაფო ბოძები და სხვა).

(სახლის სოკოები წარმოადგენენ ყველაზე საშიშ სოკოებს შენობათა ხის ნაწილებისათვის მერქნის რღვევის სისწრაფისა და გაერყელების მხრივ. სახლის სოკო, ჩვეულებრივად, ჩნდება ატმოსფერული ზემოქმედებისაგან დატულ ხის კონსტრუქციებში; შენობათა დეტალებში და შემომფარგველ ნაწილების შემადგენლობაში შემაჯალ ორგანულ სამშენებლო მასალებში (ტრაფი, მუყაო და სხვა).

ცნობილია აგრეთვე ობის სოკოები, რომლებიც მერქნის სიმტკიცეზე მანვე ზემოქმედებას არ ახდენენ. მიუხედავად ამისა, მათი არსებობა მერქანზე იმის მომასწავებელია, რომ მასალა ტენისა და ტემპერატურის მხრივ არახელსაყრელ პირობებშია და რომ მოსალოდნელია უფრო საშიში მრღვევი სოკოების გაჩენა.)

ხისმრღვევი სოკოებისაგან წარმოშობილი მერქნის სიღამპლე სხვადასხვა სახისაა: დესტრუქტიული, კოროზიული და შერეული.

დესტრუქტიულ სიღამპლეს იწვევენ სოკოები, რომლებიც მკედარ მერქანს (მოჭრილ ხეს) არღვევენ, ე. ი. სახლის და საწყობის სოკოები. ეს სოკოები უმთავრესად არღვევენ მერქნის უჯრედებს (ცელულოზას), მის სტრუქტურას და აქედან წარმოსდგება მისი სახელწოდება დესტრუქტიული. ასეთი სიღამპლე ხასიათდება, მერქნის პრიზმატული დაბზარვით (გრძივი და განივ ბზარები) და გამუქებით (ნახ. 15), რის შედეგად მერქანი მთლიანად ჰკარგავს მექანიკურ სიმტკიცეს.



ნახ. 15. ლობის შედეგად მერქნის დაბზარვა.

კოროზიულ სიღამპლეს იწვევენ ტყის სოკოები, რომლებიც არღვევენ ცოცხალ მერქანს. ეს სოკოები ითვისებენ და არღვევენ უმთავრესად ლიგნინს. კოროზიული სიღამპლე ხასიათდება წლიური რგოლების მიხედვით მერქნის ფენებად დაყოფით და მისი ფერის შეცვლით. საბოლოოდ, ეს სიღამპლე იწვევს მერქნის სიმტკიცის მთლიანად დაკარგვას.

დასასრულ, არსებობს შერეული სიღამპლე, რომელიც ხასიათდება ერთდროულად დესტრუქტიული და კოროზიული სიღამპლეების ნიშნებით.

მერქნის ლობის საერთო ნიშნებია: მერქნის თანდათანობით ფერის შეცვლა, მოცულობითი წონის და მექანიკური სიმტკიცის შემცირება; საბოლოოდ კი მერქანი უწყვილეს ბოკოებად იფშვება და მცირედ შეხებისას ნაცარბტვერდება.

§ 6. ხის ლკობის განვითარების ძირითადი პირობები

ლკობის პროცესის განვითარებისათვის საჭიროა ოთხი ძირითადი პირობა, რომელთა ერთობლიობა უზრუნველყოფს სოკოების ცხოველმოქმედებას:

1. ხისმრღვევი სოკოების სპორების არსებობა;
2. ტემპერატურა $t = 0^{\circ} \div 40^{\circ}$;

3. ჰაერიდან ჟანგბადის მიწოდება;
4. მერქნის ტენიანობა 20%-ის ზევით.

ლპობის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა მინიმუმ ერთ-ერთი ამ პირობათაგანის არ არსებობა. განვიხილოთ თითოეული მათგანი.

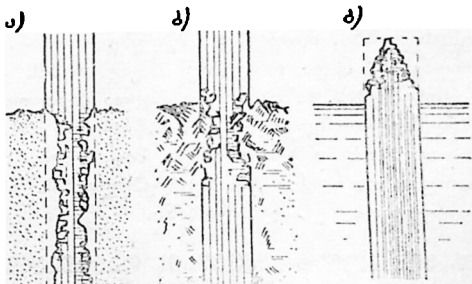
1. სპორები ჰაერში უაშრავი რაოდენობით მოიპოვება (დაახლოებით 1 სმ³-ში 4 მილიონი). ამიტომ მერქნის დაცვა სპორებისაგან შეუძლებელია; მით უმეტეს, რომ ისინი ხელსაყრელ პირობებში წლობით ინახავენ აღმოცენებისა და განვითარების უნარს. ჩვეულებრივად ნაშენების ხის ნაწილების აზოლაცია ჰაერისაგან აგრეთვე შეუძლებელია (წყალქვეშა კონსტრუქციების გამონაკლისის გარდა).

2. ნულზე დაბალი ტემპერატურის დროს ლპობის განვითარება არ ხდება. მართალია მერქნის გაყინვა აუცილებს ლპობის პროცესს, მაგრამ ყინვა სპორებს არ სპობს; გალხობის შემდეგ სოკოებით დაავადებული მერქნის ლპობა შეიძლება ხელახლა განვითარდეს. სოკოებით დაავადებულ მერქნის მთლიანად გაუხსნევადება შესაძლოა მისი 80%-დე გაბურებით 3—4 საათის განმავლობაში. ამასი მდგომარეობა მერქნის ცხლად შრობის (ეგ. წ. სტერილიზებული შრობა) უპირატესობა მერქნის საწყობებში ცივი შრობის (ჰაერზე შრობის) წინაშე.

ალსანიშნავია აგრეთვე, რომ მერქნის სტერილიზებული შრობა არ გამოიციხავს მერქნის სოკოებით ხელახლად დაავადების შესაძლებლობას. ამასთან მაღალი ტემპერატურის ქვეშ მერქნის შრობა სიძნელებთან არის დაკავშირებული; მეორე მხრივ, შრობა ხანგრძლივად მაღალი ტემპერატურით — $\geq 70^{\circ}$ იწვევს მერქნის ზოგიერთ შემადგენელი ნაწილების დაშლას; დაბოლოს საერთოდ ექსპლოატაციაში მყოფ ხე ლპობის საწინააღმდეგოდ თერმიული ფაქტორი არ შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული.

3. ლპობა (ისევე, როგორც წვა) შეუძლებელია ჰაერის ჟანგბადის მიწოდების გარეშე. ამიტომ არის, რომ ნაგებობათა წყალქვეშა ნაწილების მერქნის ლპობა არ ხდება, ხოლო ხის ხიმინჯოვანი საძირკვლები საუკუნეების განმავლობაში უვნებელი რჩებიან, ვიდრე წყლის უმდაბლესი დონე ხიმინჯობის ზედა თავებზე მაღლა რჩება;

მე-16 ნახაზზე ნაჩვენებია ჰაერის ჟანგბადის შეღწევის გავლენა ე. წ. „ყელის“, ე. ი. ყამირში ჩასობილ ხის ხიმინჯობის ლპობით მაქსიმალურად დაავადებული ზონის, დონის შექმნაზე. ფოროვანი ქვიშარაში ჰაერი ღრმად იჭრება და ყელიც ღრმად ვრცელდება მის ქვეშ (ნახ. 16, ა) მკვრივ თიხნარში, ჰაერის ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, ლპობა 0,5 მ სიღრმეზე ძლიერ ვრცელდება (ნახ. 16, ბ); წყლის ქვეშ ყელის შექმნა საერთოდ შეუძლებელია (ნახ. 16, გ).



ნახ. 16. ხის ხიმინჯოვან „ყელის“ გაბენაზე წყლის და ჰაერის ჟანგბადის შეღწევის გავლენა ა) ქვიშარაში; ბ) თიხნარში; გ) წყლის ზევით.

ნარში, ჰაერის ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, ლპობა 0,5 მ სიღრმეზე ძლიერ ვრცელდება (ნახ. 16, ბ); წყლის ქვეშ ყელის შექმნა საერთოდ შეუძლებელია (ნახ. 16, გ).

ამით უნდა აიხსნას, რომ მრგვალი ხის მასალის შენახვის საუკეთესო საშუალებად ითვლება შენახვა ტბებში, მდინარეებში და აუზებში მტკნარო წყლით. ასეთ პირობებში დატული მერქანი არ ლპება, არ იბზარება, არ იბრძობება და ცეცხლწაქიდების საშიშროებისაგან დაცულია.

4. დაბოლოს, მერქნის ლპობასთან ბრძოლის რადიკალურ საშუალებად ითვლება ტენიანობის ფაქტორის გამოყენება. ლპობის პროცესის დაწყებისათვის აუცილებელია თავისუფალი ტენის არსებობა მერქანში, ე. ი. აუცილებელია მერქნის თუნდაც ადგილობრივი დასველება ბოქვების გაყვინის წერტილის ზევით.)

მერქნის ბოქვების ტენით სრული გაყვინთვა შესაბამება მერქნის 30%-იან ტენიანობას. მაგრამ ვინაიდან ხის ელემენტებს ხშირად დიდი ზომებო აქვს (როგორც უსიგრივე, ისე განიგვეთის მხრივ), ამიტომ ელემენტის შიგნითა ნაწილიდან ტენი ძნელად შორდება; ზოგჯერ ელემენტის შიგა ბოქვების ნაწილი ჯერ კიდევ სრული გაყვინთვის მდგომარეობაშია, მაშინ როდესაც მერქნის საშუალო ტენიანობა 30%-ზე საგრძნობლად ნაკლებია. ამიტომ პრაქტიკაში ხის ელემენტების დალპობის გარანტიად მიღებულია მათი გამოსრობა 18% ტენიანობამდე. ასეთი ტენიანობის მერქანს, როგორც ეს ზემოთაც იყო აღნიშნული, ჰაერზე გამშრალს უწოდებენ.)

ჰაერზე გამშრალი მერქანი ტენიანობის მხრივ წარმოადგენს ნორმალურ სამშენებლო მასალას საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და საწარმოო მშრალ შენობათა უმრავლესობისათვის. ამასთან ერთად, ის შეესაბამება მერქნის ფიზიკო-მექანიკური თვისებების ოპტიმალურ მნიშვნელობებს რადგან, მშრალ მდგომარეობაში მერქანი 1,5—2-ჯერ უფრო მაგარია, ხისტია, მსუბუქია და ნაკლებად სითბოგამტარია, ვიდრე დატენიანებული მერქანი.)

ამის გამო შენობათა და მიწისზედა ნაგებობების ხის კონსტრუქციების ლპობისაგან დაცვის ძირითად ღონისძიებას წარმოადგენს მათი დაცვა ყოველგვარი სახის დატენიანებისაგან. ამიტომ სასურველია, რომ ნაგებობათა ხის ნაწილები განხორციელებულ იქნეს ჰაერზე გამშრალ მერქნისაგან. ხოლო იმ შემთხვევებში, როდესაც იძულებული ვართ მივმართოთ ნედლი მასალის გამოყენებას, ანდა როდესაც მშენებლობის დროს ადგილი აქვს ხის მასალის დატენიანებას, მაშინ აუცილებელია მივიღოთ ზომები, რათა უმოკლეს დროში უზრუნველყოფილ იქნეს ხის ნაწილების თანდათანობით გამოსრობა. ამასთან ერთად, ზომები უნდა იქნეს მიღებული, რათა ნაშენის ექსპლუატაციის პერიოდში თავიდან იქნეს აცილებული ხის ნაწილების შემდგომი დატენიანების ყოველგვარი შესაძლებლობანი.

§ 7. ხის კონსტრუქციების დატენიანების ძირითადი შემთხვევები და მათთან ბრძოლის სამართო საშუალებანი

(ხის კონსტრუქციების დატენიანების შემდეგი ძირითადი შემთხვევებო განიჩევა:)

1. ხის კონსტრუქციების ადგილზე დამზადებით გამოწვეული დატენიანება;
2. ხის კონსტრუქციების ჰიდროგეოლოგიური დატენიანება;
3. ხის კონსტრუქციების დატენიანება ატმოსფერული ნალექებით;

4. ხის კონსტრუქციების ექსპლატაციის პირობებით გამოწვეული დატენიანება;

5. ხის კონსტრუქციების კონდენსაციური დატენიანება.

(ხის კონსტრუქციების [ადგილზე დამზადებით გამოწვეული დატენიანება შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული, მშრალი ხის მასალისაგან სამშენებლო დეტალების ქარხნული წესით დამზადებაზე გადასვლით და მათი ჩქაროსნული მონტაჟით. ამისათვის საჭიროა ყურადღება მიექცეს მერქნის საშრობი მეურნეობის განვითარებას, მერქნის მშრალად შენახვას და დატენიანებისაგან დასუღ ტრანსპორტირებას.)

განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს ტენის აორთქლებას მორებისა და ძელების ქიმებიდან. ამიტომ დაუშვებელია მასივური ელემენტების ქიმების, წყობასთან დახშულად მიღება, მათი გაფისვა, შეღებვა და შემოსვა.

ხის კონსტრუქციების ჰიდროგეოლოგიური დატენიანება, რასაც იწვევს ნიადაგის სისველე, ყამირის წყლები და სხვა, თავიდან უნდა იქნეს აცილებული სამშენებლო მოედნის მოსწორებით, მოკირწყლვით და საჭიროების შემთხვევებში სადრენაჟო არხების მოწყობით; ხის ნაწილები [ყამირის სისველისაგან იზოლირებულ უნდა იქნეს ტენსაიზოლაციო მასალებით: ტოლით, რუბეროიდით და სხვა.)

(ხის კონსტრუქციების დატენიანება ატმოსფერული ნალექებით თავიდან უნდა იქნეს აცილებული წყალუჯონადი სახურავების მოწყობით, დიდ შეერილიანი კარნიზების განხორციელებით და სხვა. ხის სახურავები, როგორც წესი, განხორციელებულ უნდა იქნეს შენალარებისა და პარაპეტების მოუწყობლად და გასანიავებელი სხეენით.)

ხის ნაწილების დატენიანება ექსპლატაციის პროცესში სხვადასხვა მიზეზებით ხდება, ასეთებია:

ა. სახურავებისა და წყალგადამყვანი მოწყობილობათა დაზიანებით (მილები, შენალარები და სხვა);

ბ. წყალსადენ-კანალიზაციისა და სათბობ მოწყობილობათა უწყისრიგობით;

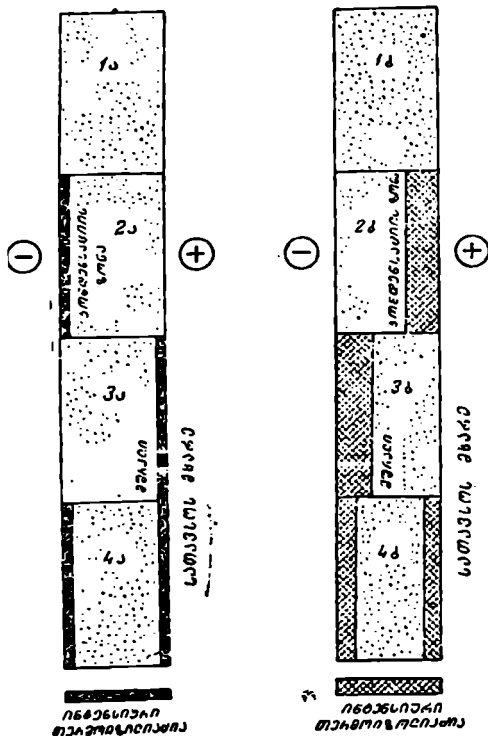
გ. ხის იატაკების არაწესიერი რეცხვით და სხვა.

უკელა ამჟამინებით გამოწვეული დატენიანების თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ხის ნაწილების ქიმიური დამუშავება (ანტისეპტირება), სანაიგიენური კვანძების მოწყობა ხის ნაწილების გამოუყენებელი და სხე.

1—4 პუნქტებში აღნიშნული დატენიანების პირობებისათვის დამახასიათებელია ტენის წვეთებრ-თხილი ფაქტორის არსებობა და მისგან ხის ნაწილებზე უშუალო ზემოქმედება. უშუალო დატენიანებისაგან უნდა განვასხვაოთ კონდენსაციური დატენიანება. ხისქლეშენტის დატენიანების წყაროს აქ წარმოადგენს კონდენსატი წყლის ორთქლის სახით, რომელიც გამოიყოფა ელემენტის ზედაპირზე ან მის სიღრმეში იმის გამო, რომ მისი ტემპერატურა უფრო დაბალია ვიდრე მერქნის გარშემო მყოფი ჰაერის გამტენითი ორთქლის ცვრის წერტილი.

ჰაერში არსებული ტენის კონდენსაცია დაკავშირებულია ტემპერატურის ვარდნასთან, რასაც ადგილი აქვს მაღალი ტემპერატურის ორთქლის უფრო ცივ ზედაპირთან შეხების დროს.

აღსანიშნავია, რომ კონდენსაციურ დატენიანებასთან ბრძოლა გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე ზემოაღნიშნულ დატენიანების სხვადასხვა შემთხვევებთან, თუ ამის საწინააღმდეგოდ შენობის აგებისას სათანადო ზომები არ იქნა მიღებული. ამის საილუსტრაციოდ გვანიჭილთ მე-17 ნახაზი. ამ ნახაზზე



ნახ. 17. შენობის დამცველ ნაწილებში ორთქლსაიზოლაციო და სითბოსაიზოლაციო ფენების განლაგება.

ადგილების (კედელში ფოლადის კოქების ჩამაგრება ჩაანკრება და სხვა) მოწყობა.

2 ა სქემა ხელს უწყობს კონდენსაციურ დატენიანებას და ამიტომ არ უნდა იქნეს გამოყენებული სამშენებლო პრაქტიკაში; გამოყოფილი კონდენსატი ზამთრობით იყინება, ფართოვდება, რასაც შეიძლება მოჰყვეს ცემენტის შეღესვის ჩამოკვენა და კედლის ეფექტური სითბოტექნიკური თვისებების გაუარესება.

ასევე მიუღებელია ფოროვანი სითბოსაიზოლაციო ფენის მოთავსება კედლის თბილ მხარეს, ე. ი. კედლების შიგნით (სქემა 2 ბ), რასაც შეიძლება მოჰ-

ნაჩვენებია თბილ შენობათა დამცველ (შემომფარგვლელ) ნაწილებში? ორთქლსაიზოლაციო და სითბოსაიზოლაციო ფენების განლაგების ძირითადი სქემები, რაც განსაზღვრავს ამ ნაწილების კონდენსაციურ დატენიანების შესაძლებლობას და ხასიათს.

1 ა და 1 ბ სქემებში არ გვაქვს ორთქლსაიზოლაციო და არც სითბოსაიზოლაციო შრე; დამცველ ნაწილს მთელ სისქეზე აქვს ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურა (კედლები: ძელებისაგან, აგურისაგან, წიდა-ბეტონი და სხვა). გამოკვლევებით დამტკიცებულია, რომ ჩვეულებრივ კედლებში, როდესაც მათ აქვთ ერთგვაროვანი ფოროვანი სტრუქტურა და საკმაო სისქე, არ ხდება მათი კონდენსაციური დატენიანება. ამასთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს გასათბობი შენობების დამცველ კონსტრუქციების ყველა ნაწილში თანაბარი თერმული წინაღობის განხორციელებას. ამიტომ დაუშვებელია დამცველ კონსტრუქციებში ვიწრო სისქეების (ნიშნების, ხვრელების და სხვა) და სუსტი

ყვეს ტენის სისტემატური კონდენსაცია გაცეებული კედლის გარე ნაწილის შიგნით.

2ა და 2ბ სქემებთან შედარებით სრულიად საწინააღმდეგო სურათს ეხედავთ 3ა და 3ბ სქემებზე. ეს სქემები ხელს უწყობენ დამცველი კონსტრუქციის შრობის გამომწვევ საექსპლუატაციო რეჟიმს და ამიტომ წარმოადგენენ გასათბობი შენობების შემომფარგვლელ ნაწილების გადაწყვეტის ძირითად, რეკომენდებულ სქემებს. მართლაც, 3ა სქემის მიხედვით ორთქლსაიზოლაციო მასალის მოთავსება კედლის შიგნითა მხარეს საშუალებას იძლევა უვნებელყოფოს ტენის დიდი რაოდენობით გამოყოფა ისეთ სათავსოებშიც კი, როგორცაა სამზარეულოები, სააბაზანო ოთახები და სხვა. ასეთ შემთხვევებში, ფანჯრების მინების ანალოგიურად, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ორთქლის მხოლოდ ზედაპირულ კონდენსაციას ორთქლსაიზოლაციო ფენაზე (მაგალითად, გლახურიან მოქიქულ) ზედაპირზე, როგორცაა ევრამიკის ფილები. რაც შეეხება გველენას არ ახდენს კედლის ჰიგროსკოპიულ სითბოსაიზოლაციო მასალაზე.

მშენებლობის მრავალწლიანი პრაქტიკით გამართლებულია კედლების ფენოვანი კონსტრუქციების (მაგ. კარკასული კედლების) შემდეგნაირი გადაწყვეტა: ინტენსიური ორთქლსაიზოლაციო ფენა კედლის თბილი (შიგა) მხარისაკენ, ხოლო თბოიზოლაცია კედლის ცივ (გარეთა) მხარეს.

ხის კონსტრუქციების მშენებლობაში 4ა და 4ბ სქემა, როგორც წესი არ უნდა იხმარებოდეს რადგან ისინი ხასიათდებიან ცვალებადი ტენიანობის რეჟიმით გასათბობი შენობის შიგნითა მხარისაკენ. ორთქლსაიზოლაციის უმნიშვნელო დაზიანება, ან გარეთა მხარეს თერმოიზოლაციის დაზიანება, მეოთხე სქემას აქცევს მიუღებელ მეორე სქემის ტიპად, რომელიც ხელს უწყობს სისტემატურ დანოტიობებს.

კაპიტალურ ნაგებობათა ყველა ხის ნაწილები, რომლებიც 20%-ზე მეტ სისტემატურ ან პერიოდულ დანოტიობებს განიცდიან, დატული უნდა იქნენ ლპობისაგან ანტისეპტიკების გზით.

§ 5. ხის ლპობისაგან დაცვის ღონისძიებანი

(მერქნის ლპობას ნაშენებში დიდი ზარალი მოაქვს ჩვენი სახალხო მეურნეობისათვის.) ამიტომ ნაშენის ხის ელემენტების ლპობისაგან დაცვას ისეთივე მნიშვნელობა აქვს, როგორც ნაგებობის სიმტკიცისა და საერთო საიმედოების უზრუნველყოფას.

(ხის ლპობის საწინააღმდეგო ღონისძიებების მთელი მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ თავიდან იქნეს აცილებული ლპობის გამომწვევი მიკროორგანიზმების (სოკოების) ცხოველშობების შესაძლებლობა. ამის მიღწევა ორი გზით შეიძლება:)

1. ხის გაშრობით, მისი ტენიანობის დაყვანით ჰაერზე—გამშრალ მდგომარეობამდე—კონსტრუქციული პროფილაქტიკით;
5. მერქნის ხელოვნურად მოწამლივით სხვადასხვა ქიმიური საშუალებებით—ანტისეპტიკებით.

1. კონსტრუქტიული პროფილაქტია

ძირითადი მოთხოვნები

(ხის კონსტრუქციების ლობისაგან დაცვის საწინააღმდეგო ღონისძიებანი, ე. წ. კონსტრუქციული პროფილაქტია, გამოყენებულ უნდა იქნეს ყველა შენობაში და ნაგებობაში მათი დანიშნულების მიუხედავად.)

(შენობის ყველა ნაწილები დაცული უნდა იქნეს ატმოსფერული და ყა-მირის წყლებით დატენიანებისაგან;

(შენობის შიგა ხის კონსტრუქციების ყველა ელემენტი დაცულ უნდა იქნეს დატენიანებისაგან, რასაც იწვევს სველი სათავსების დამახასიათებელი ტენიანი რეჟიმი და სანტექნიკურ მოწყობილობათა უწყისეობანი;)

(ყველა დამცველი კონსტრუქცია გარე კედლები, პირველი სართულის იატაკები, სასხვენო და არასასხვენო გადახურვები დაცული უნდა იქნენ გადაციებისაგან, გაყინვისაგან და კონდენსაციური დატენიანებისაგან.)

(უფრო მეტად სითბოგამტარ მასალებსა (ფოლადი, ქვა, ბეტონი) და ხის შორის მოთავსებულ უნდა იქნეს სითბოსაიზოლაციო შუადები (ქეჩა, ხის მოკლე ნაქრები) შეერთების სიბრტყეში ხის ელემენტების კონდენსაციურ დატენიანებისაგან დასაცავად.

(ხის ნაწილების ლობის საწინააღმდეგოდ მიღებულ უნდა იქნეს სათანადო ღონისძიებანი) კვეთით მითითებულია მხოლოდ ზოგიერთი სახის ხის კონსტრუქციებისათვის საპირო ღონისძიებები.

1) (შიდავი ხის კონსტრუქციები. მზიდავი ხის კონსტრუქციების ყველა ელემენტი მოთავსებულ უნდა იქნეს ან თბილ სათავსოს ფარგლებში ან სხვენში.)

(დაუშვებელია სანიენიო ფერმების ქვედა სართულების და შემკრავების გამოყენება სასხვენო გადახურვის კოქებად, მათი მოთავსებით სათბური მასალის სისქეში.)

(სასხვენო გადახურვა უნდა მოეწყოს შეკიდული ქერით, ხოლო ფერმის ქვედა სართული დაშორებულ უნდა იქნეს სათბური მასალისაგან არა ნაკლები 10 სმ.)

სახურავის ელემენტები (გრძივები, ნიენივის ფეხები, ფენილი) სათბური მასალისაგან გამხოლოებული უნდა იქნეს ტოლის ფენით;

თბილი სახურავის საპირო სიღრუეები გამხოლოებული უნდა იქნეს შენობის შიგნითა თბილი და ტენიანი ჰაერისაგან ორთქლსაიზოლაციო მასალით (ტოლი, რუბეროიდი), ხოლო შენობის გარეთა ცივ ჰაერს უნდა უერთდებოდეს ე. წ. „ცივი სანიავებელი ხერგებით“ (ნახ. 18).

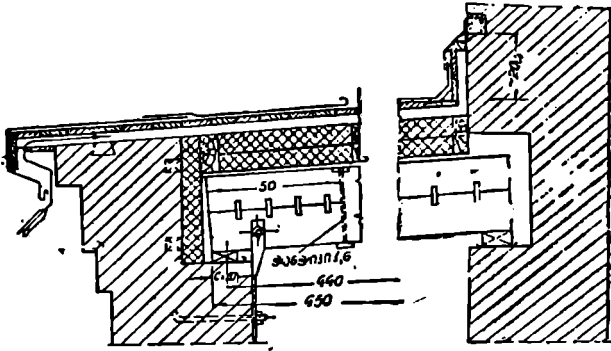
ფერმების, ლურსმოვანი კოქების და სხვა შედგენილი კონსტრუქციების საყრდენი კვანძების ქვის წყობაში ყრულ ჩამაგრება დაუშვებელია. განიავების მიზნით შიდი ხის კონსტრუქციების ყველა ელემენტი ღიად უნდა იქნეს დატოვებულ; უნდა შეიძლებოდეს მათთან მიდგომა ჭდათვალეირების და ანტიცემპირების განახლების მიზნით.

უნდა ეერიღოთ ხის სახურავებში შიგა წყალჩაღინებას და შენალარების მოწყობას.

ზედა განათებისათვის საჭირო სანათურები სასურველია შვეული მომინივით გაკეთდეს. ღია ნაგებობანი დაცული უნდა იქნენ სახურავით და გვერდითი გარსამოსით.

ხის შენობები და ნაგებობანი, აგრეთვე ხის ცალკეული კოლონები დაყენებული უნდა იქნეს ქვის ან ბეტონის საძირკვლებზე, რომლებიც მიწის ღონიდან აწეულია არანაკლებ 0,5—0,8 მ.

ხის საძირკვლების გამოყენების აუცილებლობის შემთხვევაში ისინი ანტისეპტირებულ უნდა იქნეს.



ნახ. 18. სანიაგებელი ხერელების მოწყობა სახურავებში.

2. მერქნის ანტისეპტირება

1 ანტისეპტიკების მოკლე დახასიათება. სამშენებლო მერქნის ლპობის საწინააღმდეგოდ კონსტრუქციულ ღონისძიებებთან ერთად, მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მათი ქიმიური დაცვა, რასაც ანტისეპტირებას უწოდებენ.¹

ხის ნაწილების ლპობის საწინააღმდეგოდ გამოყენებული ანტისეპტიკები, უპირველეს ყოვლისა, უნდა იქნენ მერქნის მრღვევი ტოქსიური (შხამიანი) სოკოების წინააღმდეგ. ანტისეპტიკის ტოქსიურობა განისაზღვრება ე. წ. „ზღვრული დოზით“, ე. ი. ანტისეპტიკის საშუალებით წყლის ხსნარის მინიმალური კონცენტრაციით, რომლის დროსაც ამ ხსნარით გაქვნილი მერქანში სოკოები ვეღარ ჩნდება. ანტისეპტიკები, საკმარისი ტოქსიურობის გარდა, უნდა აკმაყოფილებდნენ კიდევ შემდეგ მოთხოვნილებებს:

ა) ანტისეპტიკები ადამიანთა და ცხოველთა ჯანმრთელობისათვის საშიში არ უნდა იქნენ;

ბ) ე. წ. წყლით ხსნადი ანტისეპტიკები, წყალში კარგად უნდა იხსნებოდნენ;

გ) ანტისეპტიკით დამუშავებული ხის ნაწილები ხანძრის მხრივ საშიში არ უნდა იქნენ;

¹ ანტისეპტიკები ეწოდება ქიმიურ მასალებს, რომლებიც მერქანს ლპობისაგან იცავენ.

დ) ანტისეპტიკები არ უნდა ამცირებდნენ მერქნის მექანიკურ სიმტკიცეს;

ე) ანტისეპტიკები არ უნდა იწვევდნენ მშენებლობაში გამოყენებულ ფოლადის ნაწილების (ლურსმნები, ქანკიკები) კოროზიას;

ვ) ანტისეპტიკები არ უნდა გამოყოფდნენ მავნე გაზებს და ამასთან უნდა იქნენ ქიმიურად და ფიზიკურად გამძლე.

ერთდროულად ყველა ამ პირობების არც ერთი ანტისეპტიკი არ აკმაყოფილებს.

ანტისეპტიკების ორი ძირითადი სახე განირჩევა:

1) წყლით ხსნადი ანტისეპტიკები,

2) ზეთოვანი ანტისეპტიკები.

წყლით ხსნადი ანტისეპტიკები იხმარება ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებიც დაცულია ატმოსფერულ, ყამირის და საექსპლოატაციო ტენის უშუალო ზემოქმედებისაგან. ასეთი ანტისეპტიკები უმთავრესად არაორგანული წარმოშობის არიან, მათ ეკუთვნიან: ფლუორიანი ნატრიუმი (NaF), კაუბაღფლუორიანი ნატრიუმი (Na_2SiF_6), კაუფლუორიანი მაგნიუმი (MgSiF_6). წყლით ხსნადი ორგანული ანტისეპტიკებიდან შეიძლება დავასახელოთ დინიტროფენოლი $[\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_2\text{OH}]$, უკანასკნელი, მისი დიდი ტოქსიურობის გამო გამოიყენება ნედლი მასალით განხორციელებულ ნაგებობებში და აგრეთვე ღია ნაგებობის დასაცავად.

ზეთოვანი ანტისეპტიკები იხმარება ტენის უშუალო ზემოქმედებისაგან დაუტყველ კონსტრუქციებისათვის, მათ ეკუთვნიან კრეოზოტის ზეთი (ქვანახშირის ფისის გამოხდის პროდუქტი), კარბოლინენუმი, (კრეოზოტის თვისებების მსგავსი მოშავო სითხე), მწვანე ზეთი (ნავთობის გადამუშავების პროდუქტი) და სხვა.

ზეთოვანი ანტისეპტიკები ხანგრძლივი და ეფექტური მოქმედებით ხასიათდებიან. ისინი კარვად ეწინააღმდეგებიან წყლის მოქმედებისაგან გამოტუტვას და შედარებით ნაკლებად აირადი არიან, რითაც ძირითადად აიხსნება მათი მოქმედების ხანგრძლიობა. მერქნის კრეოზოტირება ამცირებს მერქნის ჰიგროსკოპიულობას და გააჯირჯევებს მისი დატენიანების დროს. კრეოზოტის ზეთს ახასიათებს დიდი ტოქსიურობა არა მარტო ყველა სახის სოკოების წინააღმდეგ, არამედ აგრეთვე ხის მრღვევი ბაქტერიებისა და მწერების მიმართ. მერქნის კრეოზოტირება არ ამცირებს მერქნის მექანიკურ თვისებებს და არ იწვევს ფოლადის დეტალების კოროზიას.

მერქნის კრეოზოტირება შეიძლება მხოლოდ მაშინ, როდესაც მისი ტენიანობა 35%-ზე ნაკლებია. კრეოზოტირებიდან რამდენიმე თვის გასვლის შემდეგ მერქანს ახასიათებს დიდი აალებადობა. ზეთოვანი ანტისეპტიკით გაყვანილი ზედაპირების შეღებვა შეუძლებელია და ისინი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არასასიამოვნო სუნით ხასიათდებიან. ზეთოვანი ანტისეპტიკების ამ თვისებათა გამო, ისინი უმეტესად გამოიყენებიან ისეთ ნაგებობებში, რომლებიც განიცდიან ატმოსფერულ ან სხვა სისტემატურად გამოყოფილ ტენის ზემოქმედებას.

ზეთოვანი ანტისეპტიკების გამოყენება საცხოვრებელ სათავსების შიგა ხის ნაწილებისათვის არ შეიძლება.)

ამ ძირითადი ანტისექტიკების გარდა, გამოიყენება აგრეთვე მეორეხარისხოვანი ანტისექტიკები: რკინის შაბიამანი, სპილენძის შაბიამანი და ქლორიანი თუთია. ანტისექტიკების ეს ჯგუფი არაორგანიული წარმოშობის არიან და სუსტი ტოქსიურობით ხასიათდებიან.

სპილენძის შაბიამანი და ქლორიანი თუთია იწვევენ ფოლადის ნაწილების კოროზიას, ხოლო ქლორიანი თუთიის ხსნარი 5%-ზე მეტი კონცენტრაციით არღვევს თვით მერქნას. ანტისექტიკების ამავე ჯგუფს ეკუთვნის სუფურის მარილი. უკანასკნელით ანტისექტირებას მიმართავენ მარილით მდიდარ რაიონებში.

2. მერქნის ანტისექტირების ძირითადი ხერხები. მერქნის ანტისექტირების შემდეგი ძირითადი ხერხები არსებობს:

ა. გაელენტვა — ზედაპირული ან ღრმა; ეს შეიძლება ანტისექტიკის მოსხურებით; ან წასმით და აგრეთვე მერქნის ჩაძირვით უშუალოდ ანტისექტიკის ხსნარით საესე აბაზანებში;

ბ. გაელენტვა შემდგომი მოქმედების ანტისექტიკებით; ეს შეიძლება ფხვნილების საშუალებით, ანტისექტირებული პასტი-„სუპერობმაჯით“ და ანტისექტირებული პასტისაგან გაკეთებული „ბანდაჟების“ გამოყენებით (ხის არტახებში შეყვრით);

გ. მერქნის მოწვა დანახშირებამდე.

მერქნის ზედაპირული ან ღრმა გაელენტვისას ანტისექტიკების მოსხურება ხდება ჰიდროპულტით, ხოლო ანტისექტიკის წასმა — ფუნჯებით. ანტისექტიკთან აბაზანებში გაელენტვა ხდება მათში მერქნის მოთავსებით (ჩაძირვით) 1—2 საათის განმავლობაში.

აღსანიშნავია აგრეთვე, ე. წ. „ცხელი და ცივი აბაზანას“ ხერხი, რაც შემდეგი მდგომარეობს: ხის მასალას სდებენ ანტისექტიკის ცხელი ხსნარით საესე აბაზანაში. გათბობის გამო მერქანში მყოფი ჰაერი თბება, ფართოვდება და ნაწილობრივ გარეთ გამოდის. შემდეგ მერქანს ათავსებენ აბაზანაში ანტისექტიკის ცივი ხსნარით. მერქნის გაცივების შედეგად მასში მყოფი ჰაერი იკუმშება, რის შემდეგ მერქნის შიგნით ჩნდება ვაკუუმი, რაც ხელს უწყობს ანტისექტიკის შეწოვას და მერქნის ღრმად გაელენტვას.

მერქნის გაელენტვა შემდგომი მოქმედების ხერხით ხდება ანტისექტირებული ფხვნილის, პასტის თუ ბანდაჟის საშუალებით და შემდეგში მდგომარეობს: მერქნის სინდლის გამო, მასში მყოფი წყალი შეეხება რა ანტისექტიკს, ხსნის მას და ბრუნდება უკან მერქანში უკვე ანტისექტირებული ხსნარის სახით. ამრიგად, მერქნის დატენიანებასთან ერთად ხდება მისი თავისთავად მოწამლაჟი.

კერძოდ, ფხვნილით ანტისექტირებისას, უკანასკნელს მოაყრიან ხის მასალას და შემდეგ ზევიდან აყრიან ქვიშის გამცველ ფენას 1,5—2 სმ (რომ ანტისექტიკის ფხვნილი ქარმა არ წაილოს).

„სუპერობმაჯა“ წარმოადგენს ანტისექტირებულ წებოვან პასტას, რომელიც წყანდება ანტისექტირებისათვის განკუთვნილ ხის ელემენტს ან მის ნაწილს. გაშრობისას „სუპერობმაჯა“ კარგად ჩერდება მერქანზე. ელემენტის ექსპლოატაციის პროცესში, მერქანში მყოფი ტენის ხარჯზე, რომელიც ეხება „სუპერ-

ობმაზკას, ხდება ანტისეპტიკის გადასვლა პასტიდან მერქანში და წარმოებს მისი გარე და შიგა ნაწილების გაქვინება.

ხის გაქვინება „ბანდაეების“ საშუალებით შემდეგნაირად ხდება. წინასწარ მზადდება ბანდაეები (არტახები) საგანით 0,5 მ და სიგრძით 0,8 მ. (ეს შეესაბამება 22—23 სმ დიამეტრიანი მრგვალი ხის განივევების წრეხაზის განფენილობას); ბანდაეის ფუძელ იღებენ ტოლს, რუბეროიდს ან ბითუმიტს გაქვინით მუყაოს ფურცელს, მის ზევიდან თანაბარი სისქით წაუსვამენ ანტიმეტირებულ პასტას და შემდეგ მიაყრიან ტროფის ფხვნილს, ბანდაეების ერთიმეორეზე დაწებების საწინააღმდეგოდ.

ასეთი სახით დამზადებული ბანდაეი შემოეკვრება ანტიმეტირებისათვის განკუთვნილ ხის ელემენტს ან მის ნაწილს. იმ ადგილას, სადაც მოსალოდნელია მერქნის ლპობა შემდეგში, მერქანში მყოფი ტენის ხარჯზე, დიფუზიის კანონით, ხდება მერქნის ანტიმეტირება იმავე წესით, როგორც ეს აღწერილია „სუპერობმაზკით“ ანტიმეტირებისას. „ბანდაეების“ საშუალებით ანტიმეტირება, ჩვეულებრივად გამოიყენება მრგვალი ხის მასალისათვის (მის გარშემო „ბანდაეი“ ადვილად შემოსაკრავია), მაგალითად, ტელეგრაფის ბოძებისათვის და ხიმიჩებისათვის.

ბანდაეებით ანტიმეტირების უპირატესობას ის შეადგენს, რომ არ გვექირდება სპეციალური აპარატურა, რის გამო ანტიმეტირების მუშაობის წარმოება ძალზედ გამარტივებულია.

ზემოაღნიშნული ხერხებით მერქნის ანტიმეტირება ხდება მისი მექანიკური დამუშავების შემდეგ. თუ ანტიმეტირების შემდეგ მოხდა მერქნის დამატებითი დამუშავება, მაშინ ყველა ის ადგილები, სადაც დარღვეულია ანტიმეტირების ფენის განუწყვეტლობა და მერქანი გაშიშვლებულია, ხელახლა უნდა იქნენ ანტიმეტირებული, წინააღმდეგ შემთხვევაში ანტიმეტირება თავის დანიშნულებას ჰკარგავს.

§ 9. ხის ენტომოლოგიური მავნებლები

ხის მრღვევი სოკოების გარდა, მერქანი განიცდის დაზიანებას აგრეთვე სხვადასხვა მავნებლებისაგან მწერების სახით. ხის მავნებელი მწერები ორ ჯგუფად იყოფა: პირველი ფიზიოლოგიური მავნებლები, რომლებიც აზიანებენ ცოცხალ ხეებს, მეორე — ტექნიკური მავნებლები, რომლებიც აზიანებენ მკვლარ მერქანს და აგრეთვე ხის შუა ნაკეთობებს.)

ფიზიოლოგიური მავნებლებიდან შეიძლება დავასახელოთ მწერების მხოლოდ ერთი კატეგორია, რომლებიც იწვევენ ხის ტანის დაზიანებას. ესენია სხვადასხვა სახის ხოჭოები.)

მიწისზედა ნაგებობათა მთავარ მავნებლებს ეკუთვნიან-მღრღნელი ხოჭოები და აგრეთვე პრასიკურო („ტერმიტი“).

წყალქვეშა საზღვაო ნაგებობათა მერქნის მავნებლებს ეკუთვნიან სიპინები („მოლუსკი“) და კიბოს მსგავსი მავნებლები.

ხის ნაწილების რღვევას ძირითადად იწვევს ხოჭოების მატლები. მხოლოდ მტკნარ წყალში მყოფი ხის მასალა დაცული ყრის ამ მავნებლების საშიშროებისაგან.

ხოკოებთან ბრძოლის საშუალებებს ეკუთვნის: ტყის წესიერი მოვლა, დაზარალებულ მერქნის დროულად გამოზიდვა, საწყობების სუფთად დაცვა და სხვა;

ამ მავნებლებისაგან მერქნის დაცვის ძირითად ღონისძიებებს ეკუთვნიან:

1. მერქანზე მავნებელი მწერების მოხვედრის შესაძლებლობის მოსაზრება:

ა) მორებისაგან ქერქის სწრაფად მოშორება და მათი გამოზიდვა ტყიდან;

ბ) ზღვის წყალში მყოფ ხიმიჯების ჰერმეტიული შემოსვა თუთიის ან სპილენძის ფურცლებით.

გ) საბჭოთა კავშირის სამხრეთ რაიონებში (ამიერკავკასია, კასპიის ზღვის სანაპიროები, თურქმენეთი), სადაც გავრცელებულია პრასიკუროები („თერმიტები“) ნაშენის ხის ნაწილების იზოლაცია მიწისაგან უნდა ხდებოდეს ქვის საძირკვლების მოწყობით, ხოლო უშუალოდ ამ მწერების შემჩნევის ადგილებში მოსხმული უნდა იქნეს ნავთობი¹.

2. დაზარალებული მერქნის დეზინსექცია (პარაზიტ მწერების მოსაზრება):

ა) სითბოს საშუალებით, რასაც ადგილი აქვს მერქნის ელექტრო და კამერულ შრობისას;

ბ) ქიმიური საშუალებებით — ხრჩოლით;

გ) მერქნის ანტისექტირებით (მოწამლვით).

პრაქტიკით შემოწმებულია, რომ მავნებელ მწერებისაგან მერქნის დაცვის მხრივ საიმედო საშუალებას წარმოადგენს მისი ღრმა გაყინვითა კრეოზოტის ზეთით, დაწნევის ქვეშ.)

§ 10. ხის კონსტრუქციების სახანძრო საშიშროებისაგან დაცვა

1. ზოგადი ცნობები

(ხის მასალის წვასა და ლპობას ერთგვარი მსგავსება აქვს: ორივე შემთხვევაში, წვის ან ლპობის ქიმიური რეაქციის დამთავრების შედეგად, წარმოიშობა ნახშირმეფა აირი და წყალი. წვის პროცესის ლპობისაგან განსხვავებულ თავისებურებას შეადგენს მისი განვითარების კატასტროფული ტემპი და მაღალი ტემპერატურა, რომელსაც ცეცხლსაშიშს უწოდებენ — $t > 270^{\circ}$.)

(მერქნის წვისათვის საჭიროა ერთდროულად შემდეგი ორი პირობა: გარემომცველი ჰაერის 270° -ზე მეტი ტემპერატურა და მერქნის ყოველი 10 მ³-ის წვისათვის საჭირო 2000 მ³ ჰაერი.) ამ პირობების არსებობისას მერქანში არსებული ნახშირბადი ქიმიურად უერთდება ჰაერის ეანგბადს და ხდება მერქნის აალება — წვა, რასაც შედეგად მოსდევს სითბოს დიდი რაოდენობის გამოყოფა. (1 კგ მერქანი მთლიანად დაწვის დროს გამოყოფს 4400 დიდ კალორიას. ხანძრის საშიშროების შემცირება და ზოგიერთ შემთხვევაში მისი თავიდან ასრულიად აცილება შეიძლება ერთ-ერთი ამ ორი პირობათაგანის გამორიცხვით.)

¹ „თერმიტები“ ცხოვრობენ ნაწილობრივად სველ ნიადაგში და მერქანს აზიანებენ ან მისი მიწაში უშუალოდ ჩასობისას ან მიწისაგან მცირედ დაშორების შემთხვევაში.

(რამდენადაც მეტია მერქანში ტენი, იმდენად მეტი სითბო იხარჯება მის გასათბობად და წყლის ორთქლად გადასაქცევად; ამის გამო ტენიანი მასალა უფრო კარგად ეწინააღმდეგება ცეცხლს.)

სამრეწველო, სამოქალაქო, სასოფლო და სხვა დანიშნულების შენობათა უმრავლესობისათვის ცეცხლის გაჩენის პირვანდელი მიზეზები შემთხვევითი ხასიათისაა (ნაპერწყლის გაჩენა, კვამლსადენ მილებში მურის აალება, ელექტროსადენის მოკლე ჩართვა და სხვა). ამიტომ მშენებლობაში დაუშვებელია ცეცხლისაგან დაუსეკელი, ადვილად აალებადი შემავესებელი მასალების (ბურბუშელა ფურჩი) გამოყენება მათი ანთების საწინააღმდეგოდ სათანადო ზომების მიუღებლად.

ჰაერის წვეის სიჩქარის გადიდება, როგორც წესი, ხელს უწყობს ხანძრის ინტენსივობას და მის გავრცელებას; პირიქით, ჰაერის მოძრაობის შენელება უარყოფითად მოქმედებს ხანძრის განვითარებაზე და გავრცელებაზე.

(რამდენადაც მეტია მერქნის წვის ზედაპირი, ე. ი. რამდენადაც ხის ელემენტები არამასივურია, იმდენად მეტია მერქნიდან გამოყოფილი წვადი აირების რაოდენობა, მით მეტია ტემპერატურა და სწრაფია წვის პროცესი.)

მერქნისათვის საშიშია არა მარტო ცეცხლის უშუალოდ შეხება მასთან, არამედ გათბობის ფორმებიც, განსაკუთრებით თუ გათბობა დიდხანს გრძელდება. ასე, მაგალითად, მაღალი ტემპერატურის დროს თავს იჩენს მერქნის პლასტიკურობა, რასაც შეიძლება მოჰყვეს კონსტრუქციის ფორმის შეცვლა. ამიტომ დაუშვებელია ხის კონსტრუქციების გამოყენება ისეთ სათავსოებში, სადაც მერქნის ტემპერატურამ შეიძლება გადააქარბოს 50°-ს.)

ხის წვა

(ხე არა მარტო იწვის, არამედ ხელს უწყობს წვას და ხანძრის განვითარებას, ვინაიდან გამოჰყოფს სითბოს დიდ მარაგს.) სწორედ ეს გარემოება ქნის მშენებლობაში მერქნის გამოყენების საშიშროებას. მიუხედავად ამისა, მერქნის წინაღობა ცეცხლის მიმართ საკმარისად დიდია, თუკი ელემენტების კვეთები მასივურია და ამავე დროს ისინი ერთიმეორეზე სითბურ ზემოქმედებას არ ახდენენ. რამდენადაც ელემენტი მსხვილია, მით მცირეა ელემენტის გარე ზედაპირის შეფარდება მის მოცულობასთან და ამდენადვე დაყოვნებულია წვის პროცესი.

ხანძარსაშიშროების მხრივ ელემენტების მასივურობის გარდა არსებითი მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა ხერელების (მაგ., სავენტილაციო ხერელები) არსებობას კონსტრუქციებში, განსაკუთრებით კი გადახურებებში. ეს ხერელები, თუ სათანადო ზომები არ იქნა მიღებული მათში წვეის შემცირების წინააღმდეგ, ხელს უწყობენ ჰაერის წვეის განვითარებას და ამდენადვე წვის ტემპერატურის ამაღლებას და მის ინტენსიურობას.

ხის კონსტრუქციების ხანძარსაშიშროებისათვის მნიშვნელობა აქვს ელემენტების ცეცხლგამძლეობას ხანძრის პირობებში. ელემენტების ცეცხლგამძლეობა ხასიათდება დროის ხანგრძლიობით, რომლის განმავლობაში ელემენტი ინარჩუნებს თავის ძირითად საექსპლოატაციო თვისებებს (ელემენტის ამტანუნარიანობას, კონსტრუქციის დასცველობის უნარს და სხვა).

ასე, მაგალითად, წიწვოვანი ჯიშის ხის კოქის, განივ კვეთით 18×18 სმ ცეცხლგამძლეობა დაახლოებით 40 წუთს უდრის. მონოლითური ხის კარებს — სისქით 54 მმ, ცეცხლის ალის კარების ცალმხრივ მოქმედებისას 900° -იანი ტემპერატურის ქვეშ აქვს ცეცხლგამძლეობა 1 საათი; მხოლოდ ამ დროის გასვლის შემდეგ კარებში ჩნდება განგმირი გამოწვა; შელესვისაგან დაუცველი ხის კოლონები განივ კვეთით 30×30 სმ ამტანუნარიანობას კარგავენ $35-50$ წუთის შემდეგ.

აღსანიშნავია, რომ მზიდავი კონსტრუქციების ამტანუნარიანობა საგრძნობლად დიდდება ცეცხლგამძლე სამოსების გამოყენებით. ასე, მაგალითად, კოლონები, რომლებიც დატულია 25 მმ სისქის ცემენტის შელესვით ფოლადის ბადეზე ინგრევა 135 წუთის შემდეგ. ამავე დროს ხის კოლონებთან ერთნაირ პირობებში ჩაყენებული, — კუთხედებისაგან განხორციელებული ფოლადის მოქლონილი კოლონა შელესვის დამცველი ფენის გარეშე ინგრევა 11 წუთის შემდეგ.

საერთოდ, დაუცველი მასიური ხის ელემენტების ცეცხლგამძლეობის ხარისხი, როგორც წესი, მნიშვნელოვნად აღემატება შესაბამის მაჩვენებელს ცეცხლისაგან დაუცველი ფოლადის და რკინაბეტონის ელემენტებისას, რომელთაც ჩამონგრეული აქვთ არმატურის დამცველი ბეტონის ფენა.

(მერქნის წვის პროცესი სამ ფაზად იყოფა:)

1) მოსამზადებელი ფაზა. მერქანი თბება სითბოს გარეშე წყაროსაგან; ამ სითბოს შთანთქმის შედეგად იწყება მერქნის თერმული დაშლა; ამას ენდოთერმულ პროცესს უწოდებენ. დაახლოებით 110° ტემპერატურის დროს შესამჩნევი ხდება მერქნის აქროლადი შემადგენელი ნაწილების — გაზეზის გარეთ გამოყოფა და მერქნის გაყვითლება.

2) წვის ალისებრი ფაზა. ეს ფაზა ხასიათდება მერქნის თერმული დაშლის შედეგად წარმოშობილი საწვავი აირების გარეთ მოძრაობით და მათი ალისებრი წვით გარშემორტყმული ჰაერის ენგბადში. ეს პროცესი მიმდინარეობს ცეცხლის ალის ქვეშ ტემპერატურით $t=215-260^{\circ}$. როდესაც მერქნის ტემპერატურა -270° -ს მიაღწევს აირწარმოშობა მეტად ინტენსიური ხდება, თვით პროცესს კი ეგზოთერმიული ეწოდება.

წვის ალისებრი ფაზა, ისევე როგორც მოსამზადებელი ფაზა, ხასიათდება წვის პროდუქტების მოძრაობით მერქნის შიგნიდან გარეთ ჰაერის ენგბადისაკენ. გამოყოფილი გაზეზების წვა ხდება მერქნის გარეთ.

აღსანიშნავია, რომ ალისებრი წვის დროს მერქანი გამოყოფს თავის მთლიანი სითბოტევადობის დაახლოებით $2/3$ ნაწილს.

3) ლევილის ფაზა. ალისებრი წვის შედეგად მერქნიდან აირების გამოყოფის შემდეგ დარჩენილ ნახშირსაც აქვს ჰაერის ენგბადთან შეერთების უნარი; მაგრამ ძირითადად მას შეუძლია წვის გაგრძელება მხოლოდ გარე ენგბადის მასთან შეერთებისას. ამაში მდგომარეობს მესამე ფაზის ძირითადი განსხვავება პირველი ორი ფაზისაგან.

3. ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებანი

მერქნის გადაშენება ისე, რომ ის სრულიად უწყვი გახდეს შეუძლებელია; მაგრამ მთელი რიგი ცეცხლდამცველი ღონისძიებების დახმარებით

შეიძლება მისი ცეცხლგამქლეობის გადიდება და ხანძარსაშიშროების შემცირება. ხის კონსტრუქციების ხანძარსაშიშროებისაგან დაცვის ღონისძიებანი შეიძლება 4 ძირითად ჯგუფად გაიყოს:

- 1) კონსტრუქტიული (საერთო სამშენებლო) ღონისძიებანი;
- 2) ცეცხლდამცველი საღებავები;
- 3) ცეცხლდამცველი შეღესები;
- 4) კიმიური ღონისძიებანი.

განვიხილოთ თითოეული მათგანი:

1) საერთო სამშენებლო ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებებს საფუძვლად უდევს ჰაერის წვეის მოსპობის ან შენელების პირობები. ელემენტების მასივურობა და სხვა კონსტრუქციული საშუალებანი, რომლებიც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ხის კონსტრუქციების დაგეგმარებისას:

ა. ხის კონსტრუქციების შენობათა დამცველი ნაწილები (გადახურვები, ხის კედლები, ტიხრები, შეძლებისამებრ სიკარიელებების გარეშე უნდა განხორციელდეს);

ბ. სიკარიელების არსებობის აუცილებლობის შემთხვევაში, (რაც ხელს უწყობს ხანძრის ინტენსიურად განვითარებას), უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს უკანასკნელთა დაყოფა, ცალკეულ იზოლირებულ სექციებად;

გ. ხის ნაწილებში წვადი სითბოსაიზოლაციო მასალების გამოყენება მაქსიმალურად უნდა იქნეს შემცირებული;

დ. შიდი ხის კონსტრუქციების დაგეგმარებისას ძირითადად გამოყენებულ უნდა იქნეს მასიური ელემენტები, სიკარიელების გარეშე; ფიცრების გამოყენების მაგიერ უკეთესია ძელებისა და მორების გამოყენება. ამ შიხით მიღებულია, რომ ხის კოქების სისქე ≥ 8 სმ ელემენტების წიბოები მიზანშეწონილია დამრგვალდეს (ნაწიბურების ჩამოთლით), ხოლო წახნაგები გაშალაშინდეს;

ე. უნდა ვერიდოთ ნედლი მასალის გამოყენებას, რადგან მოსალოდნელია შრობისაგან გამოწვეული ბზარების გაჩენა, სადაც ადვილად გროვდება ხანძარსაშიში ორგანული მტკერი. კაპიტალური ხის ნაგებობებში ფიცრებისაგან განხორციელებული ლურსმოვანი კონსტრუქციების მაგიერ გამოყენებულ უნდა იქნეს მონოლითური წებოვანი კონსტრუქციები.

გ. მგზობელ ხის შენობებზე ხანძრის გავრცელების საწინააღმდეგოდ დაცული უნდა იქნეს შენობათა შორის ნორმატული დაშორებანი (სახანძრო უსაფრთხოების მოქმედი წესების თანახმად); ამასთან ერთად რეკომენდებულია განსაზღვრული მანძილების შემდეგ ქვის შენობებით გაშენებული ცეცხლდამცველი ზონების გამოყენება;

შენობებში, ფართოდ განთენილი გეგმით, უნდა მოეწყოს მთლიანი ცეცხლგამქლე კედლები — ბრანდმაუერების სახით, რომლებითაც შენობა იყოფა იზოლირებულ ბლოკებად. ბრანდმაუერი იწყება შენობის ფუძეში და მთავრდება სახურავის ზევით;

წინააღმდეგო ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებებს ეკუთვნის სპეციალური მოწყობილობანი, რომლებიც მოქმედებაში ავტომატურად მოდიან, როდესაც საკონტროლო წერტილებში ტემპერატურა განსაზღვრულ სიდიდეს მიაღწევს.

2) ცეცხლდამცველი საღებავები. ცეცხლდამცველი საღებავები წარმოადგენენ ხანძარსაშიშროებისაგან დაცვის ეფექტურ, მაგრამ ძვირადღირებულ საშუალებას. ცეცხლდამცველი საღებავების დანიშნულებას შეადგენს დაფარონ ხე ჰაერის შეხებისაგან; ცეცხლდამცველი საღებავები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა:

ა. სითბოსაიზოლაციო,

ბ. არასითბოსაიზოლაციო საღებავები.

სითბოსაიზოლაციო საღებავები პრაქტიკაში გვხვდება ნახშირწყლების სახით: კრახმალი, სულფალიგინის ექსტრაქტი გამონახსნარი და სხვა, რომლებსაც შერეული აქვთ აზბესტოვანი შემავსებლები. ეს საღებავები ესმება ხეს 1 მმ სისქის შრით; ცეცხლის მოქმედების შედეგად ისინი ქმნიან წვრილ-უჯრედოვან ნახშირბადოვან ქაფს სისქით 30—40 მმ. ეს ქაფი, როგორც კარგი სითბოიზოლატორი 1—2 საათით აყოვნებს ზედაპირის დაშლას საკმარისად მაღალი ტემპერატურის მოქმედების შემთხვევაშიც კი. საღებავების ეს ჯგუფი წყალში იხსნება და ჰიგროსკოპიულია, ამის გამო ისინი მხოლოდ მშრალ სათესებში გამოიყენება.

არასითბოსაიზოლაციო საღებავებს ეკუთვნის სილიკატური საღებავები, რომლებიც შედგებიან თხილი მინისაგან და შემავსებლებისაგან (ცარცი, თალკი, აგურის ფხვნილი). ეს საღებავები, პირველი ჯგუფის მსგავსად, წყალგამძლე არ არიან. ჰაერში მყოფი ნახშირმჟავას გაუღენით ხდება თხილი მინის თანდათანობითი ქიმიური დაშლა, რის შედეგად იწყება შელებილ ზედაპირიდან საღებავის ფენა-ფენად მოძრაობა; ამ საღებავების საიმედო მოქმედების ვადა 1—2 წლით განისაზღვრება. ცდებით მიღებულია, რომ ასე შელებილი ზედაპირები 600—700° ტემპერატურის მოქმედებას 20 წუთის განმავლობაში უძლებენ და აალებას არ იწყებენ.

ცეცხლისაგან დაცვის მიზნით ზოგიერთ შემთხვევაში მიმართავენ მერქნის კირის ხსნარით შეღებვას (შეთეთრებას), რაც მხოლოდ ნაწილობრივ არის გამართლებული.

ამ უმარტივესი საღებავების გარდა, რომლებიც მშენებლობაზე ადვილად დასამზადებელია, უკანასკნელ ხანებში მიმართავენ უფრო რთული რეცეპტურის საღებავებს, მათ შორის ზეთოვანი საღებავების გამოყენებას, რომლებიც ვაკუუმით ძვირი ჯდება, მაგრამ საგრძნობლად აღიღებენ საღებავების ცეცხლდამცველობის უნარს.

3) ცეცხლდამცველი შელესვები. საღებავებთან შედარებით, შელესვების ძირითად განსხვავებულ თავისებურებას შეადგენს მათი დიდი სისქე. შელესვების ცეცხლისაგან დაცვის ეფექტიურობა, უპირველეს ყოვლის, დამოკიდებულია მათ სითბოსაიზოლაციო თვისებაზე.

ხანძარსაშიშროებისაგან ხის ელემენტების დაცვისათვის შელესვა წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ, მისაწვდომ და ეფექტურ საშუალებას.

შელესვის სხვადასხვა სახებიდან შედარებით უკეთეს ეფექტს იძლევა კირის შერევით მიღებული ბათქაში.

შელესვის ანალოგიურ ცეცხლსაწინააღმდეგო საშუალებებს ეკუთვნის სხვადასხვა სახის გარსამოსები: აზბოფანერა და აზბესტის შერევით მიღებული

სხვა მასალები, თიხაში ამოვლებული და სახურავის რკინით გადაკრული ქეჩა. და ა შ. აზბესტისაგან და ქეჩისაგან განხორციელებული სამოსი მათი სიძვირისა და დეფიციტურობის გამო იშვიათად იხმარება; მათ უმთავრესად იყენებენ ტემპერატურულ გამყოფებში.

4) ქიმიური ლონისძიებანი. ხის კონსტრუქციების ცეცხლისაგან დაცვის ერთ-ერთ საიმედო ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს მერქნის ზედაპირული ან ღრმა გაქლენთვა სპეციალური ცეცხლდამცველი ნივთიერებებით, რომლებსაც „ანტიპერინებს“ უწოდებენ.

ცეცხლდამცველი გამქლენთი ნივთიერებები შეიცავენ ამონიუმის სხვადასხვა მარილებს: გოგირდმჟავა ამონიუმს, ორჯერ შენაცვლებულ ფოსფორმჟავა-ამონიუმს, ბრომიან ამონიუმს და ბორის სიმეავის ნატრიუმთან მარილს. ამონიუმთან მარილების ცეცხლდამცველი მოქმედება შემდეგში მდგომარეობს. ამ მარილების თერმული დაშლის დროს თავისუფლდება მძლავრი სიმეავეები: ფოსფორის, გოგირდის, მარილის და სხვა. ეს სიმეავეები ახდენენ გაქლენთილი მერქნის დეჰიდრატაციას, ართმევენ რა მას წყალბადს და ეანგბადს. ამის შედეგად, გახურებული მერქნიდან მაღალკალორიული გაზების გამოსვლა მკვეთრად მცირდება, რაც თავის გაქლენას ახდენს მერქნის წვის ალისებრ ფაზაზე, რადგან დეჰიდრატაციის შემდეგ დარჩენილი ნახშირბადი ნაკლები აორთქლებით ხასიათდება და წვის ალისებრ ფაზაში აქტიურ მონაწილეობას არ ღებულობს.

ამის გარდა, სითბოს ნაწილი დამცველი მარილების დნობაზე, აორთქლებაზე და ქიმიურ დაშლაზე იხარჯება. მარილების დაშლისას წარმოიშობა ინერტიული გაზები და დამცველი აფსკები, რომლებიც აძნელებენ ერთი მხრივ, ცეცხლწაქიდებული მერქნის შიგნით ჰაერის ეანგბადის მოხვედრას, მეორე მხრივ, იქიდან აირების გამოსვლას.

აღსანიშნავია რომ ამონიუმთან მარილებით მერქნის გაქლენთვა, რამდენინძღ ამცირებს მის სიმტკიცეს.

ხანძარსაშიშროებისაგან მერქნის საიმედო დაცვისათვის საკუროა მერქნის გაქლენთვა მასში 9—15% მარილის შეტანით, გასაქლენთი მერქნის წონასთან შედარებით. მერქნის ასეთი მძლავრი გაქლენთა შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალურ საწნეო ცილინდრებში, რომლებსაც ავტოკლავებს უწოდებენ (ასე ხდება ხის მასალის დაწნევით ანტისეპტირებაც, მაგალითად შპალების ანტი-სეპტირება). ამისათვის მერქანს ჯერ ახურებენ, რის შედეგად მის შიგნით მყოფი ჰაერი თართოვდება და გარეთ გამოდის, ჩნდება ვაკუუმი; შემდეგ მასალას ათავსებენ ანტიპერინის ხსნარში 10—20 ატმოსფერული დაწოლის ქვეშ მას ქლენთავენ.

მერქნის გამარტივებული, ცეცხლდამცველი ზედაპარული გაქლენთა იმავე ხერხებით ხდება, როგორც ანტისეპტირებისას (ფუნჯით წასმა, მოპკურება და სხვა).

მერქნის ცეცხლდამცველი გაქლენთვის დროს გამოყენებული მარილების უმრავლესობა, როდესაც ისინი წყალშია გახსნილი (მაგალითად, გოგირდმჟავა-ამონიუმში) ფოლადის კოროზიას იწვევენ.

ამეამად გამოყენებული ცეცხლდამცველი მარილები, თითქმის ყველა:

წუალში იხსნებიან და ანიტომ ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედებისას გამოტუტვას განიცდიან. ამის შედეგად, გაქლენთილი მერქანი მალე ჰკარგავს ცეცხლისაგან დაცვის თვისებებს.

ამის გარდა, ამონიუჟიანი მარილების არსებობა მერქანში ადიდებს მის ჰიგროსკოპიულობას, რაც შეენა გარემომცველი ჰაერის მხოლოდ მაღალი ფარდობითი ტენიანობის დროს; ტენის გავლენით მარილები შეიძლება გაიხსნან და მერქნიდან გარეთ გამოვიდნენ; ამასთან ერთად თხიად მდგომარეობაში მყოფმა მარილებმა შეიძლება ხელი შეუწყოს მერქნის ჰიდროლიზს, მის გადაქცევას წყლითხსნად შეერთებად (მაგალითად გლუკოზად).

ზოგიერთი ცეცხლამცველი მარილი წარმოადგენს სოკოებისათვის მასაზრდოებელ ნივთიერებებს. ამის გამო ცეცხლამცველ 'გაქლენთასთან ერთად უნდა მოხდეს მერქნის ლპობასაწინააღმდეგო მოწამლევა (ანტისექტირება). მერქნის ასეთი კომბინირებული დაცვა ცეცხლისაგან და ლპობისაგან მხოლოდ უმნიშვნელოდ ადიდებს გაქლენთვის ღირებულებას და პრაქტიკაში ხშირად ახმარება.

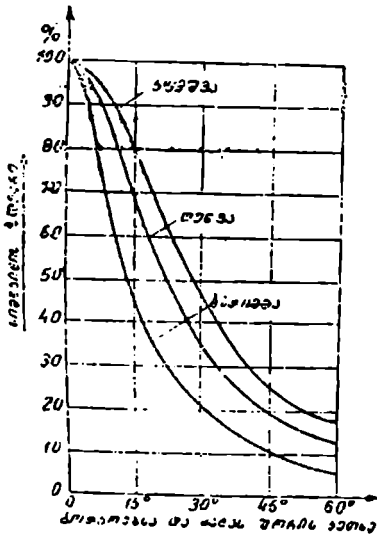
თავი მესამე

ხის კონსტრუქციების მთლიან კვეთიანი ელემენტების ანბარში და დაზეგმარება

§ 1. მერქნის მიქანიკური თვისებები და მოთხოვნები, როგლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ხის კონსტრუქციების ელემენტების მასალა

ანიზოტროპიულობისა და დატვირთვის ზემოქმედების ხანგრძლივობის გავლენა მერქნის წინაღობაზე და დეფორმაციაზე

(ხის მასალა) როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (ანიზოტროპიულობით ხა-სიათლება. ამ მხრივ (ის საგრძნობლად განსხვავდება სამშენებლო ფოლადისა-გან და სხვა იზოტროპული მასალები-საგან.) მერქნის არაერთგვაროვანი აღ-ნაგობა გავლენას ახდენს, როგორც მის ფიზიკურ თვისებებზე (მოცულობითი წონა, სითბოგამტარობა, თერმული გა-ფართობება და სხვა), ისე მექანიკურ, და დრეკად თვისებებზე (σ_{θ} , σ_{ϕ} , ϵ). ბოქ-კოების სხვადასხვა მიმართულებით მერ-ქნის სიმტკიცე სხვადასხვანაირია და დამოკიდებულია მოქმედი ძალების მიმა-რთულებასა და ბოქკოების მიმართულე-ბას შორის არსებულ კუთხეზე (α). ხის მასალის სიმტკიცე მაქსიმუმს აღწევს მა-შინ, როდესაც მოქმედი ძალის მიმარ-თულება ბოქკოების მიმართულებას ემ-თხვევა.



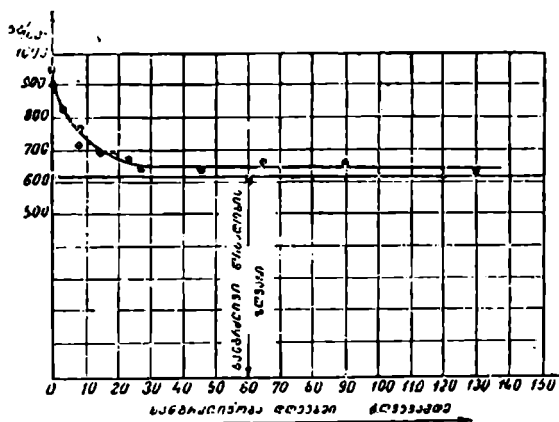
ნახ. 19. ირიბბოქკოვანობის გავლენა მერქნის სიმტკიცეზე.

დანარჩენ თანასწორ პირობებში) მერქნის წინაღობას ამცირებს და პირიქით წინაღობა მატულობს დატვირთვის სიჩქარის ზრდასთან ერთად. ამის შესაბამი-

სად, ძალის ხანგრძლივი მოქმედების დროს მერქნის დეფორმაციები უფრო დიდია, ვიდრე დატვირთვის ხანმოკლე ზემოქმედები; სას.

ძალის ხანგრძლივი მოქმედების გავლენა მერქნის წინააღმდეგობაზე და დეფორმაციების სიდიდეზე ჯერ კიდევ ადრე იქნა შემჩნეული; მისი სისტემატიური შესწავლა კი დაწყებულ იქნა ორი ათეული წლის წინ საბჭოთა მეცნიერების მიერ—პროფ. ფ. პ. ბელიანინის ხელმძღვანელობით.

მე-20 ნახაზზე წარმოდგენილია სხვადასხვა სიდიდის ხანგრძლივი დატვირთვებით განივ ლუნვაზე გამოცდილ ნიმუშების მუშაობის მრუდი. ცდებით და-



ნახ. 20. მერქნის ხანგრძლივი წინააღმდეგობის მრუდი.

დასტურებულია, რომ ეს მრუდი სამართლიანია მერქნის სხვა სახის დეფორმაციებისათვისაც.

მე-20 ნახაზის აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია დრო (ღრეებში) ნიმუშის დატვირთვის მომენტიდან მის რღვევამდე, ხოლო ორდინატების ღერძზე — მრღვევი ძაბვის შესაბამისი სიდიდეები.

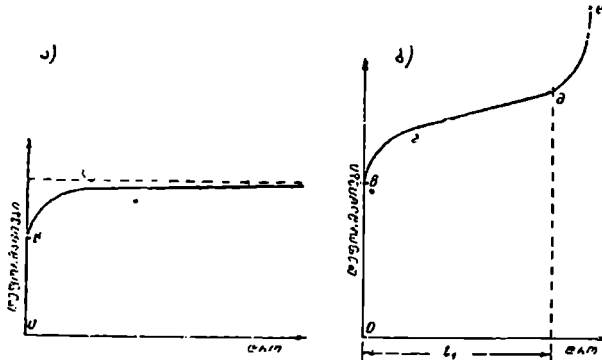
ამ ნახაზიდან ნათლად ჩანს, რომ რამდენადაც დიდია ძაბვა (დატვირთვა), მით უფრო სწრაფად ირღვევა ნიმუში; ნახაზზე წარმოდგენილი ასიმპტოტური მრუდი იმის მაჩვენებელია, რომ მერქნის წინააღმდეგობა დატვირთვის მოქმედების ხანგრძლიობასთან ერთად მცირდება და მისი წრაფის გარკვეულ მუდმივ სიდიდისაკენ, როგორცაც მერქნის ხანგრძლივი წინააღმდეგობის ზღვარი ეწოდება; და რომელიც მრუდის ასიმპტოტის ორდინატის ტოლია.)

მრუდის ასიმპტოტი ძაბვის ცვალებადობის მთელ დიაპაზონს ორ — ზედა და ქვედა — ნაწილად ყოფს. ასიმპტოტის ქვემოთ მოთავსებული ნაწილი, რომლის ფარგლებში ძაბვა $\sigma > \sigma_c$ იმის მაჩვენებელია, რომ ძაბვების ასეთი სიდიდეების შემთხვევაში ნიმუში არ ირღვევა, რაც არ უნდა ხანგრძლივად მოქმედებდეს ძალა; პირიქით, ასიმპტოტის ზემოთ მოთავსებული ნაწილი ძაბვის სიდიდით $\sigma > \sigma_c$ იმის მაჩვენებელია, რომ გარკვეული დროისათვის ნიმუშის რღვე-

ვა აუცილებელია. ამასთან, რამდენადაც ძაბვა (σ) ქარბად აღემატება σ_s -ს, მით უფრო ჩქარა ხდება ნიმუშის რღვევა.)

ამრიგად, მერკნის ხანგრძლივი წინაღობა ის მაქსიმალური ძაბვაა, რომლის დროსაც გამოსაცდელი ნიმუში არ ირღვევა, რაც არ უნდა დიდხანს მოქმედებდეს მასზე ამ ძაბვის გამომწვევი დატვირთვა.

ძაბვასა და დროს შორის დამოკიდებულების გამომსახველი მრუდის ზემოთაღნიშნული ორი ნაწილი ერთიმეორისაგან განსხვავდება აგრეთვე დეფორმაციასა და დროს შორის დამოკიდებულების ხასიათითაც. ეს დამოკიდებულება წარმოდგენილია 21-ე ნახაზზე.



ნახ. 21. დეფორმაციების მრუდები დროის მიხედვით.

ეკრძოდ 21 ნახაზიდან ჩანს, რომ როდესაც მოქმედი ძაბვა მერკნის ხანგრძლივ წინაღობას არ აღემატება — $\sigma < \sigma_s$ მერკნის დეფორმაცია, რომელიც ძალის მოდების მომენტში მყისად წარმოიშობა ($O-b$ მონაკვეთი), შემდგომში თანდათანობით მცირედ იზრდება და განსაზღვრულ ზღვრისაკენ მიისწრაფის. ნახაზზე დეფორმაციის ეს ზღვარი წყვეტილი ხაზით არის ნაჩვენები და მერკნის ხანგრძლივი წინაღობის ზღვარს შეესაბამება. დეფორმაციების ნაზრდი (21-ე ნახაზზე b წერტილის ზემოთ მდებარე მონაკვეთი), რომელიც დატვირთვის მოდების შემდგომ პერიოდში წარმოიშობა ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების შემთხვევაში მნიშვნელოვან სიდიდეს აღწევს და საწყის დეფორმაციების (b წერტილის ქვემოთ მდებარე მონაკვეთი) 50—100% შეადგენს.

(დატვირთვის მოდების შემდგომ პერიოდში წარმოშობილ დეფორმაციებს შემდგომი მოქმედების დეფორმაციები ეწოდება.) ახეთ დეფორმაციებს ხის კონსტრუქციების პრაქტიკაში ხშირად ვხვდებით, მაგალითად, ხის კოჭების მნიშვნელოვანი ჩაღუნვა საექსპლუატაციო დატვირთვების ხანგრძლივად ზემოქმედების შედეგად.

21-ე ბ ნახაზზე წარმოდგენილია დეფორმაციის ცვალებადობა, როდესაც მოქმედი ძაბვა მერკნის ხანგრძლივ წინაღობას აღემატება $\sigma > \sigma_s$ დეფორმაციის ცვალებადობას აქ ცხადად მზარდი ხასიათი აქვს. მართლაც ამ შემთხვევაში დეფორმაციის სიჩქარე $\left(\frac{df}{dt}\right)$ $b-s$ მონაკვეთზე შედარებით მკვეთრად მცირ-

დება, რის შემდეგ ადგილი აქვს *ა-ბ* მონაკვეთზე დეფორმაციების განვითარების პროცესს მუდმივი სიჩქარით, რომელიც დროის t_1 მომენტში ხელახლად იცვლება დეფორმაციების მკვეთრი ზრდის გამო და საბოლოოდ მასალის რღვევით მთავრდება.

ა-ბ მონაკვეთზე მუდმივი სიჩქარით განვითარებულ დეფორმაციებს მერკნის პლასტიკურ დეფორმაციებს (პლასტიკურ დენადობას) უწოდებენ. ისინი მუდმივი სიჩქარით წარმოიშობიან მხოლოდ მაშინ, როდესაც ძაბვა მერკნის ხანგრძლივი წინალობის ზღვარს უმინიმუმოდ აღემატება. წინააღმდეგ შემთხვევაში დეფორმაციების სიჩქარე ცვალებადია.

ამრიგად, მერკნის მუშაობა მუდმივად მოქმედ დატვირთვისას, რომლის სიდიდე P_b -ს აღემატება შეიძლება დაიყოს დეფორმირების ოთხ პერიოდად (ნახ. 21 ბ):

- I პერიოდი (*ა — ბ* მონაკვეთი) — დეფორმაცია თითქმის მყისად იზრდება;
- II პერიოდი (*ბ — ე* მონაკვეთი) — დეფორმაციის ზრდა თანდათანობით კლებულობს;
- III პერიოდი (*ე — მ* მონაკვეთი) — ხასიათდება დეფორმაციის მუდმივ სიჩქარით (პლასტიკური დეფორმაციებით);
- IV პერიოდი (*მ — ე* მონაკვეთი) — ადგილი აქვს დეფორმაციის სიჩქარის მკვეთრი ზრდას, რასაც შედეგად მოსდევს ელემენტის რღვევა.

დასაშვები ძაბვების მეთოდით ხის კონსტრუქციების ჩანგარიშის დროს მერკნის სიმტკიცის ძირითად მაჩვენებლად მიღებულია სიმტკიცის ზღვარი (დროებით წინალობა). ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე დადგენილია, რომ მერკნის სიმტკიცის ზღვარი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე: ნიმუშების ფორმაზე, ზომებზე და აგრეთვე დატვირთვის სიჩქარეზე. კერძოდ დადგენილ იქნა, რომ მერკნის სიმტკიცის ზღვარი სავარაუდოდ მცირდება ნიმუშების აბსოლუტური ზომების გადიდებით. პირიქით, ელემენტის დატვირთვის სიჩქარის გადიდებით სიმტკიცის ზღვარიც იზრდება.

ხანგრძლივი დატვირთვის ქვეშ მერკნის ნიმუშების გამოცდით დადასტურებულ იქნა, რომ მათი რღვევა შეიძლება მოხდეს გაცილებით უფრო მცირე ძაბვებისას, ვიდრე სიმტკიცის ზღვარია: ამრიგად, სიმტკიცის ზღვარი არ წარმოადგენს მერკნის სიმტკიცის ნამდვილ მაჩვენებელს.

მერკნის სიმტკიცის ზღვრის სიდიდის ცვალებადობისაგან განსხვავებით, ხანგრძლივი წინალობა წარმოადგენს მერკნის სიმტკიცის უფრო ზუსტ და ნამდვილ მაჩვენებელს. ამასთან, რადგან მუდმივი დანიშნულების ხის კონსტრუქციების ამა თუ იმ სახის დატვირთვების ხანგრძლივი ზემოქმედების ქვეშ იპოვებიან, ამიტომ ხის ელემენტების ზომების სწორად შერჩევისათვის მერკნის ძირითად მექანიკურ მახასიათებელს მერკნის ხანგრძლივი წინალობა წარმოადგენს.

(საბჭოთა მკვლევარების მიერ ჩატარებული ცდების საფუძველზე დადგენილ იქნა, რომ მერკნის ხანგრძლივი წინალობასა და სიმტკიცის ზღვარს შორის გარკვეული დამოკიდებულება არსებობს, რის საფუძველზე შეასაძლოა მერკნის

ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრა სიმტკიცის ზღვარის გადამრავლებით ემპირიულ კოეფიციენტზე¹:

$$\sigma_s \approx 0,6 \sigma_s \cdot s$$

უქანასკნელი ფორმულით მერქნის ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრას უშუალოდ ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრასთან შედარებით ის უპირატესობა აქვს, რომ σ_s -ის განსაზღვრა ხდება $\sigma_s \cdot s$ დახმარებით, ხოლო უქანასკნელის დადგენა შედარებით მარტივია და სწრაფი, მერქნის სტანდარტული ნიმუშების გამოცდის სიადვილის გამო.

მერქნის სიმტკიცის ზღვარის განსაზღვრა მცირე სტანდარტული ნიმუშების გამოცდით არ შეიძლება მიჩნეულ იქნეს პრაქტიკაში გამოყენებული ხის მასალის ნამდვილი ელემენტების (ფიცრები, ძელები, მორები) სიმტკიცის ზუსტ მაჩვენებლად. (სტანდარტული ნიმუშების სიმტკიცის მაჩვენებლებში შეტანილი უნდა იქნეს არსებითი შესწორებები, რომლების საშუალებითაც გათვალისწინებული იქნება მერქნის დეფექტების, მანკების გავლენა. ასეთ მანკებს ეკუთვნის: როკები, ირიბფენიანობა, ბზარები და სხვა.)

აღსანიშნავია საბჭოთა მკვლევარების: პროფ. ფ. პ. ბელიანკინის, პროფ. ი. მ. ივანოვის, კ. პ. კაშკაროვის, ლ. მ. პერელოვინის და სხვების როლი მერქნის ხანგრძლივი წინალობის დადგენის საქმეში. მათ მიერ გამოკვლეულ იქნა მერქნის დეფორმაციის პროცესი დროის მიხედვით (ნახ. 21), დადგენილ იქნა მერქნის ხანგრძლივი წინალობის ნამდვილი ზღვრები, პლასტიკური დეფორმაციების რიცხვითი მონაცემები, მერქნის სხვადასხვა ჯიშებისა და დეფორმაციის სხვადასხვა სახეების ხანგრძლივი წინალობის ზღვრები და სხვა.

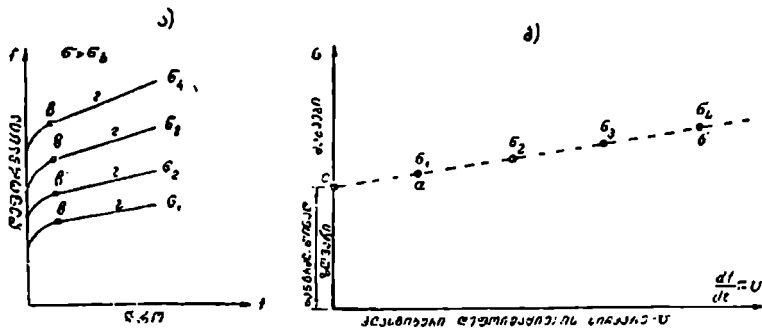
(როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მერქნის ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრა ხანგრძლივი წინალობის მრუდის უშუალოდ აგებით დაკავშირებულია მთელ რიგ სიძნელეებთან: უპირველეს ყოვლისა, საჭიროა ერთიდაიგივე მერქნისაგან დამზადებული ნიმუშების დიდი რაოდენობა, მეორე მხრივ, საჭიროა ცდის პროცესის დიდი ხანგრძლიობა (ზოგჯერ ეს ხანგრძლიობა წლებით განისაზღვრება).

ამ სიძნელეების თავიდან აცილების მიზნით, ჩვენში დამუშავებულ იქნა მერქნის ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრის სწრაფი მეთოდები. ერთ-ერთი ასეთი მეთოდი ეკუთვნის პროფ. ფ. პ. ბელიანკინს. ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს ექსპერიმენტების მონაცემების დამუშავებისას შემჩნეული სწორხაზობრივი დამოკიდებულება პლასტიკურ დეფორმაციების სიჩქარესა $\left(\frac{df}{dt}\right)$ და მოქმედ ძაბვებს (ა) შორის (იხ. ნახ. 22, ბ).

[მერქნის ხანგრძლივი წინალობა პროფ. ფ. პ. ბელიანკინის განსაზღვრით წარმოადგენს იმ ძაბვას, რომლის დროსაც პლასტიკური დეფორმაციების სიჩქარე ნულის ტოლია (ნახ. 22, ბ), ფ. პ. ბელიანკინის სწრაფი მეთოდით მერქნის ხანგრძლივი წინალობის განსაზღვრა გრაფიკის საშუალებით წარმოებს,

¹ დ. დოლიძის ექსპერიმენტული გამოკვლევების მიხედვით ამ კოეფიციენტის სიდიდე სხვადასხვა დეფორმაციებისათვის სხვადასხვა მნიშვნელობისაა.

რომლის აგება შემდეგნაირად ხდება. რამოდენიმე ერთნაირი ნიმუშებისათვის, რომლებიც დატვირთულია სხვადასხვა სიდიდის დატვირთვებით ($\sigma > \sigma_0$), განისაზღვრება პლასტიკური დეფორმაციების სიჩქარე $\frac{df}{dt}$ (ნახ. 22, ა). ამის შემდეგ კოორდინატა ლერქებზე „ძაბვა—პლასტიკური დეფორმაციების სიჩქარე“—გადაიზომება სხვადასხვა ნიმუშებისათვის მიღებული პლასტიკური დე-



ნახ. 22. მერქნის ხანგრძლივი წინაღობის განსაზღვრის სწრაფი მეთოდი.

ფორმაციების სიჩქარის შესაბამისი ძაბვები: σ_1, σ_2 , თუ მიღებულ წერტილებს შევეერთებთ, მივიღებთ ან წრფეს (ნახ. 22, ბ).

წრფის გაგრძელება ორდინატა ლერქის გადაკვეთამდე იძლევა წერტილს, რომლის შესაბამისი ძაბვა წარმოადგენს მერქნის ხანგრძლივი წინაღობის ზღვარს.

ცდების მონაცემების ანალიზით დადგენილია, რომ პროფ. ფ. პ. ბელიანკინის სწრაფი მეთოდი მერქნის ხანგრძლივი წინაღობის განსაზღვრა პრაქტიკისათვის საკმარის სიზუსტეს იძლევა;

§ 12. მერქნის მუშაობის დახსნითება სხვადასხვა დეფორმაციების დროს

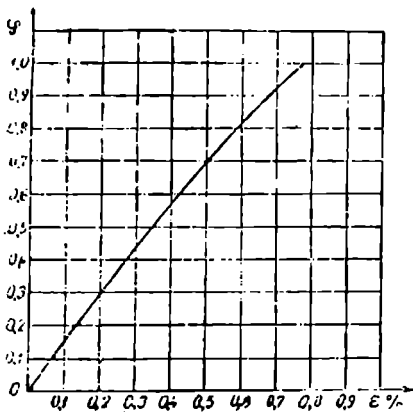
1. გაჭიმვა

სუფთა ხის მასალის წინაღობა გაჭიმვაზე ბოკოების სწერივად საგრძნობლად დიდია. წიწვოვანი ჯიშების მასალის გამოკლით მიღებულია, რომ საშუალოდ მათი სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე, (მერქნის 15%-იანი ტენიანობისას) დაახლოებით ტოლია $1000 \frac{კგ}{სმ^2}$ -ის, ხოლო გაჭიმვის დრეკადობის მოდული

$$E \geq 100\,000 \frac{კგ}{სმ^2}$$

დასაშვები ძაბვების მეთოდით ხის კონსტრუქციების ანგარიშისას ძირითადი დასაშვები ძაბვა გაჭიმვაზე $[\sigma] = 70 \frac{კგ}{სმ^2}$.

მცირე ზომიანი სტანდარტული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვართან შედარებით, დასაშვებ ძაბვების ასე საგრძნობლად შემცირება აიხსნება, გაკიშვაზე ხის მასალის სიმტკიცის ზღვარის მნიშვნელობის დიდი მერყეობით, რაც გამოწვეულია: მასალის დეფექტიანობით, კვეთის ადგილობრივი შესუსტებით, გაკიშვის დროს მერქნის მუშაობის მყიფე ხასიათით (ნახ. 23) და განივკვეთის რეალური ზომების სტანდარტული ნიმუშების ზომებისაგან განსხვავებით; რო-



ნახ. 23. ფიქვის მასალის მუშაობის „დაყვანილი“ დიაგრამა გაკიშვაზე.

გორც წესი, ნიმუშის განივკვეთის ზომების გადიდებით მერქნის სიმტკიცის ზღვრის მნიშვნელობა საგრძნობლად მცირდება, რაც მერქნის არაერთგვაროვნებით აიხსნება.

საერთოდ, სხვადასხვა დეფორმაციებზე ხის მასალის მუშაობის დასახასიათებლად იყენებენ ე. წ. „დაყვანილ“ დიაგრამებს, რომლის ორდინატთაღერძზე გადაზომილია ძაბვა გამოსახული (დაყვანილი) მრღვევი ძაბვების წილადებში — $\varphi = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{ს.ს}}}$. აბსცისათა ღერძზე კი

ფარდობითი დეფორმაცია ნიმუშის საწყის სიგრძის ასეულ წილადებში. სუფთა მერქნის გაკიშვაზე მუშაობის „დაყვანილი“ დიაგრამა ნაჩვენებია 23 ნახაზზე.

ზემოთ მოყვანილი დიაგრამიდან ჩანს, რომ ნიმუშის დატვირთვის საწყისი პერიოდისა და რღვევამდე ძაბვასა და დეფორმაციებს შორის დამოკიდებულების გაპოზსახველი ხაზი მრუდით არის წარმოდგენილი, რაც იმას მოწმობს, რომ ხის მასალას არ გააჩნია პროპორციულობის ზღვარი. ერთდროულად იგივე დიაგრამიდან ჩანს, რომ ძაბვების შედარებით მცირე მნიშვნელობისათვის დიაგრამის შესაფერისი ნაწილის სიმრუდე იმდენად მცირეა, რომ პრაქტიკული ანგარიშებისათვის ის შეიძლება შეიცვალოს სწორი, ე. ი. პირობით შეიძლება მივიღოთ, რომ ხის მასალის გაკიშვაზე მუშაობის დროს აქვს პროპორციულობის ზღვარი. რომლის სიდიდე დაახლოებით სიმტკიცის ზღვარის ნახევარს უდრის

$$\sigma_{\text{პ.ს}} = 0,5\sigma_{\text{ს.ს}}$$

გაკიშვის დროს ხის მასალის წინალობაზე გავლენას ახდენენ სხვადასხვა ფაქტორები. პირველ რიგში აღსანიშნავია რკების გავლენა. მნიშვნელობა აქვს არა მარტო რკების ზომებს, არამედ მათ განლაგებასაც ელემენტის განივ კვეთში.

„ცნობის“ მონაცემების მიხედვით დადასტურებულია, რომ ელემენტის კვეთის განიერი გვერდების მიმართ სიმეტრიულად შესუსტებულმა ნიმუშებმა, როდესაც შესუსტების ფართი ბრუტო ფართის 60% შეადგენს, შესუსტებულ ნიმუშებთან შედარებით სიმტკიცე საშუალოდ 11%-ით დაკარგეს. ხოლო კვე-

თის ვიწრო გვერდის მიმართ ისეთნაირადვე სიმეტრიულად შესუსტებულმა ნიმუშებმა წინალობა დაჰკარგეს 25—46%-ით.

საგრძნობლად ამცირებს მერქნის სიმტკიცეს როკისაგან გამოწვეული ირიბფენიანობა და საერთოდ ირიბფენიანობა. ეს აიხსნება ძაბვების მიმართულებისაგან ბოქვების გადახრის მიზეზით. მართლაც მერქანი გაცილებით სუსტად ეწინააღმდეგება ძაბვების მოქმედებას ბოქვების განივი მიმართულებით, ანდა მათგან სხვა რაიმე კუთხით გადახრისას, ვიდრე ძაბვების მოქმედებას ბოქვების გრძივად. ბოქვების განივად გაჭიმვის წინალობა უმნიშვნელოა და გრძივი მიმართულებით სიმტკიცის 2—2,5%-ს არ აღემატება.

(აღსანიშნავია, რომ ბოქვების დახრის გავლენა უფრო დიდია გაჭიმვისას ვიდრე კუმშვისა და ღუნვის დროს.)

მერქნის სიმტკიცეზე არახელსაყრელ გავლენას ახდენს აგრეთვე ელემენტების აბსოლუტური ზომების სტანდარტული ნიმუშების ზომებისაგან საგრძნობი განსხვავება, რაც მასალის არაერთგვაროვნობის მიზეზით აიხსნება.

(მერქნის სიმტკიცე მცირდება კვეთის ადგილობრივი შესუსტებისას ხერხელებითა და ჩაქრებით, ეს გარემოება აიხსნება ძაბვების კონცენტრაციით შესუსტების ადგილებში.

უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ზემოთაღნიშნული გარემოებები გახდენ მიზეზი იმისა, რომ დასაშვები ძაბვა და საანგარიშო წინალობა გაჭიმვაზე უფრო ნაკლებია ვიდრე კუმშვაზე და ღუნვაზე)

$$([\sigma_g] = 70 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma_s] = [\sigma_c] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}).$$

ამრიგად, ხის მასალისა და კონსტრუქციების შესრულების დაბალი ხარისხის შედეგად შესაძლოა მერქნის წინალობა იმდენათ შეეციოდეს, რომ მისი სიმტკიცის ზღვარი საანგარიშო წინალობაზე ნაკლები აღმოჩნდეს, რის გამოც ნ და ტპ-ით მერქნის მანკების რაოდენობა და სიდიდეები შეზღუდულია.

ამასთან ერთად, ხის კონსტრუქციების ელემენტების გადაჭარბებით შესუსტების თავიდან აცილების მიზნით, ნ და ტპ-ით აკრძალულია ძირითად ელემენტების კვეთებში მუშა (ნეტო) ფართის 50 სმ²-ზე ნაკლების ალბა, ხოლო შესუსტებულ კვეთების მინიმალური ზომის 3 სმ-ზე ნაკლების ალბა.

(ხის კონსტრუქციების ელემენტების კონსტრუირებისას, მერქნის მუშაობა გაჭიმვაზე ბოქვების განივად ამ მიმართულებით მერქნის მცირე სიმტკიცისა და მანკების არახელსაყრელი გავლენის გამო დაუშვებელია.)

კ უ მ შ ვ ა

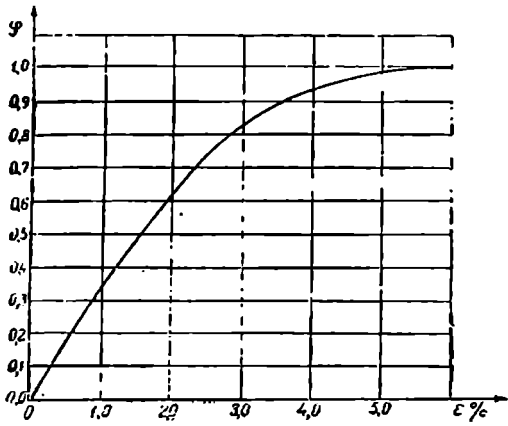
ბოქვების გრძივად კუმშვის წინალობა წარმოადგენს მერქნის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო მყარ მექანიკურ მახასიათებელს, რომელიც შედარებით ნაკლებად არის დამოკიდებული სხვადასხვა ფაქტორებისაგან, კერძოდ მერქნის მანკებისაგან ამიტომ მერქნის სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე ბოქვების გრძივად, რომელიც სტანდარტული ნიმუშების მექანიკური გამოცდის შედეგად მიიღება, მიახლოებით შეიძლება მიჩნეულ იქნეს ნატურალური ზომების ხის ელემენტების სიჭტოების მაჩვენებლად.

(წიწვოვანი ჯიშების მასალის სტანდარტული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე ბოქოების გრძივად, როდესაც მათი ტენიანობა 15%-ს არ აღემატება საშუალოდ ტოლია $400 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ და, მასასადამე 2—2,5-ჯერ უფრო მცირეა,

ვიდრე შასაბამისი სიმტკიცის ზღვარი გაკიშვაზე.)

მერქნის კუმშვაზე მუშაობის „დაყვანილი“ დიაგრამა გაკიშვის დიაგრამისაგან განსხვავებით ხასიათდება:

უფრო მკვეთრად გამოვლინებული სიმრუდით (ნახ. 24) პროპორციულობის ზღვარს დაახლოებით



აქაც სიმტკიცის ზღვარის 0,5-ს იღებენ— $\sigma_0 = 0,5\sigma_0$.

ღრეკადობის მოდული კუმშვაზე დაახლოებით იმავე სიდიდისაა როგორც გაკიშვის შემთხვევაში

$$E = 100\,000 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

(ფიქვის მასალისათვის ძირითადი დასაშვები ძაბვა კუმშვაზე ბოქოების გრძივად მიიღება— $[E] = 100 \text{ კგ/სმ}^2$.) ხოლო საანგარიშო წინაღობა — $R_0 = 130 \text{ კგ/სმ}^2$.

მერქნის რღევეა კუმშვის დროს, მოკლე ნიმუშის შემთხვევაშიც კი, ცალკეულ

ნახ. 24. ბოქოების გრძივად მერქნის კუმშვაზე ეშუაობის დაყვანილი დიაგრამა.

ბოქოების მიერ მდგრადობის დაკარგვის შედეგად ხდება.

ღვეუბებისა და კვეთის ადგილობრივი შესუსტების გავლენა კუმშვის დროს გაკიშვის შემთხვევასთან შედარებით უმნიშვნელოა. ეს ძირითადად აიხსნება კუმშვის დროს შედარებით უფრო მეტი პლასტიკური დეფორმაციების განვითარებით, რაც ხელს უწყობს ადგილობრივ ძაბვების გადანაწილებას და გათანაბრებას.

ექსპერიმენტებით დადასტურებულია, რომ ელემენტში როკების არსებობისას, როდესაც მათი სიგრძე განივ კვეთის გვერდის $\frac{1}{3}$ -ის ზომის ტოლია,

კუმშვის სიმტკიცე შეადგენს იგივე ზომებიან უღვეუბტო ნიმუშის სიმტკიცის 0,6—0,7-ს, ე. ი. გაცილებით მეტს ვიდრე გაკიშვის შემთხვევაში.

შეკუმშული ელემენტების განივი კვეთის ზომები, მდგრადობის გათვალისწინების გამო, უფრო დაბალი ძაბვების გათვალისწინებით შეირჩევა. ამიტომ, გაკიშულ ელემენტებთან შედარებით ხის ელემენტების მუშაობა კუმშვაზე უფრო საიმედოა. ამით აიხსნება ფართო გამოყენება ხე-ფოლადის კონს-

ტრუქციებისა, სადაც გაკიმული ელემენტები ფოლადისაგან ხორციელდება, ბოლო შეკუმშული ხისაგან.)

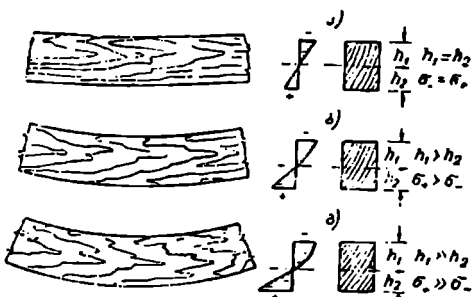
ჰ. განივი ლუნვა

ფიქვისა და ნაძვის მასალის წინალობას ლუნვაზე შუალედი ადგილი უკავია გაკიმვისა და კუმშვის წინალობებს შორის. მერქნის 15%-იანი ტენიანობის დროს, ლუნვის სიმტკიცის ზღვარი— $\sigma_{\text{ს.ლ}} = 750 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$. ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა

$[\sigma_{\text{ლ}}] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$, ხოლო საანგარიშო წინალობა $R_{\text{ლ}} = 130 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$. დრეკადობის მოდული ლუნვის დროს დაახლოებით ისეთივე სიდიდისაა, როგორც ბოქვების ვრძივად გაკიმვისა და კუმშვის შემთხვევაში— $E = 100\,000 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მერქნის დეფექტების გავლენა გაკიმულ ელემენტზე უფრო დიდია, ვიდრე შეკუმშულისათვის; ხოლო, რადგან ლუნვაზე მომუშავე ელემენტებში ბოქვების ერთი ნაწილი შეკუმშულია, მეორე ნაწილი კი გაკიმული, ამიტომ ლუნვაზე მომუშავე ელემენტებში, მერქნის დეფექტების გავლენა საგრძნობია მაშინ, როდესაც ისინი კვეთის გაკიმულ ზონაში ხედებიან.

ლუნვაზე მომუშავე ხის ელემენტებისათვის განივი კვეთის სიმაღლეზე ნორმალური ძაბვების განაწილება კვეთის შეკუმშულ და გაკიმულ ზონებში დატვირთვის სხვადასხვა სტადიაში ერთნაირი არ არის (ნახ. 25). საწყის სტადიაში ადგილი აქვს ძაბვების განაწილებას სწორი ხაზის კანონით (ნახ. 25, ა), დატვირთვის თანდათანობით გადიდებისას ძაბვების განაწილების ემპირულ შეკუმშულ ზონაში მრუდხაზოვანი ხდება (ნახ. 25, ბ); (დატვირთვის უკანასკნელ სტადიაში, კვეთის შეკუმშულ ზონაში, კუმშვის დიაგრამის ანალოგიურად, განვითარდება პლასტიკური დეფორმაციები, გაკიმულ ზონაში კი ადგილი აქვს ეპიურის მხოლოდ უმნიშვნელო გამრუდებას) (ნახ. 25, გ).



ნახ. 25. ძაბვების ეპიურების ცვალებადობა ლუნვაზე მომუშავე ხის ელემენტებში დატვირთვის გადიდებისას რლვევამდე.

ნეიტრალური ღერძის მდებარეობა ყველა შემთხვევაში

განისაზღვრება ელემენტის, ვრძივ ღერძზე შიგა ძალების გეგმილების ჯამის ნულის ტოლობის პირობიდან. აქედან გამომდინარე, დატვირთვის გადიდებასთან ერთად ნეიტრალური ღერძი გადაადგილდება კვეთის გაკიმულ ზონისაკენ. საბოლოოდ რლვევა ხდება გაკიმული ზონის ბოქვების გაგლეჯით, ხოლო შეკუმშულ ზონაში ადგილი აქვს რლვევის ნიშნებს ნაოქების გაჩენის სახით.

(ლუნვაზე მომუშავე ხის ელემენტებში ლუნვის ნორმალურ ძაბვების განსაზღვრა ხდება ფორმულით — $\sigma = \frac{M}{W}$.

ეს ფორმულა გამომდინარეობს ბერნულის ჰიპოთეზის (ბრტყელ კვეთთა ჰიპოთეზის) და ნავეის კანონის შესაბამისობისაგან და განსახილველ შემთხვევაში პირობითი ხასითისაა; ის სამართლიანია დატვირთვის მხოლოდ პირველი სტადიისათვის, რღვევის სტადიაში კი შემოთმომყვანილ ფორმულით მიღებულ ძაბვებისაგან კუმშვის მაქსიმალური ნამდვილი ძაბვები უფრო ნაკლებია, ხოლო გამჭიმავი უფრო მეტი.

უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილ ფორმულით მიღებული ლუნვის სიმტკიცის ზღვარი დამოკიდებულია კოქის განივ კვეთის სიმაღლისა და მალის თანაფარდობისაგან $\left(\frac{h}{l}\right)$ და კოქის განივ კვეთის ფორმისაგან.

ასე, მაგალითად, ფარდობითი სიმაღლის $\left(\frac{h}{l}\right)$ გადიდებისას ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გამოთვლილი სიმტკიცის ზღვარი მცირდება. ე. ზნამენსკის გამოთვლით $\left(\frac{h}{l}\right) = \frac{1}{12}$ გადიდებისას $\frac{h}{l} = \frac{1}{6}$ -მდე სიმტკიცის ზღვარი მცირდება დაახლოებით 12%-ით.

განივი კვეთის ფორმის გავლენის დასადასტურებლად, მიღებულ იქნა, რომ განივკვეთის წინალობის მომენტის ერთი და იგივე მნიშვნელობისათვის, $\sigma = \frac{M}{W}$ ფორმულით გამოთვლილი მრღვევი ძაბვა წრიული კვეთებისათვის მეტი გამოდის, ორტესებრი კვეთებისათვის კი ნაკლები, შედარებით სწორკუთხოვან კვეთებთან.

აქედან გამომდინარე, ხის კონსტრუქციების ელემენტების გაანგარიშებისას განივი კვეთის ფორმის გავლენას ითვალისწინებენ შემასწორებელი კოეფიციენტებით დასაშვებ ძაბვის, ან საანგარიშო წინალობის მიმართ. მაგალითად, როდესაც ლუნვაზე მომუშავე ელემენტად გამოყენებულია მორები, მაშინ დასაშვები ძაბვა შეიძლება გადიდებულ იქნეს 15%-ით, ე. ი. შეიძლება მივიღოთ

$$[\sigma] = 115 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2} .$$

4. თ ე ლ ვ ა

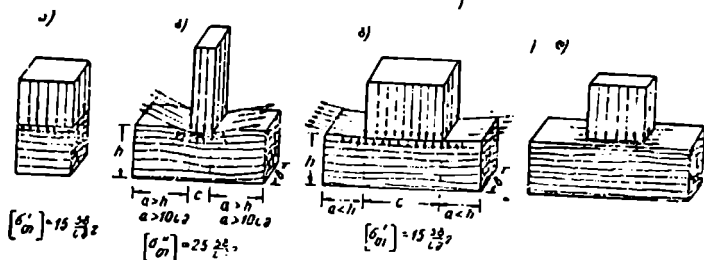
თელვის დეფორმაცია, კუმშვისაგან განსხვავებით, წარმოადგენს ადგილობრივ ზედაპირულ მოვლენას (მერქნის თელვა შეიძლება მოხდეს ბოქკოების გრძივად, განივად და კუთხით. ბოქკოების გრძივად თელვისა და კუმშვის წინალობანი უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან და ამიტომ შესაფერისი დასაშვები ძაბვები ერთი მეორის თანატოლია — $[\sigma_{\parallel}] = [\sigma_{\perp}] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$.

საანგარიშო წინალობა $R_{\parallel} = 130 \text{ კგ/სმ}^2$.

(ბოქკოების განივად თელვას ხის მასალა სუსტად ეწინააღმდეგება $[\sigma_{\perp}]_{\text{ბოქკო}} = 15-25 \text{ კგ/სმ}^2$; საანგარიშო წინალობა $R_{\perp \text{ბოქკო}} = 18 \text{ კგ/სმ}^2$. ამ შემთხვევისათვის მნიშვნელოვნად მცირეა აგრეთვე დრეკადობის მოდული — E .)

კუთხურ თელვას, ბოქკოების გრძივად და განივად თელვასთან შედარებით, თავისი წინალობის მიხედვით შუალედი ადგილი უკავია.

ის კონსტრუქციაში ბოქკოების განივად თელვის შემდეგი სახეობანი განიარჩევა; თელვა მთელ ზედაპირზე, ზედაპირის სიგრძის ნაწილზე და ზედაპირის როგორც სიგრძის, ისე სიგანის ნაწილზე; (ნახ. 26).



ნახ. 26. მერქნის თელვა ბოქკოების განივად:

ა — მთელ ზედაპირზე; ბ, გ — ზედაპირის სიგრძის ნაწილზე; დ — ზედაპირის სიგრძის და სიგანის ნაწილზე.

ზედაპირის მთელი ფართით თელვის შემთხვევაში დასაშვები ძაბვები და საანგარიშო წინალობა მინიმალურია — $[\sigma'] = 15 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$. ზედაპირის სიგრძის ნა-

წილზე ადგილობრივი თელვისას მერქნის წინალობა დამოკიდებულია თელვის ფართის სიგრძეზე, რაც ვიწროა თელვის ზოლი, ე. ი. მცირეა თელვის ბოქკოების სიგრძე C და დიდია მასთან გვერდმდებარე დაუტვირთავი ნაწილი, მით მეტია მერქნის წინალობა. ეს აიხსნება შემდეგი გარემოებით: უშუალოდ დატვირთული ფართის დეფორმაცია ვრცელდება მის მეზობლად მდებარე დაუტვირთავ ნაწილებზე, რომლებიც გაკიმევაზე და ლუნევაზე მუშაობენ. დაუტვირთავი თავისუფალი ბოლოების განმტვირთავი ზემოქმედების უზრუნველსაყოფად მათი სიგრძე (a) უნდა იქნეს არა ნაკლები: ელემენტის სისქისა (h), თელვის ფართის სიგრძისა (C) და 10 სმ-ს.

ის კონსტრუქციები მიწვიზირად გვხვდება თელვა შუალედი კუთხით — $0 < \alpha < 90^\circ$. ამ შემთხვევაში მერქნის წინალობა იზრდება ძალასა და ბოქკოების მიმართულებას შორის მდებარე α კუთხის შემცირებით. α კუთხის ნებისმიერი მნიშვნელობისას თელვის დასაშვები ძაბვა და საანგარიშო წინალობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

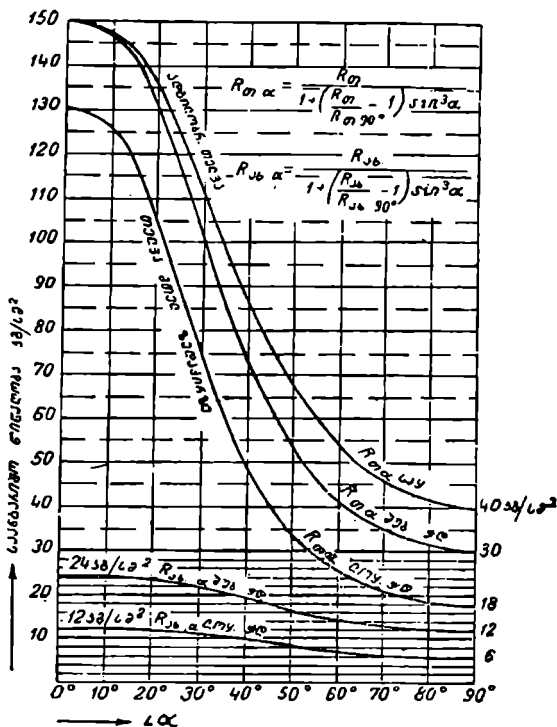
$$[\sigma]_{\alpha} = \frac{[\sigma]}{1 + \left[\frac{[\sigma]}{[\sigma]_{90^\circ}} - 1 \right] \sin^2 \alpha};$$

$$R_{\sigma\alpha} = \frac{R_{\sigma}}{1 + \left[\frac{R_{\sigma}}{R_{\sigma 90^\circ}} - 1 \right] \sin^2 \alpha};$$

სადაც $[T_{\alpha}]$, R_{α} არის დასაშვები ძაბვა და საანგარიშო წინაღობა თელვაზე ბოქვოების გრძივად;

$[T_{\alpha}]_{90^{\circ}}$, $R_{\alpha 90^{\circ}}$ — დასაშვები ძაბვა და საანგარიშო წინაღობა თელვაზე ბოქვოების განივად;

$[T_{\alpha}]_{\alpha}$, $R_{\alpha\alpha}$ -ს განსაზღვრა აგრეთვე შეიძლება გრაფიკით (ნახ. 27).



ნახ. 27.

ა ბ ლ გ რ ა

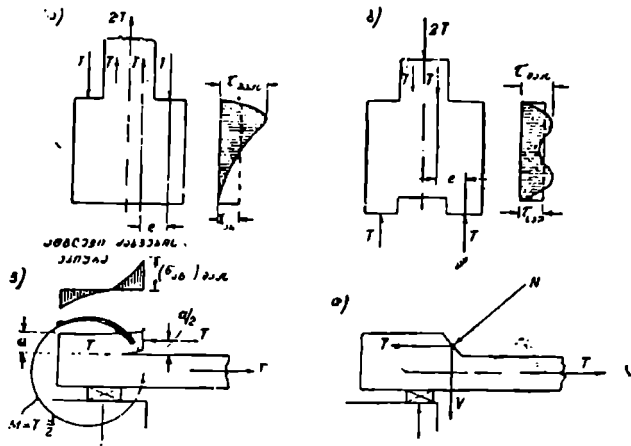
მერქნის ახლერას ადგილი აქვს შეუღლებებში—ქლობებზე, სოგმანებზე და ღუნვაზე მომუშავე ელემენტებში. (ხის კონსტრუქციაში მერქნის ახლერა შეიძლება მოხდეს ბოქვოების გრძივი და განივი მიმართულებით, აგრეთვე შუალედი კუთხით. მერქნის 15% ტენიანობის დროს ფივივისა და ნაძვის სტანდარტული ნიმუშების ბოქვოების გრძივად ახლერაზე სიმტკიცის ზღვარი 60—70 კგ/სმ²-ს უდრის, მერქნის წინაღობა ახლერაზე ბოქვოების განივად და ნებისმიერ α კუთხით, უფრო მცირეა ვიდრე ბოქვოების გრძივად.)

დაკვირვებებით დადგენილია, რომ ახლერის დროს ელემენტების რღვევა ხდება შესამჩნევი წინასწარი დეფორმაციების გარეშე და ის დამოკიდებულია

მასალის შრობისაგან გამოწვეულ ბზარებზე და სხვა შემთხვევით მიზეზებზე. ამის შედეგად ახლერა წარმოადგენს მერქნის წინალობის ერთ-ერთ ყველაზე ნაკლებად საიმედო სახეს.

შეუღლებებში, ახლერაზე ანგარიშს აწარმოებენ ახლერის მთელ ფართზე ამხლერი ძაბვების თანაბრად განაწილების დაშვებით. (სინამდელიეში ამხლერი ძაბვების განაწილება ახლერის სიგრძეზე ძალზედ არათანაბარია. იმიტომ მაქსიმალური ამხლერი ძაბვები მნიშვნელოვნად აღემატება საშუალოს $\tau_s = \frac{T}{F_s}$.)

(ხის კონსტრუქციაში გვხვდება ახლერის ორი შემთხვევა: „ცალმხრივი ახლერა“ და „ორმხრივი ახლერა“ (ნახ. 28) ამათგან უფრო გავრცელებულია „ცალმხრივი ახლერა“) (შებლური და ლოყური კლომები).



ნახ. 28. ახლერის სხვადასხვა შემთხვევა და ძაბვების განაწილების ხასიათი.

ამ შემთხვევაში, ძალების ერთი მხრიდან მოქმედების გამო ამხლერი ძაბვების ეპიურა ასიმეტრიულია (ნახ. 28, ა), ხოლო τ_s საგრძობლად განსხვავდება τ_g -გან. მეორე შემთხვევაში, „ახლერა ორმხრივი“—ახლერის ფართი მოთავსებულია ახლერის გამომწვევ T ძალებს შორის (ხლერის ფართის სიგრძეზე). აქ მხები ძაბვების განაწილება სიმეტრიულია, ხოლო τ_s მცირეთ განსხვავდება τ_g -გან (ნახ. 28, ბ).

(ახლერას, როგორც წესი, თან სდევს ბოკოების აგლეჯა განივი მიმართულებით. აგლეჯას იწვევს მომენტი $M = T \frac{a}{2}$, რომელიც ამხლერი ძალის

ეკსცენტრულად მოდების გამო წარმოიშობა (ნახ. 28, გ).) შეუღლებების უმრავლეს შემთხვევაში მაქსიმალური ამგლეჯი ძაბვები რღვევის მომენტში აღწევენ გაკიმევაზე მერქნის სიმტკიცის ზღვარს ბოკოების განივად და რღვევის გამომწვევ უშუალო მიზეზს წარმოადგენენ.

ამგლეჯი ძაბვების გავლენა არსებითად მცირდება ახლგის ფართზე „დამ-
კერი“ ძალის არსებობისას (ნახ. 28, დ). რის გამო, ამ შემთხვევაში ახლგის
სიმტკიცის ზღვარი მნიშვნელოვნად დიდდება.

ნ და ტპ მიხედვით ძაღვების ერთი მხრიდან მოღებებისას ბოკკოების გრძი-
ვად ახლგაზე ძირითადი დასაშვები ძაბვა მიღებულია $[\tau] = 10 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ იმ პირობით,

რომ ანგარიშში მიღებულია ახლგის სიგრძე $l_2 \geq 4e$, რაც ჩვეულებრივი შეულ-
ლებების შემთხვევაში თანატოლუასია $l_2 \geq 2h$ (შუბლური კღობები). ბოკკოების
განივად ახლგაზე დასაშვები ძაბვა ორჯერ უფრო ნაკლებია $[\tau]_{\text{თ}} = 5 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$.

სხვა სახის შეულლებებს (ლოყური კღობა), რომლებშიაც ახლგის ფარ-
თის სიგრძე შედარებით დიდია, $l_2 \geq 10e$ ან $l_2 \geq 5h$, ახლგის სიგრძისა და ძა-
ლის მოღების ექსცენტრისიტეტის შეფარდებას $\frac{l_2}{e} \leq 4$, შეესაბამება ახლგის
სიმტკიცის ზღვრის შემცირება დაახლოებით ორჯერ. ამის შესაბამისად, ნ
და ტპ მიხედვით, ლოყურ კღობებში ახლგაზე დასაშვები ძაბვა მიიღება
 $[\tau] = 5 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$.

განივ ღუნვაზე მომუშავე კოქებში ახლგის პროცესი უფრო მარტივად
მიმდინარეობს, რადგან აქ ამგლეჯი ძაბვების წარმოშობას ადგილი არა აქვს.
ამ შემთხვევაში, ამხლგის ძაბვების სიდიდის ცვაღებადობა როგორც კოქის
მალის სიგრძეზე, ისე განივ კვეთის სიმაღლეზე, გარკვეულ კანონზომიერებას
ემორჩილება და საკმარისი სიზუსტით განისაზღვრება ფორმულით: $\tau = \frac{Q\delta}{lb}$.

ამიტომ (ღუნვის დროს შესაძლებელია დასაშვები ძაბვები დაეუახლოვოთ
ახლგის სიმტკიცის ზღვარს. თუ მარაგის კოეფიციენტს დაახლოებით 3-ის
ტოლს ავიღებთ, მაშინ ნ და ტპ-ის შესაბამისად ახლგაზე დასაშვები ძაბვა
მიიღება ტოლი— $[\tau] = 20 \text{ კგ/სმ}^2$. }

თავი მეოთხე

ხის კონსტრუქციების ანგარიშის საუშუკლები ზღვრულ მდგომარეობათა და დასაშვებ ძაბვების მეთოდებით

§ 13. ზოგადი მიმოხილვა

1955 წლამდე (ხის კონსტრუქციების ანგარიშის ნორმატიულ მეთოდს დასაშვები ძაბვების მეთოდი წარმოადგენდა, რომლის ძირითადი არსი შემდეგში მდგომარეობს: განისაზღვრება კონსტრუქციის ელემენტში მოქმედი (საანგარიშო) ძაბვა, რომელიც დასაშვებ ძაბვას არ უნდა აღემატებოდეს,) ე. ი.

$$(\sigma \leq [\sigma].)$$

სანალოგიურად ხდება კონსტრუქციის ან მისი ელემენტის სიხისტეზე ანგარიში. განისაზღვრება საანგარიშო დეფორმაცია (ჩვეულებრივად, ჩალუნვა), რომელიც დასაშვებ დეფორმაციას არ უნდა აღემატებოდეს,) ე. ი.

$$(f \leq [f].)$$

საანგარიშო ძაბვების განსაზღვრა ხდება ნორმებით დადგენილი დატვირთვების გათვალისწინებით. უნდა განვასხვაოთ მუდმივი დატვირთვები, რომლებსაც იწვევს კონსტრუქციის (საუთარი წონა და დროებითი დატვირთვები: თოვლის დატვირთვა, ქარის დატვირთვა და სხვა) სასარგებლო საექსპლოატაციო დატვირთვები (სამრეწველო სამჭროების საწარმოო სათავსოების გადახურვის დატვირთვა, საცხოვრებელი სახლების სართულშუა გადახურვის დატვირთვა, სახურავის და სასხვერო გადახურვების დატვირთვები და სხვა). ამ დატვირთვების მნიშვნელობანი ცნობილია ნორმატიული დატვირთვების სახით. სინამდვილეში ეს დატვირთვები მუდმივ სიდიდეებს არ წარმოადგენენ, შესაძლოა მათი ცვალებადობა.

დასაშვები ძაბვები, რომლებსაც ანგარიშის დროს ვითვალისწინებთ, რამოდენიმეჯერ მცირეა მასალის შესაბამისი სიმტკიცის ზღვარზე. ასე მაგალითად, მერკნისათვის ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა $[\sigma] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$ მაშინ, როდესაც სტანდარტული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვარის საშუალო მნიშვნელობა — $\sigma_{\text{ს.გ.}} = 750 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$, მაშასადამე, განივი ლუნვის შემთხვევაში მარაგის

$$\text{კოეფიციენტი } \sigma_{\text{ს.გ.}} = \frac{750}{100} = 7,5.$$

მარაგის კოეფიციენტი, რომელიც დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას ერთერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს, ერთობლივად ითვალისწინებს ნაგებობის მუშაობაზე ზემოქმედ ყველა სხვადასხვა ფაქტორებს, მერქნის თვისობრივ დეფექტებს, დატვირთვების ცვალებადობას, ნაგებობის მუშაობის პირობების მოსალოდნელ განსხვავებას ანგარიშით გათვალისწინებულ პირობებისაგან, ანგარიშის შიახლოებითობას, კვეთის შესუსტებულ ადგილებში ძაბვების კონცენტრაციას, კონსტრუქციის შესაძლო დეფექტებს, ხის ელემენტების ნატურალურ ზომების გავლენის და სხვა.

გასაგებია, რომ თავისი ბუნებით ერთი მეორისაგან არსებითად განსხვავებული, სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის ზუსტად გათვალისწინება ერთიანი მარაგის კოეფიციენტით შეუძლებელია. ამიტომ ერთიანი მარაგის კოეფიციენტის გამოყენება დასაშვებ ძაბვების მეთოდის ძირითად ნაკლს წარმოადგენს.

დასაშვებ ძაბვების მეთოდის მეორე ნაკლი გამომკლავებულ იქნა მას შემდეგ, როდესაც დადგინდა იქნა, რომ ხის დროებითი წინალობა (სიმტკიცის ზღვარი), საიდანაც გამოდიან დასაშვებ ძაბვების დასადგენად, არ შეიძლება ხის მასალის ნორმატულ მახასიათებლად იქნეს გამოყენებული. საჭირო შეიქნა ხის მასალის დროებითი და მუდმივი წინალობების ერთი მეორისაგან მკვეთრად გამოყოფა. ამასთან ნორმებს საფუძვლად უნდა დაედოს მერქნის ხანგრძლივი წინალობა, ვინაიდან ხის კონსტრუქციების უმრავლესობა სწორედ ხანგრძლივად მოქმედ დატვირთვის ქვეშ მუშაობს.

მესამე, ხის კონსტრუქციების ცალკეულ ფორმების განვითარებასთან ერთად საჭირო შეიქნა კონსტრუქციის ამტანუნარიანობის ცნების შემდგომი განზოგადება (იხ. § 15);

დაბოლოს, ზოგიერთი სამშენებლო კონსტრუქციის (რკინაბეტონის, ქვის კონსტრუქციები) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით ადრე იქნა უარყოფილი. ამასთან დაკავშირებით, დაისვა საკითხი ყველა სამშენებლო კონსტრუქციის ანგარიშის ერთიან, უნიფიცირებულ მეთოდზე გადასვლის შესახებ, რომელსაც ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი ეწოდება.

ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდის ჩამოყალიბებას და განვითარებას განსაკუთრებით ხელი შეუწყო სამშენებლო გეგმარების ახალი ნორმების — სამშენებლო ნორმებისა და წესების — გამოქვეყნებამ, რომელსაც წინ უძღოდა მშენებლობის სამუშაო დებულების პროექტების ხანგრძლივი და თანმიმდევრობითი დამუშავება.

§ 14. მოწესრიგებული დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისათვის

1. დასაშვები ძაბვები

(დასაშვები ძაბვები მიწისზედა კონსტრუქციების, ფიქვისა და ნაძვის ელემენტებისათვის მარტო ძირითად ზემოქმედი ძალების გათვალისწინებისას მე-4 ცხრილის მიხედვით აიღება. სხვა ჯიშის ხის მასალის ელემენტებისათვის კი მე-4 ცხრილის მონაცემები უნდა გადაამრავლდეს კოეფიციენტებზე, რომლებიც მე-7 ცხრილშია მოცემული.

ძირითადი დასაშვები ძაბვები ფიქვისა და ნაძვისათვის

№ რიგში	ძაბვის სახე	აღნიშვნები	მუდმივი ნაგებობისათვის კვ/სმ ²	დროებითი და დამზმარე ნაგებობისათვის კვ/სმ ²
1	2	3	4	5
1	ლუნვა	[ა ე]	100	120
2	გაკიშვა ბოქკოების გრძივად	[ა გ]	70	85
3	კუმშვა და თელვა ბოქკოების გრძივად .	[ა ე]; [ა შ]	100	120
4	კუმშვა და თელვა მთელ ხედაპირზე ზოქკოების განივად და ლოყურ კღობებში	[ა კ]ს ⁰ [ა მ]	15	18
5	ადგილობრივი თელვა ბოქკოების განივად სიგრძის ნაწილზე ელემენტის ბოლოს თავისუფალი სიგრძისას არანაკლებ ელემენტის სისქისა და აოა ნაკლებ 10 სმ; შუბლურ კღობებში და სოგმანურ შეუღლებებში; ხის კონსტრუქციების საყრდენების სიბოტყეზე	[ა მ]ა	25	30
6	ადგილობრივი თელვა საყილურების ქვეშ თელვის კუთხის დროს 90°—60°-მდე .	[ა მ]ს	35	40
7	ახლეჩა ღუნვის დროს ბოქკოების გრძივად	[ა ე]	20	24
8	ახლეჩა (საშუალო ძაბვა) შუბლურ კღობებში ახლეჩის სიგრძის გათვალისწინებისას არა უმეტეს ელემენტის ორმაგი ბრუტო სისქისა და ჩაქრის 10- მაგი სიღრმისა, აგრეთვე პრინციპულ სოგმანებში:			
	ბოქკოების გრძივად	[ა ე]	10	12
	ბოქკოების განივად	[ა ე]ს ₀	5	6
9	ახლეჩა (საშუალო ძაბვა) ლოყურ კღობებში ბოქკოების გრძივად ახლეჩის სიგრძის გათვალისწინებისას არა უმეტეს ელემენტის 5-მაგი ბრუტო სისქისა:			
	ა) ელემენტების შეუღლებისას კუთხით $\alpha < 30^\circ$	[ა ე]	5	6
	ბ) $\alpha > 30^\circ$	[ა ე]	3	4
10	ბოქკოების კრა (საშუალო ძაბვა) .	[ა გ]	45	55

შენიშვნები: 1. გაუთლელი მორების ჩაქრებით შეუსუსტებელი კვეთებისათვის ღუნვაზე და კუმშვაზე, დასაშვები ძაბვა ბოქკოების გრძივად მრავლდება 1,15 კოფიციენტზე.
 2. კუთხური თელვის დასაშვები ძაბვა—[ა მ]ა განისაზღვრება ფორმულათ:

$$[a_m]a = \frac{[a_m]}{1 + \left(\frac{[a_m]}{[a_m]_{s0}} - 1 \right) \sin^2 \alpha}$$

ანდა გრაფიკით (ნახ. 27).

2. შემასწორებელი კოეფიციენტები

1) დამატებითი და განსაკუთრებულ ძალების ზემოქმედებისას და აგრეთვე, ნაგებობის მუშაობის განსაკუთრებულ პირობებში დასაშვები ძაბვები აიღება:

ა) მუდმივი დანიშნულების კონსტრუქციებისათვის მე-4 და მე-5 ცხრილების მონაცემების შემდეგ კოეფიციენტებზე გადამრავლებით:

0,85—თუ კონსტრუქცია ცვალებად დატენიანებას განიცდის,

0,75— „ „ ან ცალკეული ელემენტები ტენიან მდგომარეობაში ხანგრძლივად იმყოფებიან;

ა) ყალიბების კონსტრუქციებისათვის (გარდა ხარაჩოებისა) მე-4 და მე-5 ცხრილების მიხედვით, დროებითი ნაგებობის შესაბამის სვეტის მონაცემების გადამრავლებით 1,25 კოეფიციენტზე;

გ) კონსტრუქციებისათვის და ცალკეული ელემენტებისათვის, რომლებიც დამატებითი ზემოქმედი ძალების (სამონტაჟო დატვირთვა, ქარის დატვირთვა და სხვა.) გათვალისწინებით იანგარიშებიან მე-4 და მე-5 ცხრილების მონაცემების 1,2 კოეფიციენტზე გადამრავლებით.

დ) კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც განსაკუთრებითი ზემოქმედი ძალების (შემთხვევითი, სეისმური ძალები და სხვა) გათვალისწინებით იანგარიშებიან მე-4 და მე-5 ცხრილების მონაცემების 1,4 კოეფიციენტზე გადამრავლებით.

2) დასაშვები ძაბვები კონსტრუქციის მოლუნული ელემენტებისათვის მე-4 ცხრილის მიხედვით აიღება და შემდეგ გადამრავლება მე-5 ცხრილში მოყვანილ კოეფიციენტზე $\frac{r}{a}$ შეფარდების მიხედვით.

r —მოლუნული ელემენტის სიმრუდის რადიუსი;

a —მოლუნული ფიკრის ან ძელაკის კვეთის ზომა სიმრუდის რადიუსის მიმართულებით.

ცხრილი 5

მოლუნული ელემენტებისათვის დასაშვები ძაბვების შემცირების კოეფიციენტები

ძაბვის სახე	$\frac{r}{a} = 125$	150	175	200	250	300 და მეტი
კუმშვა და ღუნვა	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0
გაქიშვა	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

ჯიშის მიუხედავად ხის მასალის დრეკადობის მოდული ბოქკოების გრძივად მიიღება $E = 100\ 000$ კგ/სმ², ხოლო ხანგრძლივად ტენიან მდგომარეობაში მყოფ ხის ნაწილებისათვის $E = 70\ 000$ კგ/სმ².

სახურაყვების და გადახურვების ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების დასაშვები ჩალუნვები 11 ცხრილიდან აიღება.

§ 15. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი

ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი წარმოადგენს საერთოდ ნაგებობათა ანგარიშის ახალ მეთოდს, რაც პირველად საბჭოთა საინჟინრო სკოლის მიერ იქნა დამუშავებული.

ზღვრულ მდგომარეობად კონსტრუქციის ისეთი მდგომარეობა ითვლება, რომლის შემდეგ, კონსტრუქციის ნორმალური ექსპლოატაცია შეუძლებელი ხდება. ხის კონსტრუქციებში ორი ზღვრული მდგომარეობა განირჩევა;)

1) პირველი ზღვრული მდგომარეობა—ამტანუნარიანობით (სიმტკიცით, მდგრადობით)¹;

2) მეორე ზღვრული მდგომარეობა—დეფორმაციებით.)

პირველ ზღვრულ მდგომარეობისას ანგარიში საველდებულთა ყველა სახის კონსტრუქციისათვის. მეორე ზღვრულ მდგომარეობის დროს ანგარიში წარმოებს ისეთი კონსტრუქციისათვის, რომლებშიაც დეფორმაციის სიდიდემ შესაძლოა შეზღუდოს კონსტრუქციის ნორმალური ექსპლოატაცია, მაგალითად დიდი გაღუნებებისა, რხევისა ან სხვა მიზეზების გამო.) (კოკები, ხის ფილა და სხვა).

ამტანუნარიანობით გამოწვეული ზღვრული მდგომარეობა შემდეგი ნიშნებით ხასიათდება:)

ა) ძაბვა კონსტრუქციის რომელიმე ელემენტში საანგარიშო წინალობას აღწევს;

ბ) ძალვა ერთ-ერთ შეერთებაში მაკავშირებლის საანგარიშო ამტანუნარიანობას აღწევს;

გ) კონსტრუქციების ელემენტებში ძაბვა ისეთ მნიშვნელობას ღებულობს, როდესაც ელემენტი, ან მთლიანად კონსტრუქცია, მდგრადობას ჰკარგავს.

დეფორმაციით გამოწვეული ზღვრული მდგომარეობა მით ხასიათდება, რომ დეფორმაციების სიდიდეები ზღვრულ (საანგარიშო) მნიშვნელობას აღწევენ, რომლის შემდეგ კონსტრუქციის ნორმალური ექსპლოატაცია შეუძლებელი ხდება;)

(ხის მასალის საანგარიშო წინალობა დამოკიდებულია მერქნის ზღვრულ წინალობაზე.) ასეთად, ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით, მიჩნეულია არა სიმტკიცის ზღვარი, არამედ მერქნის ხანგრძლივი წინალობა. უკანასკნელი კი ისეთ დაქსიმალურ ძაბვას ეწოდება, რომლის დროსაც ელემენტი არ ირღვევა, რაც არ უნდა ხანგრძლივად მოქმედებდეს მასზე ამ ძაბვის გამოწვევი ძალა.

ხანგრძლივი წინალობის მოსალოდნელი მინიმალური მნიშვნელობა, რომელიც მიიღება სტანდარტული პატარა ნიმუშების (ე. ი. ნიმუშები დეფექტების გარეშე) გამოცდით, იწოდება ნორმატულ ხანგრძლივი წინალობად.

ნორმატულ ხანგრძლივი წინალობიდან საანგარიშო წინალობაზე გადასვლისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ხის დეფექტების გავლენა,) დიდი ნი-

¹ კონსტრუქციის ამტანუნარიანობის ქვეშ იგულისხმება მისი წინალობა (კვ-ით) თანატოლფასი იმ დატვირთვისა, რომლის დროსაც კონსტრუქცია ირღვევა, ანდა საგრძნობ დეფორმირებას იწყებს.

მუშების არაერთგვაროვანი აღნაგობის გავლენა და სხვა. ამ დეფექტების გავლენა მხედველობაში მიიღება კოეფიციენტით, რომელსაც მასალის ერთგვაროვნების კოეფიციენტი ეწოდება. (ნორმატული წინაღობა (R^b) გამრავლებული ერთგვაროვნების კოეფიციენტზე (k) იძლევა საანგარიშო წინაღობას:)

$$(R^b = kR^e)$$

ამრიგად საანგარიშო წინაღობა ახსიათებს მასალის რეალურ ზღვრულ წინაღობას, ხოლო ნორმატული წინაღობა კი სტანდარტული ნიმუშების, სუფთა ხის მასალის წინაღობას.)

დატვირთვები, რომელთა ზემოქმედებაზეც გაანგარიშდებიან კონსტრუქციები, შეიძლება განსხვავდებოდნენ ნორმატული დატვირთვებისაგან.

დატვირთვების ცვალებადობა, რის შედეგად ადგილი აქვს რეალურ დატვირთვების განსხვავებას ნორმატულისაგან, მხედველობაში მიიღება ე. წ. გადატვირთვის კოეფიციენტებით. ამრიგად, საანგარიშო დატვირთვა ეწოდება ნორმატულისა და გადატვირთვის კოეფიციენტის (n) ნამრავლს:)

$$(P_b = nP^e)$$

დამატებითი მასალის თვისობრიობის არაერთგვაროვნებისა და დატვირთვების ცვალებადობის გათვალისწინებასთან ერთად, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული კონსტრუქციის ან მისი ელემენტების მუშაობის სხვადასხვა პირობებში, რომლის გათვალისწინება მუშაობის პირობების კოეფიციენტის (m) საშუალებით წარმოებს. ხის კონსტრუქციებში მუშაობის პირობების კოეფიციენტები მხედველობაში იღებენ მაგალითად, ძაბვების კონცენტრაციას ხერცელებისა და ჩაქრების ადგილებში, ახლგის ფართზე ამხლეჩი ძაბვების არათანაბრად განაწილებას, დამუკლ მაკავშირებლებზე განხორციელებულ შედგენილ ელემენტების ღუნვის დამატებით ძაბვებს და სხვა.

ძირითადი მოთხოვნა, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ანგარიში, ე. წ. ზღვრული პირობით ჩაიწერება, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს:

(შესაძლოა უდიდესი (ზღვრული) დატვირთვა ან ძალვა ნაკლები უნდა იქნეს, ვიდრე კონსტრუქციის უმცირესი აბტანუნარიანობა, რომელიც მასალის ხარისხის ცვალებადობისა და კონსტრუქციის მუშაობის არახელსაყრელი პირობების გათვალისწინებით გამოითვლება.

(ეს პირობა ფორმულით შემდეგნაირად გამოისახება:)

$$N \leq \Phi(m; kR^e; S),)$$

სადაც N არის საანგარიშო ძალვა ე. ი. ძოლვა; (მაგალითად, N , Q , δ M) გამოწვეული ნორმატული დატვირთვებისაგან გადამრავლებული შესაბამის გადატვირთვის კოეფიციენტზე;)

m — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

k — მასალის ერთგვაროვნების კოეფიციენტი;

R^e — მასალის ნორმატული წინაღობა;

Φ — ძალვის ხასიათის შესაბამისი ფუნქცია;

S — კვეთის გეომეტრიული მახასიათებელი (ფართი, წინაღობის მომენტი) და სხვ.

(მეორე მოთხოვნა (ზღვრული მდგომარეობა), რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ანგარიში, განისაზღვრება კონსტრუქციის დეფორმაციით; ეს პირობა შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$\Delta \leq f_{\Delta}$$

სადაც Δ არის დეფორმაცია გამოწვეული მოქმედი დატვირთვებისაგან; f_{Δ} ის ფუნქციაა დატვირთვისა, მასალის ხარისხისა და კონსტრუქციის ან ელემენტის გეომეტრიული ზომებისა;

f_{Δ} — ზღვრული დეფორმაცია, განსაზღვრული შემდგომი ექსპლოატაციის შეუძლებლობის პირობით; f_{Δ} -ის მნიშვნელობანი მოყვანილია მე-11 ცხრილში.

მეორე ზღვრულ მდგომარეობაზე ანგარიშმა უნდა განსაზღვროს კონსტრუქციის ზღვრული დეფორმაციები, ნაგებობების მიერ ამტანუნარიანობის შენარჩუნების გათვალისწინებით. ამიტომ ეს დეფორმაციები განისაზღვრება მასალის დრეკადი მუშაობის მხედველობაში მიღებით, ნორმატული დატვირთვებისას, მაშასადამე, გადატვირთვის კოეფიციენტის 1-ის ტოლობით ($n=1$).

ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით კონსტრუქციების ანგარიშს შემდეგი უპირატესობანი აქვს:

1) იძლევა მასალის ეკონომიას ზოგიერთ შემთხვევაში (მაგალითად კონსტრუქციები დიდი მუდმივი დატვირთვით, სტატიკურად ურკვევადი სისტემები და სხვ);

2) ის პროგრესულია მარაგის კოეფიციენტის მარტივ კომპონენტებად, ე. წ. საანგარიშო კოეფიციენტებად (n, k, m) დანაწევრების გამო, რომლებიც შეიძლება ადვილად შემოწმდეს და დაზუსტდეს.

3) ის საშუალებას იძლევა ყველა მასალისაგან განხორციელებული კონსტრუქციები ერთნაირი პრინციპით (ზღვრული მდგომარეობით) იქნენ გაანგარიშებულინი.

კონსტრუქციების ანგარიშის ზღვრული მდგომარეობის მეთოდი საბჭოთა საინჟინრო სკოლის მიღწევას შეადგენს. (განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს გამოჩენილ საბჭოთა მეცნიერების — ნ. ს. სტრელეცკის, ფ. პ. ბელიანკინის, გ. გ. კარლსენის, კ. ს. ზაერიევის, ი. მ. ივანოვის, ა. რ. რვანიცინის და სხვების როლი ზღვრული მდგომარეობათა მეთოდით კონსტრუქციების ანგარიშის ახალი უნიფიცირებული მეთოდის დამუშავებაში და ჩამოყალიბებაში.)

§ 16. ძირითადი მონაცემები ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით ხის კონსტრუქციების ანგარიშისათვის

1. ხის მასალის საანგარიშო მახასიათებლები

(ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით ანგარიშის დროს სარგებლობენ საანგარიშო წინალობით, რომელიც ხის მასალის ზღვრულ წინალობას წარმოადგენს.

— ფიკვისა და ნაძვის მასალების საანგარიშო წინალობათა მნიშვნელობანი გახურებისაგან და დატენიანებისაგან დაცულ კონსტრუქციების ანგარიშისას, რომლებიც მუდმივ და დროებით დატვირთვების ზემოქმედებას განიცდიან, მოყვანილია მე-6 ცხრილში.)

ფიქვისა და ნაძვის საანგარიშო წინაღობა— R_n^*

№ № რიგ.	წინაღობის სახე	აღნიშვნა	საანგარიშო წინაღობა კგ/სმ ² -ში
1	ლუნვა	R_L	130
2	გაჭიმვა ბოჭკოების გრძივად	R_g	100
3	კუმშვა და თელვა ბოჭკოების გრძივად	$R_{კ}, R_{თ}$	130
4	კუმშვა და თელვა მთელ ზედაპირზე ბოჭკოების განივად, აგრეთვე ლოყურ კვადრატში	$R_{კ 90} R_{თ 90}$	18
5	ადგილობრივი თელვა ბოჭკოების განივად სიგრძის ნაწილზე ელემენტების ბოლოების თავისუფალი სიგრძისას არანაკლებ თელვის ფართის სიგრძისა და ელემენტების სისქისა:		
	ა) თელვის ფართის სიგრძისას ბოჭკოების გრძივად 10 სმ და მეტი, შუბლურ კვადრატში სოგმანოვან შეუღლებებში და კონსტრუქციის საყრდენის სიბრტყეებში	$R_{თ, 90}$	30
	ბ) თელვის ფართის სიგრძისას 3 სმ. აგრეთვე საყველურების ქვეშ, რადგანაც თელვის კუთხე იცვლება $90^{\circ} \pm \div 60^{\circ}$ -დგ	$R_{თ, 90}$	40
6	ახლეჩა ბოჭკოების გრძივად (მაქსიმალური)	R_a	24
7	ახლეჩა ბოჭკოების განივად (მაქსიმალური)	$R_{a 90}$	12

შენიშვნა: შუბლურ კვადრატში საანგარიშო წინაღობა თელვაზე, ბოჭკოების გრძივად აიღება ტოლი— $R_n = 150$ კგ/სმ².

კუთხური თელვისა და ახლეჩის საანგარიშო წინაღობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$R_{თ\alpha} = \frac{R_{თ}}{1 + \left(\frac{R_{თ}}{R_{90}} - 1 \right) \sin^2 \alpha}$$

სადაც $R_{თ}$ და R_{90} არიან შესაბამისად თელვის ან ახლეჩის საანგარიშო წინაღობანი ბოჭკოების გრძივად და განივად.)

ხის მასალის სხვა ჯიშებისათვის მე-6 ცხრილის მონაცემები გადაპრავლდება მე-7 ცხრილის კოეფიციენტებზე.

საანგარიშო წინაღობათა შემასწორებელი კოეფიციენტი სხვადასხვა ჯიშის ხის მასალისათვის

ჯიშების დასახელება	შემასწორებელი კოეფიციენტები		
	გაჭიმვა, ლუნვა, კუმშვა და თელვა ბოჭკოების გრძივად	კუმშვა და თელვა ბოჭკოების განივად	ახლეჩა
წიწვოვანი			
ფოთლოვანი	1,2	1,2	1,0
ციმბირის ყდარი	0,9	0,9	0,9
სოკი	0,8	0,8	0,8

* ხის მასალის ნორმატიული წინაღობანი (R_n^*) და ერთგვაროვნების კოეფიციენტები (k) აქ არ მოგვეყვას, რადგან ისინი უშუალოდ ანგარიშისათვის საჭირონი არ არიან.

ფოთლოვანი მაგარი ჯიშები			
მუხა .	1,3	2,0	1,3
იფნი, ნეერჩხალი, რცხილა	1,3	2,0	1,6
აკაცია	1,5	2,2	1,8
არყის ხე, წიფელი .	1,1	1,6	1,3
თელა	1,0	1,6	1,0
ფოთლოვანი რბილი ჯიშები			
მურყანი, ცაცხვი	0,8	1,3	1,1
ვეოხვი, ალვისხე .	0,8	1,0	0,8

ხის მასალის ტენიანობისა, ტემპერატურისა და დატვირთვის ხანგრძლიობის გათვალისწინება წარმოებს მე-8 ცხრილის მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 8

შემაწორებელი კოეფიციენტი

კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობები და დატვირთვის სახეები	კოეფიციენტები	
	საანგარიშო წინალობის	დრეკადობის მრუდულის
კონსტრუქციები, რომლებიც დატენიანებას მოკლე დროით განიცდიან და შემდეგ შრებიან	0,85	0,85
კონსტრუქციები, რომლებიც დატენიანებას დიდი ხნით განიცდიან	0,75	0,75
კონსტრუქციები ჰაერის მუდმივი ტემპერატურის 35—50° ხე-მოქმედებისას (საწარმოო სათავსებში)	0,80	0,80
კონსტრუქციები, რომლებიც გაანგარიშდებიან მუდმივი დატვირთვის მოქმედებაზე	0,80	0,80
კონსტრუქციები, რომლებიც გაანგარიშდებიან სამონტაჟო დატვირთვაზე, თელვაზე ანგარიშის გარეშე	1,1	—
იგივე, თელვაზე ანგარიშის დროს	1,3	—
კონსტრუქციები, რომლებიც გაანგარიშდებიან სეისმურ დატვირთვაზე, თელვაზე ანგარიშის გარეშე	1,2	—
იგივე თელვაზე ანგარიშის დროს	1,5	—

მუშაობის პირობების კოეფიციენტები

საანგარიშო წინალობის სიდიდეზე ელემენტების განიკვეთის ზომების, ხერხების არსებობის, ამხლეჩი ძაბვების არათანაბრად განაწილების ან სხვა მიზეზების გავლენა მხედველობაში მიიღება მუშაობის პირობების კოეფიციენტებით (მ), რომელთა სიდიდეები ძირითადი შემთხვევებისათვის მოყვანილია მე-9 ცხრილში.

ხის კონსტრუქციების ზოგიერთ ტიპებში გამოიყენებიან ელემენტები, რომლებიც მოლუნული ფიცრების პაკეტისაგან შედგება (მაგალითად, სეგმენტური ფერმების ზედა სარტყლები, თაღები). ფიცრების მოლუნვისას წარმოიშვება საწყისი ძაბვები, რომლებიც მოლუნული ელემენტების ამტანუნარიანობას ამცირებენ.

საწყისი ძაბვები დროთა ვითარებაში თანდათან მცირდებიან და ქრებიან. ექსპერიმენტების მონაცემებით დადგენილია საანგარიშო წინალობათა შემამცირებელი კოეფიციენტი—მუშაობის პირობების კოეფიციენტი მოლუნვის დროს, რომლებიც მე-10 ცხრილშია მოყვანილი.

მუშაობის პირობების კოეფიციენტები (m) ხის კონსტრუქციების ელემენტებისათვის: ღუნვის, გაჭიმვის, კუმშვის, თელვის და ახლჩის დროს

ხის მასალის წინაღობის სახე	აღნიშვნა	სიდიდე
ჯანჩიე ღუნვა:		
ა) ფიცრებისათვის, ძელაკებისა და ძელებისათვის, რომელთა განივკვეთის თუნდაც ერთი გვერდი 15 სმ ნაკლებია	m _ღ	1,0
ბ) ძელებისათვის განივკვეთის გვერდის ზომებით 15 სმ და მეტი კვეთის სიმაღლის სიგანესთან შეფარდებისას $\frac{h}{b} \leq 3,5$	m _ღ	1,15
გ) მორებისათვის, რომლებსაც საანგარიშო კვეთში ჩატრები არა აქვთ	m _ღ	1,2
დ) დაწებებული ელემენტებისათვის (მათი ზომების მიხედვით)	m _ღ	0,9—0,75
ე) შედგენილი ელემენტებისათვის მაკავშირებლებით (უკანასკნელთა ტიპების მიხედვით)	m _ღ	0,9—0,8
გაჭიმვა:		
ა) ელემენტებისათვის, რომლებსაც საანგარიშო კვეთში შესუსტება არა აქვთ	m _გ	1,0
ბ) ელემენტებისათვის, რომლებსაც აქვთ შესუსტება	m _გ	0,8
კუმშვა და თელვა:		
ა) კუმშვა და თელვა ელემენტებში	m _{კ; თ}	1,0
ბ) თელვა შეუღლებებში (მათი ტიპების მიხედვით)	m _თ	≤ 1
ახლჩა:		
ა) ღუნვის დროს	m _{ახლ}	1,0
ბ) შეუღლებებში (მათი სახეების მიხედვით)	m _{ახლ}	1,15—0,4

ცხრილი 10

მუშაობის პირობების კოეფიციენტები მოლუნული ელემენტებისათვის—m_{აღლ}

ელემენტების მუშაობის სახე	კოეფიციენტები შეფარდებისათვის $\frac{R}{a}$			
	125	150	200	250 და მეტი
კუმშვა და ღუნვა	0,7	0,8	0,9	1,0
გაჭიმვა	0,5	0,6	0,7	0,9

აქ R—მოლუნული ელემენტის რადიუსია
 a—ელემენტის სისქე რადიუსის მიმართულებით.

1 მორების დიამეტრის შემცირება მის სიგრძეზე მიღებულია 1 სმ მორის 1 მ სიგრძეზე.

დეფორმაციების გამოთვლა წარმოებს ნორმატიული დატვირთვების მიხედვით. დრეკადობის მოდული კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც დაცული არიან დატენიანებისაგან და განიხილიან მუდმივ და დროებით დატვირთვების ზემოქმედებას, მიიღება 100 000 კგ/სმ²-ის ტოლი. დრეკადობის მოდულზე მასალის ჯიშისა და დატენიანების გავლენა, და აგრეთვე მარტო მუდმივ დატვირთვის გავლენა, მხედველობაში მიიღება მე-7 და მე-8 ცხრილების მონაცემებით.

ლუნვაზე მომუშავე ელემენტების ზღვრული დასაშვები დეფორმაციები (ჩალუნვები) მოყვანილია მე-11 ცხრილში.

ცხრილი 11

ლუნვაზე მომუშავე ელემენტების ზღვრული ჩალუნვები

№№ რიგ.	ლუნვაზე მომუშავე ელემენტები	ზღვრული ჩალუნვა
1	სართულშუა გადახურვებში	$\frac{1}{250} l$
2	სასხვეწო გადახურვებში	$\frac{1}{200} l$
3	სახურავებში (შენალარების გარდა):	
	ა) გრძივები და დაწხმარე ნივთების ფეხები, ხის ფილა	$\frac{1}{200} l$
	ბ) მოლარტყვა და ფენილები	$\frac{1}{150} l$
4	სახურავების შენალარებში	$\frac{1}{400} l$

შ ე ნ შ ე ნ ა: შელესვის არსებობისას სართულშუა გადახურვების კოჭების ჩალუნვა მარტო სასარგებლო ტვირთისაგან არ უნდა აღემატებოდეს მალის $\frac{1}{350}$.

ნორმატიული დატვირთვები და გადატვირთვების კოეფიციენტები

ნორმატიული საანგარიშო დატვირთვები და აგრეთვე გადატვირთვის კოეფიციენტების ძირითადი სიდიდეები მოყვანილია მე-12 ცხრილში.

ცხრილი 12

ნორმატიულ საანგარიშო დატვირთვები და გადატვირთვის კოეფიციენტები

დატვირთვების დასახელება	ნორმატიული დატვირთვა კგ. ს ²	გადატვირთვის კოეფიციენტი	საანგარიშო დატვირთვა კგ. ს ²
შემომდარეველი და მზიდავი კონსტრუქციების საკუთარი წონა	—	1,1	—
თოვლი	—X ¹	1,4	—
ქარი	—X ¹	1,2	—
სასხვეწო გადახურვაზე	75	1,4	105

¹ თოვლისა და ქარის დატვირთვები აიღება სათანადო ნორმატიული პირობების მიხედვით

დატვირთვის დასახელება	ნორმატული დატვირთვა კგ/მ ²	გადატვირთვის კოეფიციენტი	საანგარიშო დატვირთვა კგ/მ ²
საცხოვრებელი შენობების გადახურვებზე	150	1,4	210
თეატრების დარბაზებში და გასასვლელებში, კინოკლუბების, სკოლების, სადგურების, ტრიბუნების	400	1,2	480
სამრეწველო შენობების, საწყოების, მუხეუმების, გადახურვებზე მომკმედი დატვირთვისაგან და არა ნაკლები	400	1,2	—
კიბეებზე, ტერასებზე, აივნებზე და ვესტიბულებში	400	1,4	560

როდესაც ნაგებობაზე (გარდა რადიოანძებისა, მაღალი შენობებისა და სხვა სპეციალური ნაგებობებისა) ძირითად დატვირთვებთან ერთად მოქმედებს სხვადასხვა დატვირთვები (მაგ. ტემპერატურა და ქარი), მაშინ საკუთარ წონის გარდა ყველა სხვა დატვირთვების შესაფერის გადატვირთვის კოეფიციენტები გადამრავლდება 0,9-ზე; ანალოგიურად, სეისმურ დატვირთვის მოქმედების დროს—0,8 ზე.

ხის მასალის საანგარიშო მოცულობითი წონა მე-13 ცხრილის მიხედვით აიღება.

ხის მასალის საანგარიშო მოცულობითი წონა

ჯ ი შ ე ბ ი	მოცულობითი წონა კგ/მ ³	
	მშრალი	ნედლი
წიწვოვანი:		
ფოთლოვანა	650	800
ფიჭვი	500	600
ნაძვი, ყვდარი, კავკასიის სოჭი, იაკუტეთისა და კოლის ნახევარკუნძულის ფიჭვი	450	550
ურალისა და ციმბირის სოჭი	400	500
ფოთლოვანი:		
მუხა, კოპიტი	700	800
არყის ხე, წიფელი, თელა, წაბლი	600	700
ყვრხვი, მურყანი, ალვის ხე	500	600

თავი მესამე

ხის კონსტრუქციების ელემენტების ანგარიში

§ 17. შესავალი

ხის კონსტრუქციების ელემენტების ანგარიში, ზღვრულ მდგომარეობა-
თა და დასაშვებ ძაბვების მეთოდების მიხედვით წარმოებს ქვემოთ მოყვანილ
ამ ორი მეთოდის შესაბამისი ძირითადი ფორმულებით.

დეფორმაციის სახე	ზღვრული მდგომარეობათა მეთოდით	დასაშვები ძაბვების მეთოდით
1	2	3
1 ცენტრალური გაკიმვა	$N \leq m_g R_g F_g$	$\frac{N}{F_g} \leq [\sigma_g]$
2 კუმშვა	$N \leq m_j R_j F_j$	$\frac{N}{F_j} \leq [\sigma_j]$
3 გრძივი ღუნვა	$N \leq m_k R_k F_k$	$\frac{N}{\varphi F_k} \leq [\sigma_k]$
4 განივი ღუნვა	$M \leq m_L R_L W_L$	$\frac{M}{W_L} \leq [\sigma_L]$
5 ახლეჩა განივი ღუნვის დროს	$Q \leq m_a R_a \frac{I_{ახლ}}{S_{ახლ}}$	$\frac{Q S_{ახლ}}{I_{ახლ}} \leq [\tau_a]$
6 ღუნვა—კუმშვით	$\frac{N}{m_j R_j F_j} + \frac{M}{m_L R_L W_L} \leq 1$	$\frac{N}{F_j} + \frac{M}{W_L} \leq [\sigma_j]$
7 ღუნვა—გაკიმვით	$\frac{N}{m_g R_g F_g} + \frac{M}{m_L R_L W_L} \leq 1$	$\frac{N}{F_g} + \frac{M}{W_L} \leq [\sigma_g]$
8 ირიბი ღუნვა	$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq m_L R_L$	$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_L]$
9 თელვა	$N_{თ} \leq m_{თ} R_{თ} \alpha F_{თ}$	$\frac{N_{თ}}{F_{თ}} \leq [\sigma_{თ}] \alpha$

სადაც m_g, m_j, m_L, m_k, m_a არიან მუშაობის პირობების კოეფიციენტები.

R_g, R_j, R_L, R_k, R_a —საანგარიშო წინაღობანი

6. დ. დოლიძე, ი. ბერიშვილი

[σ_a], [σ_y], [σ_x], [σ_z])—დასაშვები ძაბვები

N, M, T —საანგარიშო შიგა ძალები: გრძივი ძალვა, მღუნავი მომენტი, ამხლეჩი ძალვა.

ზღვრულ მდგომარეობათა ფორმულების სარგებლობისას შიგა ძალები გამოითვლება გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით, დასაშვებ ძაბვების მეთოდით სარგებლობისას კი გადატვირთვის კოეფიციენტების გარეშე.

F_6, F_8, W_6 —ელემენტის განივ კვეთის ფართი (შესაბამისად ნეტო და საანგარიშო) და წინალობის მომენტი ნეტო.

φ, ξ —გრძივი ღუნვის და კუმშვა-ღუნვის კოეფიციენტები.

ზღვრული მდგომარეობის და დასაშვები ძაბვების მეთოდების საანგარიშო ფორმულების ურთიერთ შედარება გვიჩვენებს, რომ ხის კონსტრუქციების ანგარიში სიმტკიცეზე და მდგრადობაზე ზღვრულ მდგომარეობათა და დასაშვებ ძაბვების მეთოდებით ერთი შეოროს ანალოგიურია. ხის კონსტრუქციების ზღვრული მდგომარეობა დეფორმაციებით, სამშენებლო ნორმებისა და წესების მიხედვით განისაზღვრება სამშენებლო მექანიკის წესების თანახმად—მასალის მუშაობის დრეკადი სტატიის გათვალისწინებით და გადატვირთვის კოეფიციენტით $n=1$, ე. ი. ამ შემთხვევაში ანგარიშის ახალი და ძველი მეთოდები შინაარსით ერთნაირია.

§ 18. ცენტრალური გაჭიმვა

(ცენტრალურად გაჭიმულ ელემენტების სიმტკიცეზე შემოწმება ხდება მაქსიმალურად შესუსტებულ განივ კვეთის გათვალისწინებით. გაჭიმულ ელემენტების შესუსტებული ფართის გამოთვლისას, შესუსტებანი, რომლებიც განსახილველი კვეთისაგან 20 სმ-ის ფარგლებში იმყოფებიან (ელემენტის სიგრძეზე) გათვალისწინებულნი უნდა იქნენ, როგორც ერთ განივ კვეთში მოთავსებულნი, ელემენტის ტეხალი მიმართულებით გაწყვეტის შესაძლებლობის გამო.)

გაჭიმულ ელემენტების ადგილობრივი შესუსტების გამო (ჩაჭრებით, ხერხელებით და სხვა) ადგილი აქვს ძაბვათა არა თანაბარ განაწილებას უკანასკნელთა კონცენტრაციის გამო.

ამის გარდა, შესუსტებულ კვეთიანი გაჭიმული ელემენტების გამოცდების შედეგად დადგენილია, რომ მათი სიმტკიცის ზღვარი შეუსუსტებულ ელემენტების სიმტკიცის ზღვართან შედარებით მცირეა.

უკანასკნელი ორი გარემოებით უნდა იხსნას ის ფაქტი, რომ გაჭიმული ელემენტების ანგარიშისას როგორც დასაშვები ძაბვა ისევე საანგარიშო წინალობა ძალზე შეპყრობილი მნიშვნელობის მიიღება სიმტკიცის ზღვარისა და ხანგრძლივ წინალობის სიდიდეებთან შედარებით ($[\sigma_a]=70$ კგ/სმ²; $R_a=100$ კგ/სმ²).

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

ცენტრალურად გაჭიმული ელემენტების ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$N_k \leq m_k R_k F_k \quad (1.5)$$

სადაც N_6 არის საანგარიშო გამკეიშავი ძალა გამოთვლილი საანგარიშო დატვირთვების მიხედვით (ე. ი. გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით);

R_8 — გამკეიშვის საანგარიშო წინაღობა ბოქკოების გრძივად;

m_8 — გამკეიშული ელემენტის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (ცხრ. 9).

F_6 — განიეკვეთის ნეტო ფართი.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

გამკეიშულ ელემენტების შესუსტებულ კვეთში მოქმედი ძაბვა ქვემოთ-მოყვანილი ფორმულით გამოითვლება,

$$\sigma \approx \frac{N}{F_6} \leq [\sigma_6], \quad (2-5)$$

სადაც N არის გამკეიშავი ძალა;

F_6 — კვეთის ნეტო ფართი;

$[\sigma_6]$ — გამკეიშვაზე დასაშვები ძაბვა.

მაგალითი 1. ჩაქრებით და ქანჭიკების ხერელებით შესუსტებული გამკეიშული ელემენტი შემოწმებულ იქნეს სიმტკიცეზე (ნახ. 29). (გამკეიშავი ძალვა: მულმივი ტვირთისაგან $N_{აღე} = 6000$ კგ, დროებითი ტვირთისაგან $N_{გა} = 2500$ კგ.) ელემენტის ჯანიე კვეთის ზომები 15×20 სმ; ელემენტის თითოეულ მხარეს ჩაქრის სიღრმე $h_8 = 3,5$ სმ; ხერელების დიამეტრი $d = 1,6$ სმ.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

ელემენტის განიეკვეთის ბრუტო ფართი $F_{გა} = 15 \times 20 = 300$ სმ². ჩაქრებით შესუსტების ფართი $F'_{აგ} = 2 \cdot 3,5 \cdot 20 = 140$ სმ².

ქანჭიკების ლერძებს შორის მანძილი $S = 10 < 20$ სმ, მაშასადამე, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სამივე ხერელით შესუსტება, მათი ერთდარიევე კვეთში შეთავსების გათვალისწინებით.

ქანჭიკების ხერელებით გამოწვეული შესუსტების ფართი $F'_{აგ} = 3 \cdot 1,6 (15 - 2 \cdot 3,5) = 38,4$ სმ². საანგარიშო ნეტო ფართი:

$$F_6 = 300 - (140 + 38,4) = 121,6 \text{ სმ}^2$$

გადატვირთვის კოეფიციენტი (m), მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (m_8) და მერქნის საანგარიშო წინაღობა ავილოთ, შესაბამისად, 12, 9, და 6 ცხრილებიდან გვექნება:

$m_{აღე} = 1,1$; $m_{გა} = 1,2$; $m_8 = 0,8$; $R_8 = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$. საანგარიშო ძალა გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით:

$$N = m_{აღე} \cdot N_{აღე} + m_{გა} \cdot N_{გა} = 1,1 \cdot 6000 + 1,2 \cdot 2500 = 9600 \text{ კგ}$$

ელემენტის ამტანუნარიანობა:

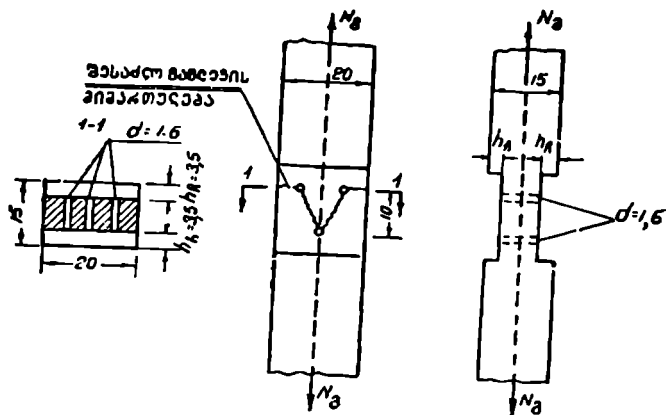
$$m_8 \cdot R_8 \cdot F_6 = 0,8 \cdot 100 \cdot 121,6 = 9730 \text{ კგ.}$$

ძირითადი ფორმულა:

$$N \leq m_b \cdot R_b \cdot F_b \text{ დაკმაყოფილებულია, } 9600 \text{ კგ} < 9730 \text{ კგ}$$

კვეთი აღებულია მარაგით:

$$\frac{9730 - 9600}{9730} \cdot 100 = 1,5\%$$



ნახ. 29. გაკეცილი ღერო (მაგალითი).

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით ელემენტის განიკვეთში მოქმედი გამჭიმავი ძაბვა;

$$\sigma_b = \frac{N_b}{F_b} = \frac{8500}{121,6} = 69,5 < 70 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

§ 19. ცენტრალური კუმშვა

კუმშვაზე მერქნის შედარებით ბლანტი მუშაობის გამო, ადგილობრივი შესუსტებით გამოწვეული ძაბვების კონცენტრაცია ისე საშიში არ არის, როგორც გაკეცილ ელემენტებში. ამიტომ კუმშვაზე ანგარიშის დროს მხედველობაში მიიღება მხოლოდ შესუსტების სიდიდე.

ა) ანგარიში ზღერულ მდგომარეობებში შეკუმშულ ელემენტის ანგარიში სიმტკიცეზე წარმოებს ფორმულით:

$$N_b \leq m_j R_j F_b, \quad (3-5)$$

სადაც N_b არის საანგარიშო მკუმშავი ძალვა გამოთვლილი საანგარიშო დატვირთვების მიხედვით;

m_3 —კუმშვაზე მომუშავე ელემენტის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $m_3 = 1$;

R_3 —კუმშვის საანგარიშო წინაღობა;

F_6 —განივი კვეთის ფართი ნეტო.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

ელემენტის შესუსტებულ კვეთში ძაბვის შემოწმება შემდეგი ფორმულით წარმოებს:

$$\sigma = \frac{N}{F_6} \leq (\sigma_3), \quad (4-5)$$

სადაც N არის მკუმშავი ძალა;

F_6 —კვეთის ნეტო ფართი;

$[\sigma_3]$ —კუმშვაზე დასაშვები ძაბვა.

§ 20. ბრძივი ლუნვა

1. მთლიანი ღეროების გრძივ ლუნვაზე ანგარიშის საფუძვლები

(ღერძულად შეკუმშულმა გრძელმა ღერომ მოსალოდნელია გრძივი ლუნვა განიცადოს ჯერ კიდევ კუნთის სიმტკიცის ზღვარზე საგრძნობლად ნაკლები, — ხოლო ხანგრძლივი დატვირთვის მოქმედებისას მერქნის ხანგრძლივი წინაღობაზე ნაკლები, — ძაბვების დროს.)

უმეტეს შემთხვევებში, ცენტრალურად შეკუმშულ ღეროების ზღვრული მდგომარეობა, სწორედ მათი გრძივი ლუნვის შედეგად იქმნება. ამიტომ, ღეროების გრძივ ლუნვაზე ანგარიშს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. —

(ცენტრალურად შეკუმშული ღეროებისათვის კრიტიკული ძალა განისაზღვრება ვილერის ფორმულით:)

$$(N_{36} = \frac{\pi^2 E I_{306}}{l_0^2}) \quad (5-5)$$

(სადაც E არის მასალის დრეკადობის მოდული;)

I_{306} —ღეროს განივ კვეთის მინიმალური ინერციის მომენტი. (ბრუტო);

l_0 —ღეროს საანგარიშო (დაყვანილი) სიგრძე;

როგორც (5—5) ფორმულიდან ჩანს, კრიტიკული ძალის სიდიდე დამოკიდებულია მხოლოდ ელემენტის ზომებზე და მის მასალაზე;

კრიტიკული ძალის შესაბამისი კრიტიკული ძაბვა;

$$\sigma_{36} = \frac{N_{36}}{F} = \frac{\pi^2 E I_{306}}{l_0^2 F} \quad (6-5)$$

ღეროს განივ კვეთის ინერციის რადიუსი (მინიმალური):

$$r_{306} = \sqrt{\frac{I_{306}}{F}}$$

ხოლო ლეროს მაქსიმალური მოქნილობა:

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{\text{მინ}}}$$

გრძივ ლუნვაზე ანგარიშის დროს, როგორც წესი λ -ს ქვეშ იგულისხმება მაქსიმალური მოქნილობა.

შეიტანოთ (6-5) ფორმულაში $r_{\text{მინ}}$ და λ -ს მნიშვნელობანი მივიღებთ:

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (7-5)$$

გრძივ ლუნვაზე ლეროების ანგარიში მნიშვნელოვნად მარტივდება, გრძივ ლუნვის კოეფიციენტის შემოღებით, რომელსაც φ ასოთი აღვნიშნავთ¹.

$$\varphi = \frac{\sigma_{\text{კ}}}{\sigma_{\text{სხ}}} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \sigma_{\text{სხ}}} \quad (8-5)$$

აქედან

$$\sigma_{\text{კ}} = \varphi \sigma_{\text{სხ}}$$

გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი φ 1-ზე ნაკლები სიდიდითაა, რომელზედაც უნდა გაეამრავლოთ კუმშვის სიმტკიცის ზღვარი, რომ მივიღოთ ლეროს კრიტიკული ძაბვა.

ერთი და იგივე მასალის შემთხვევაში სიდიდე $\frac{\pi^2 E}{\sigma_{\text{სხ}}}$ მუდმივია, ამიტომ φ — გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი დამოკიდებულია მარტო ლეროს მოქნილობაზე; მოქნილობის გადიდებისას φ -ს მნიშვნელობა კლებულობს და პირიქით.

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ მერქნისათვის შეფარდება

$$\frac{E}{\sigma_{\text{სხ}}} \cong 312,$$

მაშასადამე:

$$\varphi = \frac{\pi^2 \cdot 312}{\lambda^2} \cong \frac{3100}{\lambda^2} \quad (9-5)$$

ეს ფორმულა გრაფიკულად ჰიპერბოლას წარმოადგენს (ეილერის ჰიპერბოლა) და ნაჩვენებია 30 ნახაზზე, მრუდის ქვედა ნაწილში.

ეილერის ფორმულა (5-5) და მისგან გამომდინარე φ კოეფიციენტის გამოსახულება (9-5) მიღებულია მერქნის დრეკადობის მოდულის მუდმივობის

¹ როგორც ქვემოთ დავინახავთ, φ კოეფიციენტის დახმარებით საშუალება გვეძლევა, ლეროს მდგომარეობაზე შემოწმების ფორმულა $\left(\sigma \leq \frac{\sigma_{\text{კ}}}{K} \text{ ან } N \leq \frac{N_{\text{კ}}}{K}\right)$ შევცვალოთ ძაბვების შემოწმების ფორმულით $(\sigma \leq \varphi[\sigma])$ რაც დასაშვებ ძაბვების მეთოდის თავისებურებას შეადგენს.

ბის პირობიდან. ამიტომ ეილერის ფორმულიდან მიღებული კრიტიკული ძაბვის ფორმულა (7-5) სამართლიანია მანამდე, ვიდრე კრიტიკული ძაბვის სიდიდე არ აღემატება მერკნის კუმშვის პროპორციულობის ზღვარს ბოქკოვების გრძივად:

$$\sigma_{კ6} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} < \sigma_{ს6}$$

მერკნის კუმშვის დაჯვანილი დიაგრამის მიხედვით, პროპორციულობის ზღვრის შესაბამისი ძაბვა — $\sigma_{ს6}$ დაჯვანოებით სიმტკიცის ზღვრის ნახევარს შეადგენს (ნახ. 24),

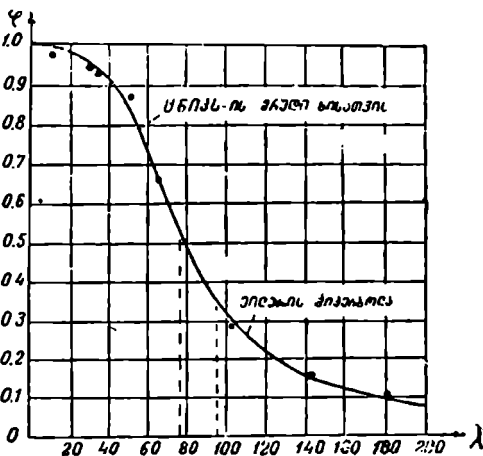
მაშასადამე

$$\sigma_{კ6} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = 0,5\sigma_{ს6}$$

საიდანაც

$$\lambda^2 = \frac{\pi^2 E}{0,5\sigma_{ს6}} = \frac{3100}{0,5} = 6200$$

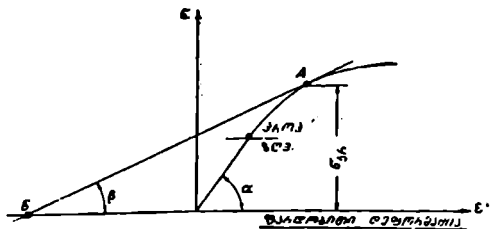
$$\lambda = \sqrt{6200} = 78 \approx 75$$



ნახ. 30. გრძივი ლუნვის კოეფიციენტის ცდებით მიღებული წერტილები და თეორიული მრუდი.

ამრიგად, ეილერის ფორმულა (5-5) და მისგან მიღებული გრძივი ლუნვის კოეფიციენტის გამოსახულება (9-5) სამართლიანია მანამდე, ვიდრე ლუნვის მოქნილობა $\lambda \geq 75$:

როდესაც $\lambda < 75$ კრიტიკული ძაბვის მიღწევა შესაძლოა პროპორციულობის ზღვარზე მეტი ძაბვების დროს, ე. ი. ცვალებადი დრეკადობის მოდულობისას (ნახ. 31).



ნახ. 31. ცვალებადი დრეკადობის მოდული.

ბას, სწორკუთხეიანი კვეთისათვის შემდეგი სახე აქვს:

$$E_{კკ} = \frac{4EE_0}{(\sqrt{E} + \sqrt{E_0})^2} = \frac{4E}{\left(\sqrt{\frac{E}{E_0}} + 1\right)^2} = K_{კკ} E.$$

ამ ფორმულაში $E = \frac{d\sigma}{d\epsilon} = \text{tg } \alpha$ არის მედშივი დრეკადობის მოდული პროპორციულობის ზღვარის ფარგლებში;

$E_T = \frac{d\sigma}{d\epsilon} = \text{tg } \beta$ — ცვალებადი დრეკადობის მოდული პროპორციულობის ზღვარს ზემოთ.

E_{σ} — განისაზღვრება σ - ϵ დიაგრამის საშუალებით უკანასკნელის იმ წერტილში გავლებული მხარების კუთხის ტანგენსით, რომლისათვისაც ვეძებთ კრიტიკულ ძაბვის შესაბამის მოქნილობას.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მოკლე ღეროებისათვის მოქნილობით $\lambda < 75$ კრიტიკული ძალა განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_{\text{კრ}} = \frac{\pi^2 K_{\text{ფაყ}} E I_{\text{მინ}}}{l_0^2}$$

ხოლო გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი:

$$\varphi = \frac{\pi^2 K_{\text{ფაყ}} E}{\lambda^2 \sigma_{\text{ს.ს.}}$$

მერქნისათვის φ კოეფიციენტის თეორიული მრუდი, მოკლე ღეროების შემთხვევისათვის ($\lambda < 75$) პირველად აგებულ იქნა საბჭოთა კავშირში (ცნი. პსში) რომელიც ექსპერიმენტებით მიღებულ მრუდს თითქმის მთლიანად ემთხვევა (ნახ. 30).

შემდეგში, ანგარიშის გამარტივების მიზნით, φ კოეფიციენტის თეორიული მრუდი შეცვლილი იქნა შედარებით ზარტივი პარაბოლური მრუდით, რომელიც შემდეგი ფორმულით გამოისახება:

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (10-5)$$

ამრიგად, ღეროების გრძივ ღუნვაზე ანგარიშისას ორ შემთხვევას ვარჩევთ: გრძივ ღუნვას დრეკადობის ზღვრებში (და დრეკადობის ზღვარს ზემოთ, ანუ შესაბამისად გრძელი ღეროების ($\lambda > 75$) და მოკლე ღეროების ($\lambda \leq 75$) გრძივ ღუნვას.

ამ ორი შემთხვევის შესაბამისად გვაქვს:

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda^2}, \text{ როდესაც } \lambda > 75 \quad (9-5)$$

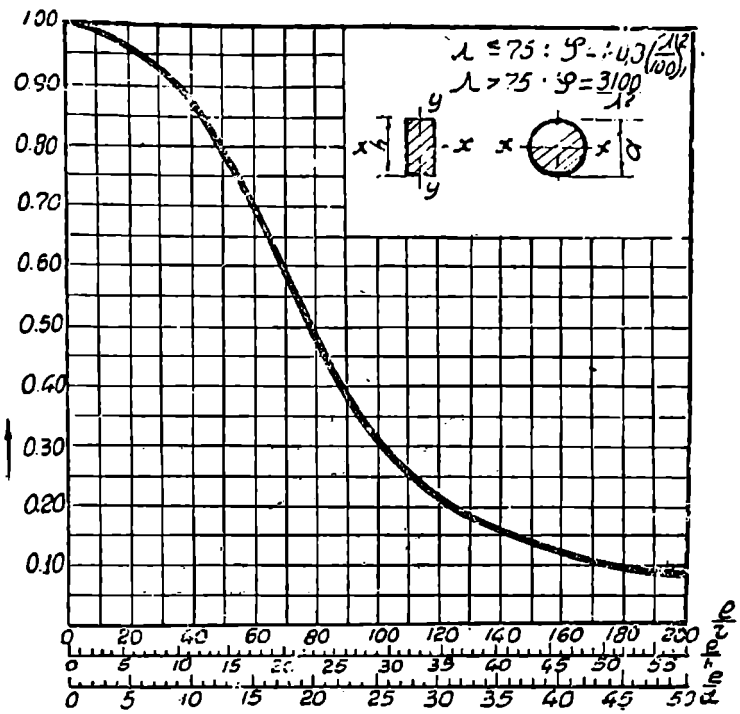
$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2, \text{ როდესაც } \lambda \leq 75 \quad (10-5)$$

ამ ფორმულების მიხედვით φ და λ -ს შორის დამოკიდებულება გრაფიკულად ნაჩვენებია 32-ე ნახაზზე.

ღეროს საანგარიშო სიგრძე $l_0 = K_0 l$

სადაც l არის ღეროს გეომეტრიული სიგრძე,

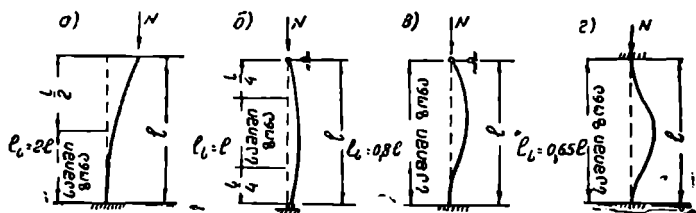
K_0 —დაყვანის კოეფიციენტი, რომელიც მიიღება ტოლი: (ნახ. 33).



ნახ. 32. გრძივი ღუნვის კოეფიციენტის გრაფიკი.

- 1—როდესაც ღეროს ორივე ბოლო სახსროვანია;
 - 2—როდესაც ღეროს ერთი ბოლო ხისტად ჩამაგრებულია, ხოლო მეორე თავისუფალი;
 - 0,8—როდესაც ღეროს ერთი ბოლო ხისტად ჩამაგრებულია, ხოლო მეორე სახსროვანი;
 - 0,65—როდესაც ორივე ბოლო ხისტად არის ჩამაგრებული.
- ღეროს ორივე ბოლოს ხისტად ჩამაგრების შემთხვევაში, თეორიულად ღეროს საანგარიშო სიგრძე $l_0 = 0,5l$. მაგრამ ხის კონსტრუქციებში ღეროს ბოლოების ზუსტად ხისტი ჩამაგრება ძნელი განსახორციელებელია, ბოქოების განივად მოთელვის შესაძლებლობისა და ხის მასალის შრობის შედეგად. ამიტომ მიიღება $l_0 = 0,65l$. ამავე მიზეზით, ღეროს ერთი ბოლო ხისტად, ხოლო მეორე ბოლოს სახსროვანად ჩამაგრებისას—თეორიული სიგრძის $l_0 = 0,77l$ -ის მაგიერ იღებენ $l_0 = 0,8l$.

ხის კონსტრუქციებში გაერცელებული სწორკუთხოვანი და წრიული კვეთების ანგარიშის გასამარტივებლად გრძივი ლენვის კოეფიციენტის გრაფიკზე (ნახ. 32) ქვედა მეორე და მესამე თარაზულ სკალებზე, გამოთვლილია h -ს შესაბამისი $\frac{l_0}{h}$ და $\frac{l_0}{d}$ სიდიდეები



ნახ. 33. მშენებულ ღეროს ბოლოებით ჩამატების შემთხვევებში და სიგრძის დაყენის კოეფიციენტის მნიშვნელობანი.

სწორკუთხოვანი კვეთებისათვის:

$$r = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{bh^3}{12bh}} = \sqrt{\frac{h}{12}} = 0,289 h;$$

წრიული კვეთებისათვის:

$$r = \sqrt{\frac{\pi d^4 \cdot 4}{64 \cdot \pi d^2}} = \frac{d}{4} = 0,25 d;$$

32-ე ნახაზზე სწორკუთხოვან კვეთებისათვის ელერის ფორმულის გამოყენების ზღვარი ($\lambda > 75$) შემდგენარად დადგინდება:

$$\frac{l_0}{r} > 75; \quad \frac{l_0}{0,289 h} > 75,$$

ე. ი.

$$\frac{l_0}{h} > 75 \cdot 0,289 = 21,7 \quad (12-5)$$

ანალოგიურად წრიული კვეთებისათვის:

$$\frac{l_0}{0,25} > 75,$$

ე. ი.

$$\frac{l_0}{d} > 75 \cdot 0,25 = 18,75 \quad (13-5)$$

ხის კონსტრუქციების ელემენტების მაქსიმალური დასაშვები მოქნილობანი— λ შეზღუდული უნდა იქნენ, საკუთარ წონისაგან შექუშულ ელემენტების გაზნეკის თავიდან აცილებისა (მაგალითად, ფერმების ზედა სარტყელი.

ან ირიბანები) და ელემენტების ვიბრაციის თავიდან აცილების მიზნით. ტ. 3-
და ნორმების მიხედვით დადგენილი ხის კონსტრუქციების სხვადასხვა ელემენტებისათვის λ -ს მაქსიმალური მნიშვნელობანი 14 ცხრილშია მოყვანილი.

ცხრილი 14

ელემენტების დასახელება	მაქსიმალური მოქნილობა
ძირითადი მზიდავი კოლონები	120
დანარჩენი ძირითადი ელემენტები ფერმებისა და კამარების შეუქმული სარტყლები, საყრდენი ირიბნები, დგარები	150
შეორე ხარისხოვანი ელემენტები	175
ქარბანდები	200

ღეროების გრძივ ღუნვაზე ინგარიშის ღროს განივ კვეთის შესუსტების გავლენის გათვალისწინება შემდეგნაირად წარმოება:

კვეთის შესუსტება შეიძლება იყოს სიმეტრიული და არასიმეტრიული. ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ღეროს სიგრძეზე მცირე განფენილობის მქონე სიმეტრიული შესუსტებანი—კრიტიკულ ძალის სიდიდებზე თითქმის გავლენას არ ახდენენ. ასეთი შესუსტებანი გავლენას ახდენენ მხოლოდ მცირე მოქნილობის მქონე ღეროებზე ($\lambda < 60$).

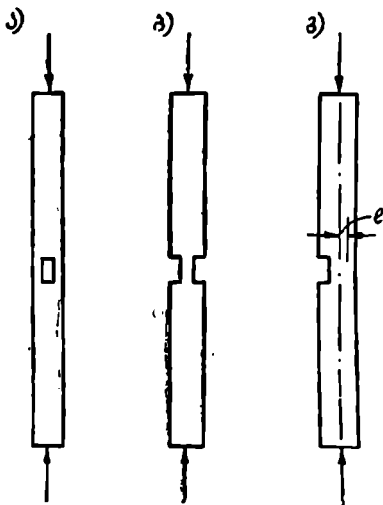
პირიქით, არასიმეტრიულად მოთავსებული შესუსტებანი, რომლებიც კვეთში ნორმალური ძალის მოდების ექსცენტრულობას იწვევენ, მნიშვნელოვნად ამცირებენ ღეროს მდგრადობას მღუნავ მომენტის წარმოშობის შედეგად.

აღნიშნულის შესაბამისად ნ და ტპ-ის თანახმად ღეროს ადგილობრივი შესუსტების არსებობისას, კვეთის საანგარიშო ფართი (F_2) შემდეგნაირად გამოითვლება:

ა) თუ შესუსტებანი წახნაგზე არ გადიან (ნახ. 34, ა) და შესუსტების ფართი, ბრუტო ფართის 25%-ს არ აღემატება, მაშინ $F_2 = F_3$; თუ შესუსტების ფართი აღემატება 25% F_3 , მაშინ $F_2 = \frac{4}{3} F_3$;

ბ) სიმეტრიული შესუსტების შემთხვევაში, როდესაც უქანასკნელნი წახნაგზე გადიან (ნახ. 34, ბ) $F_2 = F_3$;

გ) წახნაგზე გამავალი არასიმეტრიული შესუსტების შემთხვევაში



ნახ. 34. შექმნილი ღეროს საანგარიშო ფართის განსაზღვრა.

(ნახ. 34, გ). ცენტრალურად შეკუმშული ღეროები შესაძლოა გაანგარიშებულ იქნენ, როგორც შეკუმშულ-მოღუნული ღეროები ϵ საანგარიშო ექსცენტრისიტეტით, რომელიც შესუსტებულ და შეუსუსტებელ კვეთებში გამავალ ღერძებს შორის მანძილის ტოლია¹.

ჩვეულებრივად, შეკუმშულ ღეროს მდგრადობაზე შემოწმება ხდება საშიშ ზონებში მოთავსებულ კვეთების მიხედვით. ღეროს საშიში ზონა სიგრძის იმ ნაწილს ეწოდება, სადაც ღეროს მოსალოდნელი გაზნეკისას წარმოიშობა საგრძნობი სიდიდის მომენტები. შეკუმშული ღეროების საშიში ზონები ნაჩვენებია 33-ე ნახაზზე.

განვიხილოთ გრძივი ღუნვის ძირითადი საანგარიშო ფორმულები ზღვრულ მდგომარეობათა და დასაშვებ ძაბვების მეთოდების შესაბამისად.

ა) ანგარიში ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ზღვრული მდგომარეობათა მეთოდით ანგარიშის დროს მერქნის ზღვრულ ძაბვად მიჩნეულია არა სიმტკიცის ზღვარი, არამედ მერქნის ხანგრძლივი წინალობა. ამის შესაბამისად, ამ მეთოდის მიხედვით გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი φ წარმოადგენს ხანგრძლივ კრიტიკულ ძაბვის ფარდობას მერქნის კუმშვის ხანგრძლივ წინალობასთან:

$$\varphi = \frac{(\sigma_{\epsilon})_b}{\sigma_b} = \frac{\pi^2 E_b}{\lambda^2 \sigma_b} \quad (14-5)$$

დაახლოებით შეიძლება მივიღოთ, რომ ხანგრძლივი წინალობის დროს, დრეკადობის მოდულის ფარდობა ხანგრძლივ წინალობასთან იგივეა, რაც ტვირთის არახანგრძლივ მოქმედებისას, ე. ი.

$$\frac{E_b}{\sigma_b} = \frac{E}{\sigma_{b,\epsilon}}$$

თუ φ კოეფიციენტის (14-5) გამოსახულებაში $\frac{F_b}{\sigma_b}$ ფარდობას შევ-

ცვლით მისი ტოლი $\frac{E}{\sigma_{b,\epsilon}}$ ფარდობით, მაშინ მივიღებთ, რომ გრძივი ღუნვის

კოეფიციენტის გამოსახვა ზღვრული მდგომარეობის მეთოდის შესაბამისად, ემთხვევა დასაშვებ ძაბვების მეთოდის შესაბამისად მიღებულ φ კოეფიციენტის

$$\text{გამოსახვას } \varphi = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \sigma_{b,\epsilon}}$$

ზღვრულ მდგომარეობის მეთოდით გრძივ ღუნვაზე ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$N_b \leq \varphi m_y R_y L^3 \quad (15-5)$$

¹ ამისაგან განსხვავებით, ღეროს მოქნილობის (λ) განსაზღვრა ყოველთვის ხდება შესუსტების მხედველობაში მიუღებლად, $(I_{b\epsilon})_{\text{მინ}}$ და $F_{b\epsilon}$ -ს გათვალისწინებით— $\lambda = l_0 \sqrt{\frac{(I_{b\epsilon})_{\text{მინ}}}{F_{b\epsilon}}}$

სადაც N არის საანგარიშო ძალა გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით;

φ —გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი (ნახ. 32);

m_3 —მუშაობის პირობების კოეფიციენტი კუმშვის დროს, რომელიც 1-ის ტოლია;

R_a —მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე;

F —განივ კვეთის საანგარიშო ფართი.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით გრძივ ლუნვაზე ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$\sigma = -\frac{N}{\varphi F} \leq [\sigma] \quad (16.5)$$

სადაც N არის მოქმედი მკუმშავი ძალა;

φ —გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი;

F —განივ კვეთის საანგარიშო ფართი.

მოქმედი მკუმშავი ძალა განსხვავდება საანგარიშო მკუმშავი ძალისაგან იმით, რომ პირველის გამოთვლის დროს მხედველობაში არ მიიღება გადატვირთვის კოეფიციენტები; φ და F სიდიდეების მნიშვნელობანი კი, ორივე მეთოდის შესაბამისად, ერთი მეორის თანატოლია.

2. გრძივ ლუნვაზე ანგარიშის ამოცანებზე ტიპები

მთლიანი ღეროების გრძივ ლუნვაზე ანგარიშის დროს ორი ტიპის ამოცანა გვხვდება.

პირველი, მოცემული ღერო უნდა შემოწმდეს გრძივ ლუნვაზე (მდგრადობაზე).

ასეთი ამოცანების გადაწყვეტა შემდეგი თანმიმდევრობით ხდება:

1) განისაზღვრება ღეროს საანგარიშო სიგრძე:

$$l_0 = K_0 l$$

ღეროს საანგარიშო სიგრძის განსაზღვრისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რომ, როგორც ღეროს თავისუფალი სიგრძე, ისე მისი ბოლოების ჩამაგრების სახე სხვადასხვა მიმართულებით შესაძლოა სხვადასხვანაირი იქნეს.

2) განისაზღვრება ღეროს განივ კვეთის მინიმალური ინერციის რადიუსი:

$$r_{005} = \sqrt{\frac{(I_{005})_{\min}}{F_{005}}}$$

3) გამოითვლება ღეროს მაქსიმალური მოქნილობა, რომელიც ზღვრულ სიდიდეს არ უნდა აღემატებოდეს.

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{005}} \leq [\lambda]_5$$

4) ლეროს მაქსიმალური მოქნილობის მიხედვით განისაზღვრება კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა— φ (ნახ. 32)

5) განისაზღვრება ლეროს განივ კვეთის საანგარიშო ფართი— F

6) საბოლოოდ ლერო შემოწმდება მდგრადობაზე შემდეგი ფორმულებით:

ა) ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით!

$$N_s \leq \varphi m_3 R_3 F$$

ბ) დასაშვებ ძაბვების მეთოდით:

$$\sigma_3 = \frac{N}{\varphi F} \leq [\sigma_3]$$

მდგომარეობაზე შემოწმების გარდა, შეკუმშული ლეროები უნდა შემოწმდეს სიმტკიცეზე—მაქსიმალურად შესუსტებულ კვეთის (F_6) მიხედვით:

ა) ზღვრულ მდგომარეობის მეთოდით.

$$N_s \leq m_3 R_3 F_6;$$

ბ) დასაშვებ ძაბვების მეთოდით.

$$\sigma = \frac{N}{F_6} \leq [\sigma]$$

მეორე ტიპის (შებრუნებული) ამოცანა. უნდა შევარჩიოთ ლეროს განივ კვეთის ზომები (საცდელი ჩასმის ხერხით). ამრიგად, ეს ამოცანა შებრუნებულია პირველის მიმართ; ის, რაც პირველი ამოცანის დროს მოცემული იყო (განივ კვეთის ზომები)—აქ საძიებელია.

ა) შემთხვევაში ანგარიში შემდეგი თანმიმდევრობით წარმოებს:

1) წინასწარ დაუშვებთ ლეროს მოქნილობას (λ), ჩვეულებრივად უფრო ნაკლებს, ვიდრე ეს დასაშვებია მოცემულ ელემენტების დანიშნულების შესაბამისად. ძირითად ელემენტებისათვის ვიღებთ $\lambda = 80 \div 100$.

მეორეხარისხოვან ელემენტებისათვის $\lambda = 120 \div 130$

2) განისაზღვრება ლეროს საანგარიშო სიგრძე:

$$l_0 = K_0 l$$

3) წინასწარ მიღებული მოქნილობის მიხედვით, განისაზღვრება საჭირო ინერციის რადიუსი:

$$r_{საჭ} = \frac{l_0}{\lambda}$$

და φ კოეფიციენტის მნიშვნელობა (ნახ. 32);

4) განისაზღვრება განივ კვეთის საჭირო ფართი:

ა) ზღვრული მდგომარეობებით

$$F_{საჭ} = \frac{N_s}{\varphi m_3 R_3};$$

ბ) დასაშვებ ძაბვების მეთოდით

$$F_{საჯ} = \frac{N}{\varphi[\sigma_j]}$$

5) განისაზღვრება სწორკუთხოვან კვეთის საკირო ზომები (ჩვეულებრივად უმცირესი ზომა ბ):

$$b_{საჯ} = \frac{r_{საჯ}}{0,289}$$

6) განისაზღვრება სწორკუთხოვან კვეთის მეორე საკირო ზომა:

$$h_{საჯ} = \frac{F_{საჯ}}{b_{საჯ}}$$

კვეთის წინასწარ შერჩევის შემდეგ, უნდა მოხდეს მისი შემოწმება ვინაიდან ზომების დამრგვალების შედეგად შესაძლოა: ა) საანგარიშო ძალის მნიშვნელობა განსხვავდებოდეს ღეროს ამტანუნარიანობისაგან, ან ბ) მოქმედი ძაბვების სიდიდე არსებითად განსხვავდებოდეს დასაშვებ ძაბვებისაგან.

ამის გარდა, ზოგჯერ საკიროა მოცემული ელემენტისათვის დადგენილ იქნეს გრძივი დასაშვები ძალა N გრძივი ღუნვის გათვალისწინების პირობით, უკანასკნელის განსაზღვრა ხდება მდგრადობის პირობიდან (იხ. 16-5):

$$N = [N] = \varphi F[\sigma_j]$$

მაგალითები

მაგალითი 1. შემოწმებულ იქნეს შეკუმშული ღერო მდგრადობაზე და სიმტკიცეზე კონსტრუქციის დიტენიანებისაგან დაცულ პირობებში; განიც კვეთის ზომები— 12×18 სმ; ღეროს საგრძის შუაში კვეთი შესუსტებულია პანკიკების ხერვლებით $d=1,6$ სმ (ნახ. 35); ხის მასალა—ნაძევა; მუდმივი დატვირთვა $N_{მუდ} = 3,0$ ტ; დროებით დატვირთვა (თოვლისაგან) $N_{დრო} = 4,8$ ტ; ღეროს ერთი ბოლო ჩამაგრებულია ხისტად, მეორე—სახსროვანად; თავისუფალი სიგრძე $l=4,0$ მ; ზღვრული მოქნილობა $\lambda=150$.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობის შემთხვევაში ღეროს საანგარიშო სიგრძე:

$$l_0 = K_0 l = 0,8 \cdot 4 = 3,2 \text{ მ};$$

მინიმალური ინერციის რადიუსი:

$$r_{მინ} = 0,289 \cdot 12 = 3,47 \text{ სმ.}$$

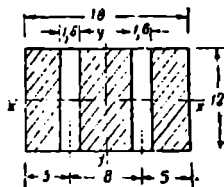
მაქსიმალური მოქნილობა:

$$\lambda = \frac{l_0}{r_{მინ}} = \frac{320}{3,47} = 92 < [\lambda] = 150$$

გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი:

$$\varphi = 0,366 \text{ (ნახ. 32).}$$

ბრუტო ფართი: $F_{ბრ} = 12 \times 18 = 216 \text{ სმ}^2$;



ნახ. 35. ღეროს განივიკვეთი (მაგალითი).

ბერელებით გამოწვეული შესუსტების ფართი:

$$F_{\text{შეს}} = 2 \cdot 1,6 \cdot 12 = 38,4 \text{ სმ}^2 < \frac{1}{4} F_{\text{ბა}} = 54 \text{ სმ}^2$$

მაშასადამე საანგარიშო ფართი:

$$F = F_{\text{ბა}} = 216 \text{ სმ}^2.$$

მუშაობის პირობების კოეფიციენტი კუმშვის დროს (ცხრ. 9).

$$m_3 = 1$$

საანგარიშო გრძივი ძალვა:

$$N_6 = N_{\text{პლ}} + N_{\text{ტენ}} = 3 \cdot 1,1 + 4,8 \cdot 1,4 = 10,0 \text{ ტ}$$

ძირითადი საანგარიშო ფორმულა მდგრადობაზე:

$$N_6 \leq \varphi m_3 R_3 F$$

$$10000 \leq 0,366 \cdot 1 \cdot 130 \cdot 216 = 10300 \text{ კგ.}$$

სიმტკიცეზე შემოწმება:

$$N_6 \leq m_3 R_3 F_6$$

სადაც

$$m_3 = 1$$

$$R = 130 \text{ კგ/სმ}^2;$$

$$F_6 = F_{\text{ბა}} - F_{\text{შეს}} = 216 - 38,4 = 178 \text{ სმ}^2.$$

$$10000 < 130 \cdot 178 = 23200 \text{ კგ}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

„ა“ პუნქტში გამოთვლილი საანგარიშო სიდიდეები აქაც ძალაში რჩება. მოქმედი მთლიანი დატვირთვა:

$$N = 3,8 + 4 = 7,8 \text{ ტ.}$$

მდგრადობაზე შემოწმება:

$$\sigma_3 = \frac{N}{\varphi F} = \frac{7800}{0,366 \cdot 216} = 99 < 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

სიმტკიცეზე შემოწმება:

$$\sigma_6 = \frac{N}{F_6} = \frac{7800}{178} = 45 < 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

შავალითი 2. შერჩეული იქნეს დგარის განივი კვეთი შემდეგი მონაცემების მიხედვით: კონსტრუქცია დაკულია დატენიანებისაგან, მასალა—ფიჭვი; დგარი განხორციელებულია მორისაგან სიგრძეზე დიამეტრის ცვლილების შენარჩუნებით; დგარის ორივე ბოლო სახსროვანია, $l = 4,0$ მ; დგარს გადაეცემა მუდმივი დატვირთვა $N_{\text{პლ}} = 6,0$ ტ, დროებითი დატვირთვა $N_{\text{ტენ}} = 10,0$ ტ გაანგარიშებას ვაწარმოებთ დგარის შუა კვეთის მიხედვით.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგრადობებით მივიღოთ ღეროს მოქნილობა $\lambda = 80$ (როგორც ძირითადი ელემენტისათვის).

საანგარიშო დატვირთვა:

$$N = N_{\text{ხელნაჯი}} + N_{\text{გონგონი}}$$

გადატვირთვის კოეფიციენტები

$$n_{\text{ხელ}} = 1,1 \quad \text{და} \quad n_{\text{გონ}} = 1,4 \quad (\text{ცხრ. 12})$$

მაშასადამე

$$N = 6 \cdot 1,1 + 10 \cdot 1,4 = 20,4 \text{ ტ}$$

ღეროს საანგარიშო სიგრძე:

$$l_0 = K_{\text{გ}} l = 1 \cdot 4 = 4,0 \text{ მ.}$$

საპირო ინერციის რადიუსი:

$$r_{\text{საპ}} = \frac{l_0}{\lambda} = \frac{400}{80} = 5 \text{ სმ}$$

გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი გრაფიკის მიხედვით (ნახ. 32).

$$\varphi = 0,48$$

განივ კვეთის საპირო ფართი

(15-5):

$$F'_{\text{საპ}} = \frac{N}{\varphi m_{\text{კ}} K_{\text{კ}}} = \frac{20400}{0,48 \cdot 1 \cdot 130} = 327 \text{ სმ}^2$$

მორის სიგრძის შუაში საპირო დიამეტრი:

$$d_{\text{საპ}} = \sqrt{\frac{4 F'_{\text{საპ}}}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{327}{3,14}} = 20,4 \text{ სმ}$$

მორის დიამეტრი ზედა ბოლოში:

$$d_{\text{ს. ა}} = d - 0,01 \cdot 200 = 20,4 - 0,01 \cdot 200 = 18,4 \text{ სმ.}$$

მორის დიამეტრის ზედა ბოლოში ვიღებთ ტოლს— $d_{\text{ს. ა}} = 20$ სმ. (წიწვო-ჯიშებისათვის დიამეტრს იღებენ წვეილ სმ-ით)

მორის სიგრძის შუაში საანგარიშო დიამეტრი:

$$d = 20 + 0,01 \cdot 200 = 22 \text{ სმ.}$$

შეშოვებული მოქნილობა

$$\lambda = \frac{l}{d} = \frac{400 \cdot 4}{22} = 78 \approx 80,$$

რაც შეესაბამება წინასწარ მიღებულ მოქნილობას, მაშასადამე, შეშოვება საპირო არ არის.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

მოქმედი მთლიანი დატვირთვა:

$$N = 6 + 10 = 16,0 \text{ ტ.}$$

სხვა სიდიდეებს (λ , l_0 , φ) ა) პუნქტის ანალოგიურად ვიღებთ.

განივკვეთის საპირო ფართი

$$F_{საკ} = \frac{N}{q[\sigma_3]} = \frac{16000}{0,48 \cdot 100} = 334 \text{ სმ}^2$$

ნორის სიგრძის შუაში საკირო დიამეტრი:

$$d_{საკ} = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{334}{3,14}} = 20,6 \text{ სმ}$$

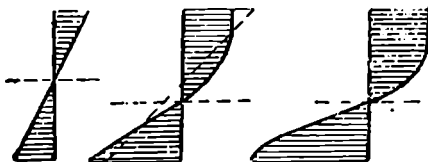
საბოლოოდ, ა) პუნქტის ანალოგიურად, საანგარიშო დიამეტრს მორის სიგრძის შუაში ვიღებთ $d = 22$ სმ.

როგორც ჩანს, აღებულ მაგალითში, ზღერულ მდგომარეობებით და დასაშვებ დაბეჭებით ანგარიში ერთსა და იმავე შედეგს იძლევა.

§ 21. ბანივი ღუნვა

ბის ელემენტების განაე: ღუნვაზე ანგარიშის დროს—პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით შეიძლება მივიღოთ, რომ დატვირთვის საწყის სტადიაში (ე. ი. მცირე დაბეჭების დროს) ნორმალური დაბეჭების განაწილება კვეთის სიმაღლეზე სწორხაზოვანია (ნახ. 36, ა) და ნეიტრალური ღერძის დაშორება განაპირა ბოქვებიდან თანატოლია; მაშასადამე, გაკვირულ და შეკუმშულ ზონებში დრეკადობის მოდულებიც თანატოლია,

$$E_a = E_3 = E_c = 10^5 \text{ კგ/სმ}^2. !$$



ნახ. 36. ნორმალური დაბეჭების ეპიურები განივი ღუნვის დროს დატვირთვის სხვადასხვა სტადიებზე.

ღუნვაზე მოქმედაე ელემენტების განგარიშებისას საკირო მათი განიე-კვეთის შემოწმება სიმტკიცეზე (ნორმალურ და ამხლეჩ დაბეჭებზე) და სიხისტეზე.

1. ანგარიში სიმტკიცეზე

ჩვეულებრივად, კოქის მალის სიგრძეზე განიეკვეთის წინალობის მომენტის მუდმივობისას, (სიმტკიცეზე ანგარიში ხდება იმ კვეთში, სადაც მღუნავი მომენტი მაქსიმუმს აღწევს.)

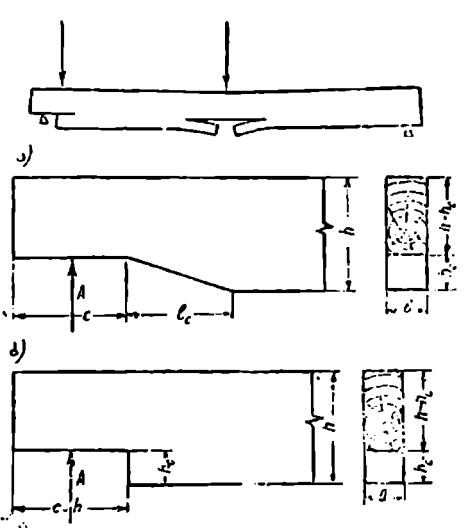
(კვეთის შესუსტების შემთხვევაში, როდესაც მაქსიმალურად შესუსტებული კვეთის ადგილმდებარეობა $M_{საკ}$ -ის შესაბამის კვეთს არ ემთხვევა, ნორმალური დაბეჭების შემოწმება ორჯერ ხდება: მაქსიმალური მღუნავი მომენტის შესაბამის კვეთში და კვეთის მაქსიმალურად შესუსტების ადგილას.

საერთოდ მიზანშეუწონელია გაკეპული ზონის შესუსტება ჩაქრებით, განსაკუთრებით კი მაქსიმალური მლუნავი მომენტების შესაბამის კვეთში.

ჩაქრებით შესუსტების ადგილას მოსალოდნელია ბოკოების ახლენა, ამავე მიზეზით მიუღებელია ღუნვაზე მომუშავე ელემენტების გაკეპულ ზონაში ჩაქრები საყრდენებზე ან მასთან ახლოს. ამის მაგიერ რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს ირიბი ჩაქრები ქანობით — $h_c/l_c = 1:4$ (ნახ. 37, ა).

განივ ღუნვაზე მომუშავე ელემენტებისათვის შეძლვეი ფორმის განივ კვეთები გამოიყენება: სწორკუთხოვანი, წრიული და წრიული ჩამოხეხილი გვერდებით. ერთი და იგივე მორისაგან მიღებული სხვადასხვა ფორმის განივ კვეთებიან კოკების ტვირთამწეობის ერთიმეორესთან შედარებით დადგენილია, რომ ერთი და იგივე მორისაგან გამოკვეთილ ნაშურიან ძელს ორჯერ უფრო მეტი ტვირთამწეობა აქვს, ვიდრე სუფთად ჩამოხეხილ გვერდებიან ძელს და თითქმის ისეთივე, როგორც სუფთად გათლილ ცილინდრულ მორს. ასევე, მიზანშეუწონელია ორმხრივ ჩამოჭრილი ძელის გამოყენება (ნახ. 38). ამიტომ, რეკომენდებულია ნაშურიანი ძელების გამოყენება ყველგან, სადაც ეს სხვა რაიმე მოსაზრებებით შეზღუდული არ არის.

მრგვალი და მრგვალნაშურიანი ელემენტების წინააღობის მომენტის განსაზღვრისას მხედველობაში ჩიილება მორის ბუნებრივი წოწება.



ნახ. 37. კოკის საყრდენებთან ჩაქრების მოწყობა: ა) — ბზარები სწორი კუთხით ჩაქრისას; ბ) — ირიბი ჩაქრა (რეკომენდებულია); გ) — ჩაქრა სწორკუთხოვანი კუთხით საყრდენზე.

კოკის ანგარიში სიმტკიცეზე:

ა) ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით

$$M_{max} \leq m_c R_c W_c \quad (17-5)$$

სადაც M_{max} არის საანგარიშო მლუნავი მომენტი გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით;

m_c — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ღუნვის დროს,

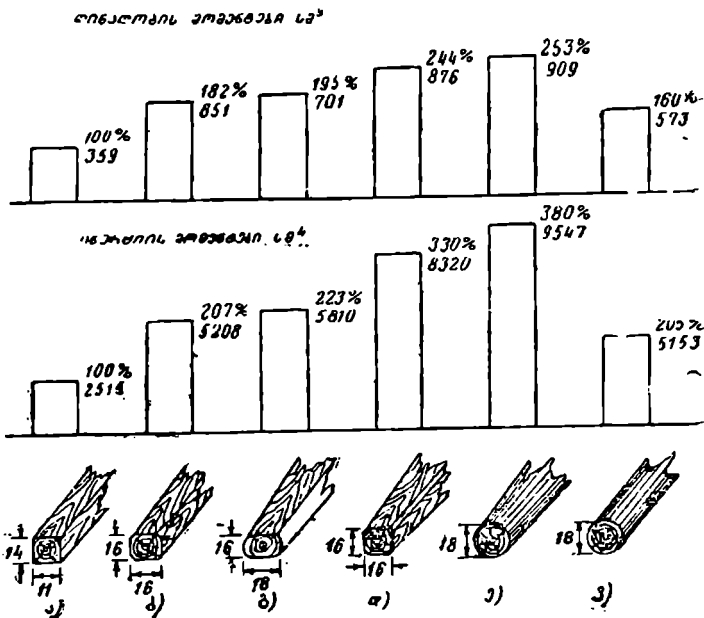
R_c — შერქნის საანგარიშო წინააღობა ღუნვაზე;

W_c — კოკის ჯანდკვეთის წინააღობის ნომენტი ნეტო.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით
სიმტკიცეზე ანგარიშის დროს დაკული უნდა იქნეს პირობა:

$$\sigma = \frac{M}{W_6} \leq [\sigma_c] \quad (18.5)$$

სადაც (σ_c) არის მერქნის დასაშვები ძაბვა ღუნვის დროს.



ნახ. 38. ტვირთამწეობის შედარება სხვადასხვა ფორმის კოპოზიტის, რომლებიც მიღებულია მორისაგან ($L=6$ მ) ვიწრო ბოლოში დიაპეტრით— $d=18$ სმ.

კოქის სიმტკიცეზე ანგარიშის დროს, ნორმალურ ძაბვებზე ანგარიშთან ერთად, საჭიროა მისი ახლგაზრდა შემოწმება იმ ადგილებში, სადაც ამხლეჩი ძაბვები მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევენ (ჩვეულებრივად, საყრდენებზე).

ამხლეჩი ძაბვა განისაზღვრება ფორმულით: !

$$\tau = \frac{Q S_{ab}}{I_{ab} b} \quad (19.5)$$

სადაც Q არის ვანივი ძალა განსახილველ კვეთში;

S_{ab} —კვეთის ნახევრის სტატიკური მომენტი ბრუტო ნეიტრალური ღერძის მიმართ;

I_{ab} —მთელი კვეთის ინერციის მომენტი ბრუტო;

b —განიკვეთის სიგანე.

ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქისათვის თანაბრად განაწილებული დატვირთვით, როდესაც განივკვეთის სწორკუთხოვანი ფორმა აქვს, მაქსიმალური ნორმალური და ამხლეჩი ძაბვები ტოლია:

$$\sigma_c = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{ql^2}{8} \frac{6}{bh^2} = \frac{3}{4} \frac{ql^2}{bh^2};$$

$$\tau = \frac{QS}{Ib} = \frac{ql}{2} \frac{bh^2}{8} \frac{12}{bh^3} \frac{1}{b} = \frac{3}{4} \frac{ql}{bh},$$

საიდანაც მივიღებთ:

$$\sigma_c : \tau = l : h.$$

აუ შევიტანთ დასაშვები ძაბვების მნიშვნელობებს, მივიღებთ:

$$\sigma_c : \tau = 100 : 20 = 5 \text{ (ცხრ. 4);}$$

შეშასაღამე:

$$l : h = 5.$$

ამრიგად, კოქების ზემოთ განხილულ შემთხვევაში ახლეჩაზე შემოწმება საჭიროა მხოლოდ მოკლე კოქებისათვის, რომელთა მაღი კოქის 5-მაგ სიმაღლეს არ აღემატება. ჩვეულებრივ ნაგებობებში ასეთი შეფარდება თითქმის არ გვხვდება.

ლუნვაზე მომუშავე ელემენტებში სწორკუთხოვანი ან მრგვალი კვეთით, რომლების ნეიტრალურ ზრეში განივ კვეთის დიდი ზომა აქვს, ჩვეულებრივად, ამხლეჩი ძაბვები დასაშვებს ვერ აღწევენ. ამიტომ სიმტკიცეზე ანგარიშის დროს გადამწყვეტია ნორმალურ ძაბვებზე ანგარიში. ამხლეჩი ძაბვები თავისი სიდიდით შეიძლება საგრძნობი აღმოჩნდნენ მხოლოდ დიდი განივი ძალების მოქმედებისას და შედარებით მცირე მლუნაე მომენტის არსებობისას; რასაც ადგილი აქვს საყრდენების ახლოს დიდი შეყურსული ძალების მოქმედების შემთხვევაში.

(ამხლეჩი ძაბვებზე ანგარიში შემდეგნაირად ხდება:

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

დაცულ უნდა იქნეს პირობა:

$$Q \leq m_s R_s \frac{I_{s\Delta\Delta}}{S_{s\Delta\Delta}} \quad (20-5)$$

სადაც Q არის საანგარიშო განივი ძალა გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით;

(R_s — მერქნის საანგარიშო წინაღობა ახლეჩაზე;

m_s — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ახლეჩის დროს (ცხრ. 9).

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

(მაქსიმალური ამხლეჩი ძაბვების შემოწმება ხდება ფორმულით: i

$$\tau_{\max} = \frac{QS_{\Delta\Delta}}{I_{s\Delta\Delta} b} \leq [\tau_s] \quad (21-5)$$

სადაც $[\tau_s] = 20 \frac{q\delta}{\delta^2}$ არის ახლეჩაზე დასაშვები ძაბვა ლუნვის დროს.

ანგარიში სიხისტეზე

ლუნვაზე მომუშავე ელემენტები სიმტკიცეზე ანგარიშის გარდა, შემოწმებულ უნდა იქნენ აგრეთვე სიხისტეზე—ჩალუნვაზე:

(სიმტკიცეზე ანგარიშის ანალოგიურად, სიხისტეზე ანგარიშის დროს, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული მაქსიმალური ჩალუნვის გამომწვევი ფაქტორები.) კოქის მალის სიგრძეზე კვეთის შესუსტების განფენილობა უზნიშვნელო სიგრძისაა, ამის გამო ის კოქის საერთო სიხისტეზე სუსტ გავლენას ახდენს. ამიტომ, პრაქტიკის უმრავლეს შემთხვევებში, კვეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი შეიძლება განისაზღვროს ადგილობრივი შესუსტების გაუთვალისწინებლივ.

(მორების სიმტკიცეზე ანგარიშის ანალოგიურად, წოწების გავლენის გათვალისწინება სავალდებულოა. ამასთან, მრგვალკვეთიანი კოქების სიხისტეზე შემოწმებისას საანგარიშო კვეთი შეიძლება აღებულ იქნეს მალის სიგრძის შუაში.)

(განივ ლუნვაზე მომუშავე ხის ელემენტების სიხისტეზე შემოწმების აუცილებლობა გამომწვეულია შემდეგი მიზეზებით:)

(პირველი—მერქნის დრეკადობის მოდულის შედარებითი სიმცირით; მეორე—ხის მასალის განივ კვეთის ბუნებრივი ზომების შეზღუდულობით, რაც ყოველთვის მაღალი (ხისტი) კვეთების გამოყენების საშუალებას არ იძლევა. ამის შედეგად ზოგჯერ ელემენტის განივ კვეთის ზომები განისაზღვრება ჩალუნვების პირობით, როდესაც მერქანზე დასაშვებ ძაბვების მთლიანად გამოყენება შეუძლებელია.

(მნელი არ არის დავადგინოთ დამოკიდებულება: კოქის ნორმალურ ძაბვებსა (σ), ფარდობით ჩალუნვებსა ($\frac{f}{l}$) და ფარდობით სიმაღლეებს ($\frac{h}{l}$). შორის. მაგალითისათვის ავიღოთ მარტივი სქემა, ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქი თანაბრად განაწილებული დატვირთვით. ასეთი კოქისათვის ფარდობითი ჩალუნვა:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EI}$$

აუ გაითვალისწინებთ, რომ

$$\frac{ql^3}{8} = M_{\text{ბოკს}},$$

$$I = W \frac{h}{2}$$

და

$$\sigma = \frac{M_{\text{ბოკს}}}{W}$$

ჩაშინ

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{48} \frac{ql^3}{8} \frac{l}{I} \frac{2}{Wh} = \frac{5}{48} \frac{2M_{\text{ბოკს}}}{W} \frac{l}{Eh} = \frac{5}{24} \frac{\sigma l}{Eh} \quad (22.5)$$

თუ უკანასკნელ ტოლობას ზოგადი სახით წარმოვადგენთ, მივიღებთ:

$$\frac{f}{l} = K \frac{\sigma}{Eh} \quad (23-5)$$

(22-5) ფორმულიდან შეიძლება განვსაზღვროთ კოქის საჭირო ფარდობითი სიმაღლე $\frac{h}{l}$ დასაშვები ფარდობითი ჩალუნვისა $\left[\frac{f}{l}\right]$ და ფაქტიური ძაბვის (σ) მიხედვით:

$$\frac{h_{საჭ}}{l} = \frac{5}{24} \frac{\sigma}{E} \left[\frac{l}{f}\right] \quad (24-5)$$

ზოგადად კი

$$\frac{h_{საჭ}}{l} = K \frac{\sigma}{E} \left[\frac{l}{f}\right] \quad (25-5)$$

ამრიგად, როგორც (24-5) და (25-5) ფორმულებიდან ჩანს, რამდენადაც დიდია ფაქტიური ძაბვა—მოცემული დასაშვები ფარდობითი ჩალუნვის $\left[\frac{f}{l}\right]$ -ის დროს—მით მეტია კოქის საჭირო სიმაღლე და პირიქით, ავიღოთ, მაგალითად, რომ

$$\sigma = [\sigma_c] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}, \quad E = 10^6 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2} \quad \text{და} \quad \left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{250},$$

მაშინ (24-5) ფორმულიდან მივიღებთ:

$$\frac{h_{საჭ}}{l} = \frac{5}{24} \frac{100}{10000} \cdot 250 = \frac{1}{19,2},$$

როდესაც $l = 6,0$ მ, მაშინ $h_{საჭ} = 600 : 19,2 = 31$ სმ > 28 სმ, რაც მეტია უსორტამენტში მოცემული მაქსიმალური სიმაღლის ზომაზე.

ასეთ შემთხვევაში, სორტამენტის შესაბამისად კოქის სიმაღლის შემცირებისათვის იძლებული ვართ შევამციროთ ფაქტიური ძაბვა და მაშასადამე მასალის სიმტკიცე მთლიანად არ გამოვიყენოთ. მართლაც, თუ მივიღებთ რომ $\sigma = 70 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$, მაშინ საჭირო სიმაღლე:

$$h = 31 \frac{70}{100} = 22 \text{ სმ},$$

(ბის კონსტრუქციების პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება ღუნვაზე მომუშავე უკრი ელემენტები) (მაგალითად, სახურავის ელემენტები—ფენილი, გრძივები და სხვა). ასეთ შემთხვევაში მასალის სიმტკიცის მაქსიმალურად გამოყენების

მიზნით, შეძლებისამებრ უნდა ვისარგებლოთ ლუნვაზე მომუშავე ელემენტების ისეთი სქემებით, რომლებშიც მღუნავე მომენტების და ჩალუნვის საანგარიშო მნიშვნელობანი შედარებით ჩვეულებრივ სქემასთან უფრო ნაკლებია. კოქების სიხისტეზე ანგარიში შემდეგნაირად ხდება.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით.

§ 14-ის შესაბამისად, კოქის ჩალუნვა განისაზღვრება ნორმატიული დატვირთვისაგან (ე. ი. გადატვირთვის კოეფიციენტის გაუთვალისწინებლად) და შეედარება ზღვრულ ჩალუნვებს, რომლებიც დასაშვები ჩალუნვების სიდიდების ტოლია; (ცხრ. 11).

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

განისაზღვრება კოქის ნამდვილი ფარდობითი ჩალუნვა და შეედარება დასაშვებ ფარდობით ჩალუნვას; დაცული უნდა იქნეს პირობა:)

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right].$$

ლუნვაზე მომუშავე კოქების განიკვეთის ზომების საორიენტაციო შერჩევისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ შემდეგი მარტივი დამოკიდებულებებით:

$$h = \frac{1}{20} l; \quad b = 3q \quad (26-5)$$

სადაც h , l , b აღებულია სმ-ით, ხოლო q $\frac{მმ}{სმ}$ -ით. $h = \frac{l}{20}$, დამოკიდებულება

მიიღება (24-5) ფორმულიდან მასში $\frac{\sigma}{E} = \frac{1}{1000}$ და $\left[\frac{l}{f} \right] = 240$ -ის შეტანით.

განიკვეთის სიგანე— b დატვირთვისაგან და კოქის სიმაღლისაგან დამოკიდებულებით შემდეგნაირად გამოითვლება:

$$M = \frac{bh^2}{6} [\sigma_c] = \frac{ql^2}{8};$$

$$b = \frac{ql^2}{8[\sigma_c]} \frac{6}{h^2} = \frac{6}{8} \frac{l^2}{h^2} \frac{q}{[\sigma_c]} = \frac{6}{8} \frac{20^2}{100} q = 3q.$$

მორების დახერხვის დროს ძელების განივ კვეთის ოპტიმალური ზომების მიღება შემდეგნაირად შეიძლება. აღვნიშნოთ მორის დიამეტრი d -თი, ძელის განივ კვეთის სიმაღლე და სიგანე h და b -თი, მაშინ (ნახ. 39):

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{l}{6} (d^2 - b^2).$$

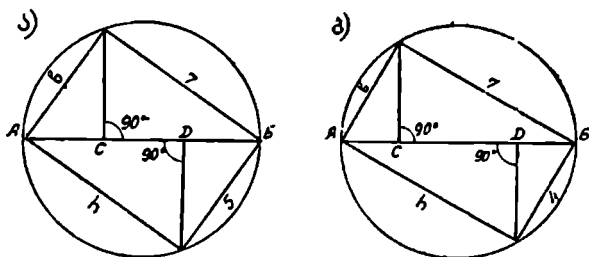
ავიღოთ W -ის წარმოებულნი b -თი და გავუტოლოთ ის ნოლს:

$$\frac{dW}{db} = \frac{d^2}{6} - \frac{3b^2}{6} = 0,$$

$$b = d \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,578 d; \quad h = d \sqrt{\frac{2}{3}} = 0,817 d,$$

$$\frac{h}{b} = \frac{0,817 d}{0,578 d} \approx 1,4 = \frac{7}{5}$$

ამრიგად, თუ მორიდან გამოხერხილი ძელის განივ კვეთის წინალობის მომენტი მაქსიმუმს აღწევს, მაშინ გვერდების შეფარდება $b : h = 5 : 7$, ერთ-დროულად



ნახ. 39. მორის განივკვეთის ზომების დაკვალვა ა—ძელი $W_{\text{აკუს-ით}}$; ბ—ძელი $J_{\text{აკუს-ით}}$.

$$I' = 9,4714 d^2, \quad W'_{\text{აკუს}} = 0,0641 d^3 \quad \text{და} \quad J = 0,0267 d^4.$$

ანალოგიურად მოიძებნება ძელის ისეთი განივ კვეთის ზომები, რომლის ინერციის მომენტი J მაქსიმუმს აღწევს:

$$b \approx 0,5 d; \quad h = 0,866 d.$$

ამ შემთხვევაში, განივ კვეთის გვერდების შეფარდება $b : h = 4 : 7$, ხოლო

$$F = 0,433 d^2, \quad W = 0,0625 d^3 \quad \text{და} \quad J_{\text{აკუს}} = 0,0271 d^4.$$

მორის დაკვალვა ძელების გამოსახერხად გვერდების შეფარდებით $5 : 7$ ან $4 : 7$ ხდება 39-ე ნახაზის თანახმად. „ა“ შემთხვევაში AB დიამეტრი გაყოფილია სამ თანასწორ ნაწილად, „ბ“ შემთხვევაში—ოთხ ნაწილად. დიამეტრის დაყოფის წერტილებიდან აღმართულია მართობები, რომლების წრეხაზთან გადაკვეთის წერტილები იძლევა ძელის წიბოების მდებარეობას.

მაგალითი, 1 შემოწმდეს ლუნვაზე დიკების ფიცრებისაგან განხორციელებული მთლიანი ფენილი შემდეგი მონაკეობის ღიხედვით: ფენილის შალი $l = 2,0$ მ; სისქე $h = 3,0$ სმ; მოქმედი თანაბრად განაწილებული დატვირთვა (დროებითი) $q = 120$ კგ/მ²; ფენილის საკუთარი წონა— $p = 15$ $\frac{\text{კგ}}{\text{მ}^2}$; დასაშვები ჩა

ლუნვა $[f] = \frac{1}{150} l$; კონსტრუქცია დატულია დატენიანებისაგან და გახურებისაგან.

ბ) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით.
საანგარიშო მლუნავი მომენტი:

$$\angle M = \frac{(n_p p + n_q) l^2}{8} = \frac{(11,1 \cdot 15 + 1,4 \cdot 120) \cdot 2^2}{8} = 175 \text{ კგ. მ.}$$

სადაც $n_p = 1,1$ და $n_q = 1,4$ გადატვირთვის კოეფიციენტებია, შესაბამისად-მუდმივი და დროებითი დატვირთვებისა.

პირველ ზღვრულ მდგომარეობაზე ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$M \leq m_{\Sigma} R_{\Sigma} W_{\Sigma}$$

სადაც R_{Σ} არის საანგარიშო წინაღობა ლუნვაზე; დატენიანებისაგან დაცულ მასალისათვის, $R_{\Sigma} = 130 \text{ კგ/სმ}^2$;

$m_{\Sigma} = 1$ — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ლუნვის დროს (ცხრ. 9);

W_{Σ} — წინაღობის მომენტი ნეტო; ჩვენ შემთხვევაში შესუსტებას ადგილი არა აქვს, ამიტომ:

$$W_{\Sigma} = W = \frac{bh^2}{6} = \frac{100 \cdot 3^2}{6} = 150 \text{ სმ}^3$$

ზემოთ გამოთვლილ სიდიდეების საანგარიშო ფორმულაში ჩასმის შემდეგ მივიღებთ:

$$17500 < 1 \cdot 130 \cdot 150 = 19500 \text{ კგ სმ.}$$

ანხლევ ძაბვებზე შემოწმება საჭირო არ არის, რადგან განივ კვეთის სიგანე $b = 100 \text{ სმ}$ საკმარისად დიდია.

მეორე ზღვრულ მდგომარეობაზე ანგარიში.

ამ შემთხვევაში გადატვირთვის კოეფიციენტები მხედველობაში არ მიიღება. ფარდობითი ჩალუნვა:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{(p+q) l^3}{EI}$$

სადაც l არის ფენილის ზოლის $b = 1 \text{ მ}$ განივკვეთის ინერციის მომენტი:

$$\angle I = \frac{bh^3}{12} = \frac{100 \cdot 3^3}{12} = 225 \text{ სმ}^4;$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{(0,15 + 1,20) \cdot 200^3}{100\,000 \cdot 225} = \frac{1}{160} < \frac{1}{150}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

მაქსიმალური მლუნავი მომენტი:

$$M_{\text{მაქს}} = \frac{(p+q) l^2}{8} = \frac{(15 + 120) \cdot 2^2}{8} = 67,5 \text{ კგ მ.}$$

ლუნვის ძაბვა:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\text{მაქს}}}{W} = \frac{6750}{150} = 45 < [\sigma_{\Sigma}] = 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2};$$

ფარდობითი ჩალუნვა:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{(p+q) l^3}{EI} = \frac{5}{384} \frac{1,35 \cdot 200^3}{100\,000 \cdot 225} = \frac{1}{160} < \frac{1}{150}$$

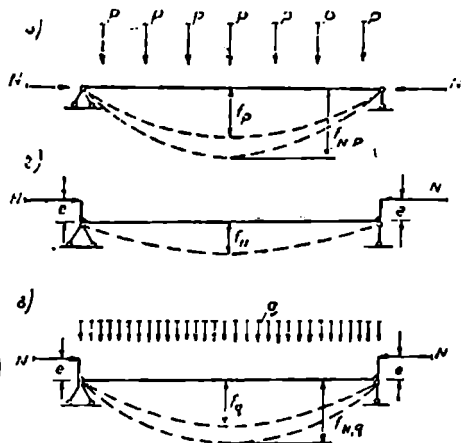
§ 22. შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები

(შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები ისეთ ელემენტებს ეწოდება, რომლებიც კუმშვისა და ღუნვის ერთდროულ მოქმედებას განიცდიან. ასეთი ელემენტები გვხვდება ფერმების ზედა სარტყლებში (პანელზე უშუალოდ მოქმედი დატვირთვას), კოლონებში, კონსტრუქციებში ზედა განათების მოწყობისას და სხვა.

ერთდროულად კუმშვაზე და ღუნვაზე ნომუშავე ელემენტების შესაძლო სტრუქტურები წარმოდგენილია მე-40 ნახაზზე.

შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტებში მლუნავი მომენტი შეიძლება წარმოიშვას: განივი დატვირთვის მოქმედებისაგან, მკუმშავი გრძივი ძალის ექსცენტრული მოდებისაგან, ღეროს სიმრუდისაგან, ჩაქრებით გამოწვეული არასიმეტრიული შესუსტებისაგან და სხვა.)

შეკუმშულ - მოღუნული ელემენტის დეფორმაციის დროს M საწყის მლუნავ მომენტთან ერთად დამატებითი მომენტი Nf წარმოიშევა ნორმალურ ძალისაგან, რომელიც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული. ამის შედეგად შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტის მუშაობა რთულდება, ირღვევა პროპორციულობა ელემენტზე მოქმედ ძალებსა და დეფორმაციებს შორის, რის გამო ძალთა დამოუკიდებლობის კანონის გამოყენება შეუძლებელი ხდება.



ნახ. 40. შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტების სტრუქტურები.

(შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტის - განივკვეთში ერთდროულად ორი სახის (კუმშვისა და ღუნვის) ძაბვები წარმოიშობა. ამიტომ ასეთი ელემენტის მუშაობა, — იმისდა მიხედვით თუ როგორია კუმშვისა და ღუნვის ძაბვების მნიშვნელობათა თანაფარდობა, — უახლოვდება ან ცენტრალურად შეკუმშულ ღეროს მუშაობას, ან ელემენტის განივ ღუნვას.

მლუნავ მომენტის შედარებით მცირე მნიშვნელობისას, ელემენტის ანგარიში არსებითად მდგრადობის შემოწმებით ამოიწურება. პირიქით, როდესაც მლუნავ მომენტის გავლენა დიდია, ელემენტის რღვევა შეიძლება მოხდეს მისი კვეთის განაპირა შეკუმშულ ბოქვებში ზღვრულ წინააღობის (სიმტკიცის ზღვარის) ამოწურვის შედეგად. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა მლუნავი მომენტისა და ნორმალური ძალის ერთდროული მოქმედებისას ელემენტის სიმტკიცეზე შემოწმება, რაც კვეთის შეკუმშულ განაპირა ბოქვების ძაბვების მიხედვით ხდება.

[შეკუმშულ-მოღუნული ღეროების ანგარიში სხვადასხვა ხერხებით წარმოებს. ნორმატულ ხერხს საფუძვლად უდევს მიახლოებითი მეთოდი, რომელიც

„განაპირა ძაბვების მეთოდით“ არის ცნობილი. ეს მეთოდი წამოყენებულ და შემდეგ დამუშავებულ იქნა პროფ. კ. ს. ზაქრივევის მიერ.)

„განაპირა ძაბვების მეთოდის“ მიხედვით, შეკუმშულ-მოლუნული ლეროსების ანგარიში მაქსიმალურად შეკუმშულ (განაპირა) ბოჭკოების სიმტკიცის მიხედვით წარმოებს და მას საფუძვლად უდევს შემდეგი მოსაზრებანი:

1) შეკუმშულ-მოლუნული ელემენტების კრიტიკულ (მრღვევ) დატვირთვად, ისეთი დატვირთვა ითვლება, რომლის დროსაც კვეთის განაპირა ბოჭკოებში კუმშვის ერთობლივი ძაბვა (N და M -გან) აღწევს მასალის სიმტკიცის ზღვარს (კუმშვაზე) (σ_{cs}). (ელემენტზე დასაშვები დატვირთვის მისაღებად კრიტიკული (მრღვევი) დატვირთვა უნდა გაიყოს სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტზე.)

2) მიღებულია, რომ თვით რღვევის მომენტამდე მასალა დრეკადია, (დრეკადობის მოდულის მუდმივობა).

3) მიღებულია, რომ გარე დატვირთვისა და მლუნავი მომენტის ცვალებადობა (ელემენტის სიგრძეზე) სინოსოიდური კანონით ხდება; ასეთივეა ლეროს გალუნული ლერძის ფორმა.

ზღვრული მდგომარეობით ანგარიშის დროს, თუ ამ მეთოდს გამოვიყენებთ, მაშინ კუმშვისა და ლუნვის ერთობლივი ძაბვა უნდა გაუტოლოთ მერქნის საანგარიშო წინაღობას კუმშვაზე ან ლუნვაზე.

(შეკუმშულ-მოლუნულ ლეროს კვეთის განაპირა ბოჭკოებში კუმშვის ძაბვები შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს რთული წინაღობის ორწევრა ფორმულით, რომელსაც დაემატება შესაბამე შესაკრები $\frac{Nf}{W}$.) უკანასკნელი ითვალისწინებს მლუნავი მომენტის სიდიდის ზრდას ლეროს დეფორმაციის დროს.

ა) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

(ზემოაღნიშნულის შესაბამისად, N ნორმალური ძალისაგან და M მლუნავი მომენტისაგან კუმშვის განაპირა ძაბვები ტოლია: ;

$$\sigma_s = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} + \frac{Nf}{W} \quad (27-5)$$

ზადაც f არის მთლიანი ჩაღუნვის ისარი გამოწვეული N და M -ის ერთობლივი მოქმედებით. პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით, ლეროს ჩაღუნვა (f) გამოივლლება ფორმულით

$$f = \frac{f_0}{1 - \frac{Nf^2}{\pi^2 EI}} = \frac{f_0}{1 - \frac{N}{N_3}}$$

თავის მხრივ f არის ლეროს სიგრძის შუაში ჩაღუნვა მარტო განივი დატვირთვისაგან, ლეროს ლერძის გამრუდების გაუთვალისწინებლივ ჩაღუნვა f_0 შეიძლება გამოისახოს M -მლუნავი მომენტის საშუალებით. ლეროს გაღუნული ლერძის სინუსოიდალური ფორმის დროს:

$$f_0 = \frac{Ml^2}{\pi^2 EI} = \frac{M}{N_3}$$

მაშასადამე,

$$f = \frac{M}{N_3 \left(1 - \frac{N}{N_3}\right)} = \frac{M}{N_3 - N} \quad (28.5)$$

აქ $N_3 = \frac{\pi^2 EI}{l^2}$ არის ეილერის კრიტიკული ძალა, განსაზღვრული ღრეკადობის

მოდულის (E) მუდმივობის გათვალისწინებით;
 N —მკუმშავი გრძივი ძალა.

(28.5) ფორმულიდან f -ის გამოსახვა ჩავსვათ (27.5) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$\sigma_3 = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} + \frac{NM}{W(N_3 - N)} = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \left(1 + \frac{N}{N_3 - N}\right)$$

მაგრამ

$$1 + \frac{N}{N_3 - N} = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_3}}$$

ამიტომ

$$\sigma_3 = \frac{N}{F} + \frac{M}{W \left(1 - \frac{N}{N_3}\right)}$$

აღვნიშნოთ შეკუმშულ-მოღუნულ ღეროს სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი K -ით და გამოვიყენოთ განაპირა ძაბვების მეთოდის ჩვენთვის უკვე ცნობილი პირობები. კრიტიკულ მდგომარეობაში განაპირა ძაბვები გავუტოლოთ მერქნის სიმტკიცის ზღვარს კუმშვაზე:

$$\sigma_3 = \sigma_{33},$$

მივიღებთ

$$\left(\sigma_{33} = \frac{N_3}{F} + \frac{M_3}{W \left(1 - \frac{N_3}{N_3}\right)} \right) \quad (29.5)$$

აღვნიშნოთ:

$$\frac{\sigma_{33}}{K} = [\sigma_3] \quad (30.5)$$

(29.5) ტოლობის ორივე მხარე გავყოთ K -ზე და აღვნიშნოთ $\left(1 - \frac{N_3}{N_3}\right) = \xi$.

და მივიღებთ:

$$[\sigma_3] = \frac{N}{F} + \frac{M}{W\xi}$$

გარდავექმნათ ξ გამოსახვა:

$$\frac{Nk}{N_3} = \frac{(\sigma_3 F)k}{(\sigma_{33} F)\varphi_3} = \frac{1}{\varphi_3} \frac{\sigma_3}{[\sigma_3]} = \frac{\lambda^2}{3100} \frac{\sigma_3}{[\sigma_3]}$$

მივიღებთ

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2}{3100} \frac{\sigma_1}{[\sigma_2]} \quad (31-5)$$

მაშასადამე საანგარიშო ფორმულა რეკლავ სახესღებულობს:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M}{W \left(1 - \frac{\lambda^2}{3100} \frac{\sigma_1}{[\sigma_2]} \right)} \leq [\sigma_2]$$

ელემენტის განიკვეთის შესუსტებისას უქანასკნელ ფორმულაში შემაველი F და W , ნეტო მნიშვნელობით ჩაისზებიან ხოლო ξ -ს გამოსახვაში შემაველი ძაბვა σ_1 ბრუტო ფართის მიხედვით და მოქნილობა $\lambda = l_0 / \sqrt{I_{\text{ბგ}} : F_{\text{ბგ}}}$, სადაც l_0 ღეროს საანგარიშო სიგრძეა და განისაზღვრება ცენტრალურად შეკუმშულ ღეროების მსგავსად მათი ბოლოების ჩამაგრების სახეობის მიხედვით.

შეკუმშულ-მოღუნული ღეროს საანგარიშო ფორმულა საბოლოოდ შემდეგ სახესღებულობს:

$$\sigma = \frac{N}{F_{\xi}} + \frac{M}{W_{\xi} \xi} \leq [\sigma_2] \quad (32-5)$$

ξ კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობანი მართებულია $0 < \xi < 1$ ზღვარში. შეუძლებელია, რომ $\xi > 1$ ვინაიდან მაშინ (30-5) ფორმულის თანახმად $\frac{N_1}{N_2} = 0$.

რაც შეუძლებელია (როგორც მრიცხველი, ისე მნიშვნელი დადებითი სიდიდე-ებია); ასევე შეუძლებელია, რომ $\xi < 0$, რადგან მაშინ ადგილი უნდა ჰქონდეს უტოლობას $N_1 > N_2$, რასაც არ შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, ვინაიდან ღეროს ტვირთმწეობა ეილერის კრიტიკულ ძალაზე მეტი მნიშვნელობის არ შეიძლება იყოს.

ξ -ს გამოსახულებაში შემაველ $\frac{1}{\varphi_2}$ სიდიდე ღეროს მოქნილობის მიუხე-

დავად, მიიღება ტოლი $\frac{\lambda^2}{3100}$, მაგრამ, როდესაც $\lambda < 75$, გრძივი ღუნვის კოეფი-

ციენტს უფრო ნაკლები რიცხვითი მნიშვნელობა აქვს, ვიდრე $\frac{3100}{\lambda^2}$ ფორმუ-ლით მიიღება. ამის შედეგად შეიძლება მოხდეს, რომ თუ $\lambda < 75$ გრძივი ღუნ-ვაზე გაანგარიშებულმა ღერომ, (30-5) ფორმულით შემოწმებისას შეიძლება შესძლოს, ნორმალურ ძალასთან ერთად, კიდევ გარკვეული მღუნავი მომენტის მიღება, რასაც სინამდვილეში არ შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, ვინაიდან შეკუმშულ-მოღუნულ ღეროს ამტანუნარიანობა ყოველთვის უფრო ნაკლებია, ვიდრე ცენტრალურად შეკუმშული ღეროსი.

ასეთ შემთხვევებს ადგილი აქვს M -ის მცირე მნიშვნელობისას, როდე-საც ძაბვა მღუნავი მომენტისაგან $\left(\frac{M}{W} \right)$ შეადგენს კვშვის ძაბვის $\left(\frac{N}{F} \right)$ -ის 10% -ზე ნაკლებს. ამ შემთხვევაში ნ და ტბ მიხედვით, ღერო გაანგარიშდება მდგრადობაზე ფორმულით $\frac{N}{\varphi F}$, მღუნავი მომენტის გაუთვალისწინებლად.

აღსანიშნავია, რომ (30-5) ფორმულით მიღებული ძაბვები ზუსტად არ შეესაბამებიან, განივ კვეთის განაპირა ბოქვებში წარმოშობილ კუნიშვის ძაბვებს და წარმოადგენენ მხოლოდ მათ პირობით მნიშვნელობებს. ეს ძაბვები (როდესაც მათი სიდიდე დასაშვებს ძაბვების სიდიდეს არ აღემატება) უზრუნველყოფენ საჭირო სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტს მრღვევი დატვირთვების მიმართ.

(შექუმშულ-მოღუნული ღეროების ანგარიშის სიმტკიცის თეორიასთან (განაპირა ძაბვების მეთოდთან) ერთად, რომელიც საფუძვლად დაედო შექუმშულ-მოღუნული ღეროების ანგარიშის ნორმატიულ მეთოდს, არსებობს აგრეთვე შედარებით ზუსტი მეთოდი, რომელიც მდარადობის მეთოდით (ზღვრული წონასწორობის მეთოდით) არის ცნობილი.) ეს მეთოდი დამუშავებულია საბჭოთა მეკლევარების მიერ ცნისში დოკ. გ. გ. სენციციის ხელმძღვანელობით.

ამ მეთოდის მიხედვით, შექუმშულ-მოღუნული ელემენტის ნამდვილ მრღვევ დატვირთვად მიღებულია ისეთი დატვირთვა, რომლის უმნიშვნელო გადიდება მოსდევს ღეროს დეფორმაციის განუწყვეტელი ზრდა (დატვირთვის შემდგომი გადიდების გარეშე) ღეროს რღვევამდე.

(შექუმშულ-მოღუნული ღეროების ზუსტი მეთოდით ანგარიში წარმოცხს (გრძივი ღუნვის) მდგრადობაზე ანგარიშის ანალოგიური ფორმულით:)

$$\left(\sigma_j = \frac{N}{F \varphi_m} \leq [\sigma_j] \right) \quad (33-5)$$

(სადაც φ_m კოეფიციენტი განისაზღვრება ფარდობითი ექსცენტრისიტეტისა m და ღეროს მოქნილობის მიხედვით.)

(ფარდობითი ექსცენტრისიტეტი)

$$| m = e : \frac{W}{F} |$$

(სადაც e არის ნამდვილი ექსცენტრისიტეტი;)

$\frac{W}{F}$ — კვეთის გულის რადიუსი.)

აღსანიშნავია, რომ უფრო ადრე (1938 წ. ნ და ტპ გენომუშავებამდე) შექუმშულ-მოღუნული ღეროების ანგარიში წარმოებდა გამოჩენილი რუსი მეკლევარის პროფ. იასინსკის ფორმულით:

$$\sigma_j = \frac{N}{F_{\text{ბა}}} + \frac{M}{W_6} \leq [\sigma_j] \quad (34-5)$$

ამ ფორმულით მიღებული ძაბვების სიდიდეები ახლოს არიან (32-5) ფორმულით მიღებულ შედეგებთან და მისგან მხოლოდ $0 \pm 12\%$ განსხვავებას იძლევა.

(32-5) ფორმულა, ისე როგორც (36-5), მიახლოებითია, რადგან ის განომდინარეობს შერჩენის დრეკად მუშაობის დაშვებიდან და სხვა მიახლოებითი წინამძღვრებიდან. მიუხედავად ამისა, ის საკმარისად სწორად იძლევა ნორმატიული ძალისაგან გამოწვეულ დამატებითს მომენტს, მართებულად ითვალის-

წინებს ღეროს მუშაობის უკიდურეს პირობებს და პრაქტიკისათვის საკვარისი სიზუსტით შეესაბამება ცდების მონაცემებს. მართლაც, როდესაც $N=0$ ვლუბულობთ განივი ღუნვის ფორმულას, ხოლო როდესაც $M=0$ ცენტრალური კუმშვის ფორმულას.

შეკუმშულ-მოღუნული ღეროები ღუნვის სიბრტყეში სიმტკიცეზე ანგარიშის გარდა, შემოწმებულ უნდა იქნენ აგრეთვე მდგრადობაზე მლუნავი მომენტის მოქმედების მართობ სიბრტყეში. მდგრადობაზე შემოწმება ხდება, საერთო წესების თანახმად, მლუნავი მომენტის გათვალისწინების გარეშე.

ბ) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

ზღვრული მდგომარეობით ანგარიშისას შეიძლება ვისარგებლოთ განაპირა ძაბვების მეთოდის წინამძღვრებით; ზღვრულ მდგომარეობაში კუმშვისა და ღუნვის ერთობლივი განაპირა ძაბვა უნდა გავეუტოლოთ მერქნის საანგარიშო წინალობას კუმშვის დროს. მაშასადამე,

$$\frac{N}{F} + \frac{M}{W \left(1 - \frac{N}{N_0}\right)} = R_3$$

ზოგად შემთხვევაში, როდესაც კუმშვისა და ღუნვის საანგარიშო წინალობანი სხვადასხვანაირია, უკანასკნელი ფორმულის მეორე წევრში უნდა შევიტანოთ შესწორება ღუნვის ძაბვის კუმშვის ძაბვაზე დაყვანის მიზნით და აგრეთვე უნდა გავითვალისწინოთ მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, და მივიღებთ:

$$\frac{N}{F} + \frac{M m_3 R_3}{W \left(1 - \frac{N}{N_0}\right) m_c R_{\Phi}} \leq m_3 R_3 \quad (34'-5)$$

აღნიშნოთ სიდიდე

$$1 - \frac{N}{N_0} = \xi$$

კრიტიკული ძალის $N_0 = \varphi_3 F_{\Phi} R_3$ და $\varphi_3 = \frac{3100}{\lambda^2}$ მნიშვნელობანი შევიტანოთ

$\xi = 1 - \frac{N}{N_0}$ გამოსახულებაში და მივიღებთ:

$$\xi = 1 - \frac{N}{N_0} = 1 - \frac{N}{\varphi_3 F_{\Phi} R_3} = 1 - \frac{\lambda^2 N}{3100 F_{\Phi} R_3} \quad (35-5)$$

თუ ξ -ს გამოსახულებას შევიტანოთ (34'-5) ფორმულაში და გავითვალისწინებთ კვეთის შესაძლო შესუსტებას, მივიღებთ:

$$\frac{N}{F_{\xi}} + \frac{M m_3 R_3}{m_c R_c W_{\xi}} \leq m_3 R_3$$

საიდანაც საბოლოოდ ვღებულობთ:

$$\frac{N}{m_3 R_3 F_{\xi}} + \frac{M}{m_c R_c W_{\xi}} \leq 1 \quad (36-5)$$

განივი და ძრის ძალები

შეკუმშულ-მოლუნული ელემენტების დეფორმაციის დროს მლუნავი მომენტის ცვალებადობასთან ერთად იცვლება განივი ძალა.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ელემენტის სიგრძეზე განივი დატვირთვის ცვალებადობა და ელემენტის გაღუნული ღერძის ფორმა სინუსოიდალურ კანონს ემორჩილებიან, მაშინ ელემენტის ღერძის გამარუდების შედეგად მლუნავი მომენტის ზრდის გათვალისწინება ხდება ξ —კოეფიციენტის დახმარებით. ამავე კოეფიციენტის დახმარებით ხდება განივი და ძრის ძალების ცვალებადობის გათვალისწინება:)

$$Q_x = \frac{Q}{\xi} \quad \text{და} \quad T_x = \frac{T}{\xi} = \frac{QS}{1\xi} ;$$

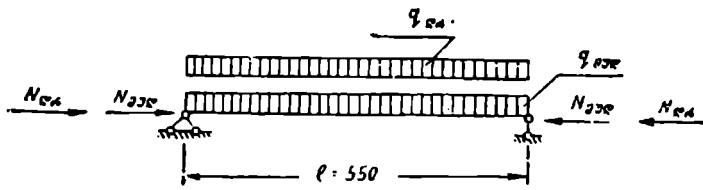
სადაც Q და T არიან შესაბამისად განივი და ძრის ძალები გამოთვლილი მოცემული დატვირთვის მიხედვით ელემენტის ღერძის დეფორმაციის გათვალისწინებლივ;)

ξ —კოეფიციენტი, რომლის გამოთვლა ხდება (31-5) ფორმულის შესაბამისად;)

I —ელემენტის განივკვეთის ინერციის მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ;)

S —კვეთის იმ ნაწილის სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ, რომელიც იძრის;)

მაგალითი. შემოწმებულ იქნეს სახსრებით დამაგრებული შეკუმშულ-მოლუნული ღერო განივკვეთით— 16×16 სმ, შემდეგი მონაცემების მიხედვით: (ნახ. 41):



ნახ. 41. შეკუმშულ-მოლუნული ღერო.

ღეროს სიგრძე (მალი) $l = 5,5$ მ;

გრძივი შეკუმშავი ძალა მუდმივი ტვირთისაგან $N_{\text{ზღ}} = 2500$ კგ;

" " " დროებითი ტვირთისაგან $N_{\text{დ}} = 2480$ კგ;

მლუნავი მომენტი მუდმივი ტვირთისაგან . . . $M_{\text{ზღ}} = 80$ კგ მ;

" " " დროებითი ტვირთისაგან . . . $M_{\text{დ}} = 54$ კგ მ;

მასალა ფიკვი, კონსტრუქცია დატული დატენიანები-

საგან. მერქნის საანგარიშო წინაღობა კუმშვაზე

და ღუნვაზე (ცხრ. 6) $= 130$ კგ/სმ²;

დასაშვები ძაბვა კუმშვაზე და ღუნვაზე (ცხრ. 4) $[\sigma] = [\sigma_{\text{ღ}}] 100$ კგ/სმ²;

მუშაობის პირობების კოეფიციენტი კუმშვის დროს $m_{\text{კ}} = 1$;

" " " ღუნვის დროს $m_{\text{ღ}} = 1,15$ (ცხრ. 9);

გადატვირთვის კოეფიციენტი მუდმივი ტვირთისათვის
 $n_{\text{კე}} = 1,1$;
 დროებითი ტვირთისათვის (თოვლისათვის) $n_{\text{კე}} = 1,4$ (ცხრ. 9).

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით
 საანგარიშო მკუმშავი ძალა

$$N = n_n N_n + n_e N_e = 1,1 \cdot 2500 + 1,4 \cdot 2480 = 2750 + 3480 = 6230 \text{ კგ.}$$

საანგარიშო მლუნავი მომენტი

$$M = n_n M_n + n_e M_e = 1,1 \cdot 80 + 1,4 \cdot 54 = 88 + 76 = 164 \text{ კგ მ.}$$

შეკუმშულ-მოლუნული ღეროს კვეთის შემოწმება ხდება ფორმულით

$$\frac{N}{F_{\text{კ}} m_{\text{კ}} R_{\text{კ}}} + \frac{M}{W_{\text{კ}} \xi m_{\text{კ}} R_{\text{კ}}} \leq 1$$

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2}{3100} \frac{N}{F_{\text{კ}} R_{\text{კ}}}$$

განიკვეთის ფართი

$$F = 16 \times 16 = 256 \text{ სმ}^2;$$

წინალობის მომენტი

$$W = \frac{16 \cdot 16^2}{6} = 682 \text{ სმ}^3;$$

მოქნილობა

$$\lambda_r = \frac{l_0}{r_x} = \frac{550}{0,289 \cdot 16} = 119;$$

კოეფიციენტი

$$\xi = 1 - \frac{119^2}{3100} \frac{6230}{130 \cdot 256} = 1 - 0,86 = 0,14$$

ამ სიდიდეების საანგარიშო ფორმულაში ჩასმის შემდეგ მივიღებთ

$$\frac{6230}{256 \cdot 1 \cdot 130} + \frac{16400}{682 \cdot 0,14 \cdot 1,15 \cdot 130} = 0,187 + 1,15 = 1,34 > 1$$

უტოლობა არ დაკმაყოფილდა, მაშასადამე, საჭიროა კვეთის გადიდება. გაეზარდოს კვეთის სიგანე 18 სმ-დგ, სიმაღლე კი დაეტოვოს უცვლელი (ამით ჩვენ მივალწვეთ კვეთის სიხისტის გაზრდას არა მარტო ღუნვის სიბრტყეში, არამედ მის მართობ სიბრტყეშიც), გვექნება

$$F = 18 \times 16 = 288 \text{ სმ}^2; \quad W = \frac{18 \times 16^2}{6} = 768 \text{ სმ}^3;$$

$$\sigma_{\text{კ}} = \frac{6230}{288} = 21,6 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}; \quad \lambda = 119;$$

$$\xi = 1 - \frac{119^2}{3100} \frac{6230}{130 \cdot 288} = 1 - 0,76 = 0,24;$$

$$\frac{6230}{288 \cdot 1 \cdot 130} + \frac{16400}{768 \cdot 0,24 \cdot 1,15 \cdot 130} = 0,167 + 0,595 = 0,762 < 1.$$

უტოლობა დაკმაყოფილდა, მაშასადამე, კვეთი საკპარისია

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეტოდიით

$$N = N_{აყრ} + N_{გჩ} = 2500 + 2480 = 4980 \text{ კგ};$$

$$M = M_{აყრ} + M_{გჩ} = 80 + 54 = 134 \text{ კგ მ.}$$

$$F = 288 \text{ სმ}^2; \quad W = 768 \text{ სმ}^3; \quad \lambda_x = 119;$$

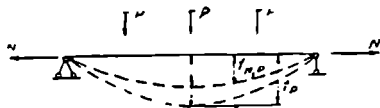
$$\xi = 1 - \frac{\lambda_x^2}{3100} \frac{\sigma_s}{[\sigma_s]} = 1 - \frac{119^2}{3100} \frac{4980}{100 \cdot 288} = 0,21$$

$$\sigma = \frac{N}{F_s} + \frac{M}{W_s \xi} = \frac{4980}{288} + \frac{13400}{768 \cdot 0,21} = 17,3 + 82,7 = 100 \text{ კგ/სმ}^2$$

§ 23. გაჭიმულ-მოღუნული ელემენტები

გაჭიმვაზე და ღუნვაზე ელემენტების ერთდროულ მუშაობას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ექსცენტრულად გამჭიმავი ძალების ან ერთდროულად ცენტრალურად გამჭიმავი ძალებისა და მღუნავი მომენტის ზემოქმედების დროს. ამ შემთხვევაში ნორმალური ძაბვები გამოითვლება რთული წინააღობის ფორმულით.

42-ე ნახაზზე წარმოდგენილია სახსრებით დამაგრებული ღერო, რომელიც ერთდროულად დატვირთულია p განივი ძალებითა და ღეროს ღერძის ვასწვრივ მოდებული N გამჭიმავი ძალით.



ნახ. 42. გაჭიმულ-მოღუნული ღეროს სქემა.

ღეროს საშიშ კვეთში მოქმედი მღუნავი მომენტი შედგება განივი დატვირთვით გამოწვეული M მღუნავი მომენტისა და ნორმალური ძალით გამოწვეული Nf მომენტისაგან, სადაც f არის ღეროს ჩაღუნვა განივი დატვირთვისაგან და ნორმალური ძალისაგან, რის შედეგად ელემენტის განივკვეთში მოქმედი განაპირა ძაბვა გამოითვლება ფორმულით:)

$$\left(\sigma = \frac{N}{F_s} + \frac{M}{W_s} \pm \frac{Nf}{W_s} \right);$$

გრძივი ძალისაგან გამოწვეული მომენტი შებრუნებული ნიშნის არის შედარებით განივი დატვირთვით გამოწვეული მომენტისა და ის ნაწილობრივ განივი ძალებისაგან გამოწვეულ მომენტს აბათილებს. პრაქტიკული ანგარიშის დროს მჭიდველობაში მიიღება მხოლოდ M მომენტი, Nf მომენტის გავლენა კი უგულებელყოფილია.

ა) ანგარიში ზღერული მდგომარეობებით
ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$\frac{N}{m_a R_a F_a} + \frac{M}{m_c R_c W_c} \leq 1, \quad (37.5)$$

ან თუ უტოლობის ორივე მხარეს გავამრავლებთ $m_a R_a$ -ზე, მივიღებთ:

$$\frac{N}{F_a} + \frac{M m_a R_a}{W_c m_c R_c} \leq m_a R_a \quad (38.5)$$

ამ ფორმულაში N და M შესაბამისად არიან საანგარიშო ნორმალური ძალა და მღუნავი მომენტი (გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით);

F_a და W_c — განიკვეთის ნეტო ფართი და წინალობის მომენტი;
 R_a, R_c — მერქნის საანგარიშო წინალობა გაკიშვაზე და ღუნვაზე;
 m_a, m_c — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი გაკიშვაზე და ღუნვაზე.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით
ანგარიში წარმოებს ორწევრა ფორმულით:

$$\sigma = \frac{N}{F_a} + \frac{M[\sigma_b]}{W_c[\sigma_c]} \leq [\sigma_b], \quad (39.5)$$

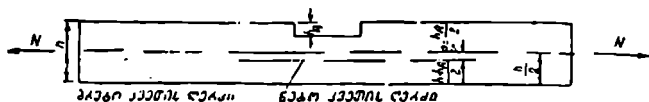
სადა $\frac{[\sigma_b]}{[\sigma_c]}$ შემასწორებელი კოეფიციენტი და ითვალისწინებს გაკიშვაზე და

ღუნვაზე დასაშვები ძაბვების ერთიმეორისაგან განსხვავებას.

ამ კოეფიციენტის არსებობა განპირობებულია იმ გარემოებით, რომ ელემენტის განიკვეთის განაპირა ძაბვები ეღრება კუმშვის ძაბვას.

განივი ღუნვისა და გაკიშვის ერთდროულ მოქმედებას ადგილი აქვს ასიმეტრიულად შესუსტებული ელემენტის გაკიშვისას (ნახ. 43). ამ შემთხვევაში მღუნავი მომენტი გამოითვლება გრძივი ძალისა (N) და საწყისი ექსცენტრისიტეტის (e) ნამრავლის საბით. უკანასკნელი ბრუტო და ნეტო კვეთის ღერძებს შორის მანძილის ტოლია

$$e = \frac{h}{2} - \frac{h-h_k}{2}$$



ნახ. 43. გამკიშავი ძალის ექსცენტრული მოდება ღეროს შესუსტებულ კვეთში.

§ 24. ირიბი ლუნვა

ირიბი ლუნვა ლუნვის ისეთ შემთხვევას ეწოდება, როდესაც განივი დატვირთვის ზიმართულება არ ემთხვევა კოქის განივკვეთის არც ერთ მთავარ ღერებს (ნახ.44). რის შედეგად კოქი განივკვეთის ლუნვას $x-x$ და $y-y$ და ღერების მართობი მიმართულებით. მოქმედი დატვირთვა დაეშალათ ორ მდგენელად, მთავარი ღერების მიმართულების შესაბამისად:

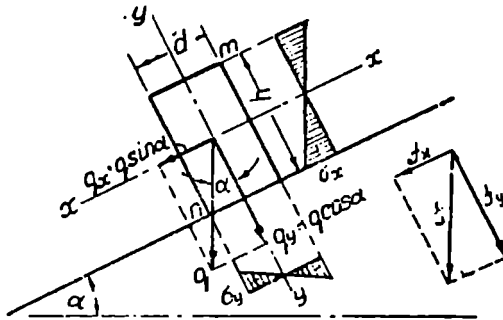
$$q_x = q \sin \alpha \quad \text{და} \quad q_y = q \cos \alpha$$

შესაბამისი მლუნავი ნომენტები:

$$M_x = K q_x l^2 \quad \text{და} \quad M_y = K q_y l^2$$

აღად K კოეფიციენტი ითვალისწინებს კოქის საყრდენებზე დამაგრების ხასიათს. (მაგალითად ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქისათვის

$$K = \frac{1}{8})$$



ნახ. 44. კოქის ირიბი ლუნვა.

x და y ღერების მიმართ კვეთის წინალობის მომენტები აღვნიშნოთ W_x -ით და W_y -ით.

ასეთ შემთხვევაში ელემენტის ანგარიში რთული წინალობის ფორმულებით წარმოებს.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით:

პირველ ზღვრულ მდგომარეობაზე ანგარიში წარმოებს ფორმულით:

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq m_c R_c \quad (40-5)$$

ან კიდევ თუ განტოლების ორთავე მხარეს გაყოფთ $m_c R_c$, მივიღებთ:

$$\frac{M_x}{m_c R_c W_x} + \frac{M_y}{m_c R_c W_y} \leq 1 \quad (41-5)$$

ხადაც m_c და R_c არიან მუშაობის პირობების კოეფიციენტი და მერქნის საანგარიშო წინალობა ლუნვის დროს.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეოთხით
 ანგარიში წარმოებს რთული წინაღობის ფორმულით: '

$$(\sigma_c = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma_c]) \quad (42-5)$$

სადაც $[\sigma_c]$ არის ლუნვაზე დასაშვები ძაბვა მერკნისათვის. ;

ირიბი ლუნვის დროს კოქის მთლიანი ჩალუნვა— f განისაზღვრება ორი ურთიერთ მართობი ლერძების შიშართ (x და y) ჩალუნვების გეომეტრიული ჯამის სახით |

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}, \quad)$$

სადაც f_x და f_y არიან კოქის სათანადო ჩალუნვები $x-x$ და $y-y$ ლერძების მიმართულებით. ;

მაგალითი. შესარჩევია ირიბ ლუნვაზე მომუშავე სახურავის გრძივის კვეთის შემდეგი მონაცემების მიხედვით

გრძივის მალი $l = 4.0$ მ;
 სახურავის დახრის კუთხე $\alpha = 30^\circ$;

დატვირთვა:

მულმივი (გადახურვის წონა) $q_1 = 50$ კგ/მ;
 დროებითი (თოვლი) $q = 150$ კგ/მ;

მასალა—ფიქვი, კონსტრუქცია დაკული დატენიანებისაგან:

ზღვრული ფარდობითი ჩალუნვა $\frac{f_b}{l} = \frac{1}{200}$

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

$$\sin 30^\circ = 0,5 \quad \cos 30^\circ = 0,866$$

წინასწარ მივიღოთ გრძივის კვეთი— 12×20 ; სმ; გრძივის საკუთარი წონა— $q_2 = 0,12 \cdot 0,2 \cdot 500 = 12$ კგ/მ; მთლიანი მულმივი დატვირთვა

$$g = g_1 + g_2 = 50 + 12 = 62 \text{ კგ/მ.}$$

შვეული დატვირთვის მდგენელები y და x ლერძების მიმართულებების შესაბამისად ტოლია, მულმივი დატვირთვისაგან

$$g_y = g \cdot \cos 30^\circ = 62 \cdot 0,866 = 54 \text{ კგ/მ;}$$

$$g_x = g \cdot \sin 30^\circ = 62 \cdot 0,5 = 31 \text{ კგ/მ;}$$

დროებითი დატვირთვისაგან:

$$q_y = q \cdot \cos 30^\circ = 150 \cdot 0,866 = 130 \text{ კგ/მ;}$$

$$q_x = q \cdot \sin 30^\circ = 150 \cdot 0,5 = 75 \text{ კგ/მ.}$$

საანგარიშო მულნავი მომენტი x ლერძის მიმართ:

$$M_x = n_3 M_{x3} + n_4 M_{x4} = 1,1 \frac{q_y l^2}{8} + 1,4 \frac{q_x l^2}{8} = 1,1 \frac{54 \cdot 4^2}{8} + 1,4 \frac{130 \cdot 4^2}{8} = 483 \text{ კგ. მ.}$$

სანგარიშო წლუნაეი მომენტი y ლერძის მიმართ:

$$M_y = n_a M_{y_a} + n_b M_{y_b} = 1,1 \frac{q_x l^2}{8} + 1,4 \frac{q_y l^2}{8} = 1,1 \frac{31 \cdot 4^2}{8} + 1,4 \frac{75 \cdot 4^2}{8} = 278 \text{ კგ.მ.}$$

კვეთის შემოწმებას

$$\sigma_c = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq m_c R_c$$

აღებული კვეთისათვის $W_x = 800 \text{ სმ}^2$; $W_y = 480 \text{ სმ}^2$.

$$\frac{48800}{800} + \frac{28150}{480} = 61 + 58,8 = 119,8 < 1,15 \cdot 130 = 150 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

მეორე ზღვრულ მდგომარეობაზე (სიხისტეზე) ანგარიშის დროს გადატვირთვის კოეფიციენტები ერთის ტოლი მიიღება. ამიტომ ამ შემთხვევაში დატვირთვების დაყოფა მუდმივ და ღროებით დატვირთვებათ საკირო აღარ არის. მთლიანი შვეული დატვირთვის მდგენელები y და x ლერძების მიმართულელების შესაბამისად ტოლია:

$$P_y = q_y + q_x = 54 + 130 = 184 \text{ კგ/მ} = 1,84 \text{ კგ/სმ};$$

$$P_x = g_x + q_x = 31 + 75 = 106 \text{ კგ/მ} = 1,06 \text{ კგ/სმ}.$$

აღებული კვეთისათვის:

$$I_x = 8000 \text{ სმ}^4, \quad I_y = 2880 \text{ სმ}^4.$$

ჩალუნეები

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{P_y l^4}{EI_x} = \frac{5}{384} \frac{1,84 \cdot 400^4}{100000 \cdot 80000} \approx 0,77 \text{ სმ}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \frac{P_x l^4}{EI_y} = \frac{5}{384} \frac{1,06 \cdot 400^4}{10^5 \cdot 2880} = 1,22 \text{ სმ}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,77^2 + 1,22^2} = 1,45 \text{ სმ}$$

$$\frac{f}{l} = \frac{1,45}{400} = \frac{1}{275} < \frac{1}{200}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეოთლით

მთლიანი დატვირთვა გრძივის 1 გრძ. მეტრზე $P = 50 + 150 + 12 = 212 \text{ კგ/მ}$

$$P_y = P \cos 30^\circ = 212 \cdot 0,866 = 184 \text{ კგ/მ}$$

$$P_x = P \sin 30^\circ = 212 \cdot 0,5 = 106 \text{ კგ/მ}$$

მლუნაეი მომენტები:

$$M_x = \frac{P_y l^2}{8} = \frac{184 \cdot 4^2}{8} = 368 \text{ კგ.მ.}$$

$$M_y = \frac{P_x l^2}{8} = \frac{106 \cdot 4^2}{8} = 112 \text{ კგ.მ.}$$

სანგარიშო ძაბვა:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{36800}{800} + \frac{21200}{480} = 46 + 44 = 90 < 100 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}.$$

თავი მეექვსე

ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეერთება

§ 25. ზოგადი ცნობები შეერთებათა შესახებ

შეერთებათა დახასიათება

ხის მასალების ბუნებრივი ზომებისა და სორტამენტის შეზღუდულობის გამო ხის კონსტრუქციების მშენებლობაში ხშირად მიმართავენ ცალკეული ელემენტების ერთი მეორესთან შეერთებას. დანიშნულების მიხედვით უნდა განვასხვავოთ შეერთების შემდეგი სახეობანი:

- 1) შეჭიდრობა (შეტივება)—ელემენტების პარალელურად შეერთება, განივ კვეთის გაზრდის მიზნით (შედგენილკვეთებიანი კოჭები);
- 2) წაზრდა და დაზრდა—ელემენტების სიგრძივ შეერთება, სიგრძის გაზრდის მიზნით: ფერმის ქვედა და ზედა სარტყლები, შიშვარავეები, დვარები);
- 3) კუთხური შეერთება ელემენტების ნებისმიერი კუთხით შეუღლებების მიზნით: ფერმების კვანძები).

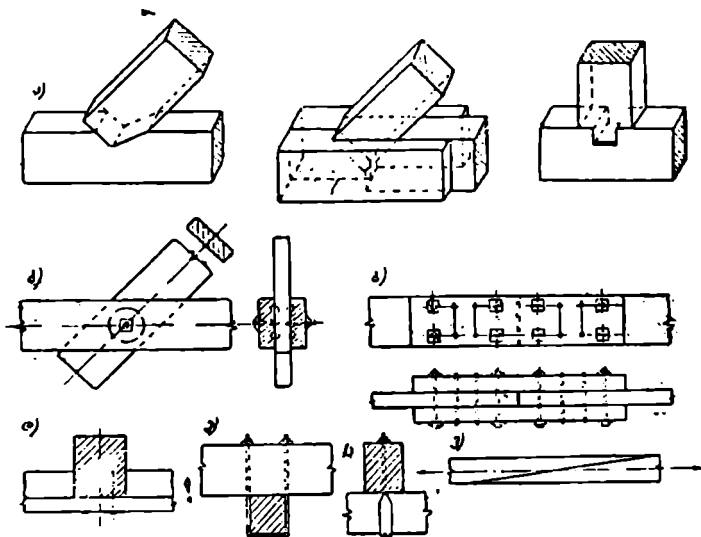
ხის კონსტრუქციების ელემენტების ერთი მეორესთან შესაერთებლად სხვადასხვა სახის საშუალებებს მიმართავენ. მუშაობის ხასიათის მიხედვით ეს საშუალებები შემდეგ 6 ჯგუფად შეიძლება დაეყოთ (ნახ. 45):

- 1) ქლობები (ძირითადად მუშაობენ კუმშვაზე);
- 2) სოკმანები (ძირითადად მუშაობენ კუმშვაზე);
- 3) ნაველები (ძირითადად მუშაობენ ლუნვაზე);
- 4) ამოძრობაზე მომუშავე მაკავშირებლები (ლურსმნები);
- 5) გაკივილი მაკავშირებლები (ფოლადის საკიდები, კიბები და სხვ.);
- 6) წებო (ძირითადად მუშაობს ძრაზე).

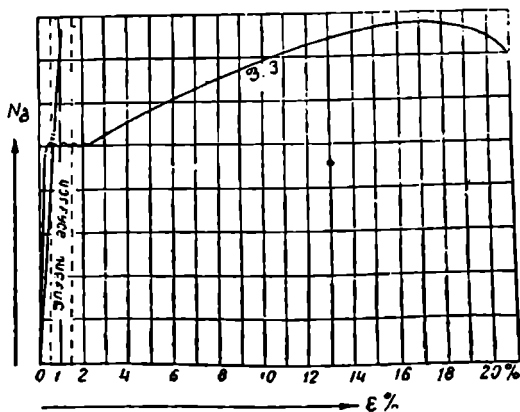
ამის გარდა, უკანასკნელ ხანებში, ხმარებაში შემოდის სხვადასხვა სახის ფოლადის საყელურები (კბილანა საყელურები და ფოლად-წებოვანი საყელურები), რომლებიც ეფექტური მუშაობით ხასიათდებიან და გამოყენების ფართო პერსპექტივებს იძლევიან.

ხის კონსტრუქციებში გამოყენებულ მერქნის ძირითად კონსტრუქციულ ნაკლს, სამშენებლო ფოლადებთან შედარებით, შეადგენს მათი სიხისტე გაკივივაზე და ახლეჩაზე მუშაობის დროს; ამის გამო მერქნის მუშაობის დიფერენციალს დენადობის უბანი არა აქვდ (ნახ. 46), ხოლო ეს იმას ნიშნავს, რომ მერქნის რღვევა გაკივივის ან ახლეჩის დროს უმნიშვნელო დეფორმაციების პირობებში ხდება.

მერქნის ეს ბუნებრივი ნაკლი—სიხისტე არ შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული ხის მასალის დამზადებისას ტექნოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებით, როგორც ეს ხდება ფოლადის დამზადების დროს. ამ ნაკლის შეძლებისამებრ გამოსწორება ხდება კონსტრუქციული ხერხებით, სახელდობრ, დამყოლი (დეფორმადი) შეუღლებებისა და მაკაეშირებლების გამოყენებით.

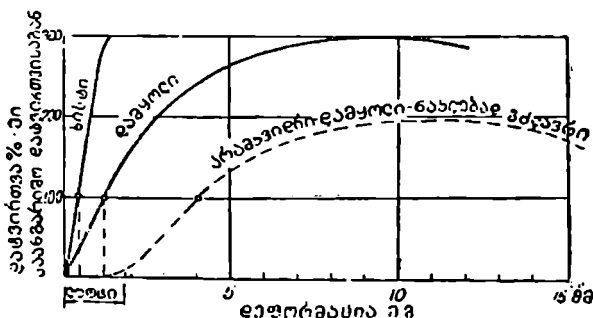


ნახ. 45. ხის კონსტრუქციების ელემენტების სხვადასხვა შესაერთებელი საშუალებანი: ა) კვობები: შებლური, ლოყური და კოტი; ბ) სოგმანები; გ) ნაგელები; დ) ამოძრობაზე მომუშავე ლურსმუნი; ე) გაკეცილი მაკაეშირებლები; ჯ) წებო.



ნახ. 46. ფიჭვის და ფოლადის (ფ. 3.) ნიმუშების გაკეცილის დიაგრამები.

47-ე ნახაზზე შთლიანი ხაზებით ნაჩვენებია ხისტი და დამყოლი შეუღლებების ორი დამახასიათებელი დიაგრამა. ეს ორი შეუღლება მრღვევი დატვირთვების მიხედვით ერთი მეორის თანატოლფასია. ამის მიუხედავად ხისტი შეუღლების რღვევა იწყება ~1 მმ დეფორმაციის დროს, დამყოლი შეუღლებისა კი საგრძნობლად დიდი (~10 მმ) დეფორმაციის დროს. ხისტი შეუღლების რღვევა, ჩვეულებრივად, ახლჩის შედეგად ხდება, დამყოლი შეუღლებისა კი თელვისაგან.



ნახ. 47. შეუღლების მუშაობის დიაგრამა.

ხისტ შეუღლებას წარმოადგენს, მაგალითად, ფერმის გაქიმული პირაპირი, სადაც შეუღლება განხორციელებულია ფოლადის სოგმანებზე, რომელიც მიდრეკილია ფოლადის ზედებზე. შეუღლების არაზუსტად შესრულების შედეგად შესაძლოა ზოგიერთი სოგმანი ბუდეში მკვიდრად არ იქნეს მოკრებული. როდესაც პირაპირი მუშაობას დაიწყებს, მთელი ძალვა იმ სოგმანს გადაეცემა, რომელიც ბუდეში მკვიდრად არის მოკრებული. ცხადია, ერთი სოგმანი ვერ გაუძლებს პირაპირზე მოსულ მთელ დატვირთვას და ირღვევა. შემდეგ მუშაობას დაიწყებს ის სოგმანი, რომელიც სხვებზე უფრო მკვიდრად არის მოკრებული ბუდეში და ისიც დაირღვევა. ასე, თანდათანობით, ნაწილ-ნაწილად მოხდება ცალკეული შეერთებების რღვევა. ამ შემთხვევაში სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი განისაზღვრება მხოლოდ ერთი სოგმანის მრღვევი დატვირთვის მიხედვით. როგორც ვხედავთ, შეერთების ადგილებში მოსალოდნელი ღრეჩოების არსებობისას შეუღლების დიდი სიხისტე უარყოფით ფაქტორს წარმოადგენს.

დამყოლი შეუღლების მაგალითს წარმოადგენს ნაგელოვანი შეერთება. ამ შემთხვევაში, შეუღლების დეფორმაციის შედეგად, ხდება ნაგელებზე მოსული ძალების გადანაწილება და გათანაბრება. მართლაც, უფრო მკვიდრად მოკრებული ნაგელი, მიიღებს რა მთელ ძალვას, დეფორმირებას დაიწყებს. მისი დეფორმირების ზრდასთან ერთად მუშაობაში ჩაებმება ყველა სხვა ნაგელები. ამიტომ აქ სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი განისაზღვრება ყველა ნაგელების ჯამობრივი მრღვევი დატვირთვის მიხედვით.

ამრიგად, არამკვიდრი შეერთების პირობებში შეუღლების დამყოლობა დადებით ფაქტორს წარმოადგენს.

მაგრამ, რამდენადაც მეტია შეუღლების დეფორმაცია, მით მეტია მთლიანად კონსტრუქციის ჩაღუნვა და მაშასადამე მეტი იქნება კონსტრუქციის ელემენტებში ჩაღუნვით გამოწვეული დამატებითი ძაბვები. ამიტომ, როდესაც დამყოლ შეუღლებებს ხისტი შეუღლებების წინაშე უპირატესობა ეძლევათ—ამავე დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული დეფორმაციის სიდიდე და მასიათა.

47-ე ნახაზზე წყვეტილი ხაზით მოცემულია დამყოლი შეუღლების სხვა შემთხვევის მუშაობის დიაგრამა. აქ შეუღლება ირღვევა 15 მმ-ზე მეტი დეფორმაციის დროს, რაც კარგია; მაგრამ აქადაც ერთად, ეს შეუღლება საანგარიშო (დასაშვებ) დატვირთვის დროს იძლევა 4 მმ დეფორმაციას, რაც შიშველია. ამასთან ეს შეერთება მკვიდრი არ არის, მისი „ლუფტი“ (ღრუ-ჩო) 1,5 მმ აღწევს. თანამედროვე ხის კონსტრუქციების ექსპლოატაციის პრაქტიკით მიღებულია, რომ საანგარიშო დატვირთვის დროს დამყოლი შეუღლების დეფორმაცია 1,5—2 მმ არ უნდა აღემატებოდეს.

შეუღლებათა დამყოლობასთან ერთად, ხის კონსტრუქციების შედგენილი ელემენტების საიმედო ერთობლივი მუშაობის მეორე ძირითად პირობას წარმოადგენს შეუღლების მკვიდრად განხორციელების პირობა. მაკავშირებლები თავიანთ ბუდეებში ზუსტად, მკვიდრად უნდა იქნენ მორგებულნი. შეერთების „ლუფტებით“ განხორციელება იწვევს არა სისარგებლო საწყის დეფორმაციებს (ე. წ. „არაჟუშა“ დეფორმაციებს), რის შედეგად ადგილი აქვს შედგენილ ღეროს ცალკეულ ელემენტების გადაძაბვას და საერთოდ შეერთების ამტანუნარიანობის შემცირებას.

ხის კონსტრუქციებში გამოყენებულ შემაერთებელ საშუალებათა ნიარსახეობის მიხედვით შეერთების სიგრძეზე კავშირების განრიგება სხვადასხვანაირად წყდება.)

მაგალითად, გაკეიმულ პირაპირებში გლუვ-რგოლისებრი სოგმანების გამოყენებისას აკრძალულია ერთ რიგში ორზე მეტი სოგმანის დასმა, მაშინ როდესაც ნაგელების გამოყენებისას არ არსებობს არავითარი შეზღუდვა პირაპირის სიგრძეზე ერთ რიგში მოთავსებულ ნაგელების რაოდენობის შესახებ.

სხვადასხვა სახის მაკავშირებლების პარალელურად მუშაობის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მათი დამყოლობის სიდიდეს. მაგალითად, თუ დაწებებულ ფიცრებს დამატებით კიდევ ლურსმნით შეეერთებთ მაშინ, ცხადია, ლურსმნები უმოკმედოთ რჩებიან მანამდე, ვიდრე წებოვანი წრე არ დაირღვევას; ასევე, სწორი არ იქნება ერთი და იგივე შეერთების განხორციელება გლუვ რგოლისებრ და კბილანა სოგმანებზე (როგორცაა სხვადასხვანაირი დამყოლობა აქვთ) და მათი ერთობლივი მუშაობის გათვალისწინება.

ხის კონსტრუქციების სხვადასხვა სახის მაკავშირებლებს გამოყენებისას ხშირად სარგებლობენ, ე. წ. „წვლილადობის პრინციპით“. ელემენტის განიკვეთი შეიძლება განხორციელდეს ერთი მთლიანი კვეთით, ან მცირე განიკვეთებიან პარალელურად მომუშავე შედგენილი კვეთით.

48-ე ნახაზზე ნაჩვენებია „წვლილადობის პრინციპი“-ს გამოყენება ხის დაწებებული ანძის კონსტრუქციაში. ცხადია, რამდენადაც მეტია ერთობლივად მომუშავე ელემენტების რაოდენობა, სხვანაირად რომ ვთქვათ, რამდენადაც მეტია საშუაო კვეთის დანაწევრება-დაწვლილება, მით უკიდრეა სუ-

სტი ელემენტების შემთხვევითი ფაუტრიანობის (დეფექტიანობის) გავლენა შეერთების საერთო სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტზე.

წვლილადობის პრინციპის გამოყენება ხის კონსტრუქციების მშენებლობაში უზრუნველყოფს მუშა კვების ცალკეული ელემენტების დეფექტების კომპენსაციის მის მგზობრზე ელემენტების ნორმალური სიმტკიცის მაქსიმალურად გამოყენების ხარჯზე.

49-ე ნახაზზე ნაჩვენებია „წვლილადობის პრინციპის“ გამოყენების ეფექტურობა-ნაგელოვან შეერთებებში.



ნახ. 48. წვლილადობის პრინციპის გამოყენება (ბ).

ნახაზის მარცხენა მხარეზე ნაჩვენებია ნაგელოვანი შეერთების ორი შესაძლო სქემა:

1. შეერთება ერთი ნაგელით $d = 19$ მმ;
 2. შეერთება 16 ნაგელით $d = 6$ მმ.
- ნახაზის მარჯვენა ნაწილზე ნაჩვენებია დიაგრამა—ძალვა—დეფორმაცია შეერთების ორთავე სქემისათვის („ა“ და „ბ“).

მოყვანილი დიაგრამიდან ჩანს, რომ შეერთების მეორე სქემისათვის „ბ“ ადგილი აქვს არა მარტო მრღევეი ძალის მეტ მნიშვნელობას შედარებით შეერთების პირველ სქემასთან ($8000 > 2150$), არამედ რღევეის სტადიის შესაფერის დეფორმაციების აგრეთვე მეტ მნიშვნელობას.

თუ ისეთ შემთხვევას განვიხილავთ როდესაც შეერთების პირველი და მეორე სქემისათვის ნაგელების ერთი და იგივე ფართი გვექნება, მხოლოდ განსხვავებული გვექნება ნაგელების რაოდენობა (ნაგელების დიამეტრის ხარჯზე) მაშინ მცირე დიამეტრის ნაგელების გამოყენებისას სხვა ყველა დანარჩენი ერთნაირ პირობებში მრღევეი ძალა მეორე სქემის შეერთებისათვის გაცილებით მეტი იქნება ვინემ პირველისათვის, მხოლოდ „წვლილადობის პრინციპის“ გამოყენების ხარჯზე.

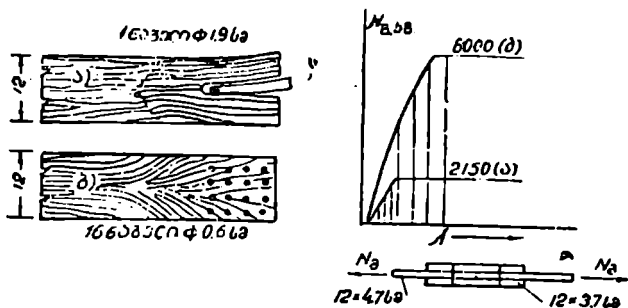
უკანასკნელი გარემოება იმით აიხსნება, რომ შეერთების პირველი სქემისათვის რღევეა გაპირობებულია ფიცრის მასალის ზღვრით (რაც ხის მუშაობაში არახელსაყრელი პირობაა), ხოლო შეერთების მეორე სქემისათვის რღევეის პროცესი მასალის თელვისა და ნაგელის ლუნვით ხასიათდება, რასაც თან დაჰყვება მრღევეი ძალისა და შესაფერისი დეფორმაციების გადიდება.

მშენებლობაში ხის კონსტრუქციების გამოყენებას მრავალსაუკუნოვანი ისტორია აქვს. მიუხედავად ამისა, მათ არა აქვთ ისეთი სრულყოფილი და უნივერსალური შემაერთებელი საშუალებანი, როგორც, მაგალითად, ფოლადის კონსტრუქციებს—მოკლონებისა და შედუღების სახით.

ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეჰაერთებელი საშუალებანი, მათი სპეციფიურობისა და თავისებურების შესაბამისად, გამოიყენება მხოლოდ განსაზღვრულ პირობებში და კონსტრუქციებში.

ასე, მაგალითად, კდობები და ირიბი სოგმანები გამოიყენებიან მხოლოდ ერთი მიმართულების (მკუმშივი) ძალების გადასაცემად და უმთავრესად ძელებისაგან და მორებისაგან განხორციელებულ კონსტრუქციებში; რგოლებრი და კბილანა სოგმანები უმთავრესად ფიცრულ განგმირ კონსტრუქციებში გა-

მოიყენება; წებო — მთლიან კეთიან ფიცრულ კონსტრუქციებში და ა. შ. შეერთებანი რგოლისებრ სოგმანებზე, ფირფიტოვან ნაგელებზე და წებოზე იხმარება ქარხნული წესით დამზადებულ კონსტრუქციებში ან კარგად მოწყობილ სამშენებლო მოედნებზე (ისინი ზუსტად დამზადებას მოითხოვენ). პირიქით, შეერთებანი კდობებზე და ლურსმნებზე ფართოდ გამოიყენება ადგილზე დამზადებულ კონსტრუქციებში.



ნახ. 49. წელილადობის პრინციპის გამოყენება ვაკიმული პირაპირის ნაგელოვან შეულეებაში.

ზოგიერთი შეერთებანი, მაგალითად, ნაგელოვანი, შემსრულებელთა მალე კვალიფიკაციას არ მოითხოვენ; პირიქით, კდობები და სოგმანური შეულეებანი მოითხოვენ მაღალკვალიფიციურ შემსრულებელს და ზუსტ ტექნიკურ ზედამხედველობას.

შეერთებანი წებოზე და ფირფიტოვან ნაგელებზე ხელს უწყობენ მშენებლობის ინდუსტრიალიზაციას და ამიტომ პროგრესულ შეულეებებს წარმოადგენენ.

შემაერთებელი საშუალებების არჩევისას უპირატესობა ისეთ მაკავშირებლებს უნდა მიეცეს, რომლებიც კონსტრუქციების მექანიზირებული წესით დამზადებისა და მშენებლობის ადგილზე ჩქაროსნული მონტაჟის საშუალებას იძლევიან.

კონსტრუქციების ადგილზე დამზადების შემთხვევაში უნდა გამოყენებულ იქნეს ისეთი შეერთებანი, რომლებიც მუშაობის მხრივ საიმედოა, ხოლო დამზადების მხრივ მარტივი, ამასთან ადვილია მათი განხორციელების კონტროლი. ასეთ მაკავშირებლებს ეკუთვნიან: ნაგელები და შუბლური კდობები.

ხის კონსტრუქციების ანგარიშის დროს შეერთების ადგილებში დეფორმაციის გავლენის გათვალისწინების საჭიროებისას, ნ და ტპ-ით შეულეების დეფორმაციების საანგარიშო მნიშვნელობანი (ძრა დასაშვები ძალვის ზემოქმედებისაგან) მე-15 ცხრილის მიხედვით აიღება:

კონსტრუქციის ელემენტები, როგორც წესი, შეკრული უნდა იქნეს კანქიკებით განსაკუთრებით ყვანძებსა და პირაპირებში.

შემკრაფი კანქიკების დიამეტრი (ძვ) შესაერთებელი პაკეტის ზომების მიხედვით აიღება, მაგრამ არანაკლებ 1,2 სმ. შემკრაფი კანქიკების საყელ-

რებს უნდა ჰქონდეს: გვერდის ზომები ან დიამეტრი არანაკლებ 3,5 მკ და სისქე არანაკლებ 0,25 მკ.

ც ს რ ი ლ ი 15

ძრის სიდიდენი შეერთებათა სახეობებისათვის

შ ე რ თ ე ბ ა	დეფორმაციები მ-ით
კლობებზე უშუალოდ შებლური მიდგმით	1,5
ყველა სახის ნაგებლებზე	2,0
ყველა სახის სოვმანებზე	3,0
ხუნდებზე (KONSTRUKTION)	4,0

§ 26. ზოგადი მითითებანი შეერთებათა ანგარიშის შესახებ

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

შეერთებაზე ან ცალკეულ მაკავშირებელზე მოქმედი საანგარიშო ძალვა (გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით) არ უნდა აღემატებოდეს შეერთების ან ცალკეული მაკავშირებლის საანგარიშო ამტანუნარიანობას, ე. ი. უპკირეს ამტანუნარიანობას ერთგვაროვნების კოეფიციენტის და არახელსაყრელი მუშაობის პირობების გათვალისწინებით. ამტანუნარიანობის ქვეშ იგულისხმება შეერთების წინალობა (კვ-ით) თანატოლფასი იმ დატვირთვისა, რომლის დროსაც შეერთება ან მაკავშირებელი ირღვევა, ანდა საგრძნობ დეფორმაციას განიცდის. ქვემოთ განხილულია შეერთებების ან მაკავშირებლების ანგარიში ამტანუნარიანობის მიხედვით: თელვაზე, ახლგაზე და ლუნვაზე. თელვაზე ანგარიშის დროს, ზღვრული მდგომარეობა შეერთების ამტანუნარიანობის მიხედვით, იმით ხასიათდება, რომ თელვის ძაბვა გამოთვლილი თელვის ფართზე მისი თანაბრად განაწილების გათვალისწინებით აღწევს საანგარიშო წინალობის სიდიდეს:

α კუთხით თელვის შემთხვევაში შესაფერისი საანგარიშო წინალობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$R_{\sigma, \alpha} = \frac{R_{\sigma}}{1 + \left(\frac{R_{\sigma}}{R_{\sigma 90^\circ}} - 1 \right) \sin^2 \alpha}$$

აქ R_{σ} არის მერქნის ძირითადი საანგარიშო წინალობა თელვაზე ბოკ-კოების გრძივად ($\alpha=0$), გამრავლებული სათანადო შემასწორებელ კოეფიციენტებზე ჯიშისა, ტენიანობისა, გახურებისა და დატვირთვის ხანგრძლივობის ან სხვა პირობების გათვალისწინებით. ცხრილი 6 მიხედვით:

$$R_{\sigma} = 130 \frac{d^2}{s^2} - \text{მთელი ზედაპირის თელვის დროს;}$$

$R_n = 150 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — ადგილობრივი თელვის დროს შუბლურ ქდობებში, საყელე-

რებს ქვეშ;

$R_{n, 90^\circ}$ — მერქნის საანგარიშო წინალობა თელვაზე ბოქკოების განივად, (როდესაც $\alpha = 90^\circ$);

$R_{n, 60^\circ} = 18 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — მთელი ზედაპირის თელვის დროს და აგრეთვე ლოყურ ქდობებით შეერთებებში;

$R_{n, 30^\circ} = 30 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — ადგილობრივი თელვისას ბოქკოების სიგრძის არსებით ნაწილზე (≥ 10 სმ) და აგრეთვე შუბლურ ქდობებით შეერთებებში;

$R_{n, 0^\circ} = 40 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — ადგილობრივი თელვისას ბოქკოების სიგრძის მცირე ნაწილზე (3 სმ) და საყელურებს ქვეშ;
 α — ბოქკოების და ძალის (ძაბვის) მიმართულებებს შორის კუთხე.

(ახლენაზე ანგარიშის დროს, შეერთების ზღვრული მდგომარეობა ამტანუნარიანობის მიხედვით იმით ხასიათდება, რომ მაქსიმალური ამხლეჩი ძაბვა ($\tau_{ა,კ}$) — გამოთვლილი ახლენის სიბრტყეებზე მისი არათანაბრად განაწილების გათვალისწინებით აღწევს საანგარიშო წინალობის სიდიდეს.)

(α კუთხით ხლენის შემთხვევისათვის საანგარიშო წინალობა განისაზღვრება ფორმულით:)

$$R_{\alpha} = \frac{R_n}{1 + \left(\frac{R_n}{R_{n, 90^\circ}} - 1 \right) \sin^2 \alpha} \quad (2-26)$$

(აქ R_n არის მერქნის ძირითადი საანგარიშო მაქსიმალური წინალობა ახლენაზე ბოქკოების გრძივად ($\alpha = 0$), გამრავლებული სათანადო შემასწორებელ კოეფიციენტებზე:)

$R_n = 24 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — ბოქკოების გრძივად ახლენა (მაქსიმალური);

$R_{n, 90^\circ} = 12 \frac{\text{კბ}}{\text{სმ}^2}$ — ბოქკოების განივად ახლენა (მაქსიმალური);

(ზღვრული მდგომარეობებით ხის კონსტრუქციების ქმედლებათა ელემენტების ახლენაზე ანგარიშის დროს საშუალო ამხლეჩი ძაბვა ($\tau_{სა}$) უნდა შედარდეს შესაბამის საშუალო საანგარიშო წინალობას ახლენაზე ($R_{n, \alpha}$) და დაცული უნდა იქნეს პირობა:)

$$\tau_{სა} \leq R_{n, \alpha} \quad (3-26)$$

სადაც

$$\tau_{სა} = \frac{T}{F}$$

ხოლო $R_{\alpha, z}^{\lambda, \alpha}$ მიიღება ტოლი (ნახ. 50):

$$R_{\alpha, z}^{\lambda, \alpha} = \frac{R_{\alpha, z}}{1 + \frac{\lambda}{z}} \quad (4-26)$$

სადაც $R_{\alpha, z}$ არის ხის მასალის საანგარიშო მაქსიმალური წინაღობა ბოქვობის მიმართულებასთან α კუთხით ახლგის დროს;
 λ — ახლგის სიბრტყის საანგარიშო სიგრძე, რაც ელემენტის ჩაქრის ათმაგ სიღრმეს არ უნდა აღემატებოდეს;
 ϵ — ამხლგი ძალების მხარი, 0,5 λ -ის ტოლი ელემენტების ცალმხრივი ჩაქრის დროს, შეერთებებში ღრგოს გარეშე და 0,25 λ -ის ტოლი ელემენტების ორმხრივი ჩაქრით სიმეტრიული დატვირთვის დროს, სადაც λ ელემენტის კვეთის ზომაა ჩაქრის მიმართულებით.
 β — კოეფიციენტი, რომელიც მიიღება 0,25-ის ტოლი ცალმხრივი ახლგის სქემისათვის (გაქვიმულ ელემენტებისათვის) და 0,125-ის ტოლი — შუალედრ (ორმხრივი) ახლგის სქემისათვის (შეკუმშული ელემენტებისათვის) (იხ. ნახ. 50).

[აღსანიშნავია, რომ რამდენადაც არათანაბარია ამხლგი ძაბვების განაწილება ახლგის ფართის სიგრძეზე, მით მეტი იქნება განსხვავება დაყვანილ საშუალო ამხლგ ჩაბეასა და მაქსიმალურ ამხლგ ძაბვას შორის, რომლითაც შეუღლების ამტანუნარიანობა განისაზღვრება.]

ამხლგ ძაბვების განაწილების არათანაბრობა ძირითადად დამოკიდებულია:

1) გარე ძალების მოდების სქემაზე („ცალმხრივი“ თუ „ორმხრივი“ ახლგა).

2) $\frac{\lambda}{\epsilon}$ შეფარდებისაგან — ახლგის ფართის სიგრძის ამხლგი წყვილძალის მხართან (ნახ. 50).

ახლგის ფართის სიგრძის შეფარდება ამხლგი ძალების მხართან 3-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს — $\left(\frac{\lambda}{\epsilon} \geq 3 \right)$, წინააღმდეგ შემთხვევაში მოსალოდ-

ნელია ამგლეჯი ძაბვების საშიში მნიშვნელობების წარმოშობა.)

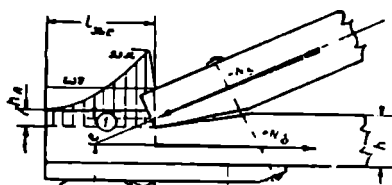
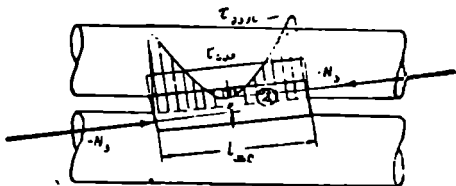
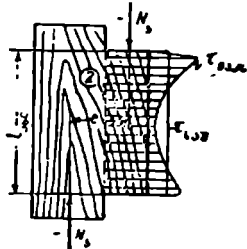
„ცალმხრივი“ ახლგის დროს მაქსიმალური ამხლგი ძაბვები შეეყურსულია მკუმშავი და გამკიშავი ძალების მოდების საზღვარზე (ნახ. 50,1). ამ შემთხვევაში ახლგის ფართის სიგრძეზე ამხლგი ძაბვების განაწილების არათანაბრობა (განსხვავება საშუალო და მაქსიმალურ ამხლგ ძაბვებს შორის) უდიდეს მნიშვნელობას აღწევს.

ორმხრივი ახლგის დროს მაქსიმალური ამხლგი ძაბვა შეეყურსულია ახლგის ფართის ორივე ბოლოში და დაყვანილი, საშუალო ამხლგი ძაბვა მცირედ განსხვავდება მაქსიმალური ძაბვისაგან.

50-ე ნახაზის 1 და 2 ნაკვეთებზე სქემატურად ნაჩვენებია ამხლგი ძაბვების განაწილების დამახასიათებელი მრუდები, რომელთა მოხაზულობა იცვლება $\frac{\lambda}{\epsilon}$ შეფარდების მიხედვით, რამდენადაც მეტია $\frac{\lambda}{\epsilon}$. შეფარდება, მით-

მცირე დაყვანილი საშუალო ამხლეჩი ძაბვა მაქსიმალურ ძაბვასთან შედარებით.

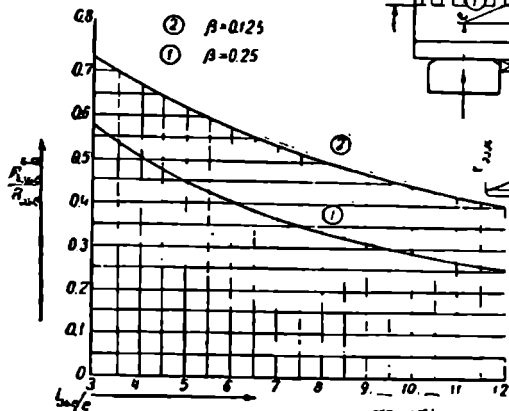
სანაგარიშო ამტანუნარიანობა T შეერთების ან ცალკეული მაკაეში-რებლის, რომლებიც გაანგარიშდებიან თელვაზე და ახლეჩაზე (შეერთებანი კლობებზე, პრიზმატულ სოგმანებზე და სხვა), განისაზღვრება ფორმულებით:



$$R_{\text{აბ}} = \frac{R_{\text{საშ}}}{1 - \beta \frac{L_{\text{აბ}}}{e}}$$

② $\beta = 0.125$

① $\beta = 0.25$



ნახ. 50. $R_{\text{აბ}}^{\text{ხაშ}}$ -ის დამოკიდებულება $\frac{L_{\text{აბ}}}{e}$ შეფარდებისაგან. 1—„ცალმხრივი“ ახლეჩა; 2—ორმხრივი ახლეჩა; $R_{\text{ა}}$ —მაქსიმალური სანაგარიშო წინაღობა ახლეჩაზე; $R_{\text{ა}}^{\text{საშ}}$ —საშუალო სანაგარიშო წინაღობა ახლეჩაზე.

თელვის პირობიდან:

$$T = m_{\text{თ}} R_{\text{თ},\text{ა}} F_{\text{თ}} \quad (5-26)$$

ახლეჩის პირობიდან:

$$T = m_{\text{ა}} \cdot R_{\text{ა},\text{ა}}^{\text{ხაშ}} \cdot F_{\text{ა}} \quad (6-26)$$

აქ $m_{\text{თ}}$ და $m_{\text{ა}}$ არის შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტები თელვაზე და ახლეჩაზე;

F_{σ}, F_{α} —თელვისა და ახლენის საანგარიშო ფართი;

$R_{\sigma, \alpha}$ —ხის მასალის საანგარიშო წინაღობა ბოქკოების მიმართულე-
ბასთან α კუთხით თელვის დროს;

$R_{\sigma}^{\text{საშ}}$ —საშუალო საანგარიშო წინაღობა ახლენაზე.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშის დროს, შეერთება ან მაკავში-
რებელი შემოწმდება თელვისა და ახლენის პირობაზე, შემდეგი ფორმულებით:

$$\sigma_{\sigma, \alpha} = \frac{N_{\sigma}}{F_{\sigma}} \leq [\sigma]_{\alpha}, \quad (7-26)$$

$$\tau = \frac{T_{\alpha}}{F_{\alpha}} \leq [\tau]. \quad (8-26)$$

სადაც $[\sigma]_{\alpha}$ არის დასაშვები ძაბვა თელვაზე კუთხური თელვის დროს და
გამოითვლება ფორმულით (იხ. ცხრ. 14):

$$\sigma_{\sigma, \alpha} = \frac{[\sigma]}{1 + \left(\frac{[\sigma]}{[\sigma]_{90^{\circ}}} - 1 \right) \sin^2 \alpha};$$

$[\sigma] = 100$ მბ/სმ²—დასაშვები ძაბვა თელვაზე ბოქკოების გრძივად;

$[\tau] = 10$ მბ/სმ²—დასაშვები ძაბვა ახლენაზე ბოქკოების გრძივად შუბლური

კღობები.სა და პრიზმატული სოგმანებისათვის.

ყველა სხვა საჭირო სიდიდე და შემასწორებელი კოეფიციენტი აიღება
§ 15-ის მიხედვით.

თავი მეშვიდე
ჯ ღ ბ ე ბ ი

§ 27. ზოგადი ცნობები

ქობები ეწოდება ისეთ შეერთებებს, რომლებშიაც ძალვა ერთი ელემენტიდან მეორეს უშუალოდ დაყრდნობით გადაეცემა ყოველგვარი სხვა სადებებისა და მუშა მაკავშირებლების გარეშე.

ქობები უმთავრესად ხის ელემენტების ერთიმეორესთან კუთხურად შეუღლების მიზნით გამოიყენება.

ნ და ტპ რეკომენდებულია მხოლოდ შედარებით მარტივი ქობები: შუბლური ქობის სახით ან შუბლური მიყრდნობით. გამონაკლისის სახით, დასაშვებია ლოყური ქობების გამოყენება მხოლოდ იმ პირობით, რომ ისინი ზედმიწევნით ზუსტად იქნებიან შესრულებული.

ქობები შემდეგი დადებითი თვისებებით ხასიათდებიან:

1) ისინი ფოლადის მცირე ხარჯს მოითხოვენ და უქანავ უჭეულებებს წარმოადგენენ;

2) ქობები მზადდება სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით;

3) ქობები ღია და ადვილად დასათვალიერებელი, ამიტომ მათი დამზადების კონტროლი შედარებით ადვილია.

ქობების უარყოფითი თვისებებია:

1) ქობები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ისეთ მისაერთებელ ელემენტებისათვის, რომლებიც მარტო ერთნიშნა (მკუმხავ) ძალებზე მუშაობენ;

2) ქობების ძირითადი ტიპები (შუბლური და ლოყური) უმთავრესად ახლგის შედეგად ირღვევიან, ამიტომ ისინი ხისტ შეუღლებებს წარმოადგენენ;

3) ქობების დამზადება შრომატევადია და მათი განხორციელება მაღალკვალიფიციურ მუშა ხელს მოითხოვს.

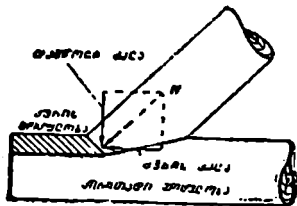
§ 28. შუბლური ჯღობები

სახელწოდება „შუბლური ქობა“ წარმოდგება შეუღლების განხორციელების თავისებურებებიდან; მისაერთებელი ელემენტი შუბლით ეყრდნობა ბუდეს, რომელიც გაჭიმულ ელემენტში არის ამოღებული.

შუბლური ქობისათვის დამახასიათებელია განივი-დამწოლი ძაღვის წარმოშობა, რაც აუთჯობებს ასახლგის წინა ნაწილის მუშაობის პირობებს (ნახ. 51), ამის გამო შუბლურ ქობებში უმჯობესია დატვირთვების კვანძებ-

გარეშე განაწილება, რაც აღნიშნებს განივ დამწოლ ძალას, რომლითაც შეკუმშული ელემენტი აწვება გაკეიმულ ელემენტს.

(შუბლური კვლობის რამოდენიმე ტიპი არსებობს: შუბლური კვლობა ერთი კბილით, ორი კბილით და ჩასადგამი კბილით) (უკანასკნელი რეკომენდებული არ არის). ერთ კბილიანი შუბლური კვლობის ძირითადი ნაირსახეობებია 52-ე ნახაზზეა წარმოდგენილი;



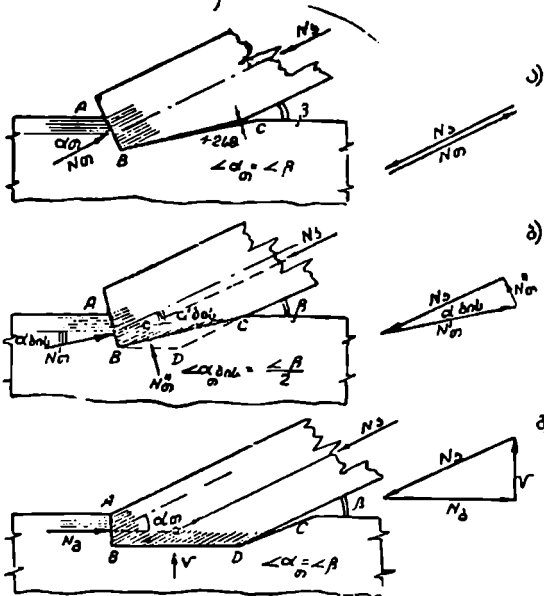
ნახ. 51. განივი-დამწოლი ძალის ხეშეკუმშვება ახლების დროს.

ა) შუბლური კვლობის ნორმალური გადაწყვეტა შეკუმშული ელემენტის ორტოგონალური (მართკუთხა) ჩამოჭრით;

ბ) ბისექტრისული შუბლური კვლობა;

გ) ცრუშუბლური კვლობა გაკეიმულ ელემენტის ორტოგონალური ჩამოჭრით (რეკომენდებული არ არის).

ზემოთ მოყვანილი შუბლური კვლობის ნაირსახეობებიდან ნორმალურ გადაწყვეტად პირველი სახე ითვლება. ბისექტრისულ კვლობას თითქმის უპირატე-



ნახ. 52. შუბლური კვლობების ძირითადი ნაირსახეობანი.

სობა აქვს ნორმალურ შუბლურ კვლობასთან შედარებით, რადგან ის თელვის პირობის მიხედვით შეუღლების თანაბარ სიმტკიცით გადაწყვეტას იძლევა (სადაც ადგილი აქვს შეკუმშულ და გაკეიმულ ელემენტების თელვას ერთი და-

იგივე კუთხით $-\angle\alpha$ ბის $= \frac{\angle\beta}{2}$). მაგრამ ექსპერიმენტალური მონაცემების თანახმად, ბისექტრისული კლობა ნორმალურ შებლურ კლობაზე მძლავრი არ არის. ეს შემდეგი მიზეზებით აიხსნება: $\angle\alpha$ ბის თ $= \frac{\angle\beta}{2}$ ნაკლებია კლობის თელვის სიბრტყეზე წარმოშობილი ხახუნის კუთხეზე, რის გამო თელვა ქვედა სარტყელის ბოქოების მიმართ ისევე β კუთხით ხდება. ამასთან ერთად, $\angle\beta$ სიმციარის გამო ვადაწყვეტ მნიშვნელობას ლებულობს არა თელვა, არამედ გაკიმული სარტყელის წინა ნაწილის ახლეჩა. დაბოლოს, დამწოლი ძალის შემციარებასთან ერთად, არსებითად მცირდება წინალობა ახლეჩაზე, მაშასადამე, კლობის ამტანუნარიანობაც.

ცრუმბლურ კლობაში N_3 მკუმშავი ძალის V შეეული მდგენელი მოდებულია არა ამხლენის გამომწვევ კბილზედ, არამედ მის ფუძეზე; განივი დამწოლი ძალა აქ არ არსებობს და მოსალოდნელია თვით კბილის აგლეჯა (ბოქოების განივად) β კუთხის შემციარების დროს.

ნორმალური შებლური კლობის მიერთების BC სიბრტყეში, როგორც წესი, რჩება 1—2 სმ ღრეჩო, რის შედეგად, ჯერ ერთი შეუძლებელია კბილის აგლეჯა შეეუმშული ელემენტის ჩაღუნვისას; მეორე—ღრეჩოს დატოვებას აქვს საწარმოო დანიშნულება: ყურადღება ექცევა მარტო AB მუშა ზედაპირზედ ზუსტად მორგებას მაშინ, როდესაც ორივე AB და BC სიბრტყეების მორგებისას შესაძლოა ძირითადი AB მუშა ზედაპირის მორგება ისე მკვიდრად არ ყოფილიყო განხორციელებული, როგორც ამას ადგილი აქვს BC სიბრტყეში ღრეჩოს დატოვების შემთხვევაში.

(ამ მოსახრებათა გამო, შებლური კლობა ყოველთვის უნდა გადაწყდეს ნორმალური სქემით შეეუმშული ელემენტის ორტოგონალური ჩამოკრით.)

53-ე ნახაზზე წარმოდგენილია სამკუთხა ძელური ფერმის საყრდენი კვანძი, რომელიც ნორმალური შებლური კლობით არის გადაწყვეტილი. შებლურ კლობებში, ჩვეულებრივად, $\angle\beta = 20^\circ \div 45^\circ$ -დე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, თელვის ფართი სიმეტრიულად არის მოთავსებული შეეუმშული ელემენტის გრძივი ღერძის მიმართ. ამის გამო შეეუმშულ ელემენტში მოქმედი ძალვა მის ღერძს ემთხვევა და მასში დამატებით მღუნავ მომენტს არ წარმოშობს.

მოქმედი მკუმშავი ძალა კვანძში იზღება (იხ. ძალთა მრავალკუთხედი) თარაზულ (N_3) და შეეულ მდგენელად (A). უკანასკნელი საყრდენს გადაეცემა, ხოლო N_3 ძალვა თარაზულ ელემენტს. N_3 ძალვა მაქსიმალურად შესუსტებული კვეთის (F_6) შუაში ვადის, რის შედეგად გაკიმული ელემენტის მაქსიმალურად შესუსტებულ კვეთში დამატებით მღუნავი მომენტი არ წარმოიშობა. კლობაზე მოქმედი საჩივე ძალვა: N_1 , N_2 და A ერთ წერტილში იკვეთება, რის გამო მთლიანად კლობა დაცენტრილია.

(ნ და ტ. პ. თანახმად განგმირი კონსტრუქციების შუალედ კვანძებში შებლური კლობების ჩაქრის სიღრმე $\frac{1}{4}$ h -ზე მეტი არ უნდა იყოს, სხვა შემთხვე-

ვაში, კერძოდ საყრდენ კვანძებში არა უმეტეს $\frac{1}{3}$ h .) ეს პირობა უზრუნველ-

2. ახლენის პირობის მიხედვით; გაკიმული ელემენტის ამტანუნარიანობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_6 = m_6 \cdot R_6^{საბ} \cdot F_6$$

სადაც $R_6^{საბ}$ არის მერქნის საშუალო საანგარიშო წინალობა ახლენზე (იხ. § 14);
 m_6 — შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ახლენზე (ცხრ. 9);
 F_6 — ახლენის ფართი.

3. გაკიმული ელემენტის შესუსტებული კვეთის გაგლეჯის პირობის მიხედვით ამტანუნარიანობა განისაზღვრება ფორმულით:)

$$N_6 = m_6 \cdot R_6 \cdot F_6;)$$

სადაც R_6 არის მერქნის საანგარიშო წინალობა გაკიმეზე ბოქვების გრძივად;
 $m_6 = 0,8$ — შესუსტების მქონე გაკიმული ელემენტების მუშაობის პირობების კოეფიციენტი;

F_6 — გაკიმულ ელემენტის ნეტო ფართი.)

ამ სამი პირობიდან ვიდრე $\beta \leq 37^\circ$, როგორც წესი, უმცირესი რიცხვითი მნიშვნელობა აქვს ახლენის პირობიდან მიღებულ ამტანუნარიანობას, ამიტომ მას გადაწყვეტი მნიშვნელობა ეძლევა.)

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშის დროს ქლობის ანგარიში ხდება თელვაზე და ახლენზე შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$\sigma_m = -\frac{N_1}{F_m} \leq [\sigma_m]z;$$

$$\tau = -\frac{N_2}{F_s} \leq [\tau].$$

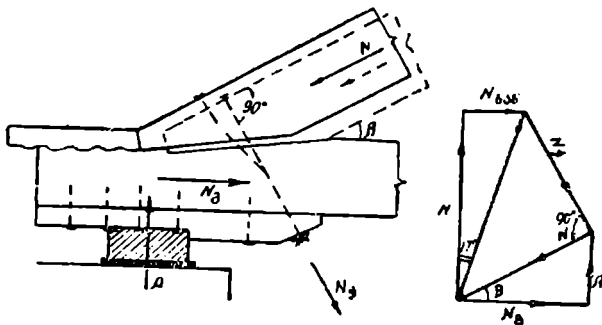
შებლურ ქლობებში ახლენის საშუალო ძაბვა, ახლენის სიგრძის გათვალისწინებისას არა უმეტეს ორმაგი ბრუტო სისქისა ($2h$) და ჩაქრის 10 მაგი სიღრმისა ($10h_s$), ბოქვების გრძივად მიიღება ტოლი $[\tau] = 10 \frac{\beta}{\sqrt{z}}$ (ცხრ. 4.))

§ 29. შუბლური ზღობის შემკრავი ზანჭიკი

შემკრავი (საავარიო) ჰანჭიკის დანიშნულებაა შესაუღლებელი ელემენტების შეკვრა, რითაც თავიდან აცილებული იქნება ელემენტების ერთი მეორის მიმართ შემთხვევითი გადაადგილება. კონსტრუქციის ნორმალური მუშაობის პერიოდში შემკრავი ჰანჭიკი უმნიშვნელო ძალეზე მუშაობს. ქლობის ბოლო ნაწილის ახლენისას ან თელვის სიბრტყის საგრძნობი დეფორმაციის შემდეგ, ჰანჭიკი გაკიმულ მაკავშირებლად იქცევა, რის შედეგად, — შემკრავი ჰანჭიკის კვეთის სათანადოდ შერჩევისას, — შესაძლებელია ფერმის ზენდა სარტყლის ადგილზე შეჩერება (ნახ. 54).

საავარიო ჰანჭიკის ანგარიში მიხლოებით ხდება ზოგიერთი დანებების საფუძველზე.

საავარიო კანკიკში წარმოშობილი ძალვა ძალთა მრავალგვერდიდან განი-
საზღვრება N_b —ხახუნის ძალვის გათვალისწინებით. ხახუნს იწვევს შვეული ძალა
 N_m , რომელიც შეკუმშული ელემენტის გაკიბულ ელემენტთან შეხების სიბრ-
ტეში წარმოიშობა.



ნახ. 54. საავარიო კანკიკის მუშაობა.

ხლეჩის შემთხვევაში შეკუმშულ ელემენტის წონასწორობა შეიძლება
უზრუნველყოფილი იქნეს შემდეგი ძალების არსებობით.

N_3 —შეკუმშულ ელემენტის ღერძის გრძივად მოქმედი ძალვა;

N_m —თელვის ძალვა (შვეული ძალვა), რომელიც წარმოიშობა კბილის
მოთელვისაგან ქვედა სარტყელის ახლეჩის დროს;

$N_b = 0,3 N_m$ —ხახუნის შედეგად წარმოშობილი ძალვა (თარაზული) კბი-
ლისა და ქვედა სარტყელის შეხების სიბრტეეში;

N_3 —კანკიკში მოქმედი ძალვა, რომელიც კანკიკის საყელურებს ქვეშ
წარმოშობილი თელვის ძალვის ტოლია.

ქლობის ელემენტების, ქიშის—გვერდით ზედაპირთან, ხახუნის კოეფიცი-
ენტი 0,3 ტოლი მიიღება

$$K_b = 0,3 \approx \operatorname{tg} 17^\circ.$$

ძალთა მრავალკუთხედიდან გვაქვს:

$$N_3 = N_3 \operatorname{tg} (90^\circ - \beta - 17^\circ).$$

საავარიო კანკიკისათვის დასაშვები ძაბვა შეიძლება დაახლოებით მივიღოთ
დენადობის ზღვრის ტოლი— $[\sigma_3] = \sigma_e = 1900 \frac{\text{ძბ}}{\text{სმ}^2}$

ამის შესაბამისად, კანკიკის საკირო განივკვეთის ფართი

$$(F_3)_{\text{ნებო}} = \frac{N_3}{\sigma_e}.$$

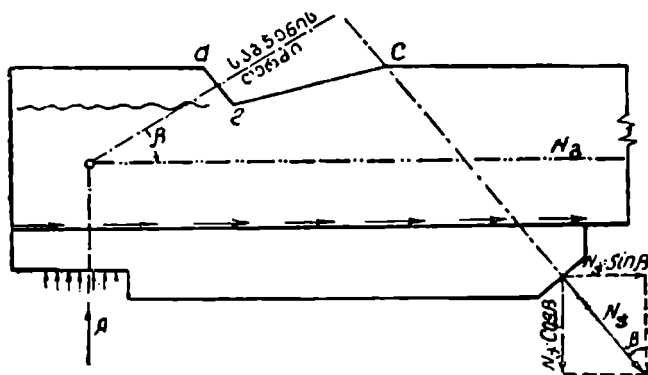
კოკქვეშა. როგორც შუბლური ქლობის ნახაზებიდან ჩანს, ფერმის
ქვედა სარტყელს საყრდენზე ხის ქვესადები უკეთდება, რომელსაც კოკქვეშას
უწოდებენ, რომლის დანიშნულებაა:

1) შექმნას დასაყრდენი ფართი შემკრავი კანკიკის საყელურისათვის, რის გამო საჭირო აღარ იქნება ქვედა სარტყელის ჩაქრა და მისი განივკვეთის დამატებითი შესუსტება.

2) სანივნივო ფერმების ექსპლოატაციის პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ შათი საყრდენი კვანძები, დროთა ვითარებაში, ლობობას განიცდის, რომელიც ქვემოდან იწყება. ცხადია, დამპალი კოქქეშას გამოცეკა გაცილებით მარტივია ქვედა სარტყელის გამოცვლასთან შედარებით.

3) ნაწილობრივ გააძლიეროს ქვედა სარტყელის კვეთი და გააადვილოს საყრდენის ზუსტად მოწყობა.

კოქქეშას მიმაგრება ქვედა სარტყელთან ხდება ლურსმნებით ან სქვალებით, რომელთა ანგარიში T —თარაზულ ძალვაზე წარმოებს (ნახ. 55)



ნახ. 55. კოქქეშას მიმაგრების ანგარიში.

$$T = N_3 \sin \beta - K_b (N_3 \cos \beta + A) = N_3 \sin \beta - 0,3 (N_3 \cos \beta + A),$$

სადა $N_3 \sin \beta$ არას კანკიკში მოქმედი ძალის თარაზული მდგენელი; $0,3 (N_3 \cos \beta + A)$ — შევული ძალებებისაგან გამოწვეული ხახუნის ძალა, რომელიც კოქქეშას გადაადგილებას ეწინააღმდეგება.

ამის შემდეგ, საჭირო მაკავშირებლების რაოდენობის განსაზღვრა სიძნელეს არ წარმოადგენს.

შეგალითი 1. გაანგარიშებულ იქნეს ძელური სამკუთხა ფერმის საყრდენი კვანძის შუბლური კდობა, შემდეგი მონაცემების საფუძველზე (ნახ. 56)

ძალა გაკიმულ ელემენტში:

მუდმივი დატვირთვისაგან — 2 900 კგ.
დროებითი დატვირთვისაგან — 4 350 კგ.

ძალა შეკუმშულ ელემენტში:

მუდმივი დატვირთვისაგან — 3 500 კგ.
დროებითი დატვირთვისაგან — 5 250 კგ.

შეკუმშულ (ზედა) სარტყელის დახრის კუთხე გაქიმულ (ქვედა) სარტყელის მიმართ $\beta = 33^{\circ}40'$;

მასალა ნაძვი, კონსტრუქცია დაცული (დატენიანებისაგან და გახურებისაგან).

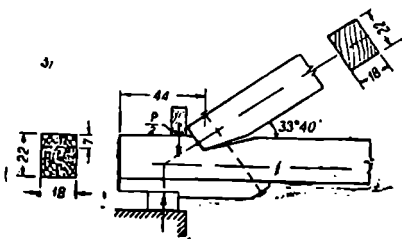
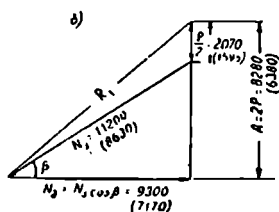
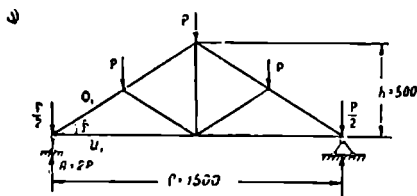
ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

საანგარიშო ძალები (გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით):

$$\text{შეკუმშულ ელემენტში: } N_3 = 1,1 \times 3\,500 + 1,4 \cdot 5\,250 = 11\,200 \text{ კგ,}$$

$$\text{გაქიმულ ელემენტში: } N_3' = 1,1 \times 2\,900 + 1,4 \cdot 4\,350 = 9\,300 \text{ კგ.}$$

როგორც შეკუმშული, ისე გაქიმულ ელემენტებისათვის მივიღოთ ერთი და იგივე კვეთი 22×18 სმ (ზედა სარტყელის კვეთის შერჩევა წინასწარ წარმოებს, როგორც შეკუმშულ-მოღუნულ ღეროს).



ნახ. 56. საყრდენი კვანძის შუბლური კდობით გადაწყვეტა (მაგალითი).

კდობის ჩაქრის სიღრმე

$$h_n \leq \frac{1}{3} h; \quad h_n = \frac{22}{3} = 7,3 \approx 7 \text{ სმ;}$$

ახლენის ფართის სიგრძე პირველი მიახლოებით მივიღოთ

$$l_3 = 2h = 2 \cdot 22 = 44 \text{ სმ;}$$

თელვის ფართი

$$F_{\sigma} = 18 \cdot \frac{7}{\cos \beta} = 18 \cdot \frac{7}{0,832} \approx 151 \text{ სმ}^2.$$

პირველი მიახლოებით მიღებული ზომების მიხედვით განისაზღვრება შეუღლების საანგარიშო ამტანუნარიანობა.

1. ანგარიში თელვის პირობის მიხედვით

$$N_{\sigma} = m_{\sigma} R_{\sigma, \alpha} F_{\sigma};$$

ნაძვის მერქნის საანგარიშო წინაღობა თელვაზე თელვის კუთხით $\alpha = 33^{\circ}40'$

$$R_{\sigma, 33^{\circ}40'} = 90 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2} \quad (\text{იხ. ნახ. 27.})$$

$$m_{\sigma} = 1,$$

მაშასადამე

$$N_{\sigma} = 1 \cdot 90 \cdot 151 = 13590 \text{ კგ,}$$

რაც $\frac{13590 - 11200}{11200} \cdot 100 = 21,3\%$ -ით აღემატება საანგარიშო მკუმშავ ძალას.

$N_{\gamma} = 11200 \text{ კგ.}$

2. ანგარიში ახლენის პირობის მიხედვით

$$\frac{l_s}{e} \approx \frac{2h}{0,5h} = \frac{2 \cdot 22}{0,5 \cdot 22} = 4.$$

საშუალო საანგარიშო წინაღობა ახლენაზე ცალმხრივი ახლენის სქემის მიხედვით (იხ. 50-ე ნახ.):

$$R_s^{\text{ხაზ}} = R_s \cdot 0,5 = 24 \cdot 0,5 = 12 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2};$$

გაქიმული ელემენტის ზღერული ამტანუნარიანობა ახლენის პირობით:

$$N_s = m_s R_s^{\text{ხაზ}} J_s = 1 \cdot 12 \cdot 44 \cdot 18 = 9500 \text{ კგ,}$$

რაც $\frac{9500 - 9300}{9300} \cdot 100 = 2,15\%$ -ით აღემატება გაქიმულ ელემენტის საანგარიშო ძალას $N_s = 9300$ კგ.

3. ანგარიში გაქიმული ელემენტის გაგლეჯის პირობის მიხედვით.

ზღერული წინაღობა გაგლეჯაზე:

$$N_g = m_g R_g K_g = 0,8 \cdot 100 (22 - 7) \cdot 18 = 21600 \text{ კგ,}$$

რაც საგრძნობლად აღემატება გაქიმული ელემენტის საანგარიშო ძალას $N_g = 9300$ კგ.

ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით (ნახ. 56):

საანგარიშო ძალები: $N_{\gamma} = 3500 + 5250 = 8750 \text{ კგ.}$

$N_s = 2900 + 4350 = 7250 \text{ კგ.}$

1. შემოწმება თელვაზე:

$$\sigma_{\sigma} = \frac{N_{\gamma}}{F_{\sigma}} \leq [\sigma_{\sigma}]_{\alpha}$$

$$\alpha = \beta = 33^\circ 40'; \quad \sin 33^\circ 40' = 0,555; \quad \sin^2 33^\circ 40' = 0,17.$$

$$[\sigma_\alpha]_{\text{მ}^\circ 40'} = \frac{[\sigma_\alpha]}{1 + \left(\frac{[\sigma_\alpha]}{[\sigma_\alpha]_{90^\circ}} - 1 \right) \sin^2 \alpha} = \frac{100}{1 + \left(\frac{100}{25} - 1 \right) 0,17} = 66 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

$$\sigma_\alpha = \frac{8750}{151} = 58 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2} < 66.$$

2. შემოწმება ახლჩისაზე:

$$\tau = \frac{N_\delta}{F_s}$$

$$\tau = \frac{7250}{44 \cdot 18} = 9,16 < 10 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

3. ქვედა სარტყლის შემოწმება სიმტკიცეზე

$$\sigma = \frac{N_\delta}{F_s} \leq [\sigma_s];$$

$$\sigma = \frac{7250}{(22-7) \cdot 18} = 26,9 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2} < 70 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

§ 35. შუბლური ზღობა ორმაგი კბილით

(ხის მასალის ზომების შეზღუდულობის გამო, ზოგჯერ შუბლური კლობა ერთი კბილით საკმარისი არ არის თელვის პირობების მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში ორკბილიანი შუბლურა კლობები გამოიყენება (ნახ. 57).

კბილების ცალცალკე ახლჩის თავიდან აცილების მიზნით, ორკბილიან შუბლურ კლობებში საჭიროა ორთავე კბილების მკვიდრად შორგება. ამავდროულად მისაზრებით პირველ კბილთან შედარებით მეორე კბილი 2 სმ უფრო ღრმად უნდა ჩაიჭრას; ამასთან რეკომენდებულია, რომ მეორე კბილის დასაწყისი შეკუმშული ელემენტის ღერძზე მოთავსდეს.

პირველი კბილის ახლჩის სიბრტყის საანგარიშო სიგრძე l' , აიღება, არა უმეტეს 2 h -ის ან 10 h' -ის ტოლი, ხოლო მეორე კბილისათვის, არა უმეტეს 10 h' .

მორებისაგან განხორციელებულ შუბლურ კლობებში კვანძის დაცენტრება შეიძლება განხორციელდეს შეკუმშული და გაკიმული ელემენტების ბრუტო ღერძების გადაკვეთის წერტილში.

ძელურ ხის კონსტრუქციებში დაცენტრა უნდა მოხდეს შეკუმშული ელემენტის ბრუტო კვეთის ღერძის მიხედვით, ხოლო გამკიმავი ძალვა გადაადგილება მეორე კბილის ჩაჭრით შესუსტებულ გაკიმულ სარტყლის ნეტო კვეთის სიმძიმის ცენტრში.

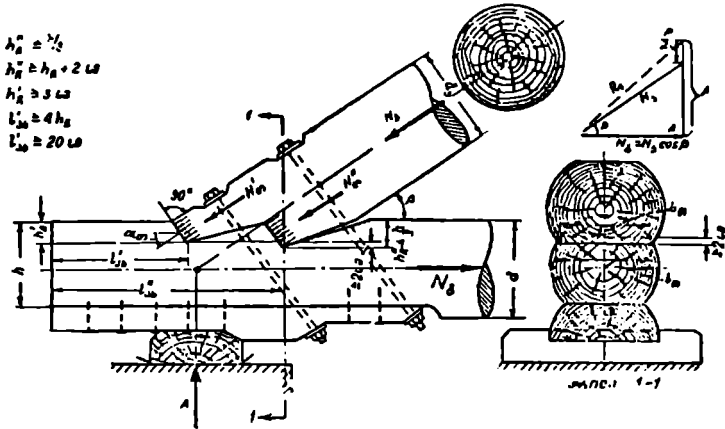
ორკბილიანი შუბლური კლობის ანგარიში შემდეგი დაშვებების საფუძველზე წარმოებს:

ა) მოკმედი ძალვა მისაერთებელ ელემენტებს შორის თელვის F''_0 და F''_1 ფართების სიდიდეების პროპორციულად ნაწილდება; }

ბ) პირველი კბილის ახლეჩის ფართზე (F') მოქმედი ძრის ძალვა გამოთვლება ფორმულით:

$$T' = \frac{F'_a}{F'_a + F''_a} N_3,$$

სადაც N_3 არის ქვედა სარტყელში მოქმედი გამჭიმავი ძალვა. მეორე კბილის არამკვიდრად შორგებისას, პირველი კბილის შესაძლო გადატვირთვის გამო, ახლეჩაზე საანგარიშო წინალობა 20%-ით მცირდება, რისთვისაც ის მრავლდება მუშაობის პირობების კოეფიციენტზე $m'_3 = 0,8$.



ნახ. 57. ორკბილიანი შებლური კვლობის ნორმალური გადაწყვეტა.

გ) მეორე კბილის ახლეჩის ფართს (F'') გადაეცემა მთლიანი ძრის ძალა, რისთვისაც საჭიროა მისაერთებელ ელემენტში მოქმედი ძალვა დაგეგმილდეს შესუსტებული ელემენტის ლერძზე (57-ე ნახაზის შემთხვევაში თარაზულ ლერძზე). ახლეჩის ძაბვების არათანაბრად განაწილების გათვალისწინების მიზნით, მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $m'_3 = 1,15$.

(ყველა დადებით თვისებებთან ერთად, შებლური კვლობა მერქნის ახლეჩაზე მუშაობით ხასიათდება, რაც შეერთების სუსტ მხარეს წარმოადგენს და მის საიმედობას ამცირებს; ამიტომ უკანასკნელ ხანებში ფერების საყრდენ კვანძებში შებლური კვლობის შედარებით საიმედო სახე—კვლობა შებლური მიყრდნობით გამოიყენება.

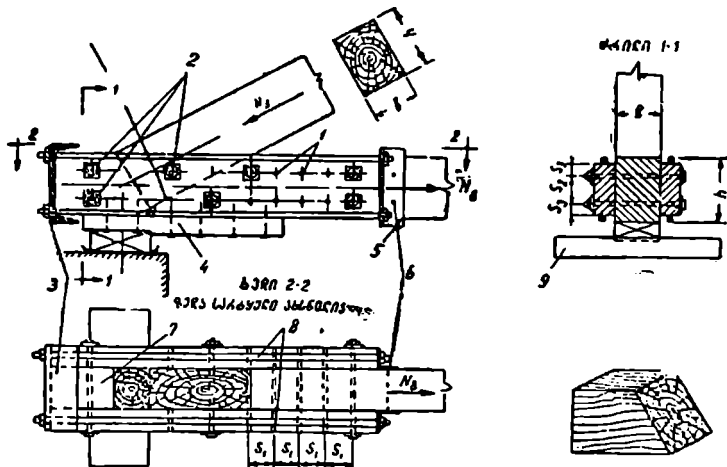
§ 31. შეერთება მარტივი შუალური მიყრდნობით

(საყრდენი კვანძის შებლური მიყრდნობით გადაწყვეტა შედარებით დიდი ძალების გადაცემისას ხდება, როდესაც ორკბილიანი შებლური კვლობები სიმტკიცეს ვერ უზრუნველყოფენ (ნახ. 58) ასეთი შეერთება განხორციელდება ზედა სარტყლის შებლური მიყრდნობით საყრდენის სადებზე (7) რომე-

ლიც N_3 ძალის შექმნავე საკიდებს (ქიმებს) (8) გადაცემს. საკიდები გარედან ხის ზედაპირს ეყრის, რომლებიც ქვედა სარტყელთან ნაგელებით (1) არიან დამაგრებულნი.

ფორმის მიხედვით ორი სახის საკიდები განირჩევა:

1. სწორი მოხაზულობის, რომლის ერთი ბოლო კუთხედების, ხოლო მეორე შეელერის ჩამონაქრებს ემაგრება (ნახ. 58); 2. მრუდი მოხაზულობის.



ნახ. 58. შეერთება შებლური მიყრდნობით.

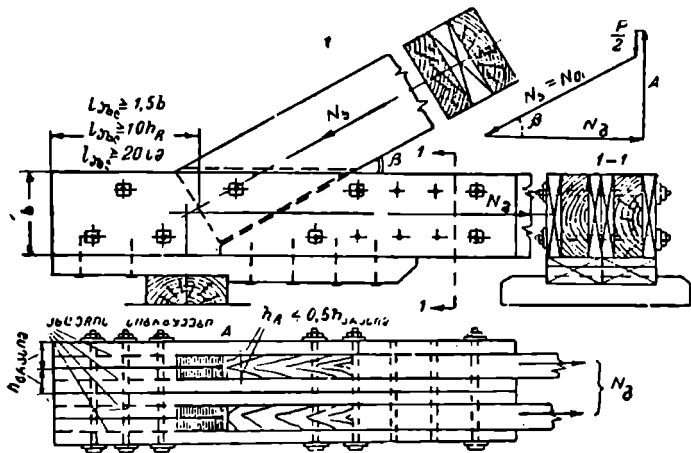
უპირატესობა პირველი სახის საკიდებს ეძლევა; ვინაიდან ის მისი დაქიმვის საშუალებას იძლევა და საკიდების ქვეშ ხის მერქანის თელვა ნაკლები ინტენსიობით ხდება.

აღსანიშნავია, რომ შებლური მიყრდნობა კლობას არ წარმოადგენს. ის ე. წ. კომბინირებულ შეერთებებს ეკუთვნის, რადგან ძალის გადაცემაში შებლური მიყრდნობასთან ერთად ზონაწილეობენ საკიდები და ნაგელები. ასეთი შეერთების დამახასიათებელ თვისებად ფოლადის შედარებით დიდი ხარჯი ითვლება, მაგრამ ერთდროულად ის საიმედო შეერთებას იძლევა სადაც ხის მასალის ბლენაზე შესაძლებელია წინასწარ გამორიცხულია. ზემოთაღნიშნულთა გამო შეერთება შებლური მიდგმით შედარებით საპასუხისმგებლო ნაშენებისათვის გამოიყენება.

§ 32. ლოყური ჯდობები

ლოყურ კლობისათვის დამახასიათებელია კლობის ბუდის ჩაქრა ფიცრების ევკრით (ლოყურა) ზედაპირზე; შებლური კლობებისაგან განსხვავებით, რომლებიც ძელურ და მორებისაგან განხორციელებულ კონსტრუქციებში იხმარება, ლოყური კლობები ფიცრულ კონსტრუქციებში გამოიყენება. ფიცრული ფერმების საყრდენი კვანძის ნორმალური გადაწყვეტა ლოყურ კლობაზე ნაჩვენებია 59-ე ნახაზზე.

შეუღლება ლოყური კლობით შემდეგნაირად ხორციელდება: ქვედა სარტყლის ბოლო ირიბად არის წაჭრილი. ზედა სარტყლის ფიცრების ბოლოები კი, რომლებთანაც ეს ეყრდნობა კლობის ზედეზისა და შუადების გამოშვებულ გვერდით ზედაპირებს, ორტოგონალურად არიან ჩამოჭრილი¹; ზედა სარტ-



ნახ. 59. ფიცრული ფერმის საყრდენი კვანძის გადაწყვეტა ლოყურ კლობაზე.

ყელში მოქმედი მკუმშავი ძალა ($N = N_0$) ზედეზისა და შუადების გამოშვებულ ნაწილებს გადაეცემა. ზედეზი და შუადები ამ მკუმშავი ძალის თარაზულ მდგენელს (N_2) ქვედა სარტყლის ფიცრებს გადასცემენ, რომლებთანაც დამყოლი მაკავშირებლებით (წერილი ნაგებებით, რგოლისებრი სოკმანებით და სხვა) არიან შეერთებული, ხოლო შეუღლი მდგენელი (A) კოქქეშას დახმარებით საყრდენს გადაეცემა (ნახ. 59 ძალთა მრავალკუთხედი).

ზედეზთან და შუადებთან ზედა სარტყელი დამაგრებულია ერთი შემაკრავი ქანკიკით, ხოლო ზედეზის და შუადის ბოლოში კიდევ ისმება რამდენიმე ქანკიკი (ჩვეულებრივად ორი) დამატებითი მღუნავი მომენტის გავლენის უვნებელსაყოფად. ეს მღუნავი მომენტი წარმოიშობა ზედეზში მასზე ექსცენტრულად მოდებული ძალების ზემოქმედების შედეგად (ნახ. 60).

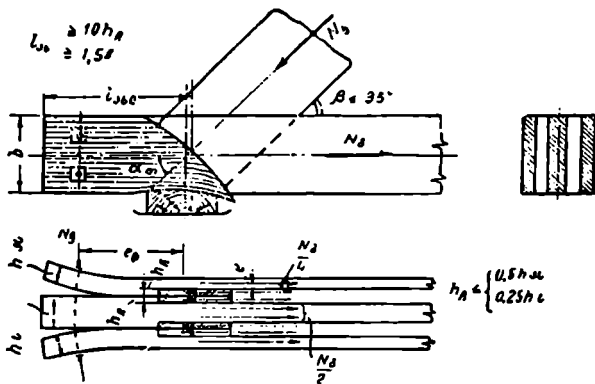
$$M = \frac{N_2}{4} e = \frac{N_2}{4} \frac{h_{\Sigma}}{2}$$

ამ ქანკიკებმა უნდა დააკმაყოფილონ პირობა

$$N_2 e \geq \frac{N_2}{4} \frac{h_{\Sigma}}{2}$$

¹ შეუღლი კლობის ანალოგიურად, ლოყური კლობები სამ სახედ იყოფა: ორტოგონალური შეუღმული ელემენტის მიმართ (ნახ. 59), ორტოგონალური ზემოქმედების მიმართ და ბისექტრისული.

(ლოყურ კლობებში განივი დამწოლი ძალა არ წარმოიშობა, პირიქით, ლოყურ კლობებში მოსალოდნელია გამხლევი და ამგვარი დაბეების წარმოშობა, რაც ლოყური კლობის ძირითად ნაკლს წარმოადგენს; ამით აიხსნება ლოყურ კლობებში ახლეჩაზე დასაშვები დაბეების (ასევე, ახლეჩაზე საანგარიშო



ნახ. 60. ლოყური კლობის მუშაობის სქემა.

წინალობის) შემცირება შუბლურ კლობებთან შედარებით. კბილის აგლეჯის თავიდან აცილების საჭიროებით აიხსნება მოთხოვნილება ლოყურ კლობებში შუბლურ კლობებთან შედარებით ახლეჩის სიბრტყის სიგრძის შედარებითი გადიდება $l_{ab} \geq 10h_A$ მაშინ, როდესაც $l_{ab} \geq 1,5h \geq 4h_A$.

თავის მხრივ, ახლეჩაზე მომუშავე ზედაპირების საანგარიშო სიგრძის l_a და აგრეთვე კლობის ჩაჭრის სიღრმის გადიდება მოითხოვს ახლეჩაზე დასაშვები დაბეების შემცირებას, რის გამო

$$[\tau]_i = \frac{[\tau]_s}{2} = \frac{10}{2} = 5 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2}$$

ლოყურ კლობებში ახლეჩის საბრტყის სიგრძე 20 სმ-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს. ხოლო h_B -ის სიღრმე არა უმეტეს:

- 0,25 h — ორმხრივი (სიმეტრიული) ჩაჭრის დროს,
- 0,5 h — ერთმხრივი (არასიმეტრიული) ჩაჭრის დროს,

სადაც h — ელემენტის განივკვეთის ზომაა ჩაჭრის მიმართულებით.)

საყრდენი კვანძის ლოყური კლობები ახლეჩაზე გაანგარიშდება გაქიმულ სარტყელში მოქმედ N_a ძალაზე, რაც მკუშშავი ძალის თარაზულ მდგენელს წარმოადგენს (იხ. ნახ. 59). მკუშშავი ძალის შეეული მდგენელი კი საყრდენს გადაეცემა. ამასთან ერთად, (რადგან თელვაზე მომუშავე ბოჭკოები მნიშვნელოვან გადაადგილებას განიცდიან (ნახ. 60), ამიტომ ლოყურ კლობებში საშუალო საანგარიშო წინალობა ახლეჩაზე:

$$R_{\text{საშ}} = \frac{R_a}{1 + 0,25 \frac{l_a}{e}}$$

უნდა განზრახვად სავსაობად შენეცილებული მუშაობის პირობების კოეფიციენტზე, რომელიც მიიღება ტოლი:

როდესაც შესაერთებელი შეკუმშული ელემენტების დახრის კუთხე:

$$\alpha \leq 25^\circ \quad \cdot m_1 = 0,8;$$

ხოლო, როდესაც

$$\alpha = 45^\circ \quad \cdot m_1 = 0,4$$

კუთხის შუალედ მნიშვნელობებისათვის m_1 ინტერპოლაციით განისაზღვრება.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებში

თელვის პირობის მიხედვით

$$\langle N_1 = N_2 \leq m_1 R_{\sigma, z} F_{\sigma} \rangle$$

ახლერის პირობის მიხედვით

$$\langle T_1 = N_2 \leq m_2 R_{\sigma, z} F_{\sigma} \rangle$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით:

თელვაზე

$$\sigma_{\sigma} = \frac{N_{\sigma}}{F_{\sigma}} = \frac{N_2}{n \cdot 0,5 h_{\sigma} b_{\sigma} \cdot \lambda_{\sigma}} \leq [\sigma_{\sigma}]$$

ახლერზე

$$\tau = \frac{T_1}{F_1} = \frac{N_2}{n_1 b_{\sigma} \cdot \lambda_{\sigma}} \leq [\tau]$$

სადა n არის თელვის (ან ახლერის) ცალკეული ფართობის რიცხვი (ჩვენს შემთხვევაში $n=4$)

ქვედა სარტყლის ნაგელებით მაქსიმალურად შესუსტებული კეთი შემოწმდება სიმტკიცეზე:

$$\sigma_c = \frac{N_b}{F_b} \leq [\sigma_b]$$

თავი მეჩვი

შეერთებანი ნაგელებზე

§ ვპ. ზოგადი ცნობები

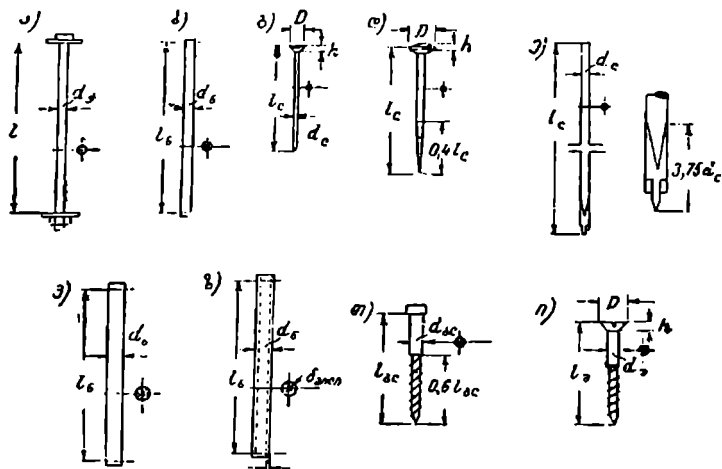
(ნაგელები ეწოდება საღებებს (ღეროებს ან ფირფიტებს), რომლებიც შე-
საერთებელი ელემენტების ურთიერთ ძვრას ეწინააღმდეგებიან და ძირითადად
ლუნვაზე მუშაობენ. ნაგელების ერთ-ერთ სახეობად შეიძლება დავასახელოთ
ლურსმნები, რომლებიც ყოველდღიურ ცხოვრებაში გვხვდება.

ნაგელები შეიძლება სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით დაიყოს.

მასალის მიხედვით, ხის კონსტრუქციებში გამოყენება აქვს ფოლადისა
და ხის ნაგელებს.

ფოლადის ნაგელებს ეკუთვნია ან:

- 1) ფოლადის ცილინდრული ნაგელები;
- 2) კანკიკები;



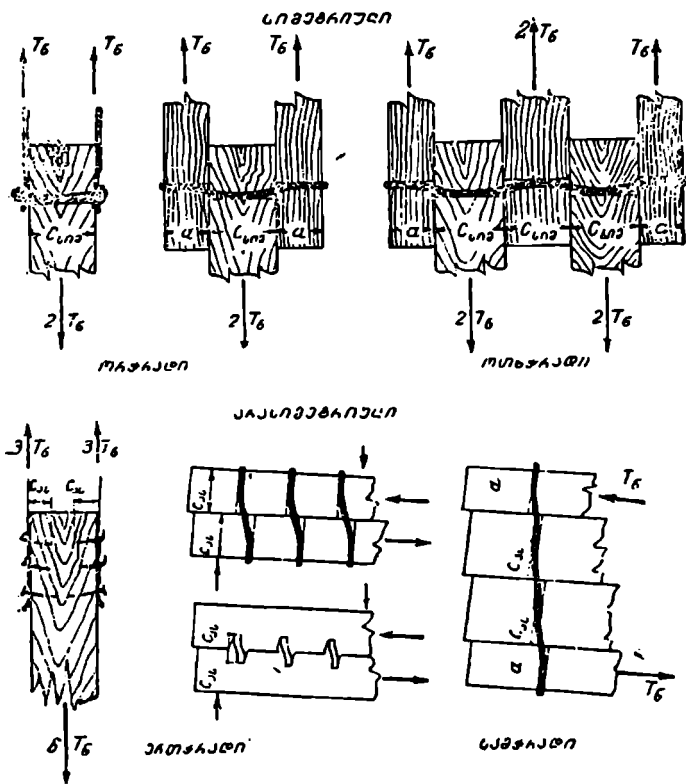
ნახ. 61. ცილინდრული ნაგელები:

- ა — კანკიკები; ბ — მრგვალი ფოლადის ნაგელი; გ — მკეთულოვანი ლურსმანი;
დ — ნაგელი ლურსმანი; ე — მსხვილი ზომის ლურსმანი სპეციალური წვერით;
ვ — მუხის ნაგელი; ზ — მილაკი; თ — „გლუხარა“; ი — სკვალი.

- 3) მაღალხარისხოვანი ფოლადის წყიერები;
- 4) მილოვანი ნაგელები (გაზის მილაკები);
- 5) ლურსმნები;
- 6) ხრახნები, წვრილი ხრახნები, რომელთა ჩახრახნა სახრახნისით ხდება და „გლუხარი“ (ყრუ კანკიკები; მსხვილი ხრახნები, რომელთა ჩახრახნა სპეციალური გასაღებით ხდება).

ხის ნაგელებს ეკუთვნის:

- 1) მუხის ცილინდრული ნაგელები და,
 - 2) მუხის ფირფიტოვანი ნაგელები — „დერევიგინის ფირფიტები“.
- ჩვეულებრივად ნაგელები, ფირფიტოვანი ნაგელების გარდა, ცილინდრული ფორმისაა (ნახ. 61).
- ნაგელები ჩასმის ხერხების მიხედვით განიარჩევიან:
- 1) ნაგელები, რომლებიც წინასწარ დამზადებულ ბუდეებში ისმება: ფოლადის ცილინდრული ნაგელები, კანკიკები, მაღალხარისხოვანი ფოლადის

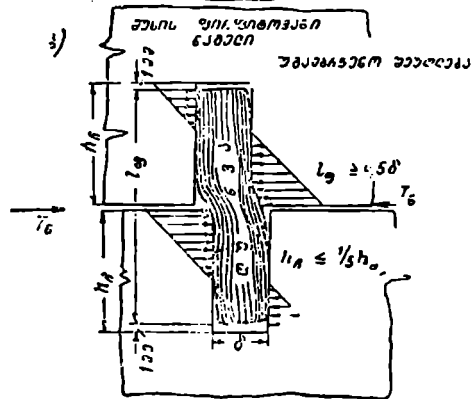
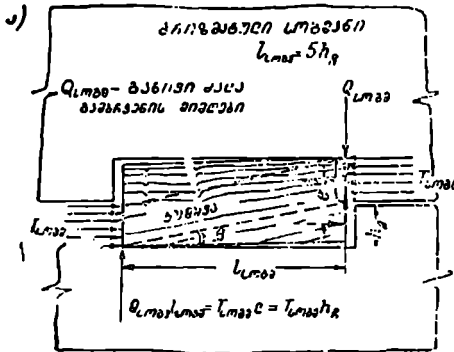


ნახ. 62. ნაგელოვანი შეერთებების ძირითადი სქემები.

წყობები, მილოვანი ნაგებები, მუხის ცილინდრული და ფირფიტოვანი ნაგებები.

2) ნაგებები, რომლებიც მერქანში იქმნება ბუდეების წინასწარ მოუმზადებლად ჩაქედით — ლურსმნები.)

3) ნაგებები, რომლებიც ჩაიხრახნებიან მათთვის დამზადებულ მცირე დიამეტრიან და მოკლე სიგრძის ხერხელებში — შურუპები და „გლუხარები“.



ნახ. 63. სოგმანური და ნაგელოვანი შეუღლებების განმარტებული ნიშანი:

ა — შეუღლება სწორკუთხედიანი სოგმანით (განმარტებული შეუღლება); ბ — შეუღლება ფირფიტოვანი ნაგებებზე (უგანმარტებული შეუღლება).

სოგმანური შეერთებისაგან განსხვავებით, ნაგელოვანი შეერთება განმარტებულ დალას არ წარმოშობს (ნახ. 63). მართლაც, ნაგელოვანი შეერთება მოდებული გრძივი ძრის ძალების წყვილი T_{12} გაწონასწორებულია არა განივად მოქმედი წყვილძალით Q_{12} რასაც სოგმანურ შეუღლებებში შემკრავი ქანკიყ-

გარე ძალების ზემოქმედების ხასიათისა და ძერის სიბრტყეების „მუშა“ ნაკერების რაოდენობის მიხედვით შეერთების შემდეგი სახეობანი განიჩევა (ნახ. 62).

- 1) სინტერიული შეერთებანი:
 - ა. ორკრადი ნაგებებით,
 - ბ. მრავალკრადი ნაგებებით და,
- 2) არასიმეტრიული შეერთებანი:

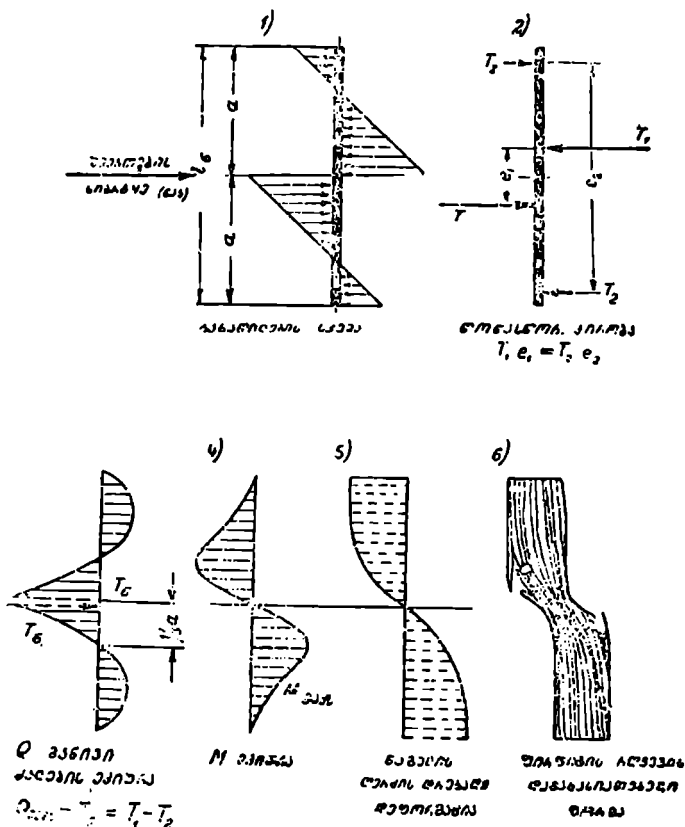
- ა. ერთკრადი ნაგებებით,
 - ბ. ორკრადი ნაგებებით,
 - გ. მრავალკრადი ნაგებებით.
- ნაგელების ბუდეების დანახადება წარმოებს შეერთების წილიანილ აწყობის შემდეგ, მექანიკური ხერხით — ელექტრობურღისა და ჯაჭური სატები ჩარხის საშუალებით.) ნაგელის ბუდე შეიძლება იყოს განგმირი და არაგანგმირი — ყრუ. განგმირი ბუდე შესაერთებელი ელემენტების წილ სისქეში გაღის, არაგანგმირი კი მხოლოდ სისქის ნაწილზე.

ნაგელები ძირითადად გამოიყენება ელემენტების პარალელურად შეერთების მიზნით, ვაკიუმულ პირაპირებში და განგმირი კონსტრუქციების (ფერმების) კვანძურ შეერთებებში, როდესაც რიკულების ელემენტებში მცირე სიდიდის ძალები მოქმედებენ.)

ვის მეშაობის შედეგად ვლებულობთ, არამედ გრძივად მოდებული წყვილძალით T_2e_2 , რომელიც ნაგელის ბოლოებზე მოქმედობს (ნახ. 64).

ნაგელოვანი შეუღლების ეს თავისებურება ძირითადად განაზღვრავს მის მეშაობას ლუნეაზე.

ნაგელებზე მოქმედი T_1e_1 წყვილძალის ზემოქმედების შედეგად მათ შემობრუნებას ბუდეში, T_2 ძალები ეწინააღმდეგება. აქტიური წყვილძალა T_1e_1 შონასწორდება რეაქტიული წყვილძალით T_2e_2 (ნახ. 64).

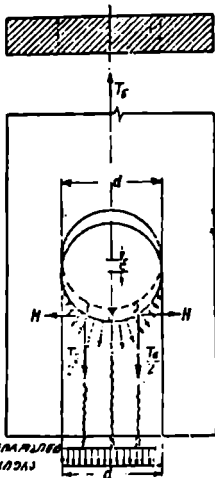


ნახ. 64. ერთტრადი ნაგელის მუშაობა:

- 1 — თელვის ძაბვების განაწილების სქემა ნაგელის ნორმალურად ჩამაგრების დროს;
- 2 — ნაგელის წონასწორობის პირობა $M_A = M^0$ ($T_1e_1 = T_2e_2$);
- 3 — ნაგელზე მოქმედი განივი ძალების ეპიურა $Q_{ავი} = T_6 - T_1 - T_2$;
- 4 — ნაგელის მღუნავი მომენტის ეპიურა;
- 5 — ნაგელის ღერძის დრეკადი დეფორმაცია;
- 6 — ფორფიტოვანი ნაგელის რუკევის დამახასიათებელი ფორმა.

§ 34. ცილინდრულ ნაგელზე განხორციელებულ შეერთების ანგარიშის საფუძველები

ნაგელოვანი შეუღლების მუშაობა, როგორც ეს 64-ე სქემატიური ნახაზიდანაც კი ჩანს, ძალზე რთულია. ნაწილობრივ ის მოგვეგონებს ფოლადის კონსტრუქციებში გამოყენებულ მოქლონილი შეერთების მუშაობას, მაგრამ მათ შორის არსებითი განსხვავება არსებობს. (მოქლონილი შეერთების მსგავსად, ნაგელოვანი შეერთებებშიც მიღებულია გამოთქმები: ნაგელის „ქრა“, „ნაგელის ერთ ქრაზე დასაშვები ძალა“.)



ნახ. 65. ნაგელის ბუდის ცილინდრულ ზედაპირზე თელვის ძაბვების განაწილება და მისაღოდნელი ახლების სიბრტყეები.

(ნაგელის „ქრა“ პირობით ეწოდება ნაგელის ყოველ მუშა გადაკვეთას ელემენტების შეერთების სიბრტყესთან („მუშა“ ნაერთან). ფაქტურად ნაგელოვანი შეუღლების რღვევა ხდება, არა ფიცრებით ნაგელის უშუალოდ გადაკობის შედეგად (რაც შეუძლებელია), არამედ თელვაზე, ღუნვაზე, ახლეჩაზე და ვახლეჩაზე ერთდროულად მომუშავე ელემენტების ერთი მკორესთან დეკავშირებული დეფორმაციების ფრიად რთული კომპლექსის შედეგად.)

ნაგელოვანი შეუღლებებში, უგულებელყოფენ თელვის ძაბვების არათანაბრად განაწილებას ცილინდრულ ზედაპირზე ნაგელის ღერძის განივი მიმართულებით და მხედველობაში იღებენ თელვის საანგარიშო ძაბვებს, რომლებიც ნაგელის დიამეტრალურ კვეთზე შოდის და მასზე პირობით თანაბრად ირის განაწილებული (ნახ. 65).

(მოქლონებით შეერთებისაგან განსხვავებით, ნაგელოვანი შეერთების ანგარიშის დროს, გათვალისწინებულია ნაგელის ბუდის სიგრძეზე თელვის ძაბვების არათანაბარი განაწილება და თვით ნაგელის ღეროს მუშაობა ღუნვაზე.) ამის გამო ნაგელოვანი შეერთების ანგარიში საკრძობლად რთულდება.

ამრიგად, მოქლონილი და ნაგელოვანი შეერთების მუშაობის სხვადასხვაობას იწვევს შემდეგი მიზეზები:

- 1) შესაერთებელი ელემენტების (ხის) და თვით ნაგელის (ლითონი) მექანიკური თვისებების ერთიმეორისაგან მნიშვნელოვანი განსხვავება;
- 2) ნაგელოვანი შეერთების პაკეტში არ არსებობს საწყისი, მომჭერი ძალეები, რითაც ხასიათდება მოქლონოვანი შეერთებანი.

(ნაგელოვანი შეერთებების განხორციელების დროს მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ მსხვილ ნაგელებთან შედარებით უფრო ნიჰანშეწონილია წერილი ნაგელების გამოყენება (მცირე დიამეტრის მქონე ნაგელებზე განხორციელებული შეერთებანი მუშაობის მხრივ უფრო საიმედოა, ხოლო ნაგელის მასალის ხარჯის მხრივ კი უფრო ეკონომიური.)

მართლაც, რამდენადაც მცირეა ნაგელის დიამეტრი, იმდენად მცირეა მისი თითოეული პრის სანაგარიშო დატვირთვა, რომელიც შესაუღლებელი ფიციტრები ახლენას იწვევს. მაშასადამე, მით მცირე იქნება მეზობელ ნაგელების ბუდეებს შორის მერქნის ახლენის საშიშროება და ბეტი იქნება შეერთების დამყოლობა.

ამრიგად წერილი ნაგელების გამოყენება, წელიწადობის პრინციპის ეფექტური გამოყენების საშუალებას იძლევა, რაც განსაკუთრებით სასარგებლოა გაჭიმულ პირაპირებში და კვანძებში.

ნაგელის დიამეტრის მნიშვნელობა მისი სიგრძის $\frac{1}{20} : \frac{1}{30}$ მიიღება, რაც ნაკარნახევი ნაგელების დამზადების პირობებით.

ფიციტრების პირაპირებში რეკომენდებულია ნაგელების განლაგება ორ ან ოთხ რიგად, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ნაგელების მოთავსება ფიციტრების ღერძის ხაზზე — მერქნის ყველაზე სუსტ ბოქვებზე, სადაც ამასთან ერთად მოსალოდნელია ბზარების გაჩენა.)

ამავე მიზეზით ისეთ ნაგელოვან შეერთებებში, რომელთა ბუდეების დამზადება წინასწარ ხდენა, რეკომენდებული არ არის ნაგელების კადრაკული განლაგება.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

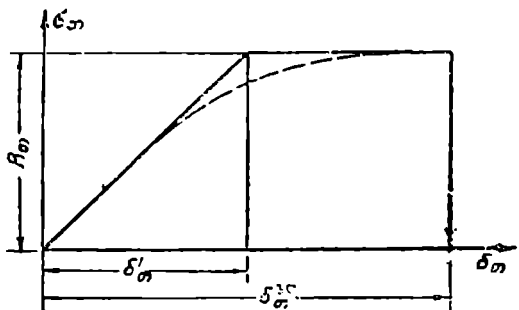
დასაშვები ძაბვების მეთოდით ნაგელების ანგარიში გამოდინარეობს მასალის დრეკადი მუშაობის წანამძღვრიდან, ე. ი. გათვალისწინებულია, რომ ძაბვებსა და დეფორმაციებს შორის პროპორციული დამოკიდებულება არსებობს. რაც სინამდვილეს ნაკლებად შეეფერება და ნაგელოვანი შეერთების ამტანუნარიანობაზე სრულ წარმოდგენას არ იძლევა.

ნაგელოვან შეერთებათა ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით ითვალისწინებს მასალის ნამდვილ—დრეკად—პლასტიკურ მუშაობას შეერთების ზღვრული მდგომარეობის დროს. ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით ნაგელების ანგარიშს საფუძვლად უდევს მთელი რიგი დაშვებები რომლებიც ერთი მხრივ, საგრძნობლად ამარტივებენ ანგარიშს, მეორეს მხრივ, ახლოს არიან შეერთებათა მუშაობის რეალურ პირობებთან. ასეთ დაშვებებს ეკუთვნის:

1) [დრეკად-პლასტიკური მუშაობა მერქნისა თელვაზე, ნაგელების ბუდეებში და თვით ნაგელების ღუნვაზე, ე. ი. ანგარიშის დროს მხედველობაში მიღებულია მერქნის თელვაზე მუშაობას გასწორხაზებული დიაგრამა: „ძაბვა (C_m —დეფორმაცია δ_m)“, რომლის თანახმად, დეფორმაციებსა და ძაბვებს შორის — მერქნის თელვაზე წინალობის (R_m) განსაზღვრულ ზღვრამდე (ასევე ფოლადის ღუნვაზე წინალობის ($R_{ფ}$) დენადობის ზღვრამდე)—წრთვი დამოკიდებულება არსებობს. ამ ზღვრის შემდეგ კი R_m და $R_{ფ}$ ძაბვები მუდმივი რიგებიან პლასტიკური დეფორმაციების შემდგომი ზრდის დროს (ხახ. 66).

2) მერქნის თელვის დეფორმაციები შეზღუდულია ზღვრული სიდიდით (δ_m), რომელიც მიიღება შეფარდებისაგან $\frac{\delta_m}{\delta'_m} = 2$;

3) შესაერთებელ ელემენტებში თელვის ძაბვების განაწილების გამოკვლევის დროს ნაგელის ღერძს მასში პლასტიკური სახსრის (ან სახსრების) გაჩენამდე სწორხაზოვანს ვგულისხმობთ, რადგან ნაგელის ღერძის გამრუდება—პლასტიკური დეფორმაციების ზონაში, მერქნის თელვის შესაბამის დეფორმაციებთან შედარებით—უმნიშვნელოა.



ნახ. 66. ნაგელის ბუდეში მერქნის თელვაზე მუშაობის დიაგრამა: „ძაბვები (σ) — დეფორმაციები (ϵ)“.

ეს დაწვებები ვრცელდება შეერთების, როგორც დროებითი ისე ხანგრძლივი ამტანუნარიანობის განსაზღვრის დროს; იცვლებიან მხოლოდ მერქნის წინალობის სიდიდე (K_{st}) და დეფორმადობის მახასიათებლები (E).

ზემოაღნიშნულ დაწვებებთან ერთად, ნაგელოვანი შეერთებების ძირითადი საანგარიშო ფორმულების

ჩამოყალიბებისას საჭიროა სხვადასხვა შემასწორებელი კოეფიციენტების გათვალისწინება, რომლებიც მიღებულია ექსპერიმენტულ-თეორიული გამოკვლევებით და დაკვირვების საფუძველზე.

(ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით ნაგელების ანგარიშის თავისებურებას ის წარმოადგენს, რომ მხედველობაში მიღებულია ნაგელების წინალობა ღუნვაზე არა მარტო შესაერთებელი ელემენტების სისქეში, არამედ აგრეთვე ელემენტების შეერთების სიბრტყეშიც—მათ შორის მოთავსებულ ნაკერში) $M_{სკ} \neq 0$; მაშინ, როდესაც დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას მიიღება, რომ $M_{სკ} = 0$ (ნახ. 67 დ); ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს თხელი ფიცრების ძელებთან შეერთების შემთხვევაში, საკმარისი დასაბუთებით, მნიშვნელოვნად ავაშალოთ შეერთების საანგარიშო ამტანუნარიანობა.

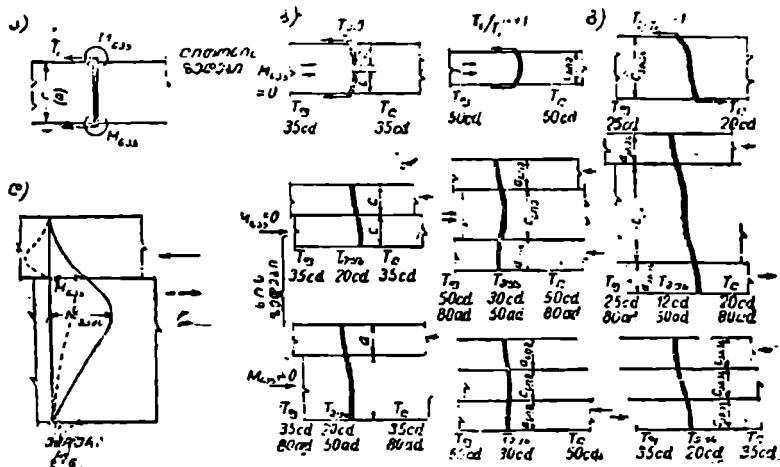
ნაგელოვანი შეერთების სამი ძირითადი სქემა განირჩევა (ნახ. 67) ერთკრადი (ყოველთვის არასიმეტრიული), ორკრადი სიმეტრიული და ორკრადი არასიმეტრიული.) პრაქტიკაში გამოყენებული სხვა სქემები ადვილად დაიყვანებიან ზემოგანხილულ სამ ძირითად სქემაზე.

67-ე ნახაზზე საერთო სახით მოყვანილია დატენიანებისა და გახურებისაგან დაცულ შეერთებებში: მრგვალი ფოლადის, მუხისა და ლურსმნების ერთი „კრის“ T —საანგარიშო ამტანუნარიანობის ძირითადი მნიშვნელობანი შეერთებათა ძირითადი სქემებისათვის. სახელდობრ შუა და გარე ელემენტების თელვის პირობების მიხედვით (T_c და T_a).

საანგარიშო ამტანუნარიანობის მნიშვნელობანი შეერთების მუშაობის სამი პირობის მიხედვით (T_c , T_a და T_c), 67-ე ნახაზის მონაცემების შესაბამისად, მოყვანილია შე-16 ცხრილში.

შესაერთებელ ელემენტებში ნაგელის ზედმეტად ჩამაგრების შემთხვევაში განაპირა და შუა ელემენტების თულის პირობიდან მიღებული ამტანუნარიანობა სკარბობს, ლენვის პირობიდან მიღებულ ამტანუნარიანობას.

ნაგელის ერთი „კრის“ საანგარიშო ამტანუნარიანობად მიიღება უმცირესი, გამოთვლილი სამი T_c , T_n და T_e მნიშვნელობებიდან.



ნახ. 67. ცილინდრული ნაგელების ძირითადი საანგარიშო სქემები და შესაბამისი ამტანუნარიანობანი ფორმულებით: ა—განზოგადოებული საანგარიშო სქემა; ბ—ერთტრადი სქემები; გ—სიმეტრიული და არასიმეტრიული ორკრადი სქემები; დ—ეპიური, M_{1max} დასაშვები ძაბვების (წყვეტილი ხაზი) და ზღვრული მდგომარეობის მეთოდის (მთლიანი ხაზი) შესაბამისად.

ფიჭვისა და ნაძვის ელემენტების შეერთებებში ცილინდრულ ნაგელის საანგარიშო ამტანუნარიანობა T' , როდესაც ფოლადისა და მუხის ნაგელების მიერ გადაცემული ძალის მიმართულება ელემენტების ბოკოების სწორი-ეია, ხოლო ლურსმნების მიერ—ნებისმიერი კუთხით, ტენიანობისაგან და გახურებისაგან დატულ კონსტრუქციებისათვის მუდმივ და დროებით დატვირთვების ზემოქმედების დროს განისაზღვრება მე-18 ცხრილში მოყვანილი ფორმულებით.

სხვა ჯიშის მასალების ელემენტების შეუღლებისას, აგრეთვე ტენიანობისაგან და გახურებისაგან დაუცველი კონსტრუქციებისათვის და განსაკუთრებულ დატვირთვების გათვალისწინებისას ნაგელის ამტანუნარიანობა T' სათანადო შემასწორებელ კოეფიციენტზე გადამრავლდება (16 ცხრილის მიხედვით).

ცილინდრული ნაგელების საანგარიშო ამტანუნარიანობა — T

რიგითი №	შერთების სქემა	საანგარიშო პირობა	ერთი „კრის“ ამტანუნარიანობა T კგ-ში		
			ერთი ლურსმნის	ფოლადის ცილინდრული ნაგელის	მუხის ცილინდრული ნაგელის
			ა	ბ	გ
1	სიმეტრიული	ა) თელვა შუა ელემენტებში .	50cd	50cd	30cd
		ბ) თელვა განაპირა ელემენტებში	80ad	80ad	50ad
2	არასიმეტრიული	ა) თელვა თანაბარი სისქის ყველა ელემენტებში (და აგრეთვე ერთი „ტრადი“ შეერთებების უფრო სქელ ელემენტებში)	35cd	35cd	20cd
		ბ) თელვა უფრო თხელ განაპირა ელემენტებში .	80ad	80ad	50ad
3	სიმეტრიული და არასიმეტრიული შეერთებანი	ნაგელის ღუნვა .	$250d^2 + a^3$ მაგრამ არაუმეტეს 400d ²	$180d^2 + 2a^3$ მაგრამ არაუმეტეს 250d ²	$45d^2 + 20a^3$ მაგრამ არაუმეტეს 65d ²

შენიშვნები 1. ნაგელის საანგარიშო ამტანუნარიანობა განსახილველ ნაქერში თელვის პირობიდან აიღება ორი მნიშვნელობისაგან, უმცირესი, რომლებიც მიიღება ამ ნაქერის გვერდმდებარე ელემენტებისათვის.

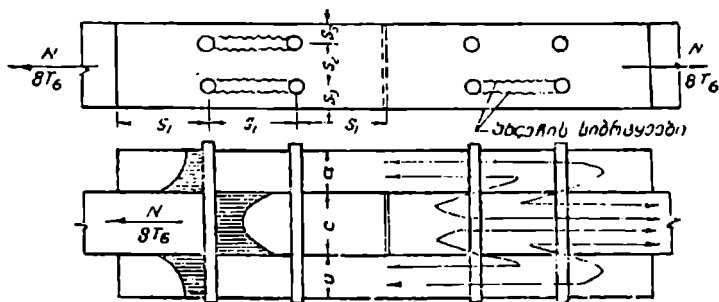
2. შე-16 ცხრილში მიღებული აღნიშვნები: c — შუა ელემენტის სისქე, აგრეთვე თანაბარი და უფრო სქელი ელემენტების სისქე ერთკრადი შეერთებებისათვის; a განაპირა ელემენტის სისქე, აგრეთვე უფრო თხელი ელემენტებისა ერთკრად შეერთებებში; d — ნაგელების დიამეტრი a, c და d სიდიდეები აიღება სმ-ში.

ნაგელოვანი შეერთებების გავრცელებული სქემებისათვის T_ღ, T_ა და T_გ-ს რიცხვითი მნიშვნელობანი მოყვანილია დანართებში 1, 2 და 3 დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

ბ) ნაგელოვანი შეერთებების ანგარიში

საანგარიშო ფორმულები, ნმ-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ფიცრების გაკიპული პირაპირი, სადაც ნაჩვენებია ძირითად გაკიპულ (c) ელემენტში მოქმედი ძალების გადანაწილება ნაგელების თითოეულ კრახზე და შემდეგ (a) ზედებზე; თუ ავლნიშნავთ ნაგელის ერთი კრის საანგარიშო დატვირთვის — T_გ -ით, მაშინ პირაპირის ცალ მხარეს მოთავსებულ ნაგელებზე (ოთხი ნაგელი თითოეული ორკრადი) შეიძლება დაეუშვათ ძალეა ტოლი $N = 8T_{გ}$ იმავე ნახაზზე, ნაჩვენებია თელვის ძაბვების არათანაბარი განაწილება ნაგელის სიგრძეზე და შესაბამის ნაგელებს შორის მოსალოდნელი ახლენის სობრტევის (კლაკინილი ხაზებით). ნაგელის საანგარიშო სქემა სიმეტრიულს მიეკუთვნება და ის ცალკე ნახაზზეა ნაჩვენები (ნახ. 68).

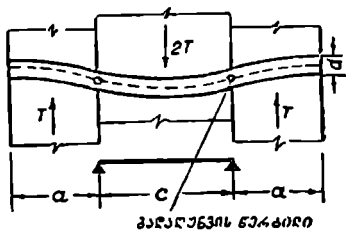
68-ე ნახაზზე წარმოდგენილ ნაგელოვანი შეერთების ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა უზრუნველყოფილ იქნეს შეერთების ელემენტების: ნაგელის, შუა და გარე ფიცრების სიმტკიცე.



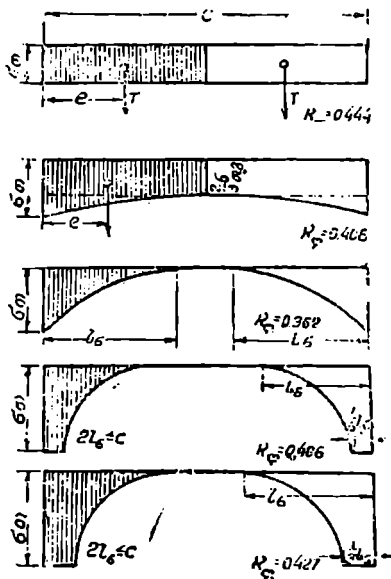
ნახ. 68. ნაგელოვანი შეერთების მუშაობა.

(ნაგელი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ღრეკად ფუძეზე მდებარე კოქიკრადგან ასეთი კოქის „ზუსტი“ მეთოდით ანგარიში მთელ რიგ სიმძნელებს იწვევს, ამიტომ საჭირო შეიქნა, ე. წ. პრაქტიკული მეთოდების გამოყენება, რომელთა შორის თავისი სიმარტივით გამოირჩევა) დოკ. დ. ა. კოჩეტკოვისა და ა. ვ. ლენაშინის („ცნიპსი“) მეთოდი. (ქვემოთ მოკლედ გადმოცემულა ნაგელის, როგორც ღრეკად ფუძეზე მდებარე კოქის, ანგარიში დოკ. დ. ა. კოჩეტკოვის პრაქტიკული მეთოდით) (განვიხილოთ ორ „ჭრახე“ მომუშავე სიმეტრიული შეერთება); (ნახ. 69).

ნაგელის სიხისტისა და დატვირ-



ნახ. 69. ნაგელის საანგარიშო სქემა.



ნახ. 70. ელემენტის მერქნის თელის დაბჯნის ეპიურები რლვევის სტადიაში ნაგელის სხვადასხვა სიხისტისას.

თვის სხვა და სხვა სტადიებს თელვის ძაბვების განაწილების სხვა და სხვა ეპიურები ეთანადება (ნახ. 70). შესაერთებელი ელემენტების შეხების სიბრტყეებში ნაგელის დრეკადი ღერძი გადაღუნვის წერტილებით ხასიათდება (ნახ. 69), სადაც მომენტი ნულის ტოლია.) მაშასადამე, მიახლოებით ნაგელი შეიძლება გაანგარიშდეს შუა ელემენტის ფარგლებში, როგორც ერთმალისანი კოქი, მალის გადაღუნვის წერტილებს შორის მანძილი — c , ხოლო დატვირთვით თელვის ძაბვების ეპიურა) (ნახ. 70).

განსახილველი ორკუთხედი შეუღლები მრღვევი დატვირთვა ($2T$) შუა ელემენტის (C) თელვის ძაბვების ტოლქმედის ტოლია. (საანგარიშო ფორმულების ჩამოყალიბებისათვის განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ნაგელის სიგრძეზე თელვის ძაბვის ეპიურა თანაბარია) (ნახ. 70).

(მლუნავი მომენტი ნაგელის მალის შუაში:)

$$M = T \frac{c}{4} = W \sigma_{ღ.ს}$$

საიდანაც მრღვევი ძალვა ნაგელის ღუნვის მიხედვით

$$T_c = \frac{4 W \sigma_{ღ.ს}}{c} \quad (1-34)$$

აქ c არის ნაგელის მალი (ნახ. 69);

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \text{—ნაგელის განივკვეთის წინაღობის მომენტი;}$$

$\sigma_{ღ.ს}$ —ნაგელის მასალის სიმტკიცის ზღვარი ღუნვის დროს.

ნაგელის ან მერქნის თელვის პირობის მიხედვით:

$$T_{\sigma} = \frac{1}{2} c d \sigma_{\sigma.გან} \quad (2-34)$$

(1-34) და (2-34) ფორმულებიდან მრღვევი ძალებების ერთი მეორესთან გატოლებით მივიღებთ შუა ელემენტის სისქეს

$$\frac{4 W \sigma_{ღ.ს}}{c} = \frac{1}{2} c d \sigma_{\sigma.გან}$$

საიდანაც

$$c = d \sqrt{\frac{\pi \cdot \sigma_{ღ.ს}}{4 \cdot \sigma_{\sigma.გან}}}$$

c -ს ამ მნიშვნელობის (1-34) ფორმულაში ჩასმის შემდეგ მივიღებთ მრღვევი ძალვას ნაგელის ღუნვის პირობის მიხედვით:

$$T'_c = 0,444 d^2 \sqrt{\sigma_{ღ.ს} \cdot \sigma_{\sigma.გან}} = K_{ღ.ს} d^2 \sqrt{\sigma_{ღ.ს} \cdot \sigma_{\sigma.გან}} \quad (3-34)$$

როგორც იმ ფორმულიდან ჩანს, $K_{ღ.ს}$ კოეფიციენტი დამოკიდებულია მხოლოდ თელვის ძაბვების ეპიურის ფორმისაგან.

თელვის ძაბვების სხვა სახის ეპიურების განხილვისას, ამავე ხერხით შეიძლება მივიღოთ შესაფერისი $K_{ღ.ს}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობანი, როდესაც

თელვის დაბევის ეპიურა კვადრატულ პარაბოლს წარმოადგენს, შესაფერისი კოეფიციენტების მნიშვნელობანი 70-ე ნახაზზეა მოყვანილი. ეპიურები მოიცავენ პრაქტიკულად ყველა შესაძლო შემთხვევებს, ხოლო შესაბამისი $K_{\text{კ.ე}}$ კოეფიციენტის მნიშვნელობანი ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდებიან. ამიტომ პრაქტიკული ანგარიშებისათვის შეიძლება მივიღოთ ამ კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა $K_{\text{კ.ე}} = 0,4$.

თუ მრღვევ დაბევის დასაშვები დაბევებით, შევცვლით მაშინ (3-34) ფორმულიდან მივიღებთ ნაგელის ერთ „ქრაზე“ დასაშვებ ძალის გაზომსახველ ფორმულას ნაგელის ლუნვის პირობის მიხედვით:

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 0,4d^2 \sqrt{[\sigma_{\text{კ}}]_{\text{კ}} [\sigma_{\text{კ}}]_{\text{კ.ე}}} \quad (4-34)$$

თუ მიღებულ ფორმულაში $[\sigma_{\text{კ}}]_{\text{კ}}$ და $[\sigma_{\text{კ}}]_{\text{კ.ე}}$ მნიშვნელობებს შევიტანთ მივიღებთ ($[\sigma_{\text{კ}}]$ ფიკვისათვის ბოქკოების გრძივად):
ლურსმნებისათვის:

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 0,40d^2 \sqrt{3750 \cdot 150} = 300d^2; \quad (5-34)$$

ქანჭიკებისა და ფოლადის ნაგელებისათვის:

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 0,40d^2 \sqrt{1600 \cdot 150} = 200d^2; \quad (6-34)$$

მურის ნაგელებისათვის

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 0,40d^2 \sqrt{125 \cdot 125} = 50d^2; \quad (7-34)$$

ნაგელის ერთ „ქრაზე“ მრღვევი ძალვა თელვის პირობიდან;

$$T_{\text{კ}} = \frac{1}{2} cd_{\text{კ.ე}} = K_{\text{კ.ე}} cd_{\text{კ.ე}},$$

სადაც ზემოთ განხილული თელვის დაბევის სწორხაზოვანი ეპიურისათვის კოეფიციენტი $K_{\text{კ.ე}} = \frac{1}{2}$. სხვა სახის ეპიურებისათვის ეს კოეფიციენტი შესაბამისად სხვა მნიშვნელობებს ღებულობს და იცვლება ზღვრებში— $K_{\text{კ.ე}} = 0,5$ და $0,23$.

ექსპერიმენტების საფუძველზე მიღებულია, რომ შუა ელემენტებისათვის $K_{\text{კ.ე}} = 0,267$, რის ჩასმის შემდეგ, თუ ამასთან ერთად მრღვევ დაბევის შევცვლით დასაშვები დაბევებით, ლურსმნებისა და ფოლადის ნაგელებისათვის მივიღებთ:

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 0,267 \cdot cd \cdot 150 = 40cd; \quad (8-34)$$

მუხის ნაგელებისათვის:

$$[T_{\text{კ}}]_{\text{კ}} = 20cd. \quad (9-34)$$

განაპირა და შუა ელემენტების განაპირა დაბევის თანატოლობა შესაძლებელია, როდესაც $\alpha = 0,5$. მაგრამ, თუ მხედველობაში მივალბთ, რომ განაპირა ელემენტებში მოსალოდნელია ფიცრების გამოხლერა (выкашивание) და, რომ საერთოდ საჭიროა განაპირა ელემენტებში ნაგელების საიმედო ჩამგრება, აქედან გამომდინარე რეკომენდებულია, რომ განაპირა ელემენტების

სისქე (σ) მივიღოთ არა ნაკლები $a \geq 0,80c$. მაშინ განაპირა და შუა ელემენტების თანაბარ სიმტკიცის პირობის მიხედვით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} & [T_6]_c = [T_6]_a \\ \text{მაგრამ} & [T_6]_c = 0,267cd [\sigma_m]_{a\epsilon} \\ & [T_6]_a = K_{a\epsilon} ad [\sigma_m]_{a\epsilon}; \\ \text{მაშასადამე} & 0,267cd [\sigma_m]_{a\epsilon} = K_{a\epsilon} 0,8 cd [\sigma_m]_{a\epsilon}, \\ & K_{a\epsilon} = 0,333; \text{ და } [T_6]_a = 0,333ad [\sigma_m]_{a\epsilon}. \end{aligned}$$

სათანადო ჩასმის შემდეგ ნაგელის ერთ „ქრაზე“ დასაშვები ძალეა საიდანაც $[\sigma_m]_{a\epsilon}$ განაპირა ელემენტის თელვის პირობის მიხედვით ტოლია: ლურსმნებისა და ფოლადის ნაგელებისათვის:

$$[T_6]_a = 0,333ad \cdot 150 = 50ad; \quad (10-34)$$

ანალოგიურად მუხის ნაგელებისათვის მივიღებთ:

$$[T_6]_a = 30ad \quad (11-34)$$

ქელა განვიხილოთ არასიმეტრიული შეერთებანი. ასეთ შეერთებებში თელვის ძაბვების ეპიურა შუა ფიცრის ნახევარ სისქეზე ისეთივეა, როგორც სიმეტრიული შეუღლების. მაშასადამე, პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით, შუა ფიცრის სიმტკიცის პირობის მიხედვით არასიმეტრიული ნაგელოვანი შეუღლების თითოეულ „ქრაზე“ დასაშვები ძალეა შეიძლება ისევე განისაზღვროს როგორც სიმეტრიულ შეუღლებებში. ხის კონსტრუქციების ექსპლოატაციის პრაქტიკით მიღებულია, რომ არასიმეტრიული შეუღლებანი შედარებით სიმეტრიულთან მეტი დეფორმაციით ხასიათდებიან. ამის გამო არასიმეტრიული ნაგელოვან შეუღლებებისათვის $K_{c\epsilon}$ კოეფიციენტი შემცირებულია და მიიღება $K_{c\epsilon} = 0,20$, ხოლო $K_{c\epsilon}$ კოეფიციენტი იგივე რჩება. მაშასადამე, არასიმეტრიულ შეუღლებებში გვექნება.

ლურსმნებისათვის და ნაგელებისათვის:

$$[T_6]_c = 0,20cd \cdot 150 = 30cd; \quad (12-34)$$

მუხის ნაგელებისათვის:

$$[T_6]_c = 20cd. \quad (13-34)$$

ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე ფიქვისა და ნაძვის ელემენტების შეუღლებებში ნაგელის ერთ „ქრაზე“ დასაშვებ ძალეად, მიიღება უმცირესი იმ მნიშვნელობათაგან, რომლებიც მე-17 ცხრილის ფორმულებით არიან განსაზღვრული.

ნაგელის საანგარიშო ამტანუნარიანობა განსახილველ ნაქრში, როდესაც ნაგელის მიერ გადაცემულ ძალვის მიმართულება ელემენტის ბოქკოების მიმართულებასთან ა ქუთხის ქმნის, განისაზღვრება მე-16 ცხრილის მონაცემების გადაზარალებით:

ა) K_{α} კოეფიციენტზე (ცხრ. 18), როდესაც ანგარიში წარმოებს ნაგელის თელვის პირობაზე.

ბ) $\sqrt{K_{\alpha}}$ -ზე, როდესაც ანგარიში წარმოებს ნაგელის ლუნვის პირობაზე;

ნაგელზე დასაშვები ძალები ფიქვისა და ნაძვის ელემენტების შენაღობებში
მხოლოდ ძირითადი ძალების შემოქმედების გათვალისწინებისას

რიგითი №	ნაგელების სახე	დასაშვებ, ძალე ანგარიშის დროს			
		[T _წ] ნაგე- ლის ლუნ- ვის პირო- ბიდან	[T _წ] ანა- პირა ელე- მენტების თელის პი- რობიდან	შუა ელემენტის თელის პირობიდან	
				სიმეტრიულ შეუღლებებ- ში [T _წ] e	არასიმეტ- რიულ შე- უღლებებში [T _წ] e
1	მავთულოვანი მრგვალი ლურჯ- ძნები ბოქვების მიმართ ძალ- ვის ნებისმიერი კუთხით მოქ- მედების დროს	300d ² ε	50ad _წ ε	40cd _წ ε	30cd _წ ε
2	ფოლადის ცილინდრული ნაგელე- ბი ძალის მიმართულებისას ელემენტის ბოქვების გრძივად	200d ² ε	50ad _წ ε	40 _წ d _წ ε	30 _წ cd _წ ε
3	მუხის ცილინდრული ნაგელები ძალის მიმართულებისას ელე- მენტის ბოქვების გრძივად	50d ² ε	30cd _წ ε	20ad _წ ε	20cd _წ ε

აქ d_წ, d — ნაგელისა და ლურსმების დიამეტრია,
a — განაპირა ელემენტის სისქე,
c — შუა ელემენტის სისქე.

როგორც 18 ცხრილიდან სჩანს კოეფიციენტ K_x-ს მნიშვნელობა დამო-
კიდებულია როგორც α კუთხეზე ისევე ნაგელის დიამეტრზე.

რამდენადაც მცირეა ნაგელის დიამეტრი, იმდენად K_x კოეფიციენტი
1-ს უახლოვდება.

კოეფიციენტ K_x-ს მნიშვნელობანი

რიგითი №	α კრადუსებში	K _x კოეფიციენტი				მუხის ნაგელე- ბისათვის
		ფოლადის ნაგელებისათვის დიამეტრით სმ-ში				
		1,2	1,6	2,0	2,4	
		ა	ბ	გ	დ	
1	30	0,95	0,9	0,9	0,9	1,0
2	60	0,75	0,70	0,65	0,60	0,8
3	90	0,70	0,60	0,55	0,50	0,7

შენიშვნა: K_x კოეფიციენტის სიდიდეები კუთხეების შუალედ მნიშვნე-
ლობათათვის ინტერპოლაციით განისაზღვრება.

ნაგელოვანი შეერთებების გამოცდის შედეგად მიღებულია, რომ მათი
ამტანუნარიანობა დამოკიდებულია შესაუღლებელ ფიცრების ახლერისა და გა-
ხლერის წინააღობაზე. ამიტომ ნაგელოვანი შეერთების ამტანუნარიანობა, მი-

ღებულის ნაგელის ღუნვისა და თელვის პირობებიდან შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, თუ ერთდროულად დაცული იქნება ნაგელების განაწილების სათანადო წესი როგორც ელემენტების ღერძის გრძივად (S_1), ისევე მის განივად (S_2) და (S_3).

ნაგელების ღერძებს შორის დაშორებები (S_1, S_2 და S_3) გამოისახება მათი დიამეტრის მიხედვით.

როდესაც ნაგელების ბუნდის ბურღის სიღრმე მცირეა $z \leq 10d$, მაშინ შეიძლება ნაგელებს შორის მანძილის შემცირება იმის გამო, რომ მცირდება საშიშროება ხერხლის ღერძის გადახრისა ელექტრობურღის გადაქანების გამო.

ნაგელების სხვადასხვა ტიპების განლაგების ძირითადი სახეები და წესები (ბიჯის მნიშვნელობანი) მოცემულია 71-ე და 72-ე ნახაზებზე.

§ 35. ფოლადის ცილინდრული ნაგელები

ფოლადის ცილინდრული ნაგელები ფართოდ გავრცელებულ შემავრთებელ საშუალებას წარმოადგენენ ფიცრული და ძელური გაქიმული ელემენტების პირაპირებში.

ასეთ შეერთებებში ნაგელების დიამეტრი იმ ანგარიშით შეირჩევა, რომ ნაგელის ერთ „ქრაზე“ დასაშვები დატვირთვა (ან საანგარიშო ამტან-უნარიანობა) მერქნის თელვის პირობით და ნაგელის ღუნვის პირობის მიხედვით ტოლები იქნეს. ამ შემთხვევაში შეერთება თანაბარ სიმტკიცის პირობით არის გადაწყვეტილი, ე. ი. შესაერთებელი ელემენტების მერქნისა და ფოლადის ნაგელების ამტანუნარიანობა მთლიანად არის გამოყენებული, და ელემენტების სისქეებისა (a და c) და ნაგელის დიამეტრის (d) შეფარდება ოპტიმალურია.

(ავიღოთ, მაგალითად, სიმეტრიული ნაგელოვანი შეუღლება და ვიპოვოთ მისთვის ოპტიმალური შეფარდება შუა ფიცრის სისქისა, ნაგელის დიამეტრთან.)

დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას ნაგელის ერთ ქრაზე დასაშვები ძალვა:

$$[T]_d = 200d^2;$$

$$[T]_c = 40cd;$$

თუ ამ ორ სიდიდეს ერთი მეორეს გაუტოლებთ, მივიღებთ;

$$200d^2 = 40cd, \quad d = \frac{1}{5}c.$$

არასიმეტრიული შეუღლების იგივე ზომების, (c და d), ოპტიმალური შეფარდება:

$$200d^2 = 30cd; \quad d = \frac{1}{6,67}c.$$

ანალოგიურად, ოპტიმალური შეფარდება განაპირა ელემენტის სისქისა.

ნაგელის დიამეტრთან (როგორც სიმეტრიული, ისე არასიმეტრიული შეერთებისათვის) ტოლია¹:

$$200d^2 = 50ad; \quad d = \frac{1}{4}a.$$

შერთების გაანგარიშებისას რეკომენდებულია წინასწარ მივიღოთ, რომ ნაგელის დიამეტრი არ აღემატებოდეს შესაერთებელი ელემენტების სისქის $\frac{1}{5}$, ($d \leq \frac{1}{5}c$). ეს შედარებით დიდი დიამეტრიანი ნაგელების გამოყენება ფოლადის ვადახარვეას იწვევს.)

ფოლადის ცილინდრული ნაგელების დიამეტრი მიიღება $d = 0,8 \div 2,4$ სმ (იხ. დანართი 1). აქედან რეკომენდებული დიამეტრებია: $d = 12, 16, 19, 22, 24$ მმ.)

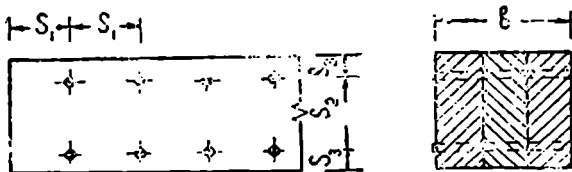
გაქვიშული პირაპირები, როგორც წესი, ხის ზელებისა და შუადის გამოყენებით წყდება. შეზღუდული გაბარიტების პირობებში, გამონაკლისის სახით, ზოლოვანი ფოლადისაგან დამზადებული ზელები გამოიყენება.

ფოლადის ნაგელების რაციონალური განაწილება განისაზღვრება მერქნის ახლენისა და ბოქკოების განივად გაგლეჯის სიმტკიცის პირობით. სახელდობრ, შეერთება ნაგელის ბუდის თელვისა და ნაგელის ხერელების მხებად გავლებულ ახლენის სიბრტყეების მიხედვით თანაბარი სიმტკიცის უნდა იქნეს. ამისათვის საჭიროა, რომ ცილინდრული ნაგელების ღერძებს შორის მანძილი ბოქკოების გრძივად S_1 , ბოქკოების განივად S_2 და ნაწიბურიდან ქდაშორება S_3 იყოს არა ნაკლები:

$$S_1 = 7d; \quad S_2 = 3,5d; \quad S_3 = 3d. \quad (\text{ნახ. 71})$$

როდესაც შესაყრავი პაკეტის სისქე $b < 10d$, მაშინ ფოლადის ნაგელებსათვის მიიღება;

$$S_1 = 6d; \quad S_2 = 3d; \quad S_3 = 2,5d.$$



ნახ. 71 ნაგელების განრიგება, სწორი.

როგორც წესი, რეკომენდებულია ნაგელები ორ გრძივ რიგად განვალაგოთ. ფოლადისა და მუხის ცილინდრულ ნაგელოვან შეუღლებებში უნდა მოთავსდეს შემკრავი კანკიკები, რომელთა რაოდენობა ნაგელების მთლიანი რაოდენობის 1/3-ს უდრის.

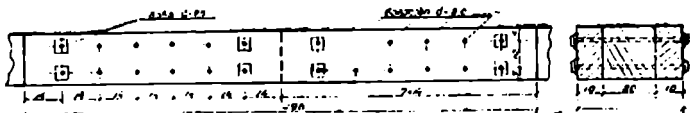
¹ ცხადია, ზღვრული მდგომარეობებით ანგარიშის მიხედვით ფორმულების სხვადასხვაობის გამო, ოპტიმალური შეფარდებანი განსხვავებული იქნება.

ა) ანგარიში ზღერული მდგომარეობით

(საანგარიშო ძალვა ქვედა სარტყელში

$$N_8 = m_a N_a + m_e N_e = 1,1 \cdot 8600 + 1,4 \cdot 8200 = 20950 \text{ კგ}$$

(ნაგელის დიამეტრი წინასწარ მივიღოთ $d = \frac{a}{5} = 2$ სმ და ისინი ორ რიგად მოვათავსოთ (ნახ. 73).



ნახ. 73 გაკეიბული პირაპირი (მაგალითი).

ნაგელის საანგარიშო ამტანუნარიანობა განისაზღვრება შემდეგი სამი პირობიდან:

ნაგელის ღუნვის პირობიდან,

$$T_e = 180d^2 + 2a^2 = 180 \cdot 2^2 + 2 \cdot 10^2 = 920 \text{ კგ} < 250d^2 = 250 \cdot 2^2 = 1000 \text{ კგ};$$

განაპირა ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_a = 80ad = 80 \cdot 10 \cdot 2 = 1600 \text{ კგ};$$

შუა ელემენტის თელვის პირობიდან:

$$T_c = 50cd = 50 \cdot 20 \cdot 2 = 2000 \text{ კგ},$$

$$T_{\text{საანგ}} = T_{\text{მის}} = 920 \text{ კგ.}$$

ორკუადი ნაგელების საპირო რაოდენობა:

$$n_8 = \frac{N_8}{n_{\text{კვ}} \cdot T_{\text{საანგ}}} = \frac{20950}{2 \cdot 920} = 11,4 \text{ ც, ვიღებთ } 12 \text{ ც.}$$

ნაგელების კენტი რიცხვის აღება საერთოდ რეკომენდებული არ არის. რადგან შთი განლაგებისას 2 რიგად, ერთი ნაგელი ელემენტის ღერძზე უნდა მოვათავსოთ, რაც მიზანშეწონილი არ არის.

პირაპირის ამტანუნარიანობა გაგლეჯაზე:

$$N_8 = m_8 R_8 F_8 = 0,8 \cdot 100 \cdot 20 (20 - 2 \cdot 2) = 25600 > 20950 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ ნაგელების ბიჯი $S_1 = 7d = 7 \cdot 2 = 14$ სმ.

[ნაგელების ორ რიგად განლაგებისას ზედის სიგრძე განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$l_8 = 2 \left[14 \left(\frac{12}{2} + 1 \right) \right] = 196 \text{ სმ. }$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით

ნაგელის თითოეულ „კრაზე“ დასაშვები ძალე განისაზღვრება სამი პირობიდან:

$$[T_e]_c = 200d_e^2 = 200 \cdot 2^2 = 800 \text{ კგ};$$

$$[T_e]_m = 50ad_e = 50 \cdot 10 \cdot 2 = 1000 \text{ კგ};$$

$$[T_e]_s = 40cd_e = 40 \cdot 20 \cdot 2 = 1600 \text{ კგ};$$

$$[T]_{\text{საანგ}} = [T]_{\text{მიწ}} = 800 \text{ კგ}.$$

შეერთებაზე მოქმედი მთლიანი დატვირთვა:

$$N = N_{\text{მე}} + N_{\text{გე}} = 8600 + 8200 = 16800 \text{ კგ};$$

ორკრადი ნაგელების საპირო რაოდენობა:

$$n_g = \frac{N}{n_{\text{კ}}[T]_{\text{საანგ}}} = \frac{16800}{2 \cdot 800} = 10,5 \text{ ც. ვილებო } 12 \text{ ც. (ნახ. 73)}.$$

§ 36. ხის ცილინდრული ნაგელები

ხის ცილინდრულ ნაგელებს ეკუთვნის მუხისა და არყის ხის ანტისექტირებული ნაგელები. ისინი ისეთ კონსტრუქციებში გამოიყენებიან სადაც კოროზიის გამო ფოლადის ნაგელების გამოყენება შეუძლებელია.

ხის ნაგელების ტენიანობა (ჩვეულებრივად არა უმეტეს 15%) შესაერთებელი ელემენტების ტენიანობაზე შესაძრნევად ნაკლები არ უნდა იყოს, რადგან მათი გაჯირჯების შედეგად მოსალოდნელია შესაერთებელი ფიცრების გახლეჩა.

ხის ცილინდრული ნაგელები სახარატო ჩარხზე მზადდება, ნაგელების დიამეტრი უნდა შეესაბამებოდეს ხერგების დასამუშავებელი ბურლების გარკვეულ დიამეტრებს (ცხრ. 19):

ცხრილი 19

ნაგელის დიამეტრი, მმ	12	16	20	23	26	30	34	40
ბურლის დიამეტრი დუიმებში	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$

ხის ნაგელების განაწილების წესები ითვალისწინებს ნაგელზე დასაშვები ძალისა და შესაუღლებელი ფიცრების ახლჩაზე და გახლეჩაზე მუშაობის თანაბარ სიმტკიცის პირობას; აქედან გამომდინარე, ნაგელების ღერებებს შორის მანძილი უნდა იყოს არა ნაკლები (ნახ. 71 და 72).

$$/S_1 = 5d; S_2 = 3d; S_3 = 2,5d/$$

როდესაც შესაქრავი პაკეტის სისქე $l \leq 10d$, მაშინ ნაგელების განლაგებისას დასაშვებია ბიჯის შემცირება, სახელდობრ;

$$S_1 = 4d; S_2 = S_3 = 2,5d. \setminus$$

გაქიმულ პირაპირებში დამატებით დასმული შემკრავი კანკიების მუშაობა მხედველობაში არ მიიღება.

ა) ხის ნაგელების ანგარიში ზღერული მდგომარეობის შესაბამისად წარმოებს ნაგელის ერთი ჰრის საანგარიშო ამტანუნარიანობის მიხედვით, რაც მე-16 ცხრილში 1,2 და 3 დანართებშია მოცემული,

ბ) ხის ნაგელების ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით წარმოებს ნაგელის ერთ ჰრაზე დასაშვები ძაღვის მიხედვით; (ცხრ. 17):

$$\begin{array}{l|l} [T_{\text{მკ}}]_{\text{მკ}} = 50d^2 \sqrt{K_{\alpha}} & \text{ამ სამი პირობიდან} \\ [T_{\text{მკ}}]_{\text{მკ}} = 30ad_{\text{მკ}} \cdot K_{\alpha} & [T_{\text{მკ}}]_{\text{საანგ}} = [T_{\text{მკ}}]_{\text{მინ}} \\ [T_{\text{მკ}}]_{\text{მკ}} = 20cd_{\text{მკ}} \cdot K_{\alpha} & \end{array}$$

სადაც K_{α} არის დასაშვებ ძაღვის შეპტირების კოეფიციენტი ელემენტების α კუთხით შეერთების დროს. (იხ. ცხრ. 18).

შესაერთებელი ელემენტების ფიქვისა და ნაძვის მაგიერ სხვა ჯიშის მასალის გამოყენებისას და აკრეთვე კონსტრუქციის მუშაობის სხვა განსაკუთრებული პირობების გათვალისწინება ისევე ხდება, როგორც ფოლადის ნაგელებზე განხორციელებულ შეუღლებებში.

§ 37. ლ უ რ ს მ ვ ე ბ ი

თანამედროვე ხის კონსტრუქციებში ნაგელოვანი შეერთებებიდან ყველაზე გავრცელებულია ლურსმოვანი შეერთებები.

ლურსმოვანი შეერთებები ხასიათდებიან დამყოლობით და სიმკვიდრით, რაც ხელს უწყობს ლურსმნების დიდი რაოდენობის პარალელურ მუშაობას.

ლურსმოვანი შეერთების მუშაობა ფოლადის ნაგელებზე შეერთებების მუშაობისაგან საგრძობლად განსხვავდება შემდეგი მიზეზების გამო.

1) ლურსმნების დიამეტრი ფოლადის ნაგელების დიამეტრთან შედარებით მნიშვნელოვნად მცირეა.

2) ლურსმნების დენადობის ზღვარი ფოლადის ნაგელების დენადობის ზღვარზე შედარებით დიდია.

$$\text{ლურსმნების } \sigma_{\text{დენ}} = 5600 \div 8000 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2};$$

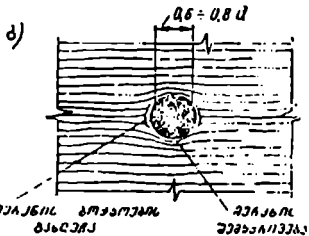
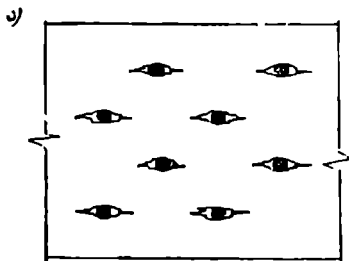
$$\text{ნაგელების } \sigma_{\text{დენ}} = 1900 \div 2800 \frac{\text{კგ}}{\text{სმ}^2};$$

3) ლურსმნების დასობა ხდება ხერელების წინასწარ მოუშადებლად, და ამ დროს ადგილი აქვს ერთის მხრივ ბოკელების გახლეჩას და ბზარების გაჩენას, მეორე მხრივ მერქნის შემქიდროებას განსაკუთრებით ბოკელების განივი მიმართულებით (ნახ. 74).

ეს გარემოება ამცირებს ლურსმოვანი შეერთების საწყის (არა მუშა) დეფორმაციებს და შეერთების მნიშვნელოვან სიმკვიდრეს უზრუნველყოფს. მერქნის ასეთი შემქიდროების შედეგად, ლურსმოვანი შეერთებები ბოკელების განივად და გრძივად თითქმის ერთნაირად მუშაობენ. ამის გამო, როდესაც

$d_c \leq 0,6$ სმ ლურსმოვანი შეუღლებებზე დასაშვები ძალვა ძალის მოქმედების მიმართულდებაზე დამოკიდებული არ არის.

ლურსმოვანი შეერთებები ხასიათდებიან „ცოცხით“ — დენადობით. შეერთებებში, რომლებზედაც დატვირთვა ხანგრძლივად მოქმედებს, დროთა



ნახ. 74. ლურსმნების დასობისას ფიკრების გახლეჩა და მერქნის შემჭირრობა.

ვითარებაში თავს იჩენს მზარდი დეფორმაციები, რაც ცხადია ლურსმოვანი შეერთების ნაკლს წარმოადგენს. ექსპერიმენტებით დამტკიცებულია, რომ ლურსმოვანი შეერთების დეფორმაცია ერთი წლის მუშაობის შემდეგ ~2,5-ჯერ აღემატება უშუალოდ დატვირთვის მოდების მომენტში წარმოშობილ დეფორმაციის სიდიდეს. ამიტომ, ნ და ტპ-ის თანახმად, როდესაც მუდმივი დატვირთვა მთლიანი დატვირთვის 70%-ს აღემატება, მაშინ ლურსმოვანი შეუღლებისათვის (დროებითი ნაგებობის გარდა) დასაშვები ძალები 0,85 კოეფიციენტზე უნდა გადაშვავდნენ.

წიწვოვანი და ფოთლოვანი რბილი ჯიშების ელემენტების შეუღლებებში ლურსმნები დიამეტრით $d_c \leq 0,65$ სმ ბუდეების წინასწარ დაუბურღავად ჩაისმებიან.

წინააღმდეგ შემთხვევაში როდესაც $d_c > 0,65$ სმ, და აგრეთვე მაგარი ჯიშების ლურსმნებით შეუღლებისას აუცილებელია ბუდეების წინასწარი დაბურღვა დიამეტრით ~ 0,9 d_c .

როდესაც ლურსმანი უკანასკნელ ფიკარში განვმირად არ გადის, მაშინ მისი ბოლოს ჩამაგრების საანგარიშო სიგრძის განსაზღვრისას, ლურსმნის წაწვეტილებული ნაწილი სიგრძით ~ 1,5 d_c მხედველობაში არ მიიღება. ამასთან ერთად, ლურსმნის სიგრძეში არ უნდა გავითვალისწინოთ შესაერთებელ ელემენტებს შუა მოთავსებულ ყოველ ნაკერზე 2-2 მმ. მაშასადამე

$$a_2 = l_c - (a_1 + c + 2 \cdot 0,2 + 1,5 d_c) \quad (\text{ნახ. 75 ა}).$$

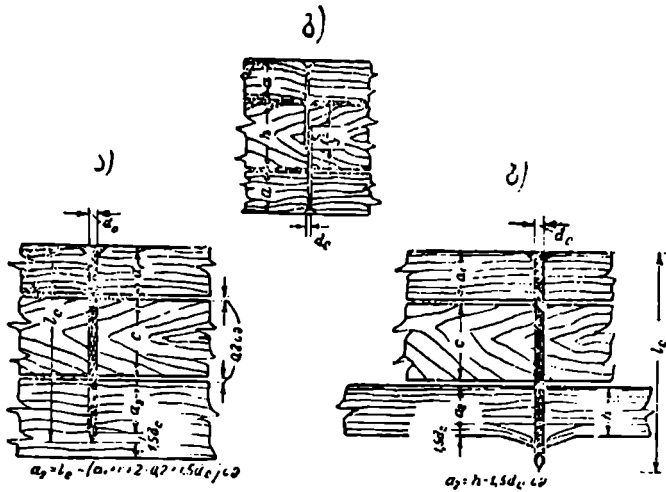
თუ ლურსმნების ბოლოს ჩამაგრების სიგრძე (a_2), $4 d_c$ -ზე ნაკლებია, მაშინ ლურსმნის ბოლოს მუშაობა მხედველობაში არ მიიღება. როდესაც ლურსმნის ბოლო, პაქტიდან თავისუფლად გამოდის, მაშინ უკანასკნელი ელემენტის საანგარიშო სისქე a შემცირებულ უნდა იქნეს 1,5 d_c ფიკრის განაპირა ფენის გამოვლევას გამო (ნახ. 75. ბ).

შესაერთებელი ელემენტების სისქე $4 d_c$ -ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ლურსმნების ხერცით ელემენტების შესუსტების ფართის განსაზღვრისას, ხერცის დიამეტრი ლურსმნის დიამეტრის ტოლი აიღება.

შესაერთებელი ელემენტების დახეთქვის ასაცილებლად ლურსმნების

განრიგებისას უკანასკნელთა ღერძებს შორის მანძილი S_1 ბოქკოების გრძი. ვალ უნდა იყოს არა ნაკლები:

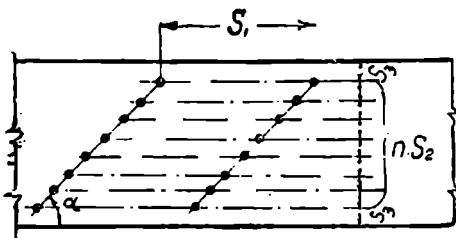
- ა) $S_1 = 15d_c$ — როდესაც ელემენტის სისქე $c \geq 10d_c$;
- ბ) $S_1 = 25d_c$ — როდესაც „ „ „ „ $c = 4d_c$;



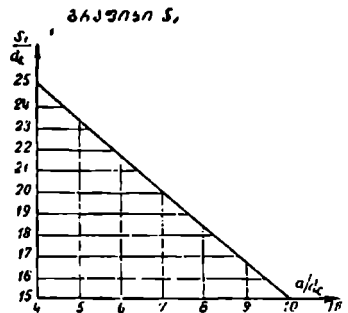
ნახ. 75. ლურსმნის ბოლოს ჩამაგრება.

C-ს შუალედი მნიშვნელობებისათვის უმცირესი მანძილი (S_1) ინტერპოლაციით განისაზღვრება (ნახ. 77).

როდესაც ლურსმანი ფიცრის მეორე მხარეზე არ გადის, მაშინ $S_1 \geq 15d_c$.



ნახ. 76. ლურსმნების ირიბრივებად განრიგება.



ნახ. 77. ლურსმნების გრძივად განლაგების გრაფიკი.

მანძილი ლურსმნის ღერძიდან ელემენტის ბოლომდე ყველა შემთხვევაში $15d_c$ -ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ბოქკოების განივად ლურსმნების ღერძებს შორის მანძილი, მათი სწორად განრიგებისას (ნახ. 71) $4d_c$ -ზე ნაკლები

უნდა ვისარგებლოთ. კვანძში შემავალ ყველა ფიკარზე უნდა დაეიტანოს ბოქკოების განივად ლურსმნების განლაგების ხაზები (ბიჯების ზადე). შემდეგ ამ ხაზების გადაკვეთის წერტილებში უნდა აღინიშნოს ნაგელების განივკვეთის ცენტრები მათი გრძივად განლაგების წესების დაცვით. როდესაც კვანძში გასანაწილებელი ლურსმნების ან ნაგელების რაოდენობა დიდია, მაშინ რეკომენდებულია ნაგელების განაწილება დიაგონალების მიმართულებით (ნახ. 78).

შეერთებებში ლურსმნების განაწილების დაკვალივას სარგებლობენ თუნუქისა და ფანერის შაბლონებით. თუ ლურსმანი როკში ან სხვა რაიმე დეფექტის აღგილას ხედება, მაშინ ის გადანაცვლებული უნდა იქნეს ლურსმნების განაწილების წესის მინიმალური დარღვევით.

დასობილი ლურსმნების თავები განაპირა ფიკრების ზედაპირთან გათანაპირებული უნდა იქნეს. ლურსმნების არასრული დასობა, ისევე როგორც მათი თავების ზედმეტად ჩაღრმავება, მერქანში დაუშვებელია.

ლურსმნების ანგარიში

ა) ზღვრული მდგომარეობებით ლურსმნების—როგორც ნაგელების კერძო შემთხვევის—ანგარიში წარმოებს თითოეული „ქრის“ საანგარიშო ამტანუნარიანობის (T) მიხედვით, რომლებსაც მე-16 ცხრილიდან ვიღებთ. საანგარიშო ამტანუნარიანობის რიცხვითი მნიშვნელობები შეიძლება უშუალოდ განესაზღვროთ 2-ე დანართის მიხედვით.

ბ) დასაშვები ძაბვების მეთოდით ლურსმნის ერთ „ქრაზე“ დასაშვები ძალვის საანგარიშოდ ვისარგებლობთ მე-17 ცხრილში მოყვანილი ფორმულებით:

$$[T_c] = 300d^2; \quad [T_c]_a = 50ad; \quad [T_c]_{c_{სია}} = 40cd; \quad [T_c]_{c_{არასია}} = 30cd;$$

ლურსმნის ერთ „ქრაზე“ დასაშვებ ძალეზე (ან საანგარიშო ამტანუნარიანობაზე) მერქნის ჯიშისა და სხვა პირობების გავლენის გათვალისწინება საერთო წესის მიხედვით, შემასწორებელი კოეფიციენტებით წარმოებს იმ განსხვავებით, რომ ლურსმნებისათვის ძალვის კუთხური ზემოქმედების გავლენა მხედველობაში არ მიიღება.

ლურსმნის ერთ „ქრაზე“ დასაშვები ძალვის (ან საანგარიშო ამტანუნარიანობის) ზემოთმოყვანილი ფორმულები და სიდიდენი სამართლიანია იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ლურსმანი მერქანში ბოქკოების განივად არის დასობილი. როდესაც ლურსმანი ბოქკოების გრძივად არის დასპული, მაშინ მასზე დასაშვები ძალვა და ამტანუნარიანობა ორჯერ უნდა იქნეს შემცირებული. ლურსმნის სიგრძე განისაზღვრება შესაერთებელ პაკეტის სისქის შესაბამისად, ხოლო დიამეტრი კი მისი სიგრძის მიხედვით აიღება.

მაგალითი 1. საანგარიშო სვემენტური ფერმის ქვედა სარტყელის კვანძი ლურსმნებზე შემდეგი მონაცემების მიხედვით (ნახ. 79):

მუდმივი დატვირთვით გამოწვეული ძალები; D_1 ირიბანაში — 103 კგ;

„

„

„ D_2 ირიბანაში — 206 კგ;

მუდმივი დატვირთვით გამოწვეული ძალები;	V	დგარში — 103 კგ;
დროებითი	"	D_1 ირიბანაში — 930 კგ;
"	"	D_2 ირიბანაში — 541 კგ;
"	V'	დგარში -- 310 კგ.

ელემენტების ზომები 79-ე ნახაზზე არის აღნიშნული. კონსტრუქციის დატენიანებისა და გახურებისაგან დაცულია.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით.

ქვედა სარტყელის ფიქრის ზომები $2 \times (6 \times 18)$ სმ; ხოლო ირიბანების და დგარების 6×15 სმ. ლურსმნების ზომები $d_c = 0,55$ სმ. $l_c = 17,5$ სმ. მათი ასეთი ზომების ალება გამოწვეულია შემდეგი მოსაზრებებით: ლურსმნების უფრო მცირე დიამეტრის შემთხვევაში (მაგალითად, $d_c = 0,5$ სმ) მათი რაოდენობა დიდი გამოდის და კვანძში მათი განაწილება ძნელდება;

სარტყელის ფიქარში ლურსმნის ბოლოს ჩამაგრების საანგარიშო სიგრძე

$$a = 17,5 - 2 \cdot 6 - 1,5 \cdot 0,55 - 0,2 \cdot 2 = 4,275 \text{ სმ. } > 4d = 2,2 \text{ სმ.}$$

საანგარიშო ძალები ირიბანებში და დგარებში:

$$\angle D_1 = n_{\text{აე}} \cdot D_{1\text{აე}} + n_{\text{დ}} \cdot D_{1\text{დ}} = -1,1 \cdot 103 - 1,4 \cdot 930 = -1413 \text{ კგ;}$$

$$D_2 = 1,1 \cdot 206 + 1,4 \cdot 541 = 982 \text{ კგ;}$$

$$V = -1,1 \cdot 103 - 1,4 \cdot 310 = -546 \text{ კგ.}$$

ლურსმნების ერთი „ქრის“ საანგარიშო ამტანუნარიანობა $a_1 = 6$ სმ სისქის მიხედვით:

1) ლურსმნის ღუნვის პირობიდან (ცხრ. 16):

$$T_c = 250d^2 + a^2 = 250 \cdot 0,55^2 + 6^2 = 111 < 400d^2 = 120 \text{ კგ;}$$

2) განაპირა ელემენტის თელვის პირობიდან

$$T_a = 80ad = 80 \cdot 6 \cdot 0,55 = 264 \text{ კგ;}$$

3) შუა ელემენტის თელვის პირობიდან

$$T_c = 50cd = 50 \cdot 6 \cdot 0,55 = 165 \text{ კგ.}$$

ამ სამი სიდიდიდან საანგარიშოდ უნდა ავიღოთ მინიმალური:

$$T_b = T_{\text{მინ}} = 111 \text{ კგ.}$$

ლურსმნების საანგარიშო ამტანუნარიანობა $a_2 = 4,275$ სმ სისქის მიხედვით:

1) ლურსმნის ღუნვის პირობიდან:

$$T_1 = 250d^2 + a^2 = 250 \cdot 0,55^2 + 4,275^2 = 94 \text{ კგ } < 400d^2 = 120 \text{ კგ;}$$

2) განაპირა ელემენტის თელვის პირობიდან

$$T_a = 80ad = 80 \cdot 4,275 \cdot 0,55 = 188 \text{ კგ;}$$

3) შუა ელემენტის თელვის პირობიდან

$$T'_c = 50cd = 50 \cdot 6 \cdot 0,55 = 165 \text{ კგ.}$$

$$T''_{\text{საანგ}} = T_{\text{მინ}} = T'_1 = 94 \text{ კგ.}$$

მაშასადამე ყოველი (ორკრადი) ლურსმნის საანგარიშო ამტანუნარიანობა:

$$T'_1 + T'_1 = 111 + 94 = 205 \text{ კგ.}$$

ქვედა სარტყელთან რიკულების ელემენტების მისამაგრებელი ორკრადი ლურსმნების რაოდენობა ტოლია:

ირიბანი D_1

$$\angle n_c = \frac{D_1}{T'_1 + T'_1} = \frac{1413}{205} = 6,9 \approx 7 \text{ ც.}$$

ირიბანი D_2

$$n_c = \frac{982}{205} = 4,8 \approx 5 \text{ ც.}$$

დგარი V

$$n_c = \frac{546}{205} = 2,66 \text{ ც, ვიღებთ 4-ცალს.}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების შეთოდით.

ელემენტების ზოვები და ლურსმნების სორტაჟენტი იგივე რჩება.

იგივე პირობებში (როდესაც $a_1 = 6$ სმ და $a_2 = 4,275$ სმ) ლურსმნის ერთ-ერთ კრადე“ დასაშვები ძალა ტოლია:

$$[T_1] + [T_2] = 91 + 91 = 182 \text{ კგ. (დან. 2, ცხრ. 2).}$$

ქვედა სარტყელთან რიკულების ელემენტების მისამაგრებელი ორკრადი ლურსმნების რაოდენობა ტოლია:

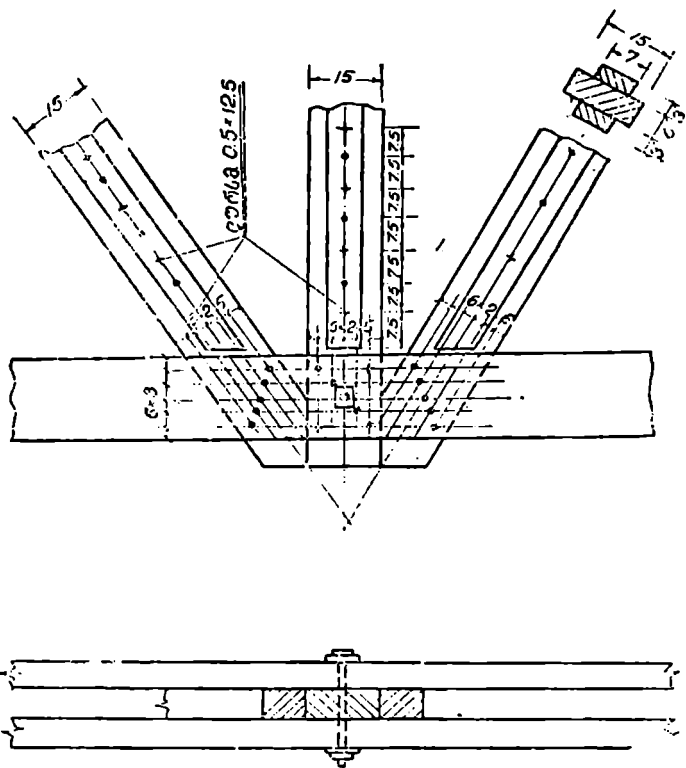
$$\text{ირიბანი } D_1 \quad n_c = \frac{D_1}{[T_1] + [T_2]} = \frac{103 + 930}{182} = 5,7 \approx 6 \text{ ც.};$$

$$\text{ირიბანი } D_2 \quad n_c = \frac{206 + 541}{182} = 4,1 \approx 5 \text{ ც.};$$

$$\text{დგარი } V \quad n_c = \frac{103 + 310}{182} = 2,27 \approx 4 \text{ ც.}$$

საბოლოოდ D_1 და D_2 ირიბანების მისამაგრებლად აღებულია ექვს-ექვსი ლურსმანი.

ლურსმნების განაწილება ნაჩვენებია 79-ე ნახაზზე.



ნახ. 79. სეგმენტური ფერების კვანძის ანგარიში (მაგალითი).

§ 35. ფირფიტოვანი ნაგებლები

(ფირფიტოვანი ნაგებლები წარმოადგენს სტანდარტული ზომის ხის მაგარი ჯიშის ფირფიტებს, რომლებიც ძირითადად ღუნვაზე მუშაობენ და შესაერთებელი ძელების წინასწარ დამზადებულ ბუდეებში ისმებიან.

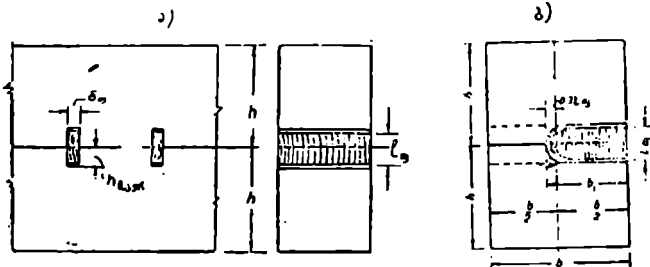
ასეთი ფირფიტების იდეა პირველად წამოყენებულ იყო ვ. ს. დერევიანის მიერ 1932 წელს. (ფირფიტები ისეთ კონსტრუქციებში გამოიყენება (კოქებში და აგრეთვე ფერმებში), რომლებიც მუშაობენ ან ღუნვაზე, ან კუმშვისა და ღუნვის ერთდროულ მოქმედებას განიცდიან.)

(ფირფიტოვანი ნაგებლები შემდეგი ორი სტანდარტული ზომებით მზალდება $1/8 \times 2_8 = 54 \times 12$ მმ და 72×16 მმ.)

კოქის გააბრჯენის (გახსნის), საწინააღმდეგოდ ფირფიტების ბუდეების სიმაღლე 2 მმ-ით აღემატება თვით ფირფიტების სიმაღლეს — $1/8$. ამრიგად, ზემოთმოყვანილი ფირფიტების ზომების შესაბამისი ბუდეების ზომებია: 56×12 და 74×16 მმ.

ფირფიტების ლერძებს შორის მანძილი $S = 9\text{მ}$. შესაუღლებელ ძელებში, ფირფიტების ჩაქრის სიღრმე (h_8) ძელის სიმაღლის $\frac{1}{5}$ -ს არ უნდა აღემატებოდეს (ნახ. 80).

(ფირფიტები კეთდება განგშირი, გამაველი კოქის მთელ სიგანეზე, და ყრუ განგშირი ფირფიტების გამოყენება შესაძლოა კოქებში სიგანით არა უმეტესი 15 სმ, რაც ჯაჭვეური სატები ჩარხის მაქსიმალური სვლით არის განსაზღვრული. (ჯაჭვეური სატები ჩარხი წარმოადგენს სპეციალურ ხელსაწყოს, რომლითაც ფირფიტების ბუდეების ამოღება ხდება).



ნახ. 80. შეერთება ფირფიტოვანი ნაგებობით.

(ყრუ ფირფიტები უმთავრესად გამოიყენება ისეთ კოქებში, რომელთა სიგანე $b > 15$ სმ-ზე.) ისინი კოქის ორ მხარეზე ქადრაკულად ლაგდება. კოქის წახნაგიდან ყრუ ბუდის ამონაქრის უდიდესი ჩაღრმავება, რომელსაც ნახევრად წრიული დაბოლოება აქვს, უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას:

$$b_{\text{ფ.}} = h_8 = \frac{b}{2} + 0,3 l_{\text{ფ.}}$$

სიღაც b -კოქის სიგანეა (ნახ. 80 ბ).

ფირფიტები კოქის ორ განაპირა ზონებში სიგრძით თითოეული 0,41 თანაბრად ნაწილდება; მალის შუა ნაწილში, სიგრძით 0,2 l , ფირფიტები ჩვეულებრივად არ ისმება, ძვრის ძალების უმნიშვნელო სიდიდის გამო.

(ფირფიტები მზადდება მშრალი მუხისაგან 8 — 10% ტენიანობით. როგორც წესი ფირფიტების ტენიანობა უფრო ნაკლები უნდა იქნეს, ვიდრე შესაერთებელი ძელების ტენიანობა.) ამის შედეგად, ფირფიტების შემდგომი დატენიანებისა და აგრეთვე გაჯირჯებისას, უზრუნველყოფილი იქნება შეერთების სიმკვიდრე. ფირფიტები ლაგდება ისე, რომ ჰათი ბოკკების მიმართულება შესაერთებელი სიბრტყეების მართობია (ნახ. 80 ა).

ფირფიტების ანგარიში ემპირიული ფორმულებით წარმოებს.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

(ფირფიტოვანი ნაგელის ერთი „ქრის“ ამტანუნარიანობა განისაზღვრება ფორმულებით:

1) ფირფიტის თელვის პირობიდან

$$(\angle T_{\text{ფ}} = 14 l_{\text{ფ}} b_{\text{ფ}} (\text{კგ-ით});$$

2) ფირფიტის ლუნეის პირობიდან

$$T_{ფ} = 63 \delta_{ფ} b_{ფ} \cdot \lambda$$

სადაც $l_{ფ}$ არის ფირფიტის სიმაღლე სმ-ით,

$b_{ფ}$ — ფირფიტის სიგანე;

$\delta_{ფ}$ — ფირფიტის სისქე.

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით;

(ფირფიტოვანი ნაგელის ერთ „ქრაზე“ დასაშვები ძალვა განისაზღვრება ფორმულებით:

1) ფირფიტების თელვის პირობიდან;

$$[T_{ფ}] = 11 l_{ფ} b_{ფ};$$

2) ფირფიტების ლუნეის პირობიდან;

$$[T_{ფ}] = 50 \delta_{ფ} b_{ფ} \cdot \lambda$$

ამ ფორმულებით სარგებლობისას ნაგულისხმევია, რომ კოქის ელემენტები განხორციელებულა ფიქვისაგან ან ნაძვისაგან, ხოლო თვით ფირფიტები მუხისაგან. როდესაც ეს ელემენტები სხვა ჯიშის მასალისაგან არიან განხორციელებული, მაშინ ამ ფორმულებში შეტანილი უნდა იქნეს ცვლილებები შემასწორებელი კოეფიციენტების სახით.

თავი მეცხრა

შეერთებული სოგმანებზე

ზოგადი ცნობები

(სოგმანები ისეთ სადებებს ეწოდება, რომლებიც ძირითადად კუმშვაზე მუშაობენ და შესაერთებელი ელემენტების ურთიერთ ძვრას ეწინააღმდეგებიან; სოგმანურ შეუღლებებში ძალების გადაცემა ხდება სოგმანების და შესაერთებელი ელემენტების თვლაზე და ახლჩაზე მუშაობის შედეგად.)

სოგმანური შეერთებების ძირითად განმასხვავებელ თავისებურებას შეადგენს განძრევის არსებობა, რაც სოგმანებზე ექსცენტრულად მოქმედ ძალების გავლენით წარმოიშობა და სოგმანების მობრუნებას ცდილობს. ეს განძრევი მუშა შექრავმა კანქიკებმა უნდა მიიღონ.

(ხის კონსტრუქციების პრაქტიკაში გვხვდება, როგორც ხის, აგრეთვე ლითონის სოგმანები; ხოლო ფორმის მიხედვით განიჩევიან; პრიზმატული, ცილინდრული, ბაღროსებრი, რგოლისებრი და კბილანა სოგმანები.)

სოგმანებზე განხორციელებულ შეერთებას ნიშანცვლად ძალაზე შეუძლია იმუშაოს (გარდა ირიბი სოგმანებისა).

სოგმანური შეერთებების გამოყენება შეზღუდულია შემდეგი მისი უარყოფითი მხარეების გამო: შეერთების განხორციელება მოითხოვს დიდ სიხუსტეს, მაღალ კვალიფიციურ მუშახელს და ის შედარებით შრომატევადია.

(სოგმანების ფართო ასორტიმენტიდან რეკომენდებულია მხოლოდ ხის პრიზმატული და ფოლადის რგოლისებრი სოგმანები.)

§ 39. ხის პრიზმატული სოგმანები

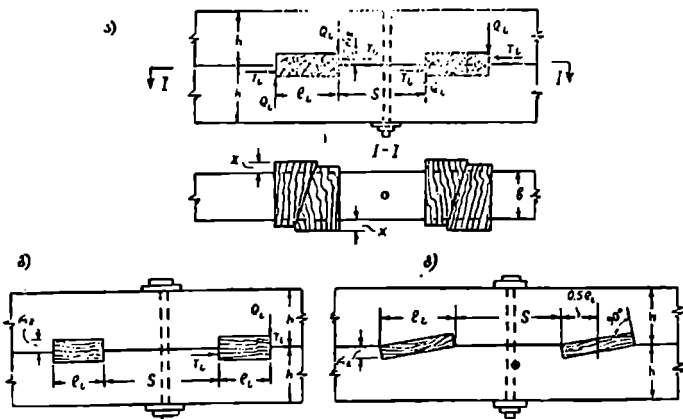
(ხის პრიზმატული სოგმანები ძირითადად ორა ტიპისაა:

განივი—რომელთა ბოქკოები ძრის ძალის მიმართულების მართობია-
(ნახ. 81ა), და გრძივი, რომელთა ბოქკოები ძვრის ძალის მიმართულების სწვრი-
ვია, ან მასთან მცირე კუთხეს ადგენს) (ნახ. 81 ბ, გ).

[განივი სოგმანები მზადდება მშრალი მუხისაგან ან სხვა მაგარი ჯიშები-
საგან; გრძივი და ირიბი სოგმანები შეიძლება მშრალი ფიჭვისაგან დამზადდეს.
განივი სოგმანები ისნება უკვე აწუობილ კონსტრუქციაში, შექრავი
კანქიკებით შეკვრის შემდეგ.]

განივი სოგმანები შეუღლების განხორციელების თვალსაზრისით უფრო
პოხერხებულნი არიან, რადგან ისინი ორი სოლისაგან კეთდება და პერიოდული

ჩასოლების შედეგად მკვიდრ შეერთებას იძლევა; ამის შედეგად აქ შემცირებულია შეუღლების არასიზუსტისა და შრობის არახელსაყრელი გავლენა. ასეთი შეერთება სიმკვიდრესთან ერთად, სოგმანების ბოქკოების განივად თელვის გამო დამყოლობით ხასიათდება, რაც უზრუნველყოფს ყველა სოგმანის ერთობლივ მუშაობას და საერთოდ შეუღლების მუშაობის საიმედოობას. ამის



ნახ. 81. ხის პრიზმატული სოგმანები.

მიუხედავად, გრძივ სოგმანებთან შედარებით, განივ სოგმანებზე განხორციელებული შეერთება სუსტია, ბოქკოების განივად სოგმანების თელვაზე ნაკლები წინალობის გამო.

გრძივ სოგმანებზე განხორციელებული შეუღლება ცალკეული სოგმანების თელვაზე წინა ღობის მიხედვით, განივ სოგმანებთან შედარებით ორჯერ უფრო მძლავრია) მაგრამ შეერთების სიმკვიდრისა და სიბლანტის გამო მოსალოდნელია შეერთების ცალკეული სოგმანების თანდათანობით რღვევა და შეერთების საერთო საიმედოობის შემცირება. ამის გამო ნ და ტპ-ით უპირატესობა განივ სოგმანურ შეუღლებას ეძლევა.

გრძივ პრიზმატულ სოგმანებს მიმართავენ მაშინ, როდესაც განივ სოგმანებზე განხორციელებულ შეუღლებაში ცალკეული ელემენტების შესუსტება ჩაკრივ, დასაშვებზე მეტია

ირიბი სოგმანების გრძივ სოგმანებთან შედარებით შემდეგი უპირატესობანი აქვთ. ძელის ახლეჩის სიბრტყის სიგრძე S უფრო დიდია და თვითონ ირიბი სოგმანით ახლეჩას არ განიცდის.

(ირიბი სოგმანებზე განხორციელებულ შეუღლების ნაკლია ის, რომ მას მართო ერთი მიმართულების ძალების გადაცემა შეუძლია, და შეუღლების დამზადების შექანიზაცია შედარებით ძნელია.)

თანამედროვე ხის კონსტრუქციებში მიმართავენ შედარებით დიდი ზომის სოგმანების გამოყენებას, რომლებსაც ხუნდებს უწოდებენ (ნახ. 82.) ხუნდები საშუალებას იძლევიან, რათა შესაუღლებელი ელემენტებს შორის დატოვებულ

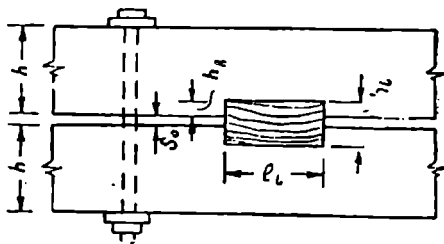
იქნეს ღრიკო) ამის შედეგად, ჯერ ერთი იზრდება ელემენტის განივკვეთის სიმაღლე და მეორეს მხრივ, უკეთესად წყდება კონსტრუქციის განიავების საკითხი. რაც უკანასკნელის ლობობის საშიშროებას ამცირებს. ხუნდები იგივე შასალისაგან კეთდება, რისგანაც განხორციელებულია თვით შესაერთებელი ელემენტები. შეერთებები ხუნდებზე უმთავრესად გამოიყენება ღია, დაუცველ კონსტრუქციებში: ხიდები, ესტაკადები.

(ელემენტების შეუღლებისას S_0 ღრიკოთი (ნახ. 82) სოგმანის სიგრძის შეფარდება სიმაღლესთან 2,5-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს $\frac{l_s}{S_0 + 2h_n} \geq 2,5$.

თვით ღრიკოს სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს ძელების შემთხვევაში h_n -ს, ხოლო მორების შეუღლებისას -- $\frac{d}{2}$

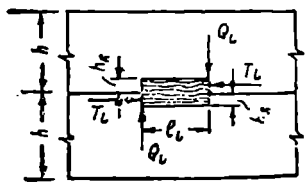
და საერთოდ 4 სმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ამ შემთხვევაში შემკრავი ქანკიეები, სასურველია თვით სოგმანში გადიოდნენ.

6 და ტ3 თანახმად, პრიზმატულ სოგმანებზე განხორციელებული შეუღლებებში სოგმანები თავიანთ ბუდეებთან ზედმიწევნით მკვიდრად უნდა იქნენ მორებზე, რაზედაც დიდად დამოკიდებულია შეუღლების ნორმალური მუშაობა. პრიზმატული სოგმანების გამოყენების დროს უპირატესობა უნდა მიეცეს



ნახ. 82. შეერთება განივი სოგმანით.

განვი სოგმანებს წყვილი სოლისაგან ქანობით $\frac{1}{6} \div \frac{1}{10}$ (ნახ. 81, ა) და შევირილით $x \approx h_n$. სოგმანის სიგრძის შეფარდება ჩაქრის სიღრმესთან 5-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს -- $l_s : h_n \geq 5$ (ნახ. 81). ელემენტების შეუღლებისას S_0 ღრიკოთი (ნახ. 82) სოგმანის $l_{სოგ}$ — სიგრძის შეფარდება მის სიმაღლესთან $h_{სოგ}$ 2,5-ზე ნაკლები არ უნდა ავიდნოთ. ჩაქრის h_n — სიღრმე უნდა იყოს: ძელებში არა უმეტეს $\frac{1}{5} h$, ხოლო მორებში არა უმეტეს $\frac{1}{4} d$, მაგრამ ყველა შემთხვევაში არანაკლებ 2 სმ. გრძივი სოგმანების ბოლოები მისი ბოქვების მიმართულების მართობად უნდა იქნეს ჩაქრილი.



ნახ. 83. განივი სოგმანის მუშაობა და განმზარჯენი ძალის წარმოშობა.

ძელებში (მორებში) ახლჩის საანგარიშო სიგრძე S მიიღება ტოლი:

ა) სოგმანებს შორის თავისუფალი მანძილის — ყველა სახის სოგმანებისათვის, გარდა გრძივ დახრილ სოგმანებისა (ნახ. 81);

ბ) სოგმანის მუში ზედაპირის ქიმილან მეზობელ სოგმანის შუა ნაწილამდე მანძილს — გრძივი დახრილი სოგმანებისათვის (ნახ. 81, გ), მაგრამ ყველა შემთხვევაში არა უმეტეს 10 h_n .

სოგმანებს შორის თავისუფალი მანძილი ყველა შემთხვევაში სოგმანის სიგრძეზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

სოგმანების განმბრჯენი

i სოგმანზე მოქმედი ძერის ძალები T_s მასზე ექსცენტრულად არიან მოდებული (ნახ. 83). და მომენტს წარმოშობენ;

$$M_s = T_s \cdot l_s.$$

ეს მომენტი წონასწორდება სოგმანზე მოქმედი განივი ძალების Q_s მომენტით

$$M_s = Q_s \cdot l_s.$$

წონასწორობისათვის საკიროა ამ ორი მომენტის თანასწორობა:

$$M_s = M_{s'}; \quad T_s l_s = Q_s l_s,$$

საიდანაც, სოგმანზე მოქმედი განივი ძალი, რომელსაც განბრჯენს უწოდებენ:

$$Q_s = T_s \frac{l_s}{l_s}.$$

წარმოშობილი განმბრჯენი შემკრავი კანკიკებს გადაეცემა, რომლებიც ყოველი ორი სოგმანის შუაში ისმება. შემკრავი კანკიკები გაანგარიშდება ძალაზე, რომელიც განბრჯენის ტოლია—

$$N_{\frac{3}{2}} = Q_s.$$

კანკიკის ნეტო ფართი

$$F_c = \frac{Q_s}{[\sigma_{\frac{3}{2}}]},$$

სადაც $[\sigma_{\frac{3}{2}}] = 1200$ კგ/სმ² არის კანკიკის გაქრმვაზე დასაშვები ძაბვა. კანკიკის საკირო დიამეტრი განისაზღვრება კანკიკის F_c ფართის მიხედვით.

$$d_{\frac{3}{2}} = \sqrt{\frac{4F_c}{\pi}},$$

სადაც

$$K' = F_{\frac{3}{2}} : F_c \approx 1,4. \quad \left. \vphantom{K'} \right\}$$

ხის სოგმანური შეერთების ანგარიში

ხის სოგმანური შეერთების ანგარიში წარმოებს შეერთების თელვისა და ახლენის პირობით (როგორც თვით სოგმანების ახლენის, ისე შესაერთებელი ელემენტების).

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

სოგმანური შეერთების საანგარიშო ამტანუნარიანობა განისაზღვრება როგორც უმცირესი შემდეგი მნიშვნელობებიდან:

1. შეერთების თელვის პირობიდან

$$T'_{\text{თ}} \leq m_{\text{თ}} R_{\text{თ}} F_{\text{თ}}; \quad \left. \vphantom{T'_{\text{თ}}} \right\}$$

2. შეერთების ახლერის პირობიდან

$$T_s \leq m_s R_s^2 F_s$$

ხის პრიზმულ სოგმანებზე განხორციელებული შეერთების ანგარიშის დროს მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ახლერაზე მიიღება ტოლი:

განივი სოგმანებისათვის	$m_s = 0,9$
გრძივი სოგმანებისათვის და ხუნდებისათვის	$m_s = 0,8$
ელემენტებისათვის, რომლებიც განივი სოგმანებით არიან შეერთებული	$m_s = 0,85$
ელემენტებისათვის, რომლებიც გრძივი სოგმანებით ან ხუნდებით არიან შეერთებული	$m_s = 0,7$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.)

1. შეერთების სიმტკიცეზე შემოწმება თელვის პირობის მიხედვით:

$$T_s \leq [T_s]_m \leq F_m [\sigma_m] \leq k_{ts} [\sigma_m]$$

სადაც T_s არის სოგმანზე მოქმედი ძალვა;

$[T_s]_m$ — ერთ სოგმანზე დასაშვები ძალვა თელვის პირობით;

F_m — სოგმანის თელვის ფართი;

$[\sigma_m]$ — თელვაზე დასაშვები ძაბვა: რომელიც მიიღება მუხის განივ სოგმანებისათვის $[\sigma_m] = 2.25 = 50$ კგ/სმ²; ფიქვის გრძივი და ირიბი სოგმანებისათვის $[\sigma_m] = 100$ კგ/სმ² (ირიბი სოგმანებისათვის თელვის კუთხის გაკლენა უკულებელყოფილია).

2. შეერთების შემოწმება ახლერის პირობის მიხედვით:

1) სოგმანისათვის

$$T_s \leq [T_s]'_s = k_{ts} [\tau];$$

2) შესაერთებელი ელემენტების სოგმანთა შორისი უბნისათვის

$$T \leq [T_s]''_s = k_s \cdot b \cdot k_a \cdot [\tau],$$

სადაც k_s არის სოგმანის სიგრძე

b — ძელის სისქე ან ასახლერი ნაწილის სეგმენტის ხორდა მორების შემთხვევაში;

$k_a = S$ — განივი და გრძივი სოგმანების შემთხვევაში სოგმანების ბუდეებს შორის მანძილი; ირიბი სოგმანის გამოყენებისას — მანძილი სოგმანის კიდიდან მეზობელი სოგმანის შუა წერტილამდე;

$[T_s]$ — ახლერაზე დასაშვები ძაბვა მიიღება: მუხის განივი სოგმანებისათვის $[\tau_s] = 5 \cdot 1,6 = 8$ კგ/სმ²; ფიქვისა და ნაძვის გრძივი სოგმანებისათვის $[\tau_s] = 10$ კგ/სმ²;

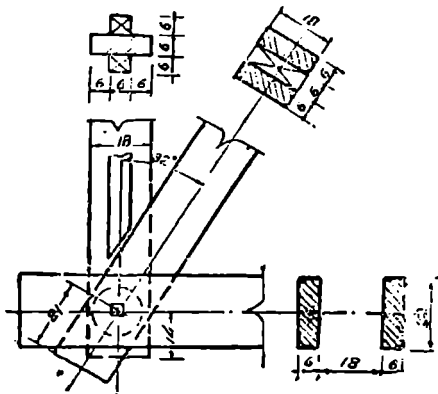
$[\tau]$ — ახლერაზე დასაშვები ძაბვა შესაერთებელი ელემენტების მერქნისათვის: ფიქვისა და ნაძვისათვის $[\tau] = 10$ კგ/სმ²;

k_a — შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შესაერთებელი ელემენტების ახლერაზე მუშაობის არახელსაყრელ პირობებს ელემენტების სიგრძეზე ძერის ძალების არათანაბრად განაწილებას გამო; გრძივი სოგმანებზე შეუღლებისას $k_a = 0,7$, განივ სოგმანების შემთხვევაში $k_a = 0,85$.

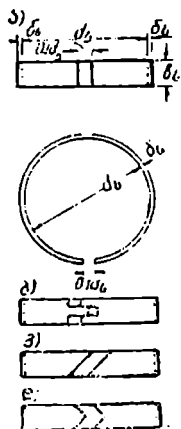
§ 40. შეერთებები გლუვ რგოლისებრ სოგმანებზე

1. საერთო მონაცემები

(გლუვი რგოლისებრი სოგმანები წარმოადგენენ მოღუნულ ფოლადის ზოლებს (რგოლებს), რომლებიც ერთდროულად ორივე შესაერთებელ ელემენტებში თანაბარი სიღრმით ჩადის) (ნახ. 86). ზემოთ განხილული პრინციპული სოგმანებისაგან განსხვავებით, (გლუვი რგოლისებრი სოგმანები ელემენტების კუთხით შეერთების საშუალებას იძლევიან,) ე. ი. რგოლისებრი სოგმანებზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფიცრული კონსტრუქციების (ფერშების) კვანძების განხორციელების დროს) (ნახ. 84).



ნახ. 84. კვანძი რგოლისებრ სოგმანებზე.

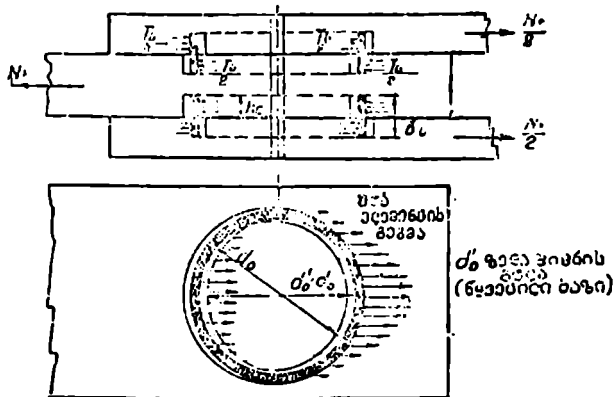


ნახ. 85. რგოლისებრი სოგმანი და მისი ნაირსახეობანი.

შეერთების განხორციელების სირთულის გამო, გლუვი რგოლისებრი სოგმანები ინმარებიან მხოლოდ ასაწყობ კონსტრუქციებში, რომლებიც საჭარხნო, მექანიზებული წესით მზადდებიან. ნ და ტპ-ით რეკომენდებულ რგოლისებრ სოგმანებს აქვს სწორი ღრეჩო (ნახ. 85, ა). შეერთების მუშაობის დროს ღრეჩო რგოლის დიამეტრის ცვალებადობის შესაძლებლობას იძლევა, რის გამო რგოლის ერთი ნახევარი მიეყრდნობა ბუდის განაპირა ზედაპირს, მეორე ნახევარი კი ბუდის შიგა ზედაპირს — გულს (ნახ. 86). ამის შედეგად, კრილი რგოლებით შეერთებისას თელვის ფართი და შესაფერისად სოგმანზე დისპეშები ძალვა დაახლოებით ორჯერ მეტია ვიდრე გაუპრელი (ჩაკეტილი) სოგმანის იგივე მაჩვენებლები.

(რგოლისებრ სოგმანებზე განხორციელებულ შეერთებებში ძალვის გადაცემა წარმოებს მერქნის თელვაზე და ახლენაზე მუშაობის შედეგად) (ნახ. 86). რომ რგოლზე ექსცენტრულად მოდებულმა ძალებმა ბუდის სიბრტყის მართობი შეზღუდვებით რგოლის შემობრუნება არ გამოიწვიოს, რაც შეერთების მოშობას შევეთრად აუარესებს, ამისათვის შესაერთებელი ფიცრებში ქანქილით იკვება, რომლებიც რგოლების ცენტრში გადის.

(ლრეჩოს არსებობის შედეგად რგოლის მუშაობაში მოხერხებულად იღვს მისი ორივე ნახევარი (ნახ. 86). ამის შედეგად ყოველ ფიცარში თელვას და ახლენას განიცდის რგოლის შიგნით მოთავსებული ნაწილი—გული და გულის ვარეთა ზედაპირი. ცილინდრული ზედაპირების თელვა, როგორც ეს 86-ე ნახაზ-



ნახ. 86. რგოლებრი სოვმანის მუშაობა.

ზეა აღნიშნული, მისი ნორმალებით ხდება; ამასთან. თელვის ძაბვები მაქსიმუმს აღწევს ძალის მიმართულების სწორედ (ნახაზის შემთხვევაში თარა-ზელ) დიამეტრზე და ნორმალედ დადის ძალის მიმართულების მართობი დიამეტრის ბოლოებზე.

როგორც ეს 86 ნახაზიდან ჩანს სოვმანის ძირითადი ზომები და შეაერთებელი ფიცრის ზომები გარკვეულ დამოკიდებულებაში უნდა იმყოფებოდნენ.

გლუვი რგოლებრი სოვმანების შემკრავი კანუკების და მათი საყელურების სორტამენტი და აგრეთვე შესაულებელი ფიცრების შესაძლო უწყვირესი ზომები მოყვანილია 20-ე ცხრილში.

ცხრილი 20

გლუვი რგოლისებრი სოვმანების სორტამენტი

სოვმანის						საყელური			ფიცრის უწყვირესი ზომები	
მისი დიამეტრი d ₀	სოვმანის სიგრძე l ₀	სისპე რ ₀	ზოლის სოვმანის	1 ცალის წონა	ფიცრის მსუს-ტების ფართობი	გაწევის დამოკიდებულება	გაწევის ზომა	სისპე	სისპე	სიგრძე
სმ	სმ	სმ	სმ	კგ	სმ ²	სმ	სმ	სმ	სმ	სმ
10	2.0	0.3	31.7	0.15	11	1.2	5	0.4	6	14
12	2.5	0.3	38.0	0.20	16	1.6	6	0.4	6	16
14	2.5	0.3	38.0	0.20	16	1.6	6	0.4	6	18
16	3.0	0.35	50.5	0.41	23	1.7		0.4	6	23
18	3.5	0.4	56.8	0.61	25	1.6		0.4	7	22

6 და ტპ-ის თანახმად, (რგოლისებრი სოგმანის სიგანე— b მის $0,2d$ -ს არ უნდა აღემატებოდეს და 2 სმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ზომა b -ს შემდგომი გადიდება მიზანშეწონილი არ არის რადგან იზრდება რგოლზე ექსცენტრულად მოდებული ძალების მხარი, რაც სოგმანის შემობრუნებას ცდილობს.

(რგოლისებრი სოგმანები მზადდებიან სწორი კრილით, რომლის ღრეჩოს სიდიდე $0,5—1,0$ სმ ტოლია. ღრეჩოს შემცილება იწვევს სოგმანის კონტურის შეკვრას მასზე მკუმშავი ძალის მოქმედებისას, რაც სოგმანის ამტანუნარიანობის შემცილებას იწვევს.

რგოლისებრი სოგმანის კრილი, მასზე მოქმედი ძალვის მიმართულების მართობად უნდა მოთავსდეს. ამ პირობის გაუთვალისწინებლობა მკვეთრად აუარესებს შეერთების მუშაობას და მრღვევი დატვირთვის შემცილებას იწვევს. კრილის მდებარეობა ნახაზებზე უნდა იქნეს აღნიშნული.

რგოლის სისქე b მისი სიგანის $\frac{1}{7}—\frac{1}{9}$ ზღვრებში იცელება, მაგრამ $0,3$ სმ-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს.

უფრო სქელი რგოლების აღება მიზანშეწონილი არ არის, რადგან ის სოგმანის სიხისტეს აღიდებს და შეერთება მუშაობის წარმოების დეფექტების მიმართ მგრძობიარე ხდება. (შესაერთებელი ფიცრების სიგანე უნდა აღემატებოდეს სოგმანის დიამეტრს არა უმცირეს 4 სმ-ით, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ფიცრის ნაწიბურსა და რგოლის ღარს შორის მოთავსებული მერქანის დაზიანება.)

რგოლისებრი სოგმანებზე განხორციელებულ შეერთებებში ფიცრების უმცირესი სისქე იიილება b_1+3 სმ და არა ნაკლები 6 სმ.

შეერთებაში სოგმანები დასტებათ თავსდება, ყოველი დასტის ცენტრში უნდა მოთავსდეს შემკრავი ქანქიკი.

სოგმანების განლაგება შემდეგნაირად წარმოებს.

1. (სოგმანის ცენტრიდან ფიცრის ბოლომდე მანძილი S_1 (ნახ. 87) უნდა იყოს არანაკლები:)

$1,5 d_1$ —გაქიმულ ელემენტებში,

d_1 —შეკუმშულ ელემენტებში.)

სოგმანების ცენტრებს შორის მანძილი (S_2) როგორც შეკუმშულ, ისე გაქიმულ ელემენტებში $2d_1$ -ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. სოგმანების ასეთი განაწილება უზრუნველყოფს რგოლის შიგნით მოთავსებულ და რგოლის გარეთ მდებარე ფიცრის ნაწილების წინაღობის თანაბარ სიმტიციესახლეჩაზე.

(როდესაც ფიცრის ბოლო ირიბად არის ჩამოკრილი (ნახ. 88), მაშინ ფიცრის ბოლოდან უახლოესი რგოლისებრი სოგმანის ცენტრამდე S_3 მანძილი უნდა იყოს არანაკლები:)

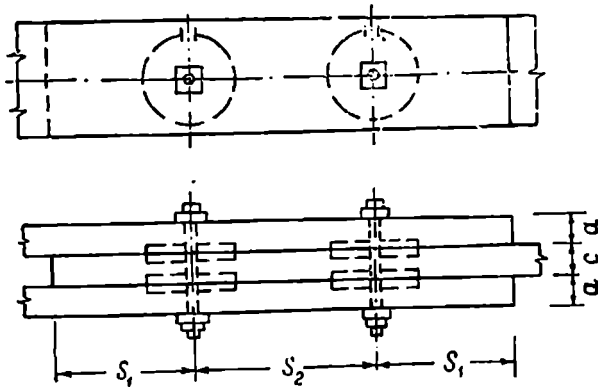
$S_3 \geq d_1$ —გაქიმულ ელემენტებში,

$S_3 \geq 0,5 d_1$ —შეკუმშულ ელემენტებში. |

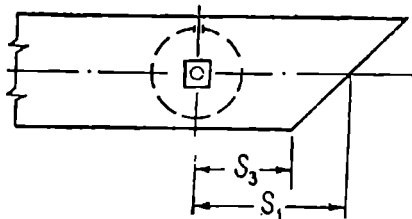
2. ერთი სოგმანისაგან ელემენტის შესუსტების ფართი ტოლია (ნახ. 86):

$$F_{\text{სუს}} = \frac{h_s}{2} (d_s + 2z_s) j_{\text{სუს}}$$

სადაც z_s —სოგმანის სისქეა.



ნახ. 87. რგოლისებრი სოგმანების განწყობა.



ნახ. 88 რგოლისებრი სოგმანის მდებარეობა ფიცრის ირიბათ ჩომპირისას.

3. გაჭიმული ელემენტების პირაპირებში, როგორც წესი სოგმანები ორ რივად თავსდება. პირაპირის თითოეულ მხარეს სოგმანების სამ რიგზე შეტის დასმა რეკომენდებული არ არის. პირაპირებს სოგმანების ერთი რიგით ბოლოებზე უნდა ჰქონდეს ორ-ორი დამატებითი კანკიკები. ამ კანკიკების მუშაობა პირაპირის ანგარიშის დროს მხედველობაში არ ღიილება. პირაპირებში ზედებისა და შუადების სისქე, როგორც წესი, შესაერთებელი ფიცრების სისქის ტოლი უნდა იყოს.

2. რგოლისებრი სოგმანებით შეერთებების ანგარიში

რგოლისებრი სოგმანებზე განხორციელებულ შეერთებების ანგარიში სიმტკიცეზე გამარტივებული ხერხით წარმოებს მერქნის თელვისა და ახლენის მიხედვით.

(თელეაზე ანგარიშის დროს მხედველობაში მიიღება არა თელეის რეალური ცილინდრული ზედაპირები, არამედ ამ ზედაპირების პროექცია დიამეტრალურ კვეთზე. ამასთან ერთად, პირობით გულისხმობენ, რომ თელეის ძაბვები მთელ საანგარიშო ფართზე თანაბრად არის განაწილებული.

ახლენაზე ანგარიშის დროს, — როგორც ზევით იყო აღნიშნული. — მხედველობაში მიიღება, როგორც სოკმანის შიგნით მოთავსებული, ისევე მის გარეთ მდებარე ფიციის ნაწილის მუშაობა.) უკანასკნელის სიდიდე გულის ფართზე — $\frac{\pi d^2 b}{4}$ ნაკლები არ უნდა იქნეს და პირობით მისი ტოლი მიიღება.

წინააღმდეგ შენახვევაში შეიძლება მოხდეს შეერთების რღვევა თანდათანობითი ახლენით, ჯერ მცირე ფართიანი ნაწილის (გულის გარეთ), ხოლო შემდეგ თვით გულის. თუ სოკმანის გარეთ მდებარე, ახლენაზე მომუშავე, ნაწილის ფართი შიგა ნაწილზე უფრო დიდია (რასაც ჩვეულებრივად ადგილი აქვს), მაშინ ანგარიშით მხედველობაში მიიღება მარტო გულის ტოლი ფართი.

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობებით

1) (თელეის პირობით ერთი რგოლისებრი სოკმანის ამტანუნარიანობა:

$$(T_{\sigma} = m_{\sigma} R_{\sigma, z} \cdot 2 \frac{b_{\sigma}}{2} d_{\sigma} = m_{\sigma} R_{\sigma, z} b_{\sigma} d_{\sigma}) >$$

2) ახლენის პირობით ერთი რგოლისებრი სოკმანის ამტანუნარიანობა:

$$(T'_{\sigma} = m_{\sigma} R_{\sigma, z} \cdot 2 \frac{\pi d_{\sigma}^2}{4} = m_{\sigma} R_{\sigma, z} \cdot \frac{\pi d_{\sigma}^2}{2}) >$$

სადაც m_{σ} და m_{σ} არიან შეერთების მუშაობის პირობების კოეფიციენტები (ცხრ. 9)

$R_{\sigma, z}$ და $R_{\sigma, z}^{\text{საგ}}$ — მასალის საანგარიშო წინაღობა ბოქკოების მიმართულებასთან α კუთხით თელეის და ახლენის დროს.

b_{σ} — სოკმანის სიგანე;

d_{σ} — სოკმანის შიგა დიამეტრი.

რგოლისებრი სოკმანის ამტანუნარიანობა ძალის ბოქკოების განივად მოჭენდების დროს ($T_{\sigma 0}$), დაახლოებით 2,5-ჯერ უფრო ნაკლებია სოკმანის ამტანუნარიანობაზე ბოქკოების გრძივად მუშაობისას (T'_{σ} კუთხური თელეისა და ახლენის დროს საანგარიშო ამტანუნარიანობა;)

$$T'_{\sigma} = \frac{T_{\sigma 0}}{1 + 1.5 \sin^2 \alpha}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების შეთოდით.

ერთ სოკმანზე დასაშვები დატვირთვა, განისაზღვრება თელეაზე და ახლენაზე შერქნის სიმტკიცის პირობით. ელემენტის ბოქკოების სწორივად სოკმანით ძალის გადაცემისას, ერთ სოკმანზე დასაშვები ძალეა განისაზღვრება, როგორც უმცირესი შემდეგი ორი მნიშვნელობიდან:

$$|T_{\alpha}|_r = \sum F'_{\alpha}(\tau_{\alpha}) = 2 \frac{h^2}{2} d_{\alpha}(\tau_{\alpha}) = h d_{\alpha}(\tau_{\alpha}); \quad (1-40)$$

$$|T_{\alpha}|_0 = \sum F'_{\alpha}(\tau) = 2 \frac{\pi d^2_{\alpha}}{4} |\tau| - \frac{\pi d^2_{\alpha}}{2} |\tau|, \quad (2-40)$$

ადაც $[\tau_{\alpha}] = 100 \text{ კგ/სმ}^2$ — თელვაზე დასაშვები ძაბვა ბოქკოების გრძივად (24-ე ცხრილის შედგენის დროს ნაგულისხმევი $[\sigma_{\alpha}] = 80 \text{ კგ/სმ}^2$);

$[\tau]$ — ახლუჩაზე დასაშვები ძაბვა ბოქკოების გრძივად; შემკუმშულ ელემენტებში $[\tau] = 10 \text{ კგ/სმ}^2$, ვაკუმშულ ელემენტებში $[\tau] = 5 \text{ კგ/სმ}^2$.

[ელემენტის ბოქკოების განივად ძაღვის გადაცემისას, ერთ რგოლისებრ სოგმანზე დასაშვები ძალვა განისაზღვრება შემდეგი მიახლოებითი ფორმულით:

$$\{ |T_{\alpha}|_{\alpha 0} = 0,4 |T_{\alpha}| \}$$

ადაც $|T_{\alpha}|$ — ირის ბოქკოების სწერივად ძაღვის გადაცემისას ერთ სოგმანზე დასაშვები ძალვა.

(ნებისმიერი კუთხით ძაღვის გადაცემისას ერთ სოგმანზე დასაშვები ძალვა განისაზღვრება ფორმულით:)

$$\{ |T_{\alpha}|_z = \frac{|T_{\alpha}|}{1 + \left(\frac{T_{\alpha}}{|T_{\alpha}|_{\alpha 0}} - 1 \right) \sin^2 \alpha} = \frac{|T_{\alpha}|}{1 + 1,5 \sin^2 \alpha} \}$$

§ 41. შვედეთბანი კბილანა რბოლისებრ სოგმანებზე

კბილანა რგოლისებრი სოგმანი წარმოადგენს ზოლისაგან დამზადებულ მთლიან (შედულებულ) რგოლს, რომელიც ფოლადის თხელი ლენტის დატვირთვით მიიღება (ნახ. 89). (შვედეთბა კბილანა რგოლისებრ სოგმანებზე ხორციელდება სპეციალური მოძვერი ჰანკიკების დახმარებით.) შესაერთებელ ელემენტებში კბილანა სოგმანების უშუალო ჩაწნევით, მათთვის საკირო ბუდეების წინასწარი მოშადების გარეშე, კბილანა სოგმანების რამოდენიმე ტიპი არსებობს, რომელთაგან საბუთთა კავშირში გავრცელებულია „ცნისის“ (ინგ. S. ფ. კოტოვის) სოგმანი.) ეს სოგმანი მზადდება ფოლადის ლენტისაგან წაწვეტიანებული ნაწიბურებით (პირებით), რაც უზრუნველყოფს სოგმანის ჩაწნევისას მერქნის უმნიშვნელო სტრუქტურულ დარღვევას და სოგმანების ადვილად დაწნეხვას.

(შვედეთბა კბილანა სოგმანებზე ხასიათდება:)

1) დამყოლობით, რაც ერთობლივად მომღშავე სოგმანებში ძაღვების გადანაწილების საშუალებას იძლევა;

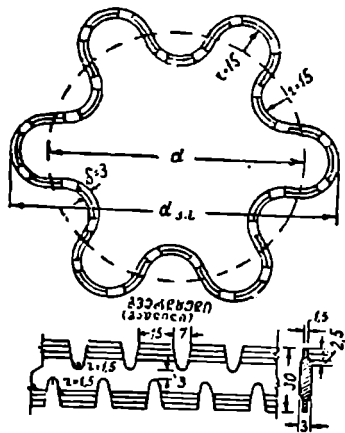
2) სიმკვიდრით, და დატვირთვისას მკირე დეფორმაციებით;

3) საკმარისი სიმძლავრით, რაც 3 ტონას აღწევს;

4) შვედეთბის ერთნაირად კარგი მუშაობით, როგორც ბოქკოების გრძივად, ისე განივად, მერქნის თელვის ან გაგლეჯის რღვევის შედეგად და სოგმანების მნიშვნელოვანი დეფორმაციებით.

შეერთების ნაკლოვანებები:

- 1) თვით სოგმანის დამზადების სირთულე.
- 2) სოგმანების დაწნევა ართულებს ხის კონსტრუქციების დამზადებას და სპეციალურ მოწყობილობებს (დომკრატებს) მოითხოვს;
- 3) ასაწყობ-შლადი კონსტრუქციების მიღება კბილანა სოგმანური შეერთებებით არ შეიძლება.



ნახ. 89. კბილანა სოგმანი.

(კბილანა სოგმანურ შეერთებებში, თითოეული სოგმანის ცენტრში, საჭიროა შემკრავი ქანკიების დასმა; ქანკიები მუშა მაკავშირებელია, რომლებიც თავისთავზე ელვლობენ შეერთებაში წარმოშობილ განმბრჯენს და ელემენტების მკვიდრ შეერთებას უზრუნველყოფენ.

(კბილანა სოგმანებზე განხორციელებული კონსტრუქცია, კარგი საექსპლოატაციო თვისებებით (შეერთების დიდი სიმძლავრით და სიმკვიდრით) ხასიათდება,) მიუხედავად ამისა, ასეთი კონსტრუქციების აკრეფა ნელი ტემპით მიმდინარეობს და თანამედროვე, ჩქაროსნული მშენებლობის პირობებს არ შეესაბამება.

კბილანა სოგმანებზე განხორციელებული შეერთებების კონსტრუქცია გლუვი სოგმანური შეერთების ანალოგიურად წარმოებს (ნახ. 87.) შეკუმშულ ელემენტებში ბოკოების გრძივად, (კბილანა სოგმანის დამზადება ფიცრის ქიმისაგან ისეთივე აიღება, როგორც გაქიშულ ელემენტში (1,5 $d_{სოგ}$.)

ფიცრის სიგანე სოგმანის დიამეტრთან შედარებით ისეთი უნდა იყოს, რომ სოგმანიდან ფიცრის ნაწიბურამდე მანძილი მინიმუმი 20 მმ იყოს, ე. ი. ფიცრის სიგანე $b \geq d_s + 40$ მმ.)

(ფიცრის სისქე აიღება სოგმანის ზომების დამოკიდებულებით: როდესაც $d_s = 9$ სმ — $z_s = 5$ სმ, როდესაც $d_s = 12$ სმ — $z_s = 6$ სმ.)

22-ე ცხრილში მოცემულია კბილანა სოგმანებზე განხორციელებული შეერთებების საორიენტაციო მაჩვენებლები.

(ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით ანგარიშის დროს ერთი კბილანა სოგმანის ამტანუნარიანობა განისაზღვრება შემდეგი ემპირიული ფორმულით:

$$\angle (T_s = 250 d_s) \rceil$$

(დასაშვებ ძაბვების მეთოდით ანგარიშის დროს ერთ სოგმანზე დასაშვები ძალა:)

$$[T_s] = 200 d_s,$$

სადაც d_s — კბილანა სოგმანის დიამეტრი სმ-ში, ხოლო T_s ძალები კგ-ში.)
 ამ ფორმულების საფუძველზე მიღებული საანგარიშო ამტანუნარიანობა და დასაშვები ძალები მოცემულია 21-ე ცხრილში.

საორიენტაციო მარეწებლები კბილანა სოგმანებზე განხორციელებული ღრობები, ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეუღლებებისათვის

კბილანა სოგმანების №	კბილანა სოგმანების დიამეტრი სმ-ით	შემკრავი კანქიკის დიამეტრი სმ-ით	კანქიკის საყელურის მინიმალური ხიშები სმ-ით	საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით	დასაშვები ძალა ერთ კვრახე კგ-ით	ერთი კბილანა სოგმანით ფორცის კვრახის შესტყება სმ	ფორცის კვრახის სიმაღლე ზომები სმ-ით	კბილანა სოგმანებს შორის მინიმალური მანძილი და მანძილი ფორცის კვრახე სმ-ით
9	9	≥ 2,0	0,8×8×8	2200	1800	20	5×12	16
12	12,2	≥ 2,4	1×10×10	3000	2400	28	6×15	20

§ 12. შეერთებანი საყელურებზე

(ხის კონსტრუქციებში საყელურები ეწოდება ლითონის ფირფიტებს, რომლებიც ძალებს შეეურსულად ლებულობენ ფოლადის კანქიკებისაგან (ზედებისაგან, კიმებისაგან) და შემდეგ ამ ძალების ხის ელემენტების სხვადასხვა წერტილებში (განშლილად) გადასცემენ.)

ხის კონსტრუქციებში გამოყენებული საყელურები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა: თელვაზე მომუშავე და ძვრაზე მომუშავე საყელურები.

თელვაზე მომუშავე საყელურები გამოიყენება შუადებად კანქიკის (კიმის და სხვა შემაერთებელი საშუალებების) თავისა და ხის ელემენტებს შორის.) ასეთი საყელურები, მათი მუშაობის სიმარტივის გამო, აქ ცალკე არ არის განხილული.

რაც შეეხება, ძვრაზე მომუშავე საყელურებს, ისინი ხის კონსტრუქციებში შეერთების ახალ, რაციონალურ ტიპს წარმოადგენენ და გამოყენების ფართო პერსპექტივები აქვთ.

(საყელურებზე განხორციელებული შეერთებანი აკმაყოფილებენ ჩქაროსნული მშენებლობისა და ასაწყობ-შლადი კონსტრუქციების მოთხოვნილებებს, ხის ელემენტების, კუთხური და საპირაპირო შეერთების, საიშედო და კომპაქტურ გადაწყვეტას იძლევიან.)

ძრის ძალაზე მომუშავე საყელურები მუშაობის მხრივ იყოფა: სოგმანურ, ნაგელოვან და წებო-ფოლადის საყელურებად.)

1. სოგმანური ტიპის საყელურები

სოგმანური ტიპის საყელურებს ეკუთვნის, მაგალითად, ინჟ. ვ. გ. ლენინოვის ბრკეალებიანი საყელურები, რომლებიც ფოლადის წრიული ფირფიტის დატვიფრით მიიღება (ნახ. 90.)

(ბრკეალებიანი საყელური დაახლოებით ისეთივე სიმძლავრით ხასიათდება, როგორც იგივე დიამეტრის კბილანა სოგმანი.) წელიადობის პრინციპის განხორციელების შედეგად შეერთებანი ბრკეალებიანი საყელურებზე მკვიდრია და დამყოლი. დატვიფრული ბრკეალებიანი საყელურების დამზადება

უფრო ადვილია, ვიდრე კბილანა სოგმანების, მის დასამზადებლად შეიძლება გამოვიყენოთ მრეწველობაში (მაგალითად, საავტომობილო მრეწველობა) მიღებული ფოლადის ნარჩენები.

(ბრჭყალებიანი საყელურების ქანჭიკის ხერგლის თელვის წინაღობის გაძლიერების მიზნით, საყელურებზე მიღულე-
ბულია ფოლადის გამაძლიერებელი რგოლი.

(ბრჭყალებიანი საყელურების გამაძლიერებელი რგოლის შესაერთებელ ელემენტებში ჩასალრპაივბლად, უკანასკნელებში იღებენ 2—3 მმ სიღრმის ბუდეებს ჰლარაივი ჩარხის დახმარებით, საყელურების ზოლიანად ჩალრპაივება შესაერთებელ ხის ელემენტებში საკირო არ არის.

(ფიცრებს შორის საყელურების მოსათავსებლად 4—5 მმ ღრიქოს სტოვებენ, რის

ნახ. 90. დატვირთული ბრჭყალებიანი საყელური.

ზედგად დიდდება განივი ექსცენტრისიტეტი) მაგრამ საწარმოოდ ადვილდება საყელუროვან შეერთების საწარმოო კონტროლი და კონსტრუქციის განიიიება.

ბრჭყალებიანი საყელურების რამოდენიმე ტიპი არსებობს. მათ შორის უფრო სრულყოფილად უნდა ჩაითვალოს ინე. ლენნოვის ბრჭყალებიანი საყელური, რომელიც ასაწყობ-შლადი კონსტრუქციების განხორციელების საშუალებას იძლევა.

შეერთებანი ბრჭყალებიან საყელურებზე ხორციელდება უკანასკნელთა ჩაობით ხის ელემენტებში. (ბრჭყალებიანი საყელურებით არმირებული ხის ელემენტების მსხვილი ტრანსპორტაბელური ბლოკებით დამზადება და შემდეგ მათი სამონტაჟო აწყობა მშენებლობის ადგილზე, საგრძნობლად აადვილებს და აჩქარებს ხის კონსტრუქციის დამზადებისა და აწყობის პროცესს.) აღარ არის საკარო კონსტრუქციის ფიცრების ცალკეული ფენების ერთი ნეორისაგან მოშორება და შემდეგ დაწნეხვა ადგილზე, როგორც ეს რგოლებრ სოგმანების გამოყენების დროს ხდება. ამავიი საყელურიან შეერთებათა უპირატესობა რგოლებრ (გლუვ და კბილანა) სოგმანებზე განხორციელებულ შეერთებებთან შედარებით.

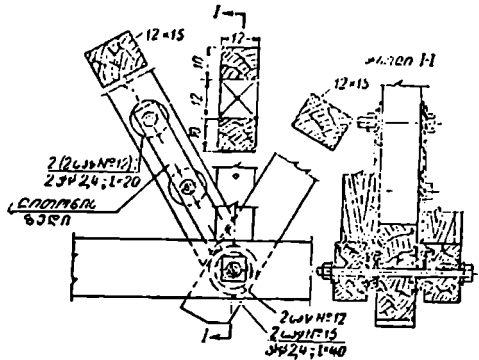
ერთდროულად ბრჭყალებიან საყელურებზე განხორციელებული კვანძური შეუღლებანი კომპაქტურია, შედარებით წრიული რგოლისებრ სოგმანებზე გადაწყვეტილ კვანძთან, თუნდაც მხოლოდ იმ მოსაზრებით. რომ კვანძის ზონა ფერმის მართობი სიბრტყის მიმართულებით ლიზონის ზედების გამოყენების შესაძლებლობის გამო მცირეა და ერთდროულად მცირეა სივრცითი ექსცენტრისიტეტი (ნახ. 91). აქედან გამომდინარე, კვანძში შემავალი ელემენტების გრეხა ნაკლებად მოსალოდნელია.

ბრჭყალებიან საყელურებზე განხორციელებულ შეერთებათა საორიენტაციო მახასიათებლები: საყელურების და ქანჭიკების ზომები, საანგარიშო ამტანუნარიანობა, დასაშვები ძალები და სხვა საანგარიშო სიდიდენი მოცემულია 22 ცხრილში.

ინჟ. ლენოვის ბრკეალებიანი საეულურების ხაორენტაყო მახასათებლები

ბრკეალებიანი საეულურის №	ძაყ სმ-ით	ჭკ სმ-ით	საბუნკაკო საეულურის მონომალური ზომები სმ-ით	ერთი ქრის საბუნკაკოში ამტანუნარიანობა ჰყკმ-ით	ერთ კრუნე დაბაყევი ძალე ჰყკმ-ით	საეულური ფრკოუ მუსტუბას ფართი სკვ	ფრკების კვდის მონომალური ზომები სმ-ით	საეულურის ცენტრიდან მინიმალური დაშორება სმ-ით	ფრკის ქრამედ	საეულურის ცენტრთან დაშორება სმ-ით
8	8	2	0,4×5×5	960	600	8	4×10	12		16
10	10	2	0,5×6×6	1500	1250	12	5×12	15		20
12	12	2,4	0,6×8×8	2160	1800	18	6×15	18		24
15	15	2,4	0,7×9×9	2390	2310	28	8×18	22		30

ბრკეალებიან საეულურებზე კვანძური შეუღლების ტიპური მაგალითი ნაჩვენებია 91-ე ნახაზზე. ქვედა სარტყელი და დგარი ორ-ორი შტოსაგან შედგება, განივ კვეთის ზომებით— $2 \times 10 \times 12$ სმ. ირიბანები (მარცხენა და მარჯვენა) თითო შტოსგან ზომით 12×15 სმ. შეკუმშული დგარის ელემენ-



ნახ. 91. საეულურებზე გადაწყვეტილი კვანძი.

ტები პირდაპირ ებჯინება ქვედა სარტყელის ელემენტებს. მარჯვენა ირიბანი გალის ქვედა სარტყელის ელემენტებს შორის და მათ ერთი წყვილი ბრკეალებიანი საეულურით (№ 15) და კანკიკით ევაგრება. მარცხენა ირიბანი მარჯვენა ირიბანის მიერთების სიბრტყესთან წუდება და ძალვას კვანძის ცენტრში ვაშაელ კანკიკს ორი ლითონის—ზელისა და ერთი წყვილი საეულურების (№ 12) საშუალებით გადასცემს. ეს ზედები მარცხენა ირიბანთან ორი წყვილი ბრკეალებიანი საეულურებითა (№ 12) და კანკიკებით არიან დამაგრებული.

(კვანძში ან პირაპირში ხის ელემენტების ერთი მეორესთან მიმაგრება წყვილი ბრკეალებიანი საეულურების საშუალებით ხდება.) (როლესაც საეულურ-

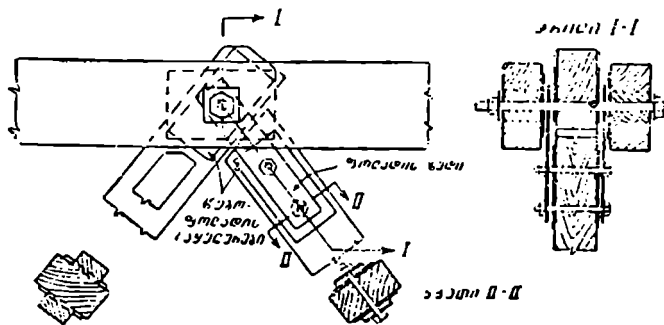
საყელური. ორი ტრავერსისა, ორი ზედისა და ერთი ოთხპირადი კანკიკის საშუალებით, რომლებიც ამ ძალვას შემდეგ ანაწილებენ მორის პირაპირის სივრცეზე ნაგელების საშუალებით.

3. წებო-ფოლადის საყელურები

წებო-ფოლადის საყელურები წარმოადგენენ ხის კონსტრუქციის ელემენტების ასაწყობ-შლადი შეერთების უახლეს ტიპს. წებო-ფოლადის საყელურებზე კვანძის გადაწყვეტა ბრკელებიან საყელურებზე შეერთების ანალოგიურად ხდება, იმ განსხვავებით, რომ ამ შემთხვევაში ფოლადის ფირფიტები ხის ელემენტებს ემაგრება წებოს საშუალებით (ნახ. 93). (საყელურების ხის ელემენტებზე დაწებება ხდება სპეციალური წყალმღვარი და ბიომღვარი წებოთი ნძ-2.) წებო-ფოლადის საყელურები წამოყენებული და დაბუშაებულია „სინიპსში“ სტალინური პრემიის ლაურეატის ა. ბ. გუბენკოს მიერ.

ასეთ შეერთებაში ძალების გადაცემა შემდეგნაირად ხდება. კანკიკიდან ძალვა შეეყრსულად გადაეცემა საყელურს, რომელიც წებოვანი ნაკერის დახმარებით ძალვას შესაერთებელ ელემენტს გაშლილად გადასცემს.

კანკიკი ძირითადად მუშაობს თელვაზე, კრაზე და ნაწილობრივ ლუნვაზე. საყელურის თელვის ფართის გადიდების მიზნით ანალოგიურად ლენწოვის სისტემის ბრკელებიანი საყელურისა, უკანასკნელის კედლებზე მიღსულებულია გამძლიერებული რგოლი.



ნახ. 93. წებო-ფოლადის საყელურებზე განხორციელებული ფერმის კვანძი.

ექსპერიმენტალური მონაცემების მიხედვით ფოლადის-ფოლადზე წებოვანი ნაკერის (წებო ნძ-2) ზღვრული სიმტკიცე ახლგაზე და აგლეჯაზე ტოლია 300 კგ/სმ²; ხოლო ფოლადის-ხესთან წებოვანი ნაკერის სიმტკიცე იმდენად დიდია, რომ შეერთების რღვევა ხდება არა წებოვან ნაკერზე, არამედ მერქანზე;

კვანძის ცენტრში მოთავსებული კანკიკი, ამცირებს შესაერთებელი ელემენტების კვეთს, მაგრამ სამაგიეროდ კვეთის შესუსტების კომპენსაცია ხდება ფიცრებზე დაწებებული ფოლადის საყელურების საშუალებით;

ჩაღსანიშნავია, რომ წებო-ფოლადის საყელურებზე ხის ფერმების აწყობის ტემპი თითქმის 10-ჯერ აღემატება ხის კონსტრუქციებში ჩრახტიანი სისტემების მონტაჟის ტემპებს.

(წებო-ფოლადის საყელურებზე შეერთებისას საანგარიშო კონსტრუქციული მითითებანი მთლიანად ჯერ გამომუშავებული არ არის. საორიენტაციოდ შეგვიძლია მივიღოთ, რომ დასაშვები ძალვა საყელურზე (ბოქვების გრძივად) ტოლია:)

სადაც

$$\left\{ \begin{array}{l} [T_x] = F_x[\tau], \\ |\tau| = 10 \text{ კგ/სმ}^2. \end{array} \right.$$

თავი მათი

შერთვანი წებოჯე და სამშენებლო უანერა

§ 11. ზოგადი დახასიათება

ჩის დეტალების ერთიმორესთან დაწებებას დიდი ხნის ისტორია აქვს. კაპიტალურ მშენებლობაში კი დაწესებული ხის კონსტრუქციების გამოყენება მხოლოდ XX საუკუნეში იწყება წყალმდგრადი და ბიომდგრადი სამშენებლო წებოების გამომუშავებასთან დაკავშირებით.

შერთება წებოჯე. ფოლადის კონსტრუქციების შედუღებით შერთების ანალოგიურად, ელემენტების ხისტს და არადაჰყოლ შერთების ტიპს წარმოადგენს.

წებოვანი შერთებანი ხასიათდებიან:

1) ელემენტების მუშაობის შერთების სიბრტყეებში (ნაკერებში) ძრის არარსებობით;

2) ფოლადის მუშა ნაწილების არარსებობით;

3) შერთებაში შესუსტების არარსებობით;

4) შედარებით დიდი ცეცხლმდგრადობით; დაწებებული ელემენტების კვეთის მონოლითურობისა და კომპაქტურობის გამო;

5) ელემენტების მუშაობის უფრო ხელსაყრელი განიკვეთის ფორმებით და კონსტრუქციების შედარებით მრავალნაირი მოხაზულობით.

სამშენებლო წებოები შემდეგ ძირითად მოთხოვნილებებს უნდა აკმაყოფილებდნენ:

ა) წებოვანი ნაკერის სიმტკიცე ახლეჩაზე და გაკიმეაზე შესაერთებელი ელემენტების მერქნის ბოკოების გრძივად ახლეჩისა და ბოკოების განივად გაკიმეის წინალობაზე ნაკლები არ უნდა იქნეს;

ბ) წებოვანმა ნაკერმა უნდა შეინარჩუნოს თავისი სიმტკიცე კონსტრუქციის საექსპლოატაციო ვადის განმავლობაში;

გ) წებოვანი ნაკერი წყალმდგრადი და ბიომდგრადი უნდა იყოს. ე. ი. არ უნდა იცვლიდეს თავის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს ტენის ზეგავლენით და ლობას არ უნდა განიცდიდეს;

წებოვანი ნაკერის გამაგრება ხდება მისი გაცივებისა, გაშრობისა ან წებოს კიმიური პოლიმერიზაციის შედეგად. ეს პროცესი 15--20° ტემპერატურის დროს რამოდენიმე დღე-ღამეს გრძელდება. (სიცივეში წებოვანი ნაკერის გამაგრება დიდხანს გრძელდება, გამაგრების პროცესის დასაჩქარებლად საკი-

რომ ტემპერატურა $-1 = 50 - 60^{\circ}$. ქსაქარხნო პირობებში შესაძლოა წებოს პოლიმერიზაციის პროცესის დაჩქარება დიდი სიბშირის ელექტროგახურებით, რის შედეგად წებოს გამაგრების პერიოდი შეიძლება 5—50 წუთამდე იქნეს დაყვანილი.

წებოს შეკერისა და გამაგრების პროცესის დროს ადგილი არ უნდა ქონდეს მერქნის შრობისა და გაჯირჯეების დეფორმაციებს. რასაც შეუძლია გამოიწვიოს ჯერ კიდევ გაუმაგრებელი ნაკერის რღვევა. რისთვისაც წებოს შრობის პერიოდში ნაკერის სიმტკიცისა და სიმკვიდრის უზრუნველყოფისათვის. აუცილებელია სათანადო ტენიანობისა და ტემპერატურული რეჟიმის დაცვა.

ამ პირობის დაკმაყოფილება შეიძლება მშრალი ხის მასალის გამოყენებით და წებოვანი ხის კონსტრუქციების ქსაქარხნო წესით დამზადებით. ამიტომ წებოვანი ხის კონსტრუქციები ქარხნული წესით დამზადებულ ხის კონსტრუქციებს მიეკუთვნება.

სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოყენებულ წებოს საკმარისი დამაწებელი უნარი უნდა ჰქონდეს. მშრალი ფიქვის ნიმუშებიან წებოვანი ნაკერის დროებითი წინაღობა ახლგაზე 55 კგ/სმ²-ზე ნაკლები არ უნდა იქნეს, ხოლო შუხის ნიმუშების კი 80 კგ/სმ².

სამშენებლო წებოებს სათანადო გამაგრების ხანგრძლიობის უნარი უნდა ჰქონდეს. წებოს ნაკერის გამაგრების ხანგრძლიობის უნარი ეწოდება დროს, რომლის განმავლობაში წებოს ხსნარი დაწებებისათვის საკმარისი სიბლანტეს (წებოვნებას) (плотность) ინარჩუნებს.

წებოს ნაკერის გამაგრების ხანგრძლიობის უნარი 15—20° ტემპერატურის დროს, წებოს ტიპის მიხედვით, 1—3 საათზე ნაკლები არ უნდა იქნეს. ეს დრო საკმარისი იმისათვის, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს დასაწებებელ ელემენტებზე წებოს წასმა და შემდეგ მათი დაწინებვა წებოს შეკერამდე.

აღსანიშნავია საბჭოთა მეცნიერების მიღწევები სამშენებლო წებოების რეცეპტურისა, წარმოების ტექნოლოგიისა, წებოვანი ხის კონსტრუქციებისა და მათი ანგარიშის თეორიის დამუშავების საქმეში. წებოვანი ხის კონსტრუქციების დამუშავებისა და მათი მშენებლობაში დანერგვისათვის საბჭოთა მკვლევარების ჯგუფს: გ. გ. კარლსენს, ა. ბ. გუბენკოს და სხვებს 1951 წ. მიენიჭათ სტალინური პრემიის ლაურეატების საპატიო წოდება.)

§ 44. სამშენებლო წებოები

წებო წარმოადგენს ნივთიერებას, რომელიც მონოლითურად აკავშირებს ერთი მეორესთან მკვიდრად შეხებულ ელემენტებს.)

წებოების რამოდენიმე სახე არსებობს:

1) სახუროე წებოები, რომლებიც მიიღება ძვლის, ხრტილის, ტყავის და სხვა მასალების სათანადო დამუშავებით. ასეთი წებოები ცხელ მღვობარობაში წაესმება დასაწებებელ ზედაპირებს და შემდეგ ხდება მათი შეკერა. ეს წებოები წყალმდგრადი და ბრომდგრადი არ არიან. ამასთან ერთად, მათი წებოვნების ხანგრძლიობა ისე მცირეა, რომ დიდი ზედაპირების დაწებება შეუძლებელია და, ამიტომ მათი გამოყენება მხოლოდ სახუროე-საავეჯო წარმოებით იფარგლება.)

2) კაზეინურ ცემენტოვანი წებო. კაზეინურ-ცემენტოვანი წებო თუ მას განვიხილავთ წონით ერთეულების თანათარლობით შემდეგი შეზღვევებით განისაზღვრება:

კაზეინური წებოს ერთი წონითი ერთეული,
პორტლანდ ცემენტი 0,75 წონითი ერთეული;
წყალი საშუალოდ 2,3 წონითი ერთეული.

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს ზემოთ მოყვანილი შემადგენლობის წებო საშუალო ბიომდგრადი და საშუალო წყალმდგრადია, და მასზე დამზადებული კონსტრუქციების შედთხვევითი და არა ხანგრძლივი დატენიანება დიდ საინჟინრობას არ წარმოადგენს.)

დადგენილად შეიძლება ჩაითვალოს ის ფაქტი, რომ ასეთი კონსტრუქციების და მისი ელემენტების სიმტკიცე საშუალოდ 9 თვის განმავლობაში დატენიანებისა, ინარჩუნებს თავისი პირვანდელი სიმტკიცის 20—30%-ს.

ასეთ პირობების შემდეგ გამშრალი წებოვანი შეერთების სიმტკიცის აღდგენა ხდება.

კაზეინურ-ცემენტოვანი წებოს სერიოზულ ნაკლად უნდა ჩაითვალოს დაწებებული ელემენტების დამუშავებისას სათანადო ხელსაწყო იარაღების ინტენსიური ცვეთა. (ყველა ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კაზეინურ-ცემენტოვანი წებოს გამოყენება საპასუხისმგებლო ხის კონსტრუქციებისათვის ნაკლებად მიზანშეწონილია.)

3) წყალმდგრადი ფისოვანი წებო-კატმოსფერული ტენის ზემოქმედებისაგან დაუცველ ხის კონსტრუქციებში წყალმდგრადი და ბიომდგრადი წებოები გამოიყენება, რომლებიც სინთეტიური ფისებისაგან მზადდება.) ასეთ წებოებთან მეტად გავრცელებულია შემდეგი მათი ორი სახე KN-3 და EN. რომელთა წებოვანების ხანგრძლიობა 20°-ტემპერატურის დროს 2 საათს გრძელდება.)

(წებო KN-3 ძირითადად გამოიყენება, ფიცრებისა და ლარტყების დასაწყებებად, ხოლო უნივერსალური წებო EN გამოიყენება როგორც ხის ელემენტების ურთიერთ დაწებებისას ისევე ხის და ლითონის დაწებებისას.)

§ 45. წებოვანი შეერთების ტიპები

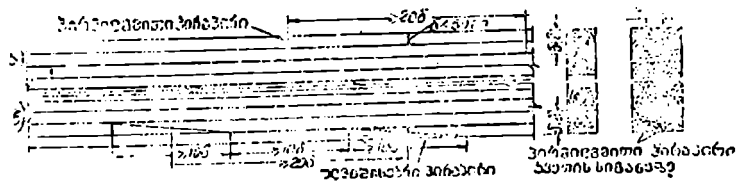
წებოვანი კონსტრუქციების დასაშაბდებლად მხოლოდ დახერხილი ხის მასალა გამოიყენება ტენიანობით არა უმეტესი 15%, დასაწებებელი ფიცრების სისქე ≤ 5 სმ. უფრო სქელი მასალის გამოყენება აძნელებს მასალის შრობას, პაეტის დაწნეხვას და საერთოდ აუარესებს წებოვანი კონსტრუქციის ხარისხს.)

ხის ელემენტების დაწებება ხდება, როგორც განივკვეთის გაზრდის, ისე ელემენტების სიგრძის მომატების მიზნით. წებოვანი შეერთების თავისებურების გამო წებოს დახმარებით ცალკეული ფიცრების შეერთება შეიძლება ფიცრების სიგრძეზე, სიგანეზე, და სიმაღლეზე.

წებოვანი შეერთების ძირითად ტიპად ითვლება პარალელურად დალაგებული ფიცრების პაეტად შეერთება; ფიცრების განივკვეთის როგორც დიდ

ისე მცირე ზომების სიბრტყეში, რათა მიღებულ იქნეს სასურველი პროფილის ელემენტი (ნახ. 94).

წყევმშული ელემენტების პირაპირები ხორციელდება მათი პირისპირ მიდგმით, ხოლო გაქიმული შეერთება ხორციელდება ე. წ. „ულვაშისებური პირაპირით.“ აღსანიშნავია, რომ წებოვან კონსტრუქციებში შესაძლებელია:



ნახ. 94. დაწებებული ელემენტის შემადგენელი ფიცრების პირაპირები.

სხვადასხვა ხარისხის ხის მასალის რაციონალური განლაგება! ასე მაგალითად კოკის კვეთის შუა ნაწილში, სადაც ძაბვები მცირეა, შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს უფრო მძარე ხარისხის მასალა, ვიდრე განივკვეთის მეტად დაძაბულ განაპირა ზონებში.

დაწებებული კონსტრუქციების ზემაღლიწუნული თავისებურებანი საშუალებას იძლევიან მათი დამზადებისას გამოვიყენოთ მცირე ზომისა და აგრეთვე მძარე ხარისხის ხის მასალა, რაც ამცირებს ხის კონსტრუქციების ლირგბულებას.

(ფიცრების დაწებება კუთხური შეუღლების მიზნით რეკომენდებული არ არის, რადგან ასეთი დაწებების სიმტკიცე საგრძნობლად მცირეა.)

(ფიცრების კუთხურად დაწებების დროს ნაქერში წარმოიშევა ბოქკოების გრძივად და განივად მერქნის სხვადასხვანაირი შრობით გამოწვეულ შივა ძაბვები და დეფორმაციები, რაც შეერთების სიმტკიცეს ამცირებს.)

წებოვანი ფიცრების პაკეტში პირაპირების მოწყობა შემდეგ პირობებზე უნდა აკმაყოფილებდეს (ნახ. 94):

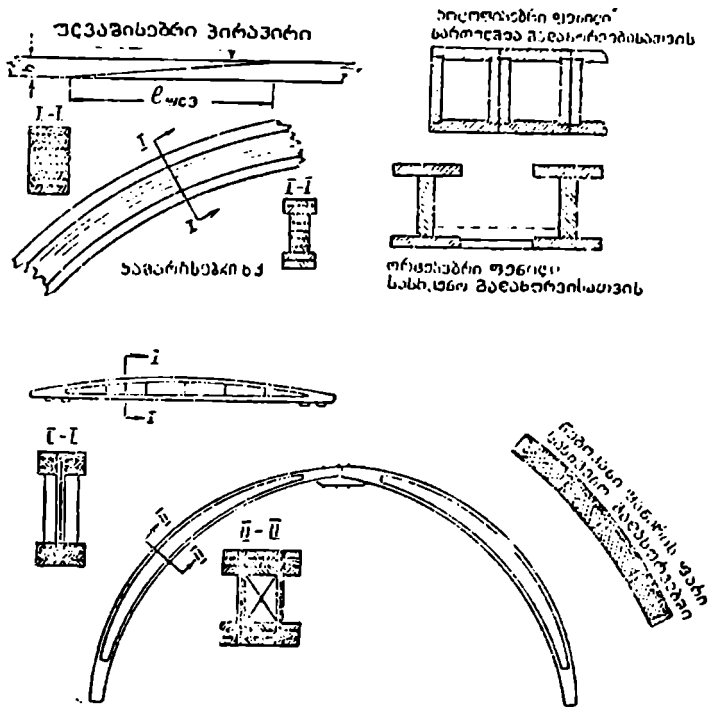
ა) მეზობელი ფიცრების პირაპირებს შორის მანძილი $\geq 20\text{მ}$, სადაც მ ფიცრის სისქეა.

ბ) ელემენტის განივკვეთში პირაპირიანი ფიცრების რაოდენობა კვეთში შემავალ მთელ ფიცრების რაოდენობის 25% -ს არ უნდა აღემატებოდეს.

გ) როდესაც საჭიროა ფიცრების პირაპირება (გადაბნა) ელემენტის კვეთის სიგანეზე, გადაბნისას შეერთება ხორციელდება ფიცრების გვერდების პირმიდგმით ელემენტის მთელ სიგრძეზე. კვეთის სივალლეზე პირაპირები მეზობელ რიგებში თავსდება ერთი მეორისაგან განცალკეებით არა უმცირეს 40 მმ (ნახ. 94).

წებოვანი შეერთებები ხის კონსტრუქციების გამოყენების შემდგომი გაფართოების საშუალებას იძლევიან. სახელდობრ, მცირე ზომების ხის მასალისაგან შესაძლებელია დიდმალიანი მონოლითურკვეთიანი კონსტრუქციების (კოქების, კამარების, თაღების) განხორციელება კვეთების რაციონალურ პროფილით (ორტესებრი, ყუთისებრი და სხვ. ნახ. 95).

პროფილური მასალის გარდა წებოს დაბარებით შესაძლებელია თურცლო-
ვანი მასალის შექმნა წყალმდგრადი სამშენებლო ფანერის სახით, რომელიც
წებო-ფანერის კონსტრუქციების განიორციელების საშუალებას იძლევა (ნახ. 95).



ნახ. 95. დაწებებული კონსტრუქციების დამაბასიათებელი ფორმები.

დაბოლოს, წებოს საშუალებით შესაძლებელია თოლადის საყელურების
პიმაგრება ფიცრებზე კონსტრუქციების კვანძების მოწყობის მიზნით რაც ასა-
წყობ-შლადი ხის ფერმების განხორციელების საშუალებას იძლევა და ანიტომ
დიდ ყურადღებას იმსახურებს.

დაწებებული ელემენტების ანგარიში, — განიყვეთის პროფილისა და ლე-
როს მოხაზულობის მიუხედავად, — მონოლითურკვეთიანი ლეროების ანგარიშის
საერთო წესების თანახმად წარმოებს.

§ 46. წებოვანი კონსტრუქციების დამზადების თავისებურებანი

(წებოვანი კონსტრუქციების დამზადება როგორც ზემოთ იყო აღნიშნუ-
ლი, ქარხნებში წარმოებს ან კარგად მოწყობილ სამშენებლო მოედნებზე,
რომლებსაც აქვთ: ხის დამშუშავებელი ჩარხები და საშრობი მოწყობილ-
ბანი და სხვა დამზადებელი დანადგარები.)

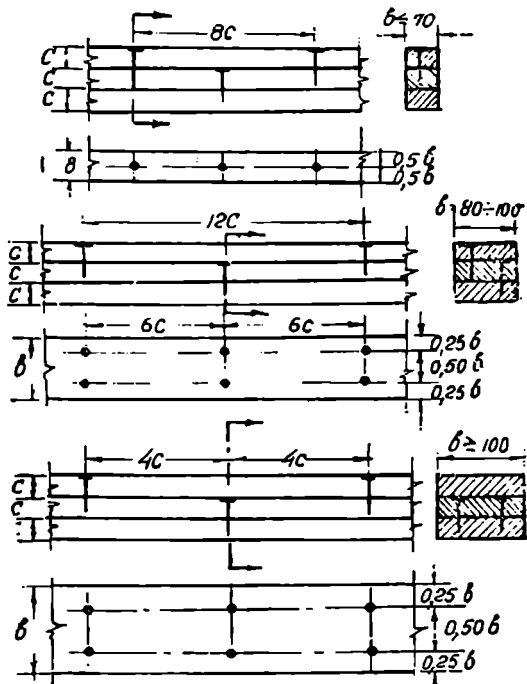
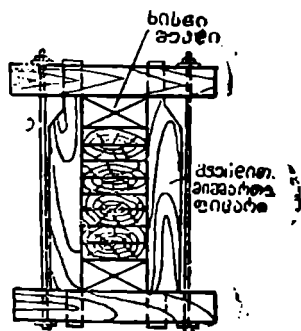
(დასაწებებელი ელემენტები წინასწარ უნდა გასუფთავდეს და გაშალაშინდეს; წებოს ხსნარის მომზადება სპეციალურ წებოსაჩვევლებით, წასმა მბრუნავი ლილვებით ან ხელის ფუნჯებით წარმოებს დასაწებებელი ელემენტების ზომების მიხედვით.

დასაწებებელი ფიცრების პაკეტის დაწნევა, კონსტრუქციის ტიპისა, მუშაობის მოცულობისა და სათანადოდ არსებული მოწყობილობის მიხედვით ორი ძირითადი ხერხით წარმოებს: 1)

1) წნეებით (ფართვე კაბრაკებით ნახ. 96),

2) ლურსმნებით (ნახ. 97).

დასაწებებელი პაკეტების დაწნევა ხასიათდება მაღალი შრომის ნაყოფიერებით და საქარხნო სათაქსოს; 1 მ² ფართზე მიღებული პროდუქციის მეტი რაოდენობით. ერთდროულად ადგილი არა აქვს ლითონის (ლურსმნების) ხარჯს და დაწებების ხარისხი მაღალია. ამიტომ დასაწებებელი ელემენტების წნეების საშუალებით დამზადება წებოვანი კონსტრუქციების დამზადების პროგრესულ ფორმას წარმოადგენს. 97-ე ნახაზზე ნაჩვენებია უმარტივესი დამწნეხი კაბრაკის სახე.



ნახ. 96. დასაწები ხელის კაბრაკი.

ნახ. 97. დამწნეხი ლურსმნების განლაგება ფიცრების სხვადასხვა სივანისას.

ასეთი კაბრაკები ერთი მეორისაგან 0,5—1,0 მ-ზე ლაგდება და დასაწებებელი ელემენტის სიგრძეზე დაწოლის თანაბრად განაწილებას უზრუნველყოფს. წნევის სიდიდის შეჩვევა შემდეგი ფაქტორების მიხედვით წარმოებს: დასაწებებელი ფიცრის განივევების ზომები, წებოს სიბლანტე. რაც მეტია:

ელემენტის განიკვეთის ზომა და წებოს სიბლანტე მით მეტი უნდა იყოს წნევის სიდიდე. დაწნევის წნევის საშუალო მნიშვნელობა 4 კგ/სმ^2 მიიღება. დაწნე-ბებული ელემენტების ლურსმნებით დაწნევა, მისი სიმარტივის გამო, ძალზედ გავრცელებულია თუმცა-ღა ის ნახევრად კუსტარულ ხერხს წარმოადგენს.

ელემენტების ლურსმნებით დაწნევა ხდება სამონტაჟო მაგიდაზე ან ქარ-გილზე, ფიცრების თანდათანობით განფენით კვეთის სიმაღლის მიხედვით; ყო-ველი ფიცრის დაწნევა ხდება ცალკე, მასზე წებოს წასმის შემდეგ, რისთვის-საც ის სამონტაჟო ლურსმნებით ქვედა ფიცარს მიემაგრება წნეებით. დაწნე-ხვისას მთელი პაკეტის დაწნევა ერთდროულად ხდება, რაც საგრძნობლად კონსტრუქციის დამზადების პროცესს აჩქარებს.)

სამონტაჟო ლურსმნების განლაგების ზოგადი წესები ნაჩვენებია 97-ე ნახაზზე. ლურსმნების სიგრძე, დაახლოებით ორი შესაერთებელი ფიცრის სისქის ტოლი მიიღება.

§ 47. სამშენებლო ფანერა

სამშენებლო ფანერა წარმოადგენს წებოს საშუალებით ურთიერთ მარ-თობად დაკავშირებული თხელი შპონების მრავალფენა პაკეტს.

ფოლადის ფურცლების მსგავსად, ფანერა ფურცლოვანი ხის მასალას წარმოადგენს, რომელსაც სხვადასხვა ფენების შპონების უჯვარედინი განლა-გების გამო, ელემენტის როგორც გრძივი, ისე/განვივი მიმართულებით, თით-ქმის ერთნაირი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები გააჩნია.)

ფანერაში შემავალი შპონების³ რიცხვი ყოველთვის კენტი აიღება: 3, 5, 7 და ა. შ.)

(შპონები წიწვოვანი ჯიშებისაგან და უმთავრესად არყის ხისაგან მზად-დება, რადგან ის დიდი სიბლანტით და ლამაზი ტექსტურით ხასიათდება.)

წებოვან ფანერაში წელიწადობის პრინციპით მასალის განაწილების გა-მო, მერქნის მანკების გაუღენა უმნიშვნელოა. ამიტომ ფანერის ფიზიკურ-მექა-ნიკური მაჩვენებლები უფრო მყარია შედარებით ჩვეულებრივ ხის მასალას-თან.

ფანერა დიდი სიმტკიცით ხასიათდება. ძირითადი დასაშვები ძაბვა კრაზე $[T]_{\text{კ}} = 40 \div 50 \text{ კგ/სმ}^2$, ხოლო დასაშვები ძაბვა თელეაზე ლურსმნოვან შეერთებებში $[T]_{\text{ფ}} = 160 \text{ კგ/სმ}^2$.)

ლურსმნოვან შეუღლებათა ანგარიშის დროს ნაგულისხმევი, რომ თელ-ვის ძაბვები ფანერის ფურცლის სისქეზე თანაბრად ნაწილდება. ამიტომ სიმე-ტრიული ლურსმნოვანი შეუღლების დროს ფანერის შუა ელემენტისათვის ლურ-სმნის ერთ კრაზე დასაშვები ძალვა გამოითვლება ფორმულით:)

$$[T]_{\text{კ}} = 0,5 \cdot z_{\text{ფ}} \cdot d_{\text{კ}} \cdot [T]_{\text{ფ}}$$

ფანერის ფურცლისათვის, რომელიც შეუღლების გარე ელემენტს წარ-მოადგენს ლურსმნის ერთ კრაზე დასაშვები ძალვა:

$$[T]_{\text{კ}} = z_{\text{ფ}} \cdot d_{\text{კ}} \cdot [T]_{\text{ფ}}$$

სადაც β_0 არის ფანერის ფურცლის სისქე;

d_c — ლურსმნის დიამეტრი.

ფანერის სხვა საანგარიშო მონაცემები და ნორმატიული წინაღობები მოცემულია სპეციალურ ტ. პ. და ნორმებში (იხ. НСН 101-51).

(წნეების ზომებისაგან დამოკიდებულებით სამშენებლო ფანერის ფურცლების ძირითადი ზომებია: 1525×1525 მმ; 1525×1220 მმ; ფანერის ფურცლის სისქე $\beta_0 = 3, 4, 6, 8$ მმ (სამ ფენა შპონიან ფანერისათვის).)

წყალმდგრადი სამშენებლო ფანერის გამოყენება საშუალებას იძლევა ორტესებრი და ყუთისმაგვარი კვეთიანი წებო-ფანერის კონსტრუქციების დამზადებისას, რომლებიც მაღალი ეფექტიურობით ხასიათდებიან (ნახ. 95).

თავი მეთერთმეტი

დაშვალ-მაკავშირებლადანი შედგენილი ღეროების
ბრძივი და განივი ღუნვა

§ 47. ხის კონსტრუქციების ელემენტების მაკავშირებლადანი
დაშვალობა

(თანამედროვე ხის კონსტრუქციებში მთლიან კვეთებთან ერთად შედგენილი კვეთები გამოიყენება:)

შედგენილი განივეკვებების შემადგენელი ელემენტების შესაერთებლად განივებულ ყველა სახის მაკავშირებლები (გარდა წებოაი) ერთი საერთო თვისებით—დამყოლებით ხასიათდებიან, რომელიც საგრძნობლად აუარესებს შედგენილი განივეკვების მუშაობის პირობებს შედარებით მთლიან განივეკვებებთან. შედგენილი ელემენტის დეფორმადობა დიდდება და მკარდება ამ ტანუნარიანობაჲ

(განვიხილოთ განივ ღუნვაზე მოკუშავე ორი ძელისაგან შედგენილი კოჭის სამი ნაირსახეობა (ნახ. 98, ა).

1) ხისტ მაკავშირებლებზე (წებოზე),

2. დამყოლ მაკავშირებელზე,

3. მაკავშირებლების გარეშე)

(წებოთი ძელების შეერთება მიეკუთვნება ხისტ შეერთებას რის ვაშო მასზე შეერთებული შედგენილი კოჭი შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც მონოლითური.)

აღვნიშნოთ მონოლითურიკვეთიანი კოჭისათვის:

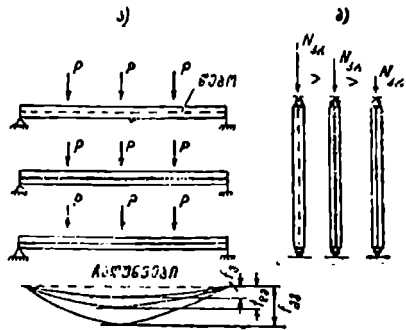
განივეკვების ინერციის მომენტი— I_a

განივეკვების წინალობის მომენტი— I_a'

ხოლო კოჭის ღუნვის ისარი — f_a

დამყოლ მაკავშირებლებზე შედგენილ კოჭისათვის შესაფერისად

$$I_c: I_a' \text{ და } f_c;$$



ნახ. 98. შედგენილი ღეროები: ხისტ მაკავშირებლებზე (წებო), დამყოლ მაკავშირებლებზე, მაკავშირებლების გარეშე.

უკანასკნელად მაკავშირებლების გარეშე შედგენილი კოქისათვის

$$I_{\text{ა}}; W_{\text{ა}}; f_{\text{ა}}$$

თუ ზემოთ განხილული სამი სახის შედგენილ კოქებს მათი ამტანუნარიანობისა და დეფორმადობის თვალსაზრისით ერთმანეთს შევადარებთ მივალბთ, რომ ყველაზე უკეთეს მაჩვენებლებს იძლევა კოქი შედგენილი ხისტ მაკავშირებლებზე, ხოლო ყველაზე უარესს—კოქი კავშირების გარეშე.

(კოქი დამყოლი მაკავშირებლებით დაკავებს შუალედ მდგომარეობას პირველ და მესამე სახის შედგენილ კოქებს შორის რის საფუძველზე შეიძლება ჩავწეროთ პირობა, რომ

$$I_{\text{ა}} > I_{\text{ე}} > I_{\text{ბა}} \quad (1,47)$$

$$W_{\text{ა}} > W_{\text{ე}} > W_{\text{ბა}} \quad (2,47)$$

$$f_{\text{ა}} < f_{\text{ე}} < f_{\text{ბა}} \quad (3,47)$$

ანალოგიური დამოკიდებულება შეიძლება გამოვსახოთ იმ ძალებს შორის რომლებიც მაკავშირებლებზე იმოქმედებს (T)

$$T_{\text{ა}} > T_{\text{ე}} > 0$$

სადაც ძალვა მესამე შემთხვევისათვის (სადაც მაკავშირებლები არ არსებობს) ტოლი იქნება ნულისა ($T_{\text{ბა}} = 0$).

პრაქტიკული მაგალითების გადაწყვეტისას დამყოლ მაკავშირებლებზე განხორციელებული შედგენილი კოქების ანგარიში შეიძლება დავიყვანოთ მთლიანკვეთიანი კოქების ანგარიშზე თუ დამყოლობისაგან მიღებულ შედეგებს სათანადო კოეფიციენტებით გამოვსახავთ. შედგენილი კოქის განიკვეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი შეიძლება შემდეგნაირად წარმოვიდგინოთ:

$$I_{\text{ს}} = K_{\text{I}} I_{\text{ა}};$$

ანალოგიურად

$$W_{\text{ს}} = K_{\text{W}} W_{\text{ა}}; \quad T_{\text{ს}} = K_{\text{T}} T_{\text{ა}}; \quad f_{\text{ს}} = f_{\text{ა}} \frac{1}{K_{\text{I}}},$$

სადაც K_{I} , K_{W} და K_{T} კოეფიციენტებია სიდიდით ნაკლები 1-სა.

ანალოგიური მსჯელობა შეიძლება ვაწარმოოთ იმ შემთხვევაზე, როდესაც ზემოთ განხილული სამი ტიპის განიკვეთის მქონე ელემენტები მუშაობენ გრძივ ღუნვაზე, რის შედეგად მივიღებთ, რომ დამყოლ მაკავშირებლებთან შედგენილი კვეთი დაიკერს შუალედ მდგომარეობას ხისტ მაკავშირებლებთან და მაკავშირებლების გარეშე ელემენტებს შორის, ე. ი. ამ სამი შემთხვევის შესაფერისი კრიტიკული ძალების (N) შემდეგ დამოკიდებულებაში იქნებიან $N_{\text{ა}} > N_{\text{ე}} > N_{\text{ბა}}$ (ნახ. 98, ბ).

როგორც ცნობილია გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი ν ფუნქციისაა ღეროს მოქნილობისა, რის გამო გრძივ ღუნვაზე ანგარიშისას მაკავშირებლების დამყოლობის გათვალისწინება უმჯობესია ვაწარმოოთ ეგრეთწოდებული დაყვანილი მოქნილობის შეშეგობით.

$$\lambda_2 = \frac{l}{r_0} = \frac{l}{r \sqrt{\frac{K_J l_0}{F}}} = \frac{l}{r \sqrt{K_J}} = \lambda_0 \cdot \frac{1}{\sqrt{K_J}} ;$$

თუ აღენიშნავთ $\frac{1}{\sqrt{K_J}} = \mu$, რომელსაც დაყვანის კოეფიციენტი ეწოდება, საბოლოოდ მივიღებდ:

$$\lambda_2 = \lambda_0 \frac{1}{\sqrt{K_J}} = \mu \lambda_0 ; \quad (4,47)$$

ამრიგად გრძივ ღუნვაზე მომუშავე შედგენილი ლეროსათვის დაყვანილ (საანგარიშო) მოქნილობა გამოითვლება დაყვანის კოეფიციენტისა და იმავე ლეროს მთლიან კვეთიანობის შესაფერისი მოქნილობის ნამრავლის სახით:
სადაც μ მეთია 1-ზე.

§ 48. დაშვლ მაკავშირებაზე შედგენილი კოჭების ანგარიში

1. განივი ღუნვა

როგორც ზემოთ აღენიშნეთ შედგენილი კოჭების ანგარიში მაკავშირებულების დამყოლობის გათვალისწინებით წარმოებს, დამყოლობის კოეფიციენტის გამოყენებით.

სახელდობრ: განივკვეთის საანგარიშო წინალობის მომენტი

$$W_0 = K_w W_a = m_l W_a ;$$

კოეფიციენტი K_w (m_l ზღვრული მდგომარეობით ანგარიშისას) ითვალისწინებს შედგენილი განივკვეთის წინალობის მომენტის შემცირებას შედარებით მთლიან იგივე განზომილებათა მქონე განივკვეთთან და განისაზღვრება განივკვეთში შემავალი ძელების რაოდენობისა და მაკავშირებელთა სახეობის მიხედვით.

რაც მეთია შედგენილი კოჭის განივკვეთში შემავალი ძელების რაოდენობა მით ნაკლებია K_w -ს სიდიდე ერთის მხრივ, და მეორეს მხრივ მაკავშირებულების სხვადასხვა სახეობანი დამყოლობის სხვადასხვა ხარისხით ხასიათდებიან, საბოლოოდ K_w მიიღება;

(კოჭისათვის, რომელიც შედგენილია ორი ძელისაგან და მაკავშირებლად გამოყენებულია ფირფიტოვანი ნაგებები $K_w = m_l = 0,9$; კოჭისათვის, რომელიც შედგენილია სამი ძელისაგან იგივე მაკავშირებლებზე $K_w = m_l = 0,8$);

შედგენილი კოჭებისათვის ორი ან სამი ძელისაგან, რომლებიც დაკავშირებულია ხის სოგმანებით $m_l = K_w = 0,8 \div 0,6$. საანგარიშო წინალობის მომენტის განსაზღვრის შემდეგ შედგენილი კოჭის განივკვეთის შემოწმება წარმოებს ჩვეულებრივი წესით, სახელდობრ;

ა) ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით

$$M_0 = (W_0) \epsilon R_c^0 = K_w W_a R_c^0 ; \quad (1,48)$$

სადაც M — საანგარიშო მლუნავი მომენტია (გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით);

R_L^b — საანგარიშო წინაღობა ლუნვაზე.

($H'a$)_გ — განივეეთის ღრეკადი წინაღობის მომენტი ნეტო ბ) დასაშვები ძაბვების მეთოდით

$$\sigma = \frac{M}{K_r(W'a)_{გ}} \leq [\sigma] \quad (2,48)$$

კოქის შემოწმება ჩაღუნვაზე (მეორე ზღერული მდგომარეობა). შემოწმებისათვის განისაზღვრება განივეეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი:

$$I_b = K_1 I_a,$$

სადაც კოეფიციენტი $K_1 = m_L$ (ზღერული მდგომარეობით ანგარიშისას მუშაობის პირობების კოეფიციენტი) ითვალისწინებს შედგენილი კოქის განივეეთის ინერციის მომენტის შემცირებისას, და მიიღება ტოლი;

შედგენილი კოქებისათვის ფირფიტოვან ნაგელებზე $K_1 = m_L = 0,7$, სხვა სახის დამუკლ მაკავშირებლებისათვის $K_1 = m_L = 0,6 \div 0,4$.

განივეეთის საანგარიშო ინერციის მომენტის განსაზღვრის შემდეგ კოქის რეალური დატვირთვის სქემის შესაფერისად გამოითვლება ფარდობითი ჩაღუნვა, რომელიც არ უნდა იყოს მეტი;

დასაშვები ფარდობითი ჩაღუნვისა (დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას) და ზღერული ფარდობითი ჩაღუნვისა (ზღერული მდგომარეობის მეთოდით ანგარიშისას).

აღსანიშნავია, რომ ლუნვაზე მომუშავე კოქების ჩაღუნვებზე შემოწმება დასაშვები ძაბვების და ზღერული მდგომარეობის მეთოდებით ანგარიშისას ერთი მეორესაგან არ განსხვავდებიან.

ორთავე შემთხვევაში დასაშვები ჩაღუნვები გამოითვლებიან მასალის ღრეკადი მუშაობის გათვალისწინებით და ნორმებისა და ტ. პ. თანახმად კოქის ერთი და იგივე საექსპლუატაციო პირობებისათვის, დასაშვები ჩაღუნვები მიიღება ტოლი ზღერული ჩაღუნვებისა. ერთდროულად კოქის ორთავე მეთოდით ანგარიშისას დატვირთვები ნორმატიულის ტოლი მიიღება (ზღერული მდგომარეობის მეთოდით გადატვირთვის კოეფიციენტის გარეშე).

უქანასქნელი დასაბუთებულად ითვლება იმ გარემოების გამო, რომ ჩაღუნვის სიდიდის გაზრდა ნორმატიულთან შედარებით (კონსტრუქციის გადატვირთვის გამო) არ უქმნის საფრთხეს კონსტრუქციის მთლიანობას.

დამუკლ მაკავშირებლებზე შედგენილ კოქებში, მაკავშირებლების დამუკლობის თვისება ვაგლენას ახდენს აგრეთვე მაკავშირებლების რაოდენობის განსაზღვრაზე და მათ განაწილებაზე კოქის მალის ფარგლებში.

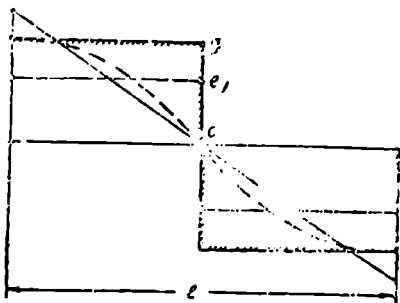
99-ე ნახაზზე მთლიანი ხაზით (bc) ნაჩვენებია კოქის მალის ფარგლებში ძრის ძალების განაწილების ეპიურა მაკავშირებლების დამუკლობის გათვალისწინების გარეშე, ხოლო წყვეტილი ხაზით დამუკლების გათვალისწინებით.

უბრალო მათი შედარება მოწმობს ძრის ძალების განაწილების ეპიურების სხვადასხვაობას განხილული ორი შემთხვევისათვის. მეორე შემთხვევაში

(დარეკობის გაფაღისწინებ.სას) ძრის ძაღების (მაკავშირებლების ძაღები, იპიურის მოხაზულობა პრაქტიკისათვის საკმარისი სიზუსტით შეიძლება მივიღოთ კოსუნისოიდის სახით.

როგორც იგივე ნახაზიდან ჩანს ორთავე წებბევევაში კოკის მალის ფარგლებში ადგილი აქვს მაკავშირებლებზე მოკმედი ძაღების არა თანაბარ განაწილებას, მეორე შემთხვევაში, პირველთან შედარებით, საყრდენთან მდებარე მაკავშირებლები მეტად დატვირთულნი არიან მალში მოთავსებულ კავშირების განტვირთვის ხარჯზე.

მაკავშირებლების საკირო რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი ორი პირობის მიხედვით:



ნახ. 99. ძრის ძაღების განაწილება წებბევევილ კავშირებში: მაკავშირებლების დამუღობის გაფაღისწინების გარეშე (მთლიანი სახი), დამუღობის გაფაღისწინებით (წყვეტილი სახი).

1. კოკის ნახევარ მალის ფარგლებში თანაბრად განაწილებული მაკავშირებლების რაოდენობა n'_3 საკმარისი უნდა იყოს იმ ძრის ძაღების ასატანად რომელიც დაგროვდება იგივე ნახევარ მალში ფარგლებში სილით

$$T'_3 = -\frac{MS}{I_3}$$

2. მაკავშირებელი რომელიც უშუალოდ საყრდენებზეა მოთავსებული (უღიდესი განივი ძაღის ქვეშ) არ უნდა იქნეს გადატვირთული. ზემოთ მოყვანილი პირველი პირობა შეიძლება შემდეგნაირად გამოვსახოთ

$$n'_3 = \frac{MS}{I_3 T_3};$$

სადაც M —მალში მოკმედი უღიდესი მღუნაეი მომენტია,

S —ძრის შრის ზემოთ მოთავსებული ფართის სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ,

I_3 —კოკის განივევითის ინერციის მომენტი (განივევითი განიხილება როგორც მთლიანი),

T_3 —მაკავშირებლების ამტანუნარიანობა (დასაწებები დატვირთვა დასაწებები ძაღების მეთოდით ანგარიშისას).

თუ ზემოთ მოყვანილი ფორმულებით გამოთვლილ კავშირების რაოდენობას (n'_3) კოკის ნახევარ მალზე თანაბრად გავანაწილებთ საყრდენთან ახლოს მოთავსებულ კავშირები ვადაიტვირთებიან. მართლაც საყრდენზე მოთავსებულ მაკავშირებელზე მოკმედი ძაღვა ტოლი იქნება ad მონაკვეთისა, ხოლო უკანასკნელი ab მონაკვეთის ნახევარს შეადგენს ვინაიდან abc სამკუთხედის ფართობი ტოლია $adec$ სწორი კუთხედის ფართისა, რომელიც უღრის T'_3 სხეანიარად

რომ ეთქვას საყრდენზე მოთავსებული მაკაეშირებელი გადატვირთული იქნება 100%-ით.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ძრის ძალების განაწილების ეპიურა (ეს იგივეა რაც მაკაეშირებლებს შორის ძალების განაწილება) მაკაეშირებლების დამუკობის გათვალისწინებით 99-ე ნახაზზე წარმოდგენილია წყვეტილი ხაზით, რომლის უდიდესი ორდინატი af (საყრდენზე) ნაკლებია. მთლიანი ხაზით წარმოდგენილია ეპიური უდიდესი ორდინატისა (ab), მაგრამ უკანასკნელი მაინც მეტია ვინემ ორდინატი ad (ი. ი. საყრდენზე მოთავსებული მაკაეშირებელი გადატვირთულა).

კავშირების გადაუტვირთაობისათვის საჭიროა. რომ $af \leq c$ სწორკუთხედის ფართი იყოს ტოლი afc კოსინუსოიდის ფართისა.

მარტივი გამოთვლების შედეგად შეგვიძლია მივიღოთ რომ $af \leq c$ სწორკუთხედის ფართი რომელიც უდრის $af \cdot \frac{l}{2}$ დაახლოებით 1,5 ჯერ მეტია კოსინუსოიდის ფართისა, რომელიც უდრის

$$af \frac{l}{\pi} \approx af \frac{l}{3}$$

ყველა ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კოქის ნახევარ მალზე თანაბრად განაწილებული მაკაეშირებლების რაოდენობა უნდა იყოს ტოლი (საყრდენზე მოთავსებული მაკაეშირებლების გადაუტვირთაობის პირობიდან)

$$n_3 \geq 1,5 n'_3 = 1,5 \frac{MS}{l_3 T_3}; \quad (3,48)$$

§ 49. შედგენილი კოჭების კონსტრუქციული საშუალებლო აწევა

ყოველ დამყოლ მაკაეშირებლებზე განხორციელებული შედგენილი კოქის ცალკეული ძელები დატვირთვისას ურთიერთ მიმართ ძრას განიცდიან, რის შედეგად ძელების განიკვეთში წარმოიშობიან დამატებითი ადგილობრივი ძაბვები და ერთდროულად ადგილი ექნება კოქის ჩამოწოლას (провисание).

(აღნიშნულის შედეგად შედგენილი კოქის მთლიანი ჩაღუნვა წარმოდგენილი იქნება 2 დამოუკიდებელი ჩაღუნვის ჯამის სახით: 1. დრეკადი ჩაღუნვა 2. ჩაღუნვა ძელების ურთიერთ ძრის შედეგად.)

როგორც დამატებითი ძაბვები ისევე კოქის ლერძის დამატებითი ჩაღუნვა უარყოფით ფაქტორს წარმოადგენს და კოქის ზეშაობის პირობებს აუარესებს.

ძრისაგან წარმოშობილ კოქის ჩაღუნვის თავიდან ასაცილებლად მიმართავენ კონსტრუქციულ საშუალებლო აწევის (f_n) გამოყენებას, რომლის შინაარსი შემდეგში ნდგომარეობს.

შედგენილი კოქის მაკაეშირებლების დასამადე კოქს ეძლევა უკუ ჩაღუნვა (აღუნვა) სიდიდით ტოლი მოსალოდნელი ჩაღუნვისა იმ ანგარიშით, რომ და-

ტვირთვის შემდეგ ზევით აღუნვის შედეგად კოქის ვალუნული ლერძი გასწო რ ხაზოვნდება. აქედან გამომდინარე f_s არ უნდა იყოს ნაკლები კოქის ჩალუნეისა სრული დატვირთვის ქვეშ.

კონსტრუქციული სავშენებლო აწევის სიდიდე გაძნისახული სმ-ით გამოივლება ფორმულით:

$$f_s = \frac{l_{\text{ნიც}}}{2l_{\text{იგ}}} \quad (1,49)$$

სადაც l არის კოქის მალი;

$l_{\text{ნიც}}$ — ძრის სიბრტყეების რიცხვი;

$l_{\text{იგ}}$ — შედგენილი კოქის განაპირა ელემენტების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი სმ-ით.)

კოქებისათვის კონსტრუქციული სავშენებლო აწევის სიდიდე შეიძლება დაახლოებით მივიღოთ ტოლი:

$$f_s = \frac{l}{2CO},$$

δ — ძრის ხაანგარიშო სიდიდე, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია მაკავშირებლების სახეობაზე მიიღება ტოლი:

ყველა სახის ნაგელისათვის $\delta = 0,2$ სმ

„ „ სოგმანებისათვის $\delta = 0,3$ სმ

ხუნდებისათვის $\delta = 0,4$ სმ.

§ 50. შედგენილი ლერძების გრძივი ღუნვა

მე-100 ნახაზზე მოცემულია ხის შედგენილი ლერძების ძირითადი ტიპები, ლერო პაკეტები (ნახ. 100, ა) ლერო მოკლე შუალებით, (ნახ. 100, ბ) ლერო პაკეტი, რომლის ნაწილი შემადგენელი ფიცრების ბოლოები არ არის დაყრდნობილი (გრძელ შუალებიანი ლეროები ნახ. 100 გ და დ). (განხილული შედგენილი ლეროების ნაირსახეობანი მათი გრძივ ღუნვაზე მუშაობის თვალსაზრისით ერთი შეგორისაგან მკირედ განსხვავდებიან. განვიხილოთ შედგენილი ლეროს გრძივ ღუნვაზე მუშაობა ორ ურთიერთმართობი მიმართულებით:)

1. გრძივი ღუნვა $x-x$ ლერძის მიმართ

2. „ „ „ $y-y$ „ „ „)

ამ ორი ლერძის მიმართ შედგენილი ლეროს გრძივ ღუნვაზე მუშაობა სხვადასხვა შინაარსისაა, სახელდობრ:

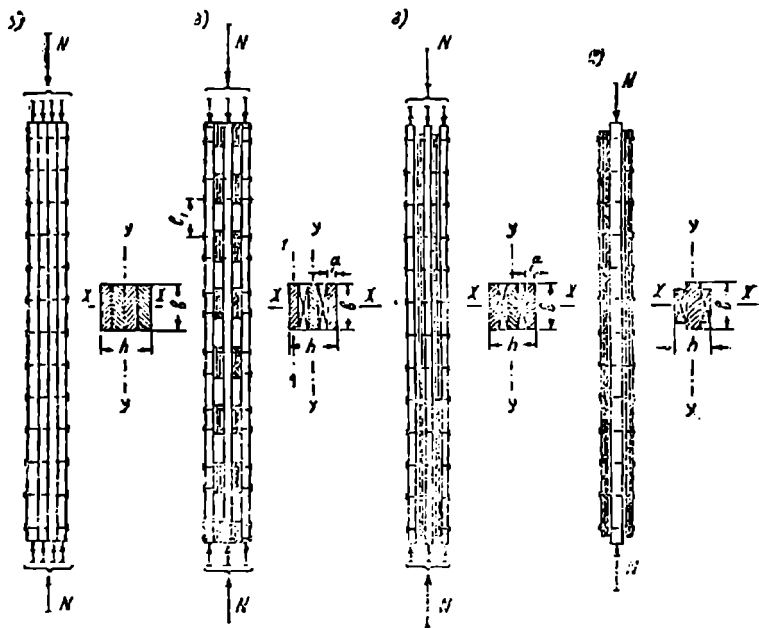
1. $X-X$ ლერძი მატერიალური ლერძია და მის მიმართ შედგენილი კვეთის მუშაობა ტოლფასია იგივე ზომების მქონე მთლიანი კვეთისა, ე. ი.

$$r_x = 0,289s; \quad \lambda_x = \frac{l_x}{r_x},$$

სადაც r_x ლეროს განივეკეთის ინერციის რადიუსი $x-x$)

ლერძის მიმართ, ხოლო l_x და λ_x საანგარიშო სიგრძე და მოქნილობა იგივე ლერძის მიმართ.

ყ-ყ ღერძის მიმართ ღეროს ნუშაობის ეფექტი მკვეთრად იცვლება, აქ ღეროს ცალკეული ფიცრებისაგან შედგენილობა და მათი დამყოლი მაკავშირებლებით შეერთება ამცირებს ღეროს ამტანუნარიანობას იმ მიზეზისა გამო, რომ უკანასკნელის გრძივი ღუნვისას ადგილი აქვს ფიცრების ურთიერთ ძრას რის შედეგად მტირდება ღეროს ინერციის მომენტ ჯისა და ინერციის რადიუსის საანგარიშო მნიშვნელობა და დიდდება მისი მოქნილობა.



ნახ. 100. შეკუმშული შედგენილი ღეროების სიბრთადაი ტიპები.

(უკანასკნელი გარემოების გათვალისწინება როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული ზოგადად დაყვანილი მოქნილობის გამოყენებით წარმოებს.)

$$i_{\lambda_2} = \mu \lambda_2$$

სადაც λ_2 — დაყვანილი მოქნილობაა და ეს იგივეა რაც საანგარიშო მოქნილობა ყ-ყ ღერძის მიმართ;

μ — დაყვანის კოეფიციენტი, რომლის საშუალებითაც წარმოებს ღეროს სიხისტის შემცირების გათვალისწინება ფიცრების ურთიერთ ძრის გამო.

λ_2 — მოქნილობა იგივე ყ-ყ ღერძის მიმართ ღეროს მთლიან განივკვეთობის დაშვებით (ფიცრების ურთიერთ ძრის გარეშე)

$$r_n = \sqrt{\frac{I_y}{J^2}}; \quad = \frac{l_y}{r_n};$$

დაყვანის კოეფიციენტი μ -ს გამოსახულება მიიღება ვ. შ. კოჩენოვის გაპარტი-
ვებულ ფორმულათ:

$$\mu = \sqrt{1 + K_3 \frac{b_1 n_3}{l_0^2 n_3}}; \quad (1,50)$$

სადაც k —შედგენილი ღეროს სრული სიმაღლე სმ-ით (ნახ. 100);

b —იგივე ღეროს სიგ. ნე სმ-ით;

l_0 —ღეროს საანგარიშო სიგრძე მ-ით;

n_3 —ძრის სიბრტყეების რაოდენობა;

n_3 —მაკავშირებლების საანგარიშო კჩათა რაოდენობა ღეროს გრძივ
მეტრზე;

K_3 —მაკავშირებლების საანგარიშო დამყოლობის კოეფიციენტი, რომლის
მნიშვნელობა 23 ცხრილის მიხედვით აიღება და. როგორც (ქლების შედეგად
მიღებულ მაკავშირებლების ძრებს ითვალისწინებს.

ცხრილი 23

მაკავშირებლების დამყოლობის საანგარიშო კოეფიციენტები

მაკავშირებელი	კოეფიციენტი K_3	
	ცენტრალური კუშა	კუშა ლენვით
ღეროსანი	$\frac{1}{10d^2}$	$\frac{1}{5d^2}$
ფოლადის ცილინდრული ნაგებები	$\frac{1}{3d^2}$	$\frac{1}{1.5d^2}$
მუხის ცილინდრული ნაგებები	$\frac{1}{1.5d}$	$\frac{1}{d}$

სადაც d ნაგელის დიამეტრია სმ-ით და კოეფიციენტი K_3 -ს განსაზღვრი-
სას მიიღება არა უმეტესი 1/4 შესაერთებელი უმცირესი სისქის მქონე ფიცრისა.

დაყვანის კოეფიციენტი μ -ს გამომსახველი ფორმულა ნაწილობრივად
პირობითია და ეს პირობითობა იქიდან გამომდინარეობს, რომ ფორმულა
მიღებულია გარკვეული დაშვებების საფუძველზე.

მართლაც თუ დაეშვებთ, რომ კავშირების რაოდენობა $n_3=0$, მაშინ
 $\mu=\infty$ და $\lambda_e=\infty$. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ მაკავშირებლების გარეშე შედგენი-
ლი ღეროს ამტანუნარიანობა ტოლია ნულისა, რაც ცხადია სინამდვილეს არ
შეეფერება. ღეროს ამტანუნარიანობა ამ შემთხვევაში ტოლი იქნება ცალკეუ-
ლი ფიცრების ამტანუნარიანობის ჯამისა.

განვიხილოთ ზემოთ მოყვანილი შედგენილი ღეროების ნაირსახეობების
გრძივი ლენვა.

1) ღერო-მაკეტი (ნახ. 100ა).

ასეთი ღეროს ანგარიში x - x ღერძის მიმართ წარმოებს, როგორც მთლიან-
კუთიანი ღეროსი ვ. ი.

$$r_x = 0,289b; \quad \lambda_x = \frac{l_x}{r_x};$$

γ - γ -ლერძის მიმართ ღერო მუშაობს როგორც დამყობ მაკაეშირებლებზე შედგენილი, და საანგარიშო დაყვანილი მოქნილობა გამოსახება ფორმულით:

$$\lambda_e = \mu \lambda_s, \quad (2,50)$$

სადაც λ_s -ღეროს სრული კვეთის მოქნილობაა მისი შედგენილობის გაუთვალისწინებლად და გამოითვლება ფორმულებით

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}}; \quad \lambda_y = \frac{l_y}{r_y};$$

l_y ღეროს საანგარიშო სიგრძეა γ - γ ღერძის მიმართ.

μ -დაყვანის კოეფიციენტი, რომელიც ზემოთ განხილული ფორმულით გამოითვლება.

2) ღერო მოკლე შუადებით (ნახ. 100, ბ)

ისევე, როგორც ღერო პაკეტების შემთხვევაში მოკლე შუალებიანი ღერო x - x ღერძის მიმართ მუშაობს. როგორც მონოლითური და ინერციის მომენტისა და ფართის საანგარიშო მნიშვნელობა მიიღება ცალკეულ მუშა ფიკრების ინერციის მომენტებისა და ფართების ჯამი,

$$\text{ე. ი. } I_x = \frac{\sum ab^3}{12}; \quad F = \sum a \cdot b; \quad r_x = 0,289b; \quad \lambda_x = \frac{l_x}{r_x},$$

სადაც l_x არის ღეროს საანგარიშო სიგრძე x - x ღერძის მიმართ.

γ - γ -ღერძის მიმართ ღერო მუშაობს როგორც შედგენილი დამყობ მაკაეშირებლებზე და მდგომარეობა კიდევ იმით რთულდება, რომ მოსალოდნელია ცალკეული ფიკრის (ტოტის) დამოუკიდებელი გრძივი ღუნვა მისი თავისუფალი სიგრძის ფარგლებში (ზომა l_1 ნახ. 100 გ). ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინების მიზნით ისევე როგორც წინა შემთხვევებში აქაც საანგარიშო მოქნილობად γ - γ ღერძის მიმართ მიიღება დაყვანილი მოქნილობა (λ_e), რომლის გამოსახულება განსხვავდება წინა შემთხვევის შესაფერის λ_e გამოსახულებისაგან, სახელდობრ:

$$\lambda_e = \sqrt{(\lambda_s \cdot \mu)^2 + \lambda_1^2} \quad (3,50)$$

სადაც λ_s და μ -ს წინათ განხილული მნიშვნელობანი აქვთ იმ განსხვავებით, რომ ღეროს γ - γ ღერძის მიმართ საანგარიშო განიკვეთის ინერციის მომენტისა და ფართის გამოთვლისას მხედველობაში მიიღება მხოლოდ მუშა ფიკრების ფართი (მოკლე შუალებების ფართის გარეშე).

λ_1 არის შედგენილი კვეთის ცალი ფიკრის (ტოტი) მოქნილობა საკუთარი 1-1 ღერძის მიმართ, მისი თავისუფალი სიგრძის (l_1) ფარგლებში, რომელიც შემდგენიარად გამოითვლება.

$$I_1 = \frac{ba^3}{12}; \quad F_1 = a \cdot b; \quad r_1 = \sqrt{\frac{I_1}{F_1}} = \sqrt{\frac{ba^3}{12 \cdot ab}} = 0,289 \cdot a;$$

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{r_1}$$

როგორც ეს ნახ. 100 ბ ჩანს ცალი ფიცრის თავისუფალ სიგრძელ (l_1) 1—1 ლერძის მიმართ მიიღება ორი მეზობელი უშუაღის შიგა მაკევირებლებს შორის მანძილი.

λ_2 გამოსახულებიდან (3,50) ჩანს: ერთი მხრივ ცალი ტოტის მოქნილობა λ_2 ყოველთვის ნაკლებია ლეროს მთლიანი კვეთის მოქნილობაზე (λ_1), რითაც უზრუნველყოფილია განივკვეთში შემავალი ფიცრების (ტოტების) მდგრადობა, და მეორეს მხრივ ლეროს მუდმივი განივკვეთის: შემთხვევაში შესაძლებელია დაყვანილი მოქნილობის სიდიდის რეგულირება l_1 სიგრძის ცვალებადობის ხარჯზე.

პრაქტიკულად სიგრძე l_1 (ლეროს მთლიანი სიგრძის მიხედვით) მიიღება ზღვრებში $1 \div 1,5$ მ.

l_1 სიგრძის შერჩევის დროს სასურველია, რომ ლეროს სიგრძეზე მოთავსებული შუაღების რაოდენობა იყოს წყვილი, წინააღმდეგ შემთხვევაში შუაღი ხვდება ლეროს სიგრძის ნახევარზე, სადაც ძრის (განივი) ძალა (რაზუნდაც მუშაობს შუაღზე მოთავსებული კევირები) ნულის ტოლია და ისინი გამოუყენებელი რჩებიან.

3) შედგენილი ლეროები გრძელი შუადებით, ფიცროვანი კვეთების ერთ-ერთ ნაირსახეობას გრძელ შუადებიანი ლერო წარმოადგენს, სადაც გრძელი შუადები უშუალოდ დაყრდნობილი არ არიან და მოქმედ გრძივ ძალის გადაცემაში უშუალო მონაწილეობას არ ღებულობენ, სამაგიეროდ ისინი საგრძნობლად აღიდებენ ლეროს სიხისტეს და მაკევირებლების განლაგების დიდ ფართს იძლევიან, რითაც მოკლე შუადებიანი ლეროები არ ხასიათდებიან (ნახ. 100 გ. დ).

ასეთი ლეროების ანგარიში წინა შემთხვევების ანალოგიურად შემდეგნაირად წარმოებს;

$x-x$ —ლერძის მიმართ ლეროს მუშაობისას გაითვალისწინება, რომ შუადების დაყრდნობლობისა და კევირების დამყოლობის გამო ლეროს ინერციის რადიუსის გამოთვლისას შუადების საანგარიშო ინერციის მომენტი მათი ინერციის მომენტების 50% უდრის, და საანგარიშო ფართი კი მხოლოდ დაყრდნობილი ფიცრების ფართს, ე. ი.

$$I_s = I_e + 0,5I_e; F = \sum a \cdot b,$$

სადაც I_e —დაყრდნობილი (ძირითადი) ფიცრების ინერციის მომენტია.

I_e —გრძელი შუადების (არა დაყრდნობილი ფიცრების) ინერციის მომენტი.

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}}; \quad \lambda_r = \frac{l_x}{r_x};$$

l_x —ლეროს საანგარიშო სიგრძე $x-x$ ლერძის მიმართ.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გამოთვლილი ლეროს საანგარიშო ინერციის მომენტის სიდიდე მიხალბეებითია, ხლო მისი შედარებითი ზუსტი სიდიდე შეიძლება გამოითვლოს ვ. გ. პინჩაივის ფორმულით:

$$I_s = I_e + \frac{I_{a2}}{1 + \frac{K_3 I_{a2}}{20 n_3 l^4}} \quad (4,50)$$

როგორც უკანასკნელი ფორმულიდან ჩანს გრძელი შუადებიანი ლეროზ განივკვეთის ინერციის მომენტის საანგარიშო მნიშვნელობა დამოკიდებულია მის სიგრძეზე (l), მაკავშირებლების სახეობაზე (K_3), და მათ რაოდენობაზე (n_3).

სადაც კოეფიციენტი K_3 — დამოკიდებულია ფიცრების მაკავშირებლების სახეობაზე და განისაზღვრება 23 ცხრილის მიხედვით

l — ლეროს საანგარიშო სიგრძეა და

n_3 — მაკავშირებლების ჭრათა რაოდენობა ლეროს გრძივ მეტრზე. იგივე ლეროს ანგარიში $y-y$ ლერძის მიმართ ისევე წარმოებს როგორც ლერო პაკეტის, დაყვანილი მოქნილობის გამოყენებით ($\lambda_e = \lambda_{\mu}$), რომლის გამოთვლისას საანგარიშო ინერციის მომენტი ტოლია განივკვეთში შემავალი ყველა ფიცრის

($I_{y-y} = \frac{b^3}{12}$ ნახ. 100 გ) ინერციის მომენტებისა და საანგარიშო ფართი მხოლოდ დაყრდნობილი ფიცრების ფართისა ($F = \sum u \cdot b$)

მაგალითი: შევავაწოთ ამტანუნარიანობა და სიმტკიცე ცენტრალურად შეკუმშული ლეროსი შემდეგი პირობების მიხედვით (ნახ. 101):

1. ლერო შედგენილია 3 ფიცრისაგან ზომებით თითოეული 5×20 სმ
2. ლეროს საანგარიშო სიგრძე $x-x$ და $y-y$ ლერძების მიმართ 3,0 მ
3. მოქმედი გრძივი ძალები ა) მუდმივი რეიტრთასაგან $N^{\#} = 6,0$ ტ
ბ) დროებითი „ $N_e = 2,5$ ტ

4. მასალა ფიქვი დაცული გახურებისა და დატენიანებისაგან

5. მაკავშირებლად გამოყენებულია ლურსმანი ზომებით $d_c = 5$ მმ; $l_c = 15$ ც (ლურსმნების განლაგება ნაჩვენებია ნახ. 101).

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით r

(საანგარიშო გრძივი ძალა (გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით)

$$N_s = 1 \cdot 6,0 + 1,4 \cdot 2,5 = 7,1 \text{ ტ}; j$$

საანგარიშო სიდიდეები $x-x$ ლერძის მიმართ

$$r_x = 0,289h = 0,289 \cdot 20 = 5,8 \text{ სმ}$$

$$\text{მოქნილობა } \lambda_x = \frac{300}{5,8} = 51,8.$$

საანგარიშო სიდიდეები $y-y$ ლერძის მიმართ:

$$r_y = 0,289h = 0,289 \cdot 15 = 4,34 \text{ სმ}; \lambda_y = \frac{300}{4,34} = 69,2.$$

დაყვანის კოეფიციენტი:

$$\mu = \sqrt{1 + K_3 \frac{b h n_e}{l^2 h_3}} \quad \text{---)}$$

ლურსმნებისათვის;

$$K_3 = \frac{1}{10d_c^2} = \frac{1}{10 \cdot 0,5^2} = 0,4 \text{ (ცხ. 23)}$$

$$b = 20 \text{ სმ}; h = 15 \text{ სმ};$$

ჩაკერების რიცხვი:

$$n_6 = 2; \quad l = 3,0 \text{ მ.}$$

ჩაკერების რიცხვს რაოდენობა ღეროს გრძივ მეტრზე

$$n_3 = \frac{100 \cdot 4}{23} = 17,8 \text{ ც.}$$

მოქნილობის დაყვანის კოეფიციენტი

$$\mu = \sqrt{1 + 0,4 \frac{20 \cdot 15 \cdot 2}{3^2 \cdot 17,8}} = 1,57$$

დაყვანილი მოქნილობა:

$$\lambda_e = \mu \lambda_y = 1,57 \cdot 69,2 = 109 > \lambda_r = 51,8$$

ამრიგად საანგარიშო მოქნილობა ღეროსი უღრის:

$$\lambda_e = 109 > 75$$

გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი:

$$\varphi = \frac{3100}{\lambda_e^2} = \frac{3100}{109^2} = 0,261$$

$$m_3 = 1,0$$

ღეროს ამტანუნარიანობა:

$$N = \varphi m_3 FR_3 = 0,261 \cdot 1 \cdot 15 \cdot 20 \cdot 130 = 10160 \text{ კგ} > 7100 \text{ კგ.}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვებით

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F'} \leq [\sigma]$$

სადაც

ნახ. 101. შედგენილი ღერო-ჩაკერი.

$$N = 6,0 + 2,5 = 8,5 \text{ ტ}$$

$[\sigma] = 100 \text{ კგ/სმ}^2$

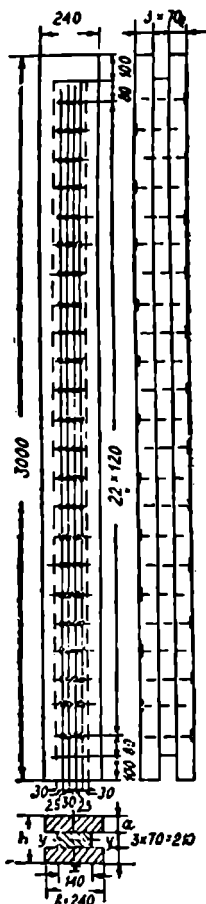
$$\sigma = \frac{8500}{0,261 \cdot 15 \cdot 20} = 108,5 \text{ კგ/სმ}^2.$$

რაც $8,5\%$ -ით მეტია დასაშვებ ძაბვაზე.

მაგალითი: შევამოწმოთ მდგრადობაზე ცენტრალურად შეკუმშული მთლიანშუადებიანი ღერო შემდეგი მონაცემებით:

1. ღერო შედგენილია ორი ფიკრისაგან ზომებით 7×24 სმ, რომელთა შორის მოთავსებულია მთლიანი შუადი ზომით 7×14 სმ (ნახ. 102)
2. შეკუმშავი ძალა ა. მუდმივი ტვირთისაგან; $N_3 = 15 \text{ ტ}$
ბ. დროებითი $N_6 = 9,65 \text{ ტ}$

3. მასალა ფიქვი მშრალი, დაკული გახურებისაგან და დიტენიანებისაგან.
 4. ღეროს საანგარიშო სიგრძეები: $l_x = l_y = 3,0$ ტ.
 5. მაკავშირებლად გამოყენებულია ლურსმანი ზომით $l_c = 175$ მმ; $d_c = 5,5$ მმ (ლურსმნების განლაგება ნაჩვენებია 102 ნახ.).
 საანგარიშო სიდიდეები $x-x$ ღერძის მიმართ



$$I_x = I'_x + 0,5 I_{s,x} = 2 \frac{7 \times 24^3}{12} + 0,5 \frac{7 \cdot 14^3}{12} = 16928 \text{ სმ}^4$$

ინერციის რადიუსი:

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{F_c}} = \sqrt{\frac{16928}{2 \cdot 7 \cdot 24}} = 7,08 \text{ სმ}$$

მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x} = \frac{300}{7,08} = 42,4.$$

საანგარიშო სიდიდეები $y-y$ ღერძის მიმართ:

$$I_y = 14 \frac{7^3}{12} + 2 \left(\frac{24 \cdot 7^3}{12} + 7 \cdot 24 \cdot 7^2 \right) = 18236 \text{ სმ}^4$$

ინერციის რადიუსი

$$r_y = \sqrt{\frac{18236}{2 \cdot 7 \cdot 24}} = 7,35 \text{ სმ}$$

მოქნილობა

$$\lambda_y = \frac{l_y}{r_y} = \frac{300}{7,35} = 40,8.$$

მოქნილობის დაყვანის კოეფიციენტი:

$$\mu = \sqrt{1 + K_3 \frac{h s n_6}{l^2 n_3}}$$

ლურსმნებისათვის

$$K_3 = \frac{1}{10 d_c^2} = \frac{1}{10 \cdot 0,55^2} = 0,32 \text{ (ცხ. 23).}$$

$$n_6 = 2$$

მაკავშირებლების რაოდენობა ღეროს გრძივ მეტრზე (ნახ. 102)

$$n_3 = \frac{100 \cdot 4}{12} = 33,3 \text{ ც.}$$

$$\mu = \sqrt{1 + 0,32 \frac{20 \cdot 26 \cdot 2}{3^2 \cdot 33,3}} = 1,45$$

ნახ. 102. შედგენილი ღერო მთლიანი შუადით.

დაყვანილი მოქნილობა

$$\lambda_{r,e} = \mu \lambda_y = 1,45 \cdot 40,8 = 59,2 > \lambda_x = 42,4$$

კოეფიციენტი

$$\alpha = 1 - 0,8 \left(\frac{59,2}{100} \right)^2 = 0,724$$

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით. საანგარიშო გრძივი მკუმშავი ძალა (გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით)

$$N_s = 1,1 \cdot 15 + 1,4 \cdot 9,65 = 30 \text{ ტ}$$

$$m_3 = 1.$$

ღეროს ამტანუნარიანობა:

$$m_3 \varphi FR_3 = 1,0 \cdot 0,724 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 130 = 31600 \text{ კგ} > 30000 \text{ კგ}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვებით მკუმშავი ძალა

$$N = 15 + 6,65 = 21,65 \text{ ტ}$$

$$\sigma = \frac{N}{\varphi F} = \frac{21650}{0,724 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 24} \approx 90 \text{ კგ/სმ}^2 < 100 \text{ კგ/სმ}^2.$$

მივალით: შევამოწმოთ მდგრადობაზე ცენტრალურად შეკუმშული მოკლე შუადებიანი ღერო შემდეგი მონაცემებით (ნახ. 103):

1. ღერო შედგენილია 2 ფიცრისაგან ზომებით: 7×24 სმ.

2. მკუმშავი ძალა: ა) მულღივი ტვირთისაგან — $N_a = 8$ ტ

ბ) ღროებითი ტვირთისაგან — $N_e = 7,5$ ტ

3. მასალა — ფიქვი დატული გახურებისაგან და დატენიანებისაგან.

4. ღეროს საანგარიშო სიგრძეები: $l_x = l_y = 3,0$ მ.

5. მაკავშირებლებად გამოყენებულია ლურსმანი ზომებით: $l_c = 200$ მმ, $d_c = 6$ მმ.

6. ღეროს სიგრძეზე მოთავსებულია ოთხი მოკლე შუადი და თითოეული მათგანი უკავშირდება ფიცრებს 10 ცალი ლურსმანით.

საანგარიშო სიდიდეები $x-x$ ღერძის მიმართ:

$$F = 2 \cdot 7 \cdot 24 = 336 \text{ სმ}^2$$

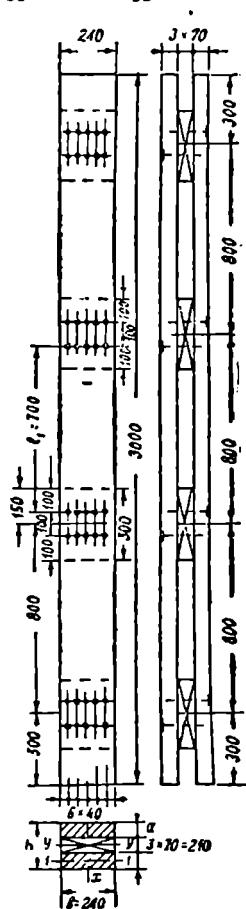
$$r_x = 0,289b = 0,289 \cdot 24 = 6,93 \text{ სმ.}$$

მოქნილობა:

$$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x} = \frac{300}{6,93} = 43,3$$

საანგარიშო სიდიდეები $y-y$ ღერძის მიმართ. ინერციის მომენტი:

$$I_y = 2 \left(\frac{24 \cdot 7^3}{12} + 7 \cdot 24 \cdot 7^2 \right) = 17832 \text{ სმ}^4$$



ნახ. 103. შედგენილი ღერო მოკლე შუადებით.

ინერციის რადიუსი:

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}} = \sqrt{\frac{17832}{336}} = 7,29 \text{ სმ}$$

მოქნილობა

$$\lambda_y = \frac{l_y}{r_y} = \frac{300}{7,29} = 41,2.$$

ცალი ფიცრის საანგარიშო სიგრძე საკუთარი 1-1 ლერძის მიმართ (103 ნახაზის მიხედვით) $l_1 = 70$ სმ

ცალი ფიცრის ფართი:

$$F_1 = 7 \cdot 24 = 168 \text{ სმ}^2$$

ინერციის რადიუსი:

$$r_1 = 0,289 \cdot 7 = 2,02 \text{ სმ}$$

მოქნილობა:

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{r_1} = \frac{70}{2,02} = 34,6$$

კოეფიციენტი:

$$K_3 = \frac{1}{10d_c^2} = \frac{1}{10 \cdot 0,6^2} = 0,278$$

მაკავშირებლების საანგარიშო რაოდენობა ღეროს გრძივ მეტრზე (ნახ. 103)

$$n_3 = \frac{4 \cdot 10}{3} = 13,3 \text{ ც} \quad n_6 = 2$$

მოქნილობის დაყენის კოეფიციენტი:

$$\mu = \sqrt{1 + 0,278 \frac{24 \cdot 21 \cdot 2}{3^2 \cdot 13,3}} = 1,83$$

დაყენილი მოქნილობა:

$$\lambda_e = \sqrt{(\mu \lambda_y)^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{(1,83 \cdot 41,2)^2 + 34,6^2} = 83 > \lambda_r = 43,3$$

გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი:

$$\varphi = \frac{3100}{83^2} = 0,45.$$

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით.

საანგარიშო მკუმშავი ძალვა (გადატვირთვის კოეფიციენტებით)

$$N_6 = 1,1 \cdot 8 + 1,4 \cdot 7,5 = 19,3 \text{ ტ.} \quad m_3 = 1$$

ღეროს ამტანუნარიანობა

$$m_3 \varphi F R_3 = 1 \cdot 0,45 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 130 = 19650 \text{ კგ} > 19300 \text{ კგ.}$$

ბ) ანგარიში დლანაწვები ძაბვებით,

მკუმშავი გრძივი ძალვა:

$$N^* = N_6 + N_7 = 8 + 7,5 = 15,5 \text{ ტ}$$

ძაბვა

$$\sigma = \frac{N^*}{\varphi F} = \frac{15500}{0,45 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 24} = 102 \text{ კგ/სმ}^2 < [\sigma] + 5\% = 100 + 5 = 105 \text{ კგ/სმ}^2.$$

თავი მეთორმეტე
შედგენილი კოქები

§ 51. ზოგადი ცნობები

ხის მასალის სორტაჟენტის შეზღუდულობის გამო გადასახურაეი მალისა და მოქმედი დატვირთვების სიდიდეთა მიხედვით საკირო ხდება შედგენილი კოქების გამოყენება.

შედგენილი კოქები მზადდება ძელებისაგან და მორებისაგან, რომელთა ურთიერთ დასაკეშირებლად უმთავრესად სოგმანები და ფირფიტოვანი ნაგელები გამოიყენება.

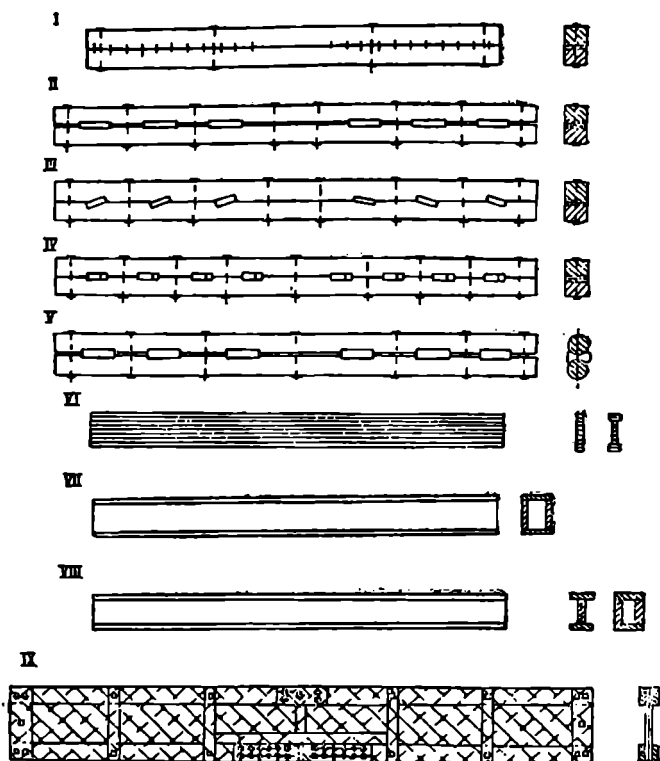
როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული, ხის კონსტრუქციებში გამოყენებულ ყველა სახის მაკეშირებლები (გარდა წებოსი) დამულოობის თვისებით ხასი-ათდებიან, ხოლო უკანასკნელი საგრძნობლად ამცირებს კოქის განივევების სიხისტეს და მის ამტანუნარიანობას.

შედგენილი კოქების მალის სიდიდე უშუალოთ გამომდინარეობს პირველ რიგში თვით კოქის კონსტრუქციულ აღნაგობისაგან ასე, მაგალითად. ისეთი კონსტრუქციის კოქებისათვის, რომელთა შემადგენელი ელემენტების პირაპირების მოწყობა მალში მოუხერხებელია (მაგალითად კოქები სოგმანზე და ფირფიტოვან ნაგელებზე (ნახ. 104 I, II, III, IV და V). მალის სიდიდე კოქის ზღერული სიგრძით არის განსაზღვრული და პრაქტიკულად ის 6,5 მ აღწევს. პირიქით, ისეთი კონსტრუქციის კოქებისათვის, რომელთა შემადგენელი ელემენტების მალში პირაპირების მოწყობა შესაძლებელია (მაგალითად, ლურსმოვანი და დაწებილი კოქები ნახ. 104 VI VII, VIII და IX) მალის სიდიდე შეზღუდული არ არის. მიუხედავად ამისა პრაქტიკულად ასეთი კოქების მალი 12 მ არ აღემატება. კოქის მალის უკანასკნელი მნიშვნელობა ძირითადად ნაკარნახევია მისი ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლებით.

როგორც უკანასკნელი მაჩვენებლების ანალიზი გვიჩვენებს მალის 12 მ მნიშვნელობის ზემოთ უშჯობესია გამოვიყენოთ არა მთლიანკელლიანი კონსტრუქცია კოქების სახით, არაქედ განგმირ კედლიანი კონსტრუქცია ფერების სახით.

შედგენილი კოქები გამოიყენებიან სართულშუა გადახურვებში და დახურვებში, კრან ქვეშა კოქებში, მცირე მალიან ხიდებში და სხვა შემთხვევებში. შედგენილი კოქები ძირითადად მუდმივი სიმალის მზადდება, რაც მასალის ხარჯის თვალსაზრისით უარყოფითი ფაქტორია, მაგრამ მეორეს მხრივ უკანასკნელი გარემოება საგრძნობლად ხელსაყრელია კოქის დამხადების შრომატევადობის თვალსაზრისით.

104 ნახაზზე ნაჩვენებია ძირითადი კონსტრუქციული სქემები თანამედროვე პრაქტიკაში გამოყენებული ხის შედგენილი კოჭებისა, სადაც ძელებისათვის გამოყენებული მაკაეშირებლების სახეობების მიხედვით ისინი ორ ჯგუფად



ნახ. 104. ხის შედგენილი კოჭების ტიპები:

- I—ფირფიტოვან ნაგელებზე; II—გრძივ სოგმანებზე; III—ირიბ სოგმანებზე; IV—განივ სოგმანებზე; V—ხუნდებზე; VI—წებოზე; VII, VIII—ლურსმნებზე ან წებოზე; IX—ორტესებრი, ლურსნუნებზე.

შეიძლება გავყოთ: 1) კოჭები სოგმანური ტიპის მაკაეშირებლებით (ნახ. 104, I÷V) 2) კოჭები დაწებებული და ლურსმოვანი (ნახ. 104, VI—IX). ასეთი დაყოფა ძირითადად გამომდინარეობს ერთის მხრივ, კოჭების განივკვეთის ნაირსახეობისაგან და მეორეს მხრივ მათი დამზადების ტექნოლოგიისაგან. დღევანდელი პრაქტიკის მონაცემების მიხედვით პირველი ჯგუფის კოჭებისაგან უპირატესობა ფირფიტოვან ნაგელებზე განხორციელებულ კოჭებს მიეკუთვნება. უკანასკნელის დასადასტურებლად შეიძლება აღინიშნოს, რომ ფირფიტოვანი ნაგელებიანი კოჭები (დერევიაგინის), წარმოადგენენ ინდუსტრიულ კონსტრუქციებს, რომელთა

დამზადება არ მოითხოვს რთულ დანადგარებს და ერთდროულად ისინი საიმედო კონსტრუქციებს წარმოადგენენ. ზემოთ აღნიშნული დადებითი თვისებებით არ ხასიათდებიან პირველი ჯგუფის სხვა დანარჩენი სქემები, მათი დამზადება შედარებით მეტად ზრომატევალია და შემსრულებლის მაღალ კვალიფიკაციას და სამუშაოს ფაქიზ შესრულებას მოითხოვს.

დამატებით შეიძლება აღინიშნოს რომ განივ სოგმანებიან კოქებში (ნახ. 104 II, IV და V) უკანასკნელნი თელვაზე (თელვა ბოქოების განივად) და ახლერაზე მუშაობენ, რაც ერთის მხრივ ამცირებს სოგმანის და აქედან გამომდინარე მთლიანად შედგენილი კოქის ამტანუნარიანობას და მეორეს მხრივ ამცირებს კონსტრუქციის იმედოვნობის ხარისხს.

რაც შეეხება ირიბ სოგმანებს და მასზე დამზადებულ კოქებს (ნახ. 104 III) განივი სოგმანებისათვის ზემოთ მოყვანილი ორი უარყოფითი თვისება (თელვა ბოქოების განივად და ხლეჩა სოგმანისა), აქ თავიდან აცილებულია, მაგრამ სამაგიეროდ გრძელი ირიბი სოგმანები მუშაობენ მხოლოდ ერთი მიმართულების ძრის (ამხლერ, მთელავ) ძალაზე. დამატებით ისიც უნდა აღინიშნოს რომ, როგორც განივ ისევე, გრძელ სოგმანებზე დამზადებული კოქები მოითხოვენ საგრძნოდ ლითონის ხარჯს შეჭრავეი ქანქიკების სახით სოგმანის მიერ წარმოქმნილ განბრჯენი ძალის ასათვისებლად, საწინააღმდეგოდ ფირფიტოვანი ნაგებობისა, სადაც განბრჯენი ძალა არ არსებობს და მათზე შეერთება ულითონო კონსტრუქციას იძლევა.

შედგენილი კოქის განივკვეთში ძელების რაოდენობა მიიღება არა უმეტესი 3-ისა.

ძელების რაოდენობის შემდგომი გადიდება არახელსაყრელია თუნდაც იმიტომ, რომ მკვეთრად იზრდება არა მუშა დამოუკიდებელი დეფორმაციები ცალკეული ძელებისა, რაც აგრეთვე მკვეთრად ამცირებს კოქის სიხისტესა და ამტანუნარიანობას.

§ 52. მთლიანკედლიანი ხის კოჭოვანი კონსტრუქციები

1) ხის კონსტრუქციების საკუთარი წონის განსაზღვრა.

ყოველი სახის კონსტრუქციებზე და მათ შორის ხის კონსტრუქციებზე ყველა სიხის მოქმედი დატვირთვები შეიძლება ორ ჯგუფად გაიყოს:

პირველი ჯგუფი: მუდმივი დატვირთვა და მეორე ჯგუფი დროებითი დატვირთვა.

პირველი ჯგუფის დატვირთვებში სხვადასხვა სახის მუდმივ ტვირთებთან ერთად შედის თვით კონსტრუქციის საკუთარი წონა, რომლის ზუსტი სიდიდის გამოთვლა თითქმის შეუძლებელია კონსტრუქციისა და მისი ელემენტების ძირითადი ზომების წინასწარ ზუსტად დადგენის შეუძლებლობის გამო.

გამომდინარე ზემოთ აღნიშნულიდან კონსტრუქციების ანგარიშისას მისი საკუთარი წონის განსაზღვრა მიახლოებით წარმოებს. ხის კონსტრუქციების მიახლოებითი საკუთარი წონის განსაზღვრა წარმოებს სხვადასხვა სახის კონსტრუქციების პროექტების ანალიზის საფუძველზე, რის შედეგად მიღებულია შემდეგი შინაარსის ფორმულა:

$$K_{\text{სე}} = \frac{\sum(p+q)}{\frac{1000}{K_{\text{სე}}} - 1}, \quad (1,52)$$

სადაც $q_{\text{სე}}$ არის კონსტრუქციის საკუთარი წონის მიახლოებითი სიდიდე;
 $\sum(p+q)$ — კონსტრუქციაზე მოქმედი ყველა სახის მუდმივი და დროებითი
 დატვირთვების ჯამი საკუთარი წონის გარეშე;

1 — კონსტრუქციის საანგარიშო მალი;

$K_{\text{სე}}$ — საკუთარი წონის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ძირითადად კონსტრუქციის სახეზე და, რომელიც აიღება 24 ცხრილის მიხედვით.

ცხრილი 24

საკუთარა წონის კოეფიციენტი $K_{\text{სე}}$

კონსტრუქციის სახე	საკუთარი წონის კოეფიციენტი $K_{\text{სე}}$
1. შედგენილი კოჭები ფირფიტოვან ნაგებებზე	7 ÷ 12
2. შედგენილი კოჭები გრძივ და განივ ხის სოგანებზე	7 ÷ 14
3. ორტყეობრი ლურსნოვანი კოჭები დაწებებული კოჭები:	6 ÷ 10
ა. სწორკუთხოვანი განივკვეთით	4 ÷ 6
ბ. ორტყეობრი განივკვეთით	8 ÷ 10
გ. ორტყეობრი კოჭები ფანერის კედლით	4 ÷ 6
5. სამსახსროვანი კამარები შედგენილი კოჭებით ფირფიტოვან ნაგებებზე	5 ÷ 7
6. ბადისებრი კამარები ლურსნებზე, კანკიკებზე და მუხის ნაგებებზე	8 ÷ 14
7. კამარები მოღუნული ფიცრებისაგან უკანასკნელთა შერთვებით; ლურსნებზე, კანკიკებზე და მუხის ნაგებებზე	7 ÷ 11
8. ორსახსროვანი და სამსახსროვანი შედგენილი კამარები	3 ÷ 5
9. დაწებებული სამსახსროვანი კამარები წრიული და სამკუთხე მონახულობით	2 ÷ 4
10. ორსახსროვანი და სამსახსროვანი ჩარბოები	7 ÷ 9

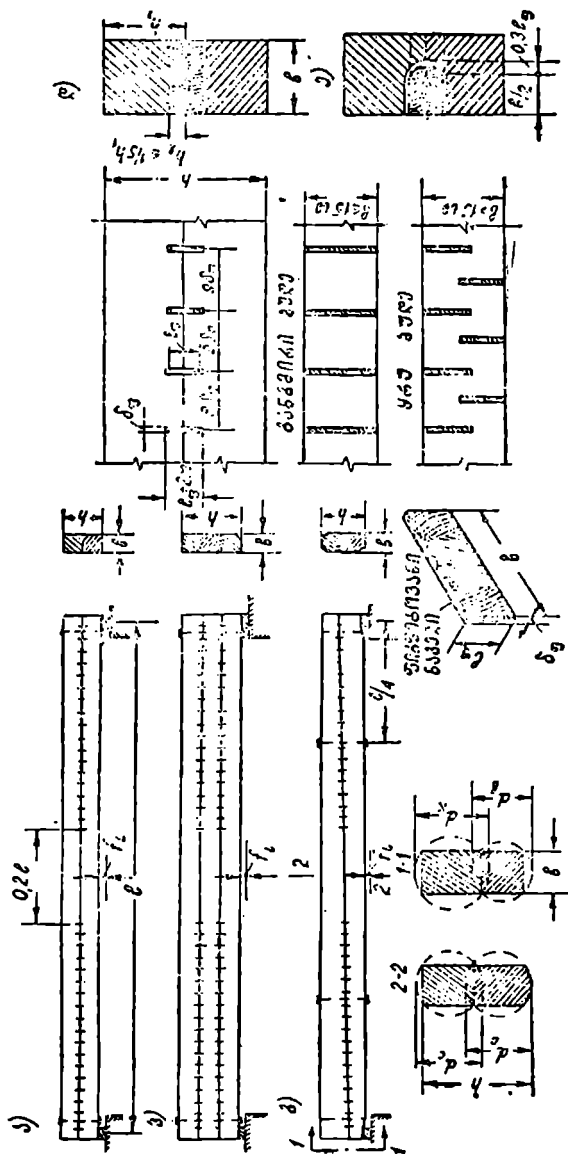
ზემოთ მოყვანილი საკუთარი წონის ფორმულით სარგებლობისას $g_{\text{სე}}$ განზომილება ემთხვევა $\sum(p+q)$ განზომილებებს (კგ/მ, კგ/მ²).

კონსტრუქციის დაპროექტებისა და მასალების სპეციფიკაციის დაზუსტების შემდეგ $K_{\text{სე}}$ და $g_{\text{სე}}$ ნამდვილი სიდიდეები გამოითვლება. განსხვავება წინასწარ დაწებულსა და ნამდვილ საკუთარი წონის კოეფიციენტებსა ან კიდევ საკუთარ წინებს შორის $\pm 5\%$ -ს არ უნდა აღემატებოდეს.

§ 55. დერეფიკაციის კოეფიციენტი

დერეფიკაციის სისტემის კოეფიციენტი წარმოადგენს ორი ან სამი ძელისაგან შედგენილ კოჭა, რომელთა ძელები ერთიმეორესთან მუხის ფირფიტოვანი ნაგებობით არიან შეერთებული (ნახ 105).

ეს კოეფიციენტი ორიგინალურად გადაწყვეტილ კონსტრუქციათა რიცხვს შეიძლება მიეუთავნოს, რომელიც 1933 წელს წამოყენებული იყო ინგ. დერეფიკაციის



ნახ. 105. კოქები ფიტრტოვან (დეფეკციანის) ნაგლეზზე.

მიერ და მისი გამოყენების პრაქტიკის მიხედვით საკმარისად კარგი მონაცემებით ხასიათდება.

ფირფიტოვანი ნაგებლები, რომლებითაც კოქის შემადგენელი ძელები ერთმანეთს უკავშირდება და, რომელიც დამყოლობის თვისებით ხასიათდება უზრუნველყოფს ყველა ფირფიტის ერთობლივ მუშაობას, რაც კოქის ამტანუნარიანობის მაღალ მაჩვენებლებს იძლევა. ისევე როგორც ყველა სახის შედგენილ კოქს დერეფიაგინის კოქებს ეძლევა სამშენებლო აწვევა (ნახ. 105 ა, ბ, გ). ეს კოქები ინდუსტრიულ კონსტრუქციებს მიეკუთვნებიან და ერთდროულად დასამზადებლად რთულ დანადგარებსა და შემსრულებლის მაღალ კვალიფიკაციას არ მოითხოვენ.

როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული, ფირფიტოვანი ნაგებლები გაბრჯენ ძალას არ წარმოაშობენ, და მით არ მოითხოვენ ლითონის შემკრავ ელემენტებს (ქანკიკების სახით) რის შედეგად დერეფიაგინის კოქები ულითონო კონსტრუქციებს ეყუთვნიან. განსაკუთრებულ შემთხვევაში როდესაც დარეგირთვა კოქს მის ქვედა ძელზე გადაეცემა, ამ დროს საჭიროა ძელების ურთიერთ დაკავშირება სპეციალური საკიდებით.

ფირფიტების ბუდეების დამზადება მექანიზებული წესით, ჯაჭვეური სატხით წარმოებს, რაც ყველა ბუდის ერთი და იგივე ზომებს და ფირფიტების მკვიდრათ მორგებას უზრუნველყოფს.

ფირფიტების განლაგება ორი სქემის მიხედვით წარმოებს, ფირფიტები განვმირ ბუდეებით (ნახ. 105, დ) და ფირფიტები ყრუ ბუდეებით (შახმატური განლაგება ნახ. 105, ე).

როგორც ეს 105, ა და ბ ნახაზებიდან ჩანს, ძელების ურთიერთ შემაერთებელი ფირფიტები კოქის მალის განაპირა ზონებში თავსდება სიგრძით თითოეული 0,4, შუა ზონაში, რომელიც მალის 0,2-ს ტოლი მიიღება, ფირფიტები არ ისმება.

უკანასკნელს შემდეგი ორი მიზეზი განაპირობებს:

როგორც ცნობილია ფირფიტები ძრის ძალაზე მუშაობენ, რომელთა სიდიდე განივი ძალის სიდიდის პროპორციულია. თუ განვიხილავთ ორ საყრდენზე მდებარე კოქს თანაბარი ტვირთით, ასეთი შემთხვევისათვის მალის შუა ზონაში განივი ძალის სიდიდე მცირეა (შუა მალში ია ტოლია ნულისა) და აქედან გამომდინარე იგივე შუა ზონისათვის ფირფიტები დიდ საჭიროებას არ წარმოადგენს. მეორეს მხრივ, შუა მალში მდუნაევი მომენტი და შესაფერისად ნორმალური ძაბვები თავისი მნიშვნელობის შესაძლო მაქსიმუმს აღწევს (მალის შუა წერტილი) და ფირფიტების ბუდეებით კოქის განივკვეთის შესუსტება ხელსაყრელი არ არის.

შედგენილი კოქებისათვის ჩვეულებრივად ფირფიტების შემდეგი ზომები მიიღება. სისქე $\delta_{\text{ფ}} = 1,2$ სმ და სიგანე $l_{\text{ფ}} = 4,5 \delta_{\text{ფ}} = 4,5 \cdot 1,2 = 5,4$ სმ ($l_{\text{ფ}}$ იმ ანგარიშით შეირჩევა, რომ უკანასკნელის თითოეულ ძელში ჩაქრის სიღრმე, ძელის სიმაღლის $1/5$ -ს არ უნდა აღემატებოდეს ($h_{\text{ფ}} \leq \frac{1}{5} h_1$).

კოქის ანგარიში. კოქის ანგარიში იწყება მისი განივკვეთის წინალობის მომენტის განსაზღვრით.

ა. ზღვრული მდგომარეობების მეთოდით ანგარიშისას $W = \frac{M}{I_{\Sigma} m c}$;

ბ. დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას $W = \frac{M}{[\sigma_c] \cdot K_w}$;

სადაც M —გარე ძალების მომენტი

R_c და $[\sigma_c]$ —საანგარიშო წინაღობა და დასაშვები ძაბვა ძელის მასალისათვის.

$n_c = K_w$ —მაკავშირებლების (ფირფიტების) დამყოლობის გამო წინაღობის მომენტის შემცირების კოეფიციენტი, ტოლი:

ორძელიანი შედგენილი კოქისათვის—0,9, -

სამძელიანი შედგენილი კოქისათვის—0,8.

თუ კოქის სიგანეს წინასწარ დაეუშვებთ, მაშინ კოქის განივკვეთის სრული

სიმაღლე: $h = \sqrt{\frac{6W}{b}}$, საიდანაც თითოეული ძელის სიმაღლე:

ორძელიანი კოქის შემთხვევაში: $h_1 = \frac{h}{2}$

სამძელიანი კოქის შემთხვევაში: $h_1 = \frac{h}{3}$.

ამ წესით კოქის განივკვეთის ზომების შერჩევის შემდეგ მისი სიხისტეზე შემოწმება წარმოებს მასალის დრეკადი მუშაობის დაშვებით, რისთვისაც უნდა განისაზღვროს კოქის განივკვეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი:

$$I = K_j I_0 = 0,7 I_0 \quad (1,53)$$

სადაც I_0 არის კოქის განივკვეთის ინერციის მომენტი $I_0 = \frac{bh^3}{12}$;

$K_j = 0,7$ კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ინერციის მომენტის შემცირებას მაკავშირებლების (ფირფიტების) დამყოლობის გამო.

ფირფიტების რაოდენობა კოქის თითოეულ ნაკერში (ძელების შერბობის სიბრტყეში) საყრდენიდან მღუნავი მომენტის მაქსიმუმის შესაფერის კვეთამდე (ორ საყრდენზე მდებარე კოქისათვის მის ნახევარ მალზე, რომელიც ფაქტიურად ნაწილდება კოქის 0,41-ზე) განაპირობებს ფირფიტების გადატვირთვის გათვალისწინებით:

$$n_g = 1,5 \frac{MS_{\Sigma k}}{I_{\Sigma k} T_g}, \quad (2,53)$$

სადაც $S_{\Sigma k}$ —კოქის განივკვეთის იმ ფართის სტატისტიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ, რომელიც განიცდის ძრას (ორძელიანი კოქის

შემთხვევაში ერთი ძელის ფართი $S_{\Sigma k} = bh_1 \frac{h_1}{2} = \frac{bh_1^2}{2}$ ნახ. 105 დ.

სამძელიანი კოქის შემთხვევაში

$$S_{\Sigma k} = bh_1 \cdot h_1 = bh_1^2;$$

$I_{\Sigma k}$ —კოქის სრული განივკვეთის ინერციის მომენტი $\left(I_{\Sigma k} = \frac{bh^3}{12} \right)$;

T_{Σ} —ერთი ფირფიტის აკრანუნარიანობა (დასაშვები ძალვა, დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას).

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მიღებული რაოდენობა ფირფიტებისა განლაგებული უნდა იქნეს კოქის 0,41-ზე. იმ პირობის დაცვით, რომ ორი მეზობელი ფირფიტების ღერძების შორის მანძილი $l \geq 9\delta$. წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუ ფირფიტების განაწილების შემდეგ 10,41-ზე ფაქტიური მნიშვნელობა l -ს ნაკლები აღკ.წინდება 9δ საჭირო იქნება კოქის განავეკეთის ზომების გადიდება.

$$\text{სამშენებლო აწევის სიდიდე } f_s = \frac{l \cdot n_6}{2h_0}$$

სადაც n_6 —ძრის სიდიდე ფირფიტოვანი ნაგელისათვის მიიღება ტოლი 0.2 სმ.

n_6 —ნაკერების რაოდენობა (ორ ძელიანი კოქებისათვის $n_6=1$. ხოლო სამძელიანი კოქებისათვის $n_6=2$).

h_0 —მანძილი განაპირა ძელების სიმძიმის ცენტრებს შორის (ორ ძელიანი კოქებისათვის $h_0=h_1$; ხოლო სამძელიანი კოქებისათვის $h_0=2h_1$)

თუ ზემოთ მოყვანილ სიდიდეებს სამშენებლო აწევის ფორმულაში შევიტანთ, მივიღებთ:

ორძელიანი კოქებისათვის

$$f_0 = \frac{l \cdot 0,2 \cdot 1}{2h_1} = 0,1 \frac{l}{h_1} \quad (3,53)$$

მაგალითი. ვიანგარიშით კოქი ფირფიტოვან ნაგელებზე შემდეგი მონაცემებით მიხედვით (ნახ. 106):

- 1) კოქის საანგარიშო მალი $l=6$ მ.
- 2) მასალა—ფიპეი დაცული დატენიანებისაგან და გახურებისაგან.
- 3) დატვირთვები კოქის გრძივ მეტრზე:

ა. მუდმივი (კოქის საკუთარი წონის გარეშე)— $p=400$ კგ/მ

ბ. დროებითი $q=450$ კგ/მ

4) ზღვრული ჩალუნვა $f = \frac{1}{200}$

კოქის საკუთარი წონა

$$g_{\Sigma} = \frac{\sum (p+q)}{K_{\Sigma} \cdot l} = \frac{400+450}{1000} = \frac{850}{1000} = 0,85 \text{ კგ/მ}$$

ა) ანგარიში ზღვრული მდგომარეობით:

სრული საანგარიშო დატვირთვა (გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით)

$$g_{\Sigma} = 1,1 \cdot 440 + 1,4 \cdot 450 = 484 + 630 = 1114 \text{ კგ/მ.}$$

მლუნავი მომენტი:

$$M = \frac{1114 \cdot 6^2}{8} = 5013 \text{ კგ.მ.}$$

დავუშვათ, რომ კოქი შედგენილი იქნება სამი ძელისაგან ზომებით არა ნაკლები 15×15 სმ, მაშინ საჭირო სიდიდეს მისი განივკვეთის წინააღობის მომენტისა:

$$W = \frac{M}{R_{\text{მც}}} = \frac{501300}{130 \cdot 1,15 \cdot 0,8} = 4076 \text{ სმ}^3.$$

უკანასკნელ ფორმულაში კოეფიციენტი $m_{\text{კ}} = 0,92 = 1,15 \cdot 0,8$ წარმოადგენს ორი კოეფიციენტის ნამრავლს;

1,15—მუშაობის პირობების კოეფიციენტი ძელების განივკვეთის ზომებით არა ნაკლები 15×15 სმ, 0,8—მუშაობის პირობების კოეფიციენტი რომელიც ითვალისწინებს განივკვეთის წინააღობის მომენტის შემცირებას ფირფიტების დამყოლობის გამო (სამი ძელისათვის) კოქის განივკვეთის სიმაღლე:

$$h = \sqrt[3]{\frac{6W}{\rho}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 4076}{15}} = 40,4 \text{ სმ}$$

ძელის სიმაღლე:

$$h_1 = \frac{h}{3} = \frac{40,4}{3} = 13,42 \text{ სმ.}$$

ვტოვებთ ძელების წინასწარ დაშვებულ განივკვეთის ზომებს 15×15 სმ კოქის შემოწმება ჩალუნვაზე. კოქის განივკვეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი:

$$J = K_1 \cdot I_0 = 0,7 \frac{15 \times 45^3}{12} = 19735 \text{ სმ}^4$$

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{(4+0,4+4,5) 600^4}{100000 \cdot 19735} \approx 2,61 \text{ სმ} = \frac{l}{230} < \frac{l}{200}.$$

ფირფიტების რიცხვის განსაზღვრა.

ფირფიტების ზომები:

$$b_{\text{ფ}} = 1,2 \text{ სმ}; l_{\text{ფ}} = 4,5 \cdot b_{\text{ფ}} = 4,5 \cdot 1,2 = 5,4 \text{ სმ}$$

ჩაკრის სიღრმე (ბულის ნახევარი სიმაღლე)

$$h_{\text{ჩ}} = \frac{l_{\text{ფ}}}{2} = \frac{5,4}{2} = 2,7 \text{ სმ}$$

$$\frac{1}{5} h_1 = \frac{1}{5} \cdot 15 = 3 \text{ სმ} > 2,7 \text{ სმ}$$

ფირფიტის ამტანუნარიანობა:

$$T_{\text{ფ}} = 14 \cdot I_{\text{ფ}} \cdot b = 14 \cdot 5,4 \cdot 15 = 1135 \text{ კგ.}$$

ფირფიტების საჭირო რაოდენობა ნახევარ მალის ფარგლებში

$$n_{\text{ფ}} = 1,5 \frac{MS_{\text{კ}}}{I_{\text{ბ}} \cdot T_{\text{ფ}}} = 1,5 \frac{501300 \cdot 3315}{113907 \cdot 1135} \approx 19,2 \text{ ც.}$$

სადაც

$$S_{\text{ბა}} = 15 \times 15 \times 15 = 3375 \text{ სმ}^3$$

$$I_{\text{ბა}} = 15 \frac{43^3}{12} = 113907 \text{ სმ}^4$$

ფირფიტების უმცირესი ბიჯი:

$$t = 9z_{\text{ფ}} = 9 \cdot 1,2 = 11 \text{ სმ}$$

კოქის 0,4L-ზე შეიძლება მოთავსდეს შენდევნი რაოდენობის ფირფიტები

$$n_{\text{ფ}} = \frac{0,4 \cdot 600}{11} = 21,8 \text{ ც} > 19,2 \text{ ც,}$$

კოქის კონსტრუქციული სამშენებლო აწვევა

$$f_s = 0,1 \frac{l}{h_1} = 0,1 \frac{600}{15} = 4 \text{ სმ.}$$

ბ) ანგარიში დასაშვები ძაბვების მეთოდით.

დატვირთვა კოქის გრძივ მეტრზე:

$$400 + 38 + 450 = 888 \approx 890 \text{ კგ/მ.}$$

მღუნავი მომენტი:

$$M = \frac{890 \times 6^2}{8} = 400 \text{ კგ/მ.}$$

საპირო წინაღობის მომენტი:

$$W = \frac{M}{[\sigma_c] \cdot K_{10}} = \frac{40000}{100 \cdot 0,8} = 500 \text{ სმ}^3$$

სიმაღლე:

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 500}{15}} = 44,7 \text{ სმ} \approx 45 \text{ სმ}$$

დასაშვები დატვირთვა ერთ ფირფიტაზე:

$$[T_{\text{ფ}}] = 11l_{\text{ფ}} \cdot b = 11 \cdot 5,4 \cdot 15 = 890 \text{ კგ}$$

საპირო ფირფიტების რაოდენობა კოქის ნახევარმაღლე:

$$n_{\text{ფ}} = 1,5 \frac{MS_{\text{ბა}}}{I_{\text{ბა}}[T_{\text{ფ}}]} = 1,5 \frac{40000 \cdot 3375}{113907 \cdot 890} \approx 20 \text{ ც}$$

ბიჯი ფირფიტებისა: $t = 11 \text{ სმ}$.

კოქის 0,4L-ზე მოთავსდება ფირფიტები

$$n_{\text{ფ}} = \frac{0,4 \cdot 600}{11} = 21,8 > 20 \text{ ც.}$$

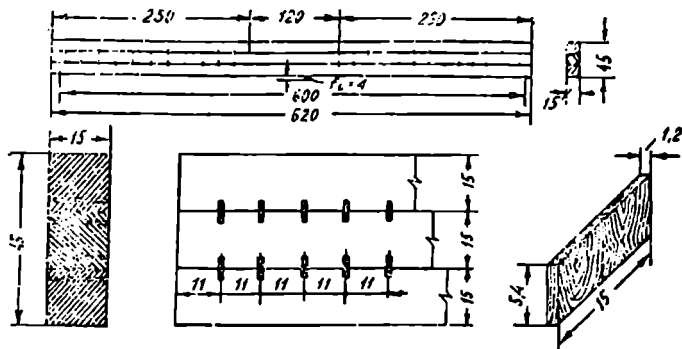
კოქს ეძლევა კონსტრუქციული სამშენებლო აწვევა, ტოლი:

$$f_s = 0,1 \frac{l}{h_1} = 0,1 \frac{600}{15} = 4 \text{ სმ}$$

კოქის გრძივი მეტრის წონა

$$q_{სმ} = 0,15 \cdot 0,15 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 500 = 33,75 \text{ კგ/მ} < 37,3 \text{ კგ/მ.}$$

ანგარიშის შედეგად მიღებული სიდიდეების მიხედვით გამოხაზული კოქის სქემა და ზოგიერთი დეტალი ნაჩვენებია ნახ. 106-ზე.



ნახ. 106. სამი ძელისაგან შედგენილი კოქი ფირფიტოვან (დერეფიავანის) ნაგებლებზე.

§ 54. ორტესებრი ლურსმოვანი კოქები

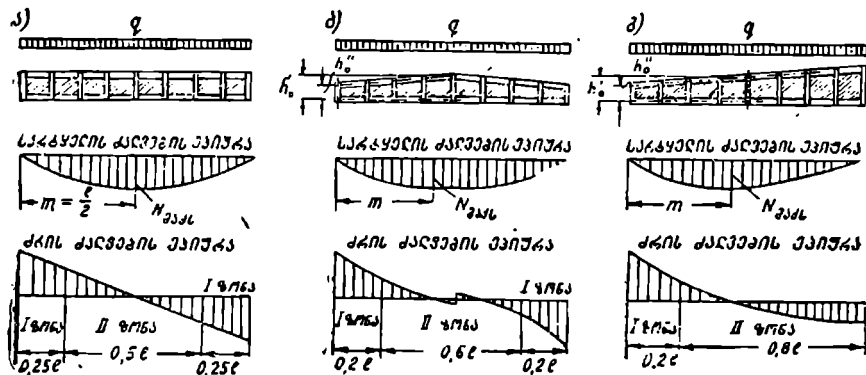
1) კოქის კონსტრუქცია

ორტესებრი ლურსმოვანი კოქი მთლიანკედლიანი კონსტრუქციების ერთ-ერთ ძირითად სახეს წარმოადგენს და ძირითად მცირე ქანობიან სახურავებში გამოიყენება. ასეთი კოქები თანამედროვე მშენებლობის პრაქტიკაში საკმარისათა გავრცელებულნი არიან რაც შემდეგი მათი დადებითი თვისებებით აიხსნება:

1. დამზადების სიადვილე. კოქების დამზადება არ მოითხოვს მაღალი კვალიფიკაციის მუშა ხელს და რაიმე რთულ დანადგარებს, რის შედეგად მათი დამზადება შესაძლებელია თითქმის ყველა სამშენებლო მოედანზე.
2. კოქის კედლებისათვის (რომლისათვისაც ხის მასალის ხარჯი დაახლოებით მთლიანი ხარჯის 50%-ს შეადგენს) შეიძლება გამოყენებული იქნეს შედარებით მდარე ხარისხის მასალა ფიცრების მოკლე ჩამონაჭრების სახით, რომელიც სხვა სახის კონსტრუქციებისათვის ნაკლებად გამოსადეგია.
3. ორტესებრი ლურსმოვანი კოქებს (ისევე როგორც დანარჩენი სახეების მთლიანკედლიანი კონსტრუქციებს) შედარებით განგმირკედლიან კონსტრუქციებთან (ფერმები) მცირე სამშენებლო სიმაღლე აქვთ. ამის გვერდით იგივე კოქები შემდეგი უარყოფითი თვისებებით ხასიათდებიან.

1. ლითონის შედარებითი დიდი ხარჯი (ლურსმნების სახით);
 2. დეფორმაციების აგრეთვე შედარებით დიდი მნიშვნელობა, რაც ძირითადად ლურსმნოვანი შეერთების დამყოლობის თვისებით აიხსნება.
 3. კედლის ფიცრების შეერთების სიბრტყეების დიდი რაოდენობა, რაც ხელს უწყობს ხის მასალის ლპობის პროცესის განვითარებას.
- კონსტრუქციის მოხაზულობის მიხედვით ლურსმნოვანი კოქების შემდეგი სამი ძირითადი სახე განიჩრევა:

სწვრივსართულბიანი, ორქანობიანი (ორმხრივ ზედა სართულის დახრით) და ერთქანობიანი (ნახ. 107 ა, ბ, გ). კოქის სიმტკიცისა და სიხისტის



ნახ. 107. ორტყეობი ლურსმნოვანი კოქების ნორმალური და ძრის ძაღვების ეპიურები.

პირობების დაკმაყოფილებისათვის და აგრეთვე სართულის და კედლის შემადგენელი ლურსმნების განლაგების პირობების მიხედვით კოქის მთლიანი სიმაღლე უნდა იყოს ტოლი ან მეტი მისი მალის $1/9$ -სა.

ზედა სართულის დახრის შემთხვევაში (კოქი ცვლადი სიმაღლით) უკანასკნელის საინგარიშო სიმაღლედ მიიღება: ორმხრივქანობიანი კოქებისათვის, სიმაღლე შესაფერისი მალის მეოთხედისა, ხოლო ცალმხრივ დახრილი კოქებისათვის სიმაღლე შესაფერისი შუა მალის.

როგორც ყველა შედგენილ კოქებს ისევე ორტყეობი ლურსმნოვანს ეძლევა კონსტრუქციული სამშენებლო აწევა.

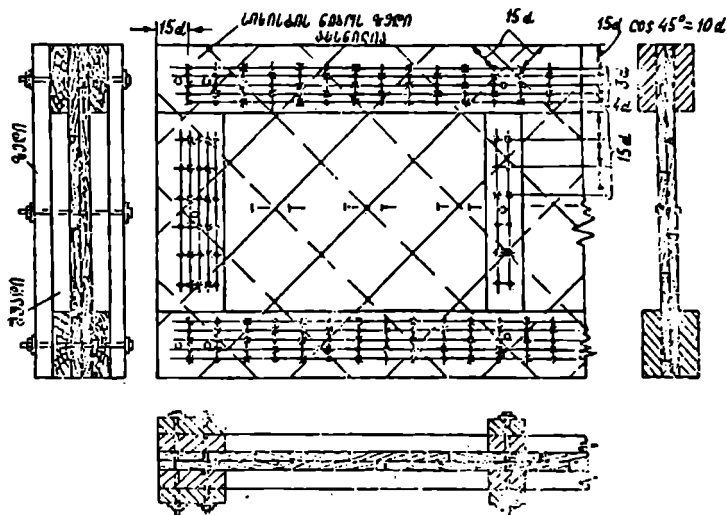
მთლიანად კოქი შემდეგი ელემენტებისაგან შედგება (ნახ. 108.):

1. ზედა და ქვედა სართულის ფიცრები, რომლებიც ძირითად მზიდ ელემენტებს წარმოადგენენ. მათი განივკვეთის ზომები ანგარიშით განისაზღვრება, აიღება:

$$\text{სისქე} - 4 \div 6 \text{ სმ}; \text{ სიგანე} - 16 \div 22 \text{ სმ};$$

2. ჯვარედინა კედელი, რომელიც ორი ფენა, დახრილი ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულების ფიცრებისაგან შედგება და რომელთა ბოლოები სარ-

ხელის ფიცრებს შორის არის მოქცეული. სარტყლისა და კედლის ფიცრები ლურსმნებით არიან შეერთებულნი, რომელთა ზომები შემდეგნაირად განი-
აზღვრება: ლურსმანი დასმული ქვედა სარტყლის, მარცხენა მხრიდან გაიე-



ნახ. 108. ორტყეობრი ლურსმონი კოქის ფასადი და ქრილები.

ლის მას, კედლის ფიცრის ორთავე ფენას და შვეა და ჩამაგრდება იგივე სარ-
ტყლის მარჯვენა ფიცარში (ნახ. 109), ჩამაგრების სიგრძე (a_1) უნდა იყოს
ტოლი ან მეტი $4d_c$, წინააღმდეგ შემთხვევაში ლურსმანის ბოლოსთან მოთაე-
სებულ ფიცრების შეერთების სიბრტყეში ლურსმანის მუშაობა არ იქნება სრულ-
ყოფილი.

ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე ლურსმანის საქირო სიგრძე მნი-

$$l_c \geq a + 2c + 6 + 4d_c.$$

კედლის ფიცრები კონსტრუქციულ ელემენტებს წარმოადგენენ და მათი ზომები
კონსტრუქციულად მიიღება ტოლი;

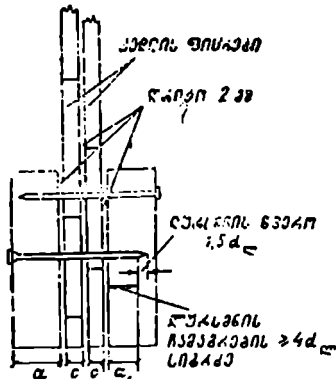
$$\text{სისქე} - 1,9 \div 2,5 \text{ სმ}; \quad \text{სიგანე} - 15 \div 20 \text{ სმ}$$

კედლის ფიცრების სიგანის შემდგომი შემცირება არაბელსაყრელია იმის გა-
მო, რომ ეს იწვევს ფიცრების შეერთებების სიბრტყეთა და ერაღროლულად
შვერთების სიბრტყეში მოხვედრილ არამუშა ლურსმანთა რაოდენობის გა-
დიდებას.

კედლის ფიცრების სარტყლებს შორის მოთავსებული ნაწილი უკანა-
სკენელის მდგრადობის გადიდების მიზნით ერთმანეთს აკრთევენ ლურსმნებით

უკავშირდება, რომელთა სიგრძე იმ ანგარიშით განისაზღვრება, რომ ლურსმანი გადის ორთავე ფიცარში და მისი ბოლო გადაიღუნება.

თითოეულ ფიცარზე დაისმება არა ნაკლები 2 ლურსმანისა. კედლის ფიცრების ქვედა სარტყლის ფიცრებთან დახრის კუთხე (α) მიიღება 30° ან 45°.



ნახ. 109. ლურსმნების ჩამაგრება სარტყლის ფიცარში.

3. სიხისტის წიბოები. შედარებით თხელი კედლის მდგრადობის გაძლიერებისათვის და აგრეთვე ზედა და ქვედა სარტყლის ფიცრებს შორის კავშირის დამყარებისათვის კოქს ორთავე მხრიდან ემაგრება სიხისტის წიბოები რომლებიც ყოველ 0,11 მანძილით არიან დაშორებული.

თუ კოქი დატვირთულია შეყურსული ძალებით მაშინ როგორც წესი სიხისტის წიბო ამ ძალების ქვეშ თავსდება.

სიხისტის წიბოს ორი ნაირსახეობა განიჩქევა:

1. სიხისტის წიბო მოთავსებული საყრდენზე (საყრდენი ღვარი).

2. სიხისტის წიბო მალის.

საყრდენი ღვარი ორი ელემენტისაგან არის შედგენილი: შუადი, რომელიც სარტყლის ფიცრებს შორის მანძილს ავსებს და ჯვარედინა კედელს ლურსმნებით უკავშირდება და ზედი რომელიც სარტყლის ფიცრებს და შუადს ეკვრის ქმნიკებით

$$d = 12 \div 19 \text{ მმ.}$$

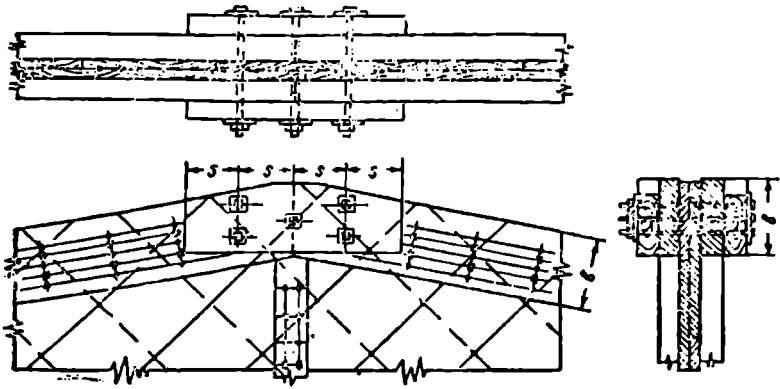
მალის სიხისტის წიბო წარმოდგენილია მხოლოდ შუადის სახით, რომელიც კედელს აგრეთვე ლურსმნებით უერთდება.

როგორც პირველი ისე მეორე სახის სიხისტის წიბოები კონსტრუქციული ელემენტებია და მათი ზომები მიიღება: საყრდენი ღვარისათვის ფიცრები, განივკვეთით ტოლი სარტყლის ფიცრისა, მალის სიხისტის წიბოსათვის ფიცარი განივკვეთით: სისქე ტოლი სარტყლის ფიცრის სისქისა, ხოლო სიგანე ტოლი იგივე სარტყლის ფიცრის სიგანისა.

სარტყლისა და კედლის ფიცრების დამაკავშირებელი ლურსმნები შევეული რიგებით, ერთის გამოშვებით საწინააღმდეგო მიმართულებით დაისმებიან ორტესებრი ლურსმონი კოქის მალი დახერხილი მასალის ნორმალურ სიგრძეს (6, 5 მ) საგრძნობლად აღემატება, რის გამო საჭირო ხდება სარტყლის ფიცრების პირაპირების მოწყობა. ზედა და ქვედა სარტყლის პირაპირები მათი მუშაობის პირობების შესაბამისად კონსტრუქციულად სხვადასხვანაირად გადაწყდება. შეკუმშული ზედა სარტყლის ფიცრების პირდაპირი ჩვეულებრივად მათი ბოლოების ურთიერთ დაყრდნობით ხორციელდება ყოველგვარი მუშა ლითონის ნაწილების გარეშე. ეს გარემოება მოითხოვს ზედა

სარტყლის ფიცრების ბოლოების სწორად ჩამოკრას და მორკებას მათს ურთიერთთან მთლიანად დაყრდნობის მიზნით.

ამ სახით განხორციელებული პირაპირი კონსტრუქციული მოსაზრებით გადაიხურება, ორი ზედით და კანკიებით შეიკვრება (ნახ. 110). გაკეპული



ნახ. 110. შეკეპული ზედა სარტყლის პირაპირი.

ქვედა სარტყლის ფიცრების პირაპირის კონსტრუქცია შედარებით რთულია და ის რამოდენიმე ვარიანტის სახით შეიძლება განხორციელდეს.

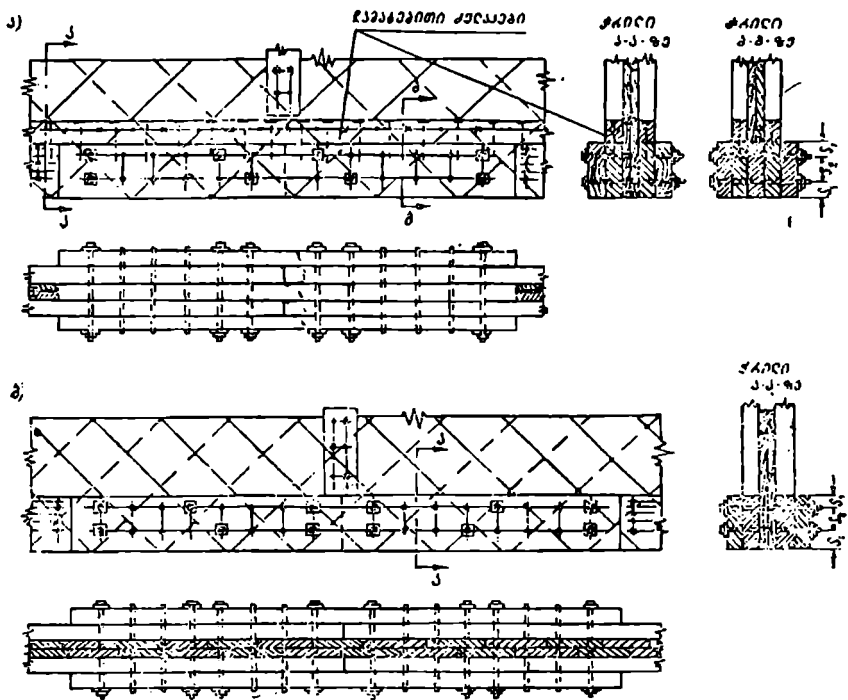
პირველი ვარიანტი (ნახ. 111, ა). ქვედა სარტყლის ფიცრების პირაპირი გადაიხურება ორი ზედით და ერთი შუადით, მათი სარტყლის ფიცრებთან დაკავშირება მცირე დიამეტრის $d=10-12$ მმ ნაგელებით წარმოებს.

ზედების განივევების ზომები სარტყლის ფიცრის განივევების ზომების ტოლი აიღება, შუადი სარტყლის ფიცრების შუა თავსდება ასე რომ შუადის სისქე ტოლია წყვილი კედლის ფიცრების სისქეთა ჯამისა, რაც უმეტეს შემთხვევაში თავის მხრივ სარტყლის ფიცრის სისქის ტოლია (და, რაც სასურველ პირობას წარმოადგენს). როგორც ეს ნახ. 111, ბ ჩანს სარტყლის ფიცრებს შორის მოთავსებული შუადი კედლის ფიცრების ადგილს იკავებს, რისთვისაც საჭიროა კედლის ფიცრების სარტყლის ზედა კიდის დონეზე ჩამოკრა შუადის სიგრძის ფარგლებში. კოქის მუშაობისას კედლისა და სარტყლის ფიცრებს შორის ძრის ძალა წარმოიშობა, რომელიც იმ ლურსმნებს გადაეცემა; რომელიც სარტყლის ფიცრებზე დაისმება.

პირაპირის ფარგლებში ამ წესით ძრის ძალების გადაცემა კედლიდან სარტყელზე შეუძლებელია (კედლის ფიცრების ჩამოკრის გამო) და უკანასკნელი განხორციელდება სპეციალური დამატებითი ძელაკების მეშვეობით (ნახ. 111), რომლებიც სარტყლის ფიცრებს ზევიდან ედება და კედლის ფიცრებს ორთავე მხრიდან ეკვრის.

ეს ძელაკები სარტყლის ფიცრებს შვეული, ხოლო კედლის ფიცრებს თარზული ლურსმნებით უკავშირდება.

პირაპირის ფარგლებში კედლისა და სარტყლის ფიცრებს შორის წარმოშობილი ძრის ძალა თარზული ლურსმნების საშუალებით კედლიდან ძელებს გადაეცემა, ხოლო შვეული ლურსმნებით კი სარტყლის ფიცრებს. ადვილი გასაგებია, რომ ამ წესით ძრის ძალების გადაცემა კედლიდან სარტყელზე შედარებით იმ შემთხვევასთან სადაც იგივე ძრის ძალები სარ-



ნახ. 111. გაკიმული ქვედა სარტყლის პირაპირები.

ტყლის ლურსმნებით გადაეცემა სუსტია, სხვანაირად რომ ვთქვათ ამ წესით ძრის ძალების მცირე სიდიდე შეგვიძლია გადავცეთ კედლიდან-სარტყელზე და ეს უკანასკნელი გარემოება განსაზღვრავს მალის ფარგლებში პირაპირის ხელსაყრელ მდებარეობას, სახელდობრ, პირაპირი უნდა მოთავსდეს მალის იმ უბანზე, სადაც ძრის ძალების უმცირესი მნიშვნელობა გვაქვს. მაგალითისათვის თუ ორ საყრდენზე მდებარე თანაბარი ტვირთით დატვირთულ კოქს განვიხილავთ მაშინ ძრის ძალების მინიმალური სიდიდის შესაფერისი უბანი მოთავსებულია კოქსის შუა მალში, ე. ი. ასეთ შემთხვევაში პირაპირი მოთავსებული უნდა იქნეს კოქსის შუა მალზე.

პირაპირის ასეთ გადაწყვეტას თავისი დადებითი და უარყოფითი თვისებები ახასიათებს.

პირველ დადებით თვისებათ ის უნდა ჩაითვალოს, რომ თუ კოქის მალი 12 მეტრს არ აღემატება (რასაც ჩვეულებრივად აქვს ადგილი) და თუ გავითვალისწინებთ, რომ ფიცრების ნორმალური სიგრძე 6 მეტრია, მაშინ მალის ფარგლებში შეიძლება მოეწყოს მხოლოდ ერთი პირაპირი.

პირაპირის შემკრავი ჰანჯიკები ოთხ კრაზე მუშაობენ, რაც თითქმის ერთი-ორად ამცირებს როგორც ზედებისა და შუადის სიგრძეს, ისევე ნაგელების რიცხვს იმ შემთხვევასთან შედარებით როდესაც იგივე ნაგელები მხოლოდ ორ კრაზე მუშაობენ რასაც ადგილი აქვს ქვემოთ განხილულ მეორე ვარიანტით გადაწყვეტილ პირაპირებში.

პირველი ვარიანტით გადაწყვეტილი პირაპირის უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს, რომ ამ დროს სარტყლის ფიცრების და აგრეთვე ზედების და შუადის ნაგელებისაგან შესუსტებული განივკვეთი გრძივი გამჭიმავი ძალის უდიდესი მნიშვნელობის მოქმედებას განიცდის.

სარტყლის გამჭიმავი გრძივი ძალვა ზედებსა და შუადს შორის მათზე მოსული ნაგელების კრათა რიცხვის პროპორციულად ნაწილდება. ნახ. 111 ა-ზე გამოსახული პირაპირისათვის ნაგელის ოთხი კრიდან ორი მიეკუთვნება შუადს და თითო თითო მარჯვენა და მარცხენა ზედს, ეს იგივეა თუ ვიტყვი, რომ შუადს გადაეცემა სარტყელზე მოქმედი გამჭიმავი ძალის ნახევარი, ხოლო თითოეულ ზედს მისი მეოთხედი, ან კიდევ შუადი და ცალი სარტყლის ფიცარი ტოლი სიდიდის ძალვის მოქმედებას განიცდიან.

ისეთ შემთხვევაში როდესაც შუადის განივკვეთი სარტყლის ფიცრის განივკვეთის ტოლია, უკანასკნელნი თანაბრად დატვირთულნი არიან, მაგრამ იმ დროს როდესაც შუადის განივკვეთი სარტყლის ფიცრის განივკვეთზე ნაკლებია, რასაც ადგილი აქვს როდესაც წყვილი ჯვარედინა კედლის ფიცრების ჯამური სისქე ნაკლებია სარტყლის ფიცრის სისქეზე შუადი გადატვირთული გამოდის.

უკანასკნელი გარემოების თავიდან აცილების მიზნით მიმართავენ გაგრძელებულ ზედების გამოყენებას (ნახ. 112). ამ შემთხვევაში შუადი შედარებით ზედთან მოკლეა, რის შედეგად ზედზე მოსული ნაგელების კრათა რაოდენობა მეტია ვიდრე შუადზე და შესაფერისად ორთავე ზედებზე მოსული ძალა აგრეთვე მეტია ვიდრე შუადზე და ამით მისი განტვირთვა წარმოებს.

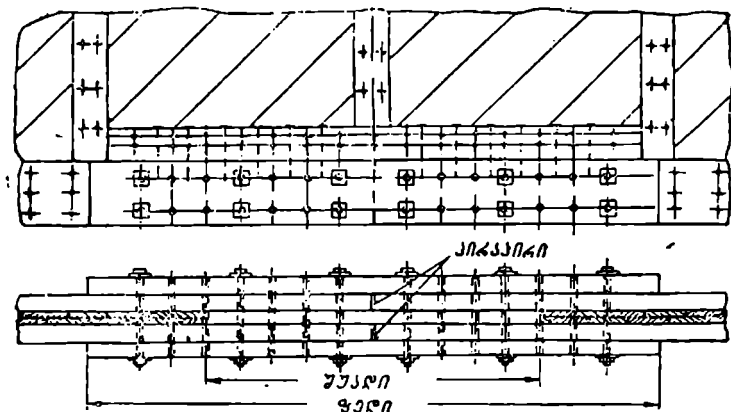
მეორე ვარიანტი (ნახ. 111, ბ):

მეორე ვარიანტი პირველისაგან კონსტრუქციული თვალსაზრისით იმით ვანსხვავდება, რომ აქ პირაპირი გადახურულია მხოლოდ ორი ზედით. პირაპირის უბნის ფარგლებში კედელი არ ჩამოიქრება, რის შედეგად ზედებისა და სარტყლის ფიცრების დამაკავშირებელი ნაგელები ორ კრაზე მუშაობენ.

მეორე ვარიანტის დადებით მხარედ ის უნდა ჩაითვალოს, რომ აქ კედლიდან სარტყელზე ძრის ძალების გადაცემის შესაძლებლობა მეტია და აქედან გამომდინარე ასეთი კონსტრუქციის პირაპირის მოთავსება შეიძლება კოქის მალის ნებისმიერ წერტილში, მათ შორის იქ სადაც ძრის ძალვა მინიმალური მნიშვნელობის არ არის (ე. ი. იქ, სადაც მლუნავე მომენტი და გრძივი ძალვა მაქსიმუმს არ აღწევს).

უკანასკნელი ხელსაყრელია იმის გამო, რომ ამ დროს ნაგებებისაგან შესუსტებული სარტყლის ფიცრების განივკვეთი არ განიცდის გრძივი ძალის უდიდესი მნიშვნელობის მოქმედებას.

იგივე გადაწყვეტის უარყოფით თვისებად ის უნდა ჩაითვალოს, რომ აქ ზედებისა და სარტყლის ფიცრების შემაერთებელი ნაგებები ორ კრაზე მუშაობენ.



ნახ. 112. ქვედა სარტყლის პირაპირი გავრძელებული ზედებით.

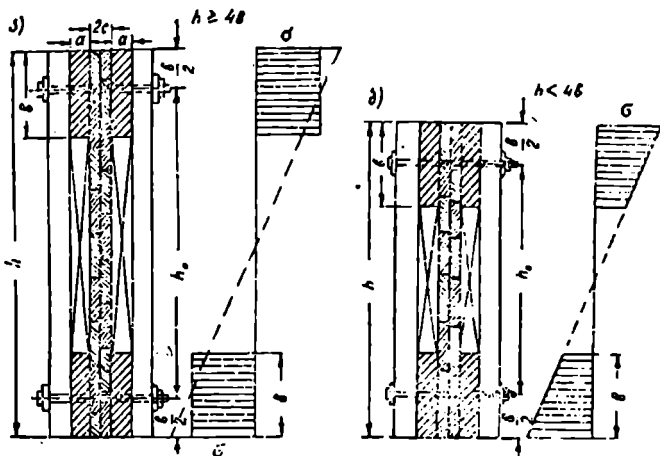
2) კოქის ანგარიში

სტატიკური ანგარიშისათვის ორტყეობრივი ჯვარედინი კედლიანი კოქი შეიძლება განვიხილოთ როგორც შრავალირიბანიანი ფერმა, სადაც საყრდენიდან დაღმავალი კედლის ფენა (ირიბანები) მუშაობს მოქიშვაზე, ხოლო იგივე საყრდენიდან აღმავალი კედლის ფენა მუშაობს კუმშვაზე.

ვინაიდან მანძილი ირიბანებს (კედლის ფიცრებს) შორის პრაქტიკულად ტოლია ნულისა, ამიტომ პირობით შეიძლება მივიღოთ რომ კედელი არის მონოლითური, მაგრამ ერთდროულად უნდა გავითვალისწინოთ ის გარემოება, რომ სინამდვილეში ჯვარედინი ფიცრებისაგან შედგენილ კედელს არ ახასიათებს ის თვისებები, რომელიც ახასიათებს მონოლითურ კედელს და, რაც მთავარია კედელს არ შეუძლია ნორმალური ძალების ატანა. გამომდინარე ზემოთ აღნიშნულისაგან უნდა ვივარაუდოთ, რომ ნორმალურ ძალებს (ძაბვებს) დებულობს მხოლოდ და მხოლოდ კოქის სარტყლები, ხოლო კედელი ღებულობს მხოლოდ ძრის ძალებს. თუ ზემოთ აღნიშნულს გავითვალისწინებთ, მაშინ განივკვეთის ინერციის და წინალობის მომენტის გამოთვლისას მხედველობაში მიიღება მხოლოდ ზედა და ქვედა სარტყლების ფიცრების ფართი.

კოქის განივკვეთის სიმძლავრე ნორმალური ძაბვები სწორი ბაზის კანონით ნაწილდება (ნახ.113, ა), რის გამო სარტყლის სიმძლავრე ნორმალურ ძაბვის ეპიურა წარმოდგენილია ტრაპეციის სახით. ანგარიშის გამარტივების მიზნით შესაძლოა, რომ ზედა ან ქვედა სარტყლის სიმძლავრის ფარგლებში ნორ-

მალურ ძაბვების ეპიურა გავათანაბროთ (წარმოვადგინოთ სწორკუთხედის სახით), რაც გარკვეულ პირობითობის ხასიათს ატარებს და ანგარიშის სიზუსტის ხარისხს ამცირებს.



ნახ. 113. ნორმალური ძაბვების საანგარიშო ეპიურები ორტყეებზე ლურსმოვან კოქებში: ა) კოქის სიმაღლისას $h \geq 4b$; ბ) კოქის სიმაღლისას $h \leq 4b$.

გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ ასეთი დაშვებისაგან მიღებული ცდომილების სიდიდე დამოკიდებულია კოქის სიმაღლის სარტყლის ფიცრის სიმაღლესთან ფარდობაზე, $\left(\frac{h}{b}\right)$.

შედარებით მაღალი კოქებისათვის თუ $\frac{h}{b} \geq 4$ ზემოთ აღნიშნული დაშვების შედეგად მიღებული ცდომილება პრაქტიკული ანგარიშებისათვის სავესებით დასაშვებია და მაშასადამე სარტყლის სიმაღლეზე ნორმალური ძაბვების ეპიურა შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს სწორკუთხედის სახით (ნახ. 113, ა).

პირიქით, შედარებით დაბალი კოქებისათვის, როდესაც $\frac{h}{b} < 4$ ზემოთ აღნიშნული დაშვება საგრძნობ ცდომილებას გვაძლევს და ამ შემთხვევაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს სარტყლის სიმაღლეზე ნორმალური ძაბვების არათანაბარი განაწილება (ნახ. 113, ბ).

კოქის განიკვეთის ზომების შერჩევა ძირითადად მისი სიმაღლისა და სარტყლის ფიცრების ზომების შერჩევას გულისხმობს, რომლებიც ერთმანეთზე დამოკიდებულნი არიან, რის შედეგად საკუთარა ერთ-ერთი მათგანის წინასწარ დაშვება და მეორეს განსაზღვრა. აღნიშნულის შესაბამისად კოქის კვეთის შერჩევის ორი შემთხვევა განირჩევა:

1. კოქის სიმაღლის (h) და სარტყლის ფიცრის სიმაღლის (b) წინასწარ

დაშვების საფუძველზე ($h = \frac{l}{7} \div \frac{l}{9}$) განისაზღვრება სარტყლის ფიცრების ფართი და სისქე.

2. სარტყლის ფიცრების ზომების წინასწარ დაშვებით კოქის სიმაღლე განისაზღვრება.

პირველ შემთხვევაში სარტყელზე მოქმედი გრძივი ძალის სიდიდის განსაზღვრა გარე და შიგა ძალების მომენტების ტოლობის პირობით წარმოებს, ე. ი.

$$M = Nh_0,$$

სადაც M — გარე ძალების მომენტი,

h_0 — შიგა ძალებს შორის მანძილი (შიგა წვეილის მხარი, ზედა და ქვედა სარტყლების ცენტრებს შორის მანძილი), რომელიც მიიღება ტოლი. თუ $h \geq 4b$ მაშინ $h_0 = h - b$;

სარტყლის ფიცრების საჭირო ფართი:

ა. ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით ანგარიშისას

$$F_{\text{ზგ}} = - \frac{N}{R_{\text{ზ}} \cdot m_{\text{ზ}} \cdot 0,8} ; \quad (1,54)$$

ბ. დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას

$$F_{\text{ზგ}} = \frac{N}{0,8 [\sigma_{\text{ზ}}]} ,$$

სადაც $R_{\text{ზ}}$ და $[\sigma_{\text{ზ}}]$ — შესაბამისად სანაგარიშო წინაღობა და დასაშვები ძაბვა გაქიშვაზე,

$m_{\text{ზ}}$ — მუშაობის პირობების კოეფიციენტი გაქიშვისას,

$0,8$ — კოეფიციენტი, რომელიც სარტყლის ფიცრების პირაპირის კვეთში შესუსტებას ითვალისწინებს.

სარტყლის ფიცრის სისქე:

$$a = \frac{F_{\text{ზგ}}}{2b} ,$$

ა.ს მიღებული სიდიდე დამრგვალდება მახლობელ უდიდეს სიდიდემდე სორტამენტის მიხედვით.

მეორე შემთხვევაში განისაზღვრება სარტყლის ფიცრების ამტანუნარიანობა და დასაშვები ძალეა

$$N = 0,8 \cdot F_{\text{ზგ}} \cdot R_{\text{ზ}} \cdot m_{\text{ზ}} ;$$

$$N = 0,8 \cdot F_{\text{ზგ}} \cdot [\sigma_{\text{ზ}}] ;$$

შიგა წვეილის მხარი:

$$h_0 = \frac{M}{N}$$

და კოქის სრული სიმაღლე:

$$h = h_0 + b ;$$

სწერიესართყლებიანი კოქებისათვის გრძივი ძალის მაქსიმუმის შესაფერი კოქის განივკვეთი ემთხვევა მლუნავი მომენტის მაქსიმუმის შესაფერის განივკვეთს, ხოლო ერთმხრივ ან ორმხრივ ზედა სართყლით დახრილი კოქებისათვის კოქის კვეთი მაქსიმალური მლუნავი მომენტით არ ემთხვევა ნორმალური ძალის მაქსიმუმის შესაფერის კვეთს (ნახ. 107 ბ და გ).

აღნიშნოთ კოქის სართყლების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი; შუა მალში— h'_0 , ხოლო საყრდენზე h''_0 -ით. ზედა და ქვედა სართყლების ღერძებს შორის კუთხე α -ით. კოქის თანაბრად განაწილებული დატვირთვისას მლუნავი მომენტი იმ კვეთისათვის, რომელიც დაცილებულია კოქის უმცირესი სიმაღლის შესაფერისი საყრდენიდან-მანძილი z ტოლია,

$$M_z = \frac{qz}{2} (l-z);$$

ხოლო გრძივი ძალვა:

$$N_z = \frac{M_z}{h''_0}$$

სადაც $h'_0 = h''_0 + zig\alpha$ —მანძილი ზედა და ქვედა სართყლის სიმძიმის ცენტრებს შორის იგივე z კვეთში.

თუ გრძივი ძალის გამომსახველ ფორმულაში M_z -სა და h''_0 მნიშვნელობებს შევიტანთ მივიღებთ:

$$N_z = \frac{qz(l-z)}{2(h''_0 + zig\alpha)}; \quad (2,54)$$

თუ უკანასკნელ N_z -ს გამოსახულებას z -ის მიმართ გავაწარმოებთ და მას ნულს გავუტოლებთ, მივიღებთ განტოლებას, რომლიდან ადვილად ვიპოვიით მანძილ $z = m$, რომელსაც სართყლებში მოქმედი გრძივი ძალვის მაქსიმუმი შეეფარდება და რომელიც ტოლია.

$$z = m = \frac{h''_0}{ig\alpha} \left(\sqrt{1 + ig\alpha \frac{l}{h''_0} - 1} \right); \quad (3,54)$$

m -ს განსაზღვრის შედეგად განისაზღვრება M_m და შემდეგ N_{max} , რომელზედაც შემოწმებული უნდა იქნეს სართყელი;

ა) ზღერული მდგომარეობის მეთოდით ანგარიშისას

$$N \leq 0,8 \cdot F_{\delta\delta} \cdot R_{\delta} \cdot m_{\delta};$$

ბ) დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას

$$N \leq 0,8 \cdot F_{\delta\delta} [\sigma_{\delta}]$$

როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული იმ დროს, როდესაც კოქის სრული სიმაღლე $h \leq 4b$ სართყლის სიმაღლეზე ნორმალური ძაბვების არათანაბრად განაწილების უგულებელყოფა საგრძნობ ცდომილებას იძლევა. ასეთ შემთხვევაში სართყლებში მოქმედი გრძივი ძალვა განისაზღვრება ფორმულით:

$$N = \frac{MS_{\delta\delta}}{I_{\delta\delta}}, \quad (4,54)$$

სადაც N_0 სარტყლის განივკვეთის სტატიკური მომენტია ბრუტო ნეიტრალური ღერძის მიმართ.

I_0 -ზედა და ქვედა სარტყლების ინერციის მომენტი ბრუტო ნეიტრალური ღერძის მიმართ.

ზედა სარტყლის გრძივ ღუნვაზე შემოწმება.

კოქის ზედა სარტყელი გრძივ ღუნვაზე მომუშავე შედგენილ კვეთს წარმოადგენს, რის გამო საჭიროა მისი მდგრადობაზე შემოწმება. ჯვარედინი კედელი ზედა სარტყლის კოქის სიბრტყეში გრძივ ღუნვას ჯეროვან წინალობას უწევს და ამ მიმართულებით სარტყლის გრძივი ღუნვა გამორიცხულად შეიძლება ჩაითვალოს. კოქის მართობ სიბრტყეში იგივე ჯვარედინი კედელი იმდენად მცირე სიხისტით ხასიათდება, რომ მისი წინალობა პრაქტიკული ანგარიშებისათვის მხედველობაში არ მიიღება. დამატებით თვით ზედა სარტყელის სიხისტე ამ მიმართულებით მცირეა და ეს ორი პირობა ძირითადად განსაზღვრავს ზედა სარტყლის გრძივ ღუნვაზე შემოწმების აუცილებლობას.

ზედა სარტყლის მოქნილობის და შესაფერისად გრძივი ღუნვის კოეფიციენტის ფ განსაზღვრისას, უკანასკნელის თავისუფალ სიგრძელ ზედა სარტყელის დამაგრების წერტებს შორის მანძილი მიიღება. გადახურვებში და დახურვებში ზედა სარტყლის დამაგრება ჩვეულებრივად გრძივებით წარმოებს. ზედა სარტყლის ინერციის მომენტისა და ფართის განსაზღვრისას ჯვარედინი კედელი მხედველობაში არ მიიღება.

გრძივ ღუნვაზე შემოწმებისას სარტყელი განიხილება როგორც შედგენილი მოკლე შუალედებიანი ღერო დამყოლ მაკავშირებლებზე, რომლისათვის საანგარიშო მოქნილობა (კოქის მართობ სიბრტყეში) დაყვანილი მოქნილობის ტოლია იმ პირობით, რომ ცალი ტოტის მოქნილობის განსაზღვრისათვის საჭირო უკანასკნელის საანგარიშო (თავისუფალი) სიგრძე

$$l_1 \leq 7a \quad \text{ე. ი. } \lambda_1 = 0,$$

მაშასადამე

$$\lambda_2 = \mu \lambda_1,$$

თუ ზედა სარტყლის თავისუფალი (საანგარიშო) სიგრძე კოქის მართობ სიბრტყეში ტოლი ან ნაკლებია სარტყლის 25 ფიცრის სისქისა ($25a$), ამ შემთხვევაში სარტყლის გრძივი ღუნვა მოსალოდნელი არ არის და მისი მხოლოდ კუმშვაზე ანგარიშით შეიძლება დავკმაყოფილდეთ.

გაზომდინარე აქედან კოქის მალზე გრძივების განაწილებისას სასურველია მათ შორის მანძილი 25 ფიცრის სისქეს არ აღემატებოდეს.

კოქის სიხისტეზე შემოწმება მასზე მოქმედი დატვირთვის სქემის შესაფერისი სამშენებლო მექანიკის ცნობილი ფორმულებით წარმოებს.

საანგარიშო ინერციის მომენტის განსაზღვრისას განივკვეთის შედგენილობა მხედველობაში მიიღება ინერციის მომენტის კოეფიციენტი 0,7 გადაპრავლებით, ე. ი.

$$j = 0,7 \frac{F_b \cdot h_0^2}{2} = 0,7 \frac{2 \cdot a \cdot b \cdot h_0^2}{2} = 0,7 abh_0^2,$$

სადაც F_b -ზედა ან ქვედა სარტყლის განივკვეთის ფართობი ($F_b = 2 \cdot a \cdot b$)

სარტყლისა და კედლის მკავეშირებელი ლურსმნების ანგარიში.

კოქის განივი ლუნვისას სარტყლისა და ჯვარედინა კედლის ფიცრებს შორის ძრის ძალა წარმოიშობა, რომლის საწინააღმდეგოდ მათი ურთიერთ დალურსნა წარმოებს. ძრის ძალა მუდმივ სიმაღლის მქონე კოქებში სარტყელის ერთეულ სიგრძეზე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$T = \frac{Q S_{\Delta\delta}}{I_{\Delta\delta}}, \quad (5,54)$$

სადაც Q —განივი ძალაა,

$S_{\Delta\delta}$ —იმ ფართის სტატიკური მომენტი ბრუტო ნეიტრალური ღერძის მიმართ, რომელიც კედლის ფიცრების მიმართ ძრას განიცდის, ე. ი. სარტყლის წვეილი ფიცრების,

$I_{\Delta\delta}$ —ზედა და ქვედა სარტყლების ფიცრების განივკვეთის ინერციის მომენტი ბრუტო ნეიტრალური ღერძის მიმართ.

სარტყლის ფიცრების სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ (ნახ. 113)

$$S_{\Delta\delta} = 2 \cdot a \cdot b \cdot \frac{h_0}{2} = a \cdot b \cdot h_0.$$

ინერციის მომენტი ბრუტო ზედა და ქვედა სარტყლების ფიცრებისა

$$I_{\Delta\delta} = 2 \left[\frac{2ab^3}{12} + 2bh \left(\frac{h_0}{2} \right)^2 \right];$$

ფრჩხილებში მოთავსებული გამოსახულების პირველი წევრი (სარტყელის ფიცრების ინერციის მომენტი საკუთარი ღერძის მიმართ) შედარებით მეორე წევრთან მცირე სიდიდეა და თუ მას მივღებლობაში არ მივიღებთ, მაშინ

$$I_{\Delta\delta} = a \cdot b \cdot h_0^2; \quad \frac{S_{\Delta\delta}}{I_{\Delta\delta}} = \frac{abh_0}{abh_0^2} = \frac{1}{h_0}$$

თუ ფარდობის $\frac{S_{\Delta\delta}}{I_{\Delta\delta}}$ მნიშვნელობას ძრის ძალის გამომსახველ ფორმულაში შევიტანთ მივიღებთ:

$$T = \frac{Qabh_0}{abh_0^2} = \frac{Q}{h_0}, \quad (6.54)$$

ცვალებადსიმალიანი კოქებისათვის ძრის ძალა სარტყლის ერთეულ სიგრძეზე გამოითვლება ფორმულით:

$$T = \frac{d}{dz} \left(\frac{MS_{\Delta\delta}}{I_{\Delta\delta}} \right) \approx \frac{d}{dz} \left(\frac{M}{h_0} \right).$$

თუ ამ განტოლების დიფერენცირებას მოვახდენთ, მივიღებთ:

$$T = \frac{M'h_0 - Mh_0'}{h_0^2} = \frac{Q}{h_0} \pm \frac{M}{h_0^2} \operatorname{tg} \alpha, \quad (7.54)$$

სადაც Q , M , h_0 არის, განივი ძალა, მლუნავი მომენტი და ზედა და ქვედა სარტყლების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი კოქის განსახილველ კვეთში.

x —კუთხე ზედა და ქვედა სარტყლებს შორის.

უკანასკნელ განტოლებაში ნიშანი მიწისზედა შეფერვაზე შემთხვევას, როდესაც კოქის სიმაღლე საყრდენიდან მაღალსაქენ დიდდება და პირიქით, ნიშანი პლუსი—შემთხვევას, როდესაც კოქის სიმაღლე საყრდენიდან მაღალსაქენ მცირდება.

ძრის ძალა კოქის უბანზე მონაკვეთით საყრდენიდან მლუნავი მომენტის მაქსიმალურ მნიშვნელობის შესაფერის წერტილამდე (ნახ. 107)

$$T_{z=0}^{z=m} = \int_{z=0}^{z=m} \frac{Q S_{\Delta r}}{I_{\Delta r}} dz = \frac{M S_{\Delta r}}{I_{\Delta r}},$$

სადაც

$$M = \int_{z=0}^{z=m} Q dz;$$

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ

$$\frac{S_{\Delta r}}{I_{\Delta r}} = \frac{1}{h_0},$$

მაშინ

$$T_{z=0}^{z=m} = \frac{M}{h_0} = N,$$

სადაც N —სარტყელში მოქმედი გრძივი ძალის უდიდესი მნიშვნელობაა.

ანალოგიურად შეიძლება განისაზღვროს ძრის ძალის სიდიდე კოქის მაღლის ორ ნებისმიერ m და n წერტილებს შორის

$$T_{z=m}^{z=n} = \frac{M_n S_{\Delta r}}{I_{\Delta r}} - \frac{M_m S_{\Delta r}}{I_{\Delta r}};$$

ან კიდევ

$$T_{z=m}^{z=n} = \frac{M_n}{h_0} - \frac{M_m}{h_0} = N_n - N_m, \quad (8,54)$$

სადაც: M_n , N_n , M_m , N_m კოქის n და m კვეთებში მოქმედი მლუნავი მომენტები და გრძივი ძალებია.

ლურსმნის ერთი ქრის ამტანუნარიანობა ან დასაშვები ძალვა ჩვეულებრივად განისაზღვრება იმის გათვალისწინებით, რომ სარტყლის მარცხენა ფიცარში ლურსმანი მთლიანად გადის (საანგარიშო სისქე a), ხოლო მარჯვენა ფიცარში ის ჩამაგრებულია a_1 სიგრძით (ნახ. 109). შეერთება სიმეტრიულია, სადაც შუა ელემენტის საანგარიშო სისქე ტოლია ჯვარედინა კედლის ფიცარების სისქეთა ჯამისა.

ლურსმნების ანგარიშისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს მათი მუშაობის არახელსაყრელი პირობები. მართლაც თუ სარტყლის და კედლის ფიცრების შეერთებას განვიხილავთ როგორც სიმეტრიულს, მაშინ უნდა გავითვალისწინოთ რომ აქ შუა ელემენტი შედგენილია ორი ფიცრისაგან, რომლებიც ურთიერთ მიმართ შეიძლება დაიძრეს.

ეს გარემოება ამცირებს ლურსმნის ამტანუნარიანობას, რის გათვალისწინება წარმოებს ჯკანასკნელ 0,8 კოეფიციენტზე გადამრავლებით. თუ აღვნიშნავთ ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობას a ფიცრის მუშაობის მიხედვით (T_c)_a და იგივე სიდიდეს ლურსმნის a_1 , სიგრძის მუშაობის მიხედვით (T_c)_{a1}, მაშინ საჭირო ორკრადი ლურსმნების ჩაოდენობა კედლის და სარტყლის ფიცრების ურთიერთ დასაკეშირებლად, გამოითვლება განაპირა ფიცრების (სარტყლის) მუშაობის პირობიდან ფორმულით

$$n_c \geq \frac{T}{[(T_c)_{a} + (T_c)_{a1}] \cdot 0,8}$$

შუა ფიცრის (კედლის ფიცრების) მუშაობის პირობიდან

$$n_c \geq \frac{T}{2 \cdot 0,8(T_c)_c}$$

როგორც ცნობილია ლურსმოვანი შეერთებანი დამყოლობის თვისებით ხასიათდება და მოქმედი ძალის მუდმივობისას დროთა განმავლობაში დეფორმაციებს განიცდიან.

ასეთი დეფორმაციების სიდიდე და მათი გავლენა დამოკიდებულია მოქმედი მუდმივი და დროებით დატვირთვების თანაფარლობაზე.

რაც მეტია მუდმივი დატვირთვა შედარებით დროებითთან, მით უფრო შეერთების არახელსაყრელი პირობები იქმნება და პირიქით.

აქედან გამომდინარე ამ გარემოების გათვალისწინება შემდეგნაირად წარმოებს:

თუ მუდმივი დატვირთვა მთლიანი დატვირთვის 70%-ს ან მეტს შეადგენს, მაშინ ლურსმნის ამტანუნარიანობა 0,85 შემამცირებელ კოეფიციენტზე მრავლდება.

როგორც 107 ნახაზიდან ჩანს კოქის მალის ფარგლებში განივი ძალა და შესაფერისად ძრის ძალის სიდიდე მუდმივი მნიშვნელობის არ არის. ის ცვალებადია და ამ ცვალებადობის კანონზომიერება დამოკიდებულია დატვირთვის სახეობაზე და კოქის კონტურის მოხაზულობაზე.

ლურსმნების რაციონალურად გამოყენების პირობა გვიკარნახებს რომ კოქის ერთეულ სიგრძეზე ან კიდეც სხვადასხვა უბნებზე დასმული ლურსმნების განაწილება უნდა შეესაბამებოდეს ძრის ძალის ცვალებადობის კანონზომიერებას. სხვანაირად რომ ვთქვათ, მალის სხვადასხვა უბანზე ლურსმნების ჩაოდენობა ცვალებადი უნდა იყოს.

მაგალითისათვის თუ განვიხილავთ მუდმივი სიმძლავის მქონე თანაბრად დატვირთულ ორ საყრდენზე მდებარე კოქს, ასეთი კოქისათვის სარტყლისა

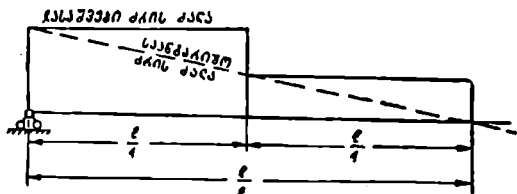
და კედლის ფიცრების დამკავშირებელი ლურსმნების რაოდენობა კლებადია საყრდენიდან მალისაკენ.

ზუსტად ასეთი წესით ლურსმნების განაწილება ჯერ ერთი ართულებს კოქის ანგარიშს და რაც მთავარია ადიდებს კოქის დამზადების შრომატევადობას.

კოქის დამზადების გასამარტივებლად სარტყლების ლურსმნების ანგარიში და მათი განლაგება შემდეგნაირად წარმოებს:

კოქის მალი იყოფა რამდენიმე უბნად — ზონად და თითოეული ზონის ფარგლებში მის ერთეულ სიგრძეზე ლურსმნების ერთი და იგივე რაოდენობა ისმება.

კოქის მალის ფარგლებში ზონების რაოდენობა და მათი ზომები დამოკიდებულია დატვირთვის სახეობაზე და კოქის სარტყლების მოხაზულობაზე, როგორც ეს 107 ნახაზზეა ნაჩვენები. თითოეულ ზონაში ლურსმნების ანგარიშისას უკანასკნელთა რაოდენობა (სარტყლის გრძივ მეტრზე) განისაზღვრება ამ ზონაში მოქმედ ძრის ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით და მიუხედავად ძრის ძალის ცვალებადობისა ის უცვლელი რჩება.



ნახ. 114. დასაშვები და საანგარიშო ძრის ძალები.

ასეთი წესით ლურსმნების ანგარიში მათი რაოდენობის გადაკარბებულ მნიშვნელობას იძლევა. მაგალითისათვის განვიხილოთ სწვრივ სარტყლებიანი ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოქი თანაბარი ტვირთით. ასეთი კოქის მალი სამ ზონად იყოფა. ორი განაპირა საყრდენებთან მდებარე (1 ზონა) ზონები სიგრძით თითოეული 0,25 l და შუა ზონა სიგრძით 0,5 l (ნახ. 107ა).

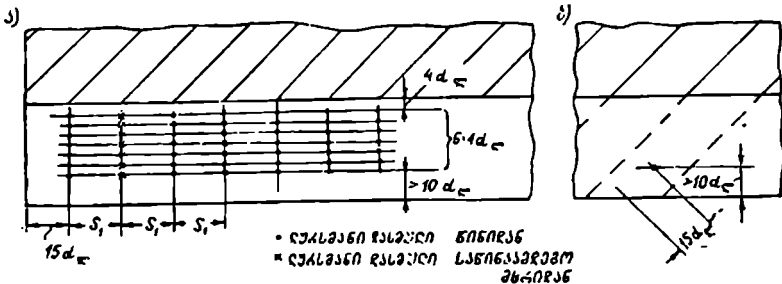
პირველ ზონისათვის სარტყლის გრძივ მეტრზე საჭირო ლურსმნების ანგარიში წარმოებს უდიდესს — საყრდენზე მოქმედ ძრის ძალაზე, ხოლო შუა ზონისათვის აგრეთვე ამ ზონაში მოქმედ ძრის ძალის მაქსიმალურ მნიშვნელობაზე რომელიც სიდიდით საყრდენზე მოქმედი ძრის ძალის ნახევარს უდრის (ნახ. 114). ნახ. 114 წყვეტილი ხაზით ნაჩვენებია ძანგარიშო ძრის ძალის ცვალებადობა, ხოლო მთლიანი ხაზით დასაშვების მალის ფარგლებში. იგივე ნახაზიდან ჩანს, რომ კოქის მალის სხვადასხვა წერტილებში საანგარიშო და დასაშვები ძრის ძალები ტოლნი არ არიან გარდა ორი დამახასიათებელი წერტილისა (საყრდენი, და 0,25 მალისა).

ერთდროულად იგივე ნახაზიდან ჩანს, რომ პირველ ზონის ფარგლებში განსწავება დასაშვებ ძრის ძალასა და საანგარიშო ძრის ძალებს შორის პირველის 25% შეადგენს, ხოლო მეორე ზონის ფარგლებში კი 50% l . ეს იგივეა

აუ ვიტყვი რომ პირველ ზონაში გვაქვს ლურსმნების 25° ზედმეტი რაოდენობა ხოლო მეორეში 50% .

ანგარიშის თვალსაზრისით ზედმეტი ლურსმნების არსებობა გამართლებულად ჩაითვლება თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ გარემოებას, რომ სარტყელზე დასმული ლურსმნების ნაწილი ორი მეზობელი კედლის ფიცრის შეერთების სიბრტყეში მოხვდება და ისინი ფაქტიურად ვერ იმუშავენ.

ზემოთ აღნიშნული წესით ნაანგარიშევი ლურსმნების რაოდენობა სარტყლის ფიცარზე შეველი რიგებით განლაგდება. ამ რიგების ლურსმნების დასმა სარტყლის ორთავე მხრიდან რიგრიგობით წარმოებს.



ნახ. 115. ლურსმნების განლაგება სარტყლის ფიცარზე.

ნახ. 115. ნაჩვენებია ქვედა სარტყელზე ლურსმნების ტიპური განლაგება. შეველ რიგებს შორის მანძილი S_1 , $\frac{c}{d_c}$ ფარდობის მიხედვით განისაზღვრება, სადაც c — კედლის ფიცრის სისქეა.

როდესაც

$$\frac{c}{d_c} \geq 10 \quad S_1 \geq 15d_c,$$

ხოლო, როდესაც

$$\frac{c}{d_c} = 4 \quad S_1 \geq 25d_c$$

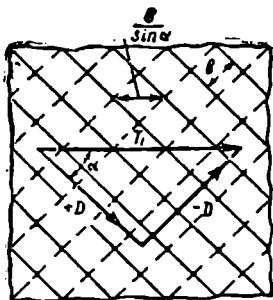
$\frac{c}{d_c}$ შუალედი მნიშვნელობისათვის S_1 ინტერპოლაციით განისაზღვრება.

მანძილი სარტყლის ფიცრის ქვედა კიდიდან პირველი ლურსმნის (ქვევინდან) ცენტრამდე უნდა იყოს არა ნაკლები $10d_c$, იმ ანგარიშით, რომ მანძილი კედლის ფიცრის ბოლოდან მისი ბოკოების მიმართულებით იგივე ლურსმნის ცენტრამდე იყოს არა ნაკლები $15d_c$. კედლის ფიცრის სარტყლის ფიცრის მიმართ 45° დახრისას ეს მანძილი (ნახ. 115 ბ)

$$15d_c \cdot \cos 45^\circ = 15d_c \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 10d_c \text{ ტოლია.}$$

შეველი რიგის ლურსმნის ცენტრებს შორის უმცირესი დაპორეა მიიღება არა ნაკლები $4d_c$.

ჯვარედინა კედლის დალურსმნის ანგარიში. ჯვარედინა კედლის ერთი ნაწილი გაქიმვას განიცდის, ხოლო მეორე კუმშვას. შეკუმშული კედლის ფიცრის სისქის სიმციერის გამო მოსალოდნელია მისი გრძივი ღუნვა, რის საწინააღმდეგოდ ის სპეციალური ღურსმნების საშუალებით კედლის გაქიმულ ფიცარს უკავშირდება.



თუ შეკუმშული კედლის ფიცრის სიგანეს b -თი აღვნიშნავთ, მაშინ ძრის ძალა მოსული ერთი ფიცრის სიგანეზე (ნახ. 116):

$$T_1 = T \frac{b}{\sin \alpha}$$

T_1 ძრის ძალა, დაევალოთ კედლის ფიცრების მიმართულებებზე, მივიღებთ

$$D = \frac{\pm T b}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \pm \frac{T b}{\sin 2 \alpha};$$

ნახ. 116. ძრის ძალის დაშლა კედლის ფიცრების მიმართულებით.

კედლის შეკუმშულ ფიცარში მოქმედი D ძალის განსაზღვრის შემდეგ უკანასკნელი შემოწმებული უნდა იქნეს გრძივ ღუნვაზე კოქის სიბრტყის გარეთ. რისთვისაც საჭიროა წინასწარ კედლის ფიცრების მკავშირებელი ღურსმნების განლაგება კედლის თავისუფალი—საანგარიშო სიგრძის განსაზღვრისათვის. უკანასკნელისათვის საჭიროა კედელზე ღურსმნების თარზული რიგების დაკვალვა, რის შემდეგ შეიძლება განისაზღვროს ორ მეზობელ თარზულ რიგებს შორის მანძილი (l_1) კედლის ფიცრების მიმართულებით. კედლის ფიცრის გრძივ ღუნვაზე შემოწმებისას მის საანგარიშო-თავისუფალ სიგრძედ პირობით მიიღება $1,5 l_1$. კედლის ფიცრის ინერციის რადიუსი $r_1 = 0,289c$, მოქნილობა $\lambda = \frac{1,5 l_1}{r_1}$, რის მიხედვითაც განისაზღვრება გრძივი ღუნვის კოეფიციენტი φ -

მდგრადობაზე შემოწმება

ა) ზღვრულ მდგომარეობაში მეთოდით

$$D_1 \leq m \cdot \varphi c b R_1;$$

ბ) დასაშვები ძაბვების მეთოდით

$$\sigma = \frac{D}{\varphi c b} \leq [\sigma_0].$$

ქვედა სართულის პირაპირის ანგარიში.

ქვედა სართულის პირაპირის ანგარიში იწყება პირაპირის სიბრტყეში მოქმედ გრძივი ძალის განსაზღვრით, რომელიც ტოლია:

$$N_3 = \frac{M_3}{h_0^3},$$

სადაც M_3 —მღუნავი მომენტია მოქმედი პირაპირის სიბრტყეში,

h_0 —ზედა და ქვედა სართულების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი იგივე პირაპირის სიბრტყეში.

პირაპირი გადაიხურება ზედებით და შუადით, რომლებიც სარტყლის ფიცრებს ოთხკრადი ნაგელებით უკავშირდება (ნახ. 112).

ოთხკრადი ნაგელების საპირო რაოდენობა პირაპირის ცალ მხარეს;

$$ა) \text{ ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით ანგარიშისას } n_5 = \frac{N_5^b}{4T_5};$$

$$ბ) \text{ დასაშვები ძაბვების მეთოდით ანგარიშისას } n_5 = \frac{N_5^b}{4[T_5]};$$

აადაც $T_5, [T_5]$ ნაგელის ერთი კრის ამტანუნარიანობა და დასაშვები დატვირთვაა. ანგარიშით მიღებული ნაგელების რაოდენობა ნაწილდება პირაპირის ცალ მხარეს შვეული რიგების სახით.

ჩვეულებრივად შვეულ რიგში 2 ცალი ნაგელი თავსდება (სარტყლის ფიცრების ნაკლებად შესუსტების მიზნით).

სარტყლის ფიცრების სიმტკიცეზე შემოწმება.

სარტყლის ფიცრების სიმტკიცეზე შემოწმება ნაგელების ხერცელებით შესუსტებულ კვეთში წარმოებს.

ა) ზღვრული მდგომარეობის მეთოდით

$$N_5^b \leq m_3 F_5 R_5$$

ბ) დასაშვები ძაბვების მეთოდით:

$$\sigma_5 = \frac{N_5}{F_5} \leq [\sigma_5]$$

აადაც F_5 სარტყლის ფიცრების ფართი ნეტო, ტოლი

$$F_5 = 2nb - 2an'd_5,$$

n' არის შვეულ რიგში მოთავსებული ნაგელების რიცხვი (ჩვეულებრივად 2),

m_3 —გაქიმვაზე მუშაობის პირობის კოეფიციენტი,

N_5^b —საანგარიშო გრძივი ძალა პირაპირის სიბრტყეში,

(გადატვირთვის კოეფიციენტის გათვალისწინებით),

R_5 —საანგარიშო წინაღობა გაქიმვაზე.

მაგალითი. საანგარიშოა სწვრივ სარტყლებიანი ორტესებრი ლურსმონი კოქი შემდეგი მონაცემების მიხედვით.

1. კოქი ერთმალაიანი საანგარიშო მალით $l=11$ მ

2. მასალა—მშრალი ფიქვი

3. კონსტრუქცია—დასული გახურებისაგან და დატენიანებისაგან

4. დატვირთვები კოქის გრძივ მეტრზე:

ა) მუდმივი (საკუთარი წონის გარეშე) $P=450$ კგ/მ

ბ) დროებითი $\cdot q=400$ კგ/მ

ანგარიში.

1) საანგარიშო დატვირთვა გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით

$$q_5 = 1,1 \cdot 450 + 1,4 \cdot 400 = 1055 \text{ კგ/მ}$$

კოქის საკუთარი წონა

$$q_{\text{ს.}} = \frac{p+q}{\frac{1000}{h_{\text{ს.}} l} - 1} = \frac{1055}{\frac{1000}{8 \cdot 11} - 1} = 101 \text{ კგ/მ},$$

სადაც საკუთარი წონის კოეფიციენტი მიღებულია $K_{\text{ს.}} = 8$
საანგარიშო მუდმივი დატვირთვა

$$P_{\text{ს.}} = (450 + 101) \cdot 1,1 = 606 \text{ კგ}$$

2) კოქის სარტყლების განივკვეთის შერჩევა.

კოქის სიმალლე შუა მალში მივიღოთ

$$h = \frac{1}{9} l = \frac{1}{9} \cdot 11 = 1,22 \text{ მ} = 1,25 \text{ მ}$$

სარტყლების ფიცრების სიგანე დაეშვათ $b = 22$ სმ

სარტყლების განივკვეთების სიძიძის ცენტრებს შორის მანძილი (შიგა წველის მხარი)

$$h_0 = h - b = 125 - 22 = 103 \text{ სმ}$$

მლუნავი მომენტი კოქის შუა მალში

$$M = \frac{(p_{\text{ს.}} + q) l^3}{8} = \frac{(606 + 1,4 \times 400) \cdot 11^3}{8} \approx 17636 \text{ კგ/მ}$$

$$h = 125 \text{ სმ}; \quad 4b = 4 \cdot 22 = 88 \text{ სმ} \quad h > 4b$$

მაქსიმალური ნორმალური ძალა სარტყლებში:

$$N_{\text{მაქს}} = \frac{M}{h_0} = \frac{17636}{1,03} \approx 17122 \text{ კგ}$$

სარტყლის ფიცრების საქირო განივკვეთის ფართი ნეტო:

$$F_{\text{ს.}} = \frac{N_{\text{მაქს}}}{m_0 R_0} = \frac{17122}{0,8 \cdot 100} = 214 \text{ სმ}^2,$$

სადაც $m_0 = 0,8$ გაქიშვაზე მუშაობის პირობების კოეფიციენტია.

იგივე სარტყლის ფიცრების განივკვეთის ფართი ბრუტო (თუ დაეშვათ: რომ მათი განივკვეთები შესუსტებულია 20%-ით ნაგელების ხვრელებით)

$$F_{\text{ბ.}} = 1,20 \times 204 = 244,8 \text{ სმ}^2.$$

დახერხილი მასალის სორტამენტის მიხედვით სარტყლებისათვის ვიღებთ წვეილ ფიცარს $2 \times 6 \times 22$ სმ; $F_{\text{ბ.}} = 264$ სმ²

3) ზედა სარტყლის შემოწმება გრძივ ლუნვაზე.

კოქის ზედა სარტყლის ყოველ 1,1 მეტრის სიგრძეზე მოთავსებულია გრძივები. ნამრავლი $25 \cdot a = 25 \times 6 = 150$ სმ > 110 სმ, რაც მეტია ზედა სარტყლის ჯამაგრების წერტილებს შორის მანძილზე, რის გამო ზედა სარტყლის გრძივ ლუნვაზე შემოწმება საქირო არ არის.

4) ზედა სარტყლის შემოწმება თელვაზე.

ზედა სარტყლის პირაპირი მოთავსდება კოქის შუა მალში, მაშასადამე $N_0 = N_3 = 17122$ კგ.

ფიტრების ამტანუნარიანობა თელვაზე

$$F_{\text{ს. მ.}} \cdot R_0 = 2 \times 6 \times 22 \times 1,0 \times 130 = 34320 \text{ კგ} > 17122 \text{ კგ}$$

5) სარტყლის ფიტრების კედლის ფიტრებთან დალურსმვის ანგარიში. გადაშკრი ძალა საყრდენზე (პირველი ზონის საწყისი)

$$Q_I = \frac{(p_0 + q)l}{2} = \frac{(606 + 560)11}{2} = 6413 \text{ კგ.}$$

ძრის ძალა საყრდენზე (პირველ ზონაში);

$$T_I = \frac{Q_I}{k_0} = \frac{6413}{1,03} = 6226 \text{ კგ.}$$

გადაშკრი ძალა და ძრის ძალა II ზონის საწყისში (საყრდენიდან 0,25l მანძილზე)

$$Q_{II} = \frac{Q_I}{2} = \frac{6413}{2} = 3206,5 \text{ კგ}$$

$$T_{II} = \frac{T_I}{2} = \frac{6226}{2} = 3113 \text{ კგ.}$$

მივიღოთ კედლის ფიტრის ზომები 3×18 სმ ხოლო კედლისა და სარტყლის შემაერთებელი ლურსმნის ზომები $d_c = 0,5$ სმ $l_c = 17,5$ სმ. სარტყლის ფიტარში ლურსმნის ბოლოს ჩამაგრების სიგრძე:

$$a_1 = l_c - (a + 3 \cdot 2 + 2C + 1,5d_c) = 175 - (60 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 30 + 1,5 \cdot 5) = 41,5 \text{ მმ} > 4d_c = 20 \text{ მმ.}$$

ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობა:

სარტყლის ფიტარში გამავალ ლურსმნისათვის:

$$T_c = 80ad_c = 80 \times 6 \cdot 0,5 = 240 \text{ კგ.}$$

ლურსმნის ჩამაგრებული ბოლოსათვის

$$T_c = 80 \cdot a_1 \cdot d_c = 80 \cdot 4,15 \cdot 0,5 = 166 \text{ კგ.}$$

შუა ელემენტის (კედლის ფიტრების) თელვის პირობიდან

$$T_c = 50 \cdot C \cdot d_c = 50 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5 = 150 \text{ კგ}$$

ლურსმნის ლუნვის პირობიდან:

$$T_c = 250d_c^2 + a^2 = 250 \cdot 0,5^2 + 6^2 = 98,5 \text{ კგ} < 400d_c^2 = 400 \cdot 0,5^2 = 100 \text{ კგ.}$$

ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობის საბოლოო მნიშვნელობად უნდა მივიღოთ $T_c = 98,5$ კგ. სარტყლის გრძივ მეტრზე საპირო ორკუთხედი ლურსმნების რაოდენობა:

II ზონის ფარგლებში;

$$n_c^{II} = \frac{T_{II}}{2 \cdot T_c \cdot 0,8} = \frac{n_c^I}{2} = \frac{39,4}{2} = 19,7 \text{ ც.}$$

I ზონის ფარგლებში სარტყლის ფიცარზე ლურსმნები ლაგდება 5 თარ-
ზულ რიგად, რიგში ლურსმნების ურთიერთ დაშორებით 13 სმ (ნახ. 117), რის
შედევად სარტყლის გრძივ მეტრზე დასმული ლურსმნების რაოდენობა ტოლია

$$n = \frac{100 \cdot 5}{13} = 38,4$$

ბოქვების მიზართულებით ლურსმნების ბიჯის ნორმალური სიდიდე:

$$\frac{a}{d_c} = \frac{6}{0,5} = 12 > 10$$

ასეთი ფარდობისათვის ბიჯის უპირობო სიდიდე:

$$S_1 = 15d_c = 15 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ სმ} < 13 \text{ სმ.}$$

II ზონის ფარგლებში სარტყლის გრძივ მეტრზე ლურსმნების რაოდენობა
უნდა იყოს ტოლი I ზონაში მოთავსებულ ლურსმნების რაოდენობის ნახევრისა,
შესაბამისად, II ზონისათვის ბიჯს ვიღებთ 26 სმ. I და II ზონებისათვის ლუ-
რსმნების განაწილება ნაჩვენებია 117-ე ნახაზზე.

6) ქვედა ხარტყლის პირაპირის ანგარიშო

ქვედა სარტყლის ფიცრების პირაპირები თავსდება კოქის შუა მალში, რის
შედევად სარტყლის ფიცრის სიგრძე პირაპირამდე მარჯვენა და მარცხენა სა-
ყრდენიდან ტოლია $\frac{11}{2} = 5,5$ მ, რაც ნაკლებია ფიცრების ნორმალურ სიგ-

რძეზე. პირაპირი გადახურულია ერთი შუადით და ორი ზედით, განივკვეთის
ზომებით თითოეული 6×22 სმ. ზედეებისა, შუადის და სარტყლის ფიცრები
ერთმანეთს უკავშირდებიან ნაგელებით $d_6 = 1,2$ სმ.

ნაგელის ერთი კრის ამტან-უნარიანობა;

ა) შუა ელემენტის (შუადის) თელვის პირობიდან

$$T_6 = 50 \cdot c \cdot d_6 = 50 \cdot 6 \cdot 1,2 = 360 \text{ კგ.}$$

ბ) განაპირა ელემენტის (ზედის) თელვის პირობიდან

$$T_6 = 80 \cdot a \cdot d_6 = 80 \cdot 6 \cdot 1,2 = 576 \text{ კგ.}$$

გ) ნაგელის ღუნვის პირობიდან

$$T_6 = 180d_6^2 + a^2 = 180 \cdot 1,2^2 + 6^2 = 296 \text{ კგ} < 360 \text{ კგ.}$$

სადაც $250d_6^2 = 250 \cdot 1,2^2 = 360$ კგ.

ნაგელის ერთი კრის საანგარიშო ამტან-უნარიანობა

$$T_6 = 296 \text{ კგ.}$$

საქირო ოთხკრადი ნაგებების რაოდენობა პირაპირის ცალ მხარეს:

$$n_6 = \frac{N_{აპს}}{4T_6} = \frac{17122}{4 \cdot 296} = 14,4 \text{ ც,}$$

ვიღებთ $n_6 = 14$ ც.

ნაგებებს შორის დაშორება ბოქვების გრძივად

$$S_1 = 7d_6 = 7 \cdot 1,2 = 8,4 \text{ სმ}$$

ვიღებთ $S_1 = 9$ სმ.

სარტყლის ფიცრების სიმტკიცეზე შემოწმება პირაპირის სიბრტყეში.

სარტყლის ფიცრების განივკვეთის ფართი ნეტო

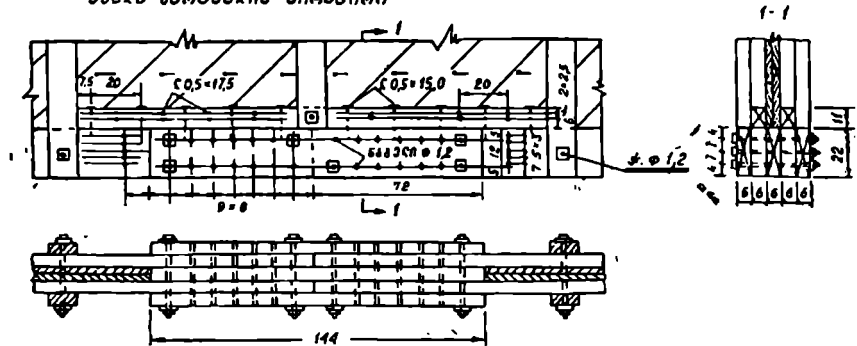
$$F_6 = 2 \cdot a \cdot b - 2 \cdot a d_6 = 2 \cdot 6 \cdot 22 - 4 \cdot 6 \cdot 1,2 = 235,2 \text{ სმ}^2$$

სარტყელის ფიცრების ამტანუნარიანობა:

$$m_3 \cdot F_6 \cdot R_6' = 0,8 \cdot 235,2 \cdot 100 = 18816 > 17122 \text{ კგ.}$$

პირაპირის კონსტრუქცია და ნაგებების განლაგება ნაჩვენებია 118-ე ნახაზზე.

ქვედა საბრტყელის პირაპირი



ნახ. 118. გაკიმული ქვედა სარტყლის პირაპირი.

პირაპირის შუადის ფარგლებში კედლის ფიცრები ამოკრილია და კედელი-სარტყლის ფიცრებს ძელაკებით უკავშირდება. ძელაკები როგორც კედელს ისე სარტყლის ფიცრებს თარაზული და შვეული ლურსმნებით უკავშირდება, ზომებით: შვეული ლურსმნები $d_c = 5$ მმ; $l_c = 175$ მმ.

ეს ლურსმნები იანგარიშება ძრის ძალაზე, რომელიც კედლისა და სარტყლის ფიცრებს შორის წარმოიშობა პირაპირის ფარგლებში.

გადამჭერი ძალა ძელაკების ბოლოს შესაფერის კვეთში კოქის მულმივიც ტვირთით მთლიანი მალის დატვირთვისას:

$$Q_p = P_v \cdot \frac{l_s}{2} = 606 \cdot \frac{1,44}{2} = 436 \text{ კგ,}$$

სადაც $l_1 = 1,44$ მ საპირაპირო ძელაკის სიგრძეა (ნახ. 118). გადაშკრი ძალა იმავე კვეთში ღროვებითი ტვირთით კოქის $1/2$ მალის დატვირთვისას:

$$Q_1 = \frac{q l}{8} = \frac{560 \cdot 11}{8} \approx 770 \text{ კგ}$$

ძრის ძალის საანგარიშო სიდიდე;

$$T_3 = \frac{Q_p + Q_1}{h_0} = \frac{436 + 770}{1,03} \approx 1170 \text{ კგ.}$$

ძელაკების კედელთან მისამაგრებელი თარზული ლურსმნის, ზომებით $d_c = 5$ მმ; $l_c = 175$ მმ. ერთი კრის ამტანუნარიანობა:

ა) განაპირა ელემენტის (ძელაკის) თელვის პირობიდან:

$$T_c = 80 a d_c = 80 \cdot 6 \cdot 0,5 = 240 \text{ კგ.}$$

ბ) შუა ელემენტის კედლის თელვის პირობიდან:

$$T_c = 50 \cdot 2c \cdot d_c = 50 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 0,5 = 150 \text{ კგ.}$$

გ) ლუნვის პირობიდან:

$$T_c = 250 d_c^2 + a^2 = 250 \cdot 0,5^2 + 6^2 = 98,5 \text{ კგ} < 100 \text{ კგ.}$$

სადაც

$$400 d_c^2 = 400 \cdot 0,5^2 = 100 \text{ კგ.}$$

საბოლოოდ ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობა (საანგარიშო

$$T_c = 98,5 \text{ კგ}$$

ორკრადი ლურსმნების საპირო რაოდენობა;

$$n_c = \frac{T_3}{2 \cdot T_c} = \frac{1170}{2 \cdot 98,5} = 5,86 \text{ ც}$$

ლურსმნები განვალაგოთ ორ რიგად, ყოველ 20 სმ-ზე

$$n_c = \frac{100 \cdot 2}{20} = 10 \text{ ც} > 5,86 \text{ ც.}$$

ძელაკების მიმაგრება სარტყლის ფიცრებთან წარმოებს შვეული ლურსმნებით $d_c = 5$ მმ $l_c = 150$ მმ. სარტყლის ფიცარში ლურსმნების ჩამაგრების სიგრძე:

$$a_1 = 150 - (110 + 2 + 1,5 \cdot 5) = 30,5 \text{ მმ} > 4d_c = 20 \text{ მმ (ნახ. 118)}$$

ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობა:

ა) თელვის პირობიდან

$$T_c = 80 \cdot a_1 d_c = 80 \cdot 30,5 \cdot 0,5 \approx 120 \text{ კგ.}$$

ბ) ლუნვის პირობიდან;

$$T_c = 250d_c^2 + a_1^2 = 250 \cdot 0,5^2 + 3,05^2 = 72 \text{ კგ} < 100 \text{ კგ,}$$

სადაც

$$400d_c^2 = 400 \cdot 0,5^2 = 100 \text{ კგ.}$$

საბოლოოდ ლურსმნის ერთი კრის ამტანუნარიანობა:

$$T_c = 72 \text{ კგ}$$

ძრის ძალა კოქის დროებითი ტვირთით ცალმხრივი დატვირთვისას:

$$T = \frac{G_g}{h_0} = \frac{770}{1,03} = 746 \text{ კგ}$$

საქირო შვეული ლურსმნების რაოდენობა:

$$n_c = \frac{T'}{2T_c} = \frac{746}{2 \cdot 72} = 5,2 \text{ ც.}$$

შვეულ ლურსმნებს ვათავსებთ ერთ რიგად ყოველ 20 სმ-ზე.

7) ჯვარედინა კედლის ფიცრების მაკავშირებელი ლურსმნების ანგარიში კედლის ფიცრის ზომები:

$$c = 3 \text{ სმ; } b = 18 \text{ სმ}$$

მაკავშირებელი ლურსმნები ზომებით: $d_c = 4$ მმ, $l_c = 90$ მმ.

I ზონაში ლურსმნები ისე უნდა განაწილდეს, რომ თარხულ რიგში თითოეულ ფიცარზე ორი ლურსმანი მოთავსდეს.

II ზონაში ლურსმნების ბიჯი ორჯერ დიდდება. ლურსმნების დაშორება შვეული მიმართულებით (ნახ. 117):

$$\frac{125 - 2 \cdot 19}{3} = 29 \text{ სმ.}$$

კედლის ფიცრების გრძივ ლუნვაზე საანგარიშო სიგრძე:

$$l_1 = 1,5 \cdot 29 \cdot \sqrt{2} = 62 \text{ სმ}$$

საანგარიშო მოქნილობა:

$$\lambda_1 = \frac{l_1}{0,289 \cdot c} = \frac{62}{0,289 \cdot 3} = 71,5 < 75$$

გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი:

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{71,5}{100} \right)^2 = 0,59$$

კედლის ფიცრის ამტანუნარიანობა:

$$m_s \cdot \varphi \cdot c \cdot b \cdot R_s = 1 \cdot 0,59 \cdot 3 \cdot 18 \cdot 130 = 4140 \text{ კგ.}$$

კელის ფიკარში მოქმედი ზღვრული ძალა:

$$D = \frac{T_1 b}{\sin 2\alpha} = \frac{6226 \cdot 0,18}{1} = 1120 \text{ კგ} < 4140 \text{ კგ},$$

სადაც

$$\alpha = 45^\circ \sin 2\alpha = \sin 90^\circ = 1.$$

8) კოქის ჩალუნვა და კონსტრუქციული სამშენებლო აწვევა. ჩაზნექის საწინააღმდეგოდ კოქს ეძლევა კონსტრუქციული სამშენებლო აწვევა, რომლის სიდიდე როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული გამოითვლება ფორმულით:

$$f_s = \frac{l n \pi \epsilon}{2 h_0} \text{ უნ იგივე სიდიდე დაახლოებით მიიღება } f_s \approx \frac{l}{200} f_s.$$

სიდიდე არ უნდა იყოს ნაკლები კოქის სრული დატვირთვის ქვეშ ჩალუნვისა.

ჩვენი მაგალითისათვის $l = 11$ მ ძრის საანგარიშო სიდიდე ლურსნებისათვის (ნაგელებისათვის) $\delta = 0,2$ სმ. კოქის ელემენტების შეერთების სიბრტყეთა რაოდენობა $n = 2$ (ნახ. 114). ზედა და ქვედა სარტყლის სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილი $h_0 = 1,03$ მ

$$f_s = \frac{1100 \cdot 0,2 \cdot 2}{2 \cdot 103} = 2,1 \text{ სმ}$$

$$f_s = \frac{l}{200} = \frac{1100}{200} = 5,5 \text{ სმ}$$

მივიღოთ $f_s = 6,0$ სმ.

საანგარიშო დატვირთვების ქვეშ კოქის ჩალუნვა.

კოქის განივკვეთის საანგარიშო ინერციის მომენტი:

$$I = 0,7 \frac{F_s \cdot h_0^3}{2} = 0,7 \frac{2 \cdot 6 \cdot 22 \cdot 103^3}{2} = 980272 \text{ სმ}^4$$

დრეკადი ჩალუნვა:

$$f = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{(6,06 + 5,6) \cdot 1100^4}{100000 \cdot 980272} = 2,28 \text{ სმ} < 6 \text{ სმ},$$

სადაც—დატვირთვა კოქის გრძივ სმ-ზე $6,06 + 5,6 = 11,66$ კგ/სმ.

$E = 100000$ კგ/სმ² ხის მასალის დრეკადობის მოდულია.

§ 55. დაწებებული კოჭები

დაწებებული ხის კონსტრუქციების ერთ-ერთ გავრცელებულ სახეს დაწებებული კოჭები წარმოადგენს და ისინი უმეტესად ინდუსტრიული წესით მზადდებიან.

როგორც ეს ზემოთ იყო აღნიშნული დაწებებული ხის კონსტრუქციების დამახასიათებელ ძირითად თვისებად ის უნდა ჩათვალოს რომ, დაწებების შედეგად შესაძლებელია მივიღოთ კონსტრუქციული ელემენტები, რომლის როგორც სიგრძითი ისევე განივკვეთის ზომები შეზღუდული არ არის და ერთდროულად საწინააღმდეგოდ დამყოლ მაკავშირებლებზე დამზადებული ელემენტ-

ტისა მონოლითურ ელემენტებს წარმოადგენენ. დამატებით ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ დაწებებული კონსტრუქციები ხის მასალის რაკიონალურად გამოყენების საშუალებას იძლევიან. ასე მაგალითად განივ ღუნვაზე მომუშავე ელემენტებისათვის განივკვეთის მეტად დატვირთულ განაპირა ზონებში გამოყენებული უნდა იქნეს მალალი ხარისხის მასალა, ხოლო შედარებით ნაკლებად დატვირთულ შუა ზონისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს შედარებითი დაბალი ხარისხის მასალა. და ბოლოს დაწებებული კონსტრუქციების სასარგებლოდ ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ აქ შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მცირე განზომილების მქონე დახერხილი ხის მასალა თუნდაც მოკლე ჩამონაკრების სახით.

ზემოთ დასახელებული დადებითი თვისებების გვერდით დაწებებულ ხის კონსტრუქციებს ის უარყოფითი თვისება ახასიათებს, რომ მათ დასამზადებლად საჭიროა სპეციალური დანადგარები და საერთოდ დაწებების ტექნოლოგია ჯერჯერობით შედარებით რთულია.

დაწებებული კონსტრუქციების მასიურად ქარხნული წესით დამზადება მათ ღირებულებას ამცირებს და კონსტრუქციების რენტაბელობას აღიღებს.

დაწებებული კოქებს კონსტრუქცია. დაწებებული კოქების ძირითად სახეს ფიცრული კოქები წარმოადგენს, რომელთა მალი 3÷15 მეტრის ზღვრებში იცლება.

კოქის განივკვეთი გარანდულ ფიცრებისაგან შედგება, რომლებიც სპეციალური წყალმდგრადი და ბიომდგრადი წებოთი არის დაწებებული.

ფიცრების ტენიანობა 15—18% მეტი არ უნდა იყოს, ხოლო მათი სისქე 5 სმ არ უნდა აღემატებოდეს.

სართულშუა და სასხვენი გადახურვებისათვის კოქების განივკვეთის სახეობის მიხედვით ძირითადად მათი სამი ტიპი გამოიყენება, რომლებიც ძირითადად ორტესებრი პროფილის მქონე კოქებს წარმოადგენენ (ნახ. 119).

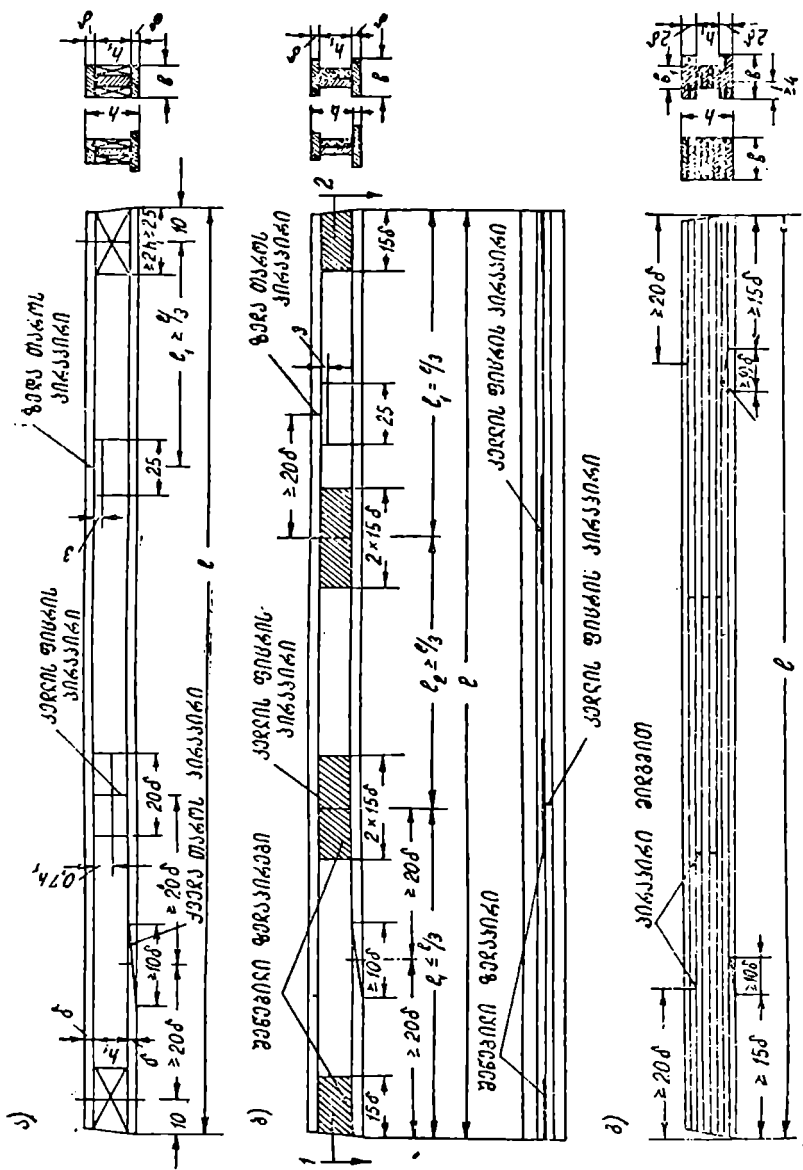
პირველი ტიპის განივკვეთი (ნახ. 119) შედგენილია 3 ფიცრისაგან, რომელთაგანაც ორი ფიცარი გამოყენებულია ზედა და ქვედა თაროებად, ხოლო ერთი კედლად.

საყრდენზე კედლის მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის უკანასკნელს ორთავე მხრიდან ეკვრის ფიცრის ჩამონაკრები, რომლებიც ფაქტიურად საყრდენი დგარის როლს ასრულებენ.

ზედა შეკუმშული თაროს ფიცარის პირაპირი გადაწყვეტილია პირმიდგმით, ხოლო ქვედა გაქიმულის—ირიბი გადაბმით (СТЯК ИА УС) ასეთი გადაბმის სიმტკიცის უზრუნველყოფისათვის საჭიროა, რომ ირიბი ჩამოჭრის სიგრძე იყოს მეტი ან ტოლი 10 მ, სადაც მ — თაროს ფიცრის სისქეა.

როგორც წესი კოქის განივკვეთში შემავალი ფიცრების პირაპირები შეთავსებული არ უნდა იქნენ და ისინი კოქის მალში განცლილად ლაგდებიან, მათ შორის მანძილი 20 მ ნაკლები არ უნდა იყოს.

მეორე ტიპი (ნახ. 119 ბ) თავისი აღნაგობით პირველისაგან იმით განსხვავდება, რომ აქ კედელი წყვილი ფიცრებისაგან არის შედგენილი, რომელთა პირაპირები აგრეთვე განცლილად არიან დალაგებული.



გად. 119. დამუღბებული კოღების ნაირსახეობანი.

კედლის წყვილი ფიცრები მათი პირაპირების ადგილებში და საყრდენებზე ურთიერთთან წებოთი არიან დაკავშირებული. მენამე ტიპი (ნახ. 119 გ) სწორკუთხოვანი ან ორტესებრი პროფილისაა, კედელი რამდენიმე თარაზეულად ორიენტირებულად ფიცრისაგან არის შედგენილი.

კოქის განივკვეთის გაკიმულ ნაწილში მოთავსებული ფიცრების პირაპირები გადაწყვეტილია ირიბი გადაბმით, ხოლო შეკუმშულში პირმიდგმით.

ისევე, როგორც წინათ განხილული ტიპებისათვის იქაც კედლის ფიცრების პირაპირები შეთავსებული არ არის. ერთ ნებისმიერ კვეთში გადაბმული ფიცრების რაოდენობა, მათი შალიანი რაოდენობის 25%-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ზემოთ ნაჩვენები 3 ტიპის დაწებებული კოქები გამოიყენება მცირე მალეებისათვის 3 — 7 მეტრამდე.

შედარებით დიდი მალისა და დატვირთვის შემთხვევაში დაწებებული კოქების უფრო გაძლიერებული კონსტრუქცია გამოიყენება (ნახ. 120).

განივკვეთის ფორმა ასეთი კოქებისა შეიძლება იყოს სწორკუთხოვანი და ორტესებრი.

კოქის კონტურის მოხაზულობა დამოკიდებულია ძირითადად მის დანიშნულებაზე და შეიძლება იყოს: სწვრივ სარტყლებიანი, და ორმხრივ დახრილი ზედა სარტყელით. სიმაღლე ასეთი კოქებისა შედარებით წინათ განხილულ 3 ტიპისაგან საგრძნობლად განსხვავდება და მიიღება ზღვრებში $\frac{1}{10} \div \frac{1}{8}$ მისი

მალისა. ორტესებრ განივკვეთებში თაროს სისქე დაახლოებით სრული სიმაღლის 1/6 უნდა იყოს, კოქის სრული სიმაღლის ფარდობა მის სიგანესთან და აგრეთვე კედლის სიმაღლის ფარდობა მის სისქესთან 7-ზე მეტი არ უნდა იყოს, რის შედეგად მთლიანად განივკვეთის და აგრეთვე კედლის განივი სიხისტე უზრუნველყოფილია და სიხისტის წიბოები საქირაო აღარ არის.

კოქის დატენიანების თავიდან აცილების მიზნით მისი ზედა თარო გადახურული უნდა იყოს ანტისექტირებული ფიცრით, სესქით 2,5 სმ და სიგანით მეტი, ვინემ თაროს სიგანე.

დაწებებული კოქების ანგარიში. დაწებებული კოქები ანგარიშისათვის განიხილება როგორც მონოლითური, ერთდროული შემდეგი სპეციფიური პირობების გათვალისწინებით; მუშაობის პირობების კოეფიციენტი m_c მიიღება ტოლი:

ა/ სწორკუთხოვანი კოქებისათვის, გვერდების განზომილებით არა ნაკლები 15 სმ და თუ კოქის სიმაღლის ფარდობა მის სიგანესთან

$$\frac{H}{b} \leq 3,5 \quad m_c = 1,15$$

ბ) კოქებისათვის სიმაღლით 50 სმ და მეტი, სიგანით 10 სმ და ნაკლები, მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $m_c = 0,85$.

დაწებებული კოქებისათვის ორტესებრი განივკვეთით, მუშაობის პირობების კოეფიციენტი, დამოკიდებულებით განივკვეთის დამახასიათებელი ზომების თანაფარდობისა აიღება 25 ცხრილის მიხედვით.

დაწებებული კოქების მუშაობის პირობების კოეფიციენტი (ორტესებრი განივკვეთით).

$\frac{h_1}{b}$	0,5	0,33	0,25
m_c	0,90	0,80	0,75

დაწებებული კოქების ანგარიშისას შისი განივკვეთით შემოწმებული უნდა იქნეს როგორც ნორმალურ დაბეჭეზე, ისევე ახლჩაზე ლუწისას, რომლისთვისაც საანგარიშო წინაღობა მიიღება ტოლი: $R_a = 24$ კგ/სმ².

შემჩნეულია, რომ დაწებებულ კონსტრუქციების ელემენტებში იდგილი აქვს ზედაპირების არა სრულ შეწებებას და ამ დეფექტის არსებობა გარკვეულ კავშირში იმყოფება დასაწებებელ ელემენტის სიგანესთან, სახელდობრ, რაც ნაკლებია დასაწებებელი ელემენტის სიგანე, მით მეტია შესაძლებლობა არა შეწებებული ზედაპირების არსებობისა.

ამ გარემოების გათვალისწინება ახლჩაზე მუშაობის პირობების კოეფიციენტის (m_a) საშუალებით წარმოებს, სახელდობრ:

თუ კოქის კედლის სისქე $b_1 \geq 8$ სმ $m_a = 0,75$

პირიქით, თუ $b_1 < 8$ სმ $m_a = 0,50$

ორმხრივ ქანობიან კოქებში, საშიში კვეთი არ უთავსდება კოქის შუა მალს და შისი მდებარეობა განისაზღვრება კოქის განივკვეთის ფორმის მიხედვით, სახელდობრ:

სწორკუთხოვანი კვეთების მქონე კოქისათვის თანაბარი ტვირთით საშიში კვეთის დაცილება საყრდენიდან.

$$x = \frac{lh_a}{2h_b}, \quad (1,55)$$

სადაც l — კოქის საანგარიშო მალა,

h_b — კოქის სიმაღლე საყრდენზე,

h_a — კოქის შუა მალის შესაფერისი სიმაღლე.

იგივე ორმხრივ ქანობიანი კოქებისათვის ორტესებრი განივკვეთით მანძილი

$$x = \frac{h'_0}{\operatorname{tg} \alpha} \left(\sqrt{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{l}{h'_0} - 1} \right),$$

სადაც h'_0 — კოქის სარტყელების სიძიშის ცენტრებს შორის მანძილი საყრდენზე;

$\operatorname{tg} \alpha$ — ზედა სარტყელის ქვედა სარტყელთან დახრის კუთხის ტანგენსი;

l — კოქის საანგარიშო მალი.

ორმხრივ ქანობიანი კოქის ჩალუნვის განსაზღვრისას, გათვალისწინებული უნდა იქნეს შისი განივკვეთის ინერციის მომენტის ცვალებადობა და შესაბამისად ჩალუნვა გამოითვლება ფორმულით:

$$f = \frac{f_a}{K}, \quad (2,55)$$

სადაც f_a — ჩალუნვა გამოთვლილი მუდმივ კვეთიანი კოქისათვის, რომლის განივკვეთი ტოლია ცვლად კვეთიან კოქის უდიდესი სიმაღლის შესაფერისი განივკვეთისა;

K — განივკვეთის ცვალებადობის კოეფიციენტი, რომელიც მიიღება ტოლი:

კოქებისათვის სწორკუთხოვანი განივკვეთით:

$$K = 0,15 + 0,85 \frac{h_b}{h_a}, \quad (3,55)$$

კოქებისათვის ორტესებრი განივკვეთით:

$$K = 0,4 + 0,6 \frac{h_b}{h_a},$$

სადაც h_b და h_a სარტყელების სიმძიმის ცენტრებს შორის მანძილია საყრდენზე და შუა მალში.

ზემოთ მოყვანილი ფორმულით გამოთვლილი კოქის ჩალუნვა სამართლიანია, თუ

$$\frac{h_b}{h_a} = 0,25 \div 0,75$$

ორტესებრი განივკვეთიანი კოქებში როდესაც მალის ფარდობა მის სიმაღლესთან ნაკლებია $20 \left(\frac{l}{h} < 20 \right)$ კოქის ჩალუნვის განსაზღვრისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ჩალუნვა გამოწვეული ძრის ძალისაგან.

ასეთ შემთხვევაში კოქის სრული ჩალუნვა შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით:

$$f = f_0 \left(1 + \alpha \frac{h^2}{l^2} \right), \quad (5,55)$$

სადაც f_0 — კოქის ჩალუნვა განსაზღვრული ძრის ძალის გათვალისწინებლად,

$\frac{h}{l}$ — კოქის სიმაღლის ფარდობა მალთან,

α — კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია კედლის სისქის თაროს სიგანესთან ფარდობაზე და რომელიც 26 ცხრილის მიხედვით განისაზღვრება.

ცხრილი 26

α კოეფიციენტი

$\frac{b_1}{b}$	1	0,5	0,33	0,25	0,125
	24	37	50	64	120

მაგალითი.

შევაწვმოთ სართულ შუა გადახურვის დაწებებული კოქის განივკვეთი შემდეგი მონაცემების მიხედვით (ნახ. 121):

1. კოქის საანგარიშო მალი $l = 6$ მტ
2. დატვირთვები კოქის გრძივ მეტრზე:

ა) მუდმივი (საკუთარი წონის ჩათვლით) $P=150$ კგ/მ

ბ) დროებითი $q=150$ კგ/მ

3. კონსტრუქცია დაცულია გახურებისა და დატენიანებისაგან

4. მასალა — ფიქვი

საანგარიშო დატვირთვა კოქის გრძივ მეტრზე (გადატვირთვის კოეფიციენტების გათვალისწინებით)

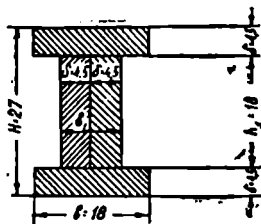
$$q_s = K_s P + K_q q = 1,1 \cdot 150 + 1,4 \cdot 150 = 375 \text{ კგ/მ}$$

უდიდესი მლუნავი მომენტი:

$$M = \frac{q_s \cdot l^2}{8} = \frac{375 \cdot 6^2}{8} = 1685 \text{ კგ/მ}$$

კოქის განივკვეთის ინერციის მომენტი:

$$I = \frac{b_2^3}{12} - \frac{(b-b_1)(H-2\delta)^3}{12} = \frac{18 \cdot 27^3}{12} - \frac{(18-9)(27-2 \cdot 4,5)^3}{12} = 25150 \text{ სმ}^4$$



წინალობის მომენტი:

$$W = \frac{I}{0,5H} = \frac{25150}{0,5 \cdot 27} = 1862 \text{ სმ}^3$$

ფარლობა

$$\frac{b_1}{b} = \frac{9}{18} = 0,5$$

ნახ. 121. დაწვებულ კოქის განივკვეთი.

25 ცხრილის მიხედვით

კოქის მუშაობის პირობების კოეფიციენტი $m_c = 0,9$

ხის მასალის საანგარიშო წინალობა ლუნვაზე $R_c = 130$ კგ/სმ³

ზღვრული მომენტი:

$$M = m_c \cdot R_c \cdot W = 0,9 \cdot 130 \cdot 1862 = 217854 \text{ კგ სმ} > 168500 \text{ კგ სმ}$$

კოქის შემოწმება ჩალუნვაზე.

ჩალუნვა მლუნავი მომენტისაგან:

$$f_0 = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{3,00 \cdot 600^4}{100000 \cdot 25150} = 2,03 \text{ სმ}$$

კოეფიციენტი α

$$\frac{b_2}{b} = \frac{9}{18} = 0,5; \quad \alpha = 37 \text{ (ცხრ. 26)}$$

სრული ჩალუნვა ძრის ძალების გავლენის გათვალისწინებით.

$$f = f_0 \left(1 + \alpha \frac{H^2}{l^2} \right) = 2,03 \left(1 + 37 \frac{27^2}{600^2} \right) = 2,18 \text{ სმ}$$

დარღობითი ჩაღუნვა:

$$\frac{f}{l} = \frac{2,18}{600} = \frac{1}{275} < \frac{1}{200}$$

კოპინ შემოწმება ახლეჩაზე:

განივი ძალა

$$Q = \frac{q_b \cdot l}{2} = \frac{375 \cdot 6}{2} = 1125 \text{ კგ}$$

თაროს სტატიკური მომენტი ნეიტრალური ღერძის მიმართ:

$$S = b \delta \left(\frac{H}{2} - \frac{\delta}{2} \right) = 18 \cdot 4,5 \left(\frac{27 - 4,5}{2} \right) = 911 \text{ სმ}^3$$

$$m_a I_b \frac{I_{\delta \delta b}}{S_{\delta \delta}} = 0,75 \cdot 24 \frac{25150 \cdot 9}{911} = 4472 \text{ კგ} > Q = 1125 \text{ კგ,}$$

სადაც $m_a = 0,75$

შეერთებანი ცილინდრული ფოლადის ნაგელებზე

ნაგელის ერთი კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით დატენიანებისა და გახურებისაგან დაცულ ფიქვისა და ნაძვის ელემენტების ბოქოების გრძივად ძალვის მოქმედების დროს

ნაგელის დიამეტრი სმ-ით	საანგარიშო პირობა	საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით ელემენტის სისქისა (ა ან c) სმ-ით									
		2,5	4	5	6	7	8	10	12	15	18 და მეტი
1.2	T_c	240	291	309	331	357	360	360	360	360	360
	T_b	150	240	300	360	360	360	360	360	360	360
	T_{ab}	105	168	210	252	294	336	360	360	360	360
1,4	T_a	280	385	403	425	451	481	490	490	490	490
	T_b	175	280	350	420	490	490	490	490	490	490
	T_{ab}	122	196	245	294	343	392	490	490	490	490
1,6	T_a	320	493	511	533	559	589	640	640	640	640
	T_b	200	320	400	480	560	640	640	640	640	640
	T_{ab}	140	224	280	336	392	448	560	640	640	640
1.8	T_a	360	576	633	655	681	711	783	810	810	810
	T_b	225	360	450	540	630	720	810	810	810	810
	T_{ab}	157	252	315	378	441	504	630	756	810	810
2.0	T_a	400	640	770	792	818	848	920	1000	1000	1000
	T_b	250	400	500	600	700	800	1000	1000	1000	1000
	T_{ab}	175	280	350	420	490	560	700	840	1000	1000
2.2	T_a	440	704	880	943	969	999	1071	1159	1210	1210
	T_b	275	440	550	660	770	880	1100	1210	1210	1210
	T_{ab}	192	308	385	462	539	616	770	924	1155	1210
2,4	T_a	480	768	960	1107	1134	1165	1235	1323	1440	1440
	T_b	300	480	600	720	840	960	1200	1440	1440	1440
	T_{ab}	210	336	420	504	588	672	840	1008	1260	1440

შენიშვნა: ნაგელის ერთ კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა განისაზღვრება ცხრილის მონაცემების (T_a და T_c) უმცირესი მნიშვნელობის მიხედვით:

T_a —განისაზღვრება სიმეტრიულ შეერთებათა განაპირა ელემენტის ან არასიმეტრიულ და ერთკრად შეერთებების უფრო თხელ განაპირა ელემენტის a სისქის მიხედვით;

T_b —განისაზღვრება სიმეტრიულ შეერთებათა შუა ელემენტის სისქის მიხედვით;

T_{ab} —განისაზღვრება არასიმეტრიულ შეერთებებში ყველა ელემენტის c (ან a) ერთნაირი სისქის მიხედვით, და ავრთვე ერთკრადი შეერთებების უფრო სქელი ელემენტის c სისქის მიხედვით.

შეერთებული ლურსმნებზე

ლურსმნის ერთი კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით დატენიანებისა და გახურებისაგან დაკულ ფიქვისა და ნაძვის ელემენტებისათვის, ბოკკოების მიმართ ძალვის ნებისმიერი კუთხით მოქმედების დროს

ლურსმნის დიამეტრი სმ-ით	საანგარიშო პირობა	საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით ელემენტის სისქისას (n ან r) სმ-ით							ლურსმნის სიგრძე სმ-ით	1000 ც ლურსმნის სალოი-ენტაციო წონა კგ-ით	
		2	2,5	3	3,5	4	5	6			8 და მეტი
0,3	T_n	26	29	31	35	36	36	36	36	7	3,95
	T_{cb}	30	36	36	36	36	36	36	36	და	
	T_{cab}	21	26	31	36	36	36	36	36	8	
0,35	T_n	35	37	40	43	47	49	49	49	8	6,15
	T_{cb}	35	44	49	49	49	49	49	49	და	
	T_{cab}	24	31	37	43	49	49	49	49	9	
0,4	T_n	44	46	49	52	56	64	64	64	10	9,9
	T_{cb}	40	50	60	64	64	64	64	64	და	
	T_{cab}	28	35	42	49	56	64	64	64	11	
0,45	T_n	45	57	60	63	67	76	81	81	11	10,9
	T_{cb}	55	56	67	79	81	81	81	81	12,5	
	T_{cab}	31	39	47	55	63	79	81	81	81	
0,5	T_n	66	69	71	75	78	87	98	100	100	23,2
	T_{cb}	50	62	75	87	100	100	100	100	15	
	T_{cab}	35	44	52	61	70	87	100	100	100	
0,55	T_n	—	82	84	88	91	100	111	121	121	32,8
	T_{cb}	—	69	82	96	110	121	121	121	17,5	
	T_{cab}	—	48	58	67	77	96	115	121	121	
0,6	T_n	—	96	99	102	106	115	126	144	144	43,9
	T_{cb}	—	75	90	105	120	144	144	144	20	
	T_{cab}	—	52	63	73	84	105	126	144	144	

შ ე ნ ი შ ე ნ ა. ლურსმნის ერთი კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა განისაზღვრება ცხრილის მონაცემების (T_n და T_c) უმცირესი მნიშვნელობის მიხედვით.

T_n — განისაზღვრება სიმეტრიულ შეერთებათა განაპირა ელემენტის ან არასიმეტრიულ შეერთებების უფრო თხელი განაპირა ელემენტის n სისქის მიხედვით;

T_c — განისაზღვრება შეერთებათა შუა ელემენტის c სისქის მიხედვით;

T_{cab} — განისაზღვრება არასიმეტრიულ შეერთებებში ყველა ელემენტის c (ან a) ერთნაირი სისქის მიხედვით, და აგრეთვე ერთპირადი შეერთებების უფრო სქელ ელემენტის c სისქის მიხედვით.

**ლურსმნის ერთ „კრაზე“ დასაშვები ძალები (კგ-ით) ფიქვისა და
ნაძვის ელემენტების შეუღლებებში**

ლურსმნის დია- მეტრი სმ-ით	ძალის სახე	ელემენტის სისქე სმ-ში								ლურსმნის სიგრ- ძე სმ-ით	ლურსმნის საო- რიენტაციო წონა კგ-ით(1000 ცალი)
		1	2,5	3	3,5	4	5	6	7		
		მეტრი									

სიმეტრიული შეუღლებანი

0.40	[T ₂] _ი	40	48	48	48	48	48	48	—	—	9	9,16
	[T ₂] _ე	32	40	48	48	48	48	48	—	—	10	10,15
0.45	[T ₂] _ი	45	56	61	61	61	61	61	61	—	10	11,14
	[T ₂] _ე	36	45	54	61	61	61	61	61	—	11	12,89
0.5											12,5	16,01
	[T ₂] _ი	50	63	75	75	75	75	75	75	75	15	19,14
	[T ₂] _ე	40	50	60	70	75	75	75	75	75	12,5	19,33
0.55	[T ₂] _ი	55	69	83	91	91	91	91	91	91	15	23,68
	[T ₂] _ე	44	55	66	77	88	91	91	91	91	17,5	27,58
0.60	[T ₂] _ი	—	75	90	105	108	108	108	108	108	20	28,72
	[T ₂] _ე	—	60	72	84	96	108	108	108	108	17,5	34,38
											20	88,05
											22,4	45,36
											22,4	50,30

არასიმეტრიული შეუღლებანი

0.40	[T ₂] _ი	40	48	48	48	48	48	48	—	—		
	[T ₂] _ე	24	30	36	42	48	48	48	—	—		
0.45	[T ₂] _ი	45	56	61	61	61	61	61	61	—		
	[T ₂] _ე	27	34	40	47	54	61	61	61	—		
0.50	[T ₂] _ი	50	63	75	75	75	75	75	75	75		
	[T ₂] _ე	30	37	45	52	60	75	75	75	75		
0.55	[T ₂] _ი	55	69	83	91	91	91	91	91	91		
	[T ₂] _ე	33	41	49	58	66	91	82	91	91		
0.60	[T ₂] _ი	—	75	90	105	108	108	108	108	108		
	[T ₂] _ე	—	45	54	63	72	90	108	108	108		

შერთებანა ცილინდრული მუხის ნაგელებზე

ნაგელის ერთი კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით დატენიანებისა და გაბურებისაგან დაცულ ფაქეისა და ნაძვის ელემენტების ბოკკოების გრძივად ძალის მოქმედების დროს

ნაგელის დიამეტრი	საანგარი- შო პირობა	საანგარიშო ამტანუნარიანობა კგ-ით ელემენტის სისქისა (ა ან c) სმ-ით						
		2,5	4	5	6	7	8	10 და მეტრი
1,2	T_a	77	94	94	94	94	94	94
	T_b	99	94	94	94	94	94	94
	$T_{c,b}$	60	94	94	94	94	94	94
1,6	T_a	127	147	165	166	166	166	166
	T_b	120	166	166	166	166	166	166
	$T_{c,b}$	80	128	160	166	166	166	166
2,0	T_a	192	212	230	252	260	260	260
	T_b	150	240	260	260	260	260	260
	$T_{c,b}$	100	160	200	240	260	260	260
2,4	T_a	271	291	309	331	357	374	374
	T_b	180	288	360	374	374	374	374
	$T_{c,b}$	120	192	240	288	336	374	374
3,0	T_a	375	437	455	477	503	533	585
	T_b	225	360	450	540	385	585	585
	$T_{c,b}$	150	240	300	360	420	480	585

შენიშვნა. ნაგელის ერთი კრის საანგარიშო ამტანუნარიანობა ცხრილის მონაცემების (T_a და T_b) უმცირესი მნიშვნელობის მიხედვით განისაზღვრება.

T_a —განისაზღვრება სიმეტრიულ შერთების განაპირა ელემენტის ან არასიმეტრიულ შერთებების უფრო თხელი განაპირა ელემენტის a სისქის მიხედვით;

T_b —განისაზღვრება სიმეტრიულ შერთებათა შუა ელემენტის c სისქის მიხედვით;

$T_{c,b}$ —განისაზღვრება არასიმეტრიულ შერთებებში ყველა ელემენტის c (ან a) ერთნაირი სისქის მიხედვით, და აგრეთვე ერთკრად შერთებების უფრო სქელი ელემენტის c სისქის მიხედვით.

შინაარსი

წინასიტყვაობა	3
შესავალი	5
თ ა ე ი პ ი რ ვ ე ლ ი	
ბე როგორც კონსტრუქციული მახალა	16
§—1 მერქნის სტრუქტურა და შემადგენლობა	16
§—2 ტენიანობის გავლენა მერქნის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე	18
§—3 მერქნის დადებითი და უარყოფითი თვისებები	23
§—4 ხის ჯიშები, მასალის კლასიფიკაცია და სორტამენტი	30
თ ა ე ი მ ე ო რ ე	
ხის კონსტრუქციების დაცვა ლაზობისაგან, ენტომოლოგიური მავნებლებისაგან და ხანძარ-საშიშროებისაგან	35
§—5 ზოგადი ცნობები ხის ლაზობის შესახებ	35
§—6 ხის ლაზობის განვითარების ძირითადი პირობები	36
§—7 ხის კონსტრუქციების დარჩენიანების ძირითადი შემთხვევები და მათთან ბრძოლის საერთო საშუალებანი	38
§—8 ხის ლაზობისაგან დაცვის ღონისძიებანი	41
§—9 ხის ენტომოლოგიური მავნებლები	46
§—10 ხის კონსტრუქციების სახანძრო საშიშროებისაგან დაცვა	47
თ ა ე ი მ ე ს ა მ ე	
ხის კონსტრუქციების მთლიანკეთიანი ელემენტების ანგარიში და დაგეგმარება	54
%—11 მერქნის მექანიკური თვისებები და მოთხოვნილებანი. რუმლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ხის კონსტრუქციების ელემენტების მასალა	54
§—12 მერქნის მუშაობის დახასიათება სხვადასხვა დეტორმაციების დროს	59
თ ა ე ი მ ე ო თ ე	
ხის კონსტრუქციების ანგარიშის საფუძვლები ზღვრულ მდგომარეობათა და დახასიანება	69
ქაბეების მეთოდებით	69
%—13 ზოგადი მიმოხილვა	69
§—14 მონაცემები დასაშვებ ქაბეების მეთოდით ანგარიშისათვის	70
§—15 ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდი	73
§—16 ძირითადი მონაცემები ზღვრულ მდგომარეობათა მეთოდით ხის კონსტრუქციების ანგარიშისათვის	75
თ ა ე ი მ ე ზ თ ე	
ხის კონსტრუქციების ელემენტების ანგარიში	81
§—17 შესავალი	81
%—18 ცენტრალური გაკიმვა	82
§—19 ცენტრალური კუმშვა	84
%—20 გრძივი ღუნვა	85
§—21 განივი ღუნვა	98
%—22 შეკუმშულ-მოღუნული ელემენტები	107
%—23 გაკიმულ-მოღუნული ელემენტები	115
%—24 ირიბი ღუნვა	117

თავი მეექვსე

ხის კონსტრუქციების ელემენტების შეერთებანი	120
§—25 ზოგადი ცნობები შეერთებათა შესახებ	120
§—26 ზოგადი მითითებანი შეერთებათა ანგარიშის შესახებ	126

თავი მეშვიდე

კდობები	131
— §—27 ზოგადი ცნობები	131
§—28 შებლური კდობები	131
§—29 შებლური კდობის შემკრავი კანკიცი	135
§—30 შებლური კდობა ორმაგი კბილით	140
§—31 შეერთება მარტივი შებლური მიყრდნობით	141
§—32 ლოყური კდობები	142

თავი მერვე

შეერთებანი ნაგელებზე	146
§—33 ზოგადი ცნობები	146
§—34 ცილინდრულ ნაგელებზე განხორციელებულ შეერთებების ანგარიშის საფუძვლები	150
§—35 ფოლადის ცილინდრული ნაგელები	160
§—36 ხის ცილინდრული ნაგელები	164
§—37 ლურსმნები	165
§—38 ფირფიტოვანი ნაგელები	172

თავი მეცხრე

შეერთებანი სოგმანებზე	175
ზოგადი ცნობები	175
+ §—39 ხის პარხმატურ სოგმანები	275
§—40 შეერთებები გლუვ რგოლისებრ სოგმანებზე	180
§—41 შეერთებანი კბილანა რგოლისებრ სოგმანებზე	185
§—42 შეერთებანი საყლურებზე	187

თავი მეათე

შეერთებანი წებოზე და სამშენებლო თანერა	193
§—43 ზოგადი დახასიათება	193
§—44 სამშენებლო წებოები	194
§—45 წებოვანი შეერთების ტიპები	195
§—46 წებოვანი კონსტრუქციების დამზადების თავისებურებანი	197
§—47 სამშენებლო თანერა	199

თავი მეთერთმეტე

დამუღლ მაკავშირებლებთან შედგენილი ღეროების გრძივი და განივი ღუნვა	201
§—47 ხის კონსტრუქციების ელემენტების მაკავშირებლების დამუღლობა	201
§—48 დამუღლ მაკავშირებლებზე შედგენილი კოჭების ანგარიში	203
§—49 შედგენილი კოჭების კონსტრუქციული სანჯნებლო აწევა	206
§—50 შედგენილი ღეროების გრძივი ღუნვა	207

თავი მეთორმეტე

შედგენილი კოჭები	217
§—51 ზოგადი ცნობები	217
§—52 მთლიანედლიანი ხის კოჭოვანი კონსტრუქციები	219
§—53 დერევიკის კოჭები	220
§—54 ორტესებრი ლურსმოვანი კოჭები	227
§—55 დაწებებული კოჭები	233

ДМИТРИЙ ЕВСЕВВИЧ ДОЛНДЗЕ
НОСИФ СТЕПАНОВИЧ ВЕРИШВИЛИ
ДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ
часть I

(На грузинском языке)

Редактор Д. Е. ДОЛНДЗЕ
Техредактор А. Г. Мегреладзе

Гостехнадат Грузинской ССР
„Техника да промია“
Тбилиси 1957

რედაქტორი ლ. დოღნიძე
რეცენზენტი გ. ძაბცივიძაძე

გამომც. რედაქტორი ე. ზახუტაშვილი კორექტორი გ. თომაძე
ტიქერედაქტორი ა. მეგრელაძე გამომწვეები გ. აბლაძაძე

უგ0009 ტირაჟი 1000 შეკვეთა № 1934

გადეცა წარმოებას 10/IX-56 წ., ხელმოწერილია დასაბეჭდად 5/II-57 წ.
ანაწყოების ზომა 7X11, ქალადის ზომა 70X108, სასტამბო ფორმათა რაოდენობა 16,81, სადრიცხვო ფურცელთა რაოდენობა 17,22

ფასი 7 მბ. 5 კაპ.

საქართველოს სსრ კულტურის სამინისტროს გამომცემლობისა და პოლიგრაფიული მრეწველობის მთავარი სამმართველოს სტამბა № 2.
თბილისი, ფურცელაძის ქ. № 5.

Типография № 2 Главного управления издательства и полиграфической промышленности Министерства культуры Грузинской ССР, Тбилиси, ул. Пурцеладзе № 5.

შეცდომების განწმობა

მპ.	სტრიქონი		დაბეჭდილია	უნდა იყოს
	ზემ.	ქვემ.		
32	12		l	l
45		6	გამკვეთ	დამკვეთ
55		4	$\sigma > \sigma_b$	$\sigma < \sigma_b$
74		9	N, Q, δ, M	N, Q, δ, M
83	10		$\sigma < \frac{N}{F_5} < \sigma_b$	$\sigma = \frac{N}{F_5} < [\sigma_b]$
94		11	$\lambda = 80 : 100$	$\lambda = 80 \div 100$
97	4		$n_{შეე} = 1,1$ ან	$n_{შეე} = 1,1$
151		8	$(\sigma_{თ} - \text{დეფორმაცია } \delta_{თ})^u$	$(\sigma_{თ} - \text{დეფორმაცია } (\delta_{თ})^u$
157	17		მუხის	მუხის
177	10		$-\frac{d}{2}$	$-\frac{d}{4}$
225	11		$h = \sqrt{\frac{6W}{b}}$	$h = \sqrt{\frac{6W}{b}}$
233		11	(ნახ. 111, ა)	(ნახ. 111, ბ)
245	19		$E_5 =$	$F =$
253	8		$f_s \approx \frac{l}{200} f_s$	$f_s \approx \frac{l}{200}$
253	9		სიდიდე	f_s სიდიდე