

ი. ანდრიაშვილი

ლიტონთა ტექნოლოგია

საკონსტრუქციო მასალების
ტექნოლოგია

მასაზე უმჯობესი და გადაუჭარბებული გამოცემა

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური
განათლების სამინისტროს შიერ დამტკიცებულია
სახელმძღვანელოდ ტექნიკუმებისათვის

სახელმძღვანელო შედგენილია პროგრამის მიხედვით. განხილულია ლითონებისა და სხვა საკონსტრუქციო მასალების წარმოება, თვისებები და დამუშავების ხერხები.

წიგნი განკუთვნილია მანქანათსაშენი ტექნიკუმებისათვის; იგი გამოადგება აგრეთვე არამანქანათსაშენი სპეციალების საშუალო და უმაღლესი და პროფესიულ-ტექნიკური განათლების სასწავლებლებს.

რეცენზენტები: აკადემიკოსი ფ. თ ა ვ ა ძ ე
უფროსი მასწავლებელი ა. ძ ლ ბ ა ძ ი ძ ე

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის ეპოქაში იქმნება დიდი რაოდენობის ჩარხები, თვითმფრინავები, კოსმოსური ხომალდები, მანქანები, გიგანტური ელექტროსადგურები და რთული დანადგარები. მათი კონსტრუქციების ასაგებად სახალხო მეურნეობის ყველა დარგისათვის ნაირგვარი მასალები გამოიყენება — მათ ერთობლიობას საკონსტრუქციო მასალები ეწოდება.

საკონსტრუქციო მასალები პირობით შეიძლება ორ ძირითად ჯგუფად დაიყოს: ლითონურ და არალითონურ მასალებად.

ლითონები ხასიათდება თავისებური ბზინვარებით, ჰერდადობით, გაუმჟვრობით, ელექტროგამტარობით და სითბოგამტარობით. არალითონებს (პლასტმასები, რეზინი და სხვ.) არა აქვთ ისეთი თვისებები, როგორც ლითონებს, მაგრამ მათი როლი თანამედროვე ტექნიკისათვის მნიშვნელოვანია.

დ. მენდელეევის ელემენტთა პერიოდული სისტემის მიხედვით, ლითონები ბუნებაში არსებული ელემენტების სამ მეოთხედს შეადგენს. ლითონებს სუფთა სახით ნაკლებად იყენებენ. ფართოდ გამოიყენება რამდენიმე ლითონის ან ლითონებისა და არალითონების შენადნობები, როგორცაა, მაგალითად, ფოლადი და თუჯი (რკინის შენადნობები ნახშირბადთან); თითბერი (სპილენძის შენადნობი თუთიასთან); ბრინჯაო (სპილენძის შენადნობი კალასთან) და ა. შ.

საკონსტრუქციო მასალების დიდი რაოდენობაა საჭირო როგორც ჩვენი დიადი სამშობლოს თავდაცვის უნარის განმტკიცებისათვის, ასევე სახალხო მეურნეობის დარგების გაზრდილ მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად.

ლითონებზე დიდ მოთხოვნილებას შემდეგი ფაქტები ამტკიცებს.

სსრ კავშირში დამზადდა წნეხი (საფრანგეთისათვის), რომლის სიმძლავრეა 65 ათასი ტონა და წონა 16 ათასი ტონა. მის გადატანას დასჭირდა 13 ხომალდი და 1000 ვაგონი.

ისეთი ნაგებობებისათვის, როგორც კუიბისევის ან ვოლგოგრადის ჰიდროელექტროსადგურებია, საჭიროა 700 ათასი ტონა ლითონი. ენგურჰესის მშენებლობაზე ამდენივე რაოდენობის ლითონია დახარჯული და მშენებლობა კიდევ გრძელდება. ეს ციფრები კიდევ უფრო გასააგები იქნება, თუ გავიხსენებთ, რომ თანამედროვე მეტალურგი-

ული ქარხნის მშენებლობისათვის საჭიროა სულ 500 ათასი ტონა ლითონი.

იმისათვის, რომ ინჟინერ-ტექნიკოსმა შეძლოს საკონსტრუქციო მასალების დანიშნულებიდან გამომდინარე, მან უნდა იცოდეს, თუ როგორ მიიღება ისინი, როგორია მათი თვისებები და დამუშავების რაციონალური ხერხები.

საკონსტრუქციო მასალების ტექნოლოგიის კურსის მიზანს სწორედ ამ საკითხების შესწავლა წარმოადგენს.

ამგვარად, საკონსტრუქციო მასალების ტექნოლოგია არის მეცნიერებათა კომპლექსი, რომელიც შეისწავლის საკონსტრუქციო მასალების წარმოების (ანუ მიღების) პროცესებს, მათ თვისებებს და დამუშავების ხერხებს.

საკონსტრუქციო მასალების ტექნოლოგიის კურსი შედგება შემდეგი მთავარი განყოფილებებისაგან: მეტალურგია, ლითონმცოდნეობა, სამსხმელო წარმოება, წნევით დამუშავება, საშემდუღებლო წარმოება, კრით დამუშავება და არალითონური მასალები.

მეტალურგიის განყოფილებაში განიხილება ლითონებისა და მათი შენადნობების წარმოების პროცესები.

ლითონმცოდნეობის განყოფილებაში შეისწავლება ისეთი საკითხები, რომლებიც ეხება ლითონებისა და მათი შენადნობების თვისებებს და ამ თვისებათა ცვლას სხვადასხვა ფაქტორების გავლენით.

სამსხმელო წარმოება განიხილავს ისეთ საკითხებს, რომლებიც უკავშირდება ლითონების და შენადნობების ჩამოსხმით მიღებას.

წნევით დამუშავება შეისწავლის დასამუშავებელ მასალაზე გარე ძალების ზემოქმედებით ნამზადების ან დეტალების მიღებას, მაგალითად, ჰედვით, შტამპვით, გლინვით და სხვ.

ლითონების საშემდუღებლო წარმოებაში განიხილება ნაწილების ისეთი დაუშლელი შეერთების პროცესები, რომლებიც ხორციელდება შესაერთებელი ადგილის დნობით ან ცომისებრ მდგომარეობაში გახურებით. ამავე განყოფილებაში შეისწავლება ლითონების კრის პროცესები საშემდუღებლო აპარატურის საშუალებით.

კრით დამუშავების განყოფილებაში შეისწავლება ნამზადების მექანიკური კრით დამუშავების საკითხები, ე. ი. ნამზადის ზედაპირიდან თხელი შრის ათლით საჭირო მოყვანილობის ნაკეთობათა მიღების პროცესი.

არალითონური მასალები-ს განყოფილებაში შეისწავლება ამ მასალების მიღება, თვისებები და დამუშავების ხერხები.

საკონსტრუქციო მასალების ტექნოლოგიას, როგორც მეცნიერებას, პირველად საფუძველი ჩაუყარა გენიალურმა რუსმა მეცნიერმა მიხეილ ვასილის ძე ლომონოსოვმა. თავის ნაშრომებში ლომონოსოვმა მეცნიერულად გააშუქა მეტალურგიული პროცესების ფიზიკური და ქიმიური ბუნება და მოგვცა ძვირფასი პრაქტიკული მითითებები ლითონების მიღებისა და დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესების შესახებ.

ლომონოსოვის საქმის განმგრძობად ითვლებიან დიმიტრი ივანეს ძე მენდელეევი და პავლე პეტრეს ძე ანოსოვი.

მენდელეევის მიერ აღმოჩენილი ელემენტების პერიოდული სისტემის შესწავლა წარმოდგენას გვაძლევს ლითონების თვისებებსა და აგებულებაზე. ანოსოვმა ზლატოუსტის საიარალო ქარხანაში დამუშავა და დაასაბუთა მალალხარისხოვანი ფოლადის დამზადების ხერხები. იგი ითვლება მეტალურგიის ფუძემდებლად.

ანოსოვის საქმე განაგრძო მისმა მოწაფემ, ინჟინერმა პ. ობუხოვმა, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა ობუხოვის ქარხანას პეტერბურგში. ამავე ქარხანაში მუშაობდა მეტალურგიის მამამთავარი დიმიტრი კონსტანტინეს ძე ჩერნოვი, რომლის იდეების განმგრძობად ითვლებიან ა. რეშოტარსკი და ნ. კურნაკოვი.

გამოჩენილმა საბჭოთა მეცნიერებმა ა. ბაიკოვმა, მ. პავლოვმა, ი. ბარდინმა, ა. ბოჩვარმა, ს. გუბკინმა, ს. შტეინბერგმა და სხვებმა გაამდიდრეს მეცნიერება ძვირფასი აღმოჩენებით, რამაც მეტალურგიას და მანქანათმშენებლობას უემდგომი სწრაფი განვითარების საშუალება მისცა.

XI ხუთწლეულში სსრ კავშირში მარტო ფოლადის წლიური წარმოების დონემ 148 მილიონ ტონას მიაღწია. XII ხუთწლეულის სახალხო მეურნეობის განვითარების გეგმით ფოლადის წარმოება 1990 წლისათვის მნიშვნელოვნად არ გაიზრდება, მაგრამ, დიდი ყურადღება დაეთმობა ლითონების ნარჩენებისა და დანაკარგების შემცირებას და აგრეთვე მათი ხარისხის გაუმჯობესების საქმეს, რაც ლითონების წარმოების მნიშვნელოვანი ზრდის ტოლფასია.

პიკვედი განყოფილება

მეზალუკგია

I თ ა ვ 0

თუჯის წარმოება

§ I. შავი ლითონების დახანიათება და მოკლე ისტორიული ცნობები

რკინა, ფოლადი და თუჯი ძირითადი შავი ლითონებია. რკინა, რომელსაც ტექნიკაში იყენებენ, ქიმიურად სუფთა არაა, იგი შეიცავს ნახშირბადს 0,10%-მდე და სხვა მინარევების მცირე რაოდენობას; ამიტომ ზოგჯერ ასეთ რკინას ტექნიკურ რკინას უწოდებენ.

ფოლადი ისეთი რკინა-ნახშირბადის შენადნობია, რომელიც ნახშირბადს (C) შეიცავს 2,140%-ზე ნაკლებს.

თუჯი რკინა-ნახშირბადის შენადნობია, რომელიც ნახშირბადს შეიცავს 2,140%-ზე მეტი რაოდენობით (პრაქტიკულად 2,5—4,5%).

ფოლადი და თუჯი, გარდა რკინისა და ნახშირბადისა, შეიცავს მანგანუმს (Mn), სილიციუმს (Si), ფოსფორს (P) და გოგირდს (S). მათი რაოდენობა ფოლადში უფრო ნაკლებია, ვიდრე თუჯში.

შავი ლითონები ერთიმეორისაგან განსხვავდება მექანიკური თვისებებით. ტექნიკური რკინა ადვილად იჭიმება და იჭედება, ვიდრე ფოლადი, თუჯი მყიფეა, არ იჭედება. ფოლადსა და თუჯში ნახშირბადის შემცველობა გახურებისა და სწრაფი გაცივების საშუალებით (რასაც წრთობა ეწოდება) მათი სისალის ზრდის საშუალებას იძლევა.

მოკლე ისტორიული ცნობები თუჯის წარმოების შესახებ. შავი ლითონების წარმოების დაწყებით სტადიაზე თუჯი სულ არ იყო ცნობილი. ნაკეთობებს ამზადებდნენ რკინისაგან, რომელსაც იღებდნენ ციესაბერ ქუჩებში ცომისებრ მდგომარეობაში. ამისათვის ქურაში ხდებოდა მადნისა და ხის ნახშირის ჩატვირთვა, ხოლო ქურის ქვედა ნაწილში მოთავსებული ნახერტიდან კი ცივი ჰაერის ბერვა. ხის ნახშირის წვის შედეგად მიიღებოდა 1100°-მდე ტემპერატურა, რაც მადნიდან რკინას აღადგენდა. აღდგენილი რკინის ნაწილაკები მაღალი ტემპერატურის გამო ურითურთედლებოდნენ და წარმოქმნებოდა ლითონის გუნდა, რომელსაც ქურიდან გამოღების შემდეგ სქედდნენ.

ქურის მწარმოებლურობა დაბალი იყო. მისი გაზრდა შესაძლებელი გახდა სიმალის გაზრდით. ასეთი ტიპის ღუმლის (რასაც ბრძმედი უწოდეს) ზედა ნა-

წლიდანვე იწყებოდა ეანგულებიდან რკინის აღდგენა, აღდგენილი რკინა გადნობამდე ასწრებდა დანახშირბადიანებას, რითაც მცირდებოდა მისი დნობის ტემპერატურა და შესაძლებელი ხდებოდა ღუმლიდან გამდნარი სახით გამოშვება. ამ ლითონს თუჯი უწოდეს.

პირველად ადამიანმა თუჯის გამოყენება არ იცოდა, რადგან იგი არ იქედებოდა. შემდგომში ისწავლა თუჯიდან სხვადასხვა ნაწილის ჩამოსხმა და მისგან რკინისა და ფოლადის მიღება. აქედან იწყება თუჯის წარმოების სწრაფი განვითარება.

XVIII საუკუნეში რუსეთში ააგეს უდიდესი ბრძმელები. 1735 წლიდან დიწყეს ბრძმედში ხის ნახშირის ნაცვლად კოქაის გამოყენება. 1828 წლიდან ბრძმედში იწყებენ ცხელი ჰაერის ბერვას ცივის ნაცვლად. იგი ხელსაყრელი გახდა მის შემდეგ, რაც (1832 წ)ჰაერის გახურება ბრძმედის აირის საშუალებით დაიწყეს.

1913 წელს რუსეთში ბრძმელები ღლე-ღამეში ყველაზე მეტი თუჯის მიღების საშუალებას იძლეოდა. თუჯის წარმოების განვითარების საქმეში დიდი ღვაწლი მიუძღვით რუს მეცნიერებს: მ. პავლოვს, მ. კურაკოს, ი. ბარდინს და სხვ.

საქართველო ძველთაგანვე ცნობილია რკინისა და თუჯის წარმოებით. ჩვენი ტერიტორიის მრავალ ადგილას ნაპოვნია რკინის წილები. მათ შორის აღსანიშნავია ჩათახი (ბოლნისის სამხრეთით), სადაც რკინის წილებთან ერთად ნაპოვნია ძველი პრიმიტიული ღუმელები.

ცნობილია, რომ 1862—1875 წლებში ჩათახში თუჯსაც იღებდნენ. საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ 1923 წელს თუჯის წარმოება აქ კვლავ აღსდგა ს. ორჯონიკიძის ინიციატივით, ხოლო 1927 წელს არაეკონომიურობის გამო წარმოება შეწყდა, ბრძმელები კი ღლესაც ღვას და მნახველთა დიდ ინტერესს იწვევს.

თუჯის წარმოების შექმნა ჩვენში დაკავშირებულია 1954 წლის ივლისსა და 1955 წლის აპრილში რუსთაის მეტალურგიულ ქარხანაში ბრძმელების ამუშაებისთან, რომლებიც ამჟამად მოწყობილია თუჯის წარმოების ტექნიკის უკანასკნელი სიტყვით.

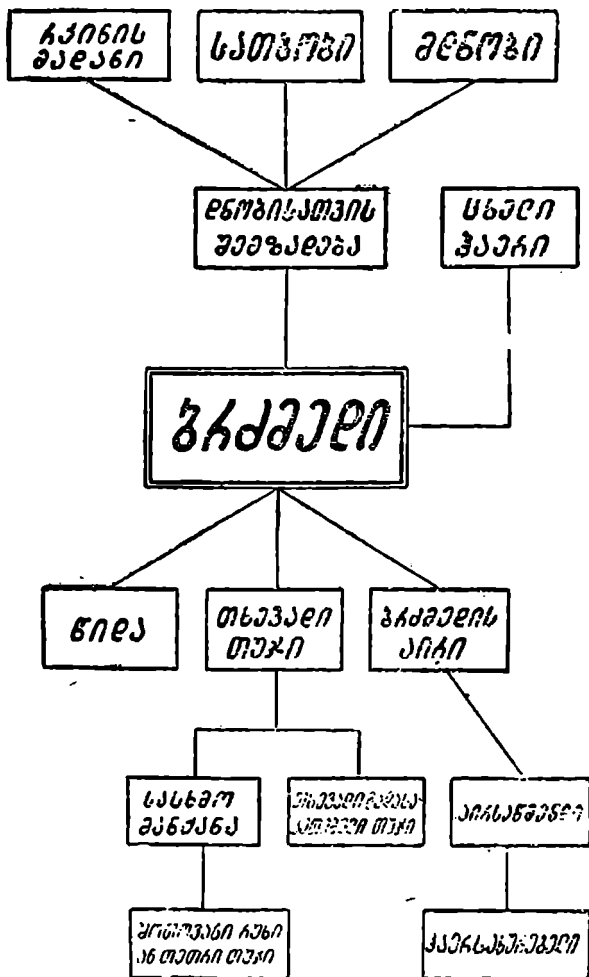
§ 2. თუჯის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

რკინის მადნისაგან პირველ რიგში მიიღება, თუჯი, ხოლო თუჯისაგან ფოლადი.

ღუმელს, რომელშიც რკინის მადნისაგან თუჯი შიიღება, ბრძმედი ეწოდება.

თუჯის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე.

სქემიდან ჩანს, რომ თხევადი თუჯის მისაღებად საჭიროა ბრძმედს მივაწოდოთ რკინის მადანი, სათბობი, მდნობი და ჰაერი. მიღებული თხევადი თუჯის ნაწილი სასხმო მანქანაზე იგზავნება შოთისებრი თუჯის მისაღებად, ხოლო ნაწილი — ფოლადის მისაღებად შემგროვში. თუჯის გარდა ბრძმედში მიიღება აგრეთვე წილა და აირი. ეს უკანასკნელი აირსაწმენდის გავლით ჰაერსახურებლებისაკენ მიემართება.



ნახ. 1. თუჯის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა.

§ 2. რკინის მალანი

რკინა ბუნებაში სუფთა სახით არ არსებობს, მხოლოდ იშვიათად თუ ვხვდებით თვითნაბად რკინას, ისიც მეტეორიტის სახით.

რკინა გვხვდება რკინის მადნებში სხვადასხვა ელემენტთან, უმთავრესად ჟანგბადთან ქიმიური ნაერთის სახით.

რკინის მადანი ეწოდება დედამიწის ქანს, რომელიც რკინას შეიცავს ისეთი რაოდენობით და მდგომარეობით, რომ მისი ამოღება და გადამუშავება ტექნიკის თანამედროვე დონეზე ხელსაყრელია.

აქამდე საწარმოო გამოყენება აქვს ისეთ მადნებს, რომლებიც 30%-ზე მეტ რკინას შეიცავს.

მრეწველობისათვის ყველაზე დიდი მნიშვნელობის მქონე რკინის მადნებია მაგნიტური და წითელი რკინაქვები.

მაგნიტური რკინაქვა (მაგნეტიტი) შეიცავს რკინას Fe_3O_4 სახით. მაგნიტური რკინაქვის მადანში რკინის რაოდენობა 40-დან 70%-მდე იცვლება. ასეთ მადანს აქვს მაგნიტური თვისებები და ამიტომ მიიღო ასეთი სახელწოდება. იგი შავი ფერის, მკვრივი აგებულების და ძნელად აღსადგინია.

წითელი რკინაქვა (ჰემატიტი). ეს მადანი რკინას შეიცავს Fe_2O_3 სახით. წითელი რკინაქვის მადანში რკინის პროცენტული რაოდენობა 50—60%-ის ზღვრებშია. ფერი იცვლება ღია წითლიდან მუქ წითლამდე. იგი ფორიანია და ამიტომ ხასიათდება კარგი აღდგენის თვისებით.

რკინის მადნებიდან გამოიყენება აგრეთვე მურა რკინაქვა, რომელიც რკინას შეიცავს $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ (ლიმონიტი) სახით და შატურ რკინაქვას (რკინას შეიცავს $FeCO_3$ სახით).

მადნის შემზადება დნობისათვის. მადნის წინასწარ შემზადებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ბრძმედის მწარმოებლობის გაზრდის, სათბობისა და სხვა მასალების ეკონომიისათვის.

მადნის წინასწარ შემზადებაში იგულისხმება მისი დამსხვრევა, დახარისხება, დაბრიკეტება, შეცობა (აგლომერაცია) და გამდიდრება.

მადნის დამსხვრევას აწარმოებენ იმ შემთხვევაში, როცა მადნის ნატეხები დიდი ზომისაა. დამსხვრევა ხდება ყბიან ან კონუსებიან სამსხვრეე მანქანებზე.

მადნის დახარისხება ნატეხის ზომების მიხედვით სპეციალურ მექანიზებულ ცხურებზე წარმოებს. მადნის ნატეხების ზომა დასაშვებია 30—100 მმ-მდე ზღვრებში.

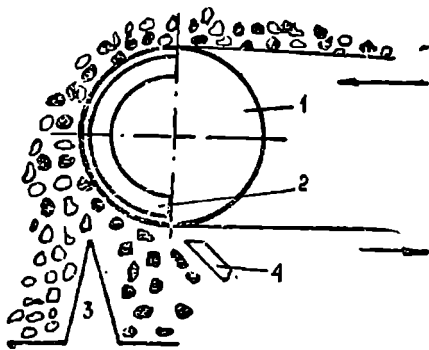
დაბრიკეტებას (მადნის ფხვნილისას) აწარმოებენ წნეხის საშუალებით, რომელიც სულ უფრო ფართოდ ვრცელდება უკანასკნელ წლებში.

მადნის შეცობა ეწოდება მადნის წვრილი ნაწილაკებისა და ბრძმედის საკერძის მტვრის შეცობას მსხვილ ფოროვან ნატეხებად.

შეცხოებისათვის ნარევეს უმატებენ კოქსის ფხვნილს, რომლის წვის შედეგადაც ვითარდება 1100—1400°-მდე ტემპერატურა. შეცხოებით მიღებულ პროდუქტს აგლომერატი ეწოდება. ახლა სააგლომერაციო ნარევეში ურევენ აგრეთვე მდნობის ფხვნილს, რის შედეგადაც იღებენ მდნობიან აგლომერატს. 1982 წლის ბოლოს რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში ამუშავდა სააგლომერაციო ფაბრიკა, რომლის წლიური მწარმოებლურობა 2 მილ. ტონას აღემატება. ასეთი აგლომერატი მნიშვნელოვნად ზრდის ბრძმედის სადღეღამისო მწარმოებლურობას.

გამდიდრების მიზანია მადანში რკინის პროცენტული შედგენილობის გაზრდა ფუჭი ქანის (სილა, კირქვა) მოცილების ხარჯზე. ამ მიზნით იყენებენ სველ და მაგნიტურ გამდიდრებას ან მადნის გამოწვას.

სველი გამდიდრების დროს მადანს ფუჭ ქანს აცილებენ სპეციალურ მანქანებზე გარეცხვის საშუალებით. მაგნიტური გამდიდრება კი წარმოებს ელექტრომაგნიტური სეპარატორის საშუალებით (ნახ. 2). ასეთი სეპარატორის მბრუნავი დოლი 1 ელექტრომაგნიტითაა 2 დამაგნიტებული. მბრუნავ დოლზე ტრანსპორტიორით მიდის



ნახ. 2. ელექტრომაგნიტური სეპარატორის სქემა.

შედეგად ძნელად აღსადგენი მადნები ფორიანი ხდება, მცირდება მადანში გოგირდისა და წყლის შემცველობა, რომელთაგან პირველი აუმჯობესებს ლითონის ხარისხს, ხოლო მეორე იწვევს საწვავის ეკონომიას.

დაწვრილმანებული მადანი; დამაგნიტებული დოლი იზიდავს მადნის ნაწილაკებს, რომელთა ჩამოწმენდა ხდება სპეციალური ქუჩით 4, გამყოფის 3 მარჯვნივ. ფუჭი ქანი გაიტყორცნება გამყოფის მარცხნივ.

მადნის გამოწვის მიზანია მისი ფიზიკური მდგომარეობის ან ქიმიური შედგენილობის შეცვლა. გამოწვას 600—1000° ტემპერატურაზე აწარმოებენ ან გროვების მეთოდით, ან ლუმღებში. გამოწვის

§ 4. სათბობი

მეტალურგიული პროცესი მალალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს და მოითხოვს სათბობის დიდ რაოდენობას.

სათბობი ეწოდება ბუნებრივ და ხელოვნურ პროდუქტს, რომელიც წვის პროცესში გამოყოფს სითბოს ისეთ რაოდენობას, რომლის გამოყენება ტექნიკურად დასაშვები და ხელსაყრელია. ძირითადი სათბობია ქვანახშირი.

ქვანახშირის ერთ-ერთი სახეა ანთრაციტი; იგი შედარებით დიდი თბოუნარიანობით ხასიათდება (6500 კკალ/კგ)¹. შეიცავს მცირე რაოდენობის ნაცარსა და გოგირდს, მაგრამ ბრძმედისათვის სათბობად არ გამოიყენება, რადგან მალალ ტემპერატურაზე შრევედება და იფხვნება, რაც ხელს უშლის ჰაერისა და წარმოქმნილი აირის გადაადგილებას. ანთრაციტის წინასწარ დამუშავების შედეგად მისი განშრევების თვისება მცირდება და ამგვარად მიღებული თერმოდანთრაციტი ვარგისი სათბობია თუჯის წარმოებისათვის.

თუჯის წარმოებაში ქვანახშირი უმთავრესად კოქსის სახით გამოიყენება. იგი მიიღება საკოქსე ღუმელებში ქვანახშირის მშრალი გამოხდით.

საკოქსე ღუმელში ტემპერატურა 1400°-მდე აღწევს. კოქსის პროცესი გრძელდება 12—15 საათს. კოქსის თბოუნარიანობა 6000—7000¹ კკალ/კგ უდრის. კოქსს ღია რუხი ფერი აქვს. საქართველოში კოქსს იღებენ რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში.

§ 5. მდნობი

როგორც ცნობილია, რკინის მადანი შეიცავს ფუჭ ქანს (სილა, კირქვა). მადნიდან თუჯის გამოდნობის დროს საჭიროა ფუჭი ქანისა და სათბობის ნაცრის მოცილება, რაც შესაძლებელია მათი თხევად მდგომარეობაში გადაყვანის დროს. ბრძმედში ფუჭი ქანისა და ნაცრის დნობის ტემპერატურის შესამცირებლად უმატებენ სპეციალურ მასალებს ე. წ. მდნობებს. ამგვარად, მდნობი ისეთ მასალას ეწოდება, რომელიც ხელს უწყობს ფუჭი ქანისა და სათბობის ნაცრის შედნობას. შედნობის პროდუქტს წილა ეწოდება.

თუ მადანი შეიცავს ფუჭ ქანს — სილას (SiO_2 -ით მდიდარს), მაშინ მდნობად კირქვას ან დოლომიტს იყენებენ და პირიქით, თუ მადანში არის კირქვა (CaCO_3) ან მაგნეზიტი (MgCO_3), მაშინ მდნობად ჩვეულებრივ კაემიწას იყენებენ.

¹ გაზომვის ერთეულების საერთაშორისო სისტემაზე წაგნში მოხსენებული ერთეულების გადასაანგარიშებელი მნიშვნელობებია: 1 კკალ=4,1868 ჯ; 1 კკ/მ³=9,80665 მნ/მ³ ≈ 10 მნ/მ³; 1 კგ/სმ³=98066,5 ნ/მ³ ≈ 0,1 მნ/მ³.

ცეცხლგამძლე მასალებს მეტალურგიულ წარმოებაში იყენებენ სადნობი, სახურებელი და სხვადასხვა დამხმარე მოწყობილობის ამოსაგებად: ცეცხლგამძლე მასალებს, გარდა ცეცხლგამძლეობისა, უნდა გააჩნდეთ საკმაო სიმტკიცე, მოცულობის მუდმივობა, ქიმიური მედეგობა.

ქიმიური თვისებების მიხედვით არჩევენ მყავე, ფუძე და ნეიტრალურ ცეცხლგამძლე მასალებს.

მყავე ცეცხლგამძლე მასალაა დინასი, რომლის ცეცხლგამძლეობა 1700° აღწევს. დინასი შეიცავს 95% SiO_2 , იყენებენ ფოლადის სადნობ ღუმელებში.

ფუძე ცეცხლგამძლე მასალას ეკუთვნის მაგნეზიტის, დოლომიტის და ქრომმაგნეზიტის მასალები. მაგნეზიტის ცეცხლგამძლე მასალის ცეცხლგამძლეობა 2000° აღწევს. იგი მიიღება მაგნეზიტისაგან ($MgCO_3$), იყენებენ მარტენისა და სხვ. ღუმელების ქვედისა და კედლების ამოსაგებად.

დოლომიტის ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) ცეცხლგამძლე მასალის ცეცხლგამძლეობა დაახლოებით 1900° უდრის. გამოიყენება როგორც აგურის, ისე ფხვნილის სახით მარტენის ღუმლის ქვედის დასადულებლად.

ქრომმაგნეზიტის ცეცხლგამძლე მასალა შეიცავს $\approx 70\%$ MgO და 30% CrO_3 . მისი ცეცხლგამძლეობაა $2000^{\circ}C$ და აქვს დიდი თბომედეგობა (უძლებს ტემპერატურების მკვეთრ ცვლილებებს), რის გამოც იყენებენ მარტენის ღუმლის კამარის ამოსაგებად.

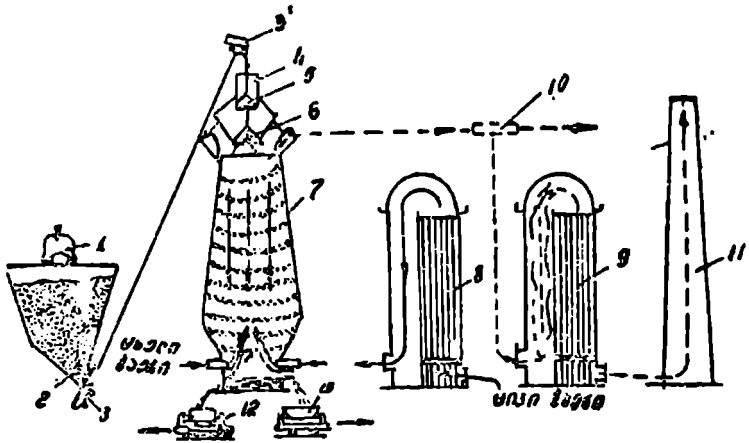
ნეიტრალური ცეცხლგამძლე მასალაა შამოტის აგური, რომლის ცეცხლგამძლეობა იცვლება $1670-1730^{\circ}C$ ფარგლებში. გამოიყენება ბრძმედების, ბოვების და სხვათა ამოსაგებად. ნეიტრალურია აგრეთვე ნახშირბადიანი (გრაფიტის და სხვ.) ცეცხლგამძლე მასალები, რომლებიც უძლებენ 2000° .

§ 7. ბრძმედი

ბრძმედი უწყვეტი ქმედების ვერტიკალური შახტური ღუმელია, რომელშიც თუჯი მიიღება.

ბრძმედის აგებულება და მისი დამხმარე მოწყობილობები მოცემულია მე-3 ნახაზზე.

ბრძმედის მთავარი ნაწილებია (ნახ. 4): საკერძე, შახტი, განბრჯენი, მხარულა და ქურა.



ნახ. 3. ბრძმედის აგებულება და დამზარე მოწყობილობათა სქემა.

საკერძე ეწოდება ბრძმედის ზედა ცილინდრულ ნაწილს, საიდანაც ხდება თუჯის მისაღებად საკაშმე მასალების ჩატვირთვა. ეაზში ეწოდება ერთი ტონა თუჯის მისაღებად საჭირო მასალების ერთობლიობას (1 ტონა თუჯის მისაღებად საჭიროა დაახლოებით 2 ტონა რკინის მადანი, 0,6 ტ კოქსი და 0,3 ტ მდნობი).

შახტი წარმოადგენს ბრძმედის ზედა კონუსურ ნაწილს. შახტის ზემოდან მოთავსებულია ჩამტვირთი მოწყობილობის დიდი კონუსი, რომელიც კეტავს საკერძეს და არ აძლევს აირს ატმოსფეროში გასვლის საშუალებას. საკერძიდან აირი მილით გადის ჯერ აირსაწმენდში და შემდეგ — ჰაერსახურებელში.

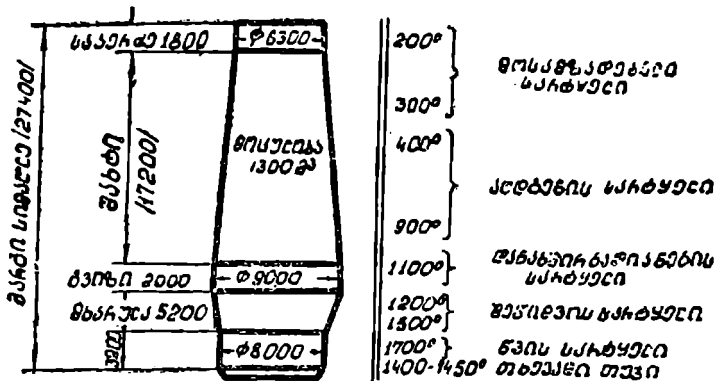
განბრჯენი არის შახტის ქვემოთ მოთავსებული ბრძმედის ყველაზე განიერი ცილინდრული ნაწილი.

მხარულა მოთავსებულია განბრჯენის ქვემოთ და წარმოადგენს ბრძმედის ქვედა კონუსურ ნაწილს.

ქურა ბრძმედის ქვედა ცილინდრული ნაწილია, სადაც ხდება თუჯისა და წილის დაგროვება.

ბრძმედის საფუძველი რკინაბეტონისაა, რომელზედაც თავსდება ლორფინი. ლორფინის გასწვრივ მოთავსებულია თუჯის გამოსაშვები კრიჭა, ხოლო ზემოთ — წილის გამოსაშვები კრიჭა,

ცხელი ჰაერის ქურაში მიწოდება წარმოებს ბრძმედის ქურის გარე წრეზე განლაგებული საქმენების საშუალებით, რომელთა რაოდენობა 12—18 ცალს აღწევს. საქმენით ცხელი ჰაერი ხვდება რგოლური მილიდან თუჯის სახელოს გავლით.



ნახ. 4. ბრძმედის შიგა პროფილი ზომებისა და სარტყლების ჩვენებით.

ბრძმედის გარე ნაწილი წარმოადგენს სვეტებზე დაყრდნობილ ფოლადის გარსაკმს, ხოლო შიგა ნაწილი — შამოტის აგურის წყობილს. ბრძმედის კედლის წყობილს აცივებენ კედელში მოთავსებულ მაცივარში გამავალი წყლით.

ბრძმედის მუშაობაზე დიდი გავლენა აქვს მის პროფილს. მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია თანამედროვე ტიპური ბრძმედის პროფილი სარტყლებით.

ღუმლის ლორფინიდან საკაზმე მასალების ჩატვირთვის დონემდე მანძილს ბრძმედის მარგი სიმაღლე ეწოდება (H).

ბრძმედის მარგი სიმაღლის შესაბამის მოცულობას ეწოდება ბრძმედის მარგი მოცულობა (V).

ბრძმედის მთავარი დამხმარე მოწყობილობებია: ბრძმედში საკაზმე მასალების ჩამტვირთი მექანიზმი, ჰაერსახურებლები, აირგამწმენდები და ჰაერსაბერი მანქანები.

ჩამტვირთი მექანიზმი. საკერძოზე საკაზმე მასალების კერძების ატანა სპეციალური ამწე მოწყობილობით ხდება. იგი წარმოადგენს დახრილ ხიდს, რომლის ლიანდაგზე მოძრაობს ორი ვაგონი — სკიპი (3—3¹). ბრძმედის თავზე ასული დატვირთული სკიპი ავტომატურად გადმოპირქვევდება და საკაზმე მასალას ყრის მიმღებ ძაბრში 4. აქ საკაზმე მასალა-მცირე კონუსს 5 ეყრება, რის შემდეგ იგი ძირს ეშვება და საკაზმე მასალა დიდ კონუსზე 6 იყრება. მიმღები ძაბრი მასში საკაზმე მასალის მეორედ ჩაყრის დროს მცირე კონუსიანად საათის ისრის მიმართულებით 60°-ით შემობრუნდება; ამ დროს მცირე კონუსის დაშვებით მასალა დიდი კონუსის სხვა ადგილას იყრება, მეექვსე ჩაყრის შემდეგ დაიწევს და ამგვარად, საკაზმე მასალა დიდ კონუსზე თანაბრად იქნება განაწილებული.

ბული. ამის შემდეგ დიდი კონუსი ავტომატურად ეშვება ძირს და საკაზმე მასალა ბრძმედში იყრება. თანამედროვე ბრძმედებში საკაზმე მასალების ჩატვირთვის პროცესი მექანიზებული და ავტომატიზებულია.

ჰაერსახურებელი (კაუპერი — 8,9). თანამედროვე ბრძმედი მოითხოვს 1400°-მდე გახურებული ჰაერის დიდ რაოდენობას (1 ტ თუთის მისაღებად საჭიროა 2500 მ³ ჰაერი). ჰაერის გახურება ჰაერსახურებლებში ხდება.

ჰაერსახურებელს აქვს ფოლადის გარსაკმი. იგი შიგნიდან ამოგებულია ცეცხლგამძლე აგურით და აქვს ფიქისებრი წყობა. აირსადენით შესული ჰაირი საკანში ჰაერს ერევა და ეანგბადით წეა ხდება. წვის პროდუქტი შედის აგურის ფიქისებრ წყობილში, ახურებს მას და ხერელით კვამლსადენში გადის.

ბრძმედს ჩვეულებრივ უყენებენ ოთხ ჰარსახურებელს. ამათგან ერთი ჰაერს ახურებს 1 საათის განმავლობაში, ორი ხურდება — თითოეული 2 საათის განმავლობაში, ხოლო მეოთხე თადარიგში დგას.

აირსაწმენდი 10. ჰაერსახურებლებისათვის გამოყენებული ბრძმედის აირი დიდი რაოდენობის საკერძის მტერის შემცველობის გამო საჭიროებს წინასწარ გაწმენდას, რასაც სპეციალურ აირსაწმენდებში აწარმოებენ.

ჰაერსაბერი მანქანები. ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, რომ ბრძმედისათვის საჭიროა დიდი რაოდენობის ჰაერი. მისი ბერვისათვის იყენებენ სპეციალურ ჰაერსაბერ ცენტრიდანულ მანქანებს — ტურბოჰაერსაბერებს.

§ 8. ბრძმედის პროცესი

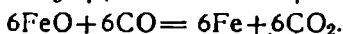
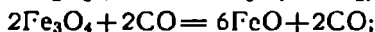
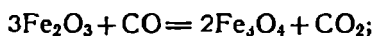
ახლად აგებულ ან შეკეთებულ ბრძმედს 5—6 დღე-ღამის განმავლობაში აირით და ჰაერით აშრობენ, რის შემდეგ იწყებენ ბრძმედში კოქსის, მადნისა და მდნობის განსაზღვრული რაოდენობის ჩატვირთვას საკერძიდან. ბრძმედის მთლიანი ჩატვირთვის შემდეგ იწყებენ ცხელი ჰაერის ბერვას ჯერ მცირე წნევით, შემდეგ კი წნევას ზრდიან. ბრძმედის ნორმალური წნევა მყარდება 5—6 დღე-ღამის შემდეგ. ნარევეში მადნის რაოდენობას თანდათანობით ზრდიან. ბრძმედის ნორმალური მწარმოებლურობის დადგენა ხდება ბერვის დაწყებიდან 5—7 დღე-ღამის შემდეგ. ბრძმედის უწყვეტილ მუშაობის ხანგრძლიობას „კამპანია“ ეწოდება, იგი 5—6-წლამდე გრძელდება.

ბრძმედში ჩატვირთული საკაზმე მასალები ზევიდან ქვევით ჩუ-
მოსვლისას განიცდის მაღალი სიმხურვალის ზემოქმედებასა და
ცვლილებებს. ამ ცვლილებათა მიხედვით ბრძმედში შეიძლება გან-
ვიხილოთ ჩუთი სარტყელი (ნახ. 4): მოსამზადებელი, აღმდგენი,
დამანახშირბადიანებელი, შეწიღვისა და წვის სარტყელი.

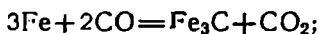
მოსამზადებელ სარტყელში ტემპერატურა დაახლოებით 400°-მდე
ვითარდება, რაც იწვევს კაზმის ტენის აორთქლებას.

აღმდგენ სარტყელში ტემპერატურა დაახლოებით 400°-დან
900°-მდე ვითარდება. ამ სარტყელში აღდგენა ხდება წვის სარ-
ტყელში წარმოქმნილი აღმდგენი აირის CO საშუალებით (რეაქცი-
ებით $CO + O_2 = CO_2$; $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$).

რკინის მადნიდან რკინის აღდგენის რეაქციებია:



აღდგენილი რკინის მარცვლები ურთიერთ შორის შედუღების
გამო წარმოქმნის ღრუბლოვან რკინას. ქვევით გადაადგილების
დროს, როგორც ნახშირკანგთან, ასევე ნახშირბადთან უშუალო შე-
ხებით, ხდება რკინის დანახშირბადიანება შემდეგი რეაქციებით:



რკინის დანახშირბადიანების შედეგად წარმოიქმნება თუჯი, რო-
მელსაც მინიმალური დნობის ტემპერატურა (1148°C) აქვს 4,3%
ნახშირბადის შემცველობის დროს. აღნიშნული ტემპერატურის ზე-
ვით თუჯი იწყებს დნობას. თხევადი თუჯი იწურება, რეცხავს კოქ-
სის ნატეხებს და ნახშირბადით უფრო მდიდრდება. თხევად თუჯში
იხსნება აგრეთვე აღდგენილი სილიციუმი, მანგანუმი, ფოსფორი,
გოგირდი. თუ მადანი შეიცავს სხვა ელემენტებს (ტიტანს, ვანადი-
უმს, ქრომს და სხვ.), მაშინ ეს ელემენტებიც გადადის თუჯში.

შეწიღვის სარტყელი ბრძმედის ის ნაწილია, სადაც ტემპერატუ-
რა დაახლოებით 1200—1500°-მდე ვითარდება. შეწიღვა არის მად-
ნის ფუჭი ქანისა და კოქსის ნაცრის მდნობთან შედნობის პროცესი.

ბრძმედის მარგი მოცულობის გამოყენების
კოეფიციენტი ბრძმედის მუშაობის მთავარი მახასიათებელია
და წარმოადგენს ბრძმედის მარგი მოცულობის შეფარლებას ბრძმე-
დის სადღელამისო მწარმოებლურობასთან

$$K = \frac{V}{T} \text{ მ}^3/\text{ტ},$$

სადაც K არის ბრძმედის მარგი მოცულობის გამოყენების კოეფიციენტი, მ³/ტ;

V — ბრძმედის მარგი მოცულობა, მ³ (აღწევს 5000 მ³ და მეტს);

T — სადღელამისო მწარმოებლურობა, ტ.

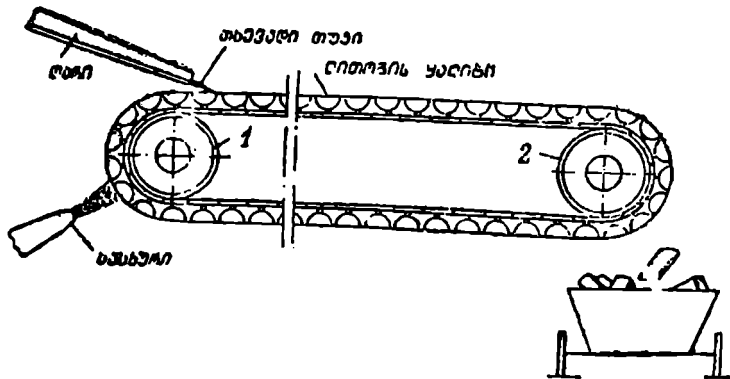
რამდენადაც მცირეა K , მით იგი ბრძმედის კარგ მუშაობას ახასიათებს. თანამედროვე ბრძმედების მარგი მოცულობის გამოყენების კოეფიციენტი 0,65 და ნაკლებს უდრის.

ბრძმედის მარგი მოცულობის გამოყენების კოეფიციენტის შესამცირებლად აუშკობესებენ მადნისა და კოქსის ბარისს, რკინის მადნის ნაცვლად ხმარობენ აგლომერატს ან მდნობიან აგლომერატს იყენებენ უანგბადით გამდიდრებული ჰაერის ბერვას, ბრძმედის საკერძის ქვეშ მაღალი წნევის (1,7—2,0 ატ) ჰაერის ბერვას, ბუნებრივი აირით გამდიდრებული ჰაერის ბერვას. მუდმივად დატენიანებული ჰაერის ბერვას, დიდი ყურადღება ექცევა ბრძმედის შრომატევადი სამუშაოების მექანიზაციასა და კომპლექსურ ავტომატიზაციას.

§ 5. თუჯის ჩამოსხმა

ბრძმედიდან თუჯს უშვებენ დღე-ღამეში 5—6-ჯერ. თუჯს ასხამენ სპეციალურ თუჯსაზიდ ციცხვებში, რომლის ტევადობა 100 ტონამდე აღწევს. ციცხვით თუჯი გადააქვთ ფოლადსაღნობ საამქროში, ან სასხმო მანქანაზე თუჯის შოთებად ჩამოსხმისათვის.

სასხმო მანქანა (ნახ. 5) შედგება დოლებზე შემოხვეული ორი ლენტისაგან, რომლებზედაც ლითონის ყალიბებია დამაგრებული. ლენტები ყალიბებით განუწყვეტლივ მოძრაობს. 1-ელ დოლთან ყა-

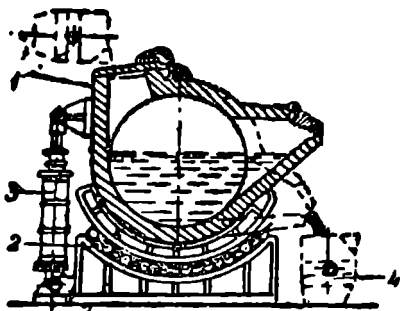


ნახ. 5. თუჯის სასხმო მანქანის სქემა.

ლიბებში იხმება თხევადი თუჯი, რომელიც გადაადგილების დროს გამყარდება და მანქანის მე-2 დოლზე შემოხვევისას შოთების სახრი-
ყალიბებიდან ვაგონში იყრება. ყალიბზე თუჯის მიღულების თავიდან
ასაცილებლად ყალიბებს კირის ხსნარს ასხურებენ.

ფოლადსაღნობ საამქროში მოსასმარ თხევად თეთრ თუჯს ციცივი-
დან სპეციალურ შემგროვში (ნახ. 6) ასხამენ.

შემგროვი (მიქსერი) წარმოადგენს დიდ რეზერვუარს, რომელიც იტევს 300-დან 1500 ტ-მდე თხევად თუჯს. მისი კორპუსი 1



ნახ. 6. შემგროვი (მიქსერა).

ფურცლოვანი ფოლადისაგან მზად-
დება, ხოლო კედლები ამრგებუ-
ლია ცეცხლგამძლე (შამოტის) აგუ-
რით. შემგროვი დაყენებულია
საგორავეებზე 2. საგორავეებისა და
სათანადო შექანიზმის 3 საშუა-
ლებით ხდება შემგროვის ამო-
რუნება ციცივში 4 თუჯის გად-
მოსასხმელად.

შემგროვი უზრუნველყოფს ფო-
ლადსაღნობი საამქროს ნორმა-
ლურ მუშაობას თუჯის მიწოდების

მხრივ, გარდა ამისა, შემგროვში ხდება სხვადასხვა ბრძმედის თუჯის
ტემპერატურისა და ქიმიური შედგენილობის გათანაბრება და აგ-
რეთვე თუჯში შემცველი გოგირდის 50—70-%ით ამოწვა.

ბრძმედის წილის გამოწვევა ხდება ყოველი 40—50 წუთის შემ-
დეგ სპეციალურ ციცივში. წილას ასხამენ წყლიან საგრანულირო
აუზში, საიდანაც გრანულირებულ წილას ხილური ამწის გრეიფერით
იღებენ.

§ 10. ბრძმედის პროცესის პროდუქტებია

ბრძმედის პროცესის პროდუქტებია თუჯი, წილა და ბრძმედის
აირი.

ბრძმედის თუჯი ქიმიური შედგენილობისა და დანიშნულების მი-
ხედვით იყოფა სამსხმელო, გადასამუშავებელ და სპეციალურ თუ-
ჯებად.

სამსხმელო ან რუხ თუჯს იყენებენ თუჯის დეტალების
ჩამოსასხმელად. ასეთ თუჯში ნახშირბადი გრაფიტის სახითაა გამო-
ყოფილი, რბილია და მკრელი იარაღით კარგად მუშავდება. მისი ტე-
ხილი რუხი ფერისაა. სამსხმელო თუჯში სილიციუმის შემცველობა

1,25—4,25% ზღვრებშია. მანგანუმის შემცველობა დასაშვებია არა უმეტეს 1,3%-ისი. მისი მავნე მინარეებია ფოსფორი და გოგირდი. ფოსფორი სამსხმელო თვისებებს აუმჯობესებს, მაგრამ თუჯს აძლევს სიმყიფეს ცივ მდგომარეობაში (ცივტეხადობა). გოგირდი გამდნარ თუჯს სქელდენადობას მატებს, ადიდებს თუჯის სიმყიფეს და გახურებულ თუჯში ხელს უწყობს ბზარების წარმოქმნას (ცხელტეხადობა).

საბჭოთა კავშირში თუჯის უმეტესი ნაწილი კოქსით მომუშავე ბრძმედებში მიიღება. მათი მარკებია: ЖКО0, ЖКО, ЖК1; ЖК2, ЖК3, ЖК4, ЖК5, სადაც ЖК ნიშნავს სამსხმელო კოქსით მიღებულს, ციფრები კი თუჯის ნომერს.

სამსხმელო თუჯს ეკუთვნის აგრეთვე ბუნებრივად ლეგირებული თუჯები, რომლებიც, გარდა ჩვეულებრივ სამსხმელო თუჯში შემავალი ელემენტებისა, შეიცავს ქრომს, ნიკელს, ვანადიუმს და ტიტანს. ასეთი თუჯის გამოდნობა ხდება ხალილოვისა და ელიზავეთის მადნებისაგან. მათ პასუხსაგები დეტალების დასამზადებლად სმარობენ.

გ ა დ ა ს ა მ უ შ ა ვ ე ბ ე ლ ი თ ე თ რ ი თ უ ჯ ი ხასიათდება დიდი სისალითა და დაბალი სამსხმელო თვისებებით. ამ თუჯის ტეხილი თეთრი ფერისაა. ნახშირბადს შეიცავს ქიმიური ნერთის — ცემენტიტის (Fe_3C) სახით. იგი ძირითადად ფოლადის მისაღებად გამოიყენება. გადასამუშავებელი თუჯის მარკებია: М1, М2, М3, МФ1, МФ2; МФ3, ПБК1, ПБК2, ПБК3, სადაც М ნიშნავს სამარტენეს; Ф — ფოსფორიანს; ПБ — გადასამუშავებელ მალალხარისხოვანს.

გადასამუშავებელი თუჯების კუთრი წონა მთელი გამოსადნობი თუჯების 75—80%-ია.

ს პ ე ც ი ა ლ უ რ თ უ ჯ ე ბ შ ი (ბრძმედის ფეროშენადნობებში) სილიციუმისა და მანგანუმის შემცველობა დიდია და იყენებენ ფოლადის წარმოების დროს სპეციალურ დანამატებად. ასეთებია: ფეროსილიციუმი, კრიალა თუჯი და ფერომანგანუმის თუჯები.

ფეროსილიციუმის მარკებია: C_{10} (შეიცავს 9—13% სილიციუმს) და C_{15} (შეიცავს 13-დან 15%-მდე სილიციუმს).

ფერომარგანეცის მარკებია M_n6 და M_n7 (შეიცავს 70—75%).

კრიალა თუჯის მარკებია: ЗУ-1, ЗУ-2, ЗУ-3 (10—25% M_n და Si).

წილა ქიმიური შედგენილობის მიხედვით იყოფა მჟავე და ფუძე წილებად. წილას დიდი გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში. თხევადი მჟავე წილის ორთქლით ან ჰაერით გაქრებისას მიიღება წილის გრძელი ძაფები — წილის ბამბა, რომელიც საუკეთესო თბოსაიზოლაციო მასალას წარმოადგენს.

ფუძე წილა ფხვნილის სახით (გრანულირებული) ცემენტის წარმოებაში და აგურის დასამზადებლად იხმარება.

ბრძმედის აირი. ბრძმედის 1 ტ კოქსის წვის შედეგად გამოიყოფა 4000 მ³ აირი, რომლის თბოუნარიანობაა 1200 კალ/მ³. ბრძმედის აირის 25%-ს ჰაერსახურებლებისათვის ხმარობენ, ხოლო დანარჩენს — ორთქლის ქვაბებისათვის, საკოქსე ღუმლებისა და მარტენის ღუმლებისათვის.

თ ა ვ ი II

ფოლადის წარმოება

§ 11. ფოლადის მიღების არსი და ხმარება

ფოლადის ქიმიური შედგენილობა თუჯისაგან იმით განსხვავდება, რომ ფოლადში ნახშირბადისა და სხვა მინარევების (მანგანუმი, სალიციუმი, ფოსფორი, გოგირდი) რაოდენობა უფრო მცირეა. თუჯიდან ფოლადის მიღების არსი თუჯში ნახშირბადისა და მინარევების შემცირებაში მდგომარეობს.

არსებობს ფოლადის მიღების სხვადასხვა ხერხები, რომელთაგან დღეისათვის მთავარია: ფოლადის მიღება ქანგბადის კონვერტერში; მარტენის ღუმელში და ელექტროღუმელში.

მოკლე ისტორიული ცნობები საქართველოში ფოლადის წარმოების შესახებ.

საქართველოში მდნიდან რკინის მიღება, ე. ი. ნამდვილი მეტალურგიული წარმოების ისტორია მკვლევრების აზრით II ათასწლეილიდან იწყება. საქართველოს რომ ლითონებისა და, კერძოდ, რკინის წარმოების საქმეში მოწინავე ადგილი ეკავა, ამას ამტკიცებს ისტორიკოსებისა და მწერლების ნაწერები. მათი გადმოცემით კეკელიძის მთები, შავი და კასპიის ზღვებს შორის მდებარე მთაგრეხილები, უხვად შეიცავდა სხვადასხვა მადანს. ამ ადგილებში ფართოდ ყოფილა განვითარებული როგორც მადნების მოპოვება, ისე მათი გადამუშავება.

აკად. ივ. ჭავჭავაძის აღნიშნავს, რომ „რკინის, განსაკუთრებით ფოლადის, მომზადებაჲ ბერძნებს როგორც ეტყობა პირველად ქართველი ტომებისაგან შე-

უსწავლიათ. ეს ფოლადის ბერძნული სახელიდანაც ჩანს — „ხალუტს, ხალუდიოს“ ხალიბების ტომის სახელწოდებისგან არის წარმომდგარი და ხალიბურსა ნიშნავს.

მთელი რიგი ანტიკური ეპოქის მწერლების ცნობებიდან ჩანს, რომ ჩვენს წინაპართა მიერ დამზადებული რკინა განსაკუთრებული თვისებებით გამოირჩეოდა. მაგალითად, ფსევდო არისტოტელეს მოუპოვება ცნობა იმის შესახებ, რომ „ხალიბები რკინაში ურევენ ერთგვარ ცეცხლამძლე ქვას, რომელიც მათ ქვეყანაში ბევრია და ამიტომ ხალიბური რკინა სხვაზე უკეთესია და მას რომ ერთ ლუმელში არ აღნობდნენ, შეიძლებოდა ვერცხლისგანაც არ გარჩეულიყო“. სტეფანე ბიზანტიელი აღნიშნავს: „ხალიბთა ქვეყნიდან გააქვთ რკინა, რომელსაც სიმეგრეს უქებენ“², ან კიდევ ფსევდო არისტოტელი ამბობს „მხოლოდ ეს ერთი რკინა, როგორც ამბობენ, ეანგს არ იკიდებს“-ო.

საქართველოში რომ მეტალურგია და, კერძოდ, რკინის წარმოება ფართოდ იყო განვითარებული, მტკიცდება არა მარტო წერილობითი საბუთებით, არამედ წარსულის მრავალი უტყუი მასალებითაც. ესენია უძველესი სამთო გამონამუშევრები და წილის გროვები. ეს ძველი გამონამუშევრები აღმოჩენილია ქართლში (ჩათახის ბუდობი — სარკინეთი, მადნის წყარო, მადნის სერი და ფარხალო), რაჭაში (წედისის საბადო და სხვ.), სვანეთში, იმერეთში და სხვაგან.

ჩათახის საბადოს ბაზაზე რკინის წარმოების შესახებ ცნობა მოცემულია ცნობილი ქართველი გეოგრაფის ვახუშტის შრომებში. ვახუშტის მონაცემების მიხედვით, მე-10 საუკუნის პირველ ნახევარში სარკინეთის მდამოებაში წარმოებდა რკინის მადნის მოპოვება და რკინის გამოღება. ერეკლე II მეფობის პერიოდში კი გადამწყვეტი ზომები მიუღიათ საქართველოში სამთო-მეტალურგიული მრეწველობის შემდგომი განვითარებისათვის.

1795 წელს ალა-პაშად ზანის გამანადგურებელი შემოსევის შედეგად ჩათახის რაიონში რკინის წარმოება შეწყვეტილა 1807 წელს, შემდეგ კი 1860-იან წლებში კვლავ აღუდგინათ, მაგრამ, მალე ისევ შეწყვეტილა.

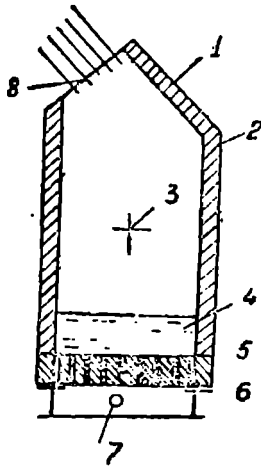
საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების დროისათვის საქართველოში რკინისა და ფოლადის წარმოება სრულიად არ იყო. ახლა საბჭოთა საქართველო მთელ საბჭოთა მრავალეროვან ხალხთან ერთად, ამჟამად რუსთავის მეტალურგიული კომბინატის ფოლადის წარმოების მძლავრი კერით.

§ 12. ფოლადის მიღება შანგააღის კონვერტარში

ამ ცოტა ხნის წინათ ფოლადის წარმოებაში ფართოდ იყო გავრცელებული კონვერტორული დნობის ბესემერისა და თომასის ხერხები. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ერთიმეორისაგან განსხვავდებოდნენ ამონაგით ამ პროცესების არსი ძირითადად ერთნაირი იყო და მდგომარეობდა კონვერტერში ჩასხმული თუჯის ჰაერით განბერვაში (ნახ. 7). ჰაერის უანგზადით ხდებოდა მინარევების ამოწვა, მაგრამ ფოლადი მიიღებოდა აზოტის მინარევეთ, რკინის წვის დიდი 0/0-ით და ჭართის გადამუშავებაც შეუძლებელი იყო. დღეისათვის

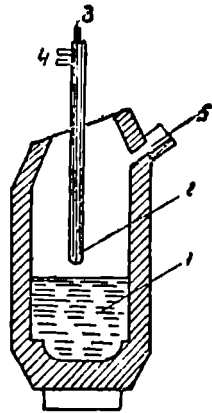
¹ ივ. ჯავახიშვილი — „ქართველი ერის ისტორია“, გვ. 20—21.

² ს. ყაუხჩიშვილი — გეორგიაკა, ბიზანტიელი მწერლების ცნობები საქართველოს შესახებ. ტ. III, ტფ. 1936 წ. გვ. 288.



ნახ. 7. ბესემერის კონვერტერის სქემა:

1 — გარსაცმი; 2 — მთავე ამონაგი; 3 — ბრუნვის ღერძი; 4 — თხევადი თუჯი; 5 — ნასივრთები; 6 — საპაერო კოლოფი; 7 — საპაერო მალი; 8 — ხახა.



ნახ. 8. ჟანგბადის კონვერტერის სქემა:

1 — ყრუქვედაიანი კონვერტერი; 2 — ქმინი; 3 — ჟანგბადის მილი; 4 — წყლის მილი; 5 — ფოლადის გამოსასვლები კრიჭა.

მათ ნაცვლად ფართოდ ვრცელდება უფრო პროგრესული მეთოდი — ფოლადის ღნობა ჟანგბადის კონვერტერში.

ჟანგბადის კონვერტერში ფოლადის ღნობის პროცესის არსი მღვობარეობს ფუძემონაგიან კონვერტერში თხევადი თუჯის ჟანგბადით ზემოდან გაჭრევაში (ნახ. 8).

ჟანგბადის კონვერტერის ტევადობა 300 ტონას და მეტს აღწევს. კონვერტერს აქვს მსზლისებური მოყვანილობა 1; ფოლადის გარსაცმი ამოგებულია ფუძე ცეცხლგამძე ამონაგით (ქრომმაგნეზიტით); გარსაცმზე დამაგრებულია პოჭოკიები, რომლებიც ჩამჭდარია სადგარში ჩამაგრებულ საკისრებში და ქმნის კონვერტერის შემობრუნების საშუალებას. ჟანგბადის ბერვა ხდება წყლით გაცივებადი საქშენიდან 2, რომლის აბაზანასთან დაშორების (0,3—0,8 მ) რეგულირება ხდება სპეციალური მექანიზმით. ჟანგბადი მიეწოდება 10—12 ატ. წნევით, 2—2,5 მ³/ტ ლითონზე 1 წთ-ში. პროცესის ხანგრძლიობა ≈ 45 წთ.

ჟანგბად-კონვერტერული ღნობის დროს საკაზმე მასალებია: თხევადი თუჯი (M1, M2, M3), ჯართი, რკინის მადანი, კირი, ხენჯი.

პირველად ჩაიტვირთება ჯართი (≈ 20%), შემდეგ კირი (ჩასატვირთი ლითონის 4—10%), თხევადი თუჯი, რკინის მადანი, ხენჯი. უკანასკნელები გამოიყენება ჟანგბადის ხარჯის შესამცირებლად.

უანგბადის ბერკის პროცესში იუანგება Si, Mn და C. ტემპერატურა ბერკის ადგილას აღწევს 2500°C. სწორედ ეს ქმნის მყარი კაზმის გამოყენების შესაძლებლობას. ბერკის დამთავრების მომენტს საზღვრავენ ექსპრეს ლაბორატორიაში ფოლადის შემოწმების შედეგის მიხედვით. სინჯის აღებისას უანგბადის ბერკას აჩერებენ, საქშენი ამოაქვთ და შემდეგ იწყება განუანგვის პერიოდი ფეროშენადნობების შეტანით.

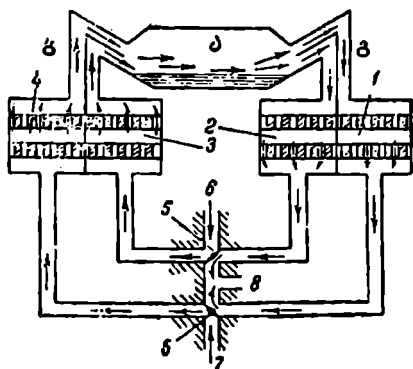
ასეთი მეთოდით მიღებული ფოლადის ხარისხი მაღალია (მარტენისას უახლოვდება) და უფრო ეკონომიურია.

§ 18. ფოლადის მიღება მარტენის ლუმელით

ჯართის დიდი რაოდენობით დანერგვებამ მოითხოვა ფოლადის მიღების ისეთი მეთოდის გამოძებნა, რომელიც მისი გადადნობის საშუალებს მოგვეძიდა. ეს ამოცანა 1865 წ. გადაწყვიტა მარტენმა შუშის წარმოებისათვის არსებული ლუმლის გამოყენებით.

მარტენის ლუმლის (ნახ. 9) სადნობი არე (ა) შემოფარგლულია ქველით, კამარით, თავურებით (ბ და გ) და წინა და უკანა კედლებით. წინა კედელში მოთავსებულია რამდენიმე ფანჯარა, საიდანაც ხდება კაზმის ჩატვირთვა და დნობაზე მეთვალყურეობა. უკანა კედელში მოთავსებულია ფოლადისა და წილის გამოსაშვები კრიჭები. სადნობი არე მარჯვენა და მარცხენა მხრიდან თავურებში მოთავსებული არხებით დაკავშირებულია რეგენერატორებთან 1,2 და 3,4 (ფიჭური წყობით), რომელთა დანიშნულებაა ლუმელში შესაყვანი აირისა და ჰაერის გახურება. რეგენერატორი წარმოადგენს ცეცხლგამძლე აგურების ფიჭურ წყობას, რომლის გახურება ლუმლიდან გამოსული წვის პროდუქტებით

ხდება. თუ სათბობად იყენებენ მზუთს ან ბუნებრივ აირს, მაშინ ლუმელს მარჯვნივ და მარცხნივ თითო რეგენერატორი აქვს მალოლ ჰაერის გასახურებლად. თუ სათბობი ბრძმედონ ან კოქსის აირია, მაშინ ლუმელს ემსახურება ორი წყვილი რეგენერატორი 1,2 3,4. დნობის დროს 6 და 7 არხებით შესული ჰაერისა და აირის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა წარმოებს პერიოდულ-



ნახ. 9. მარტენის ლუმლის სქემა.

ლად 10 — 15 წუთის. შემდეგ გადამრთველი სარქველების 5 საშუალებით, როპლებიც მიწისქვეშა არხებით უკავშირდებიან საკვამლე მილს 8. ღუმელში მიიღება 1800°C ტემპერატურა.

მარტენის ღუმელში კაჟმისათვის იყენებენ მყარ ან თხევად გადასამუშავებელ თუჯს, ფოლადისა და თუჯის ჯართს და აგრეთვე რკინის მადანსა და მდნობს.

კაჟმის შედგენილობის მიხედვით მარტენის პროცესის სახესხვაობებია ჯართ-პროცესი, მადან-პროცესი და ჯართ-მადან-პროცესი.

ჯართ-პროცესის დროს კაჟში ძირითადად შედგება თუჯისა და ფოლადის ჯარისა და გადასამუშავებელი თუჯის შოთებისაგან.

მადან-პროცესის დროს კაჟმის 75—80% ბრძმელში მიღებული თხევადი თუჯია, დანარჩენი — რკინის მადანი. უფრო ხშირად კაჟში ერთდროულად შედის ჯართი, თხევადი თუჯი და მადანი; ასეთ პროცესს ჯართ-მადან პროცესი ეწოდება.

მარტენის ღუმელში წარმოებული პროცესის ხასიათი, ისევე როგორც კონვერტერებში, ამონაგით განისაზღვრება. სილიციუმუხვი კაჟმისათვის იყენებენ მარტენის ღუმელს მკავე ამონაგით, ხოლო ფოსფორუხვი და გოგირდუხვი კაჟმისათვის — ფუძე ამონაგით.

ჯართ-პროცესი კაჟმის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით შეიძლება იყოს მკავე და ფუძე ხასიათის. მადან-პროცესისა და ჯართ-მადან-პროცესის დროს, რადგან მადანში ფოსფორისა და გოგირდის შემცველობა მაღალია, პროცესი ყოველთვის ფუძე ხასიათისაა.

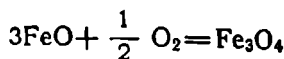
ამგვარად, მარტენის ღუმელში წარმოებული პროცესებია: მკავე ჯართ-პროცესი; ფუძე ჯართ-პროცესი, ფუძე მადან-პროცესი და ფუძე ჯართ-მადან-პროცესი.

მკავე ჯართ-პროცესით მიიღება ხარისხოვანი ლეგირებული ფოლადები.

კაჟმის (ჯართი, შოთი, თუჯი) ჩატვირთვა ხდება სპეციალური ჩამტვირთავი მანქანის საშუალებით, რის შემდეგ იწყება დნობის პერიოდი.

დნობის პერიოდი კაჟმის დნობაზე იხარჯება მთელი პროცესისათვის საჭირო დროის ნახევარი. დნობის პროცესში მინარევების დაყენავის შედეგად მიღებული ჟანგეულები (SiO_2 , MnO , FeO) თხევადი ლითონის ზედაპირზე წიდის შრეს წარმოქმნის, რის შემდეგ იწყება დუღილის პერიოდი.

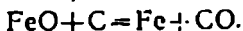
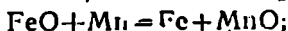
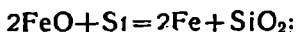
დუღილის პერიოდი წარმოქმნილი წიდის ზედა შრეში მყოფ რკინის ქვეჟანგზე მოქმედებს ჰაერის ჟანგბადი შემდეგი რეაქციით



წარმოქმნილი რკინის ქანგი იძირება თხევადი ლითონის აბაზანა-
ნაში, სადაც მიიღება რკინის ქვექანგი, რეაქციით



რკინის ქვექანგი აბაზანაში იწვევს შემდეგ რეაქციებს:

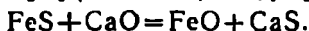
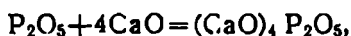


სილიციუმის ორქანგი და მანგანუმის ქვექანგი წილაში გადადის, ხოლო ნახშირქანგი ბუშტულების წარმოქმნით ლითონის ზედაპირზე გამოიყოფა, რაც ლითონის დუღილის შთაბეჭდილებას ქმნის. დნობის მსვლელობაზე ლითონის დუღილის (ბუშტულების წარმოქმნის) ინტენსიურობით მსჯელობენ. დაკვირვებისათვის იყენებენ მუქი ფერის მინას. დუღილი ფოლადის ხარისხს აუმჯობესებს, რადგანაც ამ დროს ხდება თხევადი ლითონის არევა, გახსნილი აირებისა და წილის ჩანართების გამოყოფა. რამდენადაც ენერგიულად იწარმოებს დუღილის პროცესი, მით ნაკლები რაოდენობით რჩება ფოლადში აირებისა და წილის ჩანართები.

პროცესის მსვლელობაში აწარმოებენ ლითონის შედგენილობის კონტროლს თხევადი ლითონიდან აღებული სინჯის ტეხილზე დაკვირვების საშუალებით. გარდა ასეთი შემოწმებისა ახდენენ ლითონისა და წილის ექსპრეს ანალიზს, 3—5 წუთის განმავლობაში თუ ანალიზის მიხედვით ნახშირბადი საქიროზე მეტია და აბაზანა დუღილს აჩერებს, უმატებენ რკინის მადანს, ხოლო ნახშირბადის ნაკლებობისას — კრიალა თუქს.

პროცესის ბოლოს წილას უშვებენ და აწარმოებენ ფოლადის განჯანგვას ფეროშენადნობის შეტანით. ლეგირებული ანუ სპეციალური ელემენტების შემცველი ფოლადების მისაღებად თხევად აბაზანას უმატებენ ფეროქრომს, ფეროვანადიუმს და ა. შ.

ფუძე ქართ-პროცესის, ფუძე ქართ-მადან-პროცესისა და ფუძე მადან-პროცესების დროს დუღელში შეაქვთ კირქვა ფოსფორისა და გოგირდის წილაში გადასაყვანად, შემდეგი რეაქციებით:



ამ დროს რკინის ქვექანგის წილაში დაკავება, ისე როგორც ეს მუავე პროცესის დროს ხდებოდა, კაემიწას არ შეუძლია, რადგან თვით უკავშირდება უფრო ძლიერ ფუძე ქანგეულს. ამიტომ რკინის ქვე-

ჟანგი წიდაში თავისუფალია და შეუძლია ადვილად გადავიდეს ფოლადში. ამით აიხსნება ფუძე პროცესების ფოლადების დაბალხარის-ბოვნება.

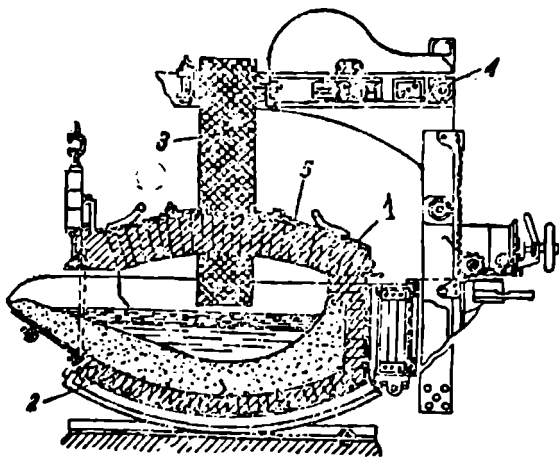
მარტენის ლუმელის ტექნიკური მაჩვენებლები. ლუმელის ტევადობა 100—900 ტონის ფარგლებში იცვლება. მარტენის ლუმელში პროცესის ხანგრძლივობა 6-დან 15 საათამდე გრძელდება. იგი დამოკიდებულია ლუმელის ტევადობაზე, კაზმისა და მისაღები ფოლადის შედგენილობაზე.

მარტენის ლუმელის ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებელია დღეღამეში ლუმელის ქვედის 1 მ² ფართობიდან მიღებული ფოლადის რაოდენობა. სსრ კავშირში მარტენის ლუმელის 1 მ² ქვედიდან დაახლოებით მიიღება 9 ტ ფოლადი. ჩქაროსანი მდნობელები ქვედის 1 მ² ფართობიდან 12 ტ-მდე ფოლადს იღებენ, რასაც აღწევენ მარტენის ლუმელში სუფთა ჟანგბადისა (გაქრეული ჰაერის გასამდიდრებლად და აბაზანის გაქრევისათვის) და აგრეთვე სადნობი ლუმელის კამარის დასამზადებლად ქრომმაგნეზიტის აგურის გამოყენებით. მარტენის ლუმელის მწარმოებლურობის გაზრდის საშუალებაა აგრეთვე მისი მუშაობის ავტომატიზაცია.

მარტენის ლუმელის უპირატესობაა: წარმოების ნარჩენების (ჯართის) გადამუშავება; სასურველი შედგენილობის კარგად განყანგული ფოლადის მიღება; ერთდროულად დიდი რაოდენობის ერთგვაროვანი ფოლადის მიღება; ლითონის წვაზე ნაკლები დანაკარგები (5—7%), ხოლო ნაკლია — წვის პროდუქტები თხევად ლითონთან შესებვისას მალეგირებელ ელემენტებს ამოწეავს, რაც ზღუდავს ლეგირებული ფოლადის მიღების შესაძლებლობას; ასევე, ლეგირებული ფოლადის მიღებას აძნელებს ლუმელის დაბალი ტემპერატურა (1800°C); აგრეთვე დაბალია მწარმოებლურობა პროცესის ხანგრძლიობის გამო. აღნიშნულ ნაკლოვანებათა გამო მარტენის ლუმელში ფოლადის მიღება დღეისათვის არაპროგრესულ მეთოდად ითვლება.

§ 14. ფოლადის მიღება ელექტროლუმელში

ელექტროლუმელში ფოლადის მიღება სხვა ხერხებთან შედარებით უფრო სრულყოფილია. მისი უპირატესობა ისაა, რომ სადნობ არეში სწრაფად მიიღება 3000°-მდე ტემპერატურა, რაც ფუძიანი წიდების მიღების შესაძლებლობას იძლევა ფოსფორისა და გოგირდის უკეთესად მოსაცილებლად; მარტივად და ზუსტად შეიძლება ტემპერატურის რეგულირება; მნიშვნელოვნად შემცირებულია რკინისა და მალეგირებელი ელემენტების ამოწევა; მაღალი ტემპერატუ-



ნახ. 10. ვერტიკალურელექტროდებიანი რკალური ელექტროლუმენის სქემა.

რის შედეგად შესაძლებელია თხელდენადი და მკვრივი ფოლადის მიღება.

არჩევენ ფოლადის წარმოების რკალურ და ინდუქციურ ელექტროლუმენებს. უმეტესი გამოყენება აქვს ვერტიკალურელექტროდებიან (აბაზანის ზემოდან) რკალურ ელექტროლუმენებს.

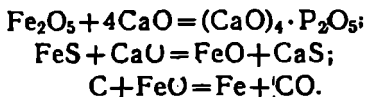
ვერტიკალურელექტროდებიან რკალურ ელექტროლუმენს (ნახ. 10) აქვს ფოლადის გარსაცმი 1, რომელიც შიგნიდან ამოგებულია ცეცხლგამძლე აგურით 2. კამარაში 5 დატანებულ ხერელში ჩასმულია გრაფიტის ელექტროდები 3, რომელთა სიგრძე ორ მეტრამდეა და განივი კვეთი 30×30 სმ. ელექტროდები დამაგრებულია სპეციალურ დამკვერში 4 და შეუძლიათ ვერტიკალური გადაადგილება. მანძილი ელექტროდებსა და ლითონს შორის უნდა იყოს მუდმივი, რომლის მოწესრიგება მუშაობის პროცესში ავტომატურად ხდება.

ელექტროდობის პროცესი. ელექტროლუმენები მუშაობს როგორც თხევადი, ისე მყარი კაზმით. თხევადი კაზმით მუშაობის დროს ლითონს იღებენ კონვერტერიდან ან მარტენის ღუმელიდან. მყარი კაზმისათვის გამოიყენება ჯართი, ბურბუშელა, ნაგლინის ნარჩენები და ა. შ. ელექტროდობის გავრცელებული ხერხია ფოლადის დნობა მყარი კაზმით ფუძეამონაგიან ღუმელებში. ამის გამო, რომ მყარი კაზმი დიდ მოცულობას იკავებს, ღუმელში კაზმის ჩატვირთვა თანდათანობით ხდება. ჩატვირთვის დროს ელექტროდები აწეულია.

მყარი კაზმით მომუშავე ფუძემონაგიან ელექტროლუმელში ფოლადის დუღილის პროცესი სამ პერიოდად მიმდინარეობს.

პირველი, ანუ ჟანგვის პერიოდი იწყება ჩატვირთული კაზმის დნობით და მთავრდება მინარეცების ჟანგვით. მინარეცების ჟანგვა ხორციელდება ჩასატვირთი ფანჯრიდან შესული ჰაერის ჟანგბადით და კაზმში დამატებული რკინის მადნით, ხენჯით ან მანგანუმის მადნით. ამ დროს წარმოქმნილი ფოსფორის ჟანგულის წილაში გადასაყვანად ლუმელში უმატებენ აგრეთვე კირქვას.

მეორე პერიოდში ლუმელში შეტანილი ნარევი (80 ნაწილი CaO, 20 ნაწილი მ მდნობი შპატი და 5 ნაწილი კოქსის ფხვნილი) ხდება ფოსფორის გამოცლა, განეანგვა და განგოგირდების პროცესი შემდეგი რეაქციებით:



მიღებული CO აბაზანიდან გამოიყოფა, რკინა იხსნება ლითონის აბაზანაში, ხოლო CaS, როგორც ლითონში უხსნადი, წილაში გადადის.

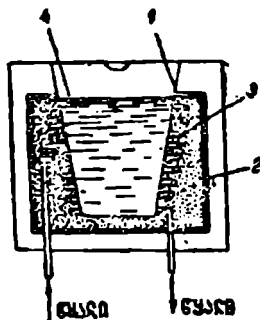
მესამე პერიოდში საჭირო შედგენილობის ლეგირებული ფოლადის მისაღებად თხევად ლითონში შეაქვთ ფეროშენადნობები.

რადგან ზოგიერთი ფეროშენადნობი (ფეროსილიციუმი, ფერომანგანუმი) ერთდროულად კარგი გამეანგველებიცაა, ამიტომ მათ ლუმელში განეანგვის (მეორე) პერიოდში უმატებენ. ასეთ შემთხვევაში განეანგვისა და ლეგირების პერიოდი ერთიმეორეს ემთხვევა.

მყარი კაზმით მუშაობის დროს დნობის პროცესის მთელი ხანგრძლიობა 5—8 საათს უდრის, თხევადი კაზმით მუშაობისას კი 1,5—4 საათს.

ინდუქციური ლუმელი. არსებობს მაღალი და დაბალი სიხშირის ინდუქციური ლუმელი. მეტად გავრცელებულია მაღალი სიხშირის ინდუქციური ლუმელი (ნახ. 11).

ლუმელს აქვს თბოიზოლიაციაში 2 ჩასმული ტიგელი 1, რომელზედაც შემოხვეულია სპილენძის მილის ხეია 3 და რომელშიც გადას გაჰაცეებელი წყალი. სპილენძის ხეიაში მაღალი სიხშირის ცვლადი დენის



ნახ. 11. მაღალი სიხშირის ინდუქციური ელექტროლუმელის სქემა.

გავლის დროს ტიგელში მოთავსებულ ლითონში 4 წარმოიქმნება ინდუქციური დენი, რის შედეგადაც ტიგელში მოთავსებული ლითონი ხურდება და დნება.

მაღალი სიხშირის ღუმლების უპირატესობაა მაღალი ტემპერატურის მიღების შესაძლებლობა. ინდუქციური დენი ახდენს ლითონის მექანიკურ არევას, რაც ხელს უწყობს მის მინარევებისაგან გაწმენდას. უარყოფითი მხარეა ღუმლების დიდი ლირებულება და ელექტროენერგიის დიდი ხარჯი რკალურ ღუმლებთან შედარებით.

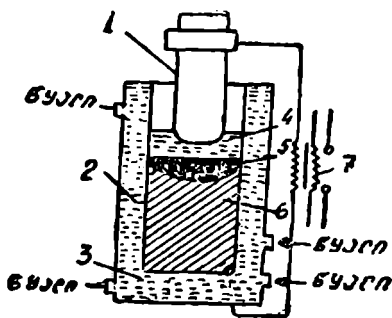
მაღალი სიხშირის ინდუქციური ღუმლები გამოიყენება მაღალხარისხოვანი ფოლადების დნობისათვის.

ფოლადის დნობის კომბინირებული მეთოდის დროს ფოლადის მიღებას რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის ღუმლებში აწარმოებენ. მაგალითად, ერთ-ერთი ასეთი მეთოდით თხევადი თუჩის მინარევებს კონვერტერში ჟანგავენ, ფოსფორისა და ნახშირბადის ნარჩენის მოსაცილებლად ლითონს ფუქიამონაგიან მარტენის ღუმელში ადუღებენ და ბოლოს განჟანგვისათვის თხევადი ფოლადი ელექტროღუმელში გადააქვთ. დღეისათვის უფრო გავრცელებულია ფოლადის წარმოება ეგრეთ წოდებული ღუმლექს-პროცესით (კონვერტორსა და ელექტროღუმელში).

§ 16. მაღალხარისხოვანი ფოლადის წარმოების ახალი მეთოდები

მაღალხარისხოვანი ფოლადების წარმოების ახალ მეთოდებს მიეკუთვნება ელექტროწილური გადადნობა, რკინის (ფოლადის) დნობის პირდაპირი მეთოდი, ვაკუუმურ ღუმლებში დნობა, ელექტროსხივური დნობა, პლაზმური რკალური დნობა და სხვ. ამჟამად უფრო გავრცელებას იღებს ფოლადის ელექტროწილური გადადნობა და რკინის (ფოლადის) დნობა პირდაპირი მეთოდით.

ფოლადის ელექტროწილური გადადნობა. ამ მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს (ნახ. 12). შერჩეული ფოლადისაგან ჯერ ამზადებენ ელექტროდ-ზოდს და კრისტალიზატორის სპილენძის ქვეშე ათავსებენ ფოლადის მომკიდს; მასზე აყრიან დენამტარ მდნობს (Al და Mg-ის ფხვნილს) და მუშა მდნობს (Al_2O_3 , CaF_2 და CaO); დენის გატარებისას დიდი წინაღობის გამო მუშა მდნობი დნება და წარმოიქმნება წიდა $2500^{\circ}C$ ტემპერატურით; ამ სითბოს გავლენით ელექტროდ-ზოდი დნება, ლითონის წვეთები გადის თხევად წიდას, იწმინდება მავნე მინარევებისაგან, არალითონური ჩანართებისაგან და აირებისაგან; ამ წვეთებისაგან კრისტალიზატორში წარმოიქმნება მაღალხარისხოვანი ზოდი, რომელზეც აცილებულია ჩაჯდომის ფუქ-

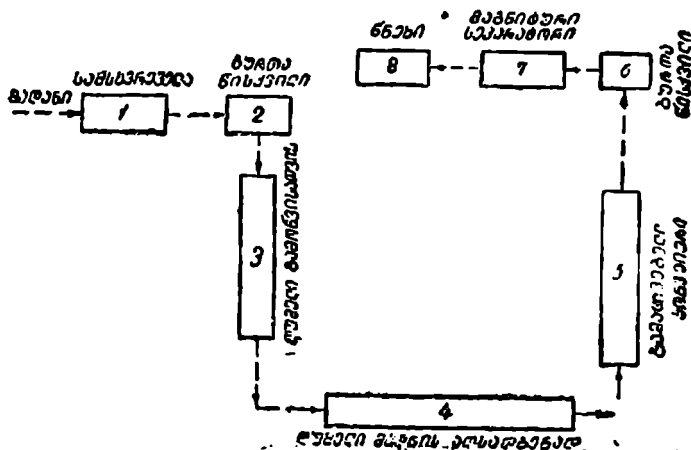


ნახ. 12. ფოლადის ელექტროფიდური გადადნობის სქემა:
 1 — ელექტროდ-ზოდი; 2 — კრისტალიზატორი; 3 — ქვეში; 4 — გამდნარი წილა; 5 — თხევადი ლითონი; 6 — მიღებული ზოდი; 7 — ტრანსფორმატორი.

ვილი, არალითონური და აირის ჩანართები. გოგირდის შემცველობა ფოლადში თითქმის ორჯერ მცარდება და ზოდის აგებულებაც ერთგვაროვანი მიიღება.

რკინის (ფოლადის) დნობის პირდაპირი მეთოდი აქეპად პროგრესულ მეთოდთა ითვლება. ამ მეთოდით რკინის და ფოლადის მიღება ხდება უშუალოდ რკინის მდნიდან ბრძმედის პროცესის გვერდა ავლით.

მე-13 ნახაზზე ნაჩვენებია აირადი აღმდგენელით მომუშავე რკინის მდნიდან პირდაპირი მეთოდით რკინის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა. პირდაპირი მეთოდით მიღებული რკინა (ფოლადი) ხასიათდება საწვავისა და სხვა მასალების მცირე ხარჯით, მაღალი ხარისხით და აგრეთ-



ნახ. 13. რკინის მდნიდან პირდაპირი მეთოდით რკინის მიღების სქემა.

ვე ძნელადდნობადი და ლარიბი მდნების გამოყენების საშუალებას იძლევა.

§ 10. ფოლადის ჩამოსხმა

ამა თუ იმ ფოლადსადაც აგრეგატიდან მიღებულ მზა ფოლადს ასხამენ ციცხვებში, ციცხვებიდან კი ლითონის სქელკედლიან ყალიბში, რომელსაც ბოყვი ეწოდება.

ციცხვი (ნახ. 14) წარმოადგენს ფოლადის კონუსური ფორმის გარსაქმს 4, რომელიც შიგნიდან ამოკვეთულია შამოტის ფასონური აგურებით 5. ციცხვის ამწით ასაწევად გარსაქმზე მიმაგრებულია სატაცები. ციცხვის ფსკერს აქვს ნახვრეტი კიქისათვის 6, საიდანაც ხდება ფოლადის გამოშვება. მისი ჩაკეტვა წარმოებს საცობის 7 საშუალებით. საცობის აწევ-დაწევა ხორციელდება საბელურის საშუალებით.

ბოყეში ჩასხმული ფოლადის გამყარების შედეგად მიიღება ზოლი, რომელსაც საგლინავ ან სამჭედლო წარმოებაში აგზავნიან. ზოდების დანიშნულების მიხედვით ბოყეები მზადდება ოთხკუთხა, მრგვალი, ექვსკუთხა, მრავალკუთხა განივკვეთის, რომელთა შიგა ზედაპირი ზოდის ადვილად ამოღებისათვის უნდა იყოს.

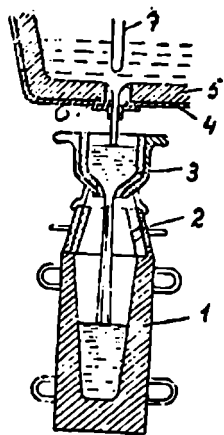
ზოდის სუფთა ზედაპირის მისაღებად და ბოყეის მომსახურების ვადის გასაღიღებლად ფოლადის ჩამოსხმის წინ ბოყეის შიგა ზედაპირს თხელი შრით აცხებენ ქვანახშირის ფისს, გრაფიტს ან სპეციალურ ლაქებს, რისთვისაც ბოყეებს წინასწარ ახურებენ 80—120°-მდე.

ბოყეების მუშაობის ხანგრძლიობა ნაწილობრივ დამოკიდებულია მის ზომებზე და ხასიათდება მასში მისაღები ზოდის წონით; იგი იცვლება 0,1-დან 100 ტ-მდე ზღვრებში. მსხვილი ბოყეები უძლებენ 100-მდე, ხოლო წვერილი 200-მდე ჩასხმას.

ბოყეებში ფოლადის ჩასხმას აწარმოებენ ორი ხერხით; ზემოდან ჩასხმით და ქვემოდან აესებით (სიფონური).

ზემოდან ჩასხმას (ნახ. 14) იყენებენ დიდი ზომის ზოდების მისაღებად. ბოყეში ლითონის უწყვეტი ქავლითა და უშხეფოდ ჩასხმის მიზნით ბოყეს 1 ზევიდან ცეცხლგამძლე ამონაცვიან ძაბრს 3 ადგამენ.

ბოყეში ჩასხმული ფოლადი გაცივების დროს ლითონის ჩაჯლომის თვისების გამო მოცულობაში იკლებს, ლითონი გაცივებას იწყებს ბოყეის კედლებიდან, ზოდის შიგა ნაწილში შედარებით გვიან ცივდება. რადგანაც ზოდის გამყარებულ ქერქს ზომში შემცირება არ შეუძლია, ამიტომ ზოდის შიგნით ჯერ კიდევ თხევადი ლითონის გამყარებისას წარმოიშობა ჩაჯლომის ფუჭვილა, მის ახლოს კი — წიდის ჩანართები და ბუშტები.



ნახ. 11. ბოყეში ფოლადის ჩასხმა ზემოდან.

კონუსური და გლუვი

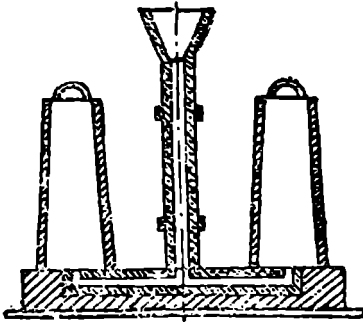
ჩაჯდომის წერილი ფუტკილების თავმოყრა ჩაჯდომის ფაშარებს წარმოქმნის. ზოდის ის ნაწილი, სადაც ჩაჯდომის ფუტკილა და წოდის ჩანართებია, უვარგისია და იგი უნდა მოიჭრას.

ჩაჯდომის ფუტკილების, ბუშტების, წოდისა და სხვა ჩანართების თავიდან ასაცილებლად ბოყეს თავზე ადგამენ თბურ ზესადგამს 2, რომელიც ფურცლოვანი გარსაცმისაგან შედგება და შიგნით ამოგებულია ცეცხლგამძლე მასალით. ზესადგამში მიღებულ ზოდის ნაწილს დანამატი ეწოდება.

თბურ ზესადგამში ფოლადი გვიან მყარდება და ამიტომ ჩაჯდომის ფუტკილის, ჩანართებისა და ბუშტების გადანაცვლება ხდება ამ ნაწილში. თბური ზესადგამი ზოდიდან ჩამოსაქრელი უვარგისი ლითონის ხარჯს ამცირებს.

ზემოდან ჩასხმას აქვს შემდეგი ნაკლოვანება: შეუძლებელია ერთდროულად რამდენიმე ზოდის მიღება; ბოყვიდან ბოყვზე ციცივის გადატანის დროს აღვილი აქვს ფოლადის დანაკარგებს; სხმული შეიცავს აირად ბუშტებს.

ბოყვის სიფონური ავსება ერთდროულად 100-მდე ზოდის მიღების საშუალებას იძლევა მე-15 ნახაზზე წარმოდგენილია ორი ბოყვის სიფონური ავსების სქემა.



ნახ. 15. სიფონური ავსებით ზოდების მიღების სქემა.

ბოყვების სიფონური ავსების დროს ზოდის ზედაპირის სისუფთავე მალალია და ვარგისი ზოდების გამოსავალიც უფრო მეტია, ვიდრე ზევიდან ჩასხმის დროს.

სიფონური ავსების ნაკლოვანებებია: უფრო ცხელი ლითონია საჭირო არხებში ლითონის გამყარების თავიდან ასაცილებლად; ბოყვების შემაერთებელ არხებში დიდი რაოდენობის ლითონი რჩება; ჩაჯდომის ფუტკილას ზოდში აქვს შოგარძო მოყვანილობა.

ფოლადის ზოდის აგებულება. როგორც მე-15 ნახაზიდან ჩანს, ფოლადის ზოდი შედგება სამი ზონისაგან, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება მარცვლების განლაგებით, სიდიდითა და ფორმით.

ბირველი ზონა (I) ფოლადის ზოდის ზედაპირული ნაწილია, რომელიც უწესრიგოდ განლაგებული წერილი მარცვლებისაგან შედგება.

მეორე ზონა (II) ზოდის ზედაპირის მართობულად განლაგებული წაგრძელებული მარცვლებისაგან შედგება.

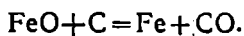
მესამე ზონა (III) მოთავსებულია ზოდის შიგა ნაწილში და მომრგვალებული მარცვლებისაგან შედგება. ამ ზონაში მარცვლების ზომები უფრო დიდია, ვიდრე პირველ ზონაში.

ფოლადის ზოდის დეფექტები. ფოლადის ზოდში ვხვდებით სხვადასხვა დეფექტებს, როგორცაა, მაგალითად, ჩაჯდომის ფუქვილა, აირის ბუშტები, წილის ჩანართები, დანაგვიანება, ლიკვაცია და ბზარები.

ჩაჯდომის ფუქვილას წარმოქმნის მიზეზი და მისი უარყოფითი გავლენის შემცირების საშუალება (თბური ზესადგამის დაყენება) ცნობილია. ამავე მიზნით ბოყვის გავსების მომენტისათვის ფოლადს ნელა ასხამენ, რითაც ახანგრძლივებენ ზოდის ზედა ნაწილის თხევადი ლითონით კვებას.

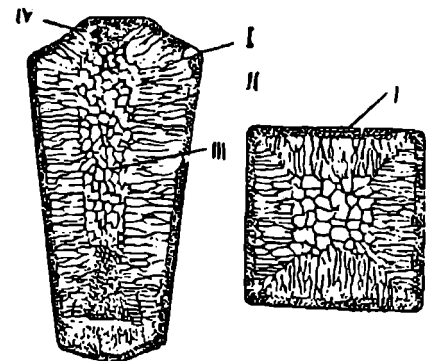
აირის ბუშტები წარმოიქმნება იმის გამო, რომ თხევად ლითონს აქვს აირების (წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ნახშირჟანგი და სხვ.) გახსნის უნარი, რომლებიც გ.მყარების დროს ნაწილობრივ გამოიყოფიან.

ამის გარდა, ზოდში აირი შეიძლება წარმოიქმნას თხევადი ლითონის რკინის ქვეჟანგის ნახშირბადთან ურთიერთმოქმედების შედეგად



წარმოქმნილი აირები გაცივებისას ლითონის სიბლანტის გაზრდის გამო გარეთ გამოსვლას ვერ ასწრებს და რჩება ზოდის მცირე ზომის სიცარიელებების (ბუშტების) სახით, რაც ფოლადის მექანიკურ თვისებას აუარესებს.

აირის ბუშტების თავიდან ასაცილებლად ფოლადში უმატებენ კარგ განმჟანგველებს და ისეთ ელემენტებს (ალუმინი, ტიტანი და სხვ.), რომლებიც ფოლადში გახსნილ აირებთან მდგარ ნაერთებს წარმოქმნიან (რითაც შეაფერხებენ აირების გამოყოფას) და ფოლადს კარგად განმჟანგავენ.



ნახ. 16. ზოდის აგებულება

წილისა და არალითონური ჩანართები. წილის ჩანართებს ეკუთვნის ჟანგვის პროდუქტები, რომლებმაც ვერ მოასწრეს წილაში გადასვლა.

არალითონური ჩანართები ზოდში შეიძლება მოხვდეს ფო-

ლადის გამოსაშვები ღარის, ციცხვისა და სიფონის ცეცხლგამძლე ამონა-
გიდან. არალითონური ჩანართების აცვლებისათვის საჭიროა განსაკუთ-
რებული სიფრთხილე თხევადი ლითონის ჩასხმის პროცესში და
ამონაგის მოპირკეთების დროს.

ლიკვაცია. ბოყეში პირველად გამყარებას იწყებს ისეთი
შედგენილობის შენადნობი, რომელშიც დნობის ტემპერატურის შე-
მამცირებელი ელემენტების რაოდენობა მცირეა: მაგალითად, ფო-
ლადის გამყარების დროს ქერქში მყარდება ლითონი, რომელშიც
ფოსფორის, გოგირდისა და ნახშირბადის რაოდენობა ძლიერ მცი-
რეა, ხოლო გულისაყენ, შემდეგი ფენების გამყარების დროს მათი
რაოდენობა თანდათანობით იზრდება და ყველაზე დიდი რაოდენო-
ბით ზოდის გულშია. ცხადია, ასეთი ლითონის მექანიკური თვისე-
ბები გულში ძლიერ შემცირებულია. ამ მოვლენას, ე. ი. როდესაც
ადგილი აქვს ზოდის სხვადასხვა ზონაში ქიმიური შედგენილობის
არათანაბრობას, ზონალური ლიკვაცია ეწოდება.

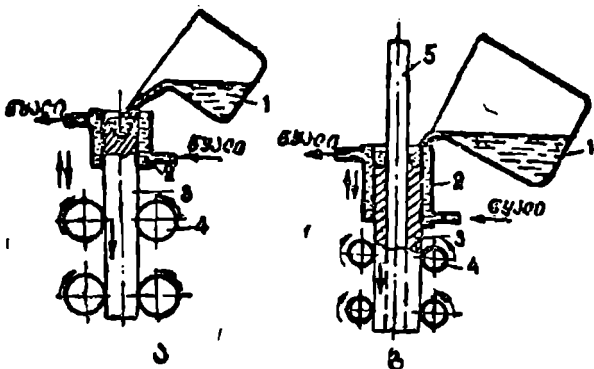
არსებობს კიდევ შიგაკრისტალური ლიკვაცია, რაც იმაში მდგო-
მარეობს, რომ კრისტალშიც (მარცვალში) ქიმიური შედგენილობა
გარე ნაწილისაყენ (პერიფერიისაყენ) იცვლება. შიგაკრისტალური
ლიკვაციის მოვლენის შემცირება ფოლადის მაღალ ტემპერატურაზე
(1200°C) ხურებით და ნელა გაცივებით შიილწევა. ასეთი პროცესის
(ე. წ. დიფუზიური მოწეის) შედეგად დიფუზიით შიგაკრისტალური
ქიმიური გაერთვაროვნება ხდება. ზონალური ლიკვაციის მოვლენის
ამ წესით შემცირება შეუძლებელია.

ნაპრალები და აფსკები. ზოდის სხვადასხვა ნაწილის არათანა-
ბარი გაცივების გამო მასში წარმოიქმნება ნაპრალები. ნაპრალები
გვხვდება აგრეთვე მაშინ, როდესაც ბოყეის მოყვანილობა ან მისი
კედლების სიმქისე ფოლადს არ აძლევს ჩაჯდომის საშუალებას.

ნაპრალები არის გრძივი და განივი. იმისათვის, რომ ზოდში ნაპ-
რალები არ იქნეს, საჭიროა ბოყეების მოყვანილობის შერჩევა და
კარგი მოვლა, ფოლადის ჩამოსხმის სწორი რეჟიმის დადგენა და სხვ.

ბოყეში ლითონის ჰაელის შეწყვეტით ან დიდი შხეფით ჩასხმის
დროს შეიძლება წარმოიშვას ჟანგეულის აფსკი, რაც ზოდის ნაწი-
ლებს შორის შეკიდულებას ამცირებს. ამის თავიდან ასაცილებლად
საჭიროა ჩასხმის დროს განსაკუთრებული ყურადღების გამოჩენა.

ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმა შედარებით ახალი პროგრესული
მეთოდია. უწყვეტი ჩამოსხმის ვერტიკალური დანადგარის პრინცი-
პული სქემა მოცემულია მე-17 ნახაზზე. თხევადი ლითონი ციცხვი-
დან 1 (ნახ. 17, ა) ან ღუმლის ღარიდან განუწყვეტლივ თანაბრად
ისხმება ლითონის ყალიბკრისტალიზატორში 2, რომელიც წყლით
ცივდება. ჩასხმის დასაწყისში ყალიბკრისტალიზატორის ძირი იქნე-



ნახ. 17. უწყვეტი ჩამოსხმის სქემა:
 ა — მთლიანი ზოდის მიღება; ბ — ღრუიანი ზოდის მიღება.

ბა ფოლადის ღეროს 3 ზედა ტორსზე დამაგრებული აზბესტის საცობის საშუალებით. საცობზე ლითონის გამყარებისთანავე ღერო გლინების 4 განსაზღვრული სიჩქარით დაწევას იწყებს და ზოდს თან იყოლიებს.

არსებობს აგრეთვე უწყვეტი ჩამოსხმის რადიალური დანადგარები, მაგალითად, ასეთი დანადგარია გამოყენებული რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში.

უწყვეტი ჩამოსხმის მეთოდით შეიძლება აგრეთვე ღრუიანი ზოდების მიღება (ნახ. 17, ბ). უწყვეტი ჩამოსხმის მეთოდით ფოლადის ზოდების მიღების უპირატესობა ის არის, რომ მიიღება მაღალი ხარისხის ლითონი, შესაძლებელია ჩამოსხმის სამუშაოთა მექანიზაცია და ავტომატიზაცია, აცილებულია ბოყვებისა და სხვა მოწყობილობათა საჭიროება. მინიმალურია დანაკარგები, მწარმოებლურობაც დიდია (≈ 200 ტ/სთ). დღეისათვის გავრცელებას იღებს ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმა ინდუქციური ღუმელების გამოყენებით.

დიდი გამოყენება აქვს აგრეთვე ვაკუუმით ან დამცავი აირის (არგონი) გარემოში ფოლადის ჩამოსხმის ხერხებს.

თ ა 3 0 III

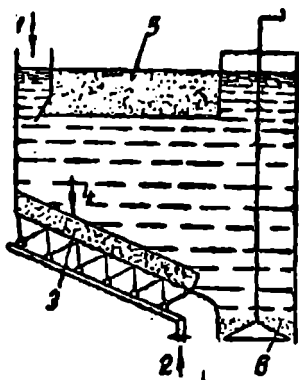
ფერადი ლითონების წარმოება

§ 17. სპილენძის წარმოება

სპილენძის მადნები. სპილენძი ბუნებაში თავისუფალი თვითნაბადი სახით იშვიათად მოიპოვება. იგი მიიღება სპილენძის მადნებისაგან, რომლებშიც სპილენძი გვხვდება სულფიდების ან ქანგეულების სახით.

სპილენძის სულფიდური მადნებიდან უმეტესად იყენებენ ქალკობიტის (CuFeS_2) შემცველ სპილენძის კოლჩედანს, რომელიც 1—3%-მდე სპილენძს შეიცავს. სსრ კავშირში გამოდნობილი სპილენძის 80% სულფიდურ მადნებზე მოდის. სპილენძის უანგეული მადნები შეიცავს კუპრიტს (Cu_2O). ამ მადნებში სპილენძის საშუალო შემცველობა 3—5% შეადგენს.

სპილენძის მადნების გამდიდრება. სულფიდური მადნების გამდიდრებას გამოწვის ან ფლოტაციის მეთოდით აწარმოებენ. ამ უკანასკნელი მეთოდის დროს (ნახ. 18) მადანს წინასწარ ამსხვრევენ სპეციალურ სასსხვრეველასზე და შემდეგ აწვრილმანებენ ბუტრთულებიან წისქვილზე წვრილ მარცვლებად — 0,05—0,5 მმ. ფლოტაციის მეთოდი ემყარება იმ თვისებას, რომ საკნიდან I ჩაყრილი სულფიდური მადნის ნაწილაკები წყალში არ სველდება და სველდებიან სხვა სითხეებით — რეაგენტებით (ნავთონი, სოკის ზეთი). ზეთის შრით დაფარული მადნის ნაწილაკები სითხეში ჰაერის გაქრების დროს (ხორციელდება მილიდან 2 ფოროვანი ძირიდან 3 და მასზე დაფენილი ქსოვილის 4 გავლით) ჰაერის ბუშტულებით იფარება და სითხის ზედაპირზე ამოტრეტივდება 5. ფუჭი ქანის ნაწილაკებს ასეთი თვისებები არ გააჩნიათ, საფლოტაციო დანადგარის ფსკერზე ილექება და მათი გამოწმენდა წარმოებს საკეტის 6 საშუალებით. ამ მეთოდით სულფიდური მადნიდან მიიღება კონცენტრატი 10—35% სპილენძის შემცველობით.



ნახ. 18. მადნის ფლოტაციური გამდიდრების სქემა.

მადნიდან სპილენძის მიღების ორი ხერხია; მშრალი, ანუ პირომეტალურგიული და სველი, ანუ ჰიდრომეტალურგიული. უმეტესად გამოიყენება სპილენძის წარმოების პირომეტალურგიული ხერხი.

პირომეტალურგიული ხერხით სპილენძის მიღების პროცესის საფეხურებია; სპილენძის მადნის ან კონცენტრატის გამოწვა; მადნიდან შტეინის მიღება; შავი სპილენძის მიღება; დახალასება.

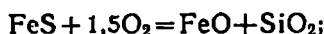
სპილენძის მდიდარი მადნის ან კონცენტრატის გამოწვას აწარმოებენ $600—900^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე მრავალქვედიან ლუმებში. გამოწვის მიზანია კაზმიდან გოგირდის მოცილება. გამოწვის შედეგად მიიღება კონცენტრატი, რომელშიც სპილენძის შემცველობა 16—17%-მდე იზრდება. პროცესის დროს მიღებულ აირებს იყენებენ გოგირდმკვას მისაღებად.

შტეინის მისაღებად გამოიყენება სულფიდურ მადანს ან კონცენტრატს მდნობთან ერთად აღნობენ შახტურ ან ალქმედ ლუმ-ლებში. შტეინი წარმოადგენს ძირითადად სპილენძისა და რკინის სულფიდების (Cu_2S და FeS) შენადნობს. იგი შეიცავს 20—25% სპილენძს, ხოლო დანარჩენია რკინა, გოგირდი, კეთილშობილი ლითონები და მინარევები. მისი დნობის ტემპერატურაა 900—1150°C.

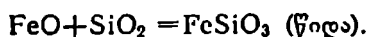
შავი სპილენძი მიიღება ცილინდრულ კონვერტერებში შტეინის ჰაერის გაქრევით. კონვერტერი წარმოადგენს ფურკოლ-ვანი ფოლადის ცილინდრულ კორპუსს, რომელიც ამოგებულა მაგნიტის აგურით.

კონვერტერში პროცესი ორ პერიოდით მიმდინარეობს:

პირველ პერიოდში რკინა იყენება რეაქციით

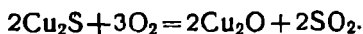


რკინის ქვეყანგის შეწიდეა ხდება მასში დამატებული კაემიწით

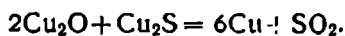


პროცესის მსვლელობისას წიდას რამდენჯერმე გადმოსახამენ. პირველ პერიოდში სპილენძის რაოდენობა 80%-მდე იზრდება; იგი მოვერცხლისფრო ტეხილით ხასიათდება და ამიტომ მას თეთრ შტეინს უწოდებენ.

მეორე პერიოდში ხდება გოგირდის ამოწვა და სპილენძის ყანგვა რეაქციით



მიღებული სპილენძის ქვეყანგი რეაქციაში შედის დარჩენილ Cu_2S -თან



ეს რეაქცია სითბოს შთანთქმით მიმდინარეობს, რისთვისაც საჭიროა პირველ პერიოდში აბაზანის კარგი გახურება.

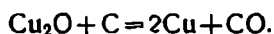
შავი სპილენძის მიღების პროცესის საერთო ხანგრძლივობა დამოკიდებულია კონვერტერის ტევადობასა და შტეინის სპილენძის შემცველობაზე. იგი 15—30 საათს გრძელდება. მიღებული შავი სპილენძის სისუფთავე 98,5—99,0% ზღვრებში იცვლება.

სპილენძის დაზალასება (რაფინირება) ანუ შავი სპილენძის მინარევებისაგან გაწმენდა წარმოებს ცეცხლით ან ელექტროლიზით.

ცეცხლით დახალასების დროს გამდნარ შავ სპილენძში ჰაერს რკინის მილით აწვდიან. ჰაერის ჟანგბადი ჟანგავს სპილენძის მინარევებს, რომელთა ნაწილი წიდაში გადადის, ხოლო ნაწილი — აქროლდება. წიდას მოხდიან, რის შემდეგ აირებისაგან გაწმენდისა და სპილენძის განჟანგვის მიზნით აბაზანის ორმაგ „გალიზიანებას“ ახდენენ.

პირველი გალიზიანება წარმოებს გოგირდოვანი აირის მოსაცილებლად, რისთვისაც თხევად სპილენძში ნედლი არყის ხის ღეროებს ტვირთავენ, რის შედეგადაც ხდება წყლის ორთქლისა და ნახშირწყლების გამოყოფა. ეს უკანასკნელი ხელს უწყობს გოგირდოვანი აირების გამოყოფას. ამ დროს ლითონის გამკვრივებასთან ერთად ხდება სპილენძის ჟანგვაც, რაც სპილენძს სიმყიფეს ანიჭებს.

მეორე გალიზიანების დროს ლითონის ზედაპირს ფარავენ ხის ნახშირის შრით და აბაზანას ურევენ დანახშირებული ზის ძელებით. ამ დროს სპილენძი აღსდგება რეაქციით

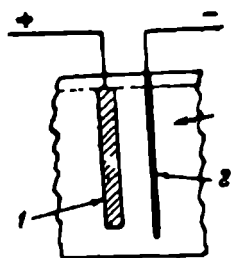


ამგვარად დახალასებული სპილენძის სისუფთავე 99,5—99,7% აღწევს. დახალასებულ სპილენძს ასხამენ ზოდებად ან ფილებად ელექტროლიზისათვის.

ელექტროლიზურ დახალასებას მიმართავენ მაშინ, როდესაც სპილენძის გამოყენება სურთ ელექტრომრეწველობაში და აგრეთვე შავი ან დახალასებული სპილენძისაგან ძვირფასი ლითონების (ოქრო, ვერცხლი) გამოსაყოფად.

ელექტროლიზური დახალასების არსი ასეთია: ელექტროლიზურ აბაზანაში ასხამენ სპილენძის შაბიამნისა და გოგირდმჟავას წყალხანარს. ეს ხსნარი წარმოადგენს ელექტროლიტს. მასში უშვებენ შავი ან დახალასებული სპილენძის ფილას 1 (ნახ. 19), რომელსაც უერთებენ დადებით პოლუსს — ანოდს.

მის გვერდით ათავსებენ სუფთა სპილენძის თხელ ფირფიტას 2, რომელსაც უერთებენ უარყოფით პოლუსს — კათოდს. მუდმივი დენის გაშვების შედეგად კათოდის ფირფიტაზე დაიფინება ანოდიდან გამოყოფილი სუფთა სპილენძი.



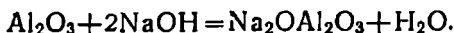
ნახ. 19. სპილენძის ელექტროლიზის სქემა.

§ 18. ალუმინის წარმოება

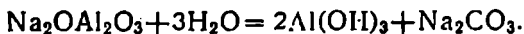
ალუმინის მადნები. ალუმინი მეტად გავრცელებული ლითონია. იგი დედამიწის მასის დაახლოებით 8⁰/₁₀₀-ს შეადგენს. ნაერთების სახით გვხვდება ბოქსიტში, კაოლინში და სხვ. ამათგან მეტი გამოყენება აქვს ბოქსიტებს, რადგან სხვა მადნების გადამუშავება უფრო არაეკონომიურია.

ალუმინის ორი საფეხურია მადნისაგან სუფთა ალუმინის ქანგის (Al₂O₃) მიღება და ალუმინის ქანგისაგან ალუმინის მიღება.

არსებობს ალუმინის ქანგის მიღების მრავალი ხერხი. მაგალითად, ტუტე მეთოდით ალუმინის ქანგის მიღების შემთხვევაში ალუმინის მადანს ამსხერვევენ და ფქვავენ. დაფქულ მადანზე მოქმედებენ ნატრიუმის ტუტით (NaOH). მადანში არსებული ალუმინის ქანგისა და ტუტის ურთიერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება ნატრიუმის ალუმინატი, რეაქციით



ნატრიუმის ალუმინატი წყალთან იძლევა ხსნარს, ხოლო მადნის ყველა დანარჩენი მინარევი შლამის სახით ილექება. ალუმინატის წყალხსნარს შლამისაგან გასაწმენდად საწურში ატარებენ, დიდ ავზებში ასხამენ და იწყებენ მის ნახშირქანგით დამუშავებას, რის შედეგად გამოიყოფა ალუმინის ქანგის ჰიდრატი, რეაქციით



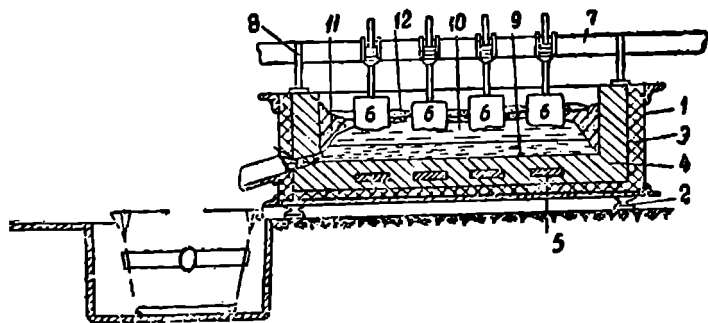
მიღებული ალუმინის ქანგის ჰიდრატს სწურავენ, რეცხენ და 1300°C ტემპერატურაზე მბრუნავ ლუმლებზე გამოვარვარებით იღებენ ალუმინის ქანგს შემდეგი რეაქციით



ალუმინის ქანგიდან ალუმინის მიღება ხდება ალუმინის ქანგის ელექტროლიზით. ამისათვის ალუმინის ქანგს ყრიან აბაზანაში მოთავსებულ გამდნარ კრიოლითში (Na₃AlF₆), აქვს ალუმინის ქანგის გახსნისა და მისი დნობის ტემპერატურის შემცირების უნარი (2000-დან 950—1000°-მდე).

ელექტროლიზურ აბაზანას აქვს რკინის გარსაცმი 1 (ნახ. 20). აბაზანა ამოგებულა თბოგამამხლოებლითა 3 და ნახშირის ბლოკებით 4. აბაზანის ქვედის ნახშირის ამონაგში ჩატანებულია კათოდის სალტები. აბაზანის ზემოდან, ჩამოშვებულია დენის სალტებთან 7 შეერთებული ანოდის (ნახშირის) ელექტროდები; 6, 2 და 8 სამხლოებლებია.

პროცესის დაწყებამდე ქველზე ყრიან კოქსის ფხენილის 50 მმ სისქის შრეს, ახლო მიაქვთ ნახშირის ელექტროდები, უშვებენ დენს (ძაბვა 4 ვ), რის შედეგადაც ხურდება აბაზანის ქვედი და კედლები წითლად ვარვარებს. შემდეგ თანდათანობით ყრიან კრიოლითს. როცა კრიოლითის შრე მიაღწევს 200—300 მმ, უმატებენ თიხამიწას 13% რაოდენობით და იწყება ელექტროლიზი $950-1000^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე. გამოყოფილი ალუმინი გროვდება აბაზანის ფსკერზე 9, ხოლო ელექტროლიტი ($\text{Na}_3\text{AlF}_6 + \text{Al}_2\text{O}_3$) ექცევა ზემოდან 10, რომლის ზედა შრე II მყარდება. აბაზანაში ალუმინის ქანგის შემცირება ელექტროლიტის ელექტროწინაობას ზრდის. ნორმალური წინალობის აღსადგენად ელექტროლიტის ქერქს ტეხენ და უმატებენ მასზე წინასწარ დაყრილ ალუმინის ქანგს. ალუმინს 2—4 დღეღამეში ერთხელ უშვებენ სიფონით. დღე-ღამეში მიიღება დაახლოებით 350 კგ ალუმინი.



ნახ. 20. ელექტროლიზის აბაზანის (ელექტროლიზერის) სქემა ალუმინის მისაღებად.

მიღებული ალუმინი შეიცავს კრიოლითის ნაწილაკებს და აირებს, რომელთა მოსაცილებლად აწარმოებენ მის დახალასებას. ამისათვის გამდნარ ალუმინში 10—15 წუთის განმავლობაში ატარებენ ქლორს. ალუმინში ქლორი არ იხსნება, ლითონში მოთავსებულ აირებს გამოდევნის მათზე ქიმიური და მექანიკური მოქმედებით. ამ დროს ხდება აგრეთვე არალითონური ნაწილაკების ამოტივტივება. უმაღლესი ხარისხის ალუმინის მისაღებად აწარმოებენ ელექტროლიზურ დახალასებას, რის შედეგადაც ალუმინის სისუფთავე 99,9%-მდე აღწევს.

§ 10. ტიტანის წარმოება

ტიტანი ძვირფასი თვისებების მქონე ლითონია, რომელიც სულ უფრო ფართო გამოყენებას პოულობს თანამედროვე ტექნიკაში.

ტიტანს მსოფლიო მარაგის მხრივ მე-9 ადგილი უკავია. ტიტანი აღმოაჩინეს 1790 წ., მაგრამ მისი წარმოება სამრეწველო მასშტაბით დაიწყო ჩვენი საუკუნის 50-იანი წლებიდან. ტიტანი ბუნებაში გვხვდება სხვადასხვა მინერალის სახით, რომელთაგან სამრეწველო გამოყენება აქვთ რუტილს და ილმენიტს.

რუტილი (TiO_2) მოწითალო ფერის მინერალია, რომელიც სუფთა სახით 99%-მდე ტიტანის ორქანგს შეიცავს.

ილმენიტი ($FeTiO_3$) არის მურა-მოშავო ფერის მინერალი; შეიცავს 52,65% TiO_2 და 47,35% FeO . მოიპოვება მთის ჭიშებში.

ტიტანის მიღების პროცესი შეიძლება გაიყოს ორ საფეხურად: მადნიდან ტიტანის ოთხქლორიდის მიღება და ტიტანის ოთხქლორიდიდან ტიტანის მიღება.

მადნიდან ტიტანის ოთხქლორიდის მისაღებად ტიტანის მადანს ამდიდრებენ. რუტილის მადანს ამდიდრებენ გამამდიდრებელ ფაბრიკაში, რის შედეგადაც მიიღება კონცენტრატი, რომელშიც TiO_2 შემცველობა 90% აღწევს.

ილმენიტის მადნის გასამდიდრებლად მთის ჭიშს ამსხვრევენ წერილ ნაწილაკებად და შემდეგ სველი მაგნიტური სეპარაციით ამდიდრებენ. მიღებულ კონცენტრატს ჯერ ჰიდრაულიკური, ხოლო შემდეგ მშრალი მაგნიტური სეპარაციით ამდიდრებენ.

გამდიდრებულ ტიტანის მადანს ურევენ კოქსის ფხვნილს, ათავსებენ კამერაში, რომელშიაც უშვებენ გახურებულ ქლორს. ამ დროს ტიტანის ორქანგი TiO_2 გადადის ოთხქლორტიტანის ($TiCl_4$) ორთქლში, რომელიც კონდენსატორში სითხედ იქცევა.

ოთხქლორიდიდან ტიტანის მისაღებად ტიტანის ოთხქლორიდს უშვებენ მხურვალმედეგი ფოლადის აბაზანაში, სადაც შეაქვთ აგრეთვე მაგნიუმი (ან ნატრიუმი) აღმდგენად. აღდგენის რეაქცია მიმდინარეობს ინერტული აირის (ჰელიუმი) ატმოსფეროში სითბოს გამოყოფით. შედეგად მიიღება ქლოროვანი მაგნიუმი და ღრუბლოვანი ტიტანის მასა. ქლოროვანი მაგნიუმი ელექტროლიზურ აბაზანაში იშლება მაგნიუმად და ქლორად, ღრუბლოვანი ტიტანი გადააქვთ ვაკუუმის დანადგარში მაგნიუმისა და ქლოროვანი მაგნიუმის ნარჩენების მოსაცილებლად. ღრუბლოვან ტიტანს ახურებენ ვაკუუმში 900—950°C-მდე. ღრუბლოვან ტიტანს ადნობენ ვაკუუმში ელექტრორკალურ ღუმელში და იღებენ ზოდებს. დეფექტების (ფუქვილები, ფორები). თავიდან ასაცილებლად ტიტანის ზოდებს ხელმეორედ ადნობენ, რის შედეგადაც ტიტანის სისუფთავე 99,6—99,7% შეადგენს. ასეთ ზოდებს ხმარობენ გლინვისათვის, კედვისა და შტამპვისათვის.

მეორე განყოფილება

ლითონთმცოდნეობა

თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის ეპოქა ნაირგვარი რთული კონსტრუქციის ავტომატებისა და ნახევრადავტომატების და სხვა სახის მანქანების შექმნის შესაძლებლობას იძლევა. დღეისათვის უადრესად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ამ კონსტრუქციების წონის შემცირების საკითხს, მათი ცალკეული დეტალების კოროზიამდევობის, თბომდევობისა და მხურვალმტკიცობის თვისებების გაზრდას. ამიტომ თითოეული დეტალის დამზადებისათვის საჭირო ლითონებისა და შენადნობების თვისებები წინასწარ ღრმა შესწავლას მოითხოვს.

მეცნიერებას, რომელიც შეისწავლის ლითონებისა და შენადნობების თვისებებს მათს აგებულებასა და ქიმიურ შედგენილობასთან კავშირში, ლ ი თ ო ნ მ ც ო დ ნ ე ო ბ ა ეწოდება.

ლითონთმცოდნეობის მეცნიერების ნაწილს, რომელიც შეისწავლის ლითონების შინაგან, აგებულებას, მ ე ტ ა ლ ო გ რ ა ფ ი ა ეწოდება.

IV თავი

ლითონების აგებულება და მათი ანალიზის მეთოდები

§ 20. ლითონების კრისტალური აგებულება

მყარ სხეულებს ამორფული ან კრისტალური აგებულება აქვთ. ამორფულ სხეულებში (მინა, კოლოფონი და სხვ.) ატომები განლაგებულია ქაოსურად (უხისტიმოდ), კრისტალურ სხეულებში კი — გარკვეული გეომეტრიული კანონზომიერებით.

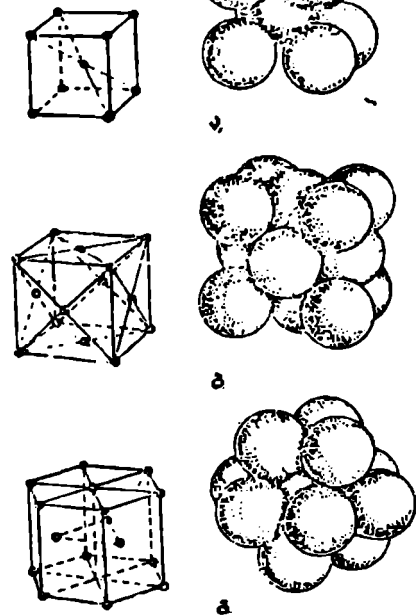
ლითონებს კრისტალური აგებულება აქვთ. მისი შემჩნევა შესაძლებელია შეუიარაღებელი თვალით (თუ კრისტალები მსხვილია) ან მიკროსკოპის საშუალებით. კრისტალებში ატომების კანონზომიერი განლაგება შეიძლება წარმოვადგინოთ კ რ ი ს ტ ა ლ უ რ ი ან ს ი ვ რ ც უ ლ ი გ ი ს ო ს ი ს სახით, რომელიც წარმოადგენს ელემენტარული უჯრედის მრავალჯერად განმეორებას. 21-ე ნახაზზე

ნაჩვენებია უმეტესად გავრცელებულ უჯრედებში ატომების განლაგების სქემა.

მოცულობით დაცენტრებული კუბის კრისტალური გისოსის უჯრედში (ა) ატომები განლაგებულია კუბის წვეროებში და მის ცენტრში. გისოსის ასეთი ტიპი დამახასიათებელია რკინის (Fe α), ვოლფრამის, ქრომის, მოლიბდენისა და სხვა ლითონებისათვის.

წახანადაცენტრებული კუბის კრისტალური გისოსის უჯრედში (ბ) ატომები განლაგებულია კუბის წვეროებსა და წახანაგების ცენტრში. ასეთი ტიპის გისოსი აქვს ალუმინს, ნიკელს, სპილენძს, რკინას (Fe γ) და სხვა ლითონებს.

ჰექსაგონალური კრისტალური გისოსის უჯრედში (გ) ატომები განლაგებულია ექვსწახანაგოვანი პრიზმის წვეროებზე, ფუძეების ცენტრში და 3 ატომი პრიზმის შიგნით. გისოსის ასეთი ტიპი



ნახ. 21. კრისტალური გისოსის უჯრედში ატომების განლაგების სქემა.

აქვს თუთიას, მაგნიუმს და სხვა ლითონებს.

კრისტალურ გისოსში ატომებს შორის მანძილი მცირეა და ანგსტრემებით, იზომება ($1\text{ \AA} = 10^{-8}$ სმ). ლითონები (ასევე შენადნობები) შედგება არა ერთეული კრისტალებისაგან (მონოკრისტალებისაგან), არამედ მრავალი კრისტალისაგან (პოლიკრისტალებისაგან).

თხევადი ლითონის გამყარებისას კრისტალების კანონზომიერი დაგვსემა მარცვლებს იძლევა. მათი წარმოქმნა ასე ხდება (ნახ. 22): გამდნარ ლითონში გაცივებისას განსაზღვრული ტემპერატურის დროს წარმოიქმნება დაკრისტალების ცენტრები (ა), რომელთა რა-

¹ ანგსტრემი იმდენჯერ მცირეა მილიმეტრზე, რამდენადაც მილიმეტრი მცირეა 10 კილომეტრზე.

ოდენობა მით მეტია, რამდენადაც მეტია გაცივების სიჩქარე. წარმოქმნილი დაკრისტალების ცენტრების ირგვლივ თხევადი ლითონის ატომების ხარჯზე იწყება ელემენტარული უჯრედების მიშენება — კრისტალების ზრდა. მათი ზრდა წესიერად მიმდინარეობს სანამ არ მოხდება წარმოქმნილი კრისტალების ერთიმეორესთან შეხება (ბ, გ), რის შემდეგ გარე მოხაზულობა მახინჯდება (დ, ე), მიუხედავად მათი წესიერი შიგა აგებულებისა. არასწორი ფორმის კრისტალებს ეწოდება კრისტალიტები ან მარცვლები (3).

ხშირად ლითონის დაკრისტალება ხდება ისე, რომ ელემენტარული უჯრედები წარმოქმნის ნაძვის ხის მაგვარ ზრდად კრისტალებს, რომლებმაც ამის გამო დენდრიტების სახელწოდება მიიღეს (ბერძნულად „დენდრონ“ ნიშნავს ხეს). თუ გაძნარა ლითონი საკმარისი აღმოჩნდება, მაშინ დენდრიტის ჩონჩხის შიგა სივრცეები შეივსება, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი შეუვსებელი რჩება. ჩონჩხი შენადნობის შემთხვევაში ხასიათდება დნობის მაღალი ტემპერატურით, ხოლო ის ნაწილები, რომლებიც ჩონჩხს ავსებს, ხასიათდება დნობის დაბალი ტემპერატურით, რადგან ამ ნაწილში მინარევეები ყოველთვის მეტია.

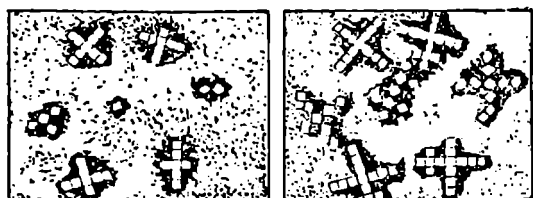
დენდრიტული კრისტალი პირველად აღმოაჩინა მეტალოგრაფიის მამამთავარმა დ. ჩერნოვმა 100-ტონიანი ფოლადის ზოდის ჩაჯდომის ფუჟკილაში (ნახ. 23).

კრისტალებში ატომთა განლაგება სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა, ამიტომ სხვადასხვაა თვით კრისტალის თვისებებიც. კრისტალის ამ თვისებას ანიზოტროპობა¹ ეწოდება, ხოლო ასეთი კრისტალებისაგან შემდგარ სხეულს — ანიზოტროპიული სხეული.

ამორფული სხეულების თვისებები მიმართულებაზე არ არის დამოკიდებული და მათ იზოტროპიულ სხეულებს უწოდებენ.

ლითონები შედგება მრავალი ანიზოტროპიული კრისტალისაგან. თუ ეს კრისტალები ლითონში განლაგებულია ერთიმეორის მიმართ ერთნაირი ორიენტირებით, მაშინ იგი ანიზოტროპიულ სხეულს წარმოადგენს. თუ კრისტალების ერთიმეორესთან განლაგება სხვადასხვა ორიენტირებისაა, მაშინ ყველა მიმართულების ნებისმიერ ადგილას თვისებათა ჯამი თითქმის ერთნაირია, რის გამოც ასეთი ლითონი კვაზიანიზოტროპიულად (თითქმის იზოტროპიულად) ითვლება.

¹ ანიზოტროპია — ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს არაერთგვაროვან თვისებებს, ხოლო იზოტროპია — ერთგვაროვან თვისებებს.



ა

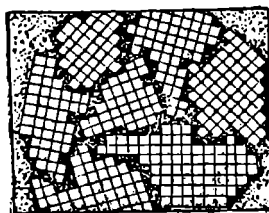
ბ



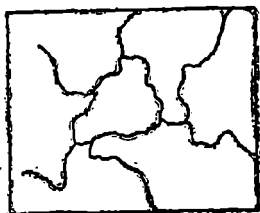
გ



დ



ე



ვ

ნახ. 22. ლითონის დაკრისტალების სქემა.



ნახ. 23. ჩერნოვის კრისტალი.

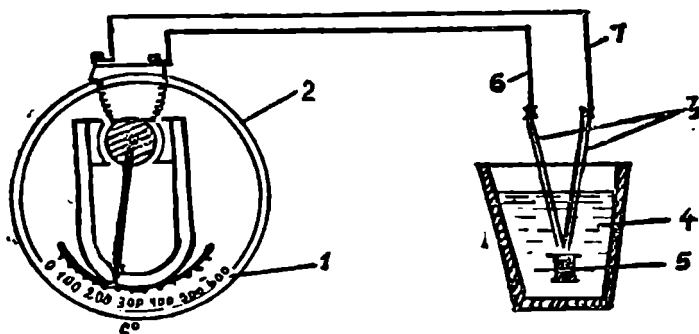
§ 21. სუფთა ლითონის დაკრისტალაციის კინეტიკური წარმოდგენა

როგორც აღვნიშნეთ, გამდნარი ლითონი გაცივებისას, განსაზღვრულ ტემპერატურაზე დაკრისტალების შედეგად, მყარ ლითონად გარდაიქმნება. ლითონის გარდაქმნა განსაზღვრულ ტემპერატურაზე ხდება გამყარების შემდეგაც.

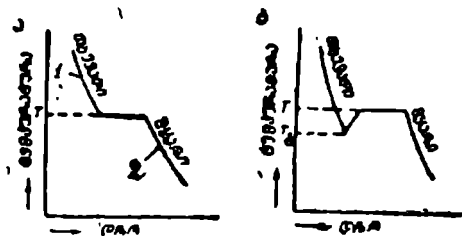
იმ ტემპერატურას, რომლის დროსაც ლითონში ესა თუ ის გარდაქმნა ხდება, კრიტიკული ტემპერატურა ეწოდება. თუ ეს გარდაქმნა არის ლითონის თხევადი მდგომარეობიდან მყარში გადასვლა, მას გამყარების კრიტიკულ ტემპერატურას უწოდებენ.

ლითონების კრიტიკული ტემპერატურის დასადგენად სწავლობენ მათი დაკრისტალების, ანუ ზოგადად გაცივების (ან გამყარების) პროცესს, რისთვისაც ტემპერატურის გაზომვას დროის განსაზღვრულ შუალედში აწარმოებენ.

ტემპერატურის გასაზომად იყენებენ თერმოელექტრულ პირომეტრს¹ (ნახ. 24), რომელიც მილივოლტმეტრის 2 და თერმოწყვილისაგან 3 შედგება. თერმოწყვილი მზადდება ორი სხვადასხვა ლითონის (მაგალითად, ნიკელ-ქრომნიკელი) მავთულისაგან, რომელთა ბოლოებს ერთ წერტილში რჩილავენ. ტემპერატურის გასაზომად თერმოწყვილის მირჩილულ ბოლოს 5 გამდნარ ლითონში 4 ისე ჩაუშვებენ, რომ არ ეხებოდეს ტიგელს, ხოლო მეორე ბოლოებს სპილენძის სადენების 6, 7 საშუალებით უერთებენ მილივოლტმეტრის მომკერებს. გამდნარ ლითონში ჩაშვებული თერმოწყვილის მირჩილული ბოლოს გახურებისას მავთულებში წარმოიქმნება თერმოდენი, რომელიც გამოიწვევს მილივოლტმეტრის სკალაზე 1 ისრის გადახრას და გვიჩვენებს გახურების ტემპერატურას. ისრის გადახრა და ტემპერატურის ჩვენება მით მეტია, რამდენადაც მეტია თერმოწყვილის ბოლოს გახურება.



ნახ. 24. თერმოელექტრული პირომეტრი.



ნახ. 25. სუფთა ლითონის გაცივების მრუდები; ა — გალამბეტცივების გარეშე; ბ — გალამბეტცივებით.

დროის მონაკვეთებში პირომეტრის ჩვენების მიხედვით იგება სუფთა ლითონების გაცივების (გამყარების) მრუდები ტემპერატურა-დროის კოორდინატებში (ნახ. 25). როგორც 25, ა ნახაზიდან

¹ პირომეტრი ბერძნული სიტყვაა — „პიროს“ ნიშნავს ცეცხლს, „მეტროს“ — ზომავს.

ჩანს, გაცივების მრუდზე 1 განსაზღვრული დროის მონაკვეთს სათანადო ტემპერატურის დაწევა შეესაბამება. როდესაც ტემპერატურა T_g წერტილს მიაღწევს, მიიღება მრუდის პორიზონტალური უბანი, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ტემპერატურა უცვლელია მიუხედავად დროის საგრძნობლად ცვლისა. ეს მოვლენა აიხსნება იმით, რომ იწყება გამდნარ ლითონში კრისტალების წარმოქმნის პროცესი, რომელიც სითბოს გამოყოფით მიმდინარეობს. ამიტომაც, რომ ტიგელში მოთავსებული გამდნარი ლითონი თუმცა სითბოს კარგავს, მაგრამ მისი ტემპერატურა უცვლელი რჩება დაკრისტალების დამთავრებამდე, ე. ი. მყარ მდგომარეობაში გარდაქმნამდე. შემდეგ ტემპერატურის ვარდნა 2 მრუდის მიხედვით გრძელდება.

სუფთა ლითონის გაცივების მრუდი ხშირად ისეთი არ არის, როგორც ეს ნაჩვენებია 25, ა ნახაზზე. ასეთი ლითონისათვის კრისტალების წარმოქმნა იწყება გამყარების კრიტიკულ ტემპერატურაზე დაბლა (ნახ. 25, ბ). კრისტალების წარმოქმნით გამოყოფილი სითბო ლითონის ტემპერატურას კვლავ მაღლა სწევს გამყარების კრიტიკულ ტემპერატურამდე (T_c), რომელიც უცვლელი რჩება დაკრისტალების დამთავრებამდე. ამ მოვლენას გადამეტცივება ეწოდება, ხოლო იმ ტემპერატურას, რომელიც შეესაბამება პირველი კრისტალების წარმოქმნას — გადამეტცივების ტემპერატურა (T_c).

რამდენადაც გადამეტცივების ტემპერატურა დაბალია, მით მეტია გადამეტცივების ხარისხი. გადამეტცივების ხარისხი სხვადასხვა ლითონისათვის სხვადასხვაა და დამოკიდებულია ლითონის გეოლოგიაზე და გაცივების სიჩქარეზე.

ლითონებისა და შენადნობებისათვის გადამეტცივების ხარისხს, დაკრისტალების ცენტრების რაოდენობასა და კრისტალების ზრდის სიჩქარეს შორის არსებობს დამოკიდებულება. გაცივების სიჩქარის (ან გადამეტცივების ხარისხის) ზრდა მკვეთრად ადიდებს დაკრისტალების ცენტრების რიცხვს, ხოლო კრისტალების ზრდის სიჩქარე რჩება თითქმის უცვლელი. მაშასადამე, გაცივების სიჩქარის (ან გადამეტცივების ხარისხის) გაზრდით შეგვიძლია გავზარდოთ დაკრისტალების ცენტრების რაოდენობა, ე. ი. ამით შეგვიძლია წვრილმარცვლოვანი აგებულების მიღება. ნელი გაცივების დროს, ვინაიდან დაკრისტალების ცენტრების რაოდენობა მცირეა, ლითონი იღებს სხვილმარცვლოვან აგებულებას. პრაქტიკაში ლითონებისა და შენადნობების მარცვლების ზომები ყოველთვის არის დამოკიდებული გაცივების სიჩქარეზე. დაკრისტალების ცენტრების წარმოქმნაზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე სხვადასხვა არალითონური ჩანართები (წიდა და სხვ.), ან წინასწარ განზრახვით შეტანილი ნივთიერებები.

ეს ჩანართები ზრდის დაკრისტალების ცენტრების რიცხვს, რაც უზრუნველყოფს წვრილმარცვლოვან აგებულებას.

მარცვლების ზომებისა და მოყვანილობის ზელოვნური ცვლის ეს მეთოდი უფრო პროგრესულია და ამ პროცესს მოდიფიცირება ეწოდება. იმ ნივთიერებებს, რომლებიც შეაქვთ თხევად ლითონში მარცვლების ზომებისა და მოყვანილობის რეგულირების მიზნით, მოდიფიკატორები ეწოდება (მაგალითად, თუჯის მოდიფიკატორებისათვის მოდიფიკატორად იხმარება მაგნიუმი და სხვ.).

პოლიმორფიზმი.¹ ზოგიერთ ლითონს ახასიათებს რამდენიმე სახის კრისტალური მდგომარეობა. ერთი ლითონის რამდენიმე კრისტალურ ფორმაში არსებობის თვისებას პოლიმორფიზმი ანუ ალოტროპია ეწოდება. ალოტროპიული გარდაქმნის არსი ისაა, რომ კრისტალური ლითონის ატომები გადაიწყობა სხვა კრისტალურ ფორმაში და წარმოქმნის ახალ კრისტალურ გისოსს, ანუ ამ ლითონის ახალ სახეცვლილებას (მოდიფიკაციას).

თხევადი მდგომარეობიდან დაკრისტალებას პირველად დაკრისტალებას უწოდებენ, ხოლო მყარ მდგომარეობაში მომხდარ დაკრისტალებას — მეორეულ დაკრისტალებას. მეორეული დაკრისტალებაც მუდმივ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს. ყველაზე დაბალ ტემპერატურაზე არსებულ მდგარად მოდიფიკაციას ჩვეულებრივად აღნიშნავენ ბერძნული ასოთი α ; უფრო მაღალი ტემპერატურების მოდიფიკაციებს — ასოებით β , γ და ა. შ.

როგორც გამოკვლევებიდან ჩანს ალოტროპიული მოდიფიკაციები ახასიათებთ რკინას Fe(α , γ , კალას Sn (α , β), მანგანუმს Mn(α , β) და სხვ.

მაგალითად, 18°-ზე უკვე მოთ კალა Sn მოდიფიკაციის სახით არსებობს და ნაცრისფერი კრისტალური ფხვნილის სახე აქვს, 18°-ზე ზევით კი — Sn β მოდიფიკაციის სახით, რომელიც თეთრი ფერის, რბილი და მოქნილია.

§ 22. ლითონების ანალიზის ფიზიკური მეთოდები

მაკროანალიზი, ანუ ლითონების მაკრო აგებულების შესწავლა შეიძლება შეუიარაღებელი თვალით ან მცირე (30-მდე ჯერ) გადიდებით გამოსაკვლევი ლითონის ზედაპირის სათანადო დამუშავების შემდეგ. ნიმუშს, რომელსაც სპეციალურად ამზადებენ მაკროანალიზისათვის, მაკროშლიფი ეწოდება, ხოლო აგებულებას, რომელიც მასზე ჩანს — მაკროსტრუქტურა.

¹ პოლიმორფიზმი ბერძნული სიტყვაა, ნიშნავს მრავალგვაროვნებას.

მაკროშლიფის მომზადებისათვის ნიმუშის ზედაპირს ჯერ ქლიბავენ, ხოლო შემდეგ ხეხენ ზუმფარის ქაღალდით. საჭიროების შემთხვევაში ახდენენ ნიმუშის რეაქტივით ამოკმას.

მაკროანალიზის საქმეალებით ლითონში შეიძლება აღმოჩნდეს: ჩაჯდომის ფუჭვილები, სიცარიელები, ბზარები, არალითონური ჩანართები, მანე მინარეები (გოგირდი, ფოსფორი და სხვ.), მათი რაოდენობა და განლაგების ხასიათი, ბოქვების განლაგება და სხვ.

მიკროანალიზით ხდება ლითონის მიკროსტრუქტურის შესწავლა. მიკროსტრუქტურა ეწოდება ლითონებისა და შენადნობების აგებულებას, რომელიც ჩანს მიკროშლიფზე მეტალოგრაფიული მიკროსკოპის საშუალებით. მიკროშლიფი ეწოდება საკვლევი ლითონის ნიმუშს, რომლის ზედაპირი გაპრიალებული და რეაქტივით ამოკმულია (ან ამოუქმელია) მეტალოგრაფიულ მიკროსკოპზე გასასინჯად.

ამოუქმელი მიკროშლიფი მიკროსკოპზე ისინჯება მაშინ, როდესაც საჭიროა ფოლადში არალითონური ჩანართების გამოკვლევა. შლიფის ამოკმას მიმართავენ, როდესაც საჭიროა მეტალოგრაფიული მიკროსკოპის მეშვეობით ლითონის სტრუქტურული მდგენელების რაოდენობისა და ფორმის განსაზღვრა.

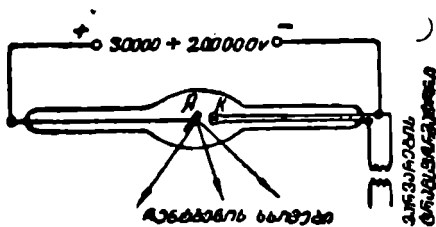
მეტალოგრაფიული მიკროსკოპით ლითონის მიკროსტრუქტურის შესწავლა ხდება არეკლილი სინათლით. ამოუქმელი შლიფის მიკროსკოპზე გასინჯვისას, ვინაიდან შლიფის ზედაპირი გაპრიალებულია და მასზე დაცემული სხივები იმავე კუთხით აირეკლება, მოხდება ობიექტივში და განათებულად გვეჩვენება, ხოლო იმ ადგილებში, სადაც ჩაჯდომის ფუჭვილები, სიცარიელები, ბზარები, წილის ან უცხო ჩანართები გვაქვს, ადგილი ექნება სხივების ნაწილის კარგვას და ამიტომ ასეთი ადგილები მიკროშლიფზე მუქ ლაქებად ჩანს.

ამოუქმელი შლიფს მიკროსტრუქტურის შესწავლის შემთხვევაში, ვინაიდან მარცვლების ორიენტირება სხვადასხვანაირია, ამომუქმელი რეაქტივის მათზე მოქმედებაც სხვადასხვანაირია; ასევე სხვადასხვანაირად ამოიკმება შენადნობის სხვადასხვა სტრუქტურული მდგენელები და ამრიგად შლიფის გაპრიალებული ზედაპირის ნაცვლად მივიღებთ ზედაპირს, რომელიც შედგება სხვადასხვა კუთხით დახრილი უბნებისაგან. ცხადია, მათზე დაცემული სხივები სხვადასხვა კუთხით ან სხვადასხვა რაოდენობით აირეკლება, რის გამოც ზოგიერთი უბანი შედარებით ჩაბნელებული იქნება. ამრიგად, გამომუდგენდება ცალკეული მარცვლებისა და სტრუქტურული მდგენელების ზომა, ფორმა და ურთიერთგანლაგება.

თანამედროვე სინათლის მიკროსკოპები 30-დან 2000-მდე და მეტ გადიდების საშუალებას იძლევა. ამავე მიკროსკოპით ხდება მიკროფოტო გადაღება მიკროსტრუქტურის შესწავლის მიზნით.

ოპტიკურ მიკროსკოპებთან ერთად ამჟამად ფართოდაა გამოყენებული ელექტრონული მიკროსკოპი, რომელშიც სინათლის სხივების მაგივრად ელექტრონულ სხივებს იყენებენ. ამჟამად გამოყენებულია ისეთი ელექტრონული მიკროსკოპები, რომლებიც 100000-ჯერ გადიდების საშუალებას იძლევიან.

რენტგენოანალიზი. რენტგენის სხივები მიიღება სპეციალური რენტგენის მილში (ნახ. 26), საიდანაც ჰაერია ამოტუმბული და ბოლოები მირჩილულია. მასში მოთავსებულია ორი ელექტროდი: უარყოფითი K კათოდი და დადებითი A ანოდი. კათოდი ჩვეულებრივ წარმოადგენს ვოლფრამის ხეიას, რომელიც 200—2000°-მდე ხურდება ვარვარების ტრანსფორმატორიდან. გავარვარებული კათოდიდან ელექტრონები გამოიყოფა. მილაკში მოთავსებულ ელექტროდებზე მიერთებული მაღალი ძაბვის (30000—200000 ვ) მუდმივი დენით შექმნილი ელექტრონული არის გავლენით კათოდიდან გამოყოფილი ელექტრონები დიდი სიჩქარით ეჯახება ლითონურ ანტიკათოდის ზედაპირს, რის შედეგადაც მიიღება რენტგენის სხივები.



ნახ. 26. რენტგენის მილის სქემა.

რენტგენის სხივები თავიანთი ბუნებით სინათლის სხივების ანალოგიურია და მათგან განსხვავდებიან მხოლოდ ტალღის სიგრძით. ლითონების ანალიზისათვის იყენებენ ისეთი სიგრძის ტალღას, რომელიც სინათლის სხივის ტალღის სიგრძეზე დაახლოებით 1000-ჯერ

მოკლეა. რენტგენის სხივების ტალღის სიგრძის ასეთი სიმცირე საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ისინი ლითონებისა და მათი შენადნობების კრისტალური აგებულების შესწავლის ანუ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზისა და გაშუქებისათვის, თანამედროვე რენტგენის აპარატზე შეიძლება 100 მმ-დე სისქის ფოლადის, 60 მმ-დე სისქის სპილენძისა და 300—400 მმ-მდე სისქის ალუმინის შენადნობების გაშუქება.

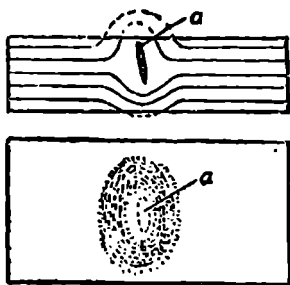
თერმული ანალიზი. თერმული ანალიზით შეისწავლება ლითონებისა და შენადნობების გამყარების და სტრუქტურულ გარდაქმნათა პროცესები. ამისათვის აგებენ ლითონების ან ცალკეული შენადნო-

ბების გამყარების მრუდებს ტემპერატურა-დროის კოორდინატებში, ხოლო შემდეგ — შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამებს.

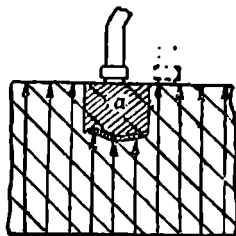
დილატომეტრული¹ ანალიზი. ეს მეთოდი ემყარება იმას, რომ ლითონი ან შენადნობი გახურებისას ფაზური გარდაქმნის დროს იცვლის მოცულობას. სპეციალური ხელსაწყოთი — დილატომეტრით ხდება მოცულობის ცვლილების განსაზღვრა, რითაც განისაზღვრება გარდაქმნის კრიტიკული ტემპერატურა.

მაგნიტურ ანალიზს, ანუ მაგნიტურ დეფექტოსკოპიას იყენებენ ლითონში არსებული ბზარების, ბუშტების, არალითონური ჩანართების და სხვა სახის მანკების აღმოსაჩენად.

მაგნიტური ანალიზისათვის შესამოწმებელ დეტალს ამაგნიტებენ — დეფექტის ადგილებში ხდება მაგნიტური ძალხაზების განბნევა, რის გამოც წარმოიქმნება არაერთგვაროვანი მაგნიტური ველი. ამიტომ დეტალის მაგნიტური ფსენილით დაფარვისას მისი ნაწილაკები ლაგდება დეფექტს ზემოთ მკვეთრად გამოხატული ა სურათის წარმოქმნით (ნახ. 27), რაც გვიჩვენებს დეფექტის ადგილსა და სახეს.



ნახ. 27. მაგნიტური ძალხაზების განლაგება დეფექტთან.



ნახ. 28. ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის სქემა.

ულტრაბგერითი ანალიზით (დეფექტოსკოპია) ხდება 1,0 მმ-მდე სისიქის ყოველგვარ ლითონში არსებული მანკების განსაზღვრა.

ასეთი ანალიზისათვის გამოყენებულ ულტრა ბგერებს (რხევის სიხშირით 2-დან 10 მილ ჰც) მიმართავენ ნაკეთის ზედაპირზე. ტალღები პირველად იწვევს ლითონის ზედაპირული შრეების რხევას, ხოლო შემდეგ გადაეცემა მთელ სიღრმეზე. თუ ლითონს დეფექტი არა აქვს, ტალღები ვრცელდება ნორმალურად, თუ აქვს — ულტრა-

¹ დილატომეტრია — ლათინურად „დილატარე“ — „გაფართობა — „მეტრეო“ — ვზომავ.

ბგერის ინტენსიურობა იცვლება. ულტრაბგერის ინტენსიურობის ცვლილების მიხედვით მსჯელობენ დეფექტის ადგილზე.

ულტრაბგერით დეფექტებს საზღვრავენ აკუსტიკური ჩრდილისა და ბგერის არეკვლის მიხედვით. 28-ე ნახაზზე ნაჩვენებია დეტალში არსებული დეფექტის აკუსტიკური ჩრდილის მეთოდით ანალიზის სქემა.

ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის მეთოდს იყენებენ ნაჭედების, ნაგლინების, მოქლონებით შეერთებათა და სხვ. შემოწმებისათვის.

ვ თ ა ვ ი

ლითონთა თვისებები და მათი გამოცდის მეთოდები

§ 28. ლითონთა თვისებები

ლითონთა თვისებები შეიძლება დაჯგუფდეს ფიზიკურ, ქიმიურ, მექანიკურ და ტექნოლოგიურ თვისებებად.

ლითონის ფიზიკური თვისებებია: ფერი, კუთრი წონა, დნობადობა, ელექტროგამტარობა, თბოგამტარობა, გაფართოების კოეფიციენტი, მაგნიტური თვისებები და სხვ. ტექნიკაში უმეტესად გამოყენებულ ლითონთა ზოგიერთი ფიზიკური თვისება მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

ქიმიური თვისებებია: უანგვადობა, კოროზიამდებობა.

მექანიკურ თვისებებს ეკუთვნის — სიმტკიცე, დრეკადობა, დარტყმითი სიბლანტე, სისალე, პლასტიკურობა.

სიმტკიცე ეწოდება ლითონის უნარს, წინააღმდეგობა გაუწიოს გარე ძალების მოქმედებას დაურღვევლად. მოქმედი გარე ძალების ზასიათის მიხედვით სიმტკიცე შეიძლება იყოს გაჭიმვაზე, თუ ძალა გაჭიმავია, სიმტკიცე კუმშვაზე, თუ ძალა მკუმშავია და ა. შ.

დრეკადობა ეწოდება ლითონის თვისებას, აღიდგინოს თავისი პირველდაწყებითი ფორმა დეფორმაციის გამომწვევი გარე ძალების მოხსნის შემდეგ.

სიბლანტე ეწოდება ლითონის თვისებას, წინააღმდეგობა გაუწიოს დარტყმითი ძალების მოქმედებას.

სისალე ეწოდება ლითონის თვისებას, წინააღმდეგობა გაუწიოს სხვა მასზე მეტი სისალის მქონე სხეულს მასში შეჭრაზე.

პლასტიკურობა ეწოდება ლითონის თვისებას, მიიღოს ნარჩენი დეფორმაცია გარე ძალების მოქმედებით.

უფრო მეტად გამოყენებულ ლითონთა ფიზიკური თვისებები

ლითონება	ქიმიური აღნიშვნა	კუთრი წონა გ/სმ ³	დნობის ტემპერატურა, °C	ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი, 1°C	კუთრი ელექტროწინაღობა, ომლებით
ალუმინი	Al	2,6	660	0,000021	0,027
ვოლფრამი	W	19,3	3400	0,000004	0,056
რკინა	Fe	7,8	1539	0,000012	0,092
კობალტი	Co	8,8	1444	0,000012	0,097
მანგანუმი	Mg	1,7	650	0,000026	0,047
მანგანუმი	Mn	7,4	1230	0,000023	0,044
ნიკელი	Ni	8,9	1452	0,000013	0,069
კალა	Sn	7,2	232	0,000023	0,120
ტყვია	Pb	11,4	327	0,000027	0,100
სტიბიუმი	Sb	6,7	630	0,000010	0,386
ტიტანი	Ti	4,5	1800	—	0,032
თუთია	Zn	6,9	419	0,000030	0,060
ქრომი	Cr	7,1	1615	0,000008	0,026
სპილენძი	Cu	8,9	1083	0,000017	0,017
ვერცხლი	Ag	10,5	960	0,0000189	0,0147
ოქრო	Au	19,3	1063	—	—

ტექნოლოგიურ თვისებებს მიეკუთვნება თხელდენადობა (გამდნარი ლითონის შიერ ყალიბის შევსების უნარი), ჭედადობა, შედუღებადობა, კრით დამუშავებადობა და სხვ.

ლითონთა მექანიკური თვისებების შესასწავლად არსებობს მათი მექანიკური გამოცდის სხვადასხვა მეთოდი, რომელთაგან ყველაზე გავრცელებულია გაჭიმვაზე, დარტყმაზე, სისალესა და დაღლილობაზე გამოცდის მეთოდები.

§ 24. გაჭიმვაზე გამოცდა

ლითონების მექანიკურ გამოცდებს შორის უმეტესად გავრცელებულია მათი გაჭიმვაზე გამოცდა, რომლის საშუალებითაც შეისწავლება ლითონთა სიმტკიცის, დრეკადობისა და პლასტიკურობის თვისებები.

გაჭიმვაზე გამოცდისათვის ამზადებენ მრგვალ (ნახ. 29) ან ბრტყელ ნიმუშებს. ბრტყელ ნიმუშებს ამზადებენ ფურცლოვანი მასალებზე გამოცდისას. ნიმუში შედგება სამუშაო ნაწილისა და თავებისაგან თავები საჭიროა საგლეჯი მანქანის მომჭერებში დასამაგრებლად. ნიმუშის სამუშაო ნაწილზე აღინიშნება l_0 საანგარიშო სიგრძე (ნახ. 29). ნებისმიერი კვეთის ნიმუშისათვის საანგარიშო სიგრძე გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულებით

$$l_0 = 11,3 \sqrt{F_0} \text{ მმ (გრძელი ნიმუშისათვის);}$$

$$- 5,65 \sqrt{F_0} \text{ მმ (მოკლე ნიმუშისათვის).}$$

მრგვალი ნიმუშისათვის l_0 გაიანგარიშება ფორმულებით: $l_0 = 10 d_0$ (გრძელი ნიმუშებისათვის) და $l_0 = 5d_0$ (მოკლე ნიმუშებისათვის), სადაც l_0 საანგარიშო სიგრძეა, მმ-ობით. F_0 — ნიმუშის განივკვეთის ფართობი, მმ-ობით, d_0 — მრგვალი ნიმუშის საშუალო ნაწილის დიამეტრი.

გამოცდისათვის ნიმუშს, რომელზედაც საანგარიშო სიგრძეა აღნიშნული (ა), საგლეჯი მანქანის მომჭერებში ამაგრებენ და იწყებენ ნიმუშზე გამჭიმავი ძალის მოქმედების ნელ ზრდას. გამჭიმავი ძალის ზემოქმედებით ნიმუში იჭიმება და ბოლოს იგლიჯება (ბ). ცდით მიღებული შედეგები შეგვიძლია გამოვხატოთ გაჭიმვის დიაგრამით (ნახ. 30). ამ დიაგრამის ვერტიკალურ ღერძზე მასშტაბით გადაიზომება მოქმედი P ძალა (კგ), ხოლო ჰორიზონტალურ ღერძზე — მიღებულია შესაბამისი წაგრძელება. დასაწყისში დატვირთვის მატების შესაბამისად პირდაპირპროპორციულად იზრდება წაგრძელებაც. დიაგრამაზე ეს პროპორციული დამოკიდებულება გამოსახულია Op ხაზით. p წერტილი და მისი შესაბამისი დატვირთვა Pp შეესაბამება პროპორციულობის ზღვარს.

პროპორციულობის ზღვარი ეწოდება იმ უდიდეს ძაბვას, რომლის დროსაც მოცემული ნიმუში დეფორმაციას განიცდის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულებით. პროპორციულობის ზღვარი გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$\sigma_p = \frac{P_p}{F_0} \text{ კგ/მმ}^2,$$

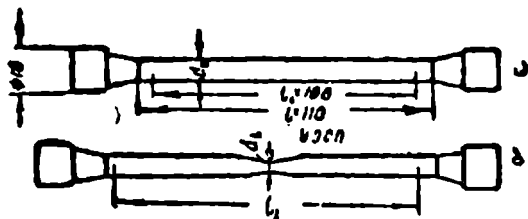
სადაც P_p არის პროპორციულობის ზღვრის შესაბამისი დატვირთვა (კგ);

F_0 — ნიმუშის საწყისი განივკვეთის ფართობი (მმ²);

σ_p — პროპორციულობის ზღვარი (კგ/მმ²).

დატვირთვის შემდგომი გაზრდით წაგრძელებასა და დატვირთვის შორის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება ირღევევა. დიაგრამაზე p წერტილიდან იწყება Op ხაზის გამრუდება. წერტილი დიაგრამაზე შეესაბამება დრეკადობის ზღვარს, ე. ი. წერტილამდე ნიმუშის დეფორმაცია დრეკადია.

დრეკადობის ზღვარი ეწოდება იმ უდიდეს ძაბვას, რომლის დროსაც დატვირთვის მოხ-



ნახ. 29. ნიმუში ა — გაგლეჯამდე; ბ — გაგლეჯილი, წარმოქმნილი ყელით.

სნის შემდეგ ვღებულობთ ნარჩენ დეფორმაციას, მხოლოდ უმნიშვნელო ზღვრებში (0,03—0,001%). დრეკადობის ზღვარი გაიანგარიშება ფორმულით.

$$\epsilon_e = \frac{P_e}{F} \text{ კვ/მმ}^2,$$

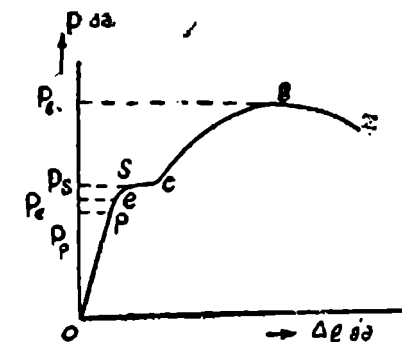
სადაც P_e არის e წერტილის შესაბამისი დატვირთვა.

S წერტილში დატვირთვის მატების გარეშე მასალა იწყებს წაგრძელებას, ე. წ. „დენას“. s წერტილი და მისი შესაბამისი P_s დატვირთვა შეესაბამებიან დენადობის ზღვარს (σ_s), რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F} \text{ კვ/მმ},$$

სადაც P_s არის s წერტილის შესაბამისი დატვირთვა.

ამგვარად, დენადობის ზღვარი ეწოდება იმ უდიდეს ძაბვას, რომლის დროსაც ნიმუში და დეფორმაცია იზრდება მოქმედი ძალის შეუცვლელად.



ნახ. 30. გავითვის დიაგრამა.

დენადობა შეამჩნევია მკორენახშირბადიანი ფოლადებისათვის; ფოლადებისათვის, რომელთა დენადობა შეუმჩნეველია, ლებულობენ დენადობის პირობით ზღვარს. ძაბვას, რომლის დროსაც ნიმუში იღებს თავისი სიგრძის 0,2% ნარჩენ დეფორმაციას,

დენადობის პირობითი ზღვარი ($\sigma_{0,2}$) ეწოდება.

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}, \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც $P_{0,2}$ დენადობის პირობითი ზღვრის შესაბამისი. დატვირთვაა. დეფორმაცია მიმდინარეობს cb მრუდის მიხედვით, b წერტილი შეესაბამება P_b მაქსიმალურ დატვირთვას, რომელსაც ნიმუში მხოლოდ დროებით უძლებს. ამ დატვირთვის შესაბამის ძაბვას სიმტკიცის ზღვარი ანუ გაწყვეტის დროებითი ძაბვა (σ_b) ეწოდება და გამოითვლება ფორმულით

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0} \text{ კგ/მმ}^2,$$

სადაც P_b უდიდესი დატვირთვაა.

ამგვარად, სიმტკიცის ზღვარი ეწოდება იმ ძაბვას, რომელიც შეესაბამება გაჭიმვის ძალის უდრეს მნიშვნელობას ნიმუშის გამოცდის დროს. b წერტილის შემდეგ წაგრძელება მიმდინარეობს bc მრუდით, ე. ი. დატვირთვა მცირდება და წაგრძელება იწვევს ყელის წარმოქმნას (β). c წერტილში ნიმუში დატვირთვას ვერ უძლებს და იგლიჯება.

მაგალითად, სპილენძის სიმტკიცის ზღვარი $\sigma_b = 25$ კგ/მმ², ფოლადის — 200 კგ/მმ²-მდე და მეტიც.

ლითონის პლასტიურობის დასახასიათებლად საჭიროა ფარდობითი წაგრძელებისა (δ -დელტა) და განიკვეთის ფარდობითი შევიწროების (ψ — პსი) ცოდნა. ფარდობითი წაგრძელება (δ) გამოითვლება ფორმულით

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} 100\%,$$

სადაც δ არის ნიმუშის ფარდობითი წაგრძელება, %;

l_1 — ნიმუშის სიგრძე გაგლეჯის შემდეგ, მმ;

l_0 — ნიმუშის საანგარიშო სიგრძე, მმ.

ფარდობითი შევიწროება გამოითვლება ფორმულით

$$\psi = \frac{F_0 - F_1}{F_0} 100\%,$$

სადაც ψ არის ნიმუშის ფარდობითი შევიწროება, %;

F_0 — ნიმუშის საწყისი განიკვეთის ფართობი, მმ²;

F_1 — ნიმუშის განივკვეთის ფართობი გაწყვეტის ადგილას, მმ².
 ცხადია, რადენადაც დიდი მიიღება ფარდობითი წაგრძელება, მით ლითონი იქნება პლასტიკური.

ნიმუშის გაჭიმვაზე გამოსადეგლად გამოიყენება ჰიდრავლიკური და მექანიკური გამგლეჯი მანქანები. 31-ე ნახაზზე ნაჩვენებია P-20 ტიპის (უდიდესი გაჭიმვაზე ძალაა 20 ტ) ჰიდრავლიკური საგლეჯი მანქანის სქემა.

§ 25. დარტყმაზე გამოცდა

დარტყმაზე გამოცდას ფართოდ იყენებენ ლითონების სიმყიფის თვისების შესასწავლად. დარტყმაზე გამოსადეგლად ამზადებენ კვადრატული განივკვეთის მქონე ნიმუშებს (ნახ. 32, ა), რომლებსაც ჰორიზონტალურად ათავსებენ სპეციალური მანქანის (ქანქარა-ურნალი) საყრდენზე (ნახ. 32, ბ) ისე, რომ ნიმუშის ჩანაჭერი მიმართული იყოს ქანქარა-ურნალის დარტყმის საწინააღმდეგო მხარეს. ნიმუშზე Q წონის მქონე ურნალის დარტყმას აწარმოებენ H სიმაღლიდან (ნახ. 32, გ), რომელიც ნიმუშის გატეხის შემდეგ დარჩენილი ენერგიით ადის h სიმაღლეზე. ნიმუშის გატეხაზე დახარჯული მუშაობა გამოითვლება ფორმულით

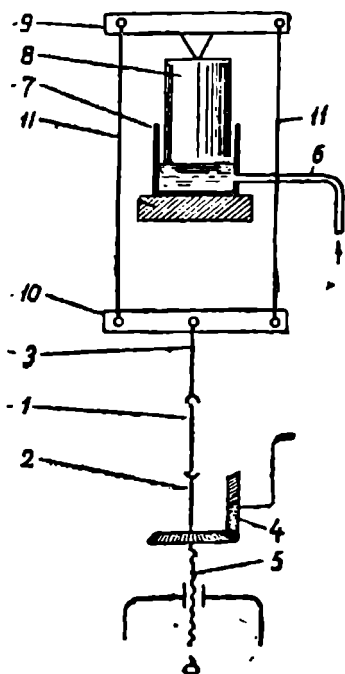
$$A_H = Q(H-h) \text{ კგმ.}$$

მუშაობა, რომელიც მოდის გატეხის ადგილას ფართობის ერთეულ სმ²-ზე, წარმოადგენს დარტყმით ძაბვას ანუ დარტყმით სიბლანტეს და გამოითვლება ფორმულით

$$a_H = \frac{A_H}{F} \text{ კგმ/სმ}^2, \text{ ანუ } a_H = \frac{Q(H-h)}{F} \text{ კგმ/სმ}^2,$$

სადაც A_H არის ნიმუშის გატეხაზე დახარჯული მუშაობა;

F — ნიმუშის განივკვეთის ფართობი ჩაჭრის ადგილას, სმ²;



ნახ. 31. P-20 ტიპის ჰიდრავლიკური საგლეჯი მანქანის სქემა:

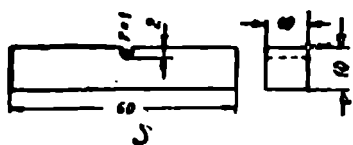
1 — ნიმუში; 2, 3 — მოძვერები; 5 — ხრახნი; 6 — მილი; 7 — ცლინდრი; 8 — დგუში; 9, 10 — საწივები.

Q — ურნალის წონა, კგ;

a_n — დარტყმითი სიბლანტე, კგ/სმ²;

H — ქანქარას აწევის სიმაღლე დარტყმამდე, მ;

h — ქანქარის აწევის სიმაღლე დარტყმის შემდეგ, მ.



§ 26. სისალზე გამოცდა

სისალე არის ლითონის მნიშვნელოვანი თვისება, ამიტომ სისალეზე გამოცდა ტექნიკაში დიდათაა გავრცელებული.

არსებობს ლითონების სისალის გამოცდის შემდეგი მეთოდები:

სისალის გამოცდა ფოლადის ბურთულის ჩაწნეხით (ბრინელის მეთოდი);

სისალის გაზომვა ბურთულას დარტყმითი ჩაწნეხით (პოლდის მეთოდი);

სისალის გაზომვა ფოლადის ბურთულას ან ალმასის კონუსის ჩაწნეხის სიღრმის მიხედვით (როკველის მეთოდი);

სისალის გაზომვა ალმასის პირამიდის ჩაწნეხით (ვიკერსის მეთოდი);

მიკრო სისალის გაზომვა (ხრუმ-ჩოვისა და ბერკოვიჩის მეთოდი);

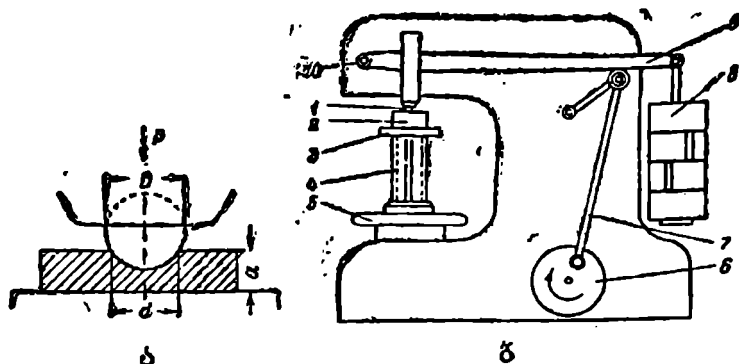
სისალის გაზომვა არეკვლის მეთოდით (შორის მეთოდი).

ბრინელის მეთოდი. ამ მეთოდს იყენებენ უწროთბი ფოლადების, თუჯებისა და ფერადი ლითონების შენადნობებისათვის. სისალის გაზომვა ხდება სპეციალური წნეხების საშუალებით.

ბრინელის მეთოდით სისალის გაზომვის არსი ის არის, რომ გამოსაცდელ ლითონში განსაზღვრული დატვირთვით ჩაიწნეხება ცნობილი დიამეტრის ნაწრთობი ბურთულა (ნახ. 33, ა), რის შემდეგ მიღებული ანაბეჭდის ფართობთან აფარდებენ აღებულ დატვირთვას და მიიღება სისალის რიცხვი HB , ე: ი.

$$HB = \frac{P}{F} \text{ კგ/მ}^2,$$

სადაც HB არის სისალის რიცხვი ბრინელით, კგ/მ²;



ნახ. 33. ა — ბრინელის მეთოდით გამოცდის სქემა; ბ — ბრინელის წნეხის სქემა.

P — ბურთულაზე დატვირთვა, კგ;

F — ანაბეჭდის ფართობი, მმ²;

დატვირთვის სიდიდე, რომელიც ბურთულიდან ნიმუშს გადაეცემა, დამოკიდებულია გამოსაცდელ ლითონზე და მის სისქეზე. მაგალითად, ფოლადისა და თუჩის გამოცდის შემთხვევაში, თუ გამოსაცდელი ნიმუშის სისქე 6 მმ-ზე მეტია, მაშინ ბურთულის დიამეტრი აიღება 10 მმ, ხოლო დატვირთვა $P = 30 \cdot D^2 = 30 \cdot 10^2 = 3000$ კგ.

ანაბეჭდის ფართობი გამოითვლება ფორმულით

$$F = \frac{1}{2} \pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2}),$$

სადაც F არის ანაბეჭდის ფართობი, მმ²;

D — ბურთულის დიამეტრი, მმ;

d — ანაბეჭდის დიამეტრი, მმ. იგი იზომება სპეციალური მიკროსკოპის საშუალებით.

თუ F -ის მნიშვნელობას შევიტანთ სისალის რიცხვის ფორმულაში, იგი მიიღებს შემდეგ სახეს

$$HB = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ კგ/მმ}^2.$$

ამ ფორმულაში გარკვეული პირობებისათვის დატვირთვა და ბურთულის დიამეტრი მუდმივი სიდიდეებია, ხოლო ანაბეჭდის დიამეტრი — ცვლადი. იმისათვის, რომ ყოველთვის, არ ვაწარმოოთ სისალის რიცხვის გაანგარიშება, წინასწარ შედგენილია ცხრილი, რომელშიც სისალის რიცხვები მოცემულია ანაბეჭდების დიამეტრებს მიხედვით (ცხრილი 2).

ბრინელისა და როკველის რიცხვების ცხრილი

ანაბეჭდის დიამეტრი <i>d</i> , მმ	ბრინელის მეთოდით <i>HB</i> <i>D=10 მმ</i> <i>P=3000 კგ</i>	როკველის მეთოდით <i>RC</i>	ანაბეჭდის დიამეტრი <i>d</i> , მმ	ბრინელის მეთოდით <i>HB</i> <i>B=10 მმ</i> <i>P=3000 კგ</i>	როკველის მეთოდით <i>RC</i>
3,50	202	31	4,10	217	17
3,55	293	30	4,15	212	15
3,60	285	29	4,20	207	14
3,65	277	28	4,25	201	13
3,70	269	27	4,30	197	12
3,75	262	26	4,35	192	11
3,80	255	25	4,40	187	9
3,85	248	24	4,45	183	8
3,90	241	23	4,50	179	7
3,95	235	21	4,55	174	6
4,00	229	20	4,60	170	4
4,05	223	19	4,65	167	3
			4,70	163	2

ლითონის სისალეზე გამოცდა (ანაბეჭდის მიღება) ხდება სპეციალურ ბრინელის წნეხზე (ნახ. 33, ბ). წნეხის სადგარის ზედა ნაწილში მოთავსებულია შპინდელი, რომელშიც იდგმება ბურთულიანი ბუნიკი 1, ნიმუში 2 თავსდება მაგიდაზე 3. სახელურის 5 საათის ისრის მიმართულებით ბრუნვით ხრახნი 4, მაგიდა და ნიმუში ზევით იწევს და ებჯინება ბურთულას; სახელურს აბრუნებენ შპინდელზე ჩამოცმული ზამბარის სრულ შეკუმშვამდე. ამით იქმნება წინასწარი დატვირთვა 10 კგ-ის რაოდენობით, შემდეგ დილაკზე ხელის დაჭერით ხდება ელექტროძრავის ჩართვა, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ექსცენტრიკი 6 და ბარბაცა 7. ბარბაცას ქვევით დაწევისას ბერკეტი 9 სახსრული შეერთების 10 გამო ტვირთებიანი 8 საკიდით დაბლა იწევს, რითაც ხორციელდება ბურთულაზე დატვირთვა და მისი ნიმუშის ზედაპირში ჩაწეხა. ექსცენტრიკის ბრუნვის შემდგომი გაგრძელებით ბარბაცა, ბერკეტი და ტვირთებიანი საწონები ზევით გადაადგილდებიან, ბურთულაზე დატვირთვა იხსნება და წნეხი ავტომატურად გამოირთვება.

როკველის მეთოდი. როკველის მეთოდით შეიძლება როგორც ნაწართობი ფოლადისა და თუჯის, ისე რბილი ფოლადისა და ფერადი შენადნობის სისალის გაზომვა.

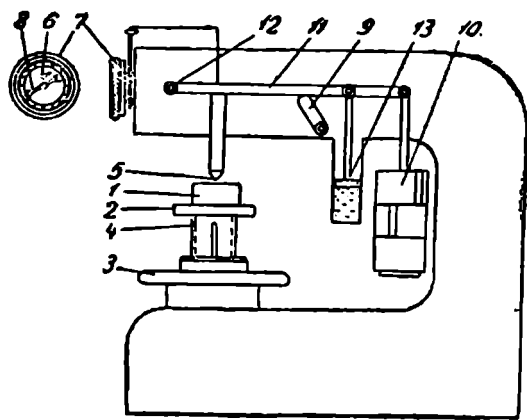
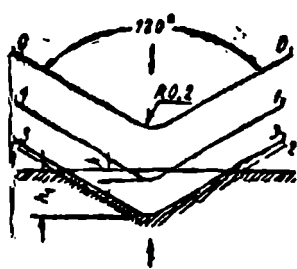
როკველის წნეხზე ნაწართობი ფოლადის სისალეს ($HB=230-700$ კგ/მმ²) ზომავენ ალმასის კონუსით 150 კგ დატვირთვის დროს; უწართობი ფოლადისა და ფერადი ლითონის შენადნობთა სისალეს ($HB < 230$ კგ/მმ²) საზღვრავენ 1,59 მმ დიამეტრის ბურთულით 100 კგ დატვირთვის დროს, ხოლო დიდი სისალის ($HB > 700$ კგ/მმ²)

მქონე ლითონების სისალეს — ალმასის კონუსით 60 კგ დატვირთვის დროს.

სისალის რიცხვი აღნიშნება როკველით: 150 კგ დატვირთვის შემთხვევაში — *HRC*-თი ან *RC*-თი; 100 კგ დატვირთვისას — *HRB*-თი ან *RB* და 60 კგ დატვირთვის შემთხვევაში *HRA*-თი ან *RA*-თი.

როკველისა და ბრინელის სისალის რიცხვების ერთიმეორესთან შედარება შეიძლება მე-2 ცხრილით.

როკველის წნეხზე სისალის გასაზომად ნიმუშს 1 (ნახ. 34) ათავსებენ მაგიდაზე 2, რომელსაც მქნევარას 3 ბრუნვით ხრახნის 4 საშუალებით ზევით სწევენ ნიმუშის ზედაპირის ალმასის კონუსთან 5 (ან ბურთულასთან) შეხებამდე 0—0. მქნევარას ბრუნვას აგრძელებენ მანამ, სანამ ინდიკატორის პატარა ისარი 6 არ დაემთხვევა ციფერბლატზე აღნიშნულ წითელ წერტილს, რომელიც შეესაბამება 10 კგ წინასწარ დატვირთვას 1—1. ამ მომენტში დიდი ისარი 8 უნდა იყოს დაახლოებით ვერტიკალურ მდგომარეობაში. საბოლოოდ ისრის შავი სკალის 0-ზე დაყენება ხდება 'ციფერბლატის შემობრუნებით. ამის შემდეგ სახელურის 9 საშუალებით ნიმუშზე ახდენენ ძირითად დატვირთვას. ჩაწნება გრძელდება 5—6 წამს 2—2, რის შემდეგ სახელურის უკანა ბრუნვით იხსნება ძირითადი დატვირთვა 3—3. როკველით სისალის ათვლა ხდება უშუალოდ ხელსაწყოს ინდიკატორის ციფერბლატის 7 სკალაზე დიდი ისრის ჩვენებით. თუ გაზომვა ბურთულით ხდება, ისრის ჩვენებას ვკითხულობთ ხელსაწყოს ციფერბლატის B სკალაზე, ალმასის კონუსით გაზომვის შემთხვევაში 150 კგ-ით დატვირთვის დროს — C სკალაზე, ხოლო 60 კგ-ით დატვირთვის დროს A სკალაზე.



ნახ. 34. ა — როკველის წნეხი; ბ — გაზომვის სქემა.

ამ მეთოდის უპირატესობაა: არ აზიანებს გამოსაცდელ ზედაპირს, რაც უშუალოდ დეტალების სისალის გაზომვის საშუალებას

იძლევა; ბრინელის მეთოდთან შედარებით შეიძლება უფრო თხელი ფურცლებისა და სალი ნიმუშების გამოცდა.

ალმასის პირამიდის ჩაწნეხით სისალის გაზომვა (ვიკერსის მეთოდით) ემყარება ბრინელის მეთოდის პრინციპს; განსხვავება მხოლოდ ის არის, რომ აქ ანაბეჭდი მიიღება არა ბურთულით, არამედ ალმასის ოთხწახნაგოვანი პირამიდით, რომლის წვეროს კუთხე 136° -ია. გამოცდის დროს დატვირთვას იღებენ 5-დან 120 კგ-მდე.

ანაბეჭდი იზომება ხელსაწყოზე მოთავსებული მიკროსკოპის საშუალებით, ამ ხელსაწყოზე შეიძლება როგორც რბილი ლითონების, ისე სალი შენადნობების სისალის გაზომვა.

იმის გამო, რომ ვიკერსის ხელსაწყოზე მიიღება მცირე ზომის ანაბეჭდი, მას დიდი გამოყენება აქვს ფოლადის ზედაპირის თხელი ფენის (დაცენტრებული) და წვრილი დეტალების სისალის გამოცდისათვის.

მიკროსისალის გაზომვა (ხრუშჩოვისა და ბერკოვიჩის მეთოდით). ამ მეთოდს დღეისათვის ფართოდ იყენებენ შენადნობების სტრუქტურული მდგენელების, დაფარვების ძლიერ თხელი ფენებისა და მცირე ზომის ნაკეთების სისალის გასაზომად. მიკროსისალის საზომი ხელსაწყო წარმოადგენს მცირე დატვირთვით (1-დან 200 გ-მდე) ალმასის პირამიდის ჩასაწნეხი მექანიზმისა და მეტალოგრაფიული მიკროსკოპის ერთობლიობას. ამ ხელსაწყოზე გამოცდისათვის ნიმუშს ისეთივე მომზადება უნდა, როგორც მიკროხეხს.

სისალის გაზომვა არეკვლის (შორის) მეთოდით ხდება გამოსაცდელ ლითონზე კვალის დაუმჩნევლად. ამ მეთოდით გაზომვები შეიძლება ლაბორატორიის გარეთ — უშუალოდ კონსტრუქციაზე ან მსხვილ დეტალზე.

არეკვლის მეთოდით სისალის განსაზღვრის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ საცდელ ლითონზე განსაზღვრული სიმაღლიდან აგდებენ სტანდარტული წონის საცემს, რომელიც მოთავსებულია ხელსაწყოში მილაკში. ლითონზე დაცემის შემდეგ იგი აირეკლება. ინდიკატორით ზომავენ არეკვლის სიმაღლეს, რაც ახასიათებს საცდელი ლითონის სისაღეს. რამდენადაც სალია ლითონი, მით მეტია საცემის არეკვლის სიმაღლე.

§ 57. დადლილოგაჟა გამოცდა

მთელი რიგი მანქანების დეტალები მუშაობის პროცესში განიცდის ცვლადი განმეორებითი დატვირთვების მოქმედებას, ე. ი. ამ დროს ადგილი აქვს დეტალებში (მუხლა ლილვები, ბარბაცები, ვაგონის ღერძები და სხვ.) ძაბვის ცვლას ნულიდან (დაუტვირთავი

მდგომარეობიდან) რომელიმე მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე (დატვირთულ მდგომარეობამდე), ან მინუს მაქსიმუმიდან (შემკუმშავი დატვირთვიდან) პლუს მაქსიმუმამდე (გამჭიმავ დატვირთვამდე). მანქანის დეტალში ძაბვის თვითეულ ასეთ ცვლას ცოკლი ეწოდება.

მანქანების დეტალები, რომლებიც მრავალჯერადი ცვლადი-განმეორებითი დატვირთვის ქვეშაა, ირღვევიან სიმტკიცის ზღვრის ძაბვაზე მნიშვნელოვნად დაბლა.

ცვლებად-განმეორებითი ძაბვის მოქმედების ადგილას მასალის დაღლილობა გამოწვეულია იმით, რომ მასალა ბლანტი მდგომარეობიდან გადადის მყიფეში. მყიფე მდგომარეობა კი აიხსნება იმით, რომ ლითონის სუსტ ადგილებში წარმოიქმნება მიკრობზარები, რომლებიც თანდათანობით ვითარდებიან და ასუსტებენ ლითონს.

დაღლილობით გამოწვეულ ტეხილზე ნათლად ემჩნევა ორი შრე. გარეგან მყიფე ანუ „დაღლილობის“ შრეს აქვს გლუვი ზედაპირი, ხოლო შიგას — კრისტალური ხასიათი, როგორც დარტყმით დარღვევის დროს. მაშასადამე, რადგანაც მუშაობის პროცესში ადგილი აქვს დეტალების დარღვევას სიმტკიცის ზღვარზე უფრო დაბალ ძაბვაზე, ამიტომ ცვლად დატვირთვაზე მომუშავე ამა თუ იმ დეტალის დასამზადებლად გამოსაყენებელი ლითონების გამოცდა უნდა მოხდეს არა მარტო სტატიკურ დატვირთვებზე, არამედ უნდა ვიცოდეთ აგრეთვე დაღლილობის ზღვარიც σ_{Σ} (ანუ გამძლეობა).

დაღლილობის ზღვარი წარმოადგენს იმ უდიდეს ძაბვას, რომელსაც უძლებს ლითონი დაურღვევლად, დატვირთვის ცვლის დიდი რიცხვის დროს.

ფოლადებისათვის დაღლილობის ანუ გამძლეობის ზღვრად პირობით მიღებულია ისეთი ძაბვა, რომლის დროსაც ფოლადი პრაქტიკულად უძლებს 5000000 ცვლად — განმეორებით დატვირთვას, ხოლო ფერადი ლითონებისათვის — ძაბვა, რომლის დროსაც ცვლადი — განმეორებითი დატვირთვები 20000000-მდეა.

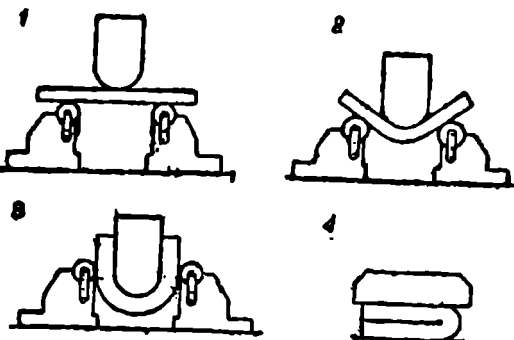
დაღლილობაზე ლითონების გამოცდას სპეციალურ მანქანებზე აწარმოებენ.

§ 28. ტექნოლოგიური გამოცდები

პრაქტიკაში ლითონების გამოცდა ხშირად ხდება მარტივი ტექნოლოგიური გამოცდით, რომლის დროსაც მანქანები საჭირო არაა. ასეთი სახის გამოცდა, მართალია, ციფრობრივ მონაცემებს არ იძლევა, მაგრამ ხშირად უზრუნველყოფს ლითონების თვისებების განსაზღვრას. ტექნოლოგიურ გამოცდებს ეკუთვნის ღუნვაზე, გა-

მოკიშვაზე, შედუღებაზე, დასმაზე, გადაღუნვა-გადმოღუნვაზე გამოცდა და ა. შ.

ღუნვაზე გამოცდა (ნახ. 35). ლითონის ღუნვაზე გამოცდას აწარმოებენ ცივ ან ცხელ მდგომარეობაში. ღუნვაზე გამოცდისათვის იყენებენ ბრტყელ ნიმუშს რომლის სიგანე უნდა უდრიდეს გამოსაცდელი მასალის ორმაგ სისქეს (არანაკლები 10 მმ-ისა), სიგრძე კი — ხუთმაგისსიქეს დამატებული 150 მმ.



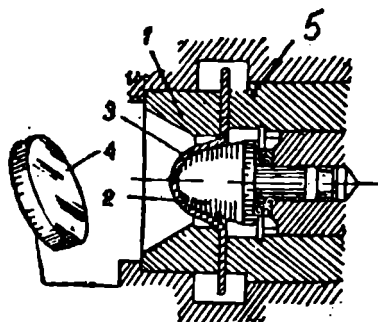
ნახ. 35. ღუნვაზე გამოცდა.

მოხრით 2, მხარეთა პარალელობამდე 3 და მხარეთა შეხებამდე 4.

გამოკიშვაზე გამოცდა (ნახ. 36). გამოკიშვაზე იცდება თხელი ფურცლოვანი მასალები, რომლებსაც იყენებენ ცივი შტამპვისა და შემოკიშვისათვის. გამოცდა ასე ხდება (ნახ. 36): მატრიცასა 1 და დამჭერს 5 შორის ათავსებენ კვადრატულ 70×70 მმ ზომის ფურცლოვან ლითონს 3, რომელსაც მჭნევიარას ბრუნვით 20 მმ დიამეტრის პუანსონით გამოკიშავენ პირველი ბზარის წარმოქმნამდე. ბზარის დადგენა ხდება სარკის საშუალებით. ლითონის გამოკიშვის უნარიანობას ახასიათებს გამოკიშვლი ღრმულის სიღრმე. ნიმუშზე გამოცდის შემდეგ არ უნდა შეინიშნებოდეს ბზარები, ნაგლეჯები, ფენებად დაშლა ან გატეხის ნიშნები.

შედუღებაზე გამოცდა. ლითონების შედუღების ხარისხის ანუ შედუღებადობის გამოსარკვევად მათ შეადუღებენ, რის შემდეგ შედუღებულ ნიმუშს ცდიან ღუნვით ან გაკიშვით. შედუღებადობა დამაკმაყოფილებლად ჩაითვლება, თუ გაკიშვაზე ან ღუნვაზე გამოცდის დროს სიმტკაცის ზღვარი აღმოჩნდება შესადუღებელი ლითონის სიმტკაცის ზღვრის 80%.

დასმაზე გამოცდა (ნახ. 37), გამოიყენება ცივი ლითონის კუმშვით.



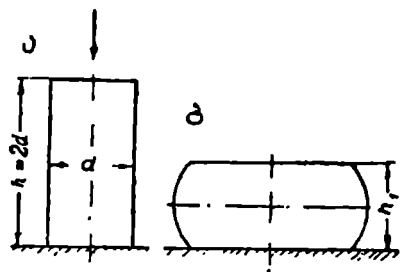
ნახ. 36. გამოკიშვაზე გამოცდა.

სასურველი ფორმის მიღების უნარის გამოსარკვევად. გამოსადეგი ნიმუშის სიმაღლე ორმაგ დიამეტრს უნდა უდრიდეს (ა).

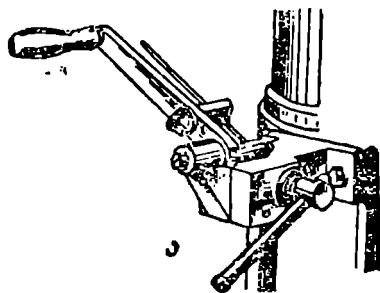
ნიმუში ითვლება ვარგისად, თუ სასურველ h_1 სიმაღლეზე (ბ) დასმის დროს მასში ბზარები არ წარმოიქმნება.

გადაღუნვა-გადმოღუნვაზე გამოცდა (ნახ. 38), გამოიყენება ლითონის განმეორებითი გადაღუნვის (გადაკეცვის) უნარის შესწავლისათვის. ასეთ გამოცდას იყენებენ 0,8-დან 7 მმ-მდე დიამეტრის მავთულებისათვის, 120 მმ²-მდე კვეთის სხვადასხვა პროფილის წნელებისა და 5 მმ-მდე სისქის ზოლოვანი და ფურცლოვანი მასალებებისათვის.

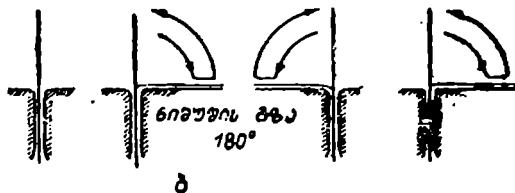
გამოცდისათვის წინასწარ დამზადებულ საჭირო ზომის ნიმუშს ათავსებენ სპეციალურ ხელსაწყოზე (ა) და აწარმოებენ თანაბრად 90°-ით მარცხნივ და მარჯვნივ გადაღუნვა-გადმოღუნვას ნიმუშის გატეხამდე (ბ).



ნახ. 37. დასმაზე გამოცდა: ა — ნიმუში გამოცდაზე; ბ — გამოცდის შემდეგ.



სანსიო მობილიზაცია 1-ლი მათეონი მე-2 ბაბლონი მე-3 ბარბოლი



ნახ. 38. გადაღუნვა-გადმოღუნვით გამოცდა: ა — ხელსაწყო; ბ — გამოცდის სქემა.

პრაქტიკაში ვხვდებით აგრეთვე შემდეგი სახის გამოცდებს: საბურავის თუნუქის ორმაგ საკეტზე, მილების მოქიმვაზე, მილების ცივ და ცხელ მდგომარეობაში ღუნვაზე, მილების გატლევაზე და სხვ.

VI თავი

ძირითადი ცნობები შენადნობთა შესახებ

§ 20. წარმოება შენადნობის შესახებ

ლითონები, რომლებსაც ტექნიკაში იყენებენ, ძირითადად შენადნობებს წარმოადგენენ. შენადნობი მიიღება უმთავრესად რამდენიმე კომპონენტის (შემადგენელი ნაწილის) შედნობით: ფართოდ იყენებენ ტექნიკაში ისეთ შენადნობებსაც, რომლებიც მიიღება კომპონენტების შეცხობის, ელექტროლიზის, ორთქლის მდგომარეობიდან კონდენსაციის და სხვ. გზით.

იმის მიხედვით, თუ შენადნობში რამდენი კომპონენტი შედის, შენადნობებს ეწოდება ორმაგი, სამმაგი და ა. შ. შენადნობი, რომელიც სამზე მეტ კომპონენტს შეიცავს, რთულ შენადნობს ეკუთვნის. შენადნობს სახელწოდება ენიჭება მათში შემავალი კომპონენტების სახელების მიხედვით. მაგალითად, რკინისა და სილიციუმის შენადნობს ფეროსილიციუმი ეწოდება, რკინისა და მანგანუმისას — ფერომანგანუმი და ა. შ. შენადნობში კომპონენტების პროცენტული რაოდენობა საზღვრავს მათ სახელწოდებას, მაგალითად, სპილენძ-ნიკელის შენადნობში თუ სპილენძის პროცენტული რაოდენობა ჭარბობს, მას სპილენძ-ნიკელიანი შენადნობი ეწოდება, საწინააღმდეგო შემთხვევაში კი — ნიკელ-სპილენძიანი შენადნობი.

ერთი და იმავე კომპონენტებით შედგენილ სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობის შენადნობების ერთობლიობას შენადნობთა სისტემა ეწოდება. სისტემა ეწოდება აგრეთვე საკვლევი ლითონის ან შენადნობის ფაზათა ერთობლიობას სხვადასხვა აგრეგატული მდგომარეობისა და განსაზღვრული პირობების (ტემპერატურა, წნევა და სხვ.) დროს.

სისტემა როგორც თვისებებით, ისე შედგენილობით, შეიძლება იყოს ერთგვაროვანი (ჰომოგენური) და არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული).

არაერთგვაროვანი სისტემის ერთგვაროვან ნაწილს, რომელიც შემოსაზღვრულია დანარჩენი ნაწილებიდან გამყოფი ზედაპირით, ფაზა ეწოდება. ფაზა შეიძლება იყოს ქიმიური ელემენტი. ქიმიური

ნაერთი, თხევადი ხსნარი და სხვ. ისეთი შენადნობები, რომლებიც ერთ ფაზას შეიცავენ, ერთგვაროვნებია, ხოლო ისეთები, რომლებიც რამდენიმე ფაზას შეიცავენ — არაერთგვაროვნები. გამდნარი შენადნობი წარმოადგენს თხევად ხსნარს — ერთ ფაზას; გამყარების პროცესში გვაქვს ორი ფაზა: თხევადი და მყარი. გამყარების შემდეგ კი წარმოიქმნება ან ერთგვაროვანი შენადნობი (ერთფაზიანი), ან არაერთგვაროვანი შენადნობი (რამდენიმე ფაზიანი).

თხევად მდგომარეობაში ორი კომპონენტი ერთმანეთში უმრავლეს შემთხვევაში განუსაზღვრელად იხსნება, მყარ მდგომარეობაში კი იგი ერთმანეთთან შეიძლება სამგვარ ურთიერთობაში იმყოფებოდეს და შოგვეცეს სამი სხვადასხვა სახის შენადნობი:

შენადნობი მექანიკური ნარევით წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც ხდება თხევადი ხსნარიდან შემადგენელი კომპონენტების ცალ-ცალკე დაკრისტალება და ერთმანეთში მექანიკურად შერევა. ასეთ შენადნობს ტექნიკაში დიდი გამოყენება აქვს როგორც ანტიფრიქციულ შენადნობს.

შენადნობი ქიმიური ნაერთით წარმოიქმნება ორი კომპონენტის განსაზღვრული კონცენტრაციის დროს. ამ შემთხვევაში ამ ლითონების დაკრისტალება ხდება არა ცალკეული კომპონენტებისათვის დამახასიათებელი გისოსების წარმოქმნით, არამედ წარმოიშობა მათგან განსხვავებული სრულიად სხვა კრისტალური გისოსი. მაგალითად, რკინის სამი ატომი ნახშირბადის ერთ ატომთან იძლევა ქიმიურ ნაერთს Fe_3C ცემენტიტს, რომლის კრისტალური გისოსი ორთორომბულია იმ დროს, როდესაც რკინას აქვს კუბური, ხოლო ნახშირბადს (გრაფიტს) ჰექსაგონალური გისოსი. ქიმიური ნაერთის თვისებები მკვეთრად განსხვავდება მასში შემავალი კომპონენტების თვისებებისაგან. მაგალითად, რბილი და ძლიერ ბლანტი სუფთა რკინა და რბილი ნახშირბადი იძლევა ძლიერ სალს და მყიფე ცემენტიტს. ქიმიურ ნაერთს, ისე როგორც სუფთა ლითონს, აქვს ერთგვაროვანი მიკროსტრუქტურა.

მყარი ხსნარი ეწოდება ისეთ კრისტალურ სხეულს, რომელშიც ერთი კომპონენტის ატომები ან მოლეკულები განლაგებულია მეორე კომპონენტის ატომებსა და მოლეკულებს შორის.

მყარი ხსნარები მიიღება ისეთი კომპონენტებისაგან, რომლებიც ურთიერთხსნადებია როგორც თხევად, ისე მყარ მდგომარეობაში. მყარი ხსნარების წარმოქმნის დროს გასახსნელისა და გამხსნელის ატომები ქმნის საერთო კრისტალურ გისოსს. გამხსნელი ეწოდება იმ კომპონენტს, რომელიც კრისტალური გისოსის სახეს ინარჩუნებს. თუ მყარ ხსნარში შემავალ კომპონენტებს ერთნაირი კრისტალური გისოსები აქვთ, მაშინ გამხსნელად ის ითვლება, რომ-

ლის ატომების კონცენტრაციაც ჰარბობს. მყარი ხსნარი შეიძლება წარმოიქმნას გამხსნელის და გასახსნელის კომპონენტების სხვადასხვა შეფარდებისას. მყარ ხსნარში შემავალ კომპონენტებს შეუძლიათ მაღალი კონცენტრაციის ადგილებიდან დაბალი კონცენტრაციის ადგილებისაკენ გადასვლა — დიფუზია, და ამგვარად შენადნობის ფიზიკური და ქიმიური ერთგვაროვნობის უზრუნველყოფა.

კრისტალური გისოსის სახეობის მიხედვით მყარი ხსნარები ძირითადად ორგვარია, ჩანაცვლებისა და ჩანერგვის.

ჩანაცვლების მყარი ხსნარის წარმოქმნის დროს კრისტალური გისოსის კვანძებში გამხსნელი კომპონენტის ატომები ჩანაცვლებულია გახსნილი კომპონენტის ატომებით. მაგრამ, თუ ატომთა რაოდენობებს შორის სხვაობას 15%-ს აღემატება, მაშინ ხსნარი არ წარმოიქმნება.

ჩანერგვის მყარი ხსნარის წარმოქმნის დროს გახსნილი კომპონენტების ატომები ინერგება გამხსნელის გისოსის ატომებს შორის, რის შედეგადაც გამხსნელი გისოსი მახინჯდება.

ჩანერგვის მყარი ხსნარის წარმოქმნა მხოლოდ მაშინ არის შესაძლებელი, როდესაც გასახსნელი კომპონენტის ატომის ზომები მცირეა (არ უნდა აღემატებოდეს გამხსნელის ატომების ზომების 0,59-ს) და თავსდება გამხსნელის ატომებს შორის (მაგალითად, რკინაში — ნახშირბადი, აზოტი და სხვ.).

§ 20. ორკომპონენტიან შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის ცნება და აგების პრინციპი

ერთი და იმავე კომპონენტის სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობისას შეიძლება მივიღოთ მთელი რიგი შენადნობები.

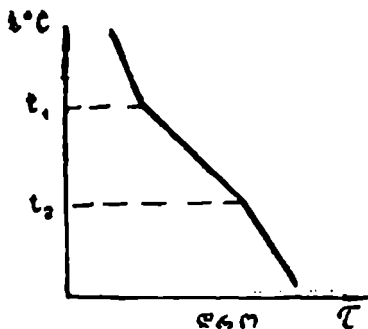
შენადნობთა კომპონენტების თვისებების ცოდნით არ შეიძლება განისაზღვროს მათი ფიზიკური და ქიმიური თვისებები და არც მათი გამოყენების არე. შენადნობთა თვისებების განსაზღვრისათვის აგებენ შენადნობის მდგომარეობის დიაგრამას, რომლის საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს თუ რა მდგომარეობაში იმყოფება ნებისმიერი შენადნობი ნებისმიერ ტემპერატურაზე.

ამა თუ იმ შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის ასაგებად აშსისტემის კომპონენტებისა და მათი შენადნობების გაცივების მრუდებს იგებენ ტემპერატურა-დროის კოორდინატებში.

ამ მრუდების სახე სუფთა ლითონებისათვის ჩვენთვის უკვე ცნობილია. შენადნობი, სუფთა ლითონებისაგან განსხვავებით, შესაძლოა მყარდებოდეს არა ერთ მულტივ ტემპერატურაზე, არამედ ტემპე-

რატურათა ინტერვალში. შეხადნობის გამყარების მრუდის ზოგადი სახე ნაჩვენებია 39-ე ნახაზზე.

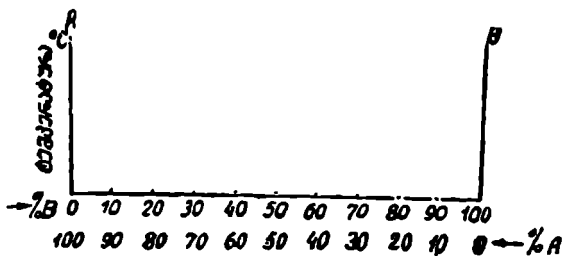
სისტემაში შემავალი შენადნობების გამყარების რამდენიმე მრუდის აგების შემდეგ მიღებული მონაცემები გადააქვთ ტემპერატურა-პროცენტული შედგენილობის კოორდინატთა ლერძებზე (ნახ. 40). ჰორიზონტალურ ლერძზე ვადაიზომება შენადნობთა პროცენტული შედგენილობები, ხოლო ვერტიკალურზე — ტემპერატურა.



ნახ. 39. შენადნობის გამყარების მრუდი.

ორკომპონენტიანი სისტემების შესწავლიდან ჩანს, რომ თითოეულ მათგანს აქვს მდგომარეობის თავისებური დიაგრამა, რომელთა დაჭგუფება ხდება გარკვეული ნიშნების მიხედვით.

ლითონური შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამების განხილვამდე, სიადვილისათვის, ხშირად განიხილავენ მარილწყლის სისტემის მდგომარეობის დიაგრამას (ნახ. 41); რომლის გაყინვისა და ხსნადობის პროცესები მსგავსია იმ ლითონური შენადნობების გამყარებისა და დნობის პროცესებისა, რომლებიც შენადნობთა მდგომარეობის 1 ტიპის დიაგრამას იძლევიან.



ნახ. 40. ლერძები ორმაგი შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამის ასაგებად.

მარილწყლის სისტემის მდგომარეობის დიაგრამის ასაგებად იგება გაცივების მრუდები წყლისა და მარილწყლის ხსნარებისა, მაგალითად, 10; 15; 23,5; 23,5%-ზე მეტი და სხვ. 1 მრუდი გაცივების მრუდია. 0° წერტილიდან იწყება წყლის გამყარება (ყინულის კრისტალების წარმოქმნა). A_1B_1 მონაკვეთში ტემპერატურა უცვლელი რჩება გამყარების ფარული სითბოს წარმოქმნის გამო. B_1 წერტილიდან ისევ აწყებს

დაწევას (BC მრუდით) და გვექნება მთლიანად ყინულის კრისტალები.

II მრუდი შეესაბამება 90% წყლისა და 10% სუფრის მარილისაგან შემდგარი ხსნარის გამყარებას. ამ შემთხვევაში ტემპერატურის დაწევით ხსნარიდან პირველად იწყება ყინულის კრისტალების წარმოქმნა -8° -ზე. ტემპერატურის შემდგომ დაწევასთან ერთად ყინულის კრისტალების რაოდენობა დიდდება და დარჩენილ ხსნარში თანდათან იზრდება მარილის პროცენტული რაოდენობა. ეს მოვლენა გრძელდება მანამ, სანამ თხევად ხსნარში მარილის პროცენტული რაოდენობა არ მიაღწევს 23,5%-ს -22° -ზე. ამ ტემპერატურის დროს 23,5%-მარილიანი ხსნარი ერთდროულად მყარდება და წარმოიქმნება მარილისა და ყინულის ნაწილაკების მექანიკური ნარევი. ასეთი ნარევის დნობის ტემპერატურა ყველაზე დაბალია და ამიტომ მას ევტექტიკური (ბერძნულად „ევტექტოს“ — ადვილდნადი) ეწოდება. გამყარებული 10%-იანი მარილწყლის ხსნარის სტრუქტურა შედგება ყინული+ევტექტიკისაგან. მრუდზე აღინიშნება ორი კრიტიკული ტემპერატურა: პირველი $A_{II} - 8^{\circ}$ დროს, როცა თხევადი ხსნარიდან გამოყოფას იწყებს ყინული, და მეორე $B_{II} - 22^{\circ}$ დროს, როცა მთელი დარჩენილი ხსნარი (23,5% მარილის შედგენილობით) მყარდება ევტექტიკის სახით.

III მრუდი შეესაბამება 85% წყლისა და 15% მარილის ხსნარს. ამ შემთხვევაში გამყარება II მრუდის ანალოგიურად მიმდინარეობს. პირველად ყინულის კრისტალების წარმოქმნა იწყება -11° -ზე. აქაც -22° -ზე ვიღებთ ევტექტიკას. გამყარებული ხსნარის სტრუქტურა ყინული+ევტექტიკისაგან შედგება, მხოლოდ ევტექტიკის რაოდენობა წინა ხსნართან შედარებით მეტია.

IV მრუდი შეესაბამება ისეთი ხსნარის გამყარებას, რომელიც შემდგარია 76,5% წყლისა და 23,5% მარილისაგან. ასეთი ხსნარის გაცივების მრუდზე ტემპერატურის შეჩერება აღინიშნება მხოლოდ -22° -ზე, როდესაც ხსნარის გამყარება მთლიანად ევტექტიკის სახით ხდება (A_{IV}, B_{IV} მონაკვეთზე).

თუ განვიხილავთ ისეთი ხსნარის გამყარების მრუდს, რომელშიც მარილის რაოდენობა 23,5%-ზე მეტია (V მრუდი), შევნიშნავთ, რომ პირველად დაკრისტალებას იწყებს მარილი. მარილის კრისტალების გამოყოფის გამო დარჩენილ ხსნარში მარილის პროცენტული შედგენილობა კლებულობს და -22° -ზე იგი 23,5% აღწევს. ამ ტემპერატურის დროს მიღებული ხსნარი, როგორც ზემოთ განხილულ შემთხვევაში, მყარდება და გვიძლევს ევტექტიკურ ნარევს. აღნიშნული

ხსნარის სტრუქტურა მარილის კრისტალები + ევტექტიკისაგან შედგება.

როგორც ჩანს, ხსნარების გამყარების მრუდები დამოკიდებულია სამ ფაქტორზე, ტემპერატურაზე, დროსა და პროცენტულ შედგენილობაზე. რადგან სისტემის დიაგრამა სიბრტყეზე აიგება, ამიტომ ერთ-ერთ ფაქტორს გამორიცხავენ და დარჩენილი ორი ფაქტორით (ტემპერატურა-პროცენტული შედგენილობა) აგებენ მდგომარეობის დიაგრამას.

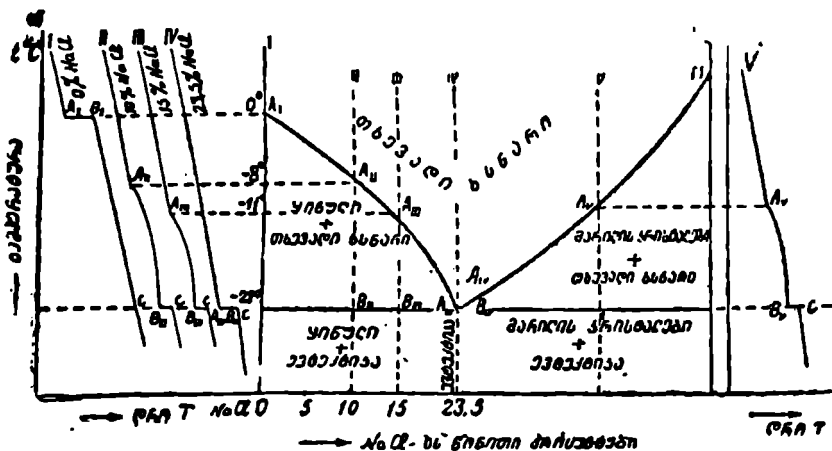
ჰორიზონტალური კონცენტრაციის ღერძის სათავეში პირობით აიღება 100% სუფთა წყალი (მარილის რაოდენობა 0%). ღერძის გასწვრივ, მარჯვნივ, წყლის რაოდენობა პროცენტობით თანდათანობით კლებულობს, ხოლო მარილის რაოდენობა მატულობს, ისე, რომ კონცენტრაციის ღერძის ყოველ წერტილში წყლისა და მარილის პროცენტული რაოდენობის ჯამი 100% უდრის.

ამრიგად, მიღებული მარილწყლის II, III, IV, V ხსნარების პროცენტული შედგენილობა მოიძებნება ჰორიზონტალურ ღერძზე და იქიდან აღიმართება ვერტიკალური ხაზები, რომლებზედაც გადააქვთ გაცივების მრუდებიდან შესაბამისი კრიტიკული წერტილები: ზედა წერტილები (A_I, A_{II}, A_{III} და A_{IV}), რომლებიც შეესაბამებიან განხილული ხსნარების გამყარების საწყის ტემპერატურებს, და ქვედა წერტილები ($B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V$) — გამყარების საბოლოო ტემპერატურებს.

ამ წერტილების შეერთება დიაგრამაზე გვაძლევს ორ ხაზს. $A_I, A_{II}, A_{III}, A_{IV}, A_V$ ხაზი არის მარილწყლის სისტემის ყველა შესაძლებელი ხსნარის გამყარების საწყისი კრიტიკული წერტილების შემაერთებელი ხაზი, რომლის ზევით ყველა ხსნარი თხევად მდგომარეობაშია; ამიტომ ამ ხაზს ლიკვიდუსის (ლათინურად „ლიკვიდუს“ — თხევადი) ხაზი ეწოდება. მეორე კრიტიკული წერტილების შემაერთებელი ხაზის $B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V$ ქვევით ყველა ხსნარი მყარ მდგომარეობაშია, ამიტომ ამ ხაზს სოლიდუსის (ლათინურად „სოლიდუს“ — მყარი) ხაზი ეწოდება.

ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზებს შორის არის ორი ფაზა: თხევადი და მყარი.

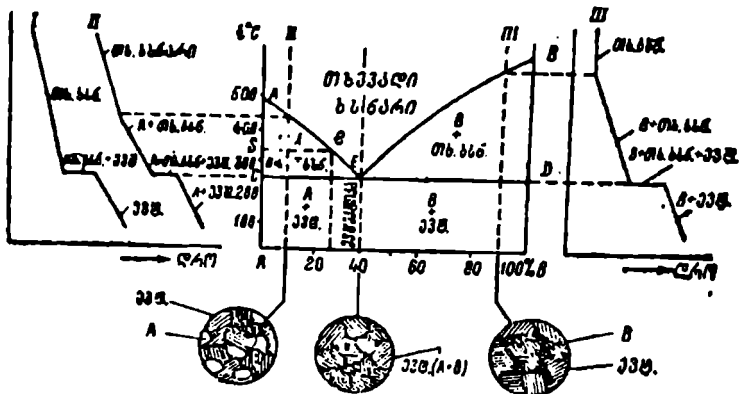
ქვემოთ განხილულია ორკომპონენტის შენადნობების სისტემების მდგომარეობის დიაგრამების გავრცელებული ოთხი ტიპი.



ნახ. 41. მარილწყლის სისტემის მდგომარეობის დიაგრამა

§ 81. შენადნობთა მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამა

შენადნობთა მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამა ახასიათებს ისეთ სისტემებს, რომელთა კომპონენტები თხევად მდგომარეობაში ურთიერთგანუხსაზღვრელ ხსნადობას იჩენენ, ხოლო გამყარებისას იძლევიან ამ კომპონენტთა კრისტალების მექანიკურ ნარევს. მაგალითად, ასეთი სისტემებია: ტყვია—სტიბიუმი, ალუმინი—სილიციუმი, ტყვია—ვერცხლი, კადმიუმი—ბისმუტი, კადმიუმი—თუთია და სხვ.



ნახ. 42. შენადნობთა მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამა.

შენადნობთა მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამა *A* და *B* კომპონენტებისათვის მოცემულია 42-ე ნახაზზე. ამ სისტემის შენადნობთა გამყარება ხდება მარილწყლის ხსნარების გაყინვის ანალოგიურად. შენადნობთა სისტემის მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამის ასახვად, ისე როგორც ზემოთ განხილულ შემთხვევაში, კომპონენტებისა და შენადნობთა გამყარების I, II, III მრუდებიდან კრიტიკული ტემპერატურები გადააქვთ ტემპერატურა-პროცენტული შედგენილობის კოორდინატთა სისტემაზე. მიღებული წერტილების შეერთების შედეგად I ტიპის დიაგრამა იღებს ნახაზზე წარმოდგენილ სახეს.

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, *AEB* ლიკვიდუსის ხაზია (რომლის ზემოთ შენადნობები თხევად მდგომარეობაშია), ხოლო *DEC* — სოლიდუსისა (რომლის ქვემოთ შენადნობები მყარ მდგომარეობაშია). *E* წერტილი შეესაბამება ევტექტიკურ შენადნობს, რომლის შესაბამის ტემპერატურას ევტექტიკური ტემპერატურა ეწოდება.

E წერტილის შესაბამის კონცენტრაციას ევტექტიკურს უწოდებენ, ხოლო შესაბამისი შენადნობის სტრუქტურას — ევტექტიკურს.

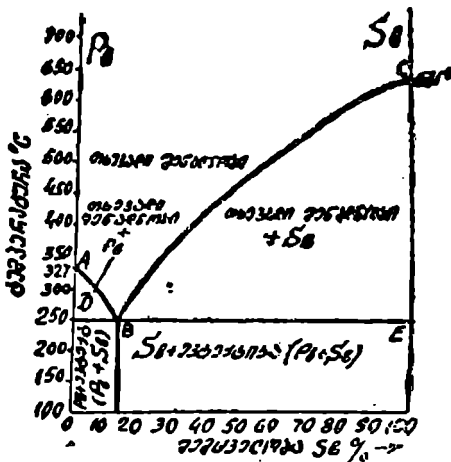
შენადნობებს, რომლებიც მოთავსებულია ევტექტიკური წერტილის მარცხნივ წინაევტექტიკური შენადნობები ეწოდება, ხოლო მის მარჯვნივ — ზეევტექტიკური შენადნობები.

წინაევტექტიკური შენადნობების გამყარება იწყება *AE* მრუდზე, ევტექტიკურ კონცენტრაციასთან შედარებით, ჭარბი კომპონენტის გამოკრისტალებით. *AE* და *CE* ხაზებს შორის არის *A* კომპონენტის კრისტალები + თხევადი ხსნარი. *CE* ხაზზე თხევადი ხსნარის კონცენტრაცია ევტექტიკურია, რომელიც ერთიანად მყარდება. ამგვარად *CE* ხაზის ქვემოთ გამყარებული შენადნობების სტრუქტურა შედგება კომპონენტის კრისტალების ევტექტიკისაგან.

ევტექტიკური შენადნობის გამყარება *E* წერტილზე იწყება.

ზეევტექტიკური შენადნობის გამყარება იწყება *BE* მრუდზე, ევტექტიკურ კონცენტრაციასთან შედარებით ჭარბი *B* კომპონენტის გამოკრისტალებით. *BC* და *DE* ხაზებს შორის არის *B* კომპონენტის კრისტალები + თხევადი ხსნარი. *DE* ხაზზე თხევადი ხსნარის კონსტრუქცია ევტექტიკურია. ამგვარად, *DE* ხაზის ქვემოთ გამყარებული შენადნობის სტრუქტურა შედგება *B* კომპონენტის კრისტალები + ევტექტიკისაგან. 42-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ტყვიის (*Pb*) და სტიბიუმის (*Sb*) შენადნობთა სისტემის მდგომარეობის დიაგრამა, რომელიც I ტიპის დიაგრამის კონკრეტულ მაგალითს წარმოადგენს.

მონაკვეთების წესი. ჩვენ მიერ განხილული მდგომარეობის დიაგრამით შეგვიძლია განვსაზღვროთ არა მარტო შენადნობთა ფაზების არსებობის საზღვრები, არამედ მათი შედგენილობა (კონცენტრაცია) და წონითი რაოდენობაც. ფაზათა კონცენტრაციისა



ნახ. 43. ტყვიისა და სტიბიუმის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა.

ფაზათა რაოდენობის განსაზღვრისათვის თუ Q ასოთი აღვნიშნავთ ჩვენ მიერ აღებული შენადნობის წონას, $Q_{\text{თხ}}$ — თხევადი ფაზის წონას, ხოლო $Q_{\text{მყ}}$ — მყარი ფაზის წონას, მაშინ მონაკვეთების წესის თანახმად შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგი თანაფარდობანი:

$$\frac{Q_{\text{მყ}}}{Q} = \frac{k'}{l_s}, \quad \frac{Q_{\text{თხ}}}{Q} = \frac{ks}{l_s};$$

თუ ცნობილია შენადნობის საერთო რაოდენობა, დიაგრამიდან მონაკვეთების სიგრძეების გავომებით ვპოულობთ მონაკვეთების შესაბამის რიცხობრივ მნიშვნელობებს და ვგებულობთ მყარი და თხევადი ფაზების რაოდენობას. თუ შენადნობის საერთო რაოდენობა უცნობია, მაშინ 1-ლი ტოლობის მე-2-ზე გაყოფით შეგვიძლია გავიგოთ ფაზათა რაოდენობის შეფარდება

$$\frac{Q_{\text{მყ}}}{Q_{\text{თხ}}} = \frac{k'}{ks},$$

ე. ი. მყარი და თხევადი ფაზების რაოდენობათა თანაფარდობა სწორი ხაზის სათანადო მონაკვეთების უკუპროპორციულია.

ლიკვაცია კუთრი წონის მიხედვით. თუ განხილული სისტემის შენადნობები ნელა ცივდება და პირველად გამოკრისტალებული კომპონენტის მარცვლები მძიმეა ან მსუბუქი დარჩენილ თხევად ხსნარებთან შედარებით, მაშინ ეს მარცვლები ეტექტიკის გამყარებამდე დაილექება ან ამოტივტივდება და მივიღებთ არაერთგვაროვან შე-

და წონითი რაოდენობის განსაზღვრა წარმოებს მონაკვეთების წესის საშუალებით. სასურველ k წერტილში (ნახ. 42) კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის ავლებენ პორიზონტალურ LS ხაზს ლიკვიდუსის ხაზთან და ტემპერატურის ლერძთან გადაკვეთამდე. მონაკვეთის s წერტილი შეესაბამება მყარ ფაზას (A 100%), ხოლო l წერტილი თხევადი ფაზის კონცენტრაციას (30% და 70%).

ნაღნობებს. ეს მოვლენა ატარებს, კუთრი წონის მიხედვით, ლიკვაციის სახელწოდებას. ასეთი შენაღნობები ღეტალების დასამზადებლად უყარგისია.

იმისათვის, რომ ასეთი ლიკვაცია თავიდან ავიცილოთ, საჭიროა შენაღნობები გავაცივოთ სწრაფად, რომ გამყარებული კრისტალები არ ასწრებდნენ დაღეჭვას ან ამოტივტივებას.

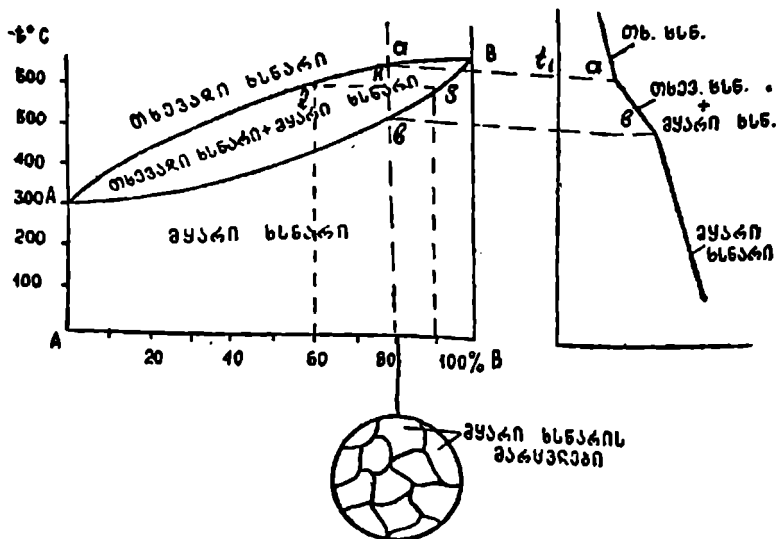
§ 22. შენაღნობათა მდგომარეობის II ტიპის დიაგრამა

შენაღნობათა მდგომარეობის II ტიპის დიაგრამა ახასიათებს ისეთ სისტემებს, რომელთა კომპონენტები ურთიერთ განუსაზღვრელად იხსნებიან როგორც თხევად, ისე მყარ მდგომარეობაში. ასეთი სისტემებია სპილენძი—ნიკელი, ბისმუტი—სტიბიუმი და სხვ.

II ტიპის დიაგრამას A და B კომპონენტების სისტემისათვის შემდეგი სახე აქვს (იხ. ნახ. 44). აქ ყველა შენაღნობი მყარდება ტემპერატურათა მონაკვეთში. AaB არის ლიკვიდუსის ხაზი, AbB — სოლიდუსის ხაზი. AaB -ს ზევით გვაქვს თხევადი ხსნარი; AaB და AbB ხაზებს შორის — როგორც თხევადი, ისე მყარი ხსნარი, ხოლო AbB -ს ქვემოთ — მხოლოდ მყარი ხსნარი.

განვიხილოთ იმ შენაღნობთა გამყარების პროცესი, რომელიც შეიცავს 80% B და 20% A კომპონენტებს. შენაღნობის გამყარება იწყება a წერტილში t_1 ტემპერატურის დროს მყარი ხსნარის წარმოქმნით. გამყარება მთავრდება b წერტილში. a და b წერტილებს შორის გვაქვს ორი ფაზა — მყარი და თხევადი, ხოლო b წერტილის ქვემოთ — მყარი. a და b წერტილებს შორის ნებისმიერ წერტილში შეგვიძლია განვსაზღვროთ თხევადი და მყარი ფაზების შედგენილობა. მაგალითად, k წერტილში არსებული ფაზების შედგენილობის განსაზღვრისათვის ატარებენ ჰორიზონტალურ ხაზს, ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზებთან გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილებიდან უშვებენ მართობებს კონცენტრაციის ღერძზე. l წერტილი შეესაბამება თხევადი ხსნარის კონცენტრაციას (60% B ; 40% A), ხოლო s წერტილი — მყარი ხსნარის კონცენტრაციას (90% B ; 10% A). როგორც დიაგრამიდან ჩანს, მყარი ხსნარის კონცენტრაცია a -დან b წერტილამდე იცვლება. ფაზათა რაოდენობის განსაზღვრა აქაც მონაკვეთების წესით ხდება შემდეგი ფარდობიდან

$$\frac{Q_{აა}}{Q_{აბ}} = \frac{kl}{ks}$$



ნახ. 44. შენადნობთა მდგომარეობის II ტიპის დიაგრამა.

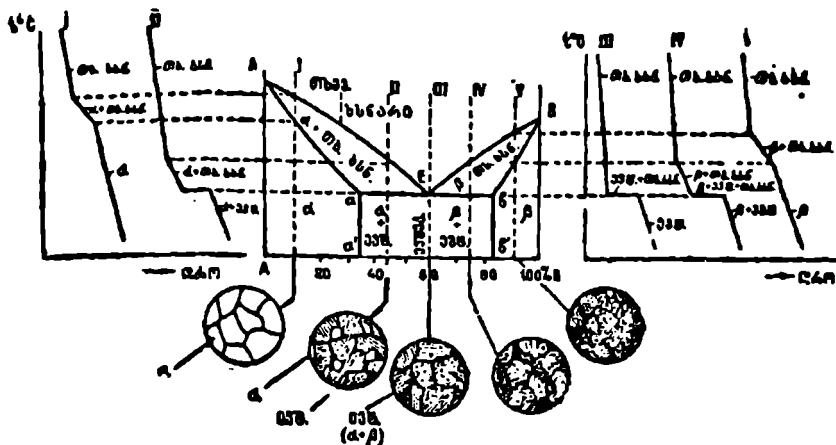
პირველად წარმოქმნილი კრისტალები დედა ხსნართან შედარებით უფრო მდიდარია იმ კომპონენტით, რომლის დნობის ტემპერატურა მაღალია. ჩვენს შემთხვევაში *A* და *B* კომპონენტების სისტემის ყოველი კრისტალების ცენტრში *B* ლითონის (როგორც უფრო მაღალი დნობის ტემპერატურის მქონე) რაოდენობა უფრო მეტი იქნება, ვიდრე გარე ნაწილში, რის შედეგადაც ადგილი აქვს მყარი ხსნარის მარცვალშია ქიმიურ არაერთგვაროვნებას. ამ მოვლენას მარცვალშია (დენდრიტული) არაერთგვაროვნება ანუ ლიკვაცია ეწოდება.

თუ გამყარების პროცესი ნელა მიმდინარეობს, მაშინ ქიმიური არაერთგვაროვნებას დიფუზიის ხარჯზე თანაბრდება.

პრაქტიკულად შენადნობთა გაცივება სწრაფად მიმდინარეობს, რის გამოც ყველა შენადნობი ხასიათდება მარცვალშია ლიკვაციით. მისი მოსპობა შეიძლება შენადნობის მაღალ ტემპერატურამდე ზე-ლახალი გახურებით და შემდეგ ნელი გაცივებით (დიფუზიური მოწვა).

§ 28. შენადნობთა მდგომარეობის III ტიპის დიაგრამა

შენადნობთა მდგომარეობის III ტიპის დიაგრამა ახასიათებს ისეთ სისტემებს, რომელთა კომპონენტები თხევად მდგომარეობაში ურთიერთ განუხსაზღვრელი რაოდენობით იხ-

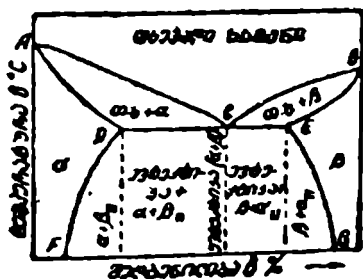


ნახ. 45. შენაღობთა მდგომარეობის III ტიპის დიაგრამა.

სწებთან, გამყარებისას კი იძლევიან განსაზღვრული შედგენილობის მყარ ხსნარებს. ასეთ სისტემებს ეკუთვნის სპილენძი-ვერცხლის, ტყვია-ბისმუტის და სხვა სისტემები.

მდგომარეობის III ტიპის დიაგრამა ნაჩვენებია 45-ე ნახაზზე. AEB ლიკვიდუსის ზაზია, ხოლო $AabB$ — სალიდუსის ზაზი. დიაგრამიდან ჩანს, რომ ორივე კომპონენტი მყარ მდგომარეობაში ერთიმეორეში განსაზღვრული რაოდენობით იხსნება; მაგალითად, B ლითონი A ლითონში იხსნება 35%-მდე (α'); ეს მყარი ხსნარი აღნიშნულია α ასოთი, ხოლო A ლითონი B ლითონში იხსნება 18%-მდე (b') და იგი აღნიშნულია β ასოთი, α -დან E წერტილამდე მოთავსებული შენაღობები გვაძლევს α მყარ ხსნარს $+E$ წერტილის შედგენილობის ეტექტიკას. E წერტილის შედგენილობის შენაღობი გამყარებისას გვაძლევს α და β მყარი ხსნარების მიკრომექანიკურ ნარევეს — ეტექტიკას, E და b წერტილებს შორის მოთავსებული შენაღობები — β მყარ ხსნარს $+E$ ეტექტიკას. ცალკეულ შენაღობთა სტრუქტურები ნაჩვენებია ნახაზზე. ზაზზე.

45-ე ნახაზზე განხილულია ისეთი სისტემა, სადაც A და B ლითონების განსაზღვრული ხსნადობა ტემპერატურაზე არ არის დამოკიდებული. უფრო ხშირად ვხვდებით

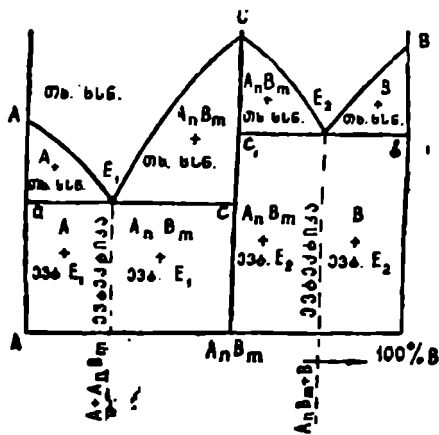


ნახ. 46. შენაღობთა მდგომარეობის III ტიპის ზოგადი დიაგრამა

ისეთ შემთხვევებს, როდესაც ტემპერატურას ვარდნასთან ხსნადობის ზღვარი მცირდება (ნახ. 46). ამ შემთხვევაში α_1 და β_1 შესაბამისი ხაზები DF და EG. დახრილი იქნება. აქ გაცივების პროცესი ანალოგიური იქნება, მხოლოდ α მყარ ხსნარს გამოეყოფა ქარბი β_1 მყარი ხსნარი და β -ს კი — ქარბი α_1 მყარი ხსნარი.

§ 84. შენადნობთა მდგომარეობის IV ტიპის დიაგრამა

შენადნობთა მდგომარეობის IV ტიპის დიაგრამა ახასიათებს ისეთ შენადნობთა სისტემებს რომელთა კომპონენტები თხევად მდგომარეობაში ურთიერთ შორის განუსაზღვრედ იხსნებიან, ხოლო მყარ მდგომარეობაში წარმოქმნიან კიმიურ ნაერთებს.



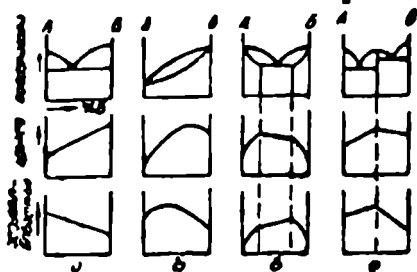
ნახ. 47. შენადნობთა მდგომარეობის IV ტიპის დიაგრამა.

(A—AnBm და AnBm—B) გვაქვს, რომელთა შენადნობების მდგომარეობა ზასიათდება პირველი ტიპის მდგომარეობის დიაგრამით, მართლაც, 47-ე ნახაზზე ნაჩვენები დიაგრამა წარმოადგენს ორი პირველი ტიპის მდგომარეობის დიაგრამების შეერთებას, რომელთა შენადნობების გამყარების პროცესი ჩვენთვის ცნობილია.

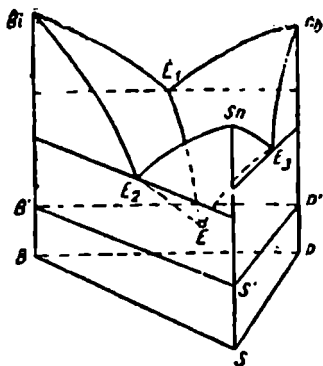
კურნაკოვის კანონი. შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამასა და შენადნობთა თვისებებს შორის არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება; რომელიც შეისწავლა ნ. კურნაკოვმა და ცნობილია კურნაკოვის კანონის სახელწოდებით.

შენადნობთა სისაღისა და ელექტროწინალობის ცვლა დიაგრამების ტიპებისათვის მოყვანილია 48-ე ნახაზზე; როგორც ვხედავთ, მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამის შენადნობების სისაღე იცვლება სწორი ხაზის კანონით, მდგომარეობის II ტიპის დიაგრამის შენადნობებისა კი — მრუდის მიხედვით და ა. შ.

ჩვენ განვიხილეთ მხოლოდ
ორკომპონენტური შენადნობების



ნახ. 48. შენადნობების სისალისა და ელექტროწინაობის ცვალებადობა დიაგრამების ტიპების მიხედვით.



ნახ. 49. Bi—Pb—Sn სისტემის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა.

მდგომარეობის დიაგრამები. მაგრამ ტექნიკაში უფრო ფართო გამოყენება აქვს სამ- და მეტკომპონენტური შენადნობებს, ამიტომ მათი მდგომარეობის დიაგრამების შესწავლის საკითხს დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამისათვის აგებენ სივრცით დიაგრამებს, რომლებაც რთული მოყვანილობა აქვთ (ნახ. 49).

ამ დიაგრამებში ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზების ნაცვლად გვაქვს ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის რთული მოყვანილობის ზედაპირები. რადგან ასეთი დიაგრამებით სარგებლობა ძნელია, ამიტომ აგებენ ამ დიაგრამების თარაზულ და შვეულ კვეთებს.

VII თავი

რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა

მრეწველობაში გამოყენებულ რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში — ფოლადსა და თუჩში, გარდა რკინისა და ნახშირბადისა, სხვა მინარევებიც (Si, Mn, P, S) შედის, მაგრამ რადგან რკინა და ნახშირბადი აღნიშნულ შენადნობთა მთავარი კომპონენტებია, ამიტომ მათი დახასიათება რკინა-ნახშირბადის მდგომარეობის დიაგრამით შეიძლება.

რკინა-ნახშირბადის მდგომარეობის დიაგრამის შესწავლას პირველად საფუძველი ჩაუყარა დ. ჩერნოვმა ფოლადის გახურებისას გარდაქმნის კრიტიკული ტემპერატურების აღმოჩენით. შემდეგ მრავალმა მეცნიერმა მიუძღვნა შრომები რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა

მდგომარეობის დიაგრამის შესწავლას, რომელმაც მხოლოდ ჩვენი საუკუნის ოცინი წლებიდან მიიღო თავისი ჩამოყალიბებული სახე.

§ 25. რკინა-ნახშირბადის დახასიათება და შენადნობთა სტრუქტურული შემდგენელი

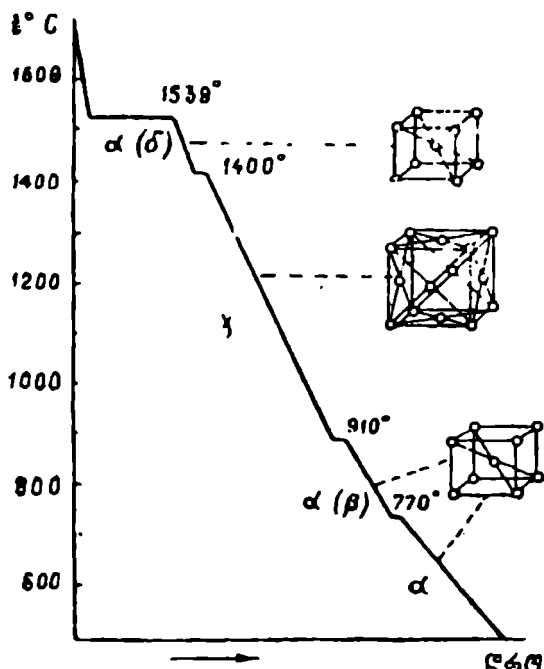
რკინისა და ნახშირბადის დახასიათება

რკინის დნობის ტემპერატურა 1539°C -ია. იგი ხასიათდება დაბალი სისაღითა ($H_B=80$) და სიმტკიცით ($\sigma_{\text{უ}}=30$ კგ/მმ²), მაღალი პლასტიკურობითა და სიბლანტით ($\delta=50\%$, $\psi=85\%$, $\alpha_{\text{უ}}=30$ კგ/სმ²). რკინის ფიზიკური თვისებებიდან აღსანიშნავია საკმაოდ მაღალი ელექტრო-თბოგამტარობა და მაგნიტური თვისებები.

გახურებისა და გაცივების დროს რკინას ახასიათებს ორი ალოტროპიული მოდიფიკაცია — α და γ (ნახ. 50).

როგორც 50-ე ნახაზიდან ჩანს, 1539° -ზე რკინა მყარდება α მოდიფიკაციაში, რომლის კრისტალური გისოსი ხასიათდება სივრცით დაცენტრებული კუბით. α მოდიფიკაციის რკინას მაღალ ტემპერატურაზე აღნიშნავენ აგრეთვე ასოთი. ტემპერატურის შემდგომი და-

წევისას 1400° -ზე ხდება α (β) რკინის ალოტროპიული გარდაქმნა γ რკინის მოდიფიკაციაში, რომლის კრისტალური გისოსი წახნაგდაცენტრებული კუბით ხასიათდება, 910° -ზე γ რკინა გადადის α რკინის მოდიფიკაციაში, რომლის კრისტალური გისოსი, როგორც 1400° -მდე, სივრცით დაცენტრებული კუბით ხასიათდება, 770° ტემპერატურაზე ხდება შეჩერება, რომელიც გამოწვეულია არა ალოტრო-



ნახ. 50. სუფთა რკინის გაცივების მრუდი.

პიული, არამედ მაგნიტური გარდაქმნით; არამაგნიტური α რკინა, რომელსაც აგრეთვე აღნიშნავენ β ასოთი, გადადის მაგნიტურ α რკინაში.

ნახშირბადი არალითონია. იგი გვხვდება ორ ალოტროპიულ მოდიფიკაციაში — გრაფიტი და აღმასი, რომლებიც ერთიმეორისაგან განსხვავებულია რთული კრისტალური გისოსებით.

აღმასის მოდიფიკაციას რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში არ ვხვდებით.

გრაფიტი ხასიათდება დაბალი მექანიკური თვისებებით; მისი პლასტიკურობა და სიმტკიცე თითქმის ნულის ტოლია. გრაფიტი შენადნობებში შეიძლება იყოს ფირფიტების ან მრგვალი ფორმის გროჯების სახით. ნახშირბადი უმნიშვნელოდ იხსნება α რკინის მოდიფიკაციაში. განსაკუთრებით კარგად იხსნება γ რკინაში. ნახშირბადს რკინასთან შეუძლია წარმოქმნას აგრეთვე ქიმიური ნაერთი Fe_3C ცემენტიტი.

რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა სტრუქტურულა შემდგენები

რკინა-ნახშირბადის შენადნობები ნახშირბადის სხვადასხვა რაოდენობით შემცველობისას და სხვადასხვა გაცივების სიჩქარის მიხედვით შემდეგ სტრუქტურულ შემდგენებს წარმოქმნის.

ფერიტი (α მყარი ხსნარი) წარმოადგენს ნახშირბადის მყარ ხსნარს α რკინაში. ფერიტში ნახშირბადის მაქსიმალური ხსნადობა — 0,04%-ს უდრის 727°-ზე, ხოლო 0,01%-ს — ჩვეულებრივ ტემპერატურაზე. ფერიტი, ისე როგორც სუფთა რკინის მიკროსტრუქტურა მარცვლებისაგან შედგება, მაგნიტურია და დაბალი მექანიკური თვისებებით ხასიათდება.

აუსტენიტი (γ მყარი ხსნარი) წარმოადგენს ნახშირბადის მყარ ხსნარს γ რკინაში. აუსტენიტში ნახშირბადის მაქსიმალური ხსნადობა 2,14%-ს უდრის 1147°-ზე. აუსტენიტი ერთგვაროვანი მარცვლოვანი აგებულებისაა.

ცემენტიტი (Fe_3C) ნახშირბადისა და რკინის ქიმიური ნაერთია. ცემენტიტში ნახშირბადის რაოდენობა 6,67%-ს უდრის; ხასიათდება დიდი ხისალით — 800 HB და მცირე პლასტიკურობით. მიკროშლიფზე ჩვეულებრივი რეაქტივით ცემენტიტი არ იღებება, რის გამო მიკროსკოპის ქვეშ იგი ნათელი ფერისაა. სპეციალური ამომჟმელოთ — ნატრიუმის პიკრიტით მოქმედებისას ცემენტიტი მოშალა ფერს იღებს.

ბერლიტი ფერიტისა და ცემენტიტის მიკრომექანიკური ევტიქტოიდური ნარევია. მისი სისალე 180 HB უდრის. სტრუქტურის მიხედ-

ვით ვხვდებით ორი სახის პერლიტს. ფირფიტოვანს და მარცვლოვანს. პერლიტის სტრუქტურით ხასიათდება ფოლადი, რომელიც 0,8% C-ს შეიცავს.

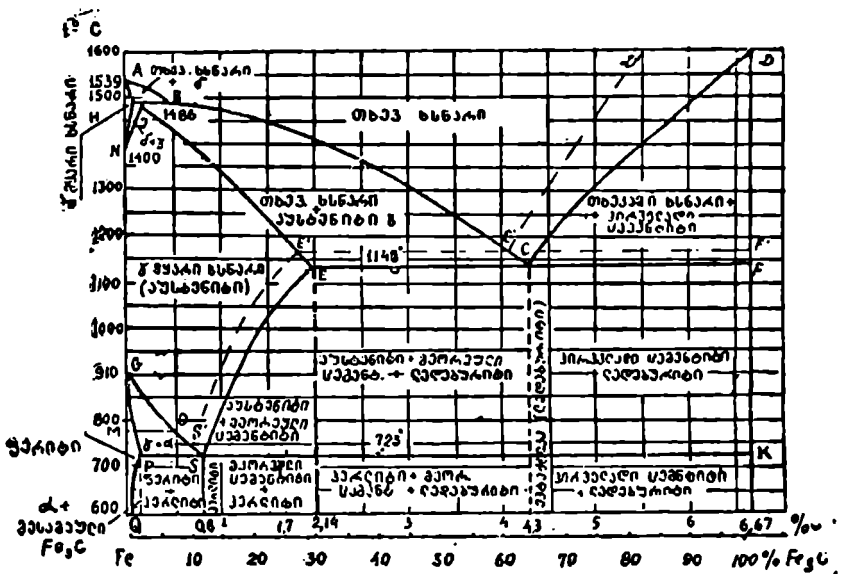
ლედეზურიტი წარმოადგენს აუსტენიტის და ცემენტიტის (727°C -ზე ზევით), ან პერლიტისა და ცემენტიტის (727°C -ზე ქვევით) მიკრომექანიკურ ევტექტიკურ ნარევეს. სუფთა ლედეზურიტის სტრუქტურა აქვს რკინა-ნახშირბადის ისეთ შენადნობს, რომელიც 4,3% შეიცავს. ლედეზურიტი ხასიათდება პერლიტზე უფრო დიდი სისალით (400HB) და დიდი სიმყიფით.

რკინა-ნახშირბადის შენადნობების სტრუქტურული შემდგენი აგრეთვე გრაფიტი, რომელიც შეიძლება იყოს ფირფიტების ან მრგვალი სახის გამონაყოფის სახით.

§ 88. რკინა-ნახშირბადის შენადნობათა მდგომარეობის დიაგრამის თანამედროვე სახე

რკინა-ნახშირბადის (Fe—C) შენადნობთა დიაგრამის ასაგებად, ჩვეულებრივ, უნდა შეგვესწავლა 100% რკინასა და 100% ნახშირბადს შორის ყველა შესაძლო შენადნობი. მაგრამ, რადგან რკინა 6,67% ნახშირბადთან იძლევა ქიმიურ ნერთს — ცემენტიტს (Fe_3C), რომელიც, შენადნობთა მდგომარეობის მეოთხე ტიპის დიაგრამის თანახმად, შეიძლება მიჩნეულ იქნეს დამოუკიდებელ კომპონენტად, ამიტომ შეისწავლიან რკინა-ნახშირბადის არა ყველა შენადნობს, 0-დან 100% C-მდე, არამედ მათ ნაწილს Fe— Fe_3C , ე. ი. მხოლოდ იმ შენადნობებს, რომლებშიც ნახშირბადის შემცველობა 6,67%-მდეა. აღსანიშნავია, რომ რკინა-ნახშირბადის შენადნობებს 6,67%-ზე მეტი ნახშირბადის შემცველობით პრაქტიკული გამოყენება არც აქვთ.

რკინა-ცემენტიტის (Fe— Fe_3C) შენადნობების თავისებურება ის არის, რომ გამყარების შემდეგ მათში წარმოქმნილი ცემენტიტი შეიძლება დაიშალოს. ამ შემთხვევაში ნახშირბადი შენადნობებში იქნება გრაფიტის სახით და საქმე გვექნება რკინა-გრაფიტის (Fe—C) შენადნობებთან. რკინა-ცემენტიტის შენადნობები მიიღება რკინა-ნახშირბადის შენადნობების სწრაფი გაცივებით, ხოლო რკინა-გრაფიტის შენადნობები — შენადნობთა ნელი გაცივებით. ცალკეულ შემთხვევაში შენადნობების კრიტიკული ტემპერატურები სხვადასხვაა; ამიტომ თანამედროვე რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამაზე რკინა-ცემენტიტის დიაგრამას აჩვენებენ მთლიანი ხაზებით, ხოლო რკინა-გრაფიტის დიაგრამას — წყვეტილ ხაზებით (ნახ. 51). რკინა-ცემენტიტის დიაგრამას არამდგრადი (მე-



ნახ. 51. რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა.

ტასტაბილური) დიაგრამა ეწოდება, ხოლო რკინა-გრაფიტის დიაგრამას — მდგრადი (სტაბილური) დიაგრამა.

რუხი თუჯის შესწავლის დროს იყენებენ ორივე სახის დიაგრამას. რკინა-ცემენტიტის დიაგრამა გამოიყენება ფოლადებისა და თეთრი თუჯების შესასწავლად; მას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე შავი ლითონების ცხლად და თერმული დამუშავებისათვის.

რკინა-ნახშირბადის შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამის აგება ხდება ჩვენ მიერ განხილული დიაგრამების აგების მსგავსად, ე. ი. აქაც იგება სისტემის სხვადასხვა შენადნობის გამყარების მრუდები ტემპერატურა-დროის მონაკვეთებით, რის შემდეგ მიღებული კრიტიკული ტემპერატურები გადააქვთ ტემპერატურა-პროცენტული შედგენილობის კოორდინატებზე.

დიაგრამაზე გარდაქმნის კრიტიკული წერტილებისათვის შემოდებულია აღნიშვნა A-თი, რომელსაც ეწერება ნიშანი r ან c, იმისდა მიხედვით, გარდაქმნა გაცივებით არის მიღებული თუ გახურებით. გაცივების დროს მომხდარი გარდაქმნის აღსანიშნავად A-ს უწერენ r. ასოს, ხოლო გახურების შემთხვევაში მომხდარ გარდაქმნას — c ასოს. ამ აღნიშვნის შემდეგ მიეწერება გარდაქმნის ინდუქსია; მაგალითად გახურებისას გარდაქმნა, რომელიც ხდება 727°-ზე, აღინიშნება

Ac₁-ით; მაგნიტური გარდაქმნა MO ხაზზე (770°-ზე) — Ac₂-ით; GS ხაზზე გარდაქმნა (აუსტენიტური) — Ac₃-ით და SE ხაზზე (ცემენტიტური) — Accm-ით. გაცივების შემთხვევაში კრიტიკული წერტილები, შესაბამისად, აღინიშნება Ar₁, Ar₂, Ar₃, Arcm-ით.

51-ე ნახაზზე წარმოდგენილ დიაგრამაზე ABCD ლიკვიდუსის ხაზია, ხოლო AHIECF — სოლიდუსის. AB მონაკვეთზე ხდება სითხიდან α მყარი ხსნარის გამოკრისტალება; დიაგრამის ANH ნაწილში მიიღება α მყარი ხსნარი, ხოლო HINH უბანში — α+γ მყარი ხსნარი.

ლიკვიდუსის BC მონაკვეთზე იწყება აუსტენიტის (γ მყარი ხსნარის) გამოკრისტალება; პირველად გამოკრისტალბულ აუსტენიტში ნახშირბადის შემცველობა ნაკლებია, ტემპერატურის დაწვეით აუსტენიტში ნახშირბადი მატულობს, მყარი ხსნარის პროცენტული შედგენილობა იცვლება IE ხაზის მიხედვით, ხოლო თხევადი ხსნარის — BC ხაზის მიხედვით. I და E წერტილს შორის მყოფი შენადნობები გამყარებას ამთავრებენ IE ხაზზე აუსტენიტის წარმოქმნით. EC ხაზზე (1148°-ზე) აუსტენიტს აქვს E წერტილის შესაბამისი პროცენტული შედგენილობა (C=2,14%), თხევად ხსნარს — C წერტილის შესაბამისი პროცენტული შედგენილობა (C=4,3%), რომელიც გამყარებისას იძლევა E წერტილის შედგენილობის — აუსტენიტისა და ცემენტიტის ევტექტიკას — ლედებურიტს.

CD მონაკვეთზე იწყება ცემენტიტის გამოკრისტალება, რასაც მოსდევს თხევადი ხსნარის ნახშირბადით გაღარიბება; თხევად ხსნარში ნახშირბადის რაოდენობა CD ხაზის მიხედვით იცვლება, CF ხაზზე (1147°) თხევად ხსნარს ექნება C წერტილის შედგენილობა, რომელიც მყარდება ლედებურიტის წარმოქმნით.

IE ხაზზე წარმოქმნილი აუსტენიტი ვანიცდის მეორეულ გარდაქმნას GSE ხაზზე. GS ხაზზე აუსტენიტიდან გამოიყოფა α მყარი ხსნარი, რომელიც MO ხაზამდე არამაგნიტურია (β), ქვემოთ კი — მაგნიტური. რადგანაც გამოყოფილი ფერიტი ნახშირბადით ძლიერ ღარიბია, ამიტომ აუსტენიტში ნახშირბადის პროცენტული შედგენილობა მატულობს GS ხაზის მიხედვით და PS ხაზზე აუსტენიტს აქვს S წერტილის შესაბამისი შედგენილობა (0,8% C). SE ხაზზე ხდება აუსტენიტიდან ცემენტიტის გამოყოფა, რომელსაც სითხიდან გამოყოფილი ცემენტიტისაგან განსხვავებით მეორეულ ცემენტიტს უწოდებენ. ცემენტიტის გამოყოფის გამო აუსტენიტში ნახშირბადის შემცველობა კლებულობს ES ხაზის მიხედვით; SK ხაზზე იგი იღებს S წერტილის შედგენილობას. მიღებული აუსტენიტი მუდმივ 723° ტემპერატურაზე გარდაქმნას ამთავრებს ფერიტისა და ცემენტიტის ევტექტიკიდან — პერლიტის წარმოქმნით.

ამგვარად, PS ხაზის ქვემოთ რკინა-ნახშირბადის შენადნობების სტრუქტურული მდგენელებია ფერიტი+პერლიტი; S წერტილის შენადნობის სტრუქტურა სუფთა პერლიტია, ხოლო SE ხაზს ზემოთ — მეორეული ცემენტიტი+პერლიტი.

აქვე შევნიშნავთ, რომ 723°-ზე ქვემოთ ფერიტიც განიცდის დაშლას, რომლისგანაც გამოიყოფა ქარბი ცემენტიტი, რომელსაც მესამეულ ცემენტიტს უწოდებენ (იხ. დიაგრამის მარცხენა ქვედა კუთხე). ცემენტიტის გამოყოფის გამო ფერიტში ნახშირბადის რაოდენობა მცირდება და ოთახის ტემპერატურაზე 0,01% აღწევს.

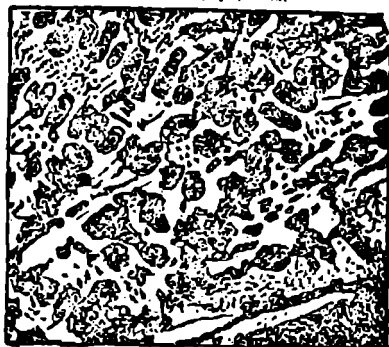
ვანგიჩილოთ მეორეული გარდაქმნები EF ხაზს ქვემოთ. როგორც აღვნიშნეთ, EC ხაზის შესაბამის შენადნობებში ლედებურიტის წარმოქმნას წინ უსწრებს C წერტილის კონცენტრაციასთან შედარებით ქარბი აუსტენიტის გამოყოფა, ხოლო CF ხაზის შესაბამის შენადნობებში — ქარბი ცემენტიტის გამოყოფა. ამგვარად, EC ხაზის ქვემოთ არის აუსტენიტის+ლედებურიტის სტრუქტურა, ხოლო CF ხაზის ქვემოთ პირველად ცემენტიტის+ლედებურიტის სტრუქტურა. EF ხაზის ქვემოთ ხდება როგორც თავისუფალი აუსტენიტის, ისე ლედებურიტის აუსტენიტის დაშლა — მეორეული ცემენტიტის გამოყოფით, მაშასადამე, 727°-მდე EC ხაზის ქვემოთ არის აუსტენიტი+მეორეული ცემენტიტი+ლედებურიტი, ხოლო CF ხაზის ქვემოთ — პირველადი ცემენტიტი+ლედებურიტი. შენადნობების სტრუქტურაში შემავალი აუსტენიტი 727°-ზე (PK ხაზი) იშლება პერლიტის წარმოქმნით, რის გამო ლედებურიტი PK ხაზის ქვევით არის არა აუსტენიტისა და ცემენტიტის, არამედ პერლიტისა და ცემენტიტის მიკრომექანიკური ნარევი.

დიაგრამაზე ფოლადისა და თუჯის უბნები (ნახ. 52). რკინა-ნახშირბადის შენადნობების დიაგრამა ნახშირბადის 2,14% შემცველობამდე ახასიათებს ფოლადების მდგომარეობას. შენადნობი, რომელიც 0,8% ნახშირბადს შეიცავს, ევტექტოიდური ფოლადია (ბ); შენადნობები, რომლებიც (0,8%) -ზე ქვემოთ ნახშირბადს შეიცავენ, წინაევტექტოიდური ფოლადებია (ა); შენადნობებს კი, რომლებიც 0,8%-დან 2,14%-მდე ნახშირბადს შეიცავენ ზეევტექტოიდური ფოლადები (ბ) წოდებთ.

დიაგრამის მარჯვენა მხარე საერთოდ ახასიათებს თეთრი და რუხი თუჯების მდგომარეობას. 52-ე ნახაზზე ნაჩვენებია წარწერები თეთრი თუჯების მდგომარეობას შეესაბამება. შენადნობი, რომელიც 4,3% ნახშირბადს შეიცავს, შესაბამისად ევტექტიკური თუჯია (ე); შენადნობები 2,14%-დან 4,3%-მდე ნახშირბადის შემცველობით — წინა ევტექტიკური თუჯები (დ), ხოლო 4,3%-დან 6,67%-მდე — ზეევტექტიკური თუჯები (ე).



ა



ბ



გ



დ



ე



ვ

ნახ. 52. ფოლადისა და თუჩის სტრუქტურები: ა — წინავებამპტიოდური ფოლადი (0,4% C), პერლიტი+ფერიტი; ბ — ვებამპტიოდური ფოლადი (0,8% C), პერლიტი; გ — ზევებამპტიოდური ფოლადი (1,2% C), პერლიტი+მეორეული ცემენტი; დ — წინავებამპტიოდური თუჩი (3,0% C), პერლიტი+მეორეული ცემენტი+ლედებურიტი; ე — ვებამპტიოდური თუჩი (4,3% C), ლედგურიტი; ვ — ზევებამპტიოდური თუჩი (4,8% C), პირველი ცემენტი+ლედებურიტი.

ნახშირბადოვანი ფოლადები

§ 87. მინარევიან გავლენა ფოლადზე

ნახშირბადის გავლენა ფოლადზე. ნახშირბადის შემცველობა განსაზღვრავს ნახშირბადოვანი ფოლადის თვისებებს, მაგალითად, ფოლადში ნახშირბადის რაოდენობის მატება ზრდის გაჭიმვის სიმტკიცეს σ_b და დენადობის ზღვარს σ_s , ხოლო ამცირებს ფარდობით წაგრძელებას δ , ფარდობით შევიწროებას ψ და დარტყმით სიბლანტეს α_H

სილიციუმისა და მანგანუმის გავლენა ფოლადზე. ფოლადი ჩვეულებრივ 0,15—0,40% სილიციუმს და 0,2—0,8% მანგანუმს შეიცავს. ამ ზღვრებში მათი გავლენა ფოლადზე უმნიშვნელოა. მათი ფოლადში არსებობა გარდუვალია, რადგან განუანგვისა და გოგირდის მოცილების უზრუნველსაყოფად ჰარბად უმატებენ სილიციუმს და მანგანუმს მეტალურგიული პროცესების დროს.

გოგირდი მვენე მინარევიან, იწვევს ფოლადის ცხელტეხადობას, რისთვისაც მისი შემცველობა ფოლადში 0,03—0,04% არ უნდა აღემატებოდეს. ფოლადის ცხელტეხადობა გამოწვეულია მით, რომ გოგირდი რკინასთან წარმოქმნის გოგირდოვან რკინას (FeS). ეს ნაერთი რკინასთან იძლევა ევტექტიკას, რომელიც 985°-ზე დნება. ფოლადის ჰედვის ან თერმული დამუშავების ტემპერატურაზე გახურებისას ევტექტიკა ყველაზე ადრე იუანგება ან დნება, რასაც მოსდევს ბზარების წარმოქმნა. რადგან ეს ტეხა ცხელ მდგომარეობაში ხდება, ამიტომ ამ მოვლენას ცხელტეხადობას უწოდებენ. გარდა ამისა გოგირდი ამცირებს ფოლადის მექანიკურ თვისებებს, კოროზიამედგობას და ცვეთამედგობას.

ფოსფორიც მვენე მინარევიან, რომელიც ფოლადს ანიჭებს ცივტეხადობას, ე. ი. აღიღებს ფოლადის სიძვიფეს; ამიტომ ფოსფორის შემცველობა ფოლადში 0,03—0,05% არ უნდა აღემატებოდეს. გამონაკლისს წარმოადგენს ავტომატებზე დასამუშავებელი ანუ საავტომატე ფოლადები, რომლებშიც ჰრით დამუშავებადობის გასაუმჯობესებლად ფოსფორის შემცველობას 0,1—0,2% ზღვრებში უშვებენ.

უანგბადი, ფოლადში ქმნის ოქსიდებს, იწვევს მის წითელტეხადობას და აუარესებს ჰრით დამუშავებადობას.

აზოტი ფოლადში წარმოქმნის ძლიერ ხალ და მყიფე ნიტრიდებს.

ნახშირბადოვან ფოლადში მინარევეების საშუალო შემცველობა ასეთია: 1%-მდე Mn, 0,8%-მდე Si, 0,3%-მდე Cr, 0,3%-მდე Ni. არჩევენ ნახშირბადოვანი ფოლადების ორ ძირითად ჯგუფს: საკონსტრუქციო და საიარაღო ფოლადებს.

§ 36. საკონსტრუქციო და საიარაღო ნახშირბადოვანი ფოლადები

საკონსტრუქციო ნახშირბადოვანი ფოლადები

არსებობს ჩვეულებრივი ხარისხისა და ხარისხოვანი ნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ფოლადები. ჩვეულებრივი ხარისხის საკონსტრუქციო ნახშირბადოვანი ფოლადების გამოდნობა ხდება კონვერტერში ან მარტენის ღუმელში და ხასიათდებიან ფოსფორისა და გოგირდის გაზრდილი შემცველობით.

ჩვეულებრივი ხარისხის საკონსტრუქციო ნახშირბადოვანი ფოლადები ნომერტ 390-71 მიხედვით იყოფა სამ ჯგუფად: A, B და B.

A ჯგუფის ფოლადებს იყენებენ იმ სახით, როგორც მათ აწვდიან მეტალურგიული ქარხნები. ამ ფოლადებს ქარხნებს უგზავნიან მექანიკური თვისებების მიხედვით. A ჯგუფის ფოლადების მარკებია: CT0, CT1, CT6. მარკის აღნიშვნაში CT ნიშნავს ფოლადს, ციფრი გვიჩვენებს ფოლადის ნომერს და მიგვანიშნებს, რომ რაც მეტია ციფრი, მით მეტია სიმტკიცის ზღვარი და ნაკლებია ფარდობითი წაგრძელება. მარკაში ინდექსი „КП“ ნიშნავს „მდულარეს“ (მაგალითად, CT1КП, CT2КП), ეს კი თავის მხრივ მიგვანიშნებს, რომ იგი არის არასრულად განქანგული (CO-ს წარმოქმნის გამო დუღილს განაგრძობს). შესაბამისად ინდექსი „ПС“ ნიშნავს „ნახევრად მშვიდს“ (მაგალითად, CT1ПС), ხოლო ინდექსი „СП“ ნიშნავს „მშვიდს“ (მაგალითად, CT2СП). ჩვეულებრივ ინდექსი „СП“ მარკაში არ იწერება.

ჩვეულებრივი ხარისხის B ჯგუფის ნახშირბადოვან საკონსტრუქციო ფოლადებს მეტალურგიული ქარხნები აწვდიან ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, მექანიკური თვისებების გარეშე. ეს უკანასკნელი არც არის საჭირო, რადგან ამ ფოლადებს იყენებენ პასუსხსაგები დეტალებისათვის სხვადასხვა ცხელი დამუშავების შემდეგ.

ჩვეულებრივი ხარისხის ნახშირბადოვანი B ჯგუფის ფოლადებს ქარხნებს აწვდიან როგორც მექანიკური თვისებების, ისე ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, მათი მარკებია: BCT1, BCT2, BCT3, BCT4, BCT5. B ჯგუფის ფოლადებს ქიმიური შედგენილობა და მექანიკური თვისებები აქვთ შესაბამისი მარკის A და B ჯგუფის ჩვეულებრივი ხარისხის ფოლადების. ამ ფოლადებს იყენებენ უფრო პასუსხსაგები დეტალების დასამზადებლად.

თუ ფოლადი მანგანუმის ამაღლებული შემცველობითაა, მაშინ მარკაში წერენ Г ასოს, მაგალითად, СГ9ГКП.

ხარისხოვანი ნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ფოლადების გამოდნობა ხდება ფუძე მარტენის ლუმელებში. ეს ფოლადები ბმსტ 1050—74-ის მიხედვით ორ ჯგუფად იყოფა: მანგანუმის ნორმალური შემცველობით (08, 10, 15 და ა. შ.) და მანგანუმის გაზრდილი შემცველობით (60Г, 65Г). აქ ციფრები აღნიშნავს ნახშირბადის შემცველობას პეასედ პროცენტებში. Г მიუთითებს მანგანუმის ამაღლებულ შემცველობას.

ნახშირბადმცირე ფოლადები 08КП, 10КП, 15КП, 20КП გამოიყენება დეტალებისათვის, რომლებსაც ამზადებენ შტამპვით და შედღელებით, 10, 15, 20 და 25 მარკის ფოლადები საცემენტაციო ფოლადებია, ხოლო 35, 40, 45 და 50 მარკის ფოლადები გამოიყენება დეტალებისათვის, რომლებსაც სჭირდებათ თერმული დამუშავება და გაუმჯობესება.

საკონსტრუქციო ფოლადებს მიეკუთვნება აგრეთვე ნახშირბადოვანი სამსხმელო ფოლადები (15Л, 20Л, ... 55Л). „Л“ ნიშნავს სამსხმელოს.

15Л, 20Л, 25Л მარკის ფოლადები გამოიყენება დეტალებისათვის, რომლებიც განიცდიან დარტყმით და თბურ დატვირთვებს (მაგალითად, ორთქლის ტურბინებისათვის);

30Л, 35Л, 40Л — სატრანსპორტო მანქანებისათვის;

45Л, 50Л, 55Л — დატვირთული ცვეთაზე მომუშავე დეტალებისათვის (კბილანები და სხვ.).

საიარაღო ნახშირბადოვანი ფოლადები

ბმსტ 1435—74-ით ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ საიარაღო ნახშირბადოვანი ფოლადების ორ კლასს: ხარისხოვანს და მაღალხარისხოვანს.

საიარაღო ხარისხოვანი ნახშირბადოვანი ფოლადების მარკებია: V7, V8, V9, V13, საიარაღო მაღალხარისხოვანი ნახშირბადოვანი ფოლადებისა: V7A, V8A, V9A...—V13A, სადაც V ნიშნავს ნახშირბადოვანს, ციფრები ნახშირბადის შემცველობას მეათედ პროცენტობით, A მაღალხარისხოვნობის აღმნიშვნელია (ამ ფოლადებში გოგირდისა და ფოსფორის შემცველობა ცალ-ცალკე არ უნდა აღემატებოდეს 0,030%).

იარაღები, რომლებიც დარტყმებს განიცდიან (ღოჭები, მაკრატლები, ჩაქუჩები და სხვ.), მზადდება V7, V7A ფოლადებისაგან.

იარაღები ამაღლებული სისალისა, რომლებიც დარტყმებს განიცდიან (შტამპები, ხერხები, საჭრისები სპილენძისათვის და ა. შ.), კეთდება V8 და V8A მარკის ფოლადებისაგან.

Y9 და Y9A ფოლადებისაგან ამზადებენ გაზრდილი სისალის იარაღებს, რომლებიც ამასთან მოითხოვენ სიბლანტეს (სახერეტელები, საწერტები, ხის დასამუშავებელი იარაღები და ა. შ.).

Y10 და Y10A ფოლადებისაგან ამზადებენ მცირე სიბლანტის მქონე მახვილპირიან იარაღებს (საჭრისები, ბურღები, გამწვლელები და ა. შ.).

Y12 და Y12A ფოლადებისაგან ამზადებენ დიდი სისალის იარაღებს (საჭრისები, შიგსახრახნები, ხერხები და ა. შ.).

Y13 და Y13A ფოლადები იხმარება იარაღებისათვის, რომლებიც დარტყმებს არ განიცდიან (სალი ლითონის დასამუშავებელი საჭრისები, სახეწები და ა. შ.).

ნახშირბადოვანი ფოლადი ჩასიათდება შემდეგი ნაკლოვანებებით: ყველა მექანიკურ თვისებასა და ნახშირბადის შემცველობას შორის პროპორციული დამოკიდებულება არ არსებობს. მაგალითად, ნახშირბადის შემცველობის გადიდებით სისალე და სიმტკიცე იზრდება, ხოლო პლასტიკურობა და სიბლანტე კი მცირდება;

წრთობის დროს მოითხოვს გაცივების დიდ სიჩქარეს (ჩაც საშიშია შიგა ძაბვების წარმოქმნის მხრივ) და დაბალ წრთობადობას.

180° ტემპერატურაზე ზევით გახურებისას კარგავს ჭრის უნარს: დაბალია კოროზიამდედგობა.

IX თავი

თ უ ჯ ი

როგორც აღვნიშნეთ, თუჯი ეწოდება რკინანახშირბადის ისეთ შენადნობს, რომელიც 2,14-დან 6,67%-მდე ნახშირბადს შეიცავს. პრაქტიკულად თუჯი შეიცავს შემდეგ ძირითად ელემენტებს: 2,5—4,5% ნახშირბადს, 0,5—3,5% სილიციუმს, 0,5—1,5% მანგანუმს, 0,1—1,0% ფოსფორს და 0,15% გოგირდს.

თუჯს კარგი სამსხმელო თვისებებისა და სიიადის გამო მანქანათმშენებლობაში დიდი გამოყენება აქვს. სტრუქტურის მიხედვით ასხვავებენ ორი სახის თუჯს: თეთრსა და რუხს.

§ 80. თეთრი თუჯი

თუჯს, რომელშიც ნახშირბადი შედის ქიმიური ნერთის (Fe_3C) სახით, თეთრი თუჯი ეწოდება. ასეთი თუჯის ტეხილი მქრქალი-მოთეთრო ფერისაა.

თეთრი თუჯი სტრუქტურის მიხედვით არის: ქვევტექტიკური (2,0—4,3%), ევტექტიკური (4,30%), ზევტექტიკური (4,3—6,67%) (ნახ. 52, დ, ე, ვ).

თეთრი თუჯი მაღალი სისალითა (500 HB) და სიმყიფით ხასიათდება. ჭრით თითქმის არ მუშავდება, ამიტომ მას ისეთი ნაწილებისათვის ხმარობენ, რომლებსაც დაუმუშავებლად იყენებენ, მაგალითად, ქავშნის ფილები, სამსხვრეველას ბურთები და სხვ., ან კიდევ ქეღადი თუჯის მისაღებად (იხ. § 39).

მანქანათმშენებლობაში ფართოდ იყენებენ ისეთ თუჯს, რომლებსაც მხოლოდ მუშა ზედაპირი აქვს თეთრი, დანარჩენი ნაწილი კი რუხ თუჯს წარმოადგენს. გათეთრებულზედაპირიან თუჯს იყენებენ ისეთი ნაკეთებისათვის, რომელთაც დიდი ზედაპირული სისალე და ცვეთამედევობა მოეთხოვებათ დარტყმით სიბლანტესთან ერთად (მაგ. ვაგონის თვლები, საგლინავი დგანების გლინები და სხვ.). გათეთრებულზედაპირიანი თუჯი ლითონის ყალიბებში ჩამოსხმით მიიღება.

§ 40. რუხი თუჯი

რუხ თუჯში ნახშირბადი გრაფიტის სახით არის გამოყოფილი. თუჯში გრაფიტის არსებობა მას რუხ ფერს, დაბალ მექანიკურ თვისებებსა და კარგ ჭრით დამუშავებადობას აძლევს. თუჯის მიკრონეზე გრაფიტის შემჩნევა მის ამოუქმელად შეიძლება.

რუხი თუჯის მექანიკური თვისებები და სტრუქტურა დამოკიდებულია მასში გრაფიტის რაოდენობაზე, სიდიდესა და ფორმაზე.

გრაფიტის რაოდენობა, სიდიდე და ფორმა დამოკიდებულია თუჯის გაცივების სისწრაფეზე, მასში მინარევეების რაოდენობაზე და სხვ. სტრუქტურის მიხედვით არსებობს რუხი თუჯის შემდეგი სახეები (ნახ. 53):

ფერიტული თუჯი (ა). მისი სტრუქტურა ფერიტისა და გრაფიტისაგან შედგება. ამ თუჯს ძლიერ დაბალი მექანიკური თვისება და მცირე ცვეთამედევობა აქვს.

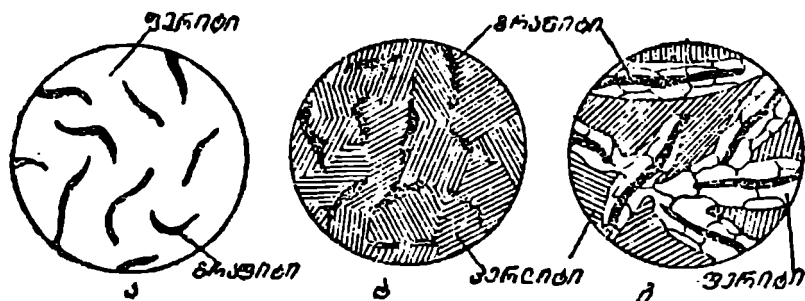
პერლიტური თუჯი (ბ). მისი სტრუქტურა პერლიტისა და გრაფიტისაგან შედგება. ეს თუჯი მაღალი მექანიკური თვისებებით ხასიათდება და ამავე დროს მკრელი იარაღებითაც კარგად მუშავდება.

პერლიტურ-ფერიტული თუჯი (გ). ასეთ თუჯს აქვს ფერიტის, პერლიტისა და გრაფიტის სტრუქტურა. პერლიტურ-ფერიტული თუჯის მექანიკური თვისებები ფერიტულ თუჯზე მაღალია.

ზოგიერთ შემთხვევაში თუჯის სტრუქტურაზე პერლიტთან ერთად გვხვდება თავისუფალი ცემენტიტის გამონაყოფი, რის გამო მას გარ-

დამავალ თუჯს უწოდებენ. გრაფიტი თუჯში შეიძლება იყოს მსწვილ-ფირფიტების სახით; გამრუდებული წვრილი ფირფიტების სახით; მნიშვნელოვნად გამრუდებული წვრილი ფირფიტების სახით; წერტილოვანი ჩანართების სახით; მომრგვალებული ჩანართების სახით.

რამდენადაც თუჯში გრაფიტის ჩანართები მცირე ზომის, მომრგვალებული ფორმისა და თანაბარი განლაგებისაა, იმდენად მისი მექანიკური თვისებები მაღალია.



ნახ. 53. რუხი თუჯის სტრუქტურათა სქემები:

ა — ფირფიტული თუჯი; ბ — პერლიტური; გ — პერლიტურ-ფირფიტული.

რუხი თუჯი მასში შემავალი გრაფიტის მიხედვით შეიძლება იყოს ჩვეულებრივი და მოდიფიცირებული.

რუხი თუჯის მარკები ბოსტ 1412—79 მიხედვით შემდეგია: C410, C415, C418, C420, C425, C430, C435, C440, C445. აქ C4 აღნიშნავს რუხ თუჯს, ხოლო რიცხვი სიმტკიცის ზღვარს გაკვივისას კგძ/მმ²-ით.

მაღალხარისხოვანი თუჯის მიღების ყველაზე კარგი საშუალებაა გრაფიტის მავნე მოქმედების შემცირება. ეს შეიძლება განხორციელდეს ორი გზით: გრაფიტის საერთო რაოდენობის შემცირებით და მისი ფორმის გაუმჯობესებით.

გრაფიტის საერთო რაოდენობის შესამცირებლად ნახშირბადუხვ ამანქველო თუჯს უმატებენ ფოლადის ქართს, რის შედეგადაც თუჯში ნახშირბადის რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს 2,5—2,7%-მდე.

თუჯის გრაფიტის ფორმისა და სიდიდის გაუმჯობესება შესაძლებელია: თხევადი თუჯის სწრაფი გაცივებით; გამდნარი თუჯის გადახურებით; გამდნარ თუჯში მოდიფიკატორების შეტანით (მოდიფიცირება).

თუჯის სწრაფი გაცივება სტრუქტურის დაწვრილმანებას იწვევს, რის გამო თუჯის თვისებები უმჯობესდება.

გრაფიტის ჩანართების დაწვრილმანებას ხელს უწყობს აგრეთვე თუჯის 1500°-მდე გადაპეტხურება და შემდეგ 1200—1300° ტემპერა-

ტურამდე გაცივების შემდეგ ჩამოსხმა. თუჯის გადამეტხურების მაგვირად ამავე მიზნისათვის მიმართავენ ნაკლებად გადამეტხურებული თხევადი თუჯის 1250—1350°-ზე 20—30 წუთის განმავლობაში დაცვენებას და შემდეგ ჩამოსხმას.

მოდუფიცირებული თუჯი. თუჯის მოდიფიცირება ეწოდება ციცხვში ჩასხმული თუჯის სპეციალური მინარეცების დამატებით დამუშავებას პროცესს, მის დაკრისტალებაზე ზეგავლენის მოსახდენად. დანამატ ელემენტებს (მაგალითად, Pb , Mg , ალუმინს, მაგნიუმს და სხვ.) მოდიფიკატორები ეწოდება, ხოლო მიღებულ თუჯს — მოდიფიცირებული თუჯი. ასეთი თუჯები გამოიყენება ცვეთაზე მომუშავე დეტალებისათვის.

მოდუფიცირებული თუჯის მისაღებად ასე იქცევიან: ციცხვში მოთავსებულ თუჯს ყალიბებში ჩასხმამდე უმატებენ თუჯის წონის 0,1—0,5%₀ მოდიფიკატორებს, მოდიფიკატორები წარმოქმნის ნაერთებს, რომლებიც დაკრისტალების ხელოვნურ მრავალრიცხოვან ცენტრებს წარმოადგენენ; მოდიფიცირების შედეგად თუჯში მიიღება გრაფიტის მრგვალი წვრილი გამონაყოფები.

მოდუფიცირებულ თუჯს მიეკუთვნება, მაგალითად, $CU35$, $CU40$, $CU45$ მარკის თუჯები.

დამუშავებულ იქნა მაგნიუმით მოდიფიცირების მეთოდი, რომლის დროსაც მიიღება მაღალი სიმტკიცის რუხი თუჯი. მაგნიუმით მოდიფიცირებულ თუჯში გრაფიტს ბურთულისებური ფორმა აქვს. ასეთი თუჯის სიმტკიცის ზღვარი 100 კგ/მმ²-მდე აღწევს, ფარდობითი წაგრძელება 7—8%-ია. მაგნიუმით მოდიფიცირებულ თუჯებს მაღალი მექანიკური თვისებების გამო პასუხსაგები ნაკეთების, მაგალითად ძრავების მუხლა ლილვების, კბილანების და სხვ. დასამზადებლად იყენებენ. მაღალი სიმტკიცის რუხი თუჯის მარკებია $BH40-10$; $BH60-2$, ხადაც BH აღნიშნავს მაღალი სიმტკიცის თუჯს, პირველი ორი ციფრი გაჭიმვის სიმტკიცის ზღვარს, ხოლო ბოლო ციფრები ფარდობით წაგრძელებას.

§ 41. ზედადი თუჯი

ქედად თუჯს სიმტკიცის მიხედვით საშუალო ადგილი უკავია რუხ თუჯსა და ფოლადს შორის.

ქედადი თუჯის მისაღებად დეტალებს ასხამენ თეთრი თუჯისაგან და აწარმოებენ 900—1000°-ზე ხანგრძლივ (50-დან 120 საათამდე) მოწვას. მოწვის შედეგად თეთრი თუჯი ხდება ბლანტი და ადვილად დასამუშავებელი.

იმის მიხედვით, თუ როგორი წესით ჩატარდება თუჯის მოწვა, შეიძლება მიღებულ იქნეს თეთრგულა და შავგულა ქედალი თუჯი (ნახ. 54).

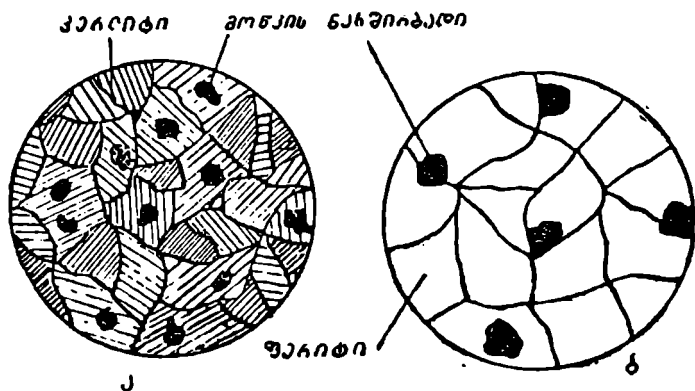
თეთრგულა ქედალი თუჯის მისაღებად თეთრი თუჯისაგან ჩამოსხმულ დეტალებს ფუთავენ რკინის მადანში. მაღალი ტემპერატურისა და მადნის მოქმედებით ხდება თეთრი თუჯის დეტალებიდან ნახშირბადის ნაწილობრივი ამოწვა და ცემენტის დაშლა ფერიტად და მოწვის ნახშირბადად. მიღებული ძირითადი ლითონური მასა პერლიტისაგან და აგრეთვე ფერიტისაგან შედგება. ნატეხი მოვერცხლოსფროა, რისთვისაც მას თეთრგულას ან პერლიტურ-ფერიტულ თუჯს უწოდებენ (ა).

ქედალი თუჯის მეორე ხერხის დროს თეთრი თუჯების სხმულების მოწვა სილაში ხდება. ამ დროს მიიღება სტრუქტურა, რომელიც შედგება მოწვის შედეგად მიღებული ფერიტული ლითონის მასისა და მასზე გამოყოფილი მოწვის ნახშირბადისაგან. ასეთი წესით მიღებულ ქედალ თუჯს შავგულა ან ფერიტულ ქედალ თუჯს უწოდებენ (ბ).

ქედალი თუჯის მარკებია: K437—12, ყK35—10, K430—6 (ფერიტული); K445—6, K450—4, K456—4, K463—2; K460—2 (პერლიტურ-ფერიტული). მარკის პირველი ორი ციფრი აღნიშნავს გაჭიმვის სიმტკიცის ზღვარს, შემდეგი ციფრები კი ფარდობით წაგრძელებას.

ქედალ თუჯებს დიდი გამოყენება აქვთ საავტოტრაქტორო, სოფლის მეურნეობის მანქანებისა და სხვ. დარტყმაზე მომუშავე დეტალების დასამზადებლად.

ლეგირებული თუჯი. ლეგირებული თუჯი ეწოდება ისეთ თუჯს, რომლის შედგენილობაში დამატებულია მალეგირებელი ელემენტები



ნახ. 54. ქედალი თუჯის მიკროსტრუქტურა:
ა — პერლიტურ-ფერიტული; ბ — ფერიტული.

(ნიკელი, ქრომი, მოლიბდენი, სპილენძი და სხვ). ასეთი თუჯის ხარისხი გაუმჯობესებულია. მაგალითად, ქრომი და ნიკელი ერთად აუმჯობესებენ თუჯის სტრუქტურას, სახელდობრ, აწერილმანებენ გრაფიტს, რაც ხელს უწყობს სორბიტისებრი პერლიტის მიღებას. ასევე შექანიკურ თვისებებს აუმჯობესებს მოლიბდენი, ტიტანი და სხვ.

არსებობს ლეგირებული თუჯები მაღალი კოროზიამდეგობით (შეიცავენ 12—20% Ni, 5—8% Cu და 2—6% Cr), მხურვალგამძლე თუჯი ნიკელის, სილიციუმისა და ქრომის შემცველობით. ასევე მხურვალმდეგი თუჯი ალუმინისა და სილიციუმის შემცველობით.

Х Т А 3 0

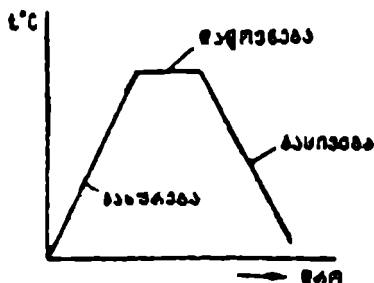
ფოლადის თერმული დამუშავება

თერმული დამუშავება ნაკეთობათა დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის მეტად მნიშვნელოვანი ოპერაციაა, რადგან იგი უზრუნველყოფს მათ საჭირო მექანიკური თვისებებისათვის.

ფოლადის თერმული დამუშავება ეწოდება დამუშავების ისეთ პროცესს, რომლის დროსაც ქიმიური შედგენილობის შეუცვლელად თბური ზეგავლენით იცვლება მისი სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები.

თერმული დამუშავების არსი ის არის, რომ ლითონს ახურებენ გარკვეულ ტემპერატურამდე, აყოვნებენ და შემდეგ აციებენ განსაზღვრული სიჩქარით - (ნახ. 55).

თერმული დამუშავების თეორიას საფუძველი ჩაუყარა დ. ჩერნოვმა. მისი იდეების განმგრძობად ითვლებიან საბჭოთა მეცნიერები — ს. შტეინბერგი, გ. კურდიუმოვი, ნ. ჯუდოვი, ნ. მინკევიჩი, ა. ბოჩვარი და სხვ.



ნახ. 55. თერმული დამუშავების არსი.

§ 42. ფოლადის თერმული დამუშავების თეორიული საფუძველი

ფოლადების თერმული დამუშავება ძირითადად ემყარება: აუსტენიტის გარდაქმნის სტრუქტურების ცვლის შესაძლებლობას გაცივების სიჩქარის მიხედვით; აუსტენიტის გარდაქმნის კრიტიკულ წერტილების მდებარეობის ცვლის შესაძ-

ლებლობას გაცივებას სიჩქარის მიხედვით და აუსტენიტის მუდმივ ტემპერატურაზე (იზოთერმულ) გარდაქმნას.

აუსტენიტის გარდაქმნის სტრუქტურების ცვლა გაცივების სიჩქარის მიხედვით. რკინა-ნახშირბადის ლიგამაზე ნაჩვენებია აუსტენიტის მეორეული კრისტალიზაციის შედეგად მიღებული სტრუქტურები (ფერიტი-პერლიტი, პერლიტი და პერლიტი-მეორეული ცემენტიტი) შეესაბამებიან ნელი გაცივებით აუსტენიტის გარდაქმნას. ამ დროს ყ რკინა გადადის α რკინაში, ცემენტიტი აწერებს ფირფიტების სახით გამოყოფას და იქმნება პირობები პერლიტის სტრუქტურის მისაღებად.

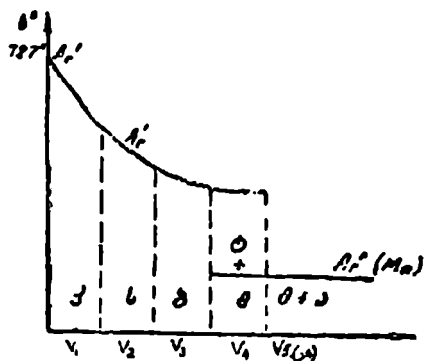
როდესაც აუსტენიტის გაცივების სიჩქარე წამში 50° -მდე აღწევს მიიღება პერლიტის შედგენილობის უფრო დაწვრილმანებული სტრუქტურა; ასეთ სტრუქტურას სორბიტი ეწოდება (სისალე 30HRC). იგი პერლიტთან შედარებით უფრო მყიფეა და აქვს უკეთესი სიმტკიცე.

აუსტენიტის გაცივების სიჩქარის გაზრდით წამში $80-100^{\circ}$ -მდე სტრუქტურის შემდგენი ფაზები (ფერიტი, ცემენტიტი) სორბიტთან შედარებით დისპერსიული მიიღება; ასეთ სტრუქტურას ტროსტიტი ეწოდება. მისი სისალეა 40 HRC, ამომკმელოთ იღებება თითქმის შავ ფერად. სტრუქტურის გარჩევა შეიძლება მხოლოდ დიდი გადიდებით.

აუსტენიტის გაცივების სიჩქარის კიდევ უფრო მეტი გაზრდით წამში 150° -მდე მიიღება შუალედური სტრუქტურა, ნემსოვანი ტროსტიტი — ბეინიტი, რომლის სისალეა 50HRC. აუსტენიტის გაცივების სიჩქარის გაზრდით წამში 200° -მდე და მეტი, მისი სტრუქტურა შენარჩუნებული იქნება უფრო დაბალ ტემპერატურამდე, მაგალითად, ვეტქტილიდური ფოლადის აუსტენიტი გარდაქმნას იწყებს 220°C -ზე (MH). ამ პირობებში ნახშირბადი ვერ აწერებს აუსტენიტიდან გამოყოფას, ხდება მხოლოდ ყ რკინის α რკინად გარდაქმნა, α რკინას კი არ შეუძლია აუსტენიტში არსებული ნახშირბადის გახსნა და ნახშირბადის ატომები ჩაჭედილი რჩება მისი გისოსის ატომებს შორის. ეს ამახინჯებს კრისტალურ გისოსს, რაც შიგა ძაბვების ზისალისა და სიმყიფის გადიდებას იწვევს. მიღებულ სტრუქტურას მარტენსიტი¹ ეწოდება და იგი არის ნახშირბადის გადამეტნაჯერი მყარი ხსნარი α რკინაში. მარტენსიტის სისალე უდრის 60HRC.

¹ წართობის სტრუქტურების დასახელებები — სორბიტი, ტროსტიტი, ბეინიტი და მარტენსიტი მინიჭებულია შესაბამისად ინგლისელი მეცნიერის სორბის ფრანგი მეცნიერის ტრუსტის, ამერიკელი მეცნიერის ბეინის და გერმანელი მეცნიერის მარტენსის საპატივცემულოდ.

აუსტენიტის გარდაქმნის კრიტიკული წერტილების მდებარეობის ცვლა გაცივების სიჩქარის მიხედვით. (ნახ. 56). რკინა-ნახშირბადის დიაგრამაზე აღნიშნული აუსტენიტის გარდაქმნის კრიტიკული წერტილები შეესაბამება ნელ გაცივებას. გაცივების სიჩქარის ზრდით ხდება ამ კრიტიკული წერტილების დაწევა. ევტექტოიდური ფოლადის გარდაქმნის კრიტიკული წერტილის მდებარეობის დამოკიდებულება გაცივების სიჩქარეზე ნაჩვენებია 56-ე ნახაზზე. ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია გაცივების სიჩქარე (გრაფ/წმ), ხოლო ვერტიკალურზე — ტემპერატურა. კრიტიკული წერტილი (727°C) შეესაბამება ნელ (ნორმალურ) გაცივებას. ამ შემთხვევაში გადამეტცივება ნულის ტოლია. როდესაც გაცივების სიჩქარე წამში 50° უდრის, მაშინ გარდაქმნის კრიტიკული წერტილი ინაცვლებს C წერტილამდე. ამ დროს გადამეტცივება უდრის — 100°C . გაცივების ასეთ სიჩქარემდე მიიღება პერიტი.



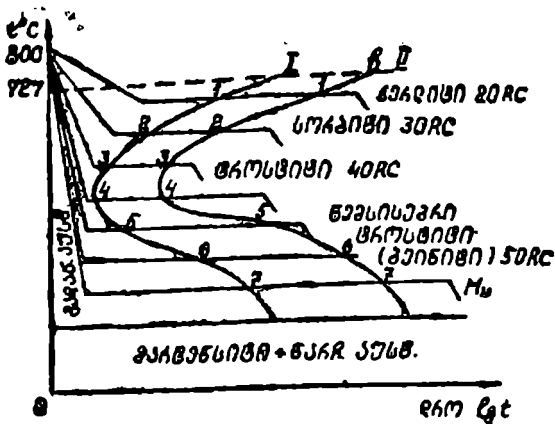
ნახ. 56. ევტექტოიდური ფოლადის გარდაქმნის კრიტიკული წერტილის მდებარეობის ცვლა გაცივების სიჩქარის მიხედვით.

გაცივების სიჩქარის შემდეგი ზრდით V_1 , V_2 და ა. შ. კრიტიკული წერტილი ინაცვლებს A' მრუდის მიხედვით და მიიღება სორბიტის და ტროსტიტის სტრუქტურები. დიაგრამიდან ჩანს, რომ აუსტენიტის მარტენსიტში გადასვლა მიმდინარეობს მუდმივ ტემპერატურაზე სწორი ხაზით (დაახლოებით 220°C -ზე $C=0,8\%$ ფოლადისათვის).

აუსტენიტის იზოთერმული გარდაქმნა. დადგენილია, რომ ამა თუ იმ ტემპერატურამდე გადამეტცივებული აუსტენიტი ამ ტემპერატურაზე გარდაიქმნება (იშლება), იძლევა მისთვის დამახასიათებელ სტრუქტურას. ასეთ გარდაქმნას იზოთერმული¹ გარდაქმნა ეწოდება ევტექტოიდური ფოლადის აუსტენიტის იზოთერმული გარდაქმნის დიაგრამა ნაჩვენებია 57-ე ნახაზზე.

ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია დრო ლოგარითმული სკალით, ვერტიკალურზე — ტემპერატურა. I მრუდი შეესაბამება აუსტენიტის გარდაქმნის დაწყებას, II მრუდი გარდაქმნის დამთავრებას.

¹ იზოთერმული — ბერძნ. „იზო“ ნიშნავს მუდმივს, ერთნაირს — იზოთერმული მუდმივტემპერატურულს.



ნახ. 57. აუსტენიტის იზოთერმული გარდაქმნის დიაგრამა.

I მრუდამდე აუსტენიტის გარდაქმნა პრაქტიკულად არ შეინიშნება. დროის ამ შუალედს საინკუბაციო (მოსამზადებელი) პერიოდი ეწოდება. II მრუდის მარჯვნივ არის აუსტენიტის დაშლის პროდუქტები, მისი გაცივების სიჩქარის შესაბამისად.

57-ე ნახაზიდან ჩანს რომ V_1 სიჩქარით 705° -ზე გაცივებული ფოლადი საინკუბაციო პერიოდს დაამთავრებს და 1—1 დროის შუალედში იღებს მთლიანად პერლიტის სტრუქტურას. 650° -მდე V_2 სიჩქარით გაცივებული ფოლადი დაყოვნებისას 2—2 დროის შუალედში იღებს სორბიტის სტრუქტურას. ანალოგიურად მიიღება ტროსტიტის, ბენიტის და მარტენსიტის სტრუქტურები შესაბამისად 3—3, 4—4, 5—5... დროის შუალედებში. ბენიტი შედგება ნახშირბადით გადამეტჯერებული ფერიტისა და რკინის კარბიდისაგან. არჩევენ ზედა (მსხვილმარცვლოვან) და ქვედა (მეტისმეტად დისპერსიულ) ნემსოვან ბენიტს. ასეთი ბენიტი ხასიათდება თვისებების უფრო კარგი შეხამებით. M_n წერტილამდე გადამეტცივებისას მიიღება მარტენსიტის სტრუქტურა ნარჩენი აუსტენიტით.

განსხვავებულად მიმდინარეობს M_n ხაზის ქვემოთ გადამეტცივებული ფოლადის გარდაქმნა. ამ ნაწილში მარტენსიტად გარდაქმნა დროზე არაა დამოკიდებული და თითქმის მყისად ხდება. როგორც დიაგრამიდან ჩანს, აუსტენიტის ნაწილი რჩება M_x წერტილამდე. M_x ნიშნავს მარტენსიტული გარდაქმნის დასაწყისს, ხოლო M_x მარტენსიტული გარდაქმნის ბოლოს და მდებარეობს 0° -ზე ქვემოთ (-80°).

ამგვარად, ფოლადის თერმული დამუშავების მთავარი ფაქტორებია გახურების ტემპერატურა, ამ ტემპერატურაზე დაყოვნების დრო

და გაცივების სიჩქარე. მათი მიხედვით თერმული დამუშავების სხვადასხვა სახეებია, რომელთაგან მთავარია მოწვა, ნორმალიზაცია, წრთობა და მოშვება.

თერმული დამუშავების სახეების კლასიფიკაცია ბოჩვარის მიხედვით განიხილება თბური პროცესების დროს მიმდინარე ფაზურ გარდაქმნებთან კავშირში. ამ ნიშნის მიხედვით მოწვის ორ სახეობას არჩევენ. პირველი გვარის მოწვა და მეორე გვარის მოწვა.

პირველი გვარის მოწვის დროს ფოლადის თვისებათა ცვლა ხდება ფაზური გარდაქმნის გარეშე. ასეთი სახის მოწვას მიეკუთვნება სარეკონსტალიზაციო მოწვა, დიფუზიური (საპომოგენიზაციო) მოწვა და მოწვა შიგა ძაბვების მოსახსნელად.

მეორე გვარის მოწვის დროს ფოლადის თვისებათა ცვლა ხდება ისე, რომ თბურ პროცესებს თან ახლავს ფაზური გარდაქმნები. მოწვის ასეთი სახეებია: სრული მოწვა, ნორმალიზაცია, არასრული მოწვა, იზოთერმული მოწვა, პატენტირება და სხვ.

ურთიერთდახმარების ეკონომიკური საბჭოს (სეე) სტანდარტიზაციის კომისიის გადაწყვეტილებით ასევე არჩევენ ორი სახის წრთობას: წრთობა პოლიმორფული გარდაქმნით (ძირითადად ფოლადების დროს) და პოლიმორფული გარდაქმნის გარეშე (მაგალითად, ალუმინის შენადნობები). ასევე მოშვებაც შეიძლება გაიყოს ორ სახედ: საკუთრივ მოშვება და დაძველება.

იმის გამო, რომ ნორმალიზაცია სრული მოწვის სახესხვაობაა და მიზანშეწონილია მათი ერთიმეორესთან დაპირისპირება, ქვემოთ პირველად განხილულია მეორე გვარის მოწვის სახეები.

§ 48. მოწვა და ნორმალიზაცია

მოწვა თერმული დამუშავების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც ფოლადს ახურებენ განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე განსაზღვრული დროის განმავლობაში და აცივებენ ნელა ღუმელთან ერთად ან სილაში.

ნორმალიზაცია თერმული დამუშავების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც ფოლადს ახურებენ აგრეთვე განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, აყოვნებენ იმ ტემპერატურაზე განსაზღვრული დროის განმავლობაში და აცივებენ ჰაერზე.

ამგვარად, მოწვისა და ნორმალიზაციის პროცესებს შორის განსხვავება გაცივების სიჩქარეშია. მოწვის დროს გაცივების სიჩქარე ნაკლებია, ნორმალიზაციის დროს კი — მნიშვნელოვნად მეტი. მოწვის დანიშნულებაა ფოლადის წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მიღება, სალი ფოლადების კრით დამუშავებადობის გაუმჯობესება, ციკქედვის მოსპობა, ფოლადის სტრუქტურის მომზადება წრთობისათვის, ქიმიური არაერთგვაროვნებისა და ფოლადის ნაკეთებში შიგაძაბვების მოსპობა.

ნორმალიზაციის დანიშნულებაა თანაბარი წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მიღება, მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება, ნახშირბადმცირე ფოლადის ჩარბზე კრით დამუშავებადობის გაუმჯობესება, წრთობისათვის სტრუქტურის მომზადება.

მოწვა და ნორმალიზაცია წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მისაღებად. ცნობილია, რომ წვრილმარცვლოვანი ფოლადის მექანიკური თვისებები უკეთესია ვიდრე მსხვილმარცვლოვანის. მსხვილმარცვლოვანი აგებულება მცირე სიმტკიცით და დიდი სიმყიფით ახასიათებს ფოლადის სმულეებს, ნაქედებსა და სხვ. მსხვილმარცვლოვანი სტრუქტურის გამოწვრება შეიძლება მოწვის ან ნორმალიზაციის საშუალებით. მოწვისა და ნორმალიზაციისათვის ფოლადს ახურებენ A_{c_2} და A_{ccm} -ის ზევით $30-40^{\circ}$ -ით, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე და სხვადასხვა სიჩქარით აცივებენ (ღუმელთან ერთად ან ჰაერში). ფოლადი უფრო წვრილმარცვლოვანი გამოდის ნორმალიზაციის შედეგად, რის გამოც ნორმალისებული ფოლადის სიმტკიცე და სისალეც უფრო მეტია ვიდრე მომწვარის.

განხილულ მოწვას, ე. ი. როდესაც ახურებენ A_{c_1} , A_{ccm} კრიტიკულ ტემპერატურათა ზევით $20-40^{\circ}$ -ით, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე და შემდეგ აცივებენ ღუმელში ან სილაში სრულ ან ნორმალურ მოწვას უწოდებენ (ნახ. 58).

თუ მოწვა ხდება A_{c_2} , A_{ccm} კრიტიკულ ტემპერატურებსა და A_{c_1} ტემპერატურას შორის გახურებით მას არასრული მოწვა ეწოდება. არასრულ მოწვას სწორი რეჟიმით ცხლად დამუშავებულ ფოლადებს უკეთებენ, რომლის მიზანია ფირფიტოვანი პერლიტის გადაკრისტალება მარცვლოვანად (კრით დამუშავებადობის გასაუმჯობესებლად) და შიგაძაბვების მოხსნა. არასრულ მოწვას უმეტესად ზევეტექტიოდური ფოლადებისათვის იყენებენ.

მოწვა და ნორმალიზაცია დამუშავებადობის გაუმჯობესების მიზნით. სმულეების ნაქედებისა და ნატვიფრების უმრავლესობას ამუშავებენ ლითონსაქრელ ჩარხებზე, რისთვისაც საჭიროა, რომ მათი და-

მუშავებადლობა კარგი იყოს, ე. ი. კარგად იკრებოდეს, უშვებდეს მა-
ლალ. კრის სიჩქარეს, მკრელი იარაღი ჩქარა არ ჩლუნგდებოდეს, და-
მუშავებული ზედაპირი სუფთა მიიღებოდეს და სხვ.

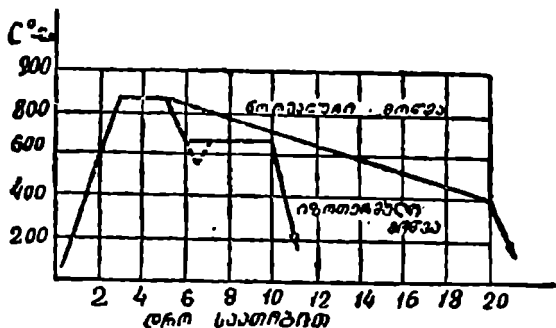
ფოლადი კარგად მუშავედება, როდესაც მისი სისალე 160—200 HB
ზღვრებშია. ვინაიდან რბილი ფოლადების სისალე მოწვის შემდეგ 160
HB-ზე გაცილებით დაბალია, ამიტომ მათი დამუშავებადობის გასა-
უმჯობესებლად ნორმალიზაციას აწარმოებენ, ხოლო სალი ფოლადები
კი, პირიქით, ამავე მიზნისათვის სისალის შესამცირებლად მოწვას სა-
ჭიროებთ.

ზეევტექტიდური ფოლადების დამუშავებადობის გასაუმჯობესებ-
ლად, როგორც აღენიშნეთ, არარულ მოწვას აწარმოებენ; სახელობრ,
ზეევტექტიდურ ფოლადებს ახურებენ AC_1 კრიტიკულ ტემპერატუ-
რაზე 20—30° მაღლა—750°-მდე, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე
5—10 საათის განმავლობაში და შემდეგ ღუმელთან ერთად ნელა აცი-
ვებენ (არა უმეტეს 50° საათში) 550—600°-მდე. ამის შემდეგ გაცი-
ვება შეიძლება გავრძელდეს ჰაერზე. ასეთი მოწვით მიიღება არა
ფირფიტოვანი (როგორც ჩვეულებრივი მოწვის შემთხვევაში), არა-
მედ მარცვლოვანი პერლიტი. ასეთ მოწვას დამარბილებელ ანუ მარ-
ცვლოვან პერლიტზე მოწვას უწოდებენ. ცხადია, მარცვლოვანი პერ-
ლიტის სტრუქტურის მქონე ფოლადის დამუშავებადობა უფრო უკე-
თესია, ვიდრე ფირფიტოვანისა, რადგან საჭრისს არ უხდება ცემენტი-
ტის ფირფიტების გადაჭრა. მარცვლოვან პერლიტზე მოწვის ხანგრძლი-
ვობის შესამცირებლად აწარმოებენ ე. წ. რ ხ ე ე ი თ ა ნ ც ი კ ლ უ რ
მ ო წ ვ ა ს, რაც შემდეგში მდგომარეობს: ზევტექტიდურ ფოლადს
ახურებენ 750°-მდე, მცირე დყოვნების შემდეგ აცივებენ ღუმელთან
ერთად 680—700°-მდე, შემდეგ ისევ ახურებენ 750°-მდე; ასე აწარ-
მოებენ ტემპერატურის რხევას 3—5-ჯერ. მოწვის ასეთი პროცესი
ძნელია, მაგრამ მისი ხანგრძლივობა მცირეა.

იზოთერმული მოწვა დამყარებულია ჩვენ მიერ ზემოგანხილული
აუსტენიტის მუდმივ ტემპერატურაზე — იზოთერმული დაშლის უნარ-
ზე. იზოთერმული მოწვისათვის (ნახ. 58) ფოლადს ახურებენ სრული მოწ-
ვის ტემპერატურამდე ($AC_3+20-30^\circ$), აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე,
რის უკმდეგ 650—700°C (AC_1) ტემპერატურამდე სწრაფად აცივე-
ვებენ; ამ ტემპერატურაზე აყოვნებენ აუსტენიტის სრულ დაშლამდე
და შემდეგ აცივებენ ჰაერზე. იზოთერმული მოწვა, გარდა იმისა, რომ
ამცირებს პროცესის ხანგრძლივობას, ხელს უწყობს ერთგვაროვანი
სტრუქტურის მიღებას. მოწვის ამ სახეს უმთავრესად იყენებენ მსხვი-
ლი ნაჭედებისა და ლეგირებული ფოლადებისაგან დამზადებული ნა-
კეთებისათვის.

იზოთერმული მოწვის ერთ-ერთ სახესხვაობას წარმოადგენს პატენტირება.

პატენტირებას ფოლადის მავთულების შუალედურ მოწვას უწოდებენ ადიდვისათვის. მისი რეჟიმი ასეთია: გახურება 870—950°C-მდე, გაცივება 450—550°C-მდე მარილის ან ტყვიის აბაზანებში, დაყოვნება და შემდგომი გაცივება ჰაერში ან წყალში. ასეთი დამუშავების მიზანია პლასტიკურობის გაუმჯობესება ციკვედვის მოხსნით.



ნახ. 58. იზოთერმული და სრული ანუ ნორმალური მოწვის მრუდები.

მოწვა ციკვედვის მოხსნის მიზნით. ფოლადის ციკვედვის მოვლენაში წნევით დამუშავების შედეგად ადგილი აქვს ე. წ. ციკვედვის მოვლენას. ციკვედვის შედეგად ფოლადში მარცვლები დამსხვრეულია და განლაგებულია დეფორმაციის მიმართულებით; ფოლადი ხდება მტკიცე და ხალი, მაგრამ ამასთან ერთად მყიფე და მცირედ პლასტიკური. ამიტომ მთელ რიგ შემთხვევებში ფოლადის სტრუქტურისა და თვისებების აღსადგენად საჭიროა ციკვედვის მოხსნა. ამ მოვლენას რეკრისტალიზაცია ეწოდება. ნახშირბადოვანი ფოლადების რეკრისტალიზაციისათვის აწარმოებენ სპეციალურ სარეკრისტალიზაციო მოწვას, რისთვისაც ფოლადს ახურებენ 650—700°C-მდე, აყოვნებენ მცირე დროის განმავლობაში (ნაკეთის სრული გახურებისათვის) და შემდეგ აციებენ ჰაერზე.

მოწვა ქიმიური შედგენილობის გათანაბრებისათვის (ჰომოგენიზაცია). როგორც აღვნიშნეთ, ფოლადის სხმულებში შესამჩნევია კრისტალთშორისი ქიმიური უთანაბრობა (ლიკვაცია). მის მოსასპობად მიმართავენ განსაკუთრებული სახის მოწვას, რომელსაც დიფუზიური მოწვა ანუ ჰომოგენიზაცია ეწოდება. დიფუზიური მოწვისათვის ფოლადის სხმულებს ახურებენ 1100—1200°C-მდე

¹ ჰომოგენიზაცია წარმოსდგება ბერძნული სიტყვიდან — „ჰომოგენეს“ — ნიშნავს ერთგვაროვანს.

10—15 საათის განმავლობაში, რის შემდეგ ღუმელთან ერთად 200—300°-მდე ნელა აცივებენ. დიფუზიური მოწვის შედეგად ფოლადის სტრუქტურა მსხვილმარცვლოვანი ხდება. ამ ნაკლის გამოსასწორებლად დიფუზიური მოწვის შემდეგ სხმულებს ცხლად წნევით ამუშავებენ.

მოწვა ფოლადის ნაკეთებში შიგა ძაბვების მოსახსნელად. შიგაძაბვების წარმოქმნა ხდება არათანაბარი კვეთის ნაკეთების სწრაფი გახურებისა და გაცივებისას, ციკლედვის დროს და სხვ. შიგაძაბვები ამცირებენ ნაკეთის სიმტკიცეს, ამიტომ საჭიროა მათი მოხსნა, რასაც მოწვის საშუალებით აწარმოებენ. ამ მიზნით ნაკეთებს ახურებენ 400—500°-მდე და შემდეგ ნელა აცივებენ.

წინათ შიგაძაბვების მოსახსნელად ფართოდ იყენებდნენ ბუნებრივ ხერხს — დაძველებას, რისთვისაც სხმულებს ათავსებდნენ ღია ცის ქვეშ 6—12 თვის განმავლობაში. ამ ხერხის უარყოფითი მხარეა მისი პროცესის ხანგრძლივობაა, რაც ზრდის წარმოების ხარჯებს, ამიტომ მას ახლა არ იყენებენ.

წუნი მოწვისა და ნორმალიზაციის დროს

მოწვისა და ნორმალიზაციის დროს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს წუნის შემდეგ სახეებს: გადამეტხურებას, გადაწვას, დაჟანგვასა და გაუნახშირბადიანებას.

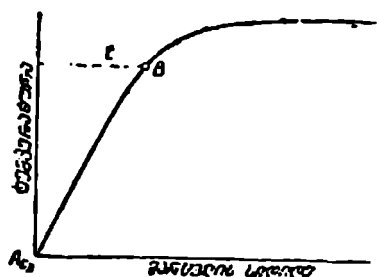
თუ ფოლადი მოწვის ან ნორმალიზაციის დროს ნორმალურ ტემპერატურაზე მაღლა გადაახურეს, იგი მსხვილმარცვლოვან აგებულებას იღებს. ამ მოვლენას გადამეტხურება ეწოდება.

შემჩნეულია, რომ მარცვლების ზრდასა და გადახურების ტემპერატურას შორის, როგორც ეს ნაჩვენებია 59-ე ნახაზზე, გარკვეული დამოკიდებულება არსებობს.

ნახაზიდან ჩანს, რომ A_{ϵ_2} -ის ზევით 30—50° ტემპერატურას შესაბამება მარცვლების მცირე ზრდა, ტემპერატურის შემდგომი მცირე ზრდაც კი იწვევს მარცვლების საგრძნობლად ზრდას, რის შედეგადაც მიიღება მსხვილმარცვლოვანი ე. წ. ვიდმანშტეტის სტრუქტურა. ვიდმანშტეტის სტრუქტურის დამახასიათებელია ერთმანეთისადმი კუთხით დახრილი ფერიტის ფირფიტების გამონაყოფები. გადახურების შედეგად მიღებული მსხვილმარცვლოვანი ფოლადის მექანიკური თვისებები დაბალია, მისი გამოსწორება შესაძლებელია შემდგომი სწორი მოწვით.

გადაწვის შედეგად მიღებული წუნი გაცილებით საშიშია. იგი მიიღება ღუმელის დამჟანგველ ატმოსფეროში ფოლადის სოლიდუსის

საზის ახლო ტემპერატურამდე გახურების შედეგად. გადამწვარი ფოლადის ყოველი მარცვლი გარემოცულა ქანგულის თანელი ფენით, ნემცირებულა მათ შორის კავშირი და ფოლადი მყიფეა. ამ წუნის გამოსწორება შეუძლებელია.



ნახ. 59. ტემპერატურასა და მარცვლის სიღრმეს შორის დამოკიდებულება.

ახლა მიმართავენ ღუმელებში. დამცველი ატმოსფეროს შექმნას.

დაეანგვასა და გაუნახშირბადიანებას ადგილი აქვს მალალი ტემპერატურის დროს ღუმელში არსებული ქანგბადის ფოლადის ზედაპირზე ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად. ამ დროს ხდება ნახშირბადის ამოწვა და ზედაპირზე ხენჯის წარმოქმნა. ასეთი ფოლადის ზედაპირი რბილი ხდება და ლითონიც იკარგება. ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად

§ 44. ფოლადის წრთობა

წრთობა ეწოდება თერმული დამუშავების პროცესს, რომლის დროსაც ნაკეთს ახურებენ განსაზღვრულ ტემპერატურამდე, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე განსაზღვრული დროის განმავლობაში და შემდეგ სწრაფად აციეებენ (წყალში, ზეთში).

პრაქტიკაში წრთობას იყენებენ საკონსტრუქციო ფოლადების სიმტკიცისა და დრეკადობის და საიარალო ფოლადების სისალის გაზრდის მიზნით.

წრთობის ტემპერატურის შერჩევა. წრთობისათვის ფოლადის გახურების ტემპერატურა დამოკიდებულია უმთავრესად მასში ნახშირბადის შემცველობაზე. საერთოდ პრაქტიკაში ისეთ ფოლადებს აწრთობენ, რომლებიც 0,2—0,3%-ზე მეტ ნახშირბადს შეიცავენ. სხვადასხვა ფოლადისათვის წრთობის ტემპერატურის განსაზღვრა შეიძლება რკინა-ნახშირბადის დიაგრამაზე.

წინავეტექტოიდურ ფოლადებს წრთობისათვის ახურებენ A_{c_2} კრიტიკულ ტემპერატურაზე ზევით 20—30°-ით, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე და შემდეგ სწრაფად აციეებენ. ასეთ წრთობას სრული წრთობა ეწოდება. ამ დროს წრთობის შედეგად ვიღებთ მარტენსიტის სტრუქტურას. თუ ფოლადს გავახურებთ A_{c_2} და A_{c_1} კრიტიკულ ტემპერატურათა შორის, მაშინ დაყოვნებისა და სწრაფი გაცივების შემდეგ მიიღება არასრული წრთობა მარტენსიტი-ფერიტის სტრუქტურით.

ვინაიდან ასეთი წრთობის შედეგად წინავეტექტოიდური ფოლადის სისალე დაბალი მიიღება, ამიტომ პრაქტიკაში წრთობის ამ მეთოდს გამოყენება არა აქვს.

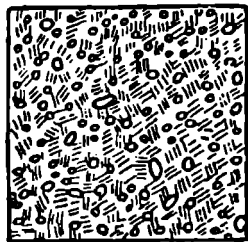
- ვეტექტოიდურ ფოლადს ($C=0,8\%$) წრთობისათვის ახურებენ A_{c_1} -ის ზევით $30-40^{\circ}$ -ით, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე და სწრაფად აცივებენ, რის შედეგადაც მიიღება მარტენსიტის სტრუქტურა.

ზევეტექტოიდური ფოლადის წრთობისათვის გახფრება, წესის თანახმად უნდა მოხდეს $A_{c_{ex}}$ ტემპერატურაზე $20-30^{\circ}$ -ით მაღლა მარტენსიტის სტრუქტურის მისაღებად. უფრო მეტი სისალის მისაღებად ასე იქცევიან: ახურებენ A_{c_1} კრიტიკულ ტემპერატურაზე $30-40^{\circ}$ -ის მაღლა, აყოვნებენ, აცივებენ, რის შედეგადაც იღებენ მარტენსიტ-ცემენტიტის სტრუქტურას (ნახ. 60). სტრუქტურაზე ცემენტიტი გამოყოფილია წვრილი მარცვლების სახით, ნეჰაოვანი მარტენსიტის ფონზე.

გახურების სიჩქარე და დაყოვნების დრო დამოკიდებულია ფოლადის ქიმიურ შედგენილობაზე, გასახურებელი ნაკეთის კვეთზე, სახურებელი ღუმელის ტიპზე და სხვ. რამდენადაც ფოლადი დიდი რაოდენობით შეიცავს ნახშირბადს და სხვა მინარევებს, რაც მეტია ნაწრთობი ნაკეთის კვეთი და რთულია მათი მოყვანილობა, მათ უფრო ნელი უნდა იყოს მათი გახურება. ნაკეთში შიგა ძაბვების წარმოქმნის გამო შეიძლება მივიღოთ ნაკეთის დაბრეცა ან ბზარები. მაგალითად, ცილინდრული ნაკეთის გახურების ხანგრძლივობის ნორმებად მიღებულია:

ალიან ღუმელში 600° -მდე 1 წუთი — დიამეტრის ყოველ 1 მმ-ზე; მარლის აბაზანებში 800° -მდე 0,25 წუთი — დიამეტრის ყოველ 1 მმ-ზე;

დაყოვნების დრო აიღება გახურების საერთო ხანგრძლივობის 25%.



ნახ. 60. ნაწრთობი Y12 ფოლადის მიკროსტრუქტურის სქემა.

გამაცივებელი საშუალებანი წრთობისათვის და მათი შერჩევა

გამაცივებელი გარემო უნდა იყოს ისეთი, რომ უზრუნველყოფდეს ფოლადის სწრაფ გაცივებას $650-450^{\circ}$ -მდე და ნელ გაცივებას $300-400^{\circ}$ -ის დაბლა. $650-450^{\circ}$ ტემპერატურაზე სწრაფი გაცივება საჭიროა იმისათვის, რომ ამ დროს აუსტენიტი ნაკლებად მდგრადია (როგორც ვიცით, საინკუბაციო პერიოდი ამ დროს ყველაზე მცირეა) და შეიძლება წარმოიქმნას სორბიტის ან ტროსტიტის სტრუქტურა.

300—400°-ზე დაბლა ნელი გაცივება კი საჭიროა ნაწრობ ნაკეთ-
ში შიგა ძაბვების შესამცივებლად.

გამაცივებელ გარემოთა გაცივების სიჩქარეები მოცემულია მე-3
ცხრილში.

ც ხ რ ი ლ ა 3

წრობის გარემო	გაცივების სიჩქარე გრად/წმ ტემპე- რატურების ინტერვალში	
	650—550°	300—200°
წყალი 18°-ის დროს	600	270
წყალი 26°-ის დროს	500	270
10%-იანი მწვავე ნატრიუმის ხსნარი		
წყალში 18°-ის დროს	1200	300
მინერალური ზეთი	150	30

ამ ცხრილიდან ჩანს, რომ წყალი და მწვავე ნატრიუმის წყალხსნა-
რი ხელსაყრელია 650—550° ტემპერატურის შუალედში, მაგრამ მარ-
ტენსიტული გარდაქმნის შუალედში, რომელიც ხდება 300—200° ტემ-
პერატურის ზღვრებში. სწრაფი გაცივების გამო მათ შეუძლიათ მოგ-
ვცენ შიგა ძაბვები. ზეთი, პირიქით, ხელსაყრელია მარტენსიტული
გარდაქმნის შუალედში (300—200°). როგორც აღვნიშნეთ, წრობის
დროს სხვადასხვა გაცივების სიჩქარის შემთხვევაში მიიღება სორ-
ბიტის, ტროსტიტის ან მარტენსიტის სტრუქტურა. გაცივების იმ მინი-
მალურ სიჩქარეს, რომლის დროსაც მარტენსიტის სტრუქტურა მიი-
ღება, წრობის კრიტიკული სიჩქარე (V_c) ეწოდება. თუ გაცივების
სიჩქარე წრობის კრიტიკულ სიჩქარეზე დაბალია, წრობის სტრუქ-
ტურაში მარტენსიტთან ერთად გვხვდება ტროსტიტი, უფრო დაბალი
სიჩქარის შემთხვევაში — მთლიანად ტროსტიტი ან სორბიტი.

წრობის ძირითადი სახეები

ფოლადის ქიმიური შედგენილობის, ნაკეთის მოყვანილობისა და
დანიშნულების მიხედვით საჭიროა წრობის ამა თუ იმ სახის გამო-
ყენება.

პრაქტიკაში გამოყენებულია წრობის შემდეგი ძირითადი სახეები:
ჩვეულებრივი წრობა ერთ გამაცივებელში, წრობა ორ გამაცივე-
ბელში, საფეხურიანი წრობა, იზოთერმული წრობა, ზედაპირული
წრობა.

წ რ თ ბ ა ე რ თ გ ა მ ა ც ი ვ ე ბ ე ლ შ ი (ნახ. 61, მრუდი 1) ყველა-
ზე მარტივი და გავრცელებული ხერხია. მისი არსი იმაში მდგომარეობს,

რომ წრთობის ტემპერატურამდე ვახურებულ ნაკეთს ათავსებენ გამაცივებელ სითხეში (მაგალითად, წყალში) სრულ გაცივებამდე.

წრთობის ამ ხერხის უაჩყოფითი მხარეა ის, რომ სწრაფი გაცივების გამო ნაკეთში ჩნდება შიგა ძაბვები, რის შემდეგ მოსალოდნელია დაბრეცა და ბზარები.

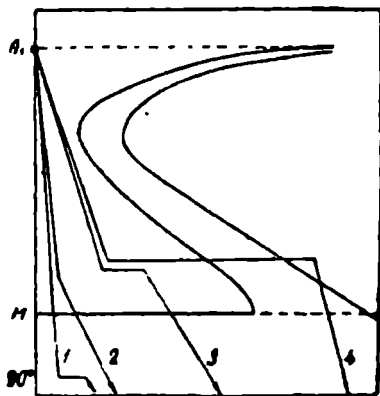
წრთობა ორ გამაცივებელში (მრუდი 2). ასეთი სახის წრთობის დროს ვახურებულ ნაკეთს წყალში აცივებენ 200—300°-მდე, საბოლოო გაცივების მიზნით წყლიდან სწრაფად გადააქვთ ზეთში ან იზოიათად ჰაერზე.

ამ მეთოდს ფართოდ იყენებენ ნახშირბადუხვი საიარალო ფოლადებისაგან დამზადებული იარაღების წრთობისათვის. ამ მეთოდის ნაკლს წარმოადგენს პირველ გამაცივებელში დაყოვნების დროის რეგულირების სიძნელე.

საფეხუროვანი წრთობის (მრუდი 3) დროს ვახურებულ ნაკეთს აცივებენ გამდნარი მარილის აბაზანაში, რომელიც ვახურებულთა მარტენისტული გარდაქმნის ტემპერატურაზე მაღლა (200—250°), აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე, სანამ ნაკეთი აბაზანის ტემპერატურას მიიღებდეს, და შემდეგ აცივებენ ჰაერზე ან ზეთში, რომელსაც ოთახის ტემპერატურა აქვს.

საფეხუროვანი წრთობის დროს მარტენისტის სტრუქტურა მეორე გამაცივებელში მიიღება; ასეთ წრთობას უმთავრესად ნახშირბადოვანი ფოლადებისაგან დამზადებულ 8—10 მმ სისქის იარაღებს უკეთებენ წყალში წრთობის მაგივრად. საფეხურიანი წრთობის უპირატესობას წარმოადგენს შიგა ძაბვების, დაბრეცვებისა და ბზარების წარმოქმნის საშიშროების მნიშვნელოვნად შემცირება.

იზოთერმული წრთობა (მრუდი 4). იზოთერმული წრთობა მით განსხვავდება საფეხუროვანი წრთობისაგან, რომ ამ შემთხვევაში საწრთობ გარემოში ნაკეთი ჩერდება იმდენ ხანს, რამდენიც საჭიროა



ნახ. 61. გაცივების მრუდები წრთობის სხვადასხვა სახისათვის აუსტენიტის იზოთერმული დამლის მრუდზე.

აუსტენიტის იზოთერმული გარდაქმნისათვის. შემდეგ გაცივების სიჩქარეს მნიშვნელობა აღარ აქვს. იზოთერმული წრთობის შედეგად გამაცივებელი გარემოს ტემპერატურის მიხედვით წარმოიქმნება სხვადასხვა სტრუქტურა (ტროსტიტი, სორბიტი). მაგალითად, ისეთი იზო-

თერმული წრთობის დროს, როდესაც გამაცივებელი გარემოს (გამდნარი მარილის აბაზანის) ტემპერატურა 250—300°-ია, ფოლადი იღებს ნემსოვანი ტროსტიტის (ბეინიტის) სტრუქტურას, რომელიც დიდი სისალით (40—45 AC) ხასიათდება სიბლანტესთან ერთად. ამ მეთოდის უპირატესობა ისეთივეა, როგორც საფეხუროვანი წრთობისა.

წრთობა თვითმოშვებით. დარტყმის პირობებში მომუშავე იარაღებს (ლოჯი, თენგი და სხვ.) მაღალი სისალე მიზანშეწონილია გააჩნდეს მხოლოდ მჭრელ პირთან, ხოლო ბოლოსაკენ სისალე უნდა მცირდებოდეს. ეს მიიღწევა მაშინ, როდესაც აწრთობენ თვითმოშვებით.

თვითმოშვებით წრთობის დროს იარაღს მთლიანად ახურებენ წრთობის ტემპერატურამდე, შემდეგ მხოლოდ მჭრელ პირს ათავსებენ გამაცივებელში (წყალში) მარტენსიტული სტრუქტურის მისაღებად, მერე იარაღს იღებენ გამაცივებლიდან, აყოვნებენ ჰერზე, ტანის სითბოს ხარჯზე იწყება მჭრელი პირის გახურება და მოშვება საჭირო ტემპერატურაზე. გახურების კონტროლი ხდება უღალი ფერების მიხედვით (ღია-ყვითელი ფერი შეესაბამება —220°C, ჩალისფერი —240°C, ნარინჯისფერი —260°C, წითელი —270°C, და ა. შ.). ცხადია, რაც უფრო ნაკლები იქნება მოშვების ტემპერატურა, მით უფრო მაღალი მიიღება მჭრელი პირის სისალე.

შეწრთობადობა. საწრთობი ნაქეთის გაცივების დროს მისი შრეები ქერქიდან გულისაკენ სხვადასხვა სიჩქარით ცივდება. სახელდობრ, გარე შრე უფრო სწრაფად ცივდება, ვიდრე მომდევნო შრეები. ამიტომ ზოგჯერ (როდესაც დიდია კვეთი) განსაზღვრული სისქის შრეს შეუძლია მიიღოს მარტენსიტის სტრუქტურა, იმ დროს, როდესაც შიგა შრეებს ექნებათ მარტენსიტ-ტროსტიტის, ტროსტიტისა და ა. შ. სტრუქტურა. შესაძლებელია მოხდეს ისეც, რომ გულმა წრთობა სულ არ მიიღოს.

ფოლადის შეწრთობადობაში იგულისხმება ფოლადის წრთობის სიღრმე და მიღებულია მანძილი ზედაპირიდან ნახევრად მარტენსიტულ (50% მარტენსიტი და 50% ტროსტიტი) შრემდე. შეწრთობადობა დამოკიდებულია ფოლადის ქიმიურ შედგენილობაზე, წრთობისათვის ფოლადის გახურების ტემპერატურაზე. გამაცივებელ გარემოზე, ფოლადის მარცვლოვანობაზე და სხვ. გახურების მაღალი ტემპერატურა, გაცივების ინტენსიურობა და სხვა აღიღებენ წრთობის სიღრმეს (შეწრთობადობას); მაგალითად, ნახშირბადოვანი ფოლადის წრთობის სიღრმე 10—15 მმ არ აღემატება.

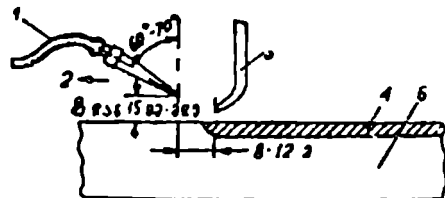
ზედაპირული წრთობა

ხშირად ნაკეთს უხდება მუშაობა ერთდროულად ცვეთაზე და დარტყმით დატვირთვებზე. ამისათვის საჭიროა ნაკეთს ჰქონდეს სალი ზედაპირი და ბლანტი გული. ამგვარი ნაკეთის მიზანდებად ზედაპირს აწრთობენ, რომელსაც ზედაპირულ წრთობას უწოდებენ. ამ მიზნით წრთობის ტემპერატურამდე ახურებენ ნაკეთის ზედაპირს 0,5—2 მმ ფენას ჟანგბად-აცეტილენის ალით, მაღალი სიხშირის დენით, ელექტროკონტაქტური ხერხით ან ელექტროლიტში და სწრაფად აცივებენ.

ჟანგბად-აცეტილენის ალით ხურებისას საჭირო ტემპერატურამდე საწრთობ ზედაპირს ახურებენ მოძრავი სანთურით და გახურებულ ზედაპირს სწრაფად აცივებენ წყლით, რომელიც სანთურს უკან მიმყოლი მილაკიდან ესხმება.

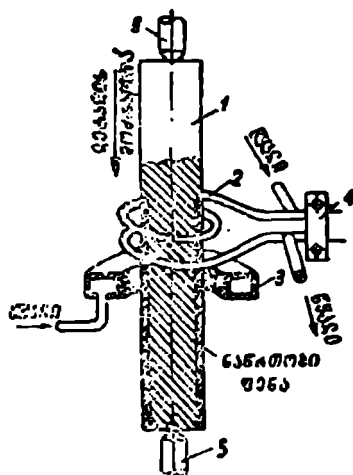
ჟანგბად-აცეტილენის ალით ბრტყელი დეტალის წრთობის პროცესის სქემა მოცემულია 62-ე ნახაზზე.

მაღალი სიხშირის დენით გახურების ფუძემდებლად ითვლება პროფ. ვ. პ. ვოლოგდინი. ამ გახურების არსი შემდეგში მდგომარეობს: გენერატორიდან მიღებული მაღალი სიხშირის დენს უშვებენ ინდუ-



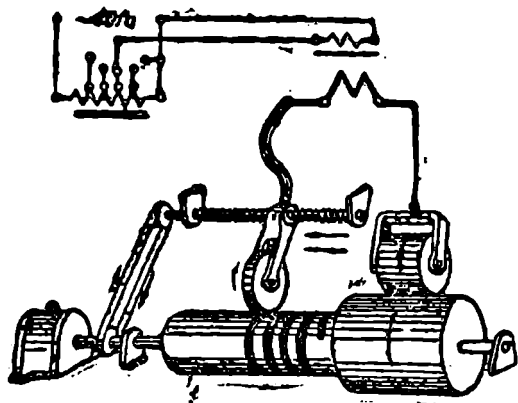
ნახ. 62. ჟანგბად-აცეტილენის ალით წრთობის პროცესი.

1 — სანთური; 2 — სანთურის მიმართულეზა; 3 — წყალსადენი მილი; 4 — ნაწრთობი ფენა; 5 — ნაკეთის უწრთობი ნაწილი.



ნახ. 63. მაღალი სიხშირის დენით ზედაპირულ წრთობის სქემა.

ქტორზე (ნახ. 63). თვით ინდუქტორი მზადდება სპილენძის მილისაგან, რომელსაც გამაგალი წყლით აცივებენ. ინდუქტორში თავსდება საწრთობი დეტალი, რომელშიაც აღიძვრება მეორადი დენი. წარმოქმნილი მეორადი დენი ზედაპირს სწრაფად ახურებს, გახურებულ ზედაპირს ესხმება წყალი და იწვევს მის წრთობას. ინდუქტორის მოყვანილობა უნდა შეესაბამებოდეს საწრთობი ნაკეთის მოყვანილობას, მათ შორის ღრეჩო უნდა იყოს მინიმალური.

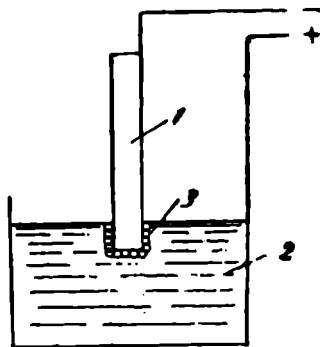


ნახ. 64. ელექტროკონტაქტური სახურებელი დანადგარის სქემა.

მხარე ისაა, რომ გახურებისას ნაკეთის $0,05-0,1$ მმ სისქის ზედაპირული შრე უწრთობი გამოდის, ვინაიდან გორგოლაქების შეხება იწვევს ზედაპირული შრის დახურების ტემპერატურის შემცირებას.

ელექტროლიტში გახურებით ნაკეთის წრთობა შედარებით ახალ მეთოდს წარმოადგენს.

ამ პროცესის არსი ის არის, რომ საწრთობ ნაკეთს 1 (ნახ. 65) ჩაყვინთავენ ელექტროლიტში 2. ნაკეთს უერთებენ მუდმივი დენის უარყოფით პოლუსს, ელექტროლიტის აბაზანას კი — დადებით პოლუსს. დენის გაშვების შემდეგ ნაკეთის ჩაყვინთულ ნაწილზე წარმოიქმნება წყალბადის ბუშტების თხელი შრე 3. წყალბადის ცუდი ელექტროგამტარობის გამო იზრდება ელექტროწინააღობა რაც იწვევს ჩაყვინთული ნაწილის წრთობის ტემპერატურამდე სწრაფად გახურებას. გახურებულ ნაკეთს აცივებენ წყალში, ზეთში ან კიდევ ელექტროლიტში გაჩერებით (ელექტროლიტი ცივია). ელექტროლიტში წრთობა მანქანწარმოებლურია, ნაკეთები ეანგვას და დეფორმაციას არ განიცდის, შესაძლებელია წრთობის პროცესის ავტომატიზაცია. აღნიშნულის გამო წრთობის ამ მეთოდის გამოყენება განსაკუთრებით ზელსაყრელია მასობრივი წარმოების დროს.



ნახ. 65. ელექტროლიტში ზედაპირული წრთობის სქემა.

წრობის სტრუქტურები (მარტენსიტი, ტროსტიტი, სორბიტი) დიდი სიძვიფით ხასიათდება, რაც გამოწვეულია ამ სტრუქტურებში მყოფი ცემენტის წაგრძელებული ფირფიტებითა და შიგა ძაბვებით.

წრობის მარტენსიტის სტრუქტურაში შიგა ძაბვების არსებობა კუბური კრისტალური გისოსის დამახინჯებით აიხსნება. ამათან ნაკეთობის წრობის ცალკეული უბნების გაცივება არათანაბრად მიმდინარეობს, რის გამოც მასში შეიძლება მიღებულ იქნეს წრობის სხვადასხვა სტრუქტურა, რომლებიც სხვადასხვა მოცულობითი ცვლილებებით ხასიათდებიან (მაგალითად, მარტენსიტის სტრუქტურა ყველაზე მეტად იმატებს მოცულობაში). ამის შემდეგ ნაკეთში წარმოიქმნება შიგა ძაბვები.

შემცილებული შიგა ძაბვების და სიძვიფის მქონე ერთგვაროვანი სტრუქტურების მისაღებად ხშირად ფოლადს ჯერ მარტენსიტზე აწრობენ და შემდეგ მოშვებენ აწარმოებენ.

მოშვება ეწოდება თერმული დამუშავების ისეთ სახეს, რომლის დროსაც ნაწრობ ფოლადს A_c კრიტიკულ ტემპერატურაზე დაბლა ახურებენ, აცივებენ ამ ტემპერატურაზე ამა თუ იმ ხანგრძლივობით და შემდეგ ფოლადის გვარობისდა მიხედვით აცივებენ ნელა (პაერზე) ან ჩქარა (ზეთში, წყალში).

ნაწრობი ფოლადის გახურების ტემპერატურის მიხედვით არსებობს მოშვების შემდეგი სახეები:

დაბალმოშვება. ასეთი მოშვების მიზანია ნაწრობი ფოლადის სიძვიფის შემცირება სისალის შეუცვლელად შიგა ძაბვების ნაწილობრივი მოხსნის ხარჯზე. დაბალი მოშვებისათვის ნაწრობ ფოლადს $150-200^\circ$ ახურებენ $1-3$ საათის ხანგრძლივობით, რის შედეგად მოშვების მარტენსიტის სტრუქტურა მიიღება. მიღებულ სტრუქტურაში წრობის მარტენსიტისათვის დამახასიათებელია დამახინჯებული გისოსი (და, მაშასადამე შიგა ძაბვებიც) ნაწილობრივ გამოსწორებულია (ტეტრაგონალური გისოსი კუბურში გადადის). მოშვების მარტენსიტის სისალე თითქმის ისეთივეა, როგორც წრობის მარტენსიტის. დაბალ მოშვებას ნახშირბადიან საიარალო ფოლადებისაგან დამზადებულ იარაღებს უკეთებენ.

საშუალო მოშვება. თუ მოშვების მიზანი არის ნაწრობი ფოლადის დრეკადობის ზღვრის ამაღლება სიმტკიცის შენარჩუნებით, მაშინ მის საშუალო მოშვებას აწარმოებენ. ამ დროს მოშვების ტემპერატურა $300-400^\circ$ ზღვრებში აიღება, რის შედეგადაც მოშვების ტროსტიტის სტრუქტურა მიიღება. ტროსტიტზე მოშვებას ზამბარები-

სათვის, რესორებისათვის, ხის ხერხებისა და სხვადასხვა ნაკეთებისათვის იყენებენ.

მალალი მოშეება. ნაწრობი ფოლადის მალალ მოშეებას 500—650° ზღვრებში აწარმოებენ. ასეთი მოშეების დროს მთლიანად ესპობა შიგა ძაბვები და მოშეებას სორბიტის სტრუქტურა მიიღება. მოშეების სორბიტის სტრუქტურა, წრობის სორბიტის სტრუქტურასთან შედარებით, მეტი პლასტიკურობით, სიბლანტით და საკმაოდ მალალი სიმტკიცით ხასიათდება. თერმული დამუშავების ასეთ სახეს, როდესაც წრობის შემდეგ მალალ მოშეებას აწარმოებენ, გაუშვობენ უწოდებენ.

მოშეების სტრუქტურების მალალი მექანიკური თვისებები აიხსნენ იმით, რომ მათში ცემენტიტს გამოწყოვებს მომრგვალებული ფორმა აქვთ. მოშეების ტროსტიტში ცემენტიტის გამოწყოვები წვრილია, ხოლო სორბიტში — შედარებით უფრო მსხვილი. ხშირად მოშეების სტრუქტურაზე რჩება ნემსოვანი მარტენსიტის ორიენტირება და ამ შემთხვევაში ტროსტიტი და სორბიტი ხასიათდება მარტენსიტისებური ნემსოვანი სტრუქტურით.

წუნი წრობისა და მოშეების დროს

წრობის დროს წუნი მიიღება არასწორი გახურებისა და გაცივების გამო. არასწორი გახურების შედეგად გამოწვეული წუნის სახეები (გადამეტხურება, ზედაპირული გაუნახშირბადოვნება და გადაწვა) ჩვენ უკვე განვიხილეთ მოწვისა და ნორმალიზაციის დროს.

არასწორი გაცივებით გამოწვეული წუნის სახეებია: ბზარები დაბრეცა, მცირე სისალე, უთანაბრო სისალე, დაბალი მექანიკური თვისებები.

ბზარებისა და დაბრეცის წარმოქმნის მიზეზი არის უთანაბრო გახურება, უფრო ხშირად კი — სწრაფი გაცივება. ამიტომ ამ წუნის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა წრობა ვაწარმოთ ზეთში ან 15—20° ტემპერატურის მქონე წყალში. უმჯობესია ნაკეთი 100—200°-მდე წყალში ცივდებოდეს და შემდეგ კი ჰაერზე. უკეთესია, როდესაც ნაკეთი წყლიდან შემდეგ ზეთში გადააქვთ.

ხშირად ბზარების წარმოქმნა ხდება წრობიდან მცირე დროის გასვლის შემდეგ; ამიტომ ბზარებმა რომ არ მოასწროს წარმოქმნა, უმჯობესია წრობისთანავე ჩატარდეს მოშეება.

დაბრეცის თავიდან ასაცილებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს იმას, თუ როგორ ათავსებენ ნაკეთებს გამაცივებელ სითხეში, მაგალითად, გრძელი ნაკეთის მოთავსება საწრობ აბაზანაში უნდა მოხდეს ვერ-

ტიკალურად. ბზარებით გამოწვეული წუნის გამოსწორება შეუძლებელია, ხოლო დაბრეცა, თუ ის მცირეა, შეიძლება შესწორებულ იქნეს შემდგომი მექანიკური სწორებით.

დაბალი სისალით გამოწვეული წუნი შეიძლება მივიღოთ: არასაკმარისი სისწრაფით გაცივებისას, წრთობის დაბალი ტემპერატურით და მოშვების მაღალი ტემპერატურით. ამ წუნის გამოსწორება შეიძლება ხელმეორე წრთობით, რომელსაც შიგა ძაბვების მოსასპობად წინ უნდა უძღვოდეს მოწვა ნორმალისაჲცა ან მაღალი მოშვება.

უთანაბრო სისალით გამოწვეული წუნის მიზეზი შეიძლება იყოს ან გაუნახშირბადოვნებული უბნები, ან ნაკეთის არასაკმაროდ რხევა საწრთობ სითხეში. ნაკეთის რხევა წრთობის დროს საჭიროა იმისათვის, რომ საწრთობ ნაკეთზე აცილებულ იქნეს ორთქლის პერანგის წარმოქმნა, რომელიც ანელებს ნაკეთიდან სითბოს გადაცემას. არასაკმაროდ რხევით გამოწვეული წუნის გამოსწორება შესაძლებელია ხელმეორე წრთობით.

დაბალი მექანიკური თვისებებით გამოწვეული წუნი, რომელიც თერმული დამუშავების რეჟიმის დარღვევით მიიღება, შეიძლება გამოსწორებულ იქნეს განმეორებითი თერმული დამუშავებით.

§ 18. ფოლადის თერმული დაუზავების სხვა სახეები. თუჯის თერმული დაუზავება

ფოლადის დაძველება. შიგა ძაბვების მოსახსნელად მიმართავენ ნაწრთობი ნაკეთის ოთახის ტემპერატურაზე ხანგრძლივად დაყოვნებას, რომელსაც ბუნებრივ დაძველებას უწოდებენ. ამ ხერხის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს პროცესის ხანგრძლივობა, რომლის შესამცირებლად ხელოვნურ დაძველებას მიმართავენ.

ხელოვნური დაძველებისათვის ნაწრთობ ნაკეთს ხელმეორედ ახურებენ 100—200°-მდე და ოთახის ტემპერატურამდე ნელა აცივებენ.

სიცივით დამუშავება. ცნობილია, რომ ფოლადში წრთობის შემდეგ ყოველთვის რჩება აუსტენიტის გარკვეული რაოდენობა, რომელსაც ნარჩენი აუსტენიტი ეწოდება. ნარჩენი აუსტენიტის რაოდენობა მნიშვნელოვანია ისეთ ნახშირბადოვან ფოლადებში, რომლებშიც ნახშირბადის რაოდენობა 0,60%-ზე მეტია და განსაკუთრებით ლეგირებულ ფოლადებში.

ნარჩენი აუსტენიტის მარტენსიტში გადასაყვანად, ხშირად ნაწრთობ ნაკეთს 250°-ზე ახურებენ და აწარმოებენ მოშვებას. ამ დროს ხდება მოცულობის მცირედ გადიდება და სისალისა და სიმყიფის ამალღება. ნარჩენი აუსტენიტის მარტენსიტში გადაყვანა შესაძლებელია აგ-

რეთვე 0°-ზე დაბალ ტემპერატურამდე გაცივებით. ასეთ დამუშავებას სიცივით დამუშავებას უწოდებენ.

სიცივით დამუშავების დროს გამაცივებელ გარემოდ ხმარობენ მყარ ნახშირმჟავას (მშრალ ყინულს), თხევად ჟანგბადს — 183°, თხევად ჰაერს — 192° და ჭხვა. გამაცივებელში ნაკეთების დაყოვნების ხანგრძლივობა 1—2 საათს აღწევს.

თუჯის თერმული დამუშავება

თუჯს ისევე როგორც ფოლადს უტარებენ დაბალტემპერატურულ მოწვას, საგრაფიტოზაციო მოწვას, ნორმალიზაციას, წრთობასა და მოშვებას. დაბალტემპერატურულ მოწვას რუხი თუჯის სხმულებს უკეთებენ შიგა ძაბვების მოსახსნელად, რითაც მიიღწევა ზომების სტაბილურობა. იმ შემთხვევაში როდესაც სხმულების მოთავსება ხდება ოთახის ტემპერატურაზე დიდი დროით (3—13 თვე და მეტიც), მაშინ, ისევე როგორც ფოლადის შემთხვევაში, ამ პროცესს ბუნებრივ დამუშავებას უწოდებენ. ეს მეთოდი მოითხოვს დიდ საწარმოო ფართობებს და იწვევს საწარმოო ხარჯების ბრუნვის შეფერხებას, რაც ზღუდავს მის გამოყენებას.

შიგა ძაბვების შემცირების ხანგრძლივობის შესამცირებლად ხშირად თუჯის სხმულებს ახურებენ 500—550°-მდე 2—3 საათის განმავლობაში, ნელა აცივებენ 200—250°-მდე და შემდეგ ტოვებენ ჰაერზე.

საგრაფიტოზაციო მოწვას თუჯის სხმულებს უკეთებენ სისალის შესამცირებლად და ჭრით დამუშავებადობის გასაუმჯობესებლად. ამისათვის გახურება წარმოებს 800—850°-მდე, ხოლო დაყოვნება — 3-დან 8 საათამდე შემდგომი ჩელი გაცივებით.

რუხი თუჯის სისალისა და ცვეთამედგობის ამღლება ხდება ნორმალიზაციითა და წრთობით. ამისათვის თუჯს ახურებენ 820—950°-მდე და შემდეგ აცივებენ სხვადასხვა გარემოში. საჭირო სისალის მისაღებად ნაწრთობ თუჯს მოუშვებენ, რომლის ტემპერატურა დამოკიდებულია საჭირო სისალეზე.

ფერითულ ჰედად თუჯს მარცვლოვანი პერლიტის, გაზრდილი სიმტკიცის, პლასტიკურობისა და სიბლანტის მისაღებად უკეთებენ წრთობას წყალში ან ზეთში და შემდეგ მაღალ მოშვებას (680—700°) ან ნორმალიზაციას. იგი შედეგად იღებს სორბიტის სტრუქტურას, რომლის სისალე 52—60 RC უდრის.

მაღალი სიმტკიცის თუჯებს თერმულად დამუშავებენ შიგა ძაბვების მოსახსნელად და მექანიკური თვისებების გასაუმჯობესებლად.

**ფოლადის ქიმიურ-თერმული და თერმომექანიკური
დამუშავება**

ფოლადის ქიმიურ-თერმული დამუშავება და თერმომექანიკური დამუშავება კომბინირებული დამუშავების ხერხებია. ფოლადის დამუშავების ისეთ ხერხს, როდესაც თვისებების ცვლას იწვევს როგორც თბური პროცესი, ისე ქიმიური შედგენილობის შეცვლა ქიმიურ-თერმული დამუშავება ეწოდება.

ფოლადის ქიმიურ-თერმული დამუშავება მიეკუთვნება ზედაპირულ დამუშავებას. მისი მიზანი, როგორც ზედაპირული წრთობის დროს, ღარტყმასა და ცვეთაზე კარგად მომუშავე დეტალების მიღებაა. ამ სახის დამუშავება გამოიყენება მაშინაც, როდესაც საჭიროა ხენჯმედეგი, მჟავაგამძლე და კოროზიამდეგი ზედაპირული შრის მიღება.

§ 47. ნახშირბადაზიანება (აჰმენტაცია)

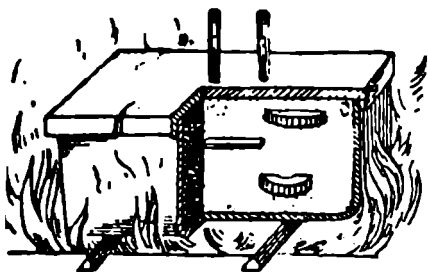
დანახშირბადიანება ეწოდება ფოლადის ზედაპირის ნახშირბადით გაჯერების პროცესს. ეს ხერხი ქიმიურთერმული დამუშავების პროცესთა შორის ყველაზე უფრო გავრცელებულია. ცემენტაციის მიზანია სალი, ცვეთამდეგი ზედაპირის და ბლანტი გულის მქონე ნაკეთების მიღება.

ცემენტაციის არსი ის არის, რომ ნახშირბადმცირე ($C < 0,25\%$) ფოლადისაგან დამზადებულ ნაკეთს ათავსებენ ნახშირბადით მდიდარ ნივთიერებათა ნარევეში, რომელსაც კარბურიზატორი ან ცემენტატორი ეწოდება. ნაკეთს ნარევეთან ერთად ახურებენ AC_3 კრიტიკული წერტილის ზევით, რის შედეგადაც ხდება ნაკეთის. ზედაპირში ნახშირბადის შემცველობის $0,9—1,1\%$ -მდე ზრდა ღიფუზიის საშუალებით. ასეთი ზედაპირის მქონე ნაკეთი შემდგომი თერმული დამუშავებით გულის სიბლანტის შეუცვლელად დიდ სისალეს დებულობს.

ცემენტატორის მდგომარეობის მიხედვით არჩევენ ცემენტაციის სამ ძირითად სახეს: ცემენტაცია მყარი ცემენტატორით, ანუ მყარი ცემენტაცია, აირადი ცემენტატორით, ანუ აირადი ცემენტაცია და თხევადი ცემენტატორით, ანუ თხევადი ცემენტაცია.

მყარი ცემენტაციის შემთხვევაში ცემენტატორად იხმარება ხის ნახშირი, რომელსაც მათქივიზებელ ნივთიერებებს ($BaCO_3$, $CaCO_3$ და სხვ.) უმატებენ. მაგალითად, გამოიყენება ასეთი შედგენილობის საცემენტაციო ნარევი: $20—25\%$, $BaCO_3$, $3,5\%$ $CaCO_3$, დანარჩენი კი ხის ნახშირი.

მყარი ცემენტაციის პროცესის ჩასატარებლად საცემენტაციო ყუთის ძირზე აყრიან 40—45 მმ სისქის ცემენტატორის ფენას, რომელ-

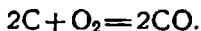


ნახ. 66. საცემენტაციო ნაკეთების ყუთში შეფუთვა.

ზედაც აწყობენ გასუფთავებულ საცემენტაციო დეტალებს ერთიმეორისაგან და კედლებისაგან 20—25 მმ-ის დაშორებით, ყუთის გავსებამდე დატეკანის შემდეგ ყუთს ჰერმეტიულად სურავენ. ნაკეთებზე ცემენტაციის სიღრმის შესამოწმებლად ყუთში ათავსებენ საცემენტაციო ნაკეთების ფოლადისაგან დამზადებულ 5—6 მმ დიამეტრისა და 200—300 მმ სიგრძის ნიმუშებს — „მოწმეებს“ (ნახ. 66).

ამგვარად შეფუთულ ყუთებს 780—800°-მდე გახურებულ დუმელში ათავსებენ და ცემენტაციის ტემპერატურამდე (900—950°) ნელა ახურებენ, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე განსაზღვრული დროის განმავლობაში ცემენტაციის სიღრმის მიხედვით, რომელიც, ჩვეულებრივ, 0,5—2,0 მმ უდრის, და შემდეგ აცივებენ ჰაერზე. ცემენტაციის პროცესის ხანგრძლივობა მ საათამდე აღწევს, იგი დამოკიდებულია ტემპერატურასა და ცემენტაციის სიღრმეზე.

მყარი ცემენტაციის პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს. საცემენტაციო ყუთებში მოთავსებული ნახშირის ნახშირბადი შიგნით ჰაერის უანგბადს უერთდება და წარმოქმნის ნახშირყანვს შემდეგი რეაქციით



ნახშირყანვი საცემენტაციო დეტალებთან შეხებისას იშლება და წარმოქმნის ატომურ ნახშირბადს



გამოყოფილ ატომურ ნახშირბადს დეტალის ზედაპირი შთანთქავს. რკინაში იხსნება და ცემენტიტი (Fe_3C) წარმოიქმნება.

კარბურიზატორში არსებული მათქტივებელი ნივთიერებების ($BaCO_3$, Na_2CO_3) როლი იმაში მდგომარეობს, რომ დამატებით ნახშირყანვს წარმოქმნის რეაქციებით: $BaCO_3 = BaO + CO_2$; $CO_2 + C = 2CO$, რაც ცემენტაციის პროცესს აჩქარებს.

ცემენტაციის შემდეგ აწარმოებენ ნაკეთების თერმულ დამუშავებას.

ცემენტირებული ფოლადის თერმული დამუშავება საჭიროა ხანგრძლივი ხურების შედეგად მიღებული მსხვილმარცვლოვანი ფოლადის გულის სტრუქტურის შესაცვლელად და ცემენტირებული შრის სისალის ასამაღლებლად. ამ მიზნით აწარმოებენ ცემენტირებული ნაკეთის: 1. მოწვას ან ნორმალიზაციას ნაკეთის გულის წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მისაღებად; 2. ცემენტირებული ფენის წრთობის მიზნით $760-780^{\circ}$ -ზე გახურებული ნაკეთის წყალში გაცივებას; 3. შიგა ძაბვების მოხსნის მიზნით $150-200^{\circ}$ ტამპერატურაზე მოშვებას.

ნაწილობრივი ცემენტაცია. ხშირად საჭიროა ნაკეთის ზედაპირის ნაწილობრივი ცემენტაცია; ასეთ შემთხვევაში არასაცემენტაციო ზედაპირს ფარავენ სპილენძით ან სპეციალური საიზოლაციო საღებავით. თუ ამის შესაძლებლობა არ არის, აწარმოებენ მთელი ზედაპირის ცემენტაციას, ზოლო შემდეგ ჩარხზე აცლიან ცემენტირებულ შრეს იმ ადგილებიდან, რომლის ცემენტაციაც არ არის საჭირო. ამ ხერხის უარყოფითი მხარეა მასალის ზედმეტი ზარალი.

აირად ცემენტაციას იყენებენ იმავე მიზნით, რა მიზნითაც მყარ ცემენტაციას. აირადი ცემენტაციის პროცესი შემდეგში მდგომარეობს: საცემენტაციო ნაკეთებს ახურებენ $930-950^{\circ}$ -მდე მუფელის ღუმელში, რომელშიაც უშვებენ აირად ცემენტატორს (მაგალითად, მეთანს ან აირებს, რომლებიც მიიღება ნავთობის კრეკინგპროცესით).¹ აირი გარს უვლის საცემენტაციო ზედაპირს, რომელსაც დიფუზიის საშუალებით გადასცემს ნახშირბადს. აირადი ცემენტაციის შემდეგ ნაკეთებს ღუმელიდან იღებენ, $820-840^{\circ}$ -მდე შეაცივებენ და აწრთობენ.

აირად ცემენტაციას, მყარ ცემენტაციასთან შედარებით, აქვს შემდეგი უპირატესობანი: 1) პროცესის ხანგრძლივობა მცირდება 2 და მეტჯერ; 2) უმჯობესდება მუშაობის პირობები; 3) მცირდება ცემენტაციის ღირებულება (არ მოითხოვს ნაკეთების ყუთებში შეფუთვას, სათბობის ხარჯი მცირეა; სააპქროს საჭირო ფართობიც მცირეა, წრთობა შეიძლება მოწვისა და ნორმალიზაციის გარეშე).

თხევადი ცემენტაციისათვის ნაკეთებს ტვირთავენ აბაზანაში, რომელშიაც მოთავსებულია ცემენტატორი. თხევად ცემენტატორში შედის $75-80\%$ Na_2CO_3 (სოდა), $10-15\%$ NaCl (საქმელი მარილი) და $6-10\%$ SiC (სილიციუმის კარბიდი). პროცესი მიმდინარეობს $840-860^{\circ}$ -ზე 30 წთ-დან 2,5 საათამდე. ცემენტაციის შრის სიღრმე შეიძლება მიღებულ იქნეს $0,2-0,6$ მმ-მდე.

თხევადი ცემენტაციის დროს ნაკეთის გახურება თანაბრად მიმდინარეობს. ცემენტირებული ნაკეთის წრთობა აბაზანიდან ამოღებისთანავე შეიძლება.

¹ კრეკინგი არის ნავთობის პროდუქტების შემადგენელ ნაწილებად დაშლა მალა ტემპერატურისა და წნევის ზეგავლენით.

ცემენტირებული შრის სტრუქტურა. ცემენტირებულ შრეში ნახშირბადის რაოდენობა ზედაპირიდან გულისკენ მცირდება, რის შესაბამისად იცვლება სტრუქტურაც. ზედაპირთან წარმოიქმნება ზევეტექტოიდური ფოლადის დამახასიათებელი პერლიტი-ცემენტატის სტრუქტურა, რომელიც გულისაკენ თანდათან გადადის ჯერ პერლიტად და შემდეგ ფერიტ-პერლიტის გარდამავალ სტრუქტურად.

წუნი ცემენტაციის დროს. ცემენტაციის შედეგად შეიძლება მიღებულ იქნეს წუნის შემდეგი ძირითადი სახეები: ცემენტატის არასასურველი სიღრმე; 2. ცემენტირებული შრის მკვეთრი გადასვლა ნაკეთის შიგა ნაწილზე (გულზე); ცემენტირებული შრის ნახშირბადის მაღალი ან დაბალი შემცველობა; ნაკეთის ზედაპირის არათანაბარი სისალე.

ცემენტაციის არასასურველი სიღრმე მიიღება ცემენტაციის ხანგრძლივობის არასწორი დაცვით. ამ მხრივ წუნს რომ ადგილი არ ექნეს, საჭიროა მყარი ცემენტაციის პროცესის დროს მოწმეების გასინჯვა, ხოლო აირადი ცემენტაციის დროს — ხელსაწყოებით შემოწმება. ცემენტირებული შრის საჭიროზე მეტი სიღრმით გამოწვეული წუნის გამოსწორება შეუძლებელია.

ცემენტირებული შრის მკვეთრი გადასვლა გულზე უმთავრესად მიიღება ცემენტაციის ტემპერატურის რეჟიმის დარღვევის შედეგად.

ნახშირბადის მაღალი ან დაბალი შემცველობით გამოწვეული წუნი ცემენტატორში მათქტივიზებული Na_2CO_3 , BaCO_3 და სხვა დანამატების სიჭარბის ან ნაკლებობის მიზეზია.

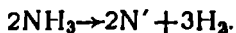
არათანაბარი (ლაქისებური) სისალე მიიღება: საცემენტაციო ნაკეთის ზედაპირის არასწორი გაწმენდის, ცემენტატორის ცუდად დატკეპნის, ყუთის არაპერმეტული დახურვის და სხვ. შედეგად. ამ სახის წუნის გამოსწორება შეიძლება ხელმეორე ცემენტაციით.

§ 48. დააზოტება

ქიმიურ-თერმული დამუშავების ისეთ პროცესს, რომლის დროსაც ხდება ფოლადის ზედაპირის აზოტით გაჯერება, დააზოტება ეწოდება.

დააზოტების მიზანია სალი, ცვეთამდეგი და კოროზიამდეგი ზედაპირული შრისა და ბლანტი გულის მქონე დეტალების მიღება. დააზოტებას იყენებენ აგრეთვე დაღლილობის ზღვრის ამაღლების მიზნით.

დააზოტების პროცესი მიჰდინარეობს შემდეგნაირად: ფოლადს ხანგრძლივად ახურებენ 500—700°-მდე ამიაკის ქაელში, რომლის დროსაც ამიაკი იშლება ატომურ აზოტად და წყალბადად.



წარმოქმნილი ატომური აზოტი დიფუზიით აღწევს ნაკეთის ზედაპირულ ფენაში, უერთდება რკინას და წარმოქმნის ნიტრიდებს Fe_2N და Fe_4N .

ნახშირბადოვანი ფოლადის დააზოტების დროს ზედაპირის საჭირო სისალე არ მიიღება, ამიტომ დააზოტებისათვის ლეგირებულ ფოლადებს იყენებენ. ამ ფოლადებში შემავალ სპეციალური ელემენტებიდან (Al, Mo, Cr და სხვ.) ატომური აზოტი წარმოქმნის მდგრად ნიტრიდებს (AlN , MoN , CrN და სხვ.), რომლებიც დააზოტებული შრის სისალეს მკვეთრად ამალევენ.

დააზოტების უპირატესობა და ნაკლოვანება. ცემენტაციასთან შედარებით დააზოტების პროცესის უპირატესობანია: დააზოტებული შრის სიძვირის გამო შესაძლებელია თხელი და წვრილი დეტალების ზედაპირული დამუშავება;

დააზოტების ტემპერატურა დაბალია; ზედაპირი გამოდის სალი და წრთობას აღარ საჭიროებს, რითაც აცილებულია წრთობით გამოწვეული წუნი; დადლილობის ზღვარი ძლიერ მაღლდება და კოროზიონედევობაც მნიშვნელოვნად იზრდება. ნაკლოვანებაა პროცესის ხანგრძლივობა და დააზოტებისათვის საჭიროა სპეციალური ფოლადები.

§ 42. დაციანება და დიფუზური დაციანება

ქიმიურ-თერმული დამუშავების პროცესს, რომლის დროსაც ხდება ფოლადის ზედაპირის გაჭერება ერთდროულად ნახშირბადით და აზოტით, დაციანება ეწოდება.

დაციანების სახელწოდება წარმოსდგება დამციანებლის — ნახშირბადისა და აზოტის — ქიმიური ნაერთის ციანის (CN) სახელწოდებიდან. დაციანება გამოიყენება იმავე მიზნებისათვის, რისთვისაც ცემენტაცია და დააზოტება.

დამციანებელი გარემოს მდგომარეობის მიხედვით დაციანება შეიძლება იყოს თხევადი და აირადი. თვითეული მათგანი ტემპერატურის მიხედვით იყოფა მაღალტემპერატურულ და დაბალტემპერატურულ დაციანებად.

თხევადი დაციანების პროცესის არსი ის არის, რომ ციანის გამდნარმარილებიან აბაზანაში ათავსებენ დასაციანებელ ნაკეთს, აყოვნ-

ნებენ განსაზღვრული დროის განმავლობაში და შემდეგ აწრთობენ წყალში ან ზეთში (მაღალტემპერატურული დაიცანების შემთხვევაში).

მაღალტემპერატურული თხევადი დაციანება წარმოებს 800—900° ტემპერატურის ზღვრებში და თავის მხრივ დაციანების შრჯ სიღრმის მიხედვით იყოფა ორ სახედ: მაღალტემპერატურულ თხევად თხელ-შრიან დაციანებად და მაღალტემპერატურულ თხევად სქელშრიან და-ციანებად.

მაღალტემპერატურული თხევადი თხელშრიან-ნი (0,075—0,25 მმ) დაციანება მიმდინარეობს 800—860° ტემპერატურაზე. ამ პროცესის მიზანია ნაკეთის ცვეთამდეგობის ამალ-ლება. თხელშრიანი დაციანების დროს დამციანებელი აბაზანა შედ-გება 30% NaCN, 70% Na₂CO₃ და NaCl გამდნარი მარილებისაგან. პროცესის ხანგრძლივობა ირხევა 5-დან 90 წუთამდე. დაციანების შედეგად წარმოქმნილ შრეში ნახშირბადი 0,6—0,8%-მდე აღწევს, ხოლო აზოტი — 0,4—0,5%-მდე. დაციანებულ ნაკეთს აბაზანიდან ამოღებისთანავე აწრთობენ და შემდეგ აწარმოებენ დაბალ (160—180°) ტემპერატურულ მოშვებას.

მაღალტემპერატურული თხევადი სქელშრიან-ნი (0,5—2 მმ) დაციანება მიმდინარეობს 900—960°C ტემ-პერატურაზე. აბაზანა შედგება 6% NaCN, 80% BaCl₂ და 14% NaCl გამდნარი მარილების ნარევისაგან. პროცესის ხანგრძლივობა 1—6 სა-ათს აღწევს. დაციანების შედეგად წარმოქმნილ შრეში ნახშირბადი 1,0—1,2%-მდე აღწევს, ხოლო აზოტი — 0,2—0,3%-მდე. დაციანებულ ნაკეთს, ისე როგორც თხელშრიანი დაციანების დროს, აწრთობენ და აწარმოებენ დაბალტემპერატურულ მოშვებას. მიღებული დაციანებუ-ლი ზედაპირის თვისებები დაახლოებით ისეთივეა, როგორც ცემენტი-რებული ზედაპირისა, რისთვისაც ასეთ დაციანებას ხშირად თხევად ცემენტაციასაც უწოდებენ.

დაბალტემპერატურულ თხევად დაციანებას იყენებენ სწრაფსაჭრელი ფოლადის იარაღების მედეგობის¹ ასამალ-ლებლად. პროცესი მიმდინარეობს 550—600°-მდე გახურებულ აბაზან-ში, რომელშიაც გამდნარია 30—50% NaCN, 20—45% Na₂CO₃ და 10—20% NaCl მარილები. პროცესი 20—40 წუთამდე გრძელდება. დაციანების შრის სისქე მიიღება 0,02—0,04 მმ, სისალე HRC—67—72, იარაღის მედეგობა 1,5—2-ჯერ იზრდება.

თხევადი დაციანების უპირატესობაა: პროცესის სისწრაფე, გაზ-რდილი სისალე, ცვეთამდეგობა და წრთობის შესაძლებლობა დამა-ტებითი გახურების გარეშე.

¹ მედეგობა არის მუშაობის დრო იარაღის ერთი ვადალესვიდან მეორე ვადა-ლესვამდე.

თხევადი დაციანების ნაკლია ციანის მარილების დეფიციტურობა და მათი შხამიანობა, რისთვისაც საჭიროა უსაშიშროების ტექნიკის წესების ზუსტი დაცვა.

აირით დაციანება აირადი ცემენტაციისა და დაზოტების შეერთებას წარმოადგენს. დამციანებელი აირის ნარევი შედგება 70—80% აირადი ცემენტატორისა და 20—30% ამიაკისაგან.

მაღალტემპერატურული აირით დაციანება 840—930° ტემპერატურაზე მიმდინარეობს, ხოლო დაბალტემპერატურული დაციანება — 540—560° ტემპერატურაზე. მათი დანიშნულება იგივეა, რაც თხევადი დაციანების.

აირით დაციანებას აქვს უპირატესობანი როგორც აირად ცემენტაციასთან, ისე თხევად დაციანებასთან შედარებით.

აირით ცემენტაციასთან შედარებით პროცესი ნაკლებად ხანგრძლივია და ზედაპირი მიიღება უფრო სალი და ცვეთამედეგი.

თხევად დაციანებასთან შედარებით პროცესი ნაკლებად შავნეა, იაფია და იძლევა დაციანების რეგულირების საშუალებას.

დიფუზური დალითონება

ქიმიურ-თერმული დამუშავების სახეს, როდესაც მაღალი ტემპერატურის დროს ხდება ფოლადის ზედაპირის ამათუიმლითონით გაჭერება, დიფუზური დალითონება ეწოდება.

დალითონების მიზანია ძირითადად კოროზიამედეგი ზედაპირის მქონე ნაკეთის მიღება, რომელიც ხშირად გაცვეთასაც კარგად უძლებს.

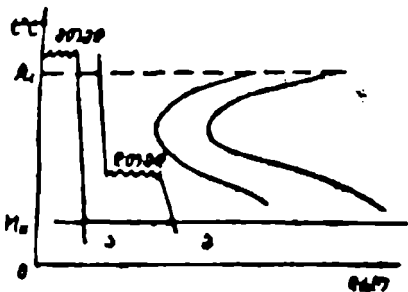
დიფუზურ დალითონებას ეკუთვნის დაალუმინება (ფოლადის ალუმინით გაჭერება), დაქრომვა (ფოლადის ქრომით გაჭერება), დასილციუმება (ფოლადის სილიციუმით გაჭერება). მაგალითად, დაალუმინების პროცესი შემდგენაირად მიმდინარეობს: დასაალუმინებელ ნაკეთებს აწყობენ დამალუმინებელ ნარევიში იმავე წესით, როგორც ცემენტაციის დროს. დამალუმინებელი ნარევის შედგენილობა ასეთია: ალუმინის ფხვნილი 40—60%; ალუმინის ჟანგის ფხვნილი 60—40%; ქლოროვანი ამონიუმი (NH_4Cl) 0.5—2%.

შეფუთულ ყუთებს აწყობენ ღუმელში და ახურებენ 950—1000°-მდე. ამ ტემპერატურაზე აყოვნებენ 5—14 საათამდე. დაალუმინებული შრე, შეიძლება მიღებულ იქნეს 0,3 მმ-მდე. ამ შრეში ალუმინის რაოდენობის გასათანაბრებლად და სიძიფის ასაცილებლად აწარმოებენ დიფუზურ მოწვას 950—1000°-ზე 3—5 საათის განმავლობაში.

§ 60. ფოლადის თერმომექანიკური დამუშავება

თერმომექანიკური დამუშავება ეწოდება აწრობის ტემპერატურამდე გახურებული ფოლადის მექანიკური დამუშავების და წართობის პროცესების ერთობლიობას. ამ დროს ფაზურ გარდაქმნას განიცდის დეფორმირებული (ნაქედი) აუსტენიტი, რაც თავისებურ გავლენას ახდენს ნაწრთობი ფოლადის სტრუქტურაზე და თვისებებზე.

თერმომექანიკური დამუშავების ორი სახეობაა: მაღალტემპერატურული და დაბალტემპერატურული (ნახ. 67).



ნახ. 67. თერმომექანიკური დამუშავების სქემა: ა — მაღალტემპერატურული; ბ — დაბალტემპერატურული.

მაღალტემპერატურული თერმომექანიკური დამუშავების (მთმდ) დროს (ა) ფოლადს ახურებენ აუსტენიტის ზონამდე, მოქიმავენ 30%-მდე დეფორმაციის ხარისხით და აწრთობენ. შემდეგად მიიღება ფოლადი მაღალი სიმტკიცით (220—260 კგძ/მმ²), მაღალი პლასტიკურობით ($\delta = 7-8\%$; $\psi = 25-40\%$) და ამასთან ერთად შენარჩუნებული

აქვს სიბლანტე, რაც ჩვეულებრივი წესით ნაწრთობ ფოლადს არ გააჩნია (იგი მყიფეა).

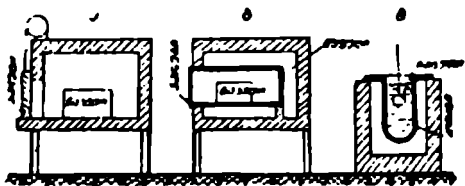
დაბალტემპერატურული თერმომექანიკური დამუშავების (დთმდ) დრო (ბ) ფოლადს ახურებენ აუსტენიტის ზონამდე, შემდეგ ზდება მისი გადამეტცივება რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე დაბლა (A_{c1} -ის ქვემოთ), პლასტიკური დეფორმაცია 90%-მდე მოქიმვით და წრთობა მარტენსიტზე. შემდეგ უტარებენ დაბალ მოშვებას (100—200°C). შემდეგად მიიღება ფოლადი მაღალი სიმტკიცით ($\sigma_b = 280-330$ კგძ/მმ²), მნიშვნელოვანი პლასტიკურობით ($\delta = 5-7\%$).

§ 61. თერმული საამქროს მოწყობილობანი

თერმული და ქიმიურ-თერმული დამუშავებისათვის საამქროს უნდა გააჩნდეს სახურებელი ღუმლები, გამაცივებელი მოწყობილობები, ხელაწყობები თბური და მექანიკური თვისებების კონტროლისათვის და სხვა.

სახურებელი ღუმლები, თერმული დამუშავებისათვის ნამზადზე სითბოს გადაცემის ხერხის მიხედვით, იყოფა კამერულ, მუფელის და ტიგელის ღუმლებად (ნახ. 68).

კამერულ ღუმელში (ა) სახურებელი ნამზადები (ნაკეთები) ხურდება ალისა და ცხელ აირებთან უშუალოდ შეხების შედეგად, რისთვისაც მათ ხშირად ალქმედ ღუმლებს უწოდებენ. კამერულ ღუმელში ნაკეთების ხურება არათანაბარია და ხშირად იწვევს ზედაპირის გაუნახშირბადობას.



ნახ. 68. სახურებელი ღუმლების სქემები: ა — კამერული; ბ — მუფელის; გ — ტიგელის.

მუფელის ღუმელებში (ბ) ნაკეთები თავსდება მუფელში. აქ ნაკეთების შეხება წვის პროდუქტებთან არ ხდება.

ტიგელის ღუმელი (გ) კი წარმოადგენს ტიგელ-აბაზანას, რომელშიც გამდნარი მარილები ან ტყვიაა მოთავსებული. ასეთი ტიპის სახურებელი ღუმლები ნაკეთების თანაბარი გახურების საშუალებას იძლევიან.

თბური ენერჯის წყაროს მიხედვით ღუმლები იყოფა მყარ, თხევად, აირადი სათბობით და ელექტროენერჯით მომუშავე ღუმლებად.

აირით მომუშავე ღუმლის კონსტრუქცია ისეთივეა, როგორც ნავთობით მომუშავისა, მხოლოდ სათბობის მისაწოდებლად მფრქვევანების ნაცვლად იყენებენ დაბალი ან მაღალი წნევის სანთურებს.

ელექტროღუმლის აგებულება, საწვავზე მომუშავე ღუმელთან შედარებით, უფრო მხრტივია. მისი მუშა სივრცე ხურდება ღუმლის კედლებზე ან ღუმლის ქვედის ქვეშ მოთავსებული ელექტროსახურებლებით, რისთვისაც იყენებენ სპეციალური შენადნობებიდან (ნიქრომი, IX 171-05 და სხვ.) დამზადებული ლენტის ან მავთულის ხვიას.

როდესაც გასახურებელი ნაკეთი გრძელია და მისი ღუმელში პორიზონტალურად მოთავსება ხურების დროს დაბრეცის მიღების საშიშროების გამო არა ხელსაყრელია, იყენებენ შახტურ ღუმლებს.

ნაკეთების ჩატვირთვის მიხედვით ღუმლები იყოფა გვერდით ჩასატვირთ, ზევიდან ჩასატვირთ და გამოსაწევი ქვედის საშუალებით ჩასატვირთ ღუმლებად.

მუშაობის მექანიზაციის მიხედვით — არჩევენ პერიოდულ და მეთოდურ ღუმლებს. ზემოთ განხილული ღუმლები პერიოდულ ღუმლებს ეკუთვნიან, რადგან გასახურებელი ნაკეთების ჩატვირთვა

პერიოდულად ხდება. ასეთ ღუმლებს იყენებენ ინდივიდუალურ ან სერიულ წარმოებებში, მასიურ წარმოებაში იყენებენ უწყვეტი მოქმედების ღუმლებს, რომლებსაც მეთოდურ ღუმლებს უწოდებენ. ამ შემთხვევაში ერთ განსაზღვრულ ოპერაციას ემსახურება. მასში დეტალების გადაადგილება მექანიზებულია საბიძგებლებით, კონვეიერული ქედიტ და რელსებზე მოძრაი ურიკებით. ამ უკანასკნელ მეთოდურ ღუმლებს ეკუთვნის გვირაბიანი ღუმლები, ღუმლები კარუსელური ქედიტ და სხვ.

სახურებელი გარემოს მიხედვით ღუმლები შეიძლება იყოს დამყანგველი ან დამცველი ატმოსფეროთი.

ტექნოლოგიური დანიშნულების მიხედვით სახურებელი ღუმლები ჭგუფდება იმ ოპერაციების მიხედვით, რომლებსთვისაც ისინი არიან განკუთვნილნი; მაგალითად, საწრთობი ღუმლები — წრთობისათვის, ღუმლები — მოწვისათვის, მოშვებისათვის და სხვ. კარუსელური ღუმლების გამოყენება შეიძლება ყველა თერმული ოპერაციის ჩასატარებლად, რისთვისაც მათ უნივერსალურ ღუმლებს უწოდებენ.

გამაცივებელი მოწყობილობანი. წრთობის ჩასატარებლად თერმულ საამქროს ესაჰიროება წყლისა და ზეთის გამაცივებელი ავზები, აგრეთვე სხვადასხვა სასწორებელი მოწყობილობანი და სამარჯვები. ასეთებია ხელით სწორების წნეხები, ჰიდრაულიკური წნეხები, სასწორებელი ფილები, ინდიკატორები და სხვ.

ხელსაწყობი თბური კონტროლისათვის. სხვადასხვა საწრთობი ხსნარებისა და ნაკეთების ხურების ტემპერატურის გასაზომად თერმულ საამქროს უნდა ჰქონდეს თერმომეტრები, თერმოწყვილები, ოპტიკური პირომეტრები, რადიაციული პირომეტრები, ტემპერატურის თვითმწერი ხელსაწყობი და სხვ.

XII თავი

ლეგირებული ფოლადი

ნახშირბადოვანი ფოლადი მანქანათმშენებლობის და ტექნიკის სხვა დარგების მზარდ მოთხოვნებს ვერ აკმაყოფილებს, ამიტომ იყენებენ ლეგირებულ ფოლადებს.

ლეგირებული ფოლადი ეწოდება ისეთ ფოლადს, რომელიც გარდა ნახშირბადისა და გარდუვალი მინარევეებისა, შეიცავს ერთ ან რამდენიმე სპეციალურ ელემენტს ან სილიციუმისა და მანგანუმის გაზრდილ რაოდენობას.

მალეგირებელ ელემენტებად გამოიყენება ქრომი, ნიკელი, მანგანუმი, ვოლფრამი, მოლიბდენი, ვანადიუმი, კობალტი და სხვა.

**§ 22. მალეგირებალი ელემენტების ურთიერთობა
კრინასა და ნახშირბადთან**

ყველა მალეგირებელი ელემენტი კრინასთან წარმოქმნის სხვადასხვა კონცენტრაციის მყარ ხსნარს. მალეგირებელი ელემენტების დამატება იწვევს გარდაქმნის კრიტიკული წერტილების (A_3 , A_4) გადაწვევებს, რასაც მოსდევს კრინის α ან γ მოლიფიკაციის საზღვრების გაღივება ან შემცირება. როდესაც მალეგირებელი ელემენტი ძლევს γ მოლიფიკაციის შემცირებულ ჩაკეტილ კონტურს, მაშინ α მოლიფიკაციის საზღვრები იზრდება; მალეგირებელი ელემენტები ყოველ ტემპერატურაზე გახსნილია α მყარ ხსნარში — ფერიტში, ამიტომ ასეთ ფოლადებს „ფერიტული ფოლადები“ ეწოდება, ხოლო როდესაც γ კრინის საზღვრები იზრდება და α კრინის საზღვრები მცირდება, მაშინ მალეგირებელი ელემენტები ყოველ ტემპერატურაზე გახსნილია γ მყარ ხსნარში — აუსტენიტში და ასეთ ფოლადს „აუსტენიტური ფოლადი“ ეწოდება. ფერიტულ ფოლადს წარმოქმნის ქრომი, ვოლფრამი, ვანადიუმი, მოლიბდენი, ალუმინი და სხვ., ხოლო აუსტენიტურ ფოლადს ნიკელი, მანგანუმი, კობალტი და სხვ. ფერიტული და აუსტენიტური ფოლადების თვისებები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან α და γ მყარი ხსნარების თვისებათა სხვადასხვაობის გამო.

როდესაც ზოგიერთი მალეგირებელი ელემენტი (W , Mn და სხვა) კრინაში ხსნადობის ზღვარზე მეტი რაოდენობით არსებობს, მყარ ხსნართან ერთად წარმოქმნის ქიმიურ ნაერთებსაც, მაგ., Fe_2W , Fe_3W_2 და ა. შ. ამგვარად, მალეგირებელი ელემენტები კრინასთან წარმოქმნის ან მხოლოდ მყარ ხსნარებს, ან მყარ ხსნარებს და ქიმიურ ნაერთებს.

ნახშირბადთან ურთიერთობის მიხედვით მალეგირებელი ელემენტები იყოფა ორ ჯგუფად: კარბიდის წარმოქმნელ ელემენტებად და ელემენტებად, რომლებიც კარბიდს არ წარმოქმნიან.

კარბიდის წარმოქმნელი ელემენტებია ქრომი, მანგანუმი, მოლიბდენი, ვოლფრამი, ვანადიუმი და სხვა. კარბიდები შეიძლება იყოს მარტივი (Cr_4C , Mn_3C) და რთული ($FeCr$)₃C და სხვ. რამდენად მეტია ფოლადში ნახშირბადი, მით მეტია მალეგირებელი ელემენტების კარბიდები.

კარბიდებს არ წარმოქმნის ნიკელი, კობალტი, ალუმინი და სხვა, რომლებიც ფოლადში უმთავრესად მყარი ხსნარების სახით არსებობენ.

ლეგიონური ფოლადები იყოფიან ქიმიური შედგენილობის, სტრუქტურის და დანიშნულების მიხედვით.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ლეგიონური ფოლადების კლასიფიკაციის დროს ერთი მხრივ, მხედველობაში იღებენ მალეგირებელი ელემენტების რაოდენობას და, მეორე მხრივ, მალეგირებელი ელემენტების საერთო პროცენტულ შემცველობას.

როგორც აღვნიშნეთ ლეგიონური ფოლადები რკინა-ნახშირბადის და გარდუვალი ელემენტების გარდა შეიცავს ერთ ან რამდენიმე მალეგირებელ ელემენტს. იმ შემთხვევაში თუ მანგანუმის და სილიციუმის რაოდენობა გაზრდილია ნახშირბადოვან ფოლადებთან შედარებით, მაშინ ეს ელემენტებიც მალეგირებელ ელემენტებს მიეკუთვნებიან. ლეგიონურ ფოლადებს სახელწოდება ენიჭებათ მალეგირებელი ელემენტების დსახელების მიხედვით, მაგალითად, ქრომიანი, ნიკელიანი (თუ ერთ მალეგირებელ ელემენტს შეიცავს), ქრომნიკელიანი (თუ ერთდროულად ორ მალეგირებელ ელემენტს შეიცავს, ქრომმანგანოსილიციუმისანი და ა. შ. ამ ფოლადებს შესაბამისად უწოდებენ სამმაგლეგირებულს თუ ერთ მალეგირებელ ელემენტს შეიცავს (აქ ორი ელემენტი იგულისხმება რკინა და ნახშირბადი); ოთხმაგლეგირებული თუ ორ მალეგირებელ ელემენტს შეიცავს; რთულ ლეგიონური თუ შეიცავს ორზე მეტ მალეგირებელ ელემენტს.

მალეგირებელი ელემენტების საერთო შემცველობის მიხედვით ფოლადები იყოფა სამ ჯგუფად: მცირედ ლეგიონური თუ მალეგირებელი ელემენტების საერთო შემცველობა 2,5%-ზე ნაკლებია; საშუალოდ ლეგიონურის — 2,5—10,0%-ა; უხვად ლეგიონური მალეგირებელი ელემენტების 10%-ზე მეტი შემცველობისა.

ლეგიონური ფოლადები სტრუქტურის მიხედვით იყოფა იმის და მიხედვით თუ რა სტრუქტურას იღებს ფოლადი მოწვის ან ნორმალიზაციის შემდეგ.

მომწვარ მდგომარეობაში ლეგიონური ფოლადები იყოფა: წინაევეტექტოიდურ (ფერიტი+პერლიტი), ევეტექტოიდურ (პერლიტი), ჩუევეტექტოიდურ (პერლიტი+სპეციალური კარბიდები ცემენტიტთან ერთად) და ლედებურიტულ (პერლიტი+ლედებურიტი) ფოლადებად.

ნორმალიზებულ მდგომარეობაში ლეგიონური ფოლადები სტრუქტურის მიხედვით იყოფა: პერლიტურ, მარტენსიტულ და აუსტენიტურ ფოლადებად.

პერლიტურ კლასს ეკუთვნის მცირედ ლეგიონური ფოლადები, რომლებსაც დიდი გამოყენება აქვთ ტექნიკაში.

მარტენსიტულ კლასს ეკუთვნის საშუალოდ ლეგირებული ფოლადები, რომლებიც დიდი სისალით და სიმყიფით ხასიათდებიან.

აუსტენიტური კლასის ფოლადები უზვადლეგირებულია, ახასიათებთ დიდი სიბლანტე, არამაგნიტურობა, ცვეთამდეგობა, ქიმიური მედეგობა. ამ კლასის ფოლადებს იყენებენ მაშინ, როცა დეტალებს მოეთხოვებათ კოროზიამდეგობა, ცეცხლგამძლეობა. ამ ფოლადების უარყოფითი მხარეა ცუდი დამუშავებადობა.

დანიშნულების მიხედვით ლეგირებული ფოლადები იყოფა საკონსტრუქციო, საიარაღო და სპეციალური დანიშნულების ფოლადებად.

საკონსტრუქციო ფოლადებს იყენებენ მანქანათა ნაწილებისა და სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად.

საკონსტრუქციო ლეგირებული ფოლადები, თავის მხრივ, შეიძლება დაიყოს საცემენტაციო, გასაუმჯობესებელ და დასააზოტებელ ფოლადებად.

საიარაღო ფოლადებს იყენებენ მჭრელი და საზომი იარაღების დასამზადებლად. სპეციალური დანიშნულების ფოლადები გამოიყენება განსაკუთრებული მიზნებისათვის, მაგალითად, ასეთებს მიეკუთვნება უჯანგავი, ცეცხლგამძლე, არამაგნიტური, მხურვალმედეგი და სხვ. ფოლადები.

ლეგირებული ფოლადების ნიშანდებია. სახელმწიფო საერთოსაკავშირო სტანდარტის (გოსტ-ის) მიხედვით ლეგირებული ფოლადების მალეგირებელი ელემენტების შემდეგი აღნიშვნებია მიღებული: A — აზოტი, X — ქრომი, C — სილიციუმი, B — ვოლფრამი, T — ტიტანი, K — კობალტი, M — მოლიბდენი, H — ნიკელი, II — ცირკონიუმი, Π — ფოსფორი, Γ — მანგანუმი, D — სპილენძი, Φ — ვანადიუმი, IO — ალუმინი, P — ბორი.

მალეგირებელი ელემენტების და ნახშირბადის პროცენტული შემცველობა ლეგირებულ ფოლადში ციფრებით აღინიშნება.

საკონსტრუქციო ლეგირებული ხარისხოვანი ფოლადის მარკის პირველი ორი ციფრი აღნიშნავს ნახშირბადის შემცველობას შეასედ პროცენტებში. შემდეგ იწერება მალეგირებელი ელემენტების აღნიშვნელი ასოები. თითოეული ასოს შემდეგ ამ ელემენტის საშუალო პროცენტული შემცველობა, როდესაც მისი რაოდენობა 1,50%-ს აღემატება. მაგალითად, 30XH3 აღნიშნავს ქრომნიკელიან ხარისხოვან ფოლადს, რომელიც შეიცავს 0,30% ნახშირბადს, დაახლოებით 1% ქრომს და 3% ნიკელს. თუ ფოლადი მაღალხარისხოვანია, მაშინ მარკის ბოლოში იწერება ასო A. მაგალითად, 25 XHBA აღნიშნავს მაღალხარისხოვან ქრომნიკელვოლფრამიან საშუალოდ ლეგირებულ ფოლადს. თუ ფოლადი შეიცავს აზოტს, მაშინ A ასო იწერება მარკის შიგნით, მაგალითად 15X17AΓ14.

საიარაღო ლევირებული ფოლადების ნიშანდებისას მარკის წინ იწერება არა ორი, არამედ ერთი ციფრი, რომელიც აღნიშნავს შემცველობას პროცენტის მეთოდ ნაწილებში. თუ საიარაღო ფოლადი შეიცავს დაახლოებით 1% ნახშირბადს, მაშინ მარკის წინ ციფრი სულ არ იწერება, მაგალითად, 9X, XГ და სხვ. ზოგჯერ ამ წესის დაცვა ზუსტად არ ხდება, მაგალითად, საიარაღო ფოლადი მიუხედავად იმისა, რომ შეიცავს 1,45—1,70% C ასე იწერება X12M.

ზოგიერთი ჭგუფის ფოლადებს აღნიშნავენ პირობით შემდეგი ასოებით: A — საავტომატო ფოლადს (A20); B — ელექტროტექნიკურს (B1, B2); C — ბურთულაქისრის (CX6, CX9, CX15), აქ როგორც გამოხატვისი ციფრები შესაბამისად აღნიშნავს 0,6, 0,9 და 1,5% C; P — სწრაფმჭრელს (P18); E — მაგნიტურს (EX3); U — კვლევითს, Π — სასინჯს და ა. შ.

§ 54. საკონსტრუქციო ლევირებული ფოლადები

საკონსტრუქციო ლევირებული ფოლადები ხასიათდება მაღალი მექანიკური თვისებებით, მაგალითად, დიდი სიმტკიცით, კარგი პლასტიკურობით, დარტყმითი სიბლანტით (14 კგ/სმ²) და დაღლილობის ზღვარით ($\sigma_{\text{უ}} = 50—55$ კგ/მმ²). გარდა ამისა, ლევირებულ ფოლადებს გააჩნია კარგი შეწრთობადობა, კრითა და წნევით კარგი დამუშავებადობა.

აღნიშნულ თვისებათა გამო ლევირებული საკონსტრუქციო ფოლადების გამოყენება აღიღებს კონსტრუქციის მუშაობის ხანგამძლეობას, იძლევა ლითონის ეკონომიას, აღიღებს მწარმოებლურობას, რის გამოც თანამედროვე პროგრესულ ტექნიკაში მანქანების დეტალებისა და სამშენებლო კონსტრუქციების ელემენტების დასამზადებლად მათ გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭებათ.

ლევირებული საკონსტრუქციო ფოლადები ნახშირბადს შეიცავს 0,1—0,55% ფარგლებში, ხოლო მალევირებული ელემენტების საერთო შემცველობა 6% არ აღემატება. ნახშირბადისა და მალევირებული ელემენტების მეტი შემცველობა ფოლადის დარტყმითი სიბლანტესა და პლასტიკურობას მკვეთრად ამცირებს.

ნახშირბადის შემცველობის მიხედვით ლევირებული საკონსტრუქციო ფოლადები იყოფა: დაცემენტებად (0,10—0,30% C) და გაუმჭობესებად (0,30—0,55% C) ფოლადებად.

დაცემენტებადი საკონსტრუქციო ლევირებული ფოლადების მარკებია (ბოსტ. 4543—57): 15Г, 20Г, 15X, 20X, 12XH3A, 12X2H4A, 18XГT, 30XГT. ამ ფოლადებს, ნახშირბადოვან ფოლადებთან შედარებით, აქვთ დიდი შეწრთობადობა, სიმტკიცე და სიბლანტე.

გაუმჯობესებადი ლეგირებული საკონსტრუქციო ფოლადების მარკებია: 40XA, 45XA; 40XГТ; 30 XHMA, 40 XBA, 40XΦ, 40XΦA, 50Г2, 55Г2 55C2, 60C2.

მანგანუმიანი დაცემენტებადი ფოლადები (15Г, 20Г) გამოიყენება წვრილი და საშუალო მცირედ დატვირთული დეტალების (მილისები, ლილვები, ლერძები და სხვ.) დასამზადებლად.

ქრომიანი დაცემენტებადი ფოლადებისაგან (15X, 20X) ამზადებენ დაცემენტებად კბილანებს, მუშტა ლილვებს და სხვ.

ქრომნიკელიანი დაცემენტებადი ფოლადები (12 XH3A, 12 X2H4A) გამოიყენება დაცემენტებადი მძიმედ დატვირთული დეტალების დასამზადებლად (კბილანები, თითები და სხვ.).

ქრომმანგანტიტანიან ფოლადებს (18 XГТ, 30XГТ) ფართო გამოყენება აქვთ ავტომობილის დეტალების (გადაცემის კოლოფის კბილანები, უკანა ხიდი) დასამზადებლად.

გაუმჯობესებადი ლეგირებული ქრომიანი (40X, 45X), ქრომმანგანტიტანიანი (40 XГТ), ქრომმანგანსილიციუმიანი (30 XГCA) ფოლადები გამოიყენება პასუხსაგები მცირე განიკვეთის (300 მმ²-მდე) დეტალების დასამზადებლად. უფრო დიდი განიკვეთის დეტალების დასამზადებლად კი იყენებენ ქრომნიკელიან (37 XH3A), ქრომნიკელ-მოლიბდენიან (40 XHMA) და ქრომვოლფრამიან (40 XBA) ფოლადებს.

ქრომვანადიუმიანი (40XΦ, 50 XΦA) ქრომმანგანუმიანი (55Г2), სილიციუმიანი (55C2, 60C2) ფოლადები გამოიყენება ზამბარებისა და რესორების დასამზადებლად. რომელთა თერმული დამუშავება მდგომარეობს 780—820°C. ტემპერატურაზე წითობაში და 400—500°C ტემპერატურაზე მოშვებაში.

დღეისათვის დიდი ყურადღება ექცევა მცირედ ლეგირებული საკონსტრუქციო ფოლადების წარმოებას; მათ იყენებენ ნახშირბადოვანი ფოლადების შემცველებად სამოქალაქო და სამრეწველო ნაგებობებში, საავტომობილო მრეწველობაში, ვაკონმშენებლობაში, აირსადენებისათვის და ა. შ. მცირედ ლეგირებული ფოლადების ზოგიერთი მარკა არის 15 ГС, 25 Г2С, 10 Г2СD, 15 XCHD, 10 XГ2H, 10 ГHD და სხვა.

§ 55. საიარაღო ლეგირებული ფოლადი

საიარაღო ლეგირებული ფოლადი ხასიათდება დიდი სიმტკიცით, სისაღით, დარტყმით სიბლანტით, წითელმედგობით, ცვეთამედგობით, გაწითობადობით, წითლობის სითანაბრით და აგრეთვე მცირე შიგა ძაბვებით ნახშირბადოვან საიარაღო ფოლადთან შედარებით.

საიარაღო ლეგირებული ფოლადებისაგან ამზადებენ მჭრელ, სა-
ხომ იარაღებს და დარტყმით-სატეიფრავ იარაღებს.

საიარაღო ლეგირებული ფოლადისაგან უმეტესად იყენებენ შემ-
დეგი მარკის ფოლადებს: X; 9XC; XГ; XBГ; X12M; X12Φ1;
5 XHM; 5 HXT; 3 X2B8; 4XB2C; 4X8B2.

X; 9 XC; XГ; XBГ მარკის ფოლადებს იყენებენ ფრეზების,
ბურღების, შიგსახრახნების, კალიბრებისა და ცივად შტამპვის ია-
რაღებს დასაზადებლად, X12M; X12Φ1 მარკის ფოლადებს კი —
მემოსაჭრელი შტამპების და სხვა პასუხსაგები იარაღებისათვის.

7X3, 5XHM და 5 HHT მარკის ფოლადები შტამპებისათვის გა-
მოიყენება. 3X2B8, 4XB2C და 4X8B2 მარკის ფოლადებისაგან ამ-
ზადებენ მატრიცებს და პუანსონებს ცხელი შტამპვისათვის.

§ 66. სწრაფმჭრელი ფოლადი

სწრაფმჭრელი ფოლადი ლეგირებული ფოლადების ლედებური-
ტის კლასს ეკუთვნის. იგი უხვად ლეგირებული საუკეთესო საიარა-
ღო ფოლადია. ამ ფოლადის ძირითადი უპირატესობა და თავისებუ-
რება სხვა მარკის საიარაღო ფოლადებთან შედარებით არის წითელ-
მდეგობა, ე. ი. უნარიანობა, არ დაკარგოს თავისი სისალე და ქრის
უნარი მუქწითელ ვარვარებამდე (დაახლოებით 6000-მდე) გახურების
დროს. ამის განვითარებული ფოლადისაგან დამზადებულ იარაღს
შეუძლია ლითონის დიდი სიჩქარით ქრა, საიდანაც წარმოიშვა ფო-
ლადის სახელწოდება „სწრაფმჭრელი“. სწრაფმჭრელი ფოლადისაგან
ამზადებენ მაღალი სიჩქარით მომუშავე მჭრელ იარაღებს.

დღეისათვის გავრცელებული სწრაფმჭრელი ფოლადებია P 18,
P 9, სადაც P აღნიშნავს სწრაფმჭრელს („რაპიდ“ ფრანგულად ნიშ-
ნავს „სწრაფს“), მისი შემდეგი ციფრი აღნიშნავს ვოლფრამის შემ-
ცველობას. სწრაფმჭრელი ფოლადის ძირითადი მალეგირებელი
ელემენტებია ვოლფრამი, ქრომი და ვანადიუმი.

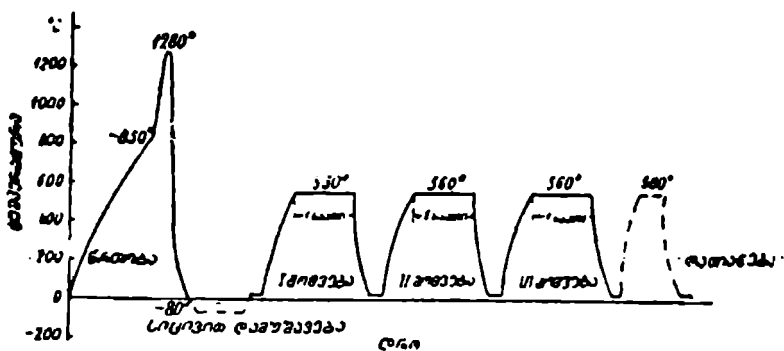
სწრაფმჭრელი ფოლადის თერმული დამუშავება. სწრაფმჭრელი
ფოლადის თერმული დამუშავების სახეებია მოწვა, წრთობა და მოშ-
ვება.

სწრაფმჭრელი ფოლადის მოწვის მიზანი ისეთივეა, როგორც
ჩვეულებრივი ფოლადისა, სახელდობრ: სისალის შემცირება და
ქრით დამუშავებადობის გაუმჯობესება, ჰედვისა და გლინვის შემდეგ
მიღებული ძაბვების მოხსნა, წრთობისათვის სტრუქტურის მომზა-
დება.

სწრაფმკრელი ფოლადი მაღალ მკრელ თვისებებს წრთობისა და მრავალჯერადი მოშვების შემდეგ იღებს.

როგორც სქემიდან ჩანს (ნახ. 69), წრთობისათვის 850° მდე იარაღის გახურება უნდა იყოს ნელი, შემდეგ კი წრთობის ტემპერატურამდე ($1270-1280^{\circ}$) — ჩქარი, სწრაფი გახურება საჭიროა აუსტენიტის მარცვლის ზრდისა და ფოლადის გაუნაწირბადიანების თავიდან ასაცილებლად.

სწრაფმკრელი ფოლადის მაღალ ტემპერატურაზე გახურება წარმოებს აუსტენიტში კარბიდების დიდი რაოდენობით გახსნის მიზნით. შემდგომი სწრაფი გაცივების შედეგად აუსტენიტი გარდაიქმნება მარტენსიტად და ინარჩუნებს მასში გახსნილ კარბიდებს, რითაც იარაღი იძენს 600° ტემპერატურაზე დიდი სიჩქარით კრის უნარს.



ნახ. 69. P 18 სწრაფმკრელი ფოლადისაგან დაზადებული იარაღის წრთობა და მრავალჯერადი მოშვების სქემა.

მაქსიმალური ტემპერატურის (1280°) დროს დაყოვნება მცირეა (1—2 წამი). რამდენადაც მაღალია გახურების ტემპერატურა, იმდენად მცირეა დაყოვნება.

სწრაფმკრელ ფოლადს აცივებენ ზეთში ან ჰაერის ჰაელში. ამის შედეგად მიიღება სტრუქტურა, რომელიც შედგება 50% მარტენსიტისაგან, 20%-მდე კარბიდებისა და 30%-მდე აუსტენიტისაგან. რადგანაც აუსტენიტი არასაკმარისი სისაღით ხასიათდება, ამიტომ ნაწრთობი სწრაფმკრელი ფოლადის სისაღეც მიიღება არასაკმარისად მაღალი. მრავალჯერადი მოშვებით 560° -ის დროს ხდება ნარჩენი აუსტენიტის მარტენსიტად გარდაქმნა, რითაც სწრაფმკრელი ფოლადის სისაღე იზრდება.

უკანასკნელ დროს სწრაფმკრელ ფოლადს იზოთერმულ მოწეას უკეთებენ, ამისათვის ფოლადს ახურებენ $900-920^{\circ}$ -მდე, შემდეგ სწრაფად აცივებენ $720-740^{\circ}$ -მდე, ამ ტემპერატურაზე აყოვნებენ.

სწრაფმკრელი ფოლადის სიცივით დამუშავება. როგორც აღვნიშნეთ, მრავალჯერადი მოშვების მიზანია ნარჩენი აუსტენიტის მარტენსიტად გარდაქმნა. გამოკვლევებმა აჩვენეს, რომ იგივე მიზანი შეიძლება მიღწეულ იქნეს ფოლადის ძლიერ დაბალ ტემპერატურამდე (-80° -დან -195° -მდე) გაცივებით. ამისათვის გამაცივებელ გარემოდ იყენებენ მშრალ ყინულს სპირტთან ერთად (-75°), თხევად უანგბადს (-183°) და სხვ.

ამგვარად, სიცივის გამოყენებით სწრაფმკრელი ფოლადის თერმული დამუშავების რეჟიმი ასეთია: წრთობა, სიცივით დამუშავება და შემდეგ ერთსელ მოშვება ნარჩენი ($10-15\%$) აუსტენიტის მარტენსიტში გადასაყვანად.

სწრაფმკრელი ფოლადისაგან დამზადებული იარაღების კრის უნარიანობის ასამაღლებლად აწარმოებენ ამ იარაღების დაბალტემპერატურულ თხევად დაციანებას.

§ 67. განსაკუთრებული თვისებების ფოლადები

უქანგავი ფოლადები. ფოლადებს, რომლებიც ზასიათლებიან სხვადასხვა აგრესიულ გარემოში (ჰაერის ატმოსფეროში, წყლის ორთქლში, ზღვის წყალში, მარილებისა და მჟავების ხსნარებში) სხვადასხვა ტემპერატურის დროს კოროზიისადმი დიდი წინააღმდეგობით, უქანგავი ეწოდება.

უქანგავ ფოლადებს ეკუთვნის ქრომიანი ფოლადები, რომლებიც შეიცავენ $0,05-0,45\% C$ და $12-30\% Cr$. მათი მარკებია: 1X13, 2X13, 3X13, 4X13, X17 და X27.

ქრომუხვი ფოლადების უქანგველობა აიხსნება იმით, რომ ფოლადის ზედაპირზე წარმოიქმნება ქრომის უანგის თხელი და მკვრივი აფსკი, რაც იცავს ლითონს აგრესიული გარემოს შემდგომი მოქმედებისაგან. ქრომუხვ ფოლადებს იყენებენ მანქანის დეტალების, საზომი, მკრელი და ქირურგიული იარაღებისათვის.

უფრო დიდი კოროზიამდეგობით ზასიათდება ქრომნიკელიანი და ქრომმანგანუმიანი ფოლადები (X18H9T, 0X18H 10, X14G, 14H3T). ეს ფოლადები უძლებს აზოტისა და გოგირდის მჟავებისა და სხვ. ქიმიური ნაერთების მოქმედებას. მათ იყენებენ აზოტის საღებავებისა და სხვ. წარმოებებში.

მ ხ უ რ ვ ა ლ მ ე დ ე გ ი (**ხ ე ჯ მ ე დ ე გ ი**) **ფოლადი.** მხურვალმედეგი, ანუ ხენჯმედეგი ეწოდება ისეთ ფოლადს, რომელიც მაღალ ტემპერატურაზე ზასიათდება ხენჯის წარმოქმნისადმი დიდი წინააღმდეგობით მაღალი ტემპერატურების ხანგრძლივი მოქმედების დროს. ასეთი ფოლადია ეგრეთ წოდებული სილქრომი

X9C2, X12C10 და სხვ.), რომელიც ხენჯმედეგობას ინარჩუნებს 800—100°-მდე ტემპერატურაზე და იყენებენ ისეთი დეტალებისათვის, რომლებიც მუშაობენ მაღალ ტემპერატურაზე დაუტვირთავად. ავტომობილის სარქველებისათვის იხმარება 4X9C2 და X56CK) სილქრომი.

მხურვალმტკიცე ფოლადები და შენადნობები ხასიათდება მაღალი მექანიკური სიმტკიცით მაღალი ტემპერატურების ხანგრძლივი მოქმედებისას. ასეთია, მაგალითად, XH77TIO შენადნობი ნიკელის საფუძველზე, რომელსაც იყენებენ მაღალი ტემპერატურისა და დატვირთვის პირობებში.

ფოლადებს, რომლებსაც ახასიათებთ მხურვალმედეგობა და მხურვალმტკიცობა მხურვალგამძლე ფოლადებს უწოდებენ.

დიდი ელექტროწინალობის შენადნობები ხენჯმედეგი ფოლადების ჩგუფს ეკუთვნის და იყენებენ გამახურებელ ღუმელების წინალობის ელემენტების დასამზადებლად.

დიდი ელექტროწინალობის შენადნობებს ეკუთვნის: ფექრალი (1X17IO5), ქრომალი (0X25IO5), ნიქრომი 60 (X15H60) და 80 (X20H80). ეს შენადნობები ნახშირბადს შეიცავს 0,06—0,15%-მდე, გარდა უკანასკნელისა, რომელიც ნახშირბადს სულ არ შეიცავს.

მაგნიტური ფოლადები. არჩევენ მაგნიტური ფოლადების ორ ჩგუფს: მაგნიტურბილსა და მაგნიტურსალს.

მაგნიტურბილი ფოლადები ხასიათდება მცირე კოერციტიული ძალით და დიდი მაგნიტური შეღწევადობით; იყენებენ ელექტრომაგნიტებისათვის, მადნიტურბილ ფოლადებს ეკუთვნის ტექნიკური რკინა ($C < 0,025\%$), სატრანსფორმატორო ფოლადი ($C < 0,06\%$), დინამოს ფოლადი ($C < 0,1\%$).

მაგნიტურსალ ფოლადებს ახასიათებთ დიდი კოერციტიული ძალა, დიდი ნარჩენი ინდუქცია და მცირე მაგნიტური შეღწევადობა იყენებენ მუდმივი მაგნიტების დასამზადებლად. მათ ეკუთვნის ფოლადები: EX2, EX3A და უნახშირბადო შენადნობები AH2 (13% Al, 24,5% Ni; 3,5% Cu) და AHKC4 (9% Al; 13,5% Ni; 24% Co; 3% Cu).

ცვეთამედეგი ფოლადები. დიდი ცვეთამედეგობით ხასიათდება მანგანუმიანი Γ13 მარკის ფოლადი შეიცავს 1—1,30% C და 11—14% Mn). ეს ფოლადი 1000—1100°C-ზე წრთობისას იძენს მაღალ სიბლანტეს და ცვეთამედეგობას. ასეთ ფოლადს იყენებენ რკინიგზების ჩვარედებისა და ისრებისათვის და სხვ..

ფოლადები მცირე გაფართოების კოეფიციენტით. ასეთებს მიეკუთვნება ნიკელუხვი ფოლადები: ინვარი (H 36), პლათინიტი (H 42) და ელინვარი (X8H36).

ფხვნილთა მეტალურგია

ფხვნილთა მეტალურგიაში ანუ ლითონკერამიკულ წარმოებაში იგულისხმება ლითონური და არალითონური ფხვნილების მიღების, მათი შეზავების და ნაკეთობათა დამზადების პროცესების ერთობლიობა.

ფხვნილთა მეტალურგიით ლითონური ნაკეთობების დამზადება ზღვრის დონის, ჩამოსხმის და კრით დამუშავების პროცესების გარეშე დამუშავების ხარჯების დიდი ეკონომიით. იგი საშუალებას იძლევა დამზადდეს ისეთი ნაკეთობები, რომელთა მიღება სხვა მეთოდებით შეუძლებელია (მაგალითად, ძნელადდნობადი ლითონები). ამით აიხსნება, რომ ამჟამად სსრ კავშირში დიდი ყურადღება ექცევა ფხვნილთა მეტალურგიის განვითარებას.

§ 58. სალი ლითონკერამიკული შენადნობები

ნაწრობი ფოლადის, სალზედაპირიანი თუჯისა და ფოლადის სხმულების დასამუშავებლად სწრაფმკრელი ფოლადი გამოუსადეგარია. ამიტომ საჭირო გახდა უფრო სალი და შედეგი ჰაიარალო მასალების შექმნა. ასეთ მასალებს მიეკუთვნება ლითონკერამიკული სალი შენადნობები.

ლითონკერამიკული სალი შენადნობების მისაღებად ვოლფრამის, ქრომის, ტიტანის, ტანტალის კარბიდებს ურევენ კობალტის ფხვნილის საჭირო რაოდენობას. პროცენტულ შედგენილობას არჩევენ მათი დანიშნულების მიხედვით, ფხვნილების ნაზავს კარგად შერევის შემდეგ ათავსებენ წნეხყალიბში, ახურებენ კობალტის (რომელიც ასრულებს შემკვრელის მოვალეობას) პლასტიკური მდგომარეობის ტემპერატურამდე (1400°C) შეზაცობად.

არჩევენ ლითონკერამიკული სალი შენადნობების სამ ჯგუფს: ვოლფრამიანი (BK), ტიტანვოლფრამიანი (TK) და ტიტანტანტალვოლფრამიანი (TTK).

ვოლფრამიანი სალი შენადნობების მარკებია: BK3, BK6, BK8, BK10, BK15 და სხვ.; ტიტანვოლფრამიანისა T5K10, T15K6; T30K4; ტიტანტანტალვოლფრამიანისა TT7K12.

სალი შენადნობის მარკის წინა B ასო აღნიშნავს ვოლფრამის კარბიდს, K — კობალტს, მის შემდეგ ციფრი კობალტის პროცენტულ შემცველობას, დანარჩენი იგულისხმება ვოლფრამის კარბიდის პროცენტული შემცველობა. TK შენადნობში T აღნიშნავს ტიტანის კარბიდს, ციფრი (ან რიცხვი) მის შემდეგ ტიტანის კარბიდის პრო-

ცენტულ რაოდენობას, ბოლო რიცხვი კობალტის პროცენტულ შემცველობას, დანარჩენი იგულისხმება ვოლფრამის პროცენტული რაოდენობა. ასე გაიშიფრება TTK შენადნობების მარკები, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ TT-ს შემდეგ რიცხვი აღნიშნავს ტიტანისა და ტანტალის კარბიდების პროცენტულ შემცველობას ერთად. ზოგჯერ მარკის ბოლოში იწერება ასო M (BK6M), რაც ნიშნავს წვრილმარცვლოვანს. ასეთი შენადნობი ხასიათდება დიდი სისალით და იყენებენ გათეთრებული თუჩის დასამუშავებლად. წვრილი მარცვლები უზრუნველყოფს იარაღის მედეგობის გაზრდას. მარკის ბოლოს ასო B (T15K12B) მიგვანიშნებს, რომ შენადნობი მსხვილმარცვლოვანია და ხასიათდება დიდი სიმტკიცით. გამოიყენება შენადნული ნაკერების რანდვისა და შავად ჩარჩვის დროს (ისევე როგორც TT7K2).

ვოლფრამისა და კობალტის დეფიციტურობის გამო უკანასკნელ დროს დიდი ყურადღება ექცევა ახალი სალი შენადნობების მიღებას, ამ ელემენტების შემცველობის გარეშე. მაგალითად, მიღებულია სალი შენადნობები ტიტანისა და ქრომის კარბიდების საფუძველზე უქანგავი ნიკელის შენადნობის შემაკავშირებლით, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 900—950°C ტემპერატურის დროს. მიღებულია აგრეთვე ტიტანის კარბონიტრიდი (ტიტანის, კარბიდის, ნახშირბადის და აზოტის ნაერთი), რომელიც თვისებებით არ ჩამორჩება ვოლფრამის კარბიდს.

ასევე მიღებულია „სიალონის“ (სილიციუმისა და ალუმინის ფუძეზე) ტიპის შენადნობები, რომელთა ექსპლუატირება შეიძლება 200—300°C-მდე.

ფხვნილების შეცხოვრით ახლა ამზადებენ აგრეთვე ალმას-ლითონურ საიარაღო მასალებს, რომლებიც დიდი მედეგობით და ქრის თვისებებით ხასიათდებიან. მაგალითად, მიღებულია საიარაღო მასალა ეგრეთ წოდებული „ელბორი“ -- ბორის კარბიდისაგან (შემაკავშირებლად გამოიყენება სპილენძი, ნიკელი), რომელიც ქრის უნარს ინარჩუნებს 1400°C-მდე.

დიდად საყურადღებოა ფხვნილთა მეტალურგიის ტექნოლოგიით დამზადებული სწრაფმჭრელი ფოლადები, რომლებიც 3—5-ჯერ უფრო მეტი მდგრადობით ხასიათდებიან ჩვეულებრივ სწრაფმჭრელ ფოლადებთან შედარებით.

§ 59. სააონსტრუქციო ლითონთა რეაქტიული მასალები

ფხვნილთა მეტალურგია ფართო გამოყენებას იღებს მანქანათმშენებლობაში განსაკუთრებით ისეთი დეტალების დასამზადებლად, რომელთაც მოეთხოვებათ სპეციალური თვისებები მაგალითად, ან-

ტიფრიკიციულობა, დიდფოროვნება, მზურვალმტკიცობა, მზურვალმედევობა, ფრიკიციულობა და სხვ.

შეცხოზილ ანტიფრიკიციულ მასალეზში (ფორიანობით 10—35%) მყარი მდგენელია რკინა, ხოლო ფორის (რბილი მდგენელის) მოვალეობას ასრულებს ზეთი, გრაფიტი, პლასტმასა. ასეთი მასალეზისაგან დამზადებულ სრიალის საკისრები შეზეთვას აღარ საჭიროებენ. ფრინტიციული მასალეზის მიღება შეიძლება სპილენძის ან რკინის ფუძეზე აზბესტის, ქანგეულების და სხვ. დამატებით.

დიდფოროვან მასალეზს (ფორიანობით 50%-მდე) ამზადებენ ფოლადის, ალუმინის ტიტანის, ბრინჯაოს და სხვ. მასალეზის ფხვნილებისაგან (აირწარმოქმნელი ნივთიერებეზის დამატებით) შეცხოზით. შეცხოზა ხდება წნეხვის გარეშე.

მზურვალმტკიცე და მზურვალმედეგ შეცხოზილ მასალეზს ჩვეულებრივი მეთოდით მიღებულ მასალეზთან შედარებით ახასიათებთ უფრო დიდი სიმტკიცე და მედეგობა (3000°C-მდე ნაცვლად 850—900°C-სა). ეს მიიღწევა ძნელად დნობადი ფხვნილების (ქანგეულები, კარბიდები) ფუძეზე ისეთი შემაკავშირებლის გამოყენებით, რომელთა მზურვალმტკიცობა ახლოა ფუძე ფხვნილთან.

ფხვნილთა მეტალურგიით საკონსტრუქციო დეტალეზის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის თანამიმდევრობა შემდეგნაირია: ფხვნილების დამზადება:

ფხვნილების ნარევის შემზადება (ფხვნილების კლასიფიკაცია ნაწილაკეზის ზომის მიხედვით. მისართეზის — პლასტიფიკატორეზის, ადვილდნობეზის, აირწარმოქმნელების და სხვ. დამატება და შერევა);

ნამზადის ან დეტალის ფორმირება წნეხვით (ცივი, ცნელი), გლინვით, გამოწნეხვით ან პიდროსტატიკური მეთოდით (ამ უკანასკნელ შემთხვევაში თავიდან აცილებულია წნეხყალიბეზის დამზადება);

შეცხოზა და ნამზადის საბოლოო დამუშავება (საჭიროეზის შემთხვევაში).

XIV თავი

ფერადი ლითონეზის შენადნობეზი

ფერადი ლითონეზი და მათი შენადნობეზი განსაკუთრებული თვისებეზის გამო ფართოდ გამოიყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. ფერადი ლითონეზის შენადნობეზიდან თანამედროვე მრეწველობაში უფრო გავრცელებულია ალუმინის, სპილენძის მაგნიუმის

შენადნობები და აგრეთვე სასაქისრე ფერადი შენადნობები (ბაბიტები). საავიაციო მრეწველობაში უმთავრესად გავრცელებულია ალუმინისა და მაგნიუმის შენადნობები.

§ 66. ალუმინი და მისი შენადნობები

ალუმინის თვისებები და გამოყენება. ალუმინი, მცირე კუთრი წონის (2,7) მქონე ლითონია. მისი ღნობის ტემპერატურა 658° -ია, ხასიათდება მძლავრი ელექტროგამტარობით, კარგი კოროზიამდეგობით და პლასტიკურობით, რის გამოც კარგად იშტამპება და იგლინება. ალუმინის მექანიკური თვისებები დაბალია ($\sigma_b = 8-10$ კგ/მმ², $HB = 20$), ცივად დამუშავების შემდეგ მისი მექანიკური თვისებები მალა იწევს, ზოლო პლასტიკურობა მკვეთრად მცირდება.

სუფთა ალუმინის მარკებია: AB 0000; AB 000; AB 00; AB 0; A 00; A 000; A0; A₁; A₂; A₃, სადაც AB ნიშნავს უმაღლესი ხარისხის ალუმინს, ციფრები — ნომერს. ყველაზე სუფთა ალუმინი (AB 0000) 99,99%, შეიცავს, უკანასკნელი მარკისა (A3) კი — 98,0% Al.

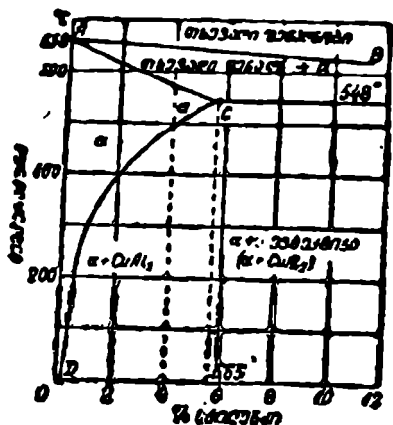
ალუმინის შენადნობები. ალუმინის შენადნობები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: დეფორმირებად ალუმინის შენადნობებად, რომელთაგან წნევით დამუშავებით (გლინვის, ჰედვის და შტამპვის და სხვ. გზით) ნაირგვარ ნამზადებს ამზადებენ, და სამსხმელო შენადნობებად, რომელთაგან ნახევარფაბრიკატების დამზადება ჩამოსხმის გზით ხდება.

დეფორმირებადი შენადნობები, თავის მხრივ, კიდევ იყოფა ორ ჯგუფად: შენადნობებად, რომლებიც სიმტკიცეს მოპირსალებით იმადლებენ და შენადნობებად, რომლებიც სიმტკიცეს თერმული დამუშავებით იღებენ.

სიმტკიცეს მოპირსალებით იმადლებენ, მაგალითად, AMU და AMF შენადნობები (შესაბამისად შეიცავენ Al—Mn და Al—Mg). AMU შენადნობები გამოიყენება მომწვარ (AMUM) და ნახევარ-მოპირსალებულ (AMUP) მდგომარეობაში. AMF შენადნობები ხასიათდება მძლავრი პლასტიკურობით, კოროზიამდეგობით და კარგი შედუღებადობით, ამიტომ მათ იყენებენ ღრმად საშტამპი შენადნობელი კოროზიის პირობებში მომუშავე დეტალებისათვის.

სიმტკიცეს თერმული დამუშავებით იღებენ მაგალითად, Al—Cu შენადნობები, რომელთა მდგომარეობის დიაგრამის ნაწილი მოცემულია 68-ე ნახაზზე.

ალუმინი სპილენძთან იძლევა მყარ ხსნარს. სპილენძის მაქსიმალური ხსნადობა 5,6%-ია 548° დროს. გაცივებისას ეს ხსნადობა



ნახ. 70. Al—Cu შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის ნაწილი.

ფაზიან (α მყარი ხსნარი) აგებულებას. ამ ტემპერატურიდან სწრაფი გაცივებით (წროთობით) α მყარ ხსნარში $CuAl_2$ გამოყოფას ვერ ასწრებს და ოთახის ტემპერატურაზე შენადნობის სტრუქტურა ერთგვაროვანი, გადამეტყვერებული მყარი ხსნარისაგან შედგება, რომელიც ტემპერატურისა და დროის მიხედვით იშლება.

ოთახის ტემპერატურაზე შენადნობის α მყარ ხსნარში ხდება სპილენძის ატომების განსაზღვრულ ცენტრებთან შეკრება და სპილენძით მდიდარი ზონების შექმნა (როგორც ეს ხდება ბუნებრივ დაძველების დროს). ატომების გადაადგილება იწვევს კრისტალური გისოსის დამახინჯებას, რის შედეგადაც შენადნობის სიმტკიცე მალდება.

შენადნობის $150-180^{\circ}C$ ტემპერატურაზე დაყოვნების დროს (როგორც ეს ხდება ხელოვნური დაძველებისას) α მყარი ხსნარი იშლება და სპილენძის ატომების კონცენტრაციის ადგილას Q ფაზა წარმოიქმნება. ამ ფაზას აქვს ისეთივე შედგენილობა, როგორც $CuAl_2$ -ს, მხოლოდ ხასიათდება სხვაგვარი კრისტალური გისოსით, ე. ი. წარმოადგენს $CuAl_2$ -ის მოდიფიკაციას. Q ფაზა შენადნობს აძლევს მაღალ მექანიკურ თვისებებს. თუ დაძველების ტემპერატურა უფრო მაღალია, მაშინ წარმოიქმნება $CuAl_2$, რომელიც შენადნობის სიმტკიცის შემცირებით ხასიათდება.

დ უ რ ა ლ უ მ ი ნ ი (დურალუმინი ნიშნავს მაგარ ალუმინს ფრანგულად „დურ“ — მაგარი). ალუმინის შენადნობი დურალუმინი

მცირდება და ოთახის ტემპერატურის დროს იგი თითქმის ნულს უდრის. ტემპერატურის ნელი შემცირებისას ხსნარი იშლება და გამოყოფს $CuAl_2$ ნაერთის კრისტალებს, ასე რომ Al—Cu შენადნობთა ნელი გაცივებისას (ე. ი. უწროთობ ან მომწვარ მდგომარეობაში) მათი სტრუქტურა ოთახის ტემპერატურაზე იქნება α მყარი ხსნარი (თითქმის სუფთა ალუმინი) და $CuAl_2$ კრისტალები, რომლებიც ხასიათდებიან დაბალი სიმტკიცით.

თუ Al—Cu შენადნობებს გავახურებთ, მაშინ DC ხაზზე $CuAl_2$ -ის ჰარბი კრისტალები იხსნება ალუმინში და შენადნობი ადებს ერთ-

ფართოდ გავრცელდა მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, განსაკუთრებით დიდი გამოყენება აქვს საავიაციო მრეწველობაში. ჩვეულებრივ ღურალუმინი შეიცავს, დაახლოებით, 4—5%-მდე სპილენძს და აგრეთვე მაგნიუმს, მანგანუმს და სილიციუმს — თითოეულს, დაახლოებით 0,5% რაოდენობით.

სპილენძის 4,5%-მდე და მაგნიუმის 0,6%-მდე შემცველობის ზრდა ღურალუმინს მატებს სიმტკიცეს და ფარდობით წაგრძელებას, ხოლო შემდეგი ზრდა ამცირებს მის პლასტიკურობას და კოროზიამდეგობას.

მანგანუმი ამაღლებს ღურალუმინის სისალეს, სიმტკიცეს და კოროზიამდეგობას.

სილიციუმი და რკინა მვენე მინარევებია, მაგრამ მათი ღურალუმინში არსებობა გარდუვალია.

მანქანათმშენებლობაში ყველაზე უფრო გამოყენებული ღურალუმინის მარკებია: D16, D19, D20, D21. სადაც D ასო ღურალუმინს ნიშნავს, ციფრი შენადნობის ნომერს. მარკის შემდეგ იწერება ასოები იმის მიხედვით, თუ რა დამუშავება განიცადა ამ მასალამ, მაგალითად, მოწვის შემთხვევაში იწერება M, რაც რბილს ნიშნავს, T — წრთობისა და დაძველების დროს, TH — თუ წრთობასა და დაძველებასთან ერთად მოპირსალებაც განიცადა, A აღნიშნავს მაღალხარისხოვანს.

მაგალითად, მარკა D16ATH ნიშნავს 16 ნომრის მაღალხარისხოვან, ნაწრთობ, დაძველებულ და მოპირსალებულ ღურალუმინს.

ღურალუმინის თერმული დამუშავების სახეებია: წრთობა, შემდგომი დაძველებით და მოწვა.

წრთობასა და დაძველებას ღურალუმინის სიმტკიცის და კოროზიამდეგობის ასამაღლებლად ახდენენ. წრთობა წყალში ტარდება. წრთობისათვის გახურება წარმოებს გამდნარი მარილების აბაზანებში — 450—520°C ტემპერატურებში. უფრო მეტი გახურება საშიშია, რადგან იწვევს ღურალუმინის გადაწვას და მისი მექანიკური თვისებების მკვეთრად შემცირებას.

ღურალუმინი სიმტკიცეს წრთობისთანავე არ იმაღლებს, ამისათვის წრთობის შემდეგ, ჩვეულებრივ, ხდება ბუნებრივი დაძველება, ნაწრთობი ღურალუმინის ნაკეთის დაყოვნებით ოთახის ტემპერატურაზე 5—7 დღე-ღამის განმავლობაში. ბუნებრივი დაძველების დროს სიმტკიცის ზრდა განსაკუთრებით სწრაფად მიმდინარეობს პირველ 24 საათში. წრთობიდან 1—3 საათის განმავლობაში განმტკიცება შედარებით უმნიშვნელოა, ამიტომ სწორედ ამ დროის განმავლობაში ცდილობენ ნაკეთის ცივად სადუფორმაციო ოპერაციის ჩატარებას, მაგალითად, ღურალუმინის მოქლონების კონსტრუქ-

ციხე დამოქლონებას წრთობის შემდეგ 3 საათის განმავლობაში აწარმოებენ.

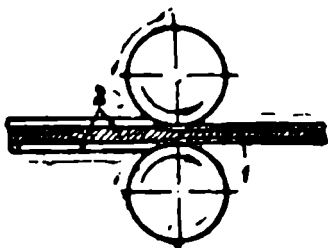
ბუნებრივად დაძველებული ღურალუმინის 250—270°C-ზე ხანმოკლე (20—40 წმ-ით) ხურება მას ახლად ნაწრთობ მდგომარეობას უბრუნებს. ამ მოვლენას „დაბრუნებას“ უწოდებენ. მას პრაქტიკული გამოყენება აქვს ცივად შტამპვის დროს ხელმეორედ წრთობის მაგივრად. ამ პროცესის რამდენჯერმე განმეორება არ შეიძლება, რადგან იწვევს მექანიკური თვისებების შემცირებას.

ხელოვნური დაძველების შედეგად მიღებული ღურალუმინის კოროზიამდეგობა და სიმტკიცე ბუნებრივად დაძველებულ ღურალუმინთან შედარებით უფრო დაბალია, მაგრამ სამაგიეროდ ხელოვნური დაძველების დროს ღურალუმინის დენადობის ზღვარი ბუნებრივად დაძველებულ ღურალუმინზე მაღალია, ამიტომ, როდესაც სურთ მაღალი დენადობის ზღვრის მქონე ღურალუმინის მიღება, ახდენენ მის ხელოვნურ დაძველებას 150—160°C-ზე 12—18 საათის დაყოვნებით.

ღურალუმინის ცივად წნევით დამუშავების დროს ადგილი აქვს მისი პლასტიკურობის შემცირებას. პლასტიკურობის ამალღება მოწვევით შეიძლება. ხშირად მოწვას წნევით დამუშავების დროს შუალედ ოპერაციად იყენებენ. ღურალუმინის მოწვის 360°-ია.

ღურალუმინის მიტკეცა (პლაკირება). ღურალუმინს იყენებენ ფურცლების, ლენტების, წნელების პროფილებისა და მეთულის სახით. კოროზიამდეგობის ასამალღებლად ღურალუმინის ფურცლებს იყენებენ სუფთა ალუმინის (99,5—99,7% Al) თხელი შრით მიტკეცილ მდგომარეობაში. თხელი ფურცლებისათვის 3-ტკეცის შრის სისქე შეადგენს ფურცლის სისქის 4% (ცალ მხარეს), სქელი ფურცლებისათვის კი — 2%-ს.

მიტკეცისათვის (ნახ. 71) ღურალუმინის ნაშადს AO ან Al მარკის ფურცელს ახვევენ, 420—450°-მდე ახურებენ და გლინვას აწარმოებენ.



ნახ. 71. ღურალუმინის მიტკეცის სქემა: 1 — ღურალუმინი; 2 — სუფთა ალუმინი.

ამ დროს გლინვასთან ერთად ხდება სუფთა ალუმინის შრის ღურალუმინზე მიდღღება. ცხლად გლინვა ღურალუმინის 6 მმ სისქემდე გრძებდება, უფრო ნაკლები სისქის ფურცლების მისაღებად გლინვა ცივად წარმოებს.

საბეჭდი და საშტამპი ალუმინის შენადნობები. მანქანების მთელი რიგი დეტალების (მაგალითად, დგუშების, ფრთებისა და სხვ.) დამზადება ალუმი-

ნის შენადნობებისაგან ჰედვის ან შტამპვის გზით ხდება. საჰედ და საშტამპი ალუმინის შენადნობებს მაღალ მექანიკურ თვისებებთან ერთად უნდა გააჩნდეთ კარგი პლასტიკურობაც ცხელ მდგომარეობაში.

საჰელი და საშტამპი შენადნობებია მაგალითად, АК4, სადაც АК ნიშნავს საჰედ ალუმინის შენადნობს, მომდევნო ციფრა პირობით ნომერს.

ალუმინის შენადნობების ჰედვას აწარმოებენ 470—430°C ტემპერატურაზე. წრთობას — 510—520°C და დაჰველებას — 150—180°C 15—20 საათის განმავლობაში.

ალუმინის სამსხმელო შენადნობები. მათი მარკებია АЛ2, АЛ4 АЛ9, АЛ11 და სხვ., სადაც АЛ ნიშნავს ალუმინის სამსხმელო შენადნობს, ზოლო ციფრი — შენადნობის ნომერს.

ალუმინის სამსხმელო შენადნობების ერთ-ერთ გავრცელებულ ჯგუფს ეკუთვნის ეგრეთ წოდებული სილუმინები, რომლებიც მიიღებიან ალუმინ-სილიციუმის საფუძველზე. ტიპურ სილუმინს წარმოადგენს АЛ2 მარკის შენადნობი, რომელიც ხასიათდება მაღალი სამსხმელო თვისებებით, კარგი კოროზიამდებგობით და დიდი პლასტიკურობით. სილუმინის სიმტკიცეს ასამაღლებლად აწარმოებენ მის მოდიფიცირებას. ამისათვის გამდნარ მდგომარეობაში სილუმინს მოდიფიკატორად 0,1% Na უმატებენ. მოდიფიცირებული სილუმინის სტრუქტურა ხასიათდება სილიციუმის წვრილი, მრგვალი გამონაყოფებით, რის შედეგად მისი მექანიკური თვისებები ამაღლებული მიიღება.

ისეთი სილუმინი, რომელიც მცირე რაოდენობის მაგნიუმს ან სპილენძს შეიცავს, თერმული დამუშავებით სიმტკიცეს იმაღლებს. ასეთია მაგალითად, АЛ4 მარკის სილუმინი.

§ 81. მაგნიუმი და მისი შენადნობები

მაგნიუმის თვისებები. მაგნიუმის დნობის ტემპერატურა 650°C უდრის. იგი ყველაზე მსუბუქი (კუთრი წონა 1,74) სამრეწველო ლითონია. მაგნიუმის პლასტიკურობა და კოროზიამდებგობა მცირეა ალუმინთან შედარებით. მაღალი ტემპერატურის დროს ადვილად იჟანგება და იწვის ღია თეთრი ალით. დაბალი მექანიკური თვისებების გამო საკონსტრუქციო მასალად არ გამოიყენება. მაგნიუმს იყენებენ ალუმინთან, მანგანუმთან და სხვა ელემენტებთან შენადნობების სახით.

მაგნიუმის შენადნობები. მაგნიუმის შენადნობები, ისევე როგორც

ალუმინისა, ტექნოლოგიური ნიშნების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: დეფორმირებადი და სამსხმელო მაგიუმის შენადნობებად.

დეფორმირებად მაგნიუმის შენადნობებს იყენებენ შტამპებისა და კედვისათვის და იზივათად ნაგლინის სახით. მათი მარკებია: MA1, MA2, MA3, MA4 და სხვ. MA აღნიშნავს დეფორმირებად მაგნიუმის შენადნობებს, ხოლო მომდევნო რიცხვი, პირობით, შენადნობის რიგითი ნომერს. დეფორმირებადი მაგნიუმის შენადნობები შეიცავს 8—10%-მდე ალუმინს, 1—1,5% თუთიას და 0,5—2,5% მანგანუმს. იყენებენ როგორც ისე ნაწრთობ და დაძველებულ მდგომარეობაში.

მაგნიუმის შენადნობები ცივად წნევით ცუდად მუშავდება, ამიტომ მათი დამუშავება ცხლად ხდება 275—450° ზღერებში.

სამსხმელო მაგნიუმის შენადნობებს იყენებენ სხმული ნამზადების მისაღებად. მათი მარკებია: MЛ—2, MЛ—3, MЛ—4 და სხვ. MЛ-ასოები აღნიშნავს მაგნიუმის სამსხმელო შენადნობს, ხოლო შემდგომი რიცხვი პირობით აღნიშნავს შენადნობის რიგით ნომერს. ეს შენადნობები მაგნიუმის გარდა შეიცავენ 10%-მდე ალუმინს, 3—5%-მდე თუთიას და 0,1—2%-მდე მანგანუმს.

მიუხედავად იმისა, რომ მაგნიუმის შენადნობებს ალუმინის შენადნობებთან შედარებით სამსხმელო თვისებები და კოროზიამდეგობა დაბალი აქვთ, მათ მაინც სიმსუბუქის გამო საავიაციო მრეწველობაში ფართოდ იყენებენ.

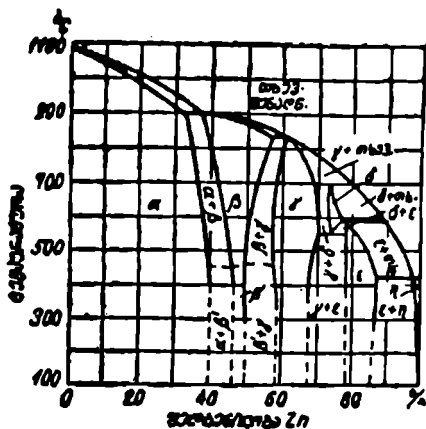
§ 88. სპილენძი და მისი შენადნობები

სპილენძის თვისებები. სპილენძს ახასიათებს: მაღალი ელექტროვამტარობა, თბოვამტარობა, კოროზიამდეგობა, პლასტიკურობა და სხვ. სპილენძის დნობის ტემპერატურა 1083°; კუთრი წონა — 8,93. სპილენძის მარკებია MO (99,95% Cu), M1 (99,90% Cu), M2 (99,7% Cu), M3 (99,5% Cu) და M4 (99,0% Cu). სუფთა სპილენძს იყენებენ საღებების, კაბელების და სხვა ელექტროტექნიკური ნაკეთების დასამზადებლად.

მაღალი პლასტიკურობის გამო სპილენძს ამუშავებენ როგორც ცხელ (750—800°-ზე), ისე ცივ მდგომარეობაში. ცივად წნევით დამუშავების დროს საჭიროა შუალედი მოწვეები დაახლოებით 600°C ტემპერატურაზე. ნაგლინი და მომწვარი სპილენძის მექანიკური თვისებებია: $\sigma_b = 23—25$ კგძ/მმ²; $\delta = 40—45\%$ და 35 HB.

თითბერი. სპილენძისა და თუთიის შენადნობს თითბერი ეწოდება. სპილენძ-თუთიის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამიდან

(ნახ. 72) ჩანს, რომ თითბერი, რომელიც 39%-მდე თუთიას შეიცავს, შედგება ერთი ფაზისაგან, თუთიის სპილენძში მყარი ხსნარისაგან, რომლის კრისტალური გისოსი წახნაგდაცენტრებული კუბია თითბერი, რომელიც შეიცავს 39-დან 45%-მდე თუთიას შედგება $\alpha + \beta'$ ფაზებისაგან. ხოლო უფრო მეტი რაოდენობის თუთიის შემცველი თითბერი — γ , δ , ϵ , და η ფაზებისაგან.



ნახ. 72. Cu—Zn შენადნობა მდგომარეობის დიაგრამა.

სამრეწველო გამოყენება ისეთმა თითბერმა მიიღო, რომელიც მხოლოდ α ან $\alpha + \beta'$ ფაზებს შეიცავს. α თითბერი როგორც ცივ, ისე ცხელ მდგომარეობაში წნევით კარგად მუშავდება, ხოლო $\alpha + \beta'$ თითბერის წნევით დამუშავება მხოლოდ ცხელ მდგომარეობაში შეიძლება, რომლის დროსაც β' ფაზის ნაცვლად β პლასტიკური ფაზა მიიღება.

თითბერი ცივად დეფორმაციით იღებს მოპირსალებას, რომლის მოსახსნელად $600-700^{\circ}$ -ზე მოწვას აწარმოებენ.

თუ მოწვის მიზანი მოპირსალებით გამოწვეული შიგა ძაბვების მოხსნაა, მაშინ მოწვის ტემპერატურა $200-400^{\circ}$ -ია.

თითბერის დამუშავებადობის გასაუმჯობესებლად მასში მცირე რაოდენობით უმატებენ ტყვიას. ტყვიანი თითბერის მარკებია: JIC 74—3; JIC 64—3; JIC 59—1 და სხვ. მათ ახასიათებთ კარგი მექანიკური თვისებები, იყენებენ ისეთი დეტალებისათვის, რომელთაც ამზადებენ ცხლად ტვიფვრით, ან ავტომატზე ჰრით დამუშავებით.

თითბერს, რომელიც 20—22%-მდე თუთიას შეიცავს, თომპაკი¹ ეწოდება. თითბერს, რომელშიც თუთია 10%-მდეა, საკუთრივ თომპაკი ეწოდება, ხოლო 10 %-დან 20—22%-მდე — ნახევრად თომპაკი.

¹ თომპაკი მალაიური სიტყვაა და ნიშნავს სპილენძ-თუთიის ისეთ შენადნობს, რომლის ფერს იცვლება ყვითელ-ოქროსფერადან წითელ-სპილენძის ფერამდე.

გარდა ზემოაღნიშნული თითბრებისა, იყენებენ აგრეთვე ე. წ. სპეციალურ თითბერს.

სპეციალური თითბერი ეწოდება სპილენძ-თუთიის ისეთ შენადნობს, რომელიც მალეგირებულ ელემენტებს (კალს, სილიციუმს, მაგნიუმს, ალუმინს, რკინას და სხვ.) შეიცავს.

სპეციალურ თითბერში მალეგირებელი ელემენტების საერთო რაოდენობა 7—8% არ აღემატება, ხასიათდება მაღალი მექანიკური თვისებებით, კოროზია-მედეგობით, ანტიფრიქციული თვისებებით და სხვ.

სპეციალური თითბრის მარკების აღმნიშვნელი პირველი ასო *П* თითბერს ნიშნავს. შემდეგ მას მოსდევს თითბერში სპეციალურად დამატებული ელემენტების აღმნიშვნელი ასოები, მაგალითად, *A* — ალუმინი, *B* — ბერილიუმი, *Ж* — რკინა, *K* — სილიციუმი, *Mn* — მანგანუმი, *H* — ნიკელი, *O* — კალა, *C* — ტყვია, *Ф* — ფოსფორი.

ასოების შემდეგ პირველი ორი ციფრი გამოსახავს თითბერში სპილენძის რაოდენობას, ხოლო ყველა დანარჩენი რიცხვი ერთიმეორისაგან დეფისით არის განცალკევებული და აღნიშნავს მალეგირებელი ელემენტების საშუალო %-ულ შემცველობას; მაგალითად, მარკა *ПМЦ 58-2-2* ნიშნავს, რომ თითბერი არის სპეციალური, რომელიც შეიცავს 58% *Cu*-ს, 2% *Mn* და 2% *Pb*-ს, დანარჩენი თუთია.

ბ რ ი ნ ჯ ა ო. უძველესი დროიდან გამოყენებაშია სპილენძ-კალის შენადნობი, რომელიც ბრინჯაოს სახელწოდებითაა ცნობილი. ახლა ბრინჯაო ეწოდება არა მარტო სპილენძ-კალის შენადნობებს, არამედ აგრეთვე სპილენძის ალუმინთან, მანგანუმთან, ტყვიასა და ბერლიუმთან შენადნობებსაც.

ბრინჯაო ხასიათდება კარგი სამსხმელო თვისებებით, ცვეთამედეგობით, ჭრით დამუშავებადობით და წრთობის უნარით. ბრინჯაოს დნობის ტემპერატურა 900—1000°-ის ზღვრებშია, კუთრი წონა — 7,7—8,8.

ტექნიკაში გამოყენებული ბრინჯაოები იყოფა ორ ჯგუფად: კალიანი და სპეციალური.

კალიანი ბრინჯაო ეწოდება შენადნობს, რომელშიც კალის გარდა დამატებით შეიძლება შედიოდეს მცირე რაოდენობის თუთია, ტყვია, ფოსფორი და სხვ.

კალიანი ბრინჯაო ხასიათდება მაღალი ანტიფრიქციული თვისებებით, რაც შემდეგი გარემოებით აიხსნება. კალიანი ბრინჯაოს გამყარებისას წარმოიქმნება კალით ლარიბი სალი დენდრიტები. დენდრიტებს შორის მოთავსებულ მასაში კალის რაოდენობა ჭარბია და შედარებით დაბალი სისალით ხასიათდება. მუშაობის დროს კალით

მდიდარ დენდრიტებს შორის მასა ადვილად იცვითება და წარმოიქმნება წვრილი საზეთავი არხები, რომლებიც თავის მხრივ ხელს უწყობენ სალი დენდრიტების ცვეთაზე მუშაობას.

ბრინჯაოს სამსხმელო თვისებების გასაუმჯობესებლად უმატებენ თუთიას, კრით დაძუშავენადობის გასაუმჯობესებლად — ტყვიას (დაახლოებით 1%), ხოლო სამსხმელო, მექანიკური და ანტიფრიქციული თვისებების ასამაღლებლად — ფოსფორს.

ბრინჯაოების მარკირების წესი შემდეგნაირია: მარკის წინ იწერება ასოები Бр, რაც აღნიშნავს ბრინჯაოს. შემდეგ იწერება კალის აღმნიშვნელი ასო 0, შემდეგ დამატებული ელემენტების აღმნიშვნელი ასოები (Ц — თუთია, С — ტყვია, Ф — ფოსფორი და ა. შ.), ხოლო შემდეგ კი ერთიმეორისაგან დეფისებით განცალკევებული რიცხვები იმავე თანმიმდევრობით, როგორც ელემენტების აღმნიშვნელი ასოები, რაც შესაბამისად ამ ელემენტების პროცენტულ შემცველობას გვიჩვენებს, დანარჩენი იგულისხმება სპილენძი.

მაგალითად, Бр0С6—6—3 აღნიშნავს, რომ ბრინჯაო შეიცავს 6% კალას, 6% თუთიას და 3% ტყვიას, დანარჩენია სპილენძი.

სპეციალური ბრინჯაო. კალის სიჭვირისა და დეფიციტურობის გამო კალიან ბრინჯაოსთან ერთად ტექნიკაში დიდი გამოყენება აქვს უკალო, ანუ სპეციალურ ბრინჯაოს, რომელიც კალიან ბრინჯაოსთან შედარებით ხასიათდება მაღალი მექანიკური თვისებებით. სპეციალურ ბრინჯაოებს მიეკუთვნებიან ალუმინიანი, ტყვიანი, ბერლიუმისანი და სხვ. ბრინჯაოები.

ალუმინიანი ბრინჯაოში ალუმინის შემცველობა 10—12%-მდე აღწევს. ალუმინიანი ბრინჯაო კალიან ბრინჯაოზე დაბალი სამსხმელო და ამალღებული მექანიკური თვისებებით და კოროზიამდებლობით ხასიათდება. ამ ბრინჯაოების მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება შეიძლება თერმული დაძუშავებით. მაგალითად, Бржк 9—4 ტიპის ბრინჯაოს პლასტიკურობის ასამაღლებლად უტარებენ ნორმალიზაციას ან წყალში წრთობას (650°-დან).

ტყვიანი ბრინჯაო ხასიათდება კარგი ანტიფრიქციული თვისებებით და უპირატესად იყენებენ დატვირთული საკისრებისათვის.

ბერლიუმისანი ბრინჯაო წრთობისა და დაძველების შედეგად მაღალ სიმტკიცეს და სისალეს იძენს. მაგალითად, БрБ2 მარკის ბრინჯაოს სიმტკიცე 800—820° წრთობისას დაბალია ($\sigma_b = 50—55$ კგძ/მმ²), ხოლო იგივე ნაწრთობი ბრინჯაო 300—350°-ზე 2—3 საათის დაყოვნების დროს (დაძველება) სიმტკიცის ზღვარს 130—150 კგძ/მმ² და სისალეს 400 HB-მდე იმაღლებს.

ბერლიუმთან ბრინჯაო დიდ სისალესთან ერთად ხასიათდება ცვეთამდეგობით, დრეკადობით და მნიშვნელოვანი დაღლილობის ზღვრით.

სილიციუმთან BrKMn 3-1 მარკის ბრინჯაო კარგი სამსხმელო თვისებებით და დიდი პლასტიკურობით ხასიათდება. იგი მოპირსალების შემდეგ ზამბარებისათვის გამოიყენება.

მანგანუმთან BrMn 5 მარკის ბრინჯაო დიდი პლასტიკურობით, კარგი კოროზიამდეგობით და შედარებით მცირე მექანიკური თვისებებით ხასიათდება.

§ 53. ანტიპროსტიუმი (სასაპროსტიუმი) შენადნობები

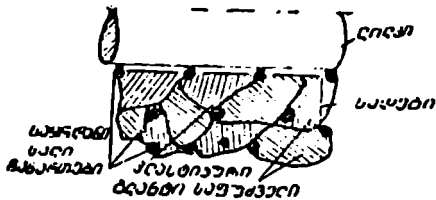
ბაბიტი. ბაბიტი ეწოდება ისეთ ანტიფორმაციულ (6 სასაპროსტიუმი) შენადნობს, რომელიც კალის ან ტყვიის საფუძველზე მიიღება.

ბაბიტი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: ჰქონდეს ხახუნის მცირე კოეფიციენტი; მისი სისალე ლილვის სისალეზე მცირე უნდა იყოს, მაგრამ არც ისე რბილი, რომ მალე ცვდებოდეს და ლილვის დაწოლით დეფორმაციას იღებდეს; ჰქონდეს სათანადო პლასტიკურობა; მუშაობის პროცესში მისი ზედაპირი კარგად იკავებდეს საზეთ მასალას; მუშაობის დროს გახურების შედეგად შენადნობი არ უნდა ფართოვდებოდეს და დნებოდეს.

ბაბიტი ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს განსაკუთრებული აგებულების გამო, სახელდობრ ბაბიტის ძირითად პლასტიკურ მასაში განლაგებულია სალი ნაწილაკები. ლილვი ეყრდნობა ამ ნაწილაკებს, ხოლო დანარჩენი მასა ცვდება და წარმოადგენს მიკროსკოპული არხების ქსელს საზეთი მასალებისათვის (ნახ. 73).

უმეტესად გავრცელებული ბაბიტის მარკებია: B 89, B 83, BH, BT, B 16, B 6, სადაც ასო „B“ აღნიშნავს ბაბიტს, მომდევნო რიცხვი კი — მასში შემავალი კალის პროცენტულ რაოდენობას. ასოები T, C, H, K აღნიშნავს ბაბიტში ტელურის, ნიკელის, ტყვიისა და კალციუმის შემცველობას. B 83 მარკის მიკროსტრუქტურის შავი არე (α მყარი ხსნარი) რბილ მასას წარმოადგენს, ხოლო თეთრი კრისტალები (SnSb) და ვარსკვლავისებრი ნაწილაკები (CuSn) კი მყარი ჩანართებია. ასეთი ბაბიტი გამოიყენება საავიაციო და სხვა ტომობილო მრეწველობაში.

არის ისეთი ბაბიტიც, რომელშიც კალა სულ არ შედის, მაგალითად, BC მარკის ბაბიტი — ტყვიისა და სტიბიუმის შენადნობი სპილენძის მცირე (1,25%) შემცველობით. ამ შენადნობის პლასტიკურ საფუძველს წარმოადგენს ტყვიისა და სტიბიუმის ევტექტიკა 13% სტი-



ნახ. 73. საღები და ლილი.



ნახ. 74. ნ მ მარკის ბაბიტის მიკროსტრუქტურა.

ბიუმის შემცველობით, მყარი შემდგენი კი არის სტიბიუმისა და SnSb -ის ნაერთის კრისტალები.

ფართოდ არის გავრცელებული აგრეთვე BK მარკის ბაბიტი, რომელიც შეიღებულია ტყვიის ფუძეზე მცირე რაოდენობის კალციუმის (1%) და ნატრიუმის (0,8%) დამატებით. ამ სახის ბაბიტებს იყენებენ დიდი დატვირთვის (200 კგ/სმ²-მდე) საკისრებისათვის.

ანტიფრიქციულ შენადნობებად იყენებენ კალიან ბრინჯაოს, თუთიის დამატებით, ალუმინიან ბრინჯაოს, რომლებიც ბაბიტის შემცვლელებად გამოიყენება. ანტიფრიქციულობით ხასიათდება აგრეთვე AC4-1 , AC4-2 მარკის თუჯი (შედგენილობა 3,2—3,6% C; 2,2—2,4% Si; 0,6—0,9 Mn). ამგვარ თუჯს იყენებენ დიდი წნევის სრიალის საკისრებში ლილვების მცირე ბრუნვის დროს.

ხანუნის საკისრებში გამოიყენება აგრეთვე მალახარისხოვანი მოდიფიცირებული თუჯი.

მანქანათმშენებლობაში ასევე გამოყენება აქვს ლითონკერამიკულ სასაკისრე ფორიან შენადნობებსაც. ისინი მიიღებიან რკინა-გრაფიტის, რკინა-სპილენძ-გრაფიტის, ბრინჯაო-გრაფიტის ფხვნილებიდან. ხასიათდება მცირე ხანუნის კოეფიციენტით და ფორებით. კარგად იკავებს ზეთს.

§ 84. ტიტანი და მისი შენადნობები

ტიტანი შედარებით ახალი საკონსტრუქციო ლითონია, მაგრამ ძალიან სწრაფ გავრცელებას იღებს თანამედროვე ტექნიკაში. კუთრი წონაა 4,5, ხოლო დნობის ტემპერატურა 1665°C.

ტიტანი სიმსუბუქესთან ერთად ხასიათდება კოროზიამდებლობით, -ორი მოდიფიკაციით: α ტიტანი, ჰექსაგონალური ვისოსით, რომელიც მდგრადია დაბალ ტემპერატურაზე (882°C-ზე დაბლა) და β

ტიტანი, სივრცით დაცენტრებული კუბის გისოსით, მდგრადია 882°C -ზე მაღლა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ტიტანი მიღებისას ღრუბლოვანია, შემდეგ მისი გადნობით მზადდება სუფთა ტიტანი ან ტიტანის შენადნობი.

სუფთა ტიტანში ტიტანის შემცველობა 99, 99—99,6%-მდე ზღვრებში იცვლება, ტექნიკური ტიტანის მარკებია BT1—00 (99,83% Ti), BT1—0 (99,48% Ti) და BT1 (99,44% Ti).

სუფთა ტიტანის მექანიკური თვისებებია: $\sigma_{11}=25$ კგძ/მმ², $\delta=50\%$, $\psi=60-75\%$ HB=100. ციკვდვით მექანიკური თვისებები მკვეთრად იზრდება, მაგალითად, 50% დეფორმაციის დროს სიმტკიცე ≈ 4 -ჯერ იზრდება. ტიტანის განმტკიცებას აღწევენ აგრეთვე ლეგირებით — ტიტანის შენადნობების შიღვებით. მალეგირებელ ელემენტებზე გამოიყენება Al, Mo, Cr, Fe, Mn და სხვ.

ტიტანის შენადნობების მარკებია; BT 5, BT 5—1, BT—6, BT—9, BT—14, BT 3—1 და სხვ. თითოეული ეს შენადნობი შეიცავს დაახლოებით 5—6% Al და აგრეთვე რომელიმე მალეგირებელ ელემენტს. მაგალითად, BT 3—1 შენადნობი ტიტანის გარდა შეიცავს 5,5—7,0% Al, 2,0—3,0% Mo, 0,8—2,3% Cr, 0,3% Si, 0,5% Fe.

ტიტანის შენადნობების თვისებების ცვლა შეიძლება თერმული დამუშავებით — სარეკრისტალიზაციო მოწვით (ციკვდვის ასაცილებლად) და წრთობა-დაძველებით. წრთობა-დაძველებას განიცდიან მხოლოდ ის ტიტანის შენადნობები, რომელთა წონასწორული სტრუქტურაა $\alpha+\beta$ და გახურება-გაცივებით შეიძლება მისი ცვლა. წრთობა-დაძველების არსი მდგომარეობს სტრუქტურის გარდაქმნაში გახურებაში და შემდგომი სწრაფი გაცივებით α ტიტანში მალეგირებელი ელემენტების გადამეტჯერებული მყარი ხსნარის (მარტენიტის ტიპის) მიღებაში.

ტიტანის შენადნობების ცვეთამდეგობის გაზრდა შეიძლება დააზოტებით. ამ დროს სისაღე 1000—1200 HV აღწევს. ამ შენადნობების სხვა მექანიკური თვისებებია: $\sigma_{11}=95-115$ კგძ/მმ², $\delta=10-16\%$, $\psi=25-40\%$; $\sigma_{11}=3-6$ კგძ/მმ².

თუ ტიტანის შენადნობის სიმტკიცის ზღვარს საშუალოდ ავიღებთ 100 კგძ/მმ², მაშინ მისი კუთრი სიმტკიცე (ე. ი. სიმტკიცის ზღვრის კუთრ წონასთან ფარდობა) უდრის 22, რაც აღემატება სხვა ლითონების კუთრ სიმტკიცეს. მაგალითად, დურალუმინის ($\sigma_{11}=40$ კგძ/მმ²) კუთრი სიმტკიცეა 15, ზოლო ქრომნიკელიანი და მაღალი სიმტკიცის უფანავი ფოლადისა ($\sigma_{11}=140$ კგძ/მმ²) — 18. მიუხედავად იმისა, რომ ტიტანის შენადნობებს მაღალ ტემპერატურაზე სიმ-

ტიცე უმცირდებათ, მაინც 450° დროს მათი კუთრი სიმტკიცე უქანგავ და მხურვალმტკიცე ფოლადებს აღმატება.

სწორედ ამით უნდა აიხსნას, რომ ტიტანის შენადნობები ფართოდაა გამოყენებული თვითმფრინავ-და რაკეტშენებლობაში.

XV თ ა ვ ი

ლითონების კოროზია და პასტან ბრძოლის მეთოდები

გარემოს ზემოქმედებით ლითონების რღვევას კოროზია ეწოდება. კოროზიის მაგალითებია რკინის დაჯანგვა ატმოსფეროს ზეგავლენით, ნაკეთობის დაზიანება მარილის ხსნარებით, მყავეებით, ტუტეებით და სხვ.

კოროზიის შედეგად დიდი რაოდენობის ლითონი იკარგება, მაგალითად, ნანგარიშევიან, რომ კაცობრიობამ სულ გამოადნო დაახლოებით 20 მლრ. ტონა რკინა, აქედან ამჟამად მხოლოდ 6 მლრ. ტ. განივებული მანქანებში და სხვ. დანარჩენი 14 მლრ. ტ. შექმნილია კოროზიის შედეგად. დადგენილია აგრეთვე, რომ ყოველწლიურად კოროზიის შედეგად ხმარებაში მყოფი ლითონების მთელი რაოდენობის დაახლოებით 2% იკარგება. კოროზიით გამოწვეული დიდი ზარალის თავიდან ასაცილებლად დიდი ყურადღება ექცევა კოროზიის პროცესის შესწავლას და კოროზიისაგან ლითონების დაცვის სხვადასხვა მეთოდის შემუშავებას.

§ ან. კოროზიის სახეები

ასხვავებენ ქიმიურ და ელექტროქიმიურ კოროზიას.

ქიმიური კოროზია. კოროზიას, რომელიც მშრალი აირების ან დენჯაუმტარი სითხეების (ბენზინი, ზეთი, ფისი და ა. შ.) ლითონზე მოქმედების შედეგად ხდება, ქიმიური კოროზია ეწოდება (მაგალითად, ლითონების ჟანგვა). ლითონები ჟანგვით კოროზიას სხვადასხვანაირად განიცდის, რაც იმით აიხსნება, რომ მათს ზედაპირზე სხვადასხვა სიმტკიცის მქონე ჟანგეულების ფენები წარმოიქმნება. ის ლითონები, რომლებსაც არამტკიცე ჟანგეულების ფენა აქვს, კოროზიას ადვილად განიცდის, ხოლო მტკიცე ჟანგეულების მქონე ლითონები კი კოროზიას არ განიცდის, მაგალითად, რკინის ჟანგეულები არამტკიცეა, ადვილად ირღვევა. ამ დროს ხდება მომდევნო ფენების დაჯანგვა, რის შედეგადაც რკინა განიცდის კორო-

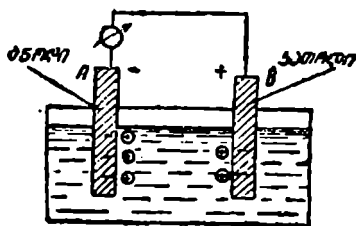
1 კოროზია ლითონის სიტყვიდან წარმოიქმნება და ამოკმას ნიშნავს.

ზიას. ზოგიერთი ლითონის (მაგალითად, ალუმინის) აფსკები მტკიცეა, მჭიდროდ ეკვრის ლითონის ზედაპირს, რითაც იცავს მათ შემდგომი კოროზიისაგან.

ელექტროქიმიური კოროზია ეწოდება ისეთ კოროზიას, რომელიც დენგამტარი სითხეების ლითონზე მოქმედების შედეგად ხდება.

ელექტროქიმიური კოროზიის დროს ისეთივე მოვლენას აქვს ადგილი, როგორსაც გალვანურ ელემენტში. დენგამტარ სითხეში მოთავსებული ლითონის ფირფიტა გამოყოფს დადებითად დამუხტულ იონებს, ხოლო თვით ლითონი დაიმუხტება უარყოფითად მასზე დარჩენილი თავისუფალი ელექტრონების გამო. სხვადასხვა ლითონს ერთსა და იგივე ხსნარში სხვადასხვა რაოდენობის იონების გაცემა ანუ, როგორც უწოდებენ, სხვადასხვა ხსნალობის მოქნილობა აქვს, რის გამო მათი პოტენციალები სხვადასხვაა.

თუ სითხეში ჩაშვებული სხვადასხვა ლითონის ფირფიტის ბოლოებს (ნახ. 75) სითხის გარეთ შევავრთებთ ელექტროსადენით, მაშინ უკანასკნელით ელექტრონები A-დან B-სკენ დაიწყებს დენას, რადგან A-ს პოტენციალი უფრო მაღალია, ვიდრე B-სი, ე. ი. ამ შემთხვევაში A წარმოადგენს ანოდს (-), ხოლო B — კათოდს (+) ერთდროულად სითხეში იონები დაიწყებს A-დან B-კენ დენას. B — ფირფიტის ზედაპირზე იონები განეიტრალდება სადენით მოსული ელექტრონებით. ამ დროს A ლითონსა და სითხეს შორის ელექტროსტატიკური წონასწორობა ირღვევა, რის აღსადგენადაც მან კიდევ უნდა გამოიყოს დადებითი იონები და ა. შ. იონების გამოყოფა გრძელდება A ფირფიტის სრულ დარღვევამდე.



ნახ. 75. ელექტროქიმიური კოროზიის პროცესის სქემა.

გალვანურ წყვილში იზლება ის ლითონი, რომელიც სითხეში მეტ დადებითად დამუხტულ იონებს გამოყოფს, ე. ი. რომელსაც მეტი უარყოფითი პოტენციალი აქვს. შედარებისათვის ყველა ლითონის პოტენციალები იზომება წყალბადის ელექტროდის პოტენციალთან შეფარდებით, რომელიც ნულის ტოლად არის მიღებული. მეტალურში მოქცანილია ზოგიერთი ელემენტის პოტენციალების მნიშვნელობები.

ელემენტი	ნორმალური პოტენციალი წყალბადთან შეფარდებით	ელემენტი	ნორმალური პოტენციალი წყალბადთან შეფარდებით
ოქრო Au	1,0	კობალტი Co	—0,29
პლატინა Pt	0,6	კადმიუმი Cd	—0,40
ვერცხლი Ag	0,80	რკინა Fe	—0,44
სპილენძი Cu	0,8	ქრომი Cr	—0,56
სტიბიუმი Sb	0,1	თუთია Zn	—0,76
წყალბადი H	0	მანგანუმი Mn	—1,04
კალა Sn	—0,10	ალუმინი Al	—1,34
ტყვია Pb	—0,12	მაგნიუმი Mg	—1,55
ნიკელი Ni	—0,20		

ცხრილიდან ჩანს, რომ თუთიის პოტენციალი რკინის პოტენციალზე მეტია. თუ დენგამტარ სითხეში თუთიისა და რკინის ფირფიტებს ჩავეშვებთ და შევავრთებთ ელექტროსადენით, დაირღვევა მეტი პოტენციალის მქონე თუთიის ფირფიტა.

ხშირად ელექტროქიმიური კოროზია ხდება ლითონების ან შენადნობების არაერთგვაროვნობის შედეგად, რაც გამოწვეულია იმით, რომ არაერთგვაროვანი ლითონები და შენადნობები უმეტეს შემთხვევაში სხვადასხვა პოტენციალის მქონე ორი ფაზისაგან შედგება. როდესაც ასეთი ლითონი ან შენადნობი დენგამტარ სითხეში ეხება, მაშინ მისი ფაზები ერთიმეორესთან წარმოქმნის ელემენტარული გალვანური წყვილების დიდ რაოდენობას, რის შედეგად ნაკლები პოტენციალის მქონე ფაზა ირღვევა. კოროზიას, რომელიც ლითონების სტრუქტურის არაერთგვაროვნობის გამო ხდება, სტრუქტურულ კოროზიას უწოდებენ. სტრუქტურული კოროზიის მაგალითია პერლიტის დარღვევა, რომელშიც რღვევას განიცდის, ცემენტიტთან შედარებით, მეტი პოტენციალის მქონე ფერიტი.

ერთგვაროვანი ლითონები და შენადნობები ხასიათდება შედარებით მაღალი კოროზიამდგრდობით, ვიდრე ფაზების ნარევისაგან შემდგარი შენადნობები. მაგალითად, მარტენსიტის სტრუქტურის მქონე ფოლადი ნაკლებად განიცდის კოროზიას, ვიდრე იგივე ფოლადი პერლიტის, სორბიტის ან ტროსტიტის მდგომარეობაში, რადგან, როგორც ცნობილია, მარტენსიტი ერთგვაროვანია (ნახშირბადის მყარ ხსნარი რკინაში), ხოლო პერლიტი, სორბიტი და ტროსტიტი კი არაერთგვაროვნები (ფერიტისა და ცემენტიტის ნარევი).

ელექტროქიმიური კოროზიის ერთ-ერთი სახეა მოხეტიალე დენებით გამოწვეული კოროზია. ასეთი სახის კოროზია გვხვდება, მაგალითად, იმ რაიონებში, სადაც რკინიგზა ელექტროფიცირებულია,

ქსელიდან რელსებით დენის ნაწილი შეიძლება მოხვდეს ნიადაგში მყოფ ლითონის საგნებში (წყალგაყვანილობის მილები, რკინაბეტონის ნაგებობათა ჩონჩხედები და ა. შ.). ამ შემთხვევაში ნიადაგი, რომელიც შეიცავს მარილების ხსნარს, ასრულებს ელექტროლიტის როლს და მასში მოთავებული ლითონი (ანოდი) ირღვევა.

ლითონის რღვევის ხასიათის მიხედვით არსებობს კოროზიის შემდეგი სახეები: თანაბარი კოროზია, ადგილობრივი კოროზია და კრისტალთშორისი (ინტერკრისტალური) კოროზია.

თანაბარი კოროზიის დროს ლითონის ზედაპირი თანაბრად ირღვევა, კოროზიის ეს სახე უფრო ხშირად ერთგვაროვანი ლითონებისათვისაა დამახასიათებელი.

ადგილობრივი კოროზიის დროს ლითონის ზედაპირი მხოლოდ ზოგიერთ უბანზე ირღვევა. ადგილობრივი კოროზია იწყება ლითონის დამცავი აფსკის დაზიანების გამო (ზედაპირზე ნაკაწრები და სხვ.) და ვრცელდება ლითონის სიღრმეში. კოროზიის ამ სახეს უფრო ხშირად არაერთგვაროვან შენადნობებში ვხვდებით.

კრისტალთშორისი კოროზიის დროს ლითონის რღვევა ცალკეული მარცვლების საზღვრებზე მიმდინარეობს. ასეთი კოროზიის პროცესის შემჩნევა ძნელია და რიგ შემთხვევაში კონსტრუქცია შიშვავს მოულოდნელ რღვევამდე. კოროზიის ამ სახეს ვხვდებით უყანგავ ფოლადებში მათი 500—900°-მდე გახურების შემდეგ, ატმოსფეროს ჰირობებში მყოფი ალუმინის შენადნობებში და სხვ.

§ 88. კოროზიასთან ბრძოლის მეთოდები

ლითონის ნაკეთობის კოროზიისაგან დაცვის მეთოდებია: ლითონური დაფარვები; ქიმიური დაფარვები; პროტექტორების გამოყენება; არალითონური დაფარვები.

ლითონური დაფარვების შემთხვევაში კოროზიისაგან დასაცავ ლითონებს კოროზიამდელი ლითონის თხელი ფენით ფარავენ. ლითონური დაფარვები ცხელი, ელექტროლიზური დიფუზიური, თერმომექანიკური, შეფრქვევითა და სხვა ხერხებით მიიღება.

ცხელი ხერხით დაფარვისათვის დასაფარავ ნაკეთს გამდნარი ლითონის აბაზანაში ჩაუშვებენ. ასეთი ხერხით ხდება, მაგალითად კალით დაფარვა, თუთიით დაფარვა და სხვ.

ელექტროლიზური (გალვანური) დაფარვა მიიღება დასაფარავ ზედაპირზე დამფარავი ლითონის დალექვით. ამ სახის დაფარვებიდან გავრცელებულია თუთიით, კადმიუმით, კალით, ნიკელითა და ქრომით დაფარვა. დაფარვისათვის ნაკეთს ყვინთავენ ელექტროლიზურ აბაზანაში, რომელშიც დამფარავი ლითონის მარილს ხსნარია.

ჩაყვინთული ნაკეთი კათოდს წარმოადგენს, ხოლო ანოდად იყენებენ ან დამალექ ლითონს ან ამ ელექტროლიტში უხსნად ლითონს.

ელექტროლიზური დაფარვით შესაძლებელია დამფარავი ფენის სისქის ზუსტად რეგულირება. დაფარვა ნაკეთის გაუხურობლად წარმოებს. ელექტროლიზურ დაფარვას ხშირად მიმართავენ აგრეთვე ზედაპირული სისალის, ცვეთამედგობისა და მხურვალმედგობის ასამაღლებლად (მოქრომვა), ნაკეთის გარე სახეს გასაუმჯობებლად (მოოქროება, მონიკელება, მოქრომვა) და სხვ.

დიფუზიური დაფარვას იყენებენ ლითონების ცვეთამედგობისა და აგრეთვე კოროზიისაგან დაცვის საშუალებად. დაფარვის ამ სახეებს ეკუთვნის ჩვენთვის ცნობილი ალუმინით, ქრომით, სილიციუმით დაფარვა და სხვ.

თერმომექანიკურ დაფარვას ეკუთვნის ჩვენ მიერ განხილული დურალუმინის სუფთა ალუმინით მიტყეცა და აგრეთვე ფოლადის მიტყეცა სპილენძით, თომპაკით, უქანგავი ფოლადით და სხვ.

შეფრქვევით მოლითონება წარმოებს გამდნარი დამფარავი ლითონის ნაკეთის ზედაპირზე შეფრქვევით სპეციალური ხელსაწყო — მომლითონებლის საშუალებით. ხელსაწოში მოთავსებული დამფარავი ლითონი მავთულის სახით დნება აცეტილენ-ქანგბადის ალით ან ელექტრორკალით, რის შემდეგ შეკუმშული ჰაერით ეფრქვევა დასაფენი ნაკეთის ზედაპირს. შეფრქვევით მოლითონებისათვის ხმარობენ უქანგავ ფოლადს და ფერად ლითონებს.

ქიმიურ დაფარვებს ეკუთვნის ლითონის ზედაპირის ქანგეულითა და ფოსფატების აფსკებით დაფარვა.

ქანგეული აფსკებით დაფარვის არსი მდგომარეობს დასაფარავი ნაკეთის ზედაპირზე ქანგეულის აფსკის წარმოქმნაში. ქანგეულის აფსკებით დაფარვის სახეებია: გაპასიურება, ქანგეულებით დაფარვის სველი წესი და თერმული, ანუ მშრალი წესი.

გაპასიურება ეწოდება სიმჟავეების საშუალებით ლითონების ზედაპირზე ქანგეულის თხელი ფენის მიღებას გარემოსთან პასიური (უმოქმედო) დამოკიდებულების შესაქმნელად.

ფოლადის ნაკეთების გაპასიურება წარმოებს ქრომმჟავათი ან აზოტმჟავათი. უკეთესია გაპასიურება ქრომმჟავათი, რისთვისაც გახეხილ ნაკეთს 25—30 წუთის განმავლობაში 50—60°-მდე გახურებულ 30%-იან ქრომმჟავას ხსნარში უშვებენ. ცივ წყალში რეცხავენ, 3 წუთით ათავსებენ 3—5%-იან ცხელ ტუტიან ხსნარში, ხელმეორედ გარეცხვის შემდეგ აშრობენ და 120—130°-მდე გახურებულ ნაკეთს ზეთავენ.

არსებობს უანგეულებით დაფარვის სველი: წესის ორი ხერხი: მყავებითა და ტუტეებით უანგეული აფსკებით დაფარვა. მყავებით უანგეული აფსკებით დაფარვა უფრო ხანგრძლივი, მანეა და მოითხოვს დიდ შრომას, მაგრამ ტუტეებით უანგეული აფსკებით დაფარვასთან შედარებით, კოროზიამდეღევი და ცვეთამდეღევი ხდება. ტუტეებით უანგეული აფსკებით დაფარვა მარტივი და ხანმოკლეა, რის გამო დაფარვის ასეთი წესი ფართოდაა გავრცელებული.

უანგეულებით დაფარვის თერმულ, ანუ მშრალ წესს (მოალვას) მიმართავენ ნაკეთის ზედაპირზე კოროზიისაგან დამცველი რკინის უანგეულების შავი თანაბარი ფენის მისაღებად, რისთვისაც ნაკეთს 400—500°-მდე ნახშირთან ერთად ახურებენ 5—6 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ნაკეთს ამოიღებენ, უსვამენ ნავთობს ან მაზუტს და ხელახლა ახურებენ 10—15 წუთის განმავლობაში.

მშრალი წესით უანგეულებით დაფარვის უარყოფითი მხარე ის არის, რომ საჭირო ხდება ნაკეთის გახურება. დაფარვის ამ წესს იყენებენ ისეთი დეტალების დასაფარავად, რომლებიც ატმოსფერულ პირობებში მუშაობენ.

ფოსფატების აფსკით ფოლადის ნაკეთების დასაფარავად ზედაპირს უსვამენ მანგანუმის ფოსფორმყავა მარილების ხსნარს, რის შედეგად წარმოიქმნება მანგანუმისა და რკინის ფოსფორმყავა მარილების ფენა.

დაფარვის ამ მეთოდს უმთავრესად იყენებენ დიდი კვანძებისათვის, რომელთაც აქვთ ძნელად მისადგომი ნაწილები, ან ისეთი გრძელი მილებისათვის, რომელთა ელექტროლიზური მეთოდით დაფარვა ძნელია. ფოსფატების აფსკით დაფარული ნაკეთის კოროზიამდეღეობის ასამაღლებლად მას ღებავენ.

პროტექტორების გამოყენებით ლითონების კოროზიისაგან დაცვა. ამ მეთოდით კოროზიისაგან დასაცავ ლითონს უერთებენ მეტი პოტენციალის მქონე ლითონს, რის შედეგად რღვევას იწყებს მიერთებული ლითონი და, ამგვარად, პირველ ლითონს იცავს კოროზიისაგან. მიერთებულ მაღალი პოტენციალის მქონე ლითონს პროტექტორი ეწოდება. ეს მეთოდი გამოიყენება, მაგალითად, საზღვაო თვითმფრინავებზე, გემებზე, ორთქლის ქვაბებში და სხვ. ამ მიზნით წყალში მოთავსებული კონსტრუქციების ნაწილებს კოროზიისაგან დასაცავად რამდენიმე ადგილას ჰანჯიკებით ამაგრებენ თუთიის ფირფიტებს.

არალითონური დაფარვა ეწოდება ლითონების ზედაპირის საღებავებით, ლაქებით, მინანქრით და სხვადასხვა საგონავით დაფარვას.

ლაქებიტა და საღებავებით დაფარვა; რომლის საშუალებითაც ხდება ნაკეთის ზედაპირის გარემოსაგან გამხოლოება; ფართოდ არის გავრცელებული (ყველა სახის დაფარვიდან 70⁰); ასე იმიტომ გავრცელდა, რომ იგი წარმოადგენს ატმოსფეროს პირობებში კოროზიისაგან საიმედო დაცვის საშუალებას და იმავე დროს დაფარვა მარტივია. ლაქებიტა და საღებავებით დაფარვის უარყოფითი მხარეა სიმყიფე და ის, რომ იგი ვერ უძლებს მაღალ ტემპერატურას.

მომინანქრებას იყენებენ ქიმიურ მრეწველობაში და საყოფაცხოვრებო საგნებისათვის. საცხებებით დასაფარავად იყენებენ სხვადასხვა მინერალურ ზეთებს. დაფარვის ამ სახეს იყენებენ ლითონური ნაკეთების შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს.

სამსხმელო წარმოება

§ 67. ზოგადი ცნობები, სხმულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის აღწერა

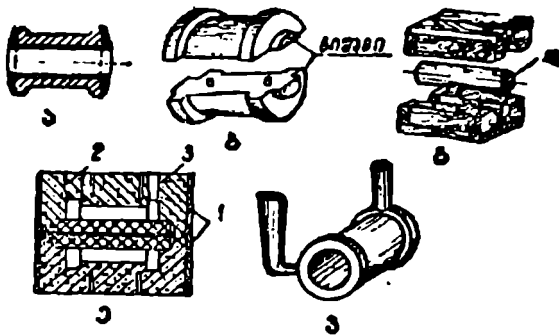
სამსხმელო წარმოებაში სხმულ ნამზადებს იღებენ სათანადო სიღრუის მქონე ყალიბში გამდნარი ლითონის ჩასხმისა და გამყარების საშუალებით.

სხმული ნამზადები გამოიყენება კრით დამუშავების შემდეგ, მაგრამ ზოგჯერ სხმულები იხმარება დამუშავების გარეშეც. მანქანათმშენებლობაში გამოყენებული დეტალების საერთო წონის დაახლოებით 50—60% სხმულებია. სხმულების ასეთი ფართო გავრცელება აიხსნება იმით, რომ მათი მიღება შეიძლება ყოველგვარი ლითონისაგან, მაშინ როდესაც წნევით დამუშავებით ნამზადების მიღება მხოლოდ პლასტიკური ლითონებისაგან შეიძლება.

სხმულების მიღების პროცესს კაცობრიობა იცნობს ჩვენს ერამდე რამდენიმე ათეული საუკუნით ადრე. არქეოლოგიური გათხრებით და ისტორიული ძეგლებით მტკიცდება, რომ საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე სხმულები გამოყენებულია უძველესი დროიდან. რუსეთის სამსხმელო წარმოების უკვდავი ძეგლებია ა. ჩოხოვის მიერ 1585 წელს ჩამოსხმული „მეფე ზარბაზანი“ (წონა 38 400 კგ), ი. მატორინის მიერ 1735 წელს ჩამოსხმული „მეფე ზარი“ (წონა 198 000 კგ), ლენინგრადში პეტრე პირველის ძეგლი (წონით 216 კგ) და სხვ. მრავალი.

სამსხმელო წარმოების მეცნიერული განვითარების საქმეში დიდი ამსახურება რუსი მეცნიერების: პ. ანოსოვის, დ. ჩერნოვის, ა. ლავროვის, ნ. კალაკუცის და სხვ. რუსეთში 1913 წელს მიღებული იქნა სულ 0,5 მილ. ტ. სხმული, 1985 წელს სსრ კავშირში კი... მილ. ტ. აკკ XXVII ყრილობის დირექტივებით გათვალისწინებულია ჩვენს ქვეყანაში სამსხმელო წარმოების შემდგომი განვითარება. დიდი ყურადღება ექცევა სამსხმელო პროცესების მექანიზაციასა და ავტომატიზაციას.

საქართველოს მეზეუმებში დაცულია ბრინჯაოს ხანის ცულები და სხვ. იარაღები, რომლებიც ჩამოსხმულია ქვის ყალიბებში და გამოსადნობი (სანთლის) მოდელების საშუალებით, რაც დღეისათვისაც სხმულების დამზადების ერთ-ერთი პროგრესულ მეთოდად ითვლება.



ნახ. 76, მილისის სხმულის შიღების ტექნოლოგიური პროცესის ელემენტები.

საქართველოში სამსხმელო წარმოების კერების არსებობა შემდგომ ისტორიულ პერიოდებში უწყვეტ ხაზად გასდევს, მაგრამ ამ წარმოების სწრაფი განვითარება მხოლოდ საბჭოთა საქართველოში ხორციელდება. 1933 წ. აშენდა ავკალის ფოლადთუქსამსხმელო ქარხანა — „ცენტროლიტი“, ხოლო შემდეგ მძლავრი სამსხმელო სააპკროები რუსთავის მეტალურგიულ კომბინატში და ქუთაისის საავტომობილო ქარხანაში.

სხმულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის წარმოსადგენად 76-ე ნახაზზე მოცემულია მილისის სხმულის ტექნოლოგიური პროცესის ელემენტები.

სხმულის (ა) მისაღებად ამზადებენ მილისის ფორმის სიღრუის მქონე ყალიბს, რითვიაც, აკეთებენ მილისის მოყვანილობის ხის ან ლითონის მოდელს (ბ) ორი ნახევრისაგან. მოდელის ნახევრებს ჩარჩოებში ე. წ. საყალიბებებში ათავსებენ, მათ გარშემო საყალიბე ნარევის (მიწას) ტეპნიან, მოდელის ნახევრებს ამოიღებენ და ამგვარად ყალიბის ზედა და ქვედა ნახევრებს წარმოქმნიან. ყალიბის ზედა ნახევრის დამზადების დროს მასში აკეთებენ ორ არხს, ერთს თხევადი ლითონის სასხამს 2, ხოლო მეორეს — სასულეს 3, ჩასხმისას სიღრუიდან ჰაერის გამოსაშვებად. სასხმისათვის ჰერმეტიკი ჩაბრუნებულია ჩასხმის გასაადვილებლად. მილისის სიღრუის წარმოსაქმნელად ყალიბში ათავსებენ, მისი მოყვანილობის დეროს, რომელსაც აგრეთვე წინასწარ შემზადებული სპეციალური ნარევისაგან ამზადებენ, და კოპს (დ) უწოდებენ. კოპს საკოპე ყუთში (ე) ამზადებენ. ყალიბში დასაყენებლად კოპს ორივე მხრიდან წანაზარდს უკეთებენ, რომელსაც კოპის ნიშანი ეწოდება. მოდელსაც უკეთებენ შე-

საბამის ნიშნებს კოპის ნიშნების მოყვანილობის სიღრუეების მისაღებად.

ყალიბის ნახევრებისა და კოპის დამზადების შემდეგ ხდება ყალიბის აწყობა (ე). შემდეგ ყალიბში ლითონს ასხამენ, გამყარების შემდეგ სხმულს (ე) ყალიბიდან ანთავისუფლებენ, სასხამსა 4 და სასულეს 5 აკლიან, ასუფთავებენ, ამოწმებენ და ამით სხმულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესი მთავრდება.

ამგვარად, სხმულის დამზადებით ტექნოლოგიური პროცესის მიმდევრობა ასეთია: მოდელისა და საკოპე ყუთის დამზადება; საყალიბე და საკოპე ნარევეების შემზადება; ყალიბისა და კოპის დამზადება; ყალიბის აწყობა; საკაზმე მასალების შემზადება ლითონის დნობისათვის; ლითონის დნობა; ყალიბში ლითონის ჩასხმა; სხმულის ყალიბიდან ამოგდება, სხმულის გასუფთავება და შემოწმება.

XVI თავი

მოდელის კომპლექტი და საყალიბე მასალები

§ 68. მოდელის კომპლექტი

სხმულები მიიღება საყალიბე ნარევის ყალიბებში და ჩამოსხმის სპეციალური მეთოდებით. სხმულს მიღების მეთოდის შერჩევა ხდება წარმოების ტიპის, სხმულის წონის, ზედაპირის სისუფთავისა და სიზუსტის მიხედვით.

თანამედროვე მანქანათმშენებლობაში სხმულების დიდი ნაწილი საყალიბე ნარევების (მიწის) ყალიბებში მიიღება, რისთვისაც, როგორც აღვნიშნეთ, წინასწარ ამზადებენ მოდელს. მაგრამ მოდელთან ერთად ჩვეულებრივ მზადდება საკოპე ყუთი, სასხმთა სისტემის მოდელები, საყალიბე-საკონტროლო და საამწყობო თარგები და ყველა ამათ ერთობლიობას მოდელის კომპლექტი ეწოდება.

მოდელი ეწოდება სხმულის მოყვანილობის მქონე ნაკეთს, რომელიც განკუთვნილია ყალიბის სიღრუის წარმოსაქმნელად.

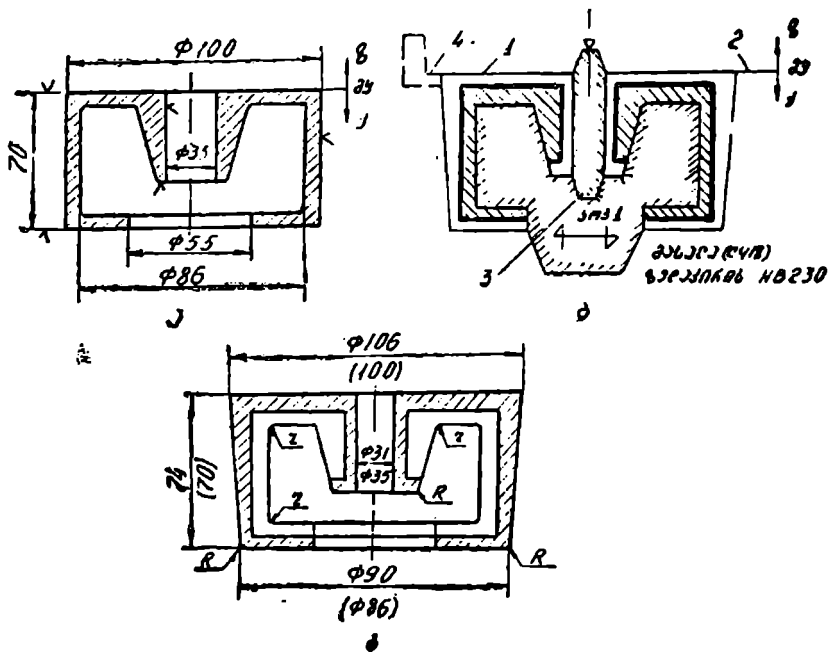
მოდელს ამზადებენ სხმულის ან დეტალის ნახაზის მიხედვით. სხმულის ნახაზის მიხედვით მოდელის დამზადებისას მხედველობაში იღებენ გამყარებისას. ლითონის ჩაჯდომის თვისებას, ხოლო დეტალის ნახაზის მიხედვით მოდელის დამზადების დროს კი დამუშავების ნამეტსაც, თუ დეტალს დასამუშავებელი ზედაპირი აქვს. ასეთი ზედაპირები ნახაზზე აღინიშნება „V“ ნიშნით (ნახ. 77, ა).

დეტალის ნახაზის მიხედვით მოდელის დასამზადებლად წინასწარ ადგენენ სხმულის სამოდულო-სამსხმელო ნახაზს (ბ) და სხმულის ნახაზს (გ).

სხმულის სამოდულო-სამსხმელო ნახაზზე აღნიშნავენ მითითებებს მოდელისა და სხმულის დასამზადებლად, სახელდობრ: დამუშავების ნამეტს (შრეს, რომელიც ეთლება კრით დამუშავების დროს), ჩაჯდომას, სხმულის დამზადებისათვის საკირო ტექნოლოგიურ მითითებებს, სხმულისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

ნამეტის სიდიდე დამოკიდებულია სხმულის ზედაპირის სისუფთავეზე, ზომებსა და ყალიბში მის მდებარეობაზე. მაგალითად, რაც მეტი სისუფთავე და ზომა აქვს დეტალის ზედაპირს, მით უფრო დიდი აიღება ნამეტი; ასევე მეტი აიღება ნამეტი ყალიბში მოთავსებული სხმულის ზედა ზედაპირებისათვის. ქვედა და გვერდით ზედაპირებთან შედარებით, რადგან სხმულის ზედა ნაწილი უფრო უსუფთაო და ნაკლებად სწორი მიიღება. მაგალითად, თუჯის სხმულების ზომები 2—20 მმ ზღვრებში იცვლება, ხოლო ფოლადისა — 4—28 მმ ზღვრებში.

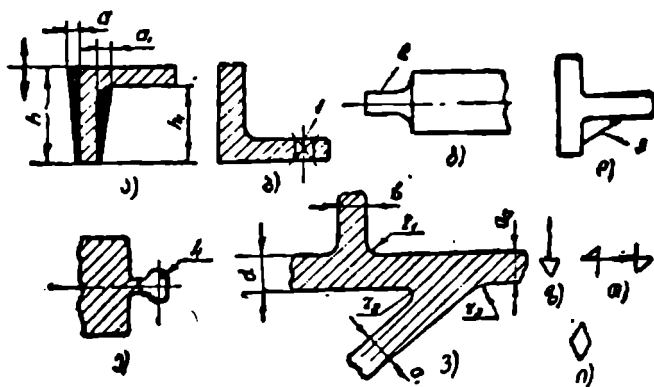
ჩაჯდომის სიდიდე სხვადასხვა ლითონისათვის სხვადასხვაა, მა-



ნახ. 17. დეტალის ნახაზი (ა); სხმულის სამოდულო-სამსხმელო ნახაზი (ბ); სხმულის ნახაზი (გ).

გალითად, თუჯის ჩაჯდომა 10% უდრის, ფოლადისა 2%, სპილენძი-სა და ალუმინის შენადნობებისა — 1,50%. მოდელის დამზადების დროს ლითონის ჩაჯდომის გასათვალისწინებლად მემოდელეები სარგებლობენ ე. წ. ჩაჯდომის მეტრებით, რომლებიც სხვადასხვა ლითონებისათვის სხვადასხვაა. ისინი, როგორც ჩვეულებრივი მეტრი, დაყოფილია 1000 ნაწილად. მხოლოდ თითოეული ნაწილი გადიდებულია შესაბამისი ლითონის ჩაჯდომის პროცენტით.

დამუშავების ნამეტი სხმულს ნაბაზზე აღინიშნება შტრიხებით ან წითელი ფანქრით. არჩევენ აგრეთვე ტექნოლოგიურ ნამეტს, რომელიც ამარტივებს სხმულს და აადვილებს მისი დამზადების პროცესს. ტექნოლოგიურ ნამეტში იგულისხმება სამსხმელო დახრები, წანამატები, კორძები, ჩაჯდომის წიბოები და ჰალტელები (ნახ. 78).



ნახ. 78. ტექნოლოგიური ნამეტების და სხვ. მითითებების აღნიშვნები,

სხმულის სამსხმელო დახრები (ა) აადვილებს ყალიბიდან მოდელის და საკოპე ყუთიდან კოპის ამოღებას. დახრის α ზომა მოდელის h სიმაღლის მიხედვით აიღება და 1—8 მმ ან 3—0,5-ის ზღვრებში იცვლება.

წანამატები ამარტივებენ სხმულის მოყვანილობას და მის დამზადებას. მაგალითად, 20—50 მმ-მდე დიამეტრის ნახვრეტები 1 (ბ) მიზანშეწონილია სხმულში გაიბურღოს კრით დამუშავების დროს. აქვე წანამატს ითვალისწინებენ სხმულის ზედა პორიზონტალურ ნაწილში აირისა და წილის ფუჭვილების კრით დამუშავების დროს ასაცილებლად.

კორძებს ითვალისწინებენ სხმულის სამარჯვში დამაგრებისათვის დამუშავების დროს 2 (გ) ან ტრანსპორტირებისათვის 4 (ე).

სამსხმელო წიბოებს 3 (დ) ითვალისწინებენ სხმულის გამყარებისას დაბრეკვის თავიდან ასაცილებლად.

ჰალტელეები ანუ სხმულის ზედაპირების შეუღლების ადგილებში (კუთხეებში) რ მორგვალეები (3) ადვილებს ყალიბიდან მოდელის ამოღებას და ადიდებს სხმულის სიმტკიცეს. ჰალტელეების რადიუსები აიღება მომიჯნავე კედლების სისქეების საშუალო არითმეტიკულს $\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}$ ზღვრებში. ბოსტ-ით დადგენილია ჰალტელეების რადიუსების შემდეგი მნიშვნელობები: 1; 2; 3; 5; 8; 10; 15; 20; 25; 30 და 40.

სხმულის ტექნოლოგიურ მითითებებს მიეკუთვნება მოდელის გასართი ხაზი 2 (ნახ. 77, ბ) ზედა და ქვედა ნახევრების ჩვენებით; კოპის გასართი ხაზი (ნახ. 78, ზ); საკოპე ნიშნების მდებარეობა და ზომები 3; მკვებავი არხის მიერთების ადგილი ყალიბში 4 (ნახ. 77, ბ); ნამატის მდებარეობა და კონსტრუქცია; საკოპე ყუთის გასართი ხაზი — ფიგურული ისრით (თ); საბაზო ზედაპირის მდებარეობა (ი) მონიშვნისათვის.

მოდელის გასართი ხაზის მდებარეობა ისეთი უნდა იყოს, რომ: სამულის დასამუშავებელი ზედაპირები ქვემოთ იყოს სუფთა და მკვრივი ზედაპირის მისაღებად, მოდელის მაღალი ადგილი მდებარებოდეს ყალიბის ქვედა ნახევარში, გასართი ხაზი არ იყოს მრუდხაზოვანი (რადგან იგი აძნელებს მის დამზადებას და დაყალიბების პროცესს), უზრუნველყოფდეს სხმულის ზომების სიზუსტეს რისთვისაც საბაზო ზედაპირები არ უნდა ჰკვეთდეს გასართ ხაზს.

საკოპე ყუთის გასართი ხაზის დადგენისას ითვალისწინებენ, რომ კოპი არ იყოს რთული მოყვანილობის (რისთვისაც მას ანაწილებენ) და გააჩნდეს საჭირო დახრება ყუთიდან კოპის ადვილად ამოსაღებად. კოპის ცალკეული ნაწილები ადვილად უნდა იწყობოდეს ისე, რომ აცილებულ იქნეს კედლის სისქის სხვადასხვაობა. კოპებს ჭრილში კონტურის ირგვლივ შტრიხავენ და ნომრავენ ყალიბში მათი დაყენების თანამიმდევრობის მიხედვით. კოპების ტკეპნის მიმართულებას აღნიშნავენ ბლაგვი ისრით (ზ), ხოლო საკოპე ყუთის გასართ ხაზს — ფიგურული ისრით (ნახ. 78, ი).

დიდი ზომის მოდელებს სიმსუბუქისათვის ღრუიანს აკეთებენ. ამზადებენ როგორც ხის, ისე ლითონის მოდელებს.

ხის მოდელებს იყენებენ ცალობრივი წარმოების დროს. მისი, როგორც სამოდელო მასალის, უარყოფითი მხარეებია: არაერთგვაროვნება, ფორმის ცვალებადობა, ჰიგროსკოპულობა (დატენიანების უნარი) და მცირე ხანგამძლეობა. არაერთგვაროვნებისა და ფორმის ცვალებადობის (დაბრეკის) შემცირების მიზნით მოდელის ნამზადის ხის მცირე ზომის ნაჭრებს წლიური რგოლების (ბოჭკოების) ურთიერთმართობი მიმართულებით აწებებენ; ჰიგროსკოპულობის ასა-

ცილებლად კი ხის მოდლებს საღებავებში ჭარავენ. თუ მოდლები თუჯის სხმულებისათვის არის განკუთვნილი, მათ წითლად ლეზავენ, ფოლადის სხმულებისათვის — ლურჯად, ხოლო სპილენძის შენადნობების სხმულებისათვის — ყვითლად. მოდელის საკოპე ნიშნებს შავად ლეზავენ.

ხის მოდლების უპირატესობა მათ სიმსუბუქეში და დამზადებისა და შეკეთების სიადვილეში გამოიხატება.

დიდ მოდლებს, ჩვეულებრივ, ფიჭვისაგან ამზადებენ, ვინაიდან შედარებით იაფი და ადვილი დასამუშავებელი მასალაა; საშუალო ზომის მოდლებს კი — ცაცხვისაგან; წერილი და რთული მოყვანილობის მოდლებისათვის (მაგალითად, ზრახნები) ვაშლის, მსხლის, კაკლის ხეებს ან, იშვიათად, წითელ ხეს იყენებენ.

ლითონის მოდლებს, დამზადების სიძვირის გამო, მასობრივი ან მსხვილსერიული წარმოების დროს იყენებენ. ლითონის მოდლებს ამზადებენ ფოლადის, თუჯისა და ალუმინის შენადნობებისაგან, რომლებიც სიმსუბუქითა და კარგი დამუშავებლობით ხასიათდებიან.

ლითონის მოდლებით ყალიბის დამზადების გასაადვილებლად ხშირად მოდელის ნაწილებს ამაგრებენ ლითონის ფილებზე (ნახ. 79), რომლებსაც სამოდლო ფილებს უწოდებენ. თუ სამოდლო ფილაზე დამაგრებულია მოდელის მხოლოდ ზედა ან ქვედა ნახევრები, მაშინ მას ცალმხრივს (ა, ბ) უწოდებენ; თუ სამოდლო ფილაზე მოდელის ნაწილები სიმეტრიულად ფილის ორივე მხარეზეა დამაგრებული, სამოდლო ფილა ორმხრივია (გ), ხოლო, თუ მოდელის ორივე ნაწილი მოთავსებულია ფილის ერთ მხარეს, ისე რომ მათი 180°-ით შებრუნება ერთიმეორეს ავსებს, მაშინ მას რევერსიული სამოდლო ფილა ეწოდება (დ).



საკოპე ყუთების ხისგან ან ლითონისაგან კეთდება. მისი სიღრუე ჩამოსასხმელი დეტალის სიღრუის მსგავსი უნდა იყოს. საკოპე ყუთის სიღრუის ხაზობრივ ზომებს დეტალის სიღრუის ზომაზე ლითონის ჩაჯდომით მეტს და დამუშავების ნამეტით ნაკლებს იღებენ. საკოპე ყუთიც მზადდება მთლიანი ან გასახსნელი. მოდლებისა და საკოპე ყუთების ნაწილების შესაერთებლად ხის ან ლითონის კოტებს იყენებენ.

ნახ. 79. სამოდლო ფილები.

ყალიბებს ძირითადად საყალიბე ნარევისაგან (მიწისაგან) ან ლითონისაგან ამზადებენ; ამათგან ლითონისაგან იყენებენ საყალიბე ნარევისაგან დამზადებულ ყალიბებს, რომელთა საშუალებითაც მთელი სხმულების 90% მიიღება. კოპებსაც ამზადებენ საკოპე ნარევისაგან. საყალიბე და საკოპე ნარევეზის თვისებებზე დამოკიდებულია სხმულების ხარისხი.

საყალიბე ნარევი მაღალი აირგაღწევადობით, სიმტკიცით, პლასტიკურობით, ცეცხლგამძლეობით, დამყოლობითა და ხანგამძლეობით უნდა ხასიათდებოდეს.

ა ი რ გ ა ლ წ ე ვ ა დ ო ბ ა არის ყალიბში თხევადი ლითონის ჩასხმისას წარმოქმნილი აირების ან საყალიბე ნარევის გაშრობით მიღებული ორთქლის გაღწევის უნარი. ნარევის დაბალი აირგაღწევადობის შედეგად სხმულში ნიჟარები წარმოიქმნება, რაც, თავის მხრივ, წუნს იწვევს. ამ მიზნით საყალიბე ნარევი ძირითადად მზადდება თიხისა და ქვიშისაგან. ნარევის ფორიანობა დამოკიდებულია ქვიშის მარცვლების ზოლდენობაზე, მოყვანილობაზე ზომაზე, თიხის რაოდენობასა და ნარევის ტენიანობაზე.

ს ა ყ ა ლ ი ბ ე ნ ა რ ე ვ ი ს ს ი მ ტ კ ი ც ე არის საყალიბე ნარევის უნარი, არ დაინგრეს მისგან დამზადებული ყალიბი აწყობის, ტრანსპორტირებისა და გამდნარი ლითონის ჩასხმის დროს.

საყალიბე ნარევის სიმტკიცე დამოკიდებულია მის ტენიანობაზე, ნარევი თიხის რაოდენობაზე, ქვიშის მარცვლების რაოდენობაზე, მოყვანილობასა და ზომაზე.

პ ლ ა ს ტ ი კ უ რ ო ბ ა არის საყალიბე ნარევის უნარი, შეინარჩუნოს მოდელის ზუსტი ანაბეჭდები დაყალიბების დროს. პლასტიკურობა მატულობს ნარევი ტენისა (განსაზღვრულ რაოდენობამდე) და თიხის რაოდენობის გაზრდით; ნარევი უფრო მეტ პლასტიკურობას აძლევს მთის ქვიშა (მდინარის ქვიშასთან შედარებით) და სხვ.

ც ე ც ხ ლ გ ა მ ძ ლ ე ო ბ ა არის, საყალიბე ნარევის უნარი, გაუძლოს გამდნარი ლითონის მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებას. დაბალი ცეცხლგამძლეობის მქონე საყალიბე ნარევი აღნება სხმულს და მის ზედაპირზე იწვევს სალი მინადული შრის წარმოქმნას, რაც ჭრით დამუშავებას აძნელებს. საყალიბე ნარევის ცეცხლგამძლეობა დაბალია, თუ ნარევი შეიცავს ნატრიუმის, კალიუმის, მაგნიუმის, კალციუმისა და რკინის უანგეულებს.

ს ა ყ ა ლ ი ბ ე ნ ა რ ე ვ ი ს დ ა მ ყ ო ლ ო ბ ი ს თ ვ ი ს ე ბ ა სპეციალური იმისათვის, რომ მისგან დამზადებულმა სამსხმელო ყალიბმა არ გაუწიოს წინააღმდეგობა მასში ჩასხმული ლითონის ჩაჭდომას.

არადამყოლი. საყალიბე ნარევისაგან დამზადებული ყალიბი იწვევს სხმულში ძაბვებს ან გაბზარვას. საყალიბე ნერვებს უნდა ახასიათებდეს აგრეთვე ხ ა ნ გ ა მ ძ ლ ე ო ბ ა, ე. ი. ხელმეორედ გამოყენების უნარი და ს ი ი ა ფ ე.

საკოპე ნარევებს უფრო მძიმე პირობებში უხდებათ მუშაობა (გამდნარი ლითონი ირგლივ აქვთ შემორტყმული). ამიტომ ზემოთ ჩამოთვლილ თვისებებთან ერთად უნდა ახასიათებდეს არაჰიგროსკოპულობა (ყოპი არ უნდა ტენიანობდეს ყალიბში) და ადვილი ამოფხვნისა და მალალი დამყოლობის უნარი.

საყალიბე და საკოპე ნარევების შედგენილობისა და თვისებების შემოწმება ხდება ლაბორატორიებში სპეციალური ხელსაწყოების საშუალებით.

§ 70. საყალიბე და საკოპე ნარევის მონზადება

საყალიბე და საკოპე მასალებს ეკუთვნის: ქვიშები, ქვიშა-თიხონი მიწები, თიხები, დანამატები (ქვანახშირის მტვერი, ნახერხი, ტორტი, ნაკელი, ზეთები და სხვ.) და მისამტვერები (გრაფიტი, მარშალიტი და სხვ.) ამათგან ძირითადი საყალიბე მასალებია ქვიშა და თიხა. ზუნებაში იშვიათად მოიპოვება ისეთი მასალები, რომელთა უშუალოდ გამოყენება შეიძლებოდეს ყალიბების ან კოპების დამზადებლად. ამისათვის ზემოთ განხილული მასალებისაგან სათანადო ნარევებს ამზადებენ.

ს ა ყ ა ლ ი ბ ე ნ ა რ ე ვ ი ს შესადგენად ახალ საყალიბე მასალებთან ერთად დიდი როდენობით იყენებენ ნახმარ, ანუ ყალიბყუთიდან ამონგრეულ ნარევს. საყალიბე ნარევეში ახალი საყალიბე ნარევების რაოდენობა 7—100% ზღერებში იცვლება. რაც უფრო დიდი წონისაა სხმული, პასუხსაგებია და ჩასასხმელი ლითონის ტემპერატურა მაღალია, მით უფრო მეტს იღებენ ნარევეში ახალი მასალების პროცენტულ შემცველობას.

ნარევეში თიხის შემცველობაც სხმულის წონაზე და ჩასასხმელი ლითონის ტემპერატურაზეა დამოკიდებული. ვინაიდან მცირე წონისა და დაბალი ტემპერატურის მქონე ჩასასხმელი ლითონიდან სხმულების მიღება ნოტიო ყალიბებში წარმოებს და ნოტიო ყალიბებში კი თვით ტენი ასრულებს შემეკვრელის როლს, ამიტომ ნარევის შედგენილობაში თიხის შემცველობა მცირეა (8—10%), მაშასადამე, იყენებენ მკლე საყალიბე ნარევს. რადგან დიდი წონისა და მაღალი ტემპერატურის მქონე ლითონებისაგან სხმულების მიღება მშრალ ყალიბებში (ე. ი. ისეთ ყალიბებში, რომლებსაც აშრობენ) ხდება და ისეთ ყალიბებში შემეკვრელის როლს მხოლოდ თიხა ასრულებს

ამიტომ მათი ნარევის შედგენილობაში თიხის შემცველობა დაღია (20%-მდე); მაშასადამე, იყენებენ პოხიერ საყალიბე ნარევეს

საყალიბე ნარევის შედგენილობა დამოკიდებულია აგრეთვე მის დანიშნულებაზე. თუ საყალიბე ნარევი გამოიყენება ყალიბის ზედაპირის 20—30 მმ სისქის შრის შესაქმნელად, მას საპირ-საყალიბე ნარევი ეწოდება და მალალხარისხოვნება მოეთხოვება. ყალიბის დანარჩენი მოცულობის შევსება ხდება შემავსებელი საყალიბე ნარევით, რომელიც შედარებით დაბალხარისხოვანია და რომლის პერიოდული შეცვლა შეიძლება. მასობრივი წარმოების დროს საყალიბე ნარევების დაყოფა შემავსებელ და საპირ-საყალიბე ნარევებად შეუძლებელია, რადგან დაყალიბების პროცესი მექანიზებულია; ამ შემთხვევაში იყენებენ ერთიან საყალიბე ნარევეს.

სამსხმელო საწარმოებში იყენებენ აგრეთვე სწრაფმაგრებად საყალიბე ნარევებს, ცემენტისა და თხევადი მინის დამატებით. თხევადი მინის შემცველ ნარევებს აშრობენ ნაჭშირორქანის აირის გატარებით. ასეთი ყალიბი საკმარისად მტკიცეა და აირგალწვეადი.

ასევე გამოიყენება ღენადი თვითმაგრებადი ნარევები (ტყეპნის პროცესის გარეშე) თხევადი მინისგან და ღენადი ნივთიერებების დამატებით.

საკოპე ნარევები. კოპებს უფრო მძიმე პირობებით უზღდება მუშაობა, ვიდრე ყალიბის კედლებს, რადგან ლითონის ჩასხმის დროს კოპები თითქმის მთლიანად იმყოფება გამდნარი ლითონის გარემოცვაში. აქედან გამომდინარე საჭიროა საკოპე ნარევები მაღალი სიმტკიცით, ცეცხლგამძლეობით, დამყოლობითა და აირგალწვეადობით ხასიათდებოდეს.

საკოპე ნარევები იყოფა ორ ჯგუფად: ნარევებად, რომლებშიც მემკვრელი ნივთიერებაა თიხა და ნარევებად სპეციალური შემკვრელი ნივთიერებებით.

საკოპე თიხიანი ნარევები გამოიყენება დიდი ზომის კოპების დასამზადებლად.

სპეციალურ შემკვრელ ნივთიერებათა შემცველი ნარევები მიიღება წმინდა ქვიშის, სპეციალური შემკვრელი ნივთიერებებისა (სელის ზეთი, ბადაგი, დექსტრინი, სახამებელი, ფისი, კანიფოლი) და წყლის შერევით. სპეციალური შემკვრელი ნივთიერებები კოპს სიმტკიცეს გააშრობის შემდეგ აძლევს. ამის გამო ნარევეს ხშირად უმატებენ მცირე რაოდენობის თიხას.

სპეციალური შემკვრელი ნივთიერებების შემცველი ნარევებისაგან დამზადებული კოპები ხასიათდება ძლიერ მაღალი აირგალწვეადობით, სიმტკიცით, კარგი დამყოლობითა და ამოფხენადობით.

მათ იყენებენ პასუხსაგები სხმულებისათვის. განსაკუთრებით ავია-ძრავებისა და საავტოტრაქტორო ქარხნების სამსხმელოებში.

გამოიყენება საკოპე ნარევები, რომლებიც მყარდებიან გაცხელებულ საკოპე ყუთებში. შემკვრელებად იყენებენ სწრაფმაგრებად ორგანულ და ორგანომინერალური შემკვრელ მასალებს, რომელთა გამაგრება ხდება კატალიზატორების დახმარებით.

ცივ საკოპე ყუთებში სწრაფმაგრებად ნარევებს ამზადებენ ქვიშისაგან სინთეზური ფისებისა და კატალიზატორების დამატებით. ასეთი ნარევი მყარდება 5—10 წამის განმავლობაში, ხასიათდება დიდი სიზუსტით და არ მოითხოვს დამატებით გაშრობას.

საყალიბე და საკოპე ნარევების მოსამზადებლად საჭიროა მათი შემადგენელი ნაწილების — ქვიშების, თიხების, ნახმარი საყალიბე ნარევების და სხვ. შემზადება.

ახალი ქვიშისა და თიხის შემზადებისათვის მათ აშრობენ 100—110°-მდე გახურებულ (მეტი გახურებით თიხა კარგავს შემკვრელის თვისებებს) სპეციალურ ღუმელებში, ცრიან ანაცერს (გუნდების სახით) სრესავენ რბიებზე და ხელმეორედ ცრიან.

ამავე მიზნით ნახმარ საყალიბე ნარევეს, ჯერ მაგნიტურ სეპერატორში ატარებენ ლითონის ნაწილაკების მოსაცილებლად და შემდეგ ცრიან ხის ნაჭრებისა და სხვა ნაწილაკების მოსაცილებლად. ასე შემზადებული მასალებიდან სათანადო პროპორციით აზავენ ნარევეს, რის შემდეგ რბიებზე ან ნიჩბებიან სარეველაზე კარგად ურევენ.

ХVII. შ ა ვ ი

დაყალიბება

.. § 71. ხელით დაყალიბება

ყალიბის დაზადების პროცესს დაყალიბება ეწოდება. დაყალიბების პროცესი სრულდება ხელით ან მანქანებით. ხელით დაყალიბებას ინდივიდუალური და წვრილსერიული წარმოების დროს მიმართავენ, ხოლო მანქანებით, ანუ მანქანურ დაყალიბებას — მსხვილ-სერიული და მასობრივი წარმოების შემთხვევაში.

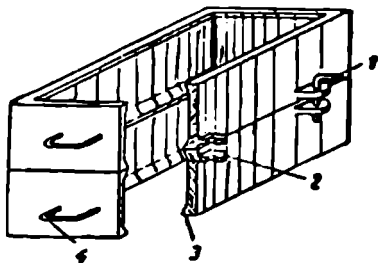
როგორც ხელით, ისე მანქანური დაყალიბების დროს ყალიბების დაზადებას საყალიბებებში აწარმოებენ.

საყალიბე მზადდება ხის ან ლითონისაგან (თუჯი, ფოლადი, მსუბუქი შენადნობები). ინდივიდუალური წარმოების დროს იყენებენ ხის საყალიბეს, მასობრივ და სერიულ წარმოებაში კი — ლითონის სა-

ყალიბეს. საყალიბეს მოყვანილობა დამოკიდებულია სხმულის მოყვანილობაზე.

მცირე ზომის საყალიბეებში (ნახ. 80) ნარევეს აკავებს მათი კედლები და ქიმები 3; საყალიბეების ერთიპორეზე დაყენება ხდება ყუნწების 2 ზვრეტებში ჩხირების 1 ჩაყრით. მათ გადატანას სახელურების 4 საშუალებით აწარმოებენ.

დიდი ზომის საყალიბეებში ნარევის დასაკავებლად ჯვარედინ ტიხრებს აყენებენ. ასეთი საყალიბეს გადატანა მხოლოდ ამწის საშუალებით ხდება; რისთვისაც საყალიბეებს კავის მოსადებად სატაყეები უკეთდებათ.



ნახ. 80. მცირე ზომის საყალიბეები

არსებობს აგრეთვე შემოსახსნელი საყალიბეები, რომლებსაც მცირე ზომის სხმულებისათვის ხმარობენ.

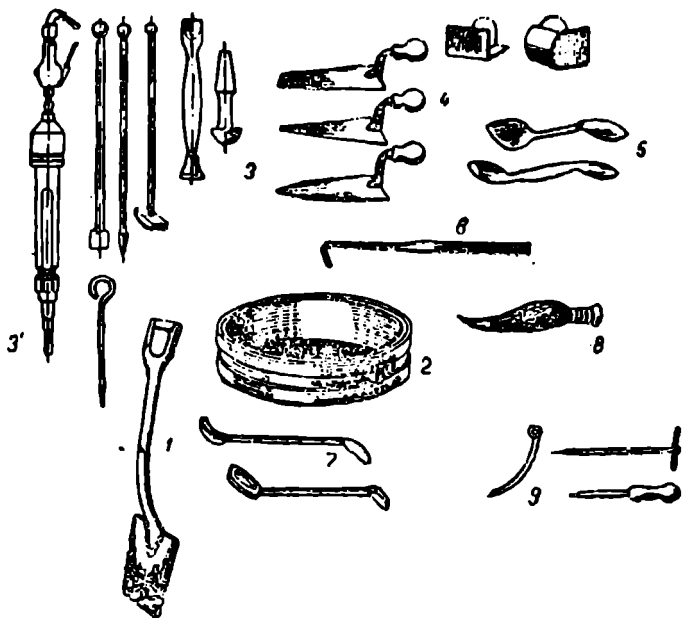
ხელით დაყალიბებისათვის საჭირო იარაღებია (ნახ. 81): ნიჩაბი 1 საყალიბეში ნარევის ჩასაყრელად; საცერი 22-საპირსაყალიბე ნარევის გასაცრელად სატკეპნელები 3 საყალიბეში საყალიბო ნარევის დასატკეპნად 3¹ არის პნევმატური სატკეპნელი; უთოები 4 ყალიბის სამუშაო ზედაპირის მოსასწორებლად; ლანცეტები 5, კაუჭები 6 და კოვზები 7 ყალიბში ჩაცვივული ნარევის ამოსაღებად და ლითონის გასასვლელი არხების (სახსმიდან და სასულიდან ყალიბამდე) გასაჭრელად; ფოჩი 8 მოდელის ამოღების წინ მის ირგვლივ ნარევის დასასველებლად, რაც საჭიროა მოდელის ამოწევის ნაპირების ამონგრევის თავიდან ასაცილებლად და საწევეები 9 მოდელის ამოსაღებად.

ხელით დაყალიბების სახეებია: ნიადაგში ღია დაყალიბება; ნიადაგში დახურული დაყალიბება; ორ საყალიბეში დაყალიბება; სამ და მეტ საყალიბეში დაყალიბება; თარჯული დაყალიბება.

ნიადაგში დაყალიბება. საამქროს საყალიბე უბნის ნიადაგში 1—1,5 მ სიღრმეზე მკლე საყალიბე ნარევეს წარმოადგენს, მარტივი სხმულებისათვის დაყალიბება ასეთ ნიადაგში უშუალოდ შეიძლება. ნიადაგში დაყალიბება შეიძლება იყოს ღია და დახურული.

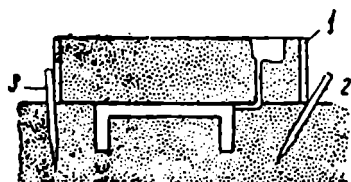
ნიადაგში ღია დაყალიბებას მიმართავენ არაპასუხსაგები მარტივი სხმულებისათვის, რომელთა ზემო ზედაპირი სწორია და სისუფთავეც არ მოეთხოვება.

ნიადაგში დახურულ დაყალიბებას უფრო ხშირად დიდი ზომის სხმულების დროს მიმართავენ, როდესაც სხმულის ზედაპირს სისუფთავე მოეთხოვება. დახურული დაყალიბების პროცესის მიმდევრობა ასეთია: მთლიან მოდელს გაყოფის ხაზამდე (გასახს-



ნახ. 81. იარაღები ხელით დაყალიბებასათვის.

ნელის დროს მის ქვედა ნახევარს) წინასწარ შემზადებულ ნიადაგში ჩაფლავენ (ნახ. 82), ზედაპირს მოასწორებენ, გამყოფი სილის თხელ შრეს მოაყრიან, შემდეგ ადგამენ საყალიბებს 1, მის ოთხივე კუთხეში ყალიბის აწყოების გაასაადვილებლად პალოებს 2,3 არკობენ, საყალიბებს შემოაბრუნებენ საათის ისრის მიმართულებით, აყენებენ სასხმისა და სასულის მოდელებს, მოაყრიან საპირ-საყალიბე წარევს, აყრიან შეშავებულ წარევს და შრეებად ტყეპნიან, ზედა ყალიბის ზედაპირს სპაზავით მოასწორებენ, ჩველეტენ ნემსით, აძრობენ სასხმისა და სა-



ნახ. 82. დახურული დაყალიბება ნიადაგში.

სულის მოდელებს და ახდიან ზედა ყალიბს. ამის შემდეგ მილდგარის ზოლოდან ქვედა ყალიბში სკრიან სიღრუესთან გამდნარი ლითონის მისასვლელ (მკვებაე) არხს და მოდელს იღებენ; მოდებულ სიღრუეს ასუფთავებენ, ამონგრეულ ადგილებს შეაკეთებენ, აყენებენ კოპს

(თუ სხმული ღრუიანია) და ყალიბის ზედა ნახევარს ახურავენ. ყა-

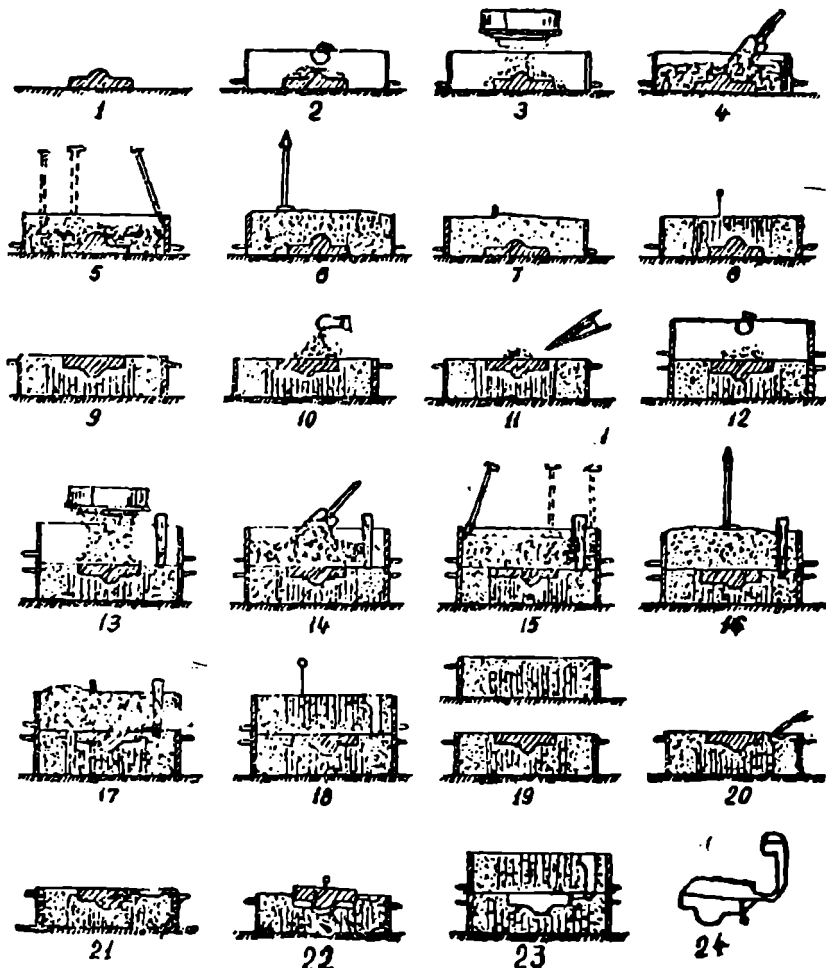
ლიბის ზედა ნახევრის ქვედასთან ზუსტ მორგებას უზრუნველყოფს პალოებს შორის ყალიბის ზედა ნახევრის შემობრუნება საათის ისრის მიმართულებით.

ორ საყალიბეში დაყალიბება უფრო მეტად არის გავრცელებული. განვიხილოთ ეს პროცესი კონკრეტულ მაგალითზე.

მისაღები სხმულის მოდელი ნაჩვენებია 83-ე ნახაზზე. დაყალიბებისათვის მოდელს ათავსებენ მოდელქვეშა ფილაზე 1, ადგამენ ქვე-



მოდელი



ნახ. 83. ორ საყალიბეში ხელით დაყალიბების პროცესი.

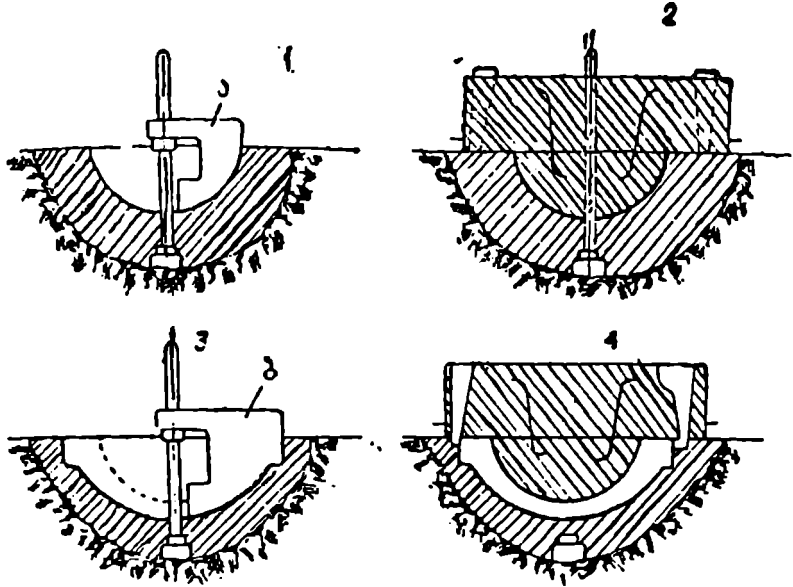
დ. საყალიბეს 2, მოდელს აფრქვევენ პუდრას (ლიკოპოდიუმს ან მარშალიტს); შემდეგ მოაცილიან საპირ-საყალიბე ნარევის თხელ შრეს 3, აყრიან შემავსებელ ნარევეს 4 და ტკეპნიან 5, 6. დატკეპნა ზომიერად უნდა წარმოებდეს. ზედმეტი ტკეპნა აირგაწვევადობას ამცირებს, ხოლო არასაკმარისი — იწვევს ყალიბის სიმტკიცის შემცირებას. დატკეპნის შემდეგ სახაზავით ყალიბყუთს ზედმეტ ნარევეს აცილიან აირგაწვევადობის გასაღიღებლად ნემსით ჩხვლეტენ. მიღებულ ყალიბის ნახევარს გადააბრუნებენ 180°-ით 9, ზედაპირს ასუფთავებენ და მშრალ წმინდა გამყოფ სილას აყრიან 10. ზედმეტ სილას საბერეველით აცილიან 11, რის შემდეგ ზედა საყალიბეს ადგამენ, მოდელს პუდრას აყრიან 12 და აყენებენ სასხმის მილდგარის მოდელს. შემდეგ აყრიან საპირსაყალიბე ნარევეს 13, შემდეგ შემავსებელ საყალიბე ნარევეს 14 და ტკეპნიან 15, 16. შემდეგ ასევე სახაზავით აცილიან ზედმეტ ნარევეს 17; ამოიღებენ სასხმის მილდგარის მოდელს, ამოჭრიან სასხმის ძაბრს და ჩხვლეტენ ნემსით 18. ამის შემდეგ ყალიბის ზედა ნახევარს ხსნიან 19, გასართ ზედაპირს აგლუევენ და ქრიან მკვებავ არხს 20; შემდეგ ფოჩით ასველებენ მოდელის ნაპირებს 21, საწვევით მოდელს იღებენ, ყალიბის ქვედა ნახევარზე ზედა ნახევარს იდგამენ 23 და ყალიბი მზად არის.

§ 72. თარგული დაყალიბება

თარგული დაყალიბება საშუალო და მსხვილი ზომის ბრუნვითი დეტალების (მქნევარა, ბორბალი და სხვ.) სხმულების მისაღებად გამოიყენება ინდივიდუალური წარმოების დროს.

თარგული დაყალიბების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მოდელის ნაცვლად ამზადებენ სხმულის კონტურის მქონე ფანერის თარგებს, რომელთა დგარის ირგვლივ ბრუნვით ნიადაგში სხმულის გარე ან შიგა მოყვანილობა მიიღება.

თარგული დაყალიბების თანამიმდევრობა ასეთია (ნახ. 84): ამზადებენ ორ თარგს, რომელთაგან ერთის ა კონტური სხმულის შიგა მოყვანილობას შეესაბამება, ხოლო მეორისა ბ — სხმულის გარე მოყვანილობას. ნიადაგში წინასწარ მომზადებულ ორმოში აყენებენ დგარს, მასზე ჩამოაცქევენ პირველ თარგს, რომლის ბრუნვით მიიღება სხმულის შიგა ზედაპირი 1; მას მოაყრიან გამყოფ სილას ან დააფენენ თხელ ქაღალდს, დაადგამენ საყალიბეს, დაატანენ სასხმისა და სასულის მოდელებს, შიგ ჩაყრიან საყალიბე ნარევეს და თანდათანობით ფრთხილად ტკეპნიან 2; შემდეგ ყალიბის ზედა ნახევარს ახდიან, დგარზე ჩამოაცქევენ მეორე თარგს ბ, რომლის ბრუნვითაც მიიღება სხმულის გარე მოყვანილობა 3. შემდეგ თარგს დგართან ერთად იღებენ,



ნახ. 84. თარგული დაყალიბების პროცესი.

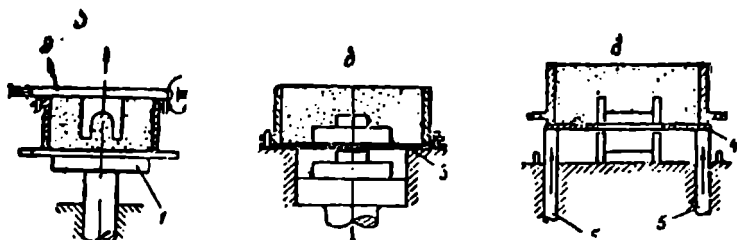
ნაკვალევს ამოავსებენ, თხევადი ლითონისა და ჰაერის გასაველელ არხებს გაჭრიან და დაადგამენ ზედა ყალიბს, და ყალიბი მზად არის.

თარგის ღირებულება მოდელთან შედარებით გაცილებით დაბალია, რაც თარგულ დაყალიბებას უპირატესობას ანიჭებს, მაგრამ მისი ნაკლოვანება იმაში მდგომარეობს, რომ პროცესი რთულია, ხანგრძლივი და მაღალი კვალიფიკაციის მეყალიბეს მოითხოვს.

§ 78. მანქანური დაყალიბება

მანქანური დაყალიბება ხელით დაყალიბებასთან შედარებით კარგი შრომის პირობებით, დიდი მწარმოებლურობით, სხმულების სიზუსტით ხასიათდება და დაბალი კვალიფიკაციის მეყალიბეს მოითხოვს. მაგრამ, იმის გამო, რომ მანქანური დაყალიბება მოითხოვს დამატებით ხარჯებს, მოწყობილობისათვის, იგი გამოიყენება მსხვილ სერიულ და მასობრივ წარმოებაში.

მანქანური დაყალიბების დროს იხმარება ლითონის სამოდლო ფილები და სხვადასხვა სახის მანქანები. არის მანქანები, რომლებშიც ძეჟანიზებულია მხოლოდ ყალიბიდან მოდელის ამოდების ოპერაცია (საყალიბე ნარევით საყალიბეს შევსება და ტეჟპნა ხელით წარმოებს) ან კიდევ ნარევის საყალიბეში ჩაყრის, ტეჟპნის და ყალიბიდან მოდელის ამოდების ოპერაციები.



ნახ. 85. ყალიბიდან მოდელის ამოღებას მანქანური ხერხები.

ყალიბიდან მოდელის მანქანით ამოღება (ნახ. 85) ხდება საბრუნო ფილის საშუალებით (ა). სამოდელე ფილის დაწვევით (ბ) ან საყალიბეს აწვევის გზით (გ).

საბრუნო ფილის შემთხვევაში ფილაზე მაგრდება საყალიბე მასში ნარევის ჩატკეპნის შემდეგ ფილა საყალიბეანად 80° -ით გადაბრუნდება, მაგინა 1 აიწვეს საყალიბეს მაგინასთან შეხებად; შემდეგ საყალიბეს ფილისაგან ხსნიან, მიმღები მკვიდა გაიწვეს და საბრუნო ფილა უბრუნდება საწყის მდგომარეობას.

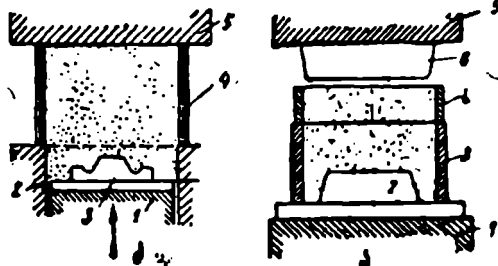
სამოდელე ფილის ძირს დაწვევით (გ) ან თითებით 5 საყალიბეს აწვევით მოდელის ამოღებისას ყალიბიდან ნარევის ჩამონგრევის თავიდან ასაცილებლად საყალიბე იდგმება 3 და 4 შუალედურ ფილებზე.

მანქანით მოდელის ამოღების მოძრაობები ძირითადად შეკუმშული ჰაერით წარმოებს. საყალიბე ნარევის მანქანური ტკეპნა ხორციელდება დაწნებით, რყევით, ერთდროულად წნებითა და რყევით ან ნარევის ტყორცნით.

მანქანებით წნება წარმოებს ზევიდან ან ქვევიდან წნებით (ნახ. 86).

ზევიდან წნების დროს (ა) საყალიბეს

3 დამატებითი ჩარჩოთი 4 აყენებენ მაგინაზე მოთავსებულ სამოდელო ფილაზე 2, შემდეგ ჯანივა 5 მასზე მიმაგრებული ხუნდით 6 ქვევით გადაადგილება და საყალიბეში ჩაყრილ მიწას ტკეპნის.



ნახ. 86. საწნებ-საყალიბო მანქანის მუშაობის სქემები: ა-ზევიდან წნება; ბ-ქვევიდან წნება.

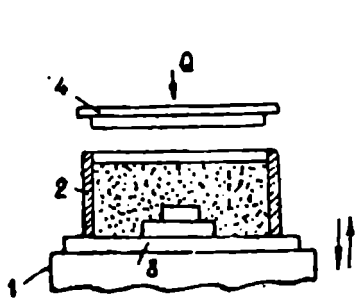
ქვევიდან წნებისას (ა) საყალიბე 4 იდგმება მაგინაზე, 2, რომლის

ამონაქერშიც 3 სამოღელო ფილა მაგიდასთან ერთად მოძრაობს; საყალიბეს ნარევით აესების შემდეგ ზევიდან განივას 5 ადგამენ და მაგიდის ზევით გადაადგილებით ხარვეს ტყეპნიან.

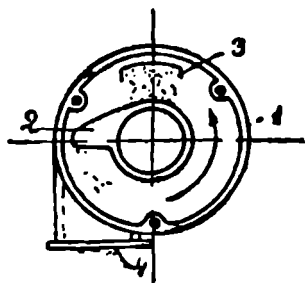
საწნეხ-საყალიბო მანქანების ნაკლია საყალიბე ნარევის არათანაბარი ტყეპნა. ნარევი უფრო მეტად იტყეპნება წნეხის გადამცემ ზედაპირთან, ხოლო მისგან დაშორებით ტყეპნის ხარისხი მცირდება; ამიტომ ასეთ მანქანებს მცირე სიმაღლის სხმულების დაყალიბების დროს იყენებენ.

სარყევ-საყალიბო მანქანებით ტყეპნა საყალიბეს რყევით ხორციელდება და საწნეხ-საყალიბო მანქანებთან შედარებით უფრო უკეთესად მიჰდინარეობს, ვინაიდან ტყეპნა უმეტესად მოღეულთან ხდება.

სარყევ-საყალიბო მანქანებზე ტყეპნა ასე ზღუდა (ნახ. 87): მაგიდა-



ნახ. 87. საყალიბე ნარევის რყევითა და წნეხით ტყეპნის სქემა.



ნახ. 88. სილასაქრევი თავის სქემა.

ზე 1 დამაგრებულ სამოღელო ფილაზე 3 აყენებენ და ამაგრებენ საყალიბეს 2, მასში საყალიბე ნარევის ჩაყრის შემდეგ მაგიდა მოჰყავთ სქევით რყევით მოძრაობაში, რაც მოღელთან მიწის დატყეპნას უზრუნველყოფს. ზოგჯერ ყალიბის ზედა ნაწილში საყალიბე დატყეპნა არასაკმარისია, რისთვისაც ხუნდის 4 საშუალებით დამატებით ზევიდან დაწნეხას აწარმოებენ, ე. ი. ამ დროს ტყეპნა ხდება ერთდროულად რყევით და დაწნეხით.

სილასაქრევი საყალიბო მანქანები. ასეთი მანქანები გამოიყენება დიდი ზომის სხმულების ყალიბების დასამზადებლად. მათი მთავარი სამუშაო ნაწილია სილასაქრევი თავი (ნახ. 88). რომლის მუშაობის პრინციპი ასეთია: თავის გარსაცმში 1 სწრაფად მბრუნავ ნიჩბებზე 2 ფანჯრიდან 3 იყრება საყალიბე ნარევი, რომელიც გამოსაბოლქვი სარკმელიდან 4 ნიჩბებით გამოიტყორცნება თავის ქვეშ მოთავსებულ საყალიბეში.

თანამედროვე სამსხმელო საწარმოები ნაკადულ პრინციპზე მუ-

შაობს, სადაც საყალიბო მანქანებზე დამზადებული ყალიბის ნაწილების მიწოდება საამწყობო და სამსხმელო განყოფილებებში როლგანგებით ან კონვეირებით ხდება.

§ 74. სასხმთა სისტემა

სასხმთა სისტემა ეწოდება იმ არხების ერთობლიობას, რომელთა მეშვეობითაც ხდება ყალიბის სილრუეში თხევადი ლითონის მიწოდება.

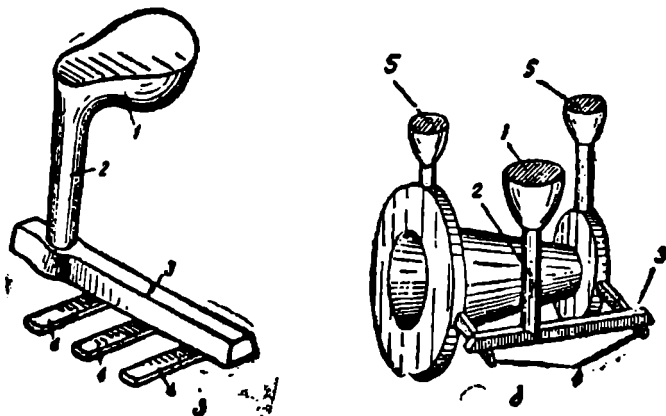
სასხმთა სისტემის შემადგენელი ელემენტებია (ნახ. 89): სასხმის ჯამი 1, მილდგარი 2, წიდასაქერი 3, მკვებავები 4 და სასულე 5.

სასხმის ჯამის 1 დანიშნულებაა მიმართოს მილდგარში ციციხვიდან მიღებული ლითონი, უზრუნველყოს თხევადი ლითონით ყალიბის სილრუის განუწყვეტელი კვება, ნაწილობრივ დაიკავოს წიდათავის ზედაპირზე და შეაქციროს ლითონის კავლის დარტყმა ყალიბზე.

ნორმალური სასხმის ჯამი 1 (ა) და მისი მსგავსი უფრო სრულყოფილი ჯამები (საცობიანი, ტიხარჩანი და სხვ.) გამოიყენება მხოლოდ საშუალო და მსხვილი სხმულებისათვის. წერილი სხმულების შემთხვევაში კი სასხმის ჯამი ძაბრს წარმოადგენს (1, ბ).

მილდგარი 2 კონუსური (კონუსურობა 2—4%) ვერტიკალური მილია, რომლითაც, თხევადი ლითონი ჯამიდან წიდასაქერამდე მიყვანება.

წიდასაქერი 3 ტრაპეციისებრი განიკვეთის პორიზონტალური არხია, რომლის დანიშნულებაა დააკავოს წიდა და გაანაწილოს ლითონი მკვებავებს შორის.



ნახ. 89. სასხმთა სისტემა (ა) და სასხმთა სისტემის არხების სხმულზე განლაგება (ბ).

მკვებავი არხი 4 თხევად ლითონს უშუალოდ მიმართავს ყალიბის სიღრუეში. მათი რაოდენობა დამოკიდებულია სხმულის სიშალეზე. მაგალითად, 90-ე ნახაზზე ნაჩვენებია სხმული რამდენიმე მკვებავით.

წიდასაჭერი წილის დასაკვებლად ყოველთვის სავსე უნდა იყოს. ეს მაშინ მიიღწევა, თუ მილდგარის განიკვეთი წიდასაჭერის განიკვეთზე მეტი იქნება, ხოლო წიდასაჭერის განიკვეთი მკვებავების საერთო განიკვეთზე მეტი. ამ წესის დასაცავად სხმულის წონის და სიმაღლის მიხედვით ემპირული ფორმულით ჯერ განისაზღვრება მკვებავი არხების საერთო განიკვეთის ფართობი, ხოლო შემდეგ წიდასაჭერისა და მილდგარის განიკვეთის ფართობები შემდეგი შეფარდებით: $F_{\text{მკ}} : F_{\text{წი}} : F_{\text{მი}} = 1, 1, 1,5$, სადაც $F_{\text{მკ}}$ არის მკვებავი არხების საერთო განიკვეთის ფართობი; $F_{\text{წი}}$ — წიდასაჭერი არხის განიკვეთის ფართობი; $F_{\text{მი}}$ — მილდგარის განიკვეთის ფართობი.

სასხმთა სისტემას მიეკუთვნება აგრეთვე მილდგარები ე. წ. სასულეები. მათი საშუალებით ხდება ყალიბის სიღრუიდან ჰაერის, აირებისა და დანავეიანებული ლითონის გამოდენა და აგრეთვე ყალიბის გავსებაზე დაკვირვება. წერილ სხმულებს სასულეებს არ უყენებენ, ხოლო დიდი სხმულებისათვის რამდენიმე სასულეა საჭირო, როგორც ეს 89-ე ბ ნახაზზეა ნაჩვენები. სასულეებს სხმულის ყველაზე მაღალ ადგილზე აყენებენ, ცხნაიღწან აირები ყოველთვის ზევით მიისწრაფვის.

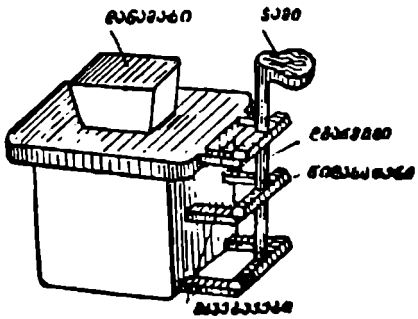
დიდი ჩაჯდომის მქონე ლითონების (ფოლადი, ფერადი ლითონების შენადნობები) ჩამოსხმის შემთხვევაში სასულეების ნაცვლად აყენებენ დანამატებს (ნახ. 90), რომელთა დანიშნულება სხმულიდან ჩაჯდომის ფუჭვილების აცილებაში მდგომარეობს.

§ 75. კოპების დამზადება

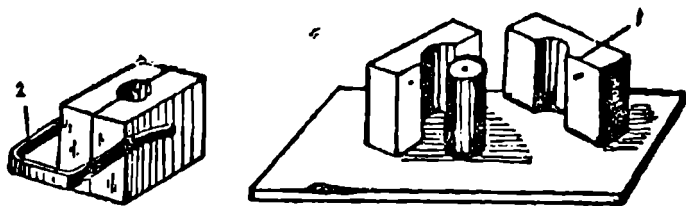
კოპებს ხელით ან მანქანებით ამზადებენ.

კოპების ხელით დამზადება შეიძლება საკოპე ყუთების ან თარგების მეშვეობით. კოპების მანქანების დამზადების აწარმოებენ საკოპე ყუთებში ან მის გარეშე.

ყუთებში კოპებს ხელით ასე ამზადებენ (ნახ. 91): საკოპე ყუთის ნახევრებს 1 თავესებენ ფილაზე, კრავენ კავით ან ქახრაკით, ყრიან მასში საკოპე ნარევის და სატყეპნელით თანდათანობით ტყეპნიან. კო-



ნახ. 90. სხმული რამდენიმე მკვებავით და დანამატით.



ნახ. 91. ცილინდრული კობის (ლეროს) დამზადება ხელოთ.

პის სიმტკიცისათვის აყოლებენ მავთულების ან თუჯის სხმულის სპეციალურ კარკასს, ხოლო აირგაღწევადაობის ასაქალღებლად — გამოსაძრობ მავთულს, ცელიან ზონარს, (რომელიც შრობის დროს გამოიწეება) და სხვ.

უქანასქნელ ხანებში კობების დასამზადებლად ფართოდ იყენებენ საწნებ-საყალიბო, სარყევ-საყალიბო და სილასაქრევე საკოპე მანქანებს, რომელთა მოქმედების პრინციპი საყალიბო მანქანების მსგავსია. მასობრივ წარმოებაში უმეტესად გამოიყენება სილასაქრევი საკოპე მანქანები და სულ უფრო გავრცელებას იღებს კობების დამზადების პროგრესული პროცესი სწრაფმავრებადი ნარევეებით ცხელ და ცივ საკოპე ყუთებში.

§ 76. ხალიჩებისა და კოპების შრომა და აწყობა

ყალიბებსა და კობებს ზოგჯერ აშრობენ მათი სიმტკიცისა და აირგაღწევადაობის ასაქალღებლად. აშრობენ სპეციალურ საშრობებში, რომელთა გახურება აირით, ალით ან ცხელი ჰაერით ხდება. შრობის ტემპერატურა დაშოკიღებულია საყალიბე ან საკოპე ნარევის შედგენილობაზე. იგი იცვლება 250—500° ზღვრებში. მეტად გახურებისას შემკვრელი ნივთიერებები ამოიწეება, რაც კობის რღვევას იწვევს.

შრობის ხანგრძლივობა დაშოკიღებულია ყალიბის ან კობის კედლის სისქეზე: იგი 1—12 საათის ზღვრებში მერყეობს. შრობის დროს ბზარების წარმოქმნის შემთხვევაში ხდება მათი შეკეთება. ამჟამად ყალიბებისა და კობების შრომა ხდება ინფრაწითელი სხივებით.

ყალიბში კობებს ჩვეულებრივ საკოპე ნიშნებზე აყენებენ. ზოგ შემთხვევაში კობებს, ჩაღუნვის თავიდან ასაცილებლად უყენებენ ლითონის საყრდენებს. თუჯისა და ფოლადის სხმულებისათვის საყრდენებს რბილი ფოლადისაგან აკეთებენ (ნახ. 92). იმის გამო, რომ საყრდენ-



ნახ. 92. ა-საყრდენების სახეები: ბ-მათი გამოყენების მაგალითები.

ნები სხმულში რჩება, სხმულის ლითონთან კარგად შედუღების მიზნით მათ წინასწარ ცხიმისა და ჟანგისაგან წმენდენ და ზოგჯერ კალავენ.

XVIII თავი

სამსხმელო მასალები და ღუმლები

§ 77. სამსხმელო მასალები

ყველა ლითონი სამსხმელო მასალად არ გამოდგება. სამსხმელო ლითონებს უნდა ახასიათებდეს:

აღვიღნობადობა — სხმულის მიღების სიადვილისათვის, თხელდენადობა — ყალიბის ვიწრო ადგილების კარგად შეესებვისათვის. მცირე ჩაჯდომა — სხმულის ნიჟარებისა და ბზარების წარმოქმნის აცილების უზრუნველყოფისათვის.

ერთგვაროვნება — კუთრი წონის მიხედვით ლიკვაციის მოვლენის აცილებისათვის.

სამსხმელო მასალებად იყენებენ: თუჯს, ფოლადსა და ფერადი ლითონების შენადნობებს.

თუჯი. თუჯებიდან მანქანათმშენებლობაში ფართოდ გავრცელებულ სამსხმელო მასალას რუხი თუჯი წარმოადგენს. ეს იმით აიხსნება, რომ იგი ხასიათდება ძალიან კარგი სამსხმელო თვისებებით, კარგი ჭრით დამუშავებადობით. საკმაოდ მაღალი მექანიკური თვისებებითა და სიიფით. რუხი თუჯის ნაქლს მისი სიყიფე წარმოადგენს.

რუხი თუჯის სამსხმელო თვისებებიდან აღსანიშნავია ფოლადთან შედარებით დნობის დაბალი ტემპერატურა, კარგი თხელდენადობა და მცირე ჩაჯდომა (დაახლოებით 1%), რაც ყალიბის ავსებას უზრუნველყოფს.

პასუხსავეები სხმულებისათვის იყენებენ მაღალხარისხოვან, მოდიფიცირებულ და მაღალი სიმტკიცის რუხ თუჯს. სამსხმელო მასალები

ბალ იყენებენ აგრეთვე თეთრ თუქსაც გათეთრებულზედაპირიანი და
ქეღაღი თუქის სხმულების მისაღებად.

ფოლადი. მანქანათმშენებლობაში დიდი გამოყენება აქვს რო-
გორც ნახშირბადოვანი, ისე ლეგირებული ფოლადის სხმულებს. ფო-
ლადის სხმულები მაღალი სიძქეცხივითა და ნაჭვედბთან შედარებით
დიდი სიიარფით ხასიათდება.

საქსხმელო ფოლადი შეიცავს 0,1—0,6% ნახშირბადს, 0,17—
—0,37%-მდე კაუბადს, 0,5—0,9% მანგანუმს და აგრეთვე ფოსფორ-
სა და გოგირდს (თვითეულს არა უმეტეს 0,05%-ისა).

ფოლადის სხმულების მიღების თავისებურება ისაა, რომ სა-
ყალიბე ნარევებს მაღალი ცეცხლგამძლეობა და კარგი დამყრობა
უნდა ახასიათებდეს, რაჯგან ფოლადი დნობის მაღალი ტემპერატურ-
რით და დიდი ჩაჯდომით (2%) ხასიათდება. ფოლადის სხმულში ჩაჯ-
დომის ნიჟარების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად დაყალიბების
დროს სხმულის დიდი კვეთის ადგილებში ითვალისწინებენ დანამა-
ტებს, რომლებიც გვიან ცივდებათ და სხმულს ჩაჯდომისას თხევადი
ლითონით კვებავენ.

ფოლადის სხმულებიდან დანამატების მოცილება სამსხმელო წარ-
მოების შრომატევად ოპერაციას წარმოადგენს.

ფერადი ლითონების შენადნობებიდან სამსხმელო
წარმოებაში იყენებენ სპილენძის ალუმინისა და მანგიუმის სამსხმელო
შენადნობებს.

§ 28. საააზმა მასალანი თუჯის ხმულებიანათვის და კაზმის შედგენა

თუჯის სხმულების მისაღებად წინასწარ ადგენენ კაზმს, რომელიც
ლითონური ნაწილისაგან, საწვავისა და მდნობისაგან შედ-
გება. თუ თუჯის დნობას ალქმედ ლუმელში ან ელექ-
ტრო ლუმელში აწარმოებენ, მაშინ კაზმი ლითონურ ნა-
წილთან ერთად მდნობს შეიცავს, ხოლო თუ დნობა ბოვეში მიმდინა-
რეობს, მაშინ ლითონურ ნაწილსა და მდნობს საწვავსაც უმატებენ.

ბოვეში ჩასატვირთი კაზმის ლითონური ნაწილის საერთო წონითი
რაოდენობა განისაზღვრება მისაღები სხმულის პროგრამის მიხედ-
ვით — წუნის, ლითონის წვის და დანაკარგების გათვალისწინებით.
ზოგჯერ ბოვეში ჩასატვირთი ლითონური კაზმის საერთო რაოდენო-
ბას განსაზღვრავენ ვარჯისი ლითონის გამოსავლიანობის კოეფიციენ-
ტით — $K = \frac{Q_1}{Q} \left(Q = \frac{Q_1}{K} \right)$, სადაც K არის ვარჯისი ლითონის გამო-

სავლიანობის კოეფიციენტი; Q_1 — ვარჯისი სხმულების წონითი რაო-
დენობა; Q — კაზმის საერთო რაოდენობა. წვრილი სხმულებისათვის
 $K = 0,45 \pm 0,6$; საშუალო ზომის სხმულებისათვის $K = 0,55 \pm 0,7$ დი-
დი სხმულებისათვის $K = 0,65 \pm 0,8$.

კაზმის ლითონურ ნაწილად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს: შოთი თუჯი, თუჯისა და ფოლადის ჯართი, სამსხველო წარმოების ნარჩენები (სასხმთა სისტემა, წუნინა სხმულები) და ფეროშენადნობები.

შემდეგ ანგარიშობენ კაზმის ქიმიურ და წონით შედგენილობას სხმულის და საკაზმე მასალების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. კაზმის გაანგარიშებისას მხედველობაში იღებენ დნობის დროს შენადლობის ელემენტების ამოწვას. მაგალითად, ბოვეში თუჯის დროს ამოიწვება 10—15% სილიციუმი, 15—20% მანგანუმი, 20—30% ქრომი, ხოლო გოგირდის რაოდენობა იზრდება 40—50%-ით, რადგან გოგირდი თუჯში ნაწილობრივ საწვავიდან გადადის.

კაზმის ლითონურ ნაწილს ჩვეულებრივ ადგენენ 25—45% შოთი თუჯისაგან 40—60% თუჯის ჯართისა და სამსხველო წარმოების ნარჩენებისაგან, 15% ფოლადის ჯართისა და ფეროშენადნობებისაგან ანგარიშის მიხედვით.

ბოვეში თუჯის დნობისათვის საწვავად ძირითადად კოქსი იხმარება. ზოგჯერ კოქსის მაგივრად თერმონტრაქიტსაც იყენებენ. კოქსის ხარჯი ბოვეში გამოსადნობი თუჯის წონის 12—15% შეადგენს. აღქმედ ლუმლებში სათბობად იყენებენ ქვანახშირს, ნავთობს ან საწვავ აირს.

მდნობი იხმარება ბოვეში საწვავის ნაცრის, ლითონის ყანგისა და სხვა მონარჩევების შესადნობად, რის შემდეგ თხელდენადი წიდა წარმოიქმნება. მდნობად უმთავრესად იყენებენ კირქვასა და დოლომიტს. მდნობის ხარჯი კოქსის ხარჯის 25—40% შეადგენს.

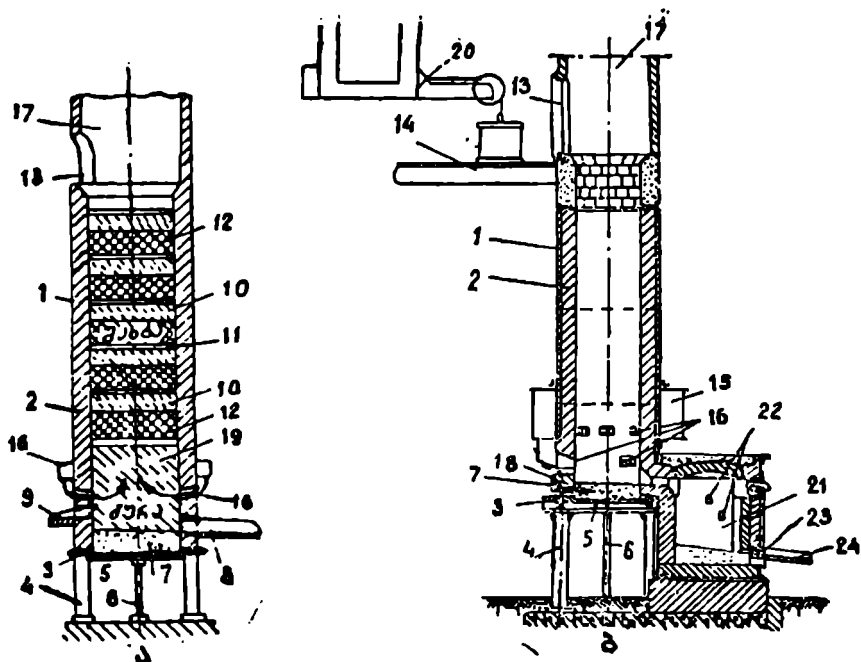
§ 79. სამსხველო წარმოების სადნობი ლუმები

სამსხმელო წარმოებაში ლითონების დნობისათვის ძირითადად იყენებენ ბოვეს, აღქმედ ლუმელს და ელექტროლუმელს.

ბოვეს სხმულებისათვის საჭირო თუჯის 80—90% ბოვეში აღნობენ. ბოვეს ასეთი ფართო გამოყენება აიხსნება მისი კონსტრუქციის სიმარტივით, მომსახურების სიადვილით, საწვავის ეკონომიური ხარჯით და დიდი მწარმოებლობით.

ბოვი (ნახ. 93) ვერტიკალური ცილინდრული ლუმელია, რომელსაც აქვს ფოლადის ფურცლის გარსაცმი და ცეცხლგამძლე აგურის (შამოტის) ამონაგი 2. ლუმლის გარსაცმი ამონავით საქვედე ფილის ძეშეგობით საძირკველზე მდგარ ოთხ სვეტს 4 ეყრდნობა.

ქვედი ანუ ლორფინი 7 წარმოადგენს ბოვეს ცილინდრული ნაწილის ფსკერს. ლორფინის მისაღებად ფილის წრიულ ამონაქერს 5 ქვემოდან მოსახსნელი სახურავით ხურავენ, ქვესაბრჭყენს 6 უდგამენ და ფსკერს საყალიბე ნარევით ტენიან თუჯის კრიპისაყენ



ნახ. 93. ბოვის კონსტრუქციის სქემა: ა — ბოვი ქშინების ერთი რიგით, უსაგროველო; ბ — ბოვი ქშინების ორი რიგით, საგროველით.

მ დაქანებით. კრიკიდან თუჯის გამოშვებას თუჯის ღარის მეშვეობით აწარმოებენ.

სამუშაო ფანჯარა 18 (ბ). მოთავსებულია თუჯის კრიკის მოპირდაპირე მხარეს, ლორფინის დონეზე. ამ ფანჯარიდან ხდება ლორფინის დატენა და ბოვის გაშვების დროს ცეცხლის შენთება. ბოვის მუშაობის დროს სამუშაო ფანჯარა ამოქოლილია. წიდის გამოსაშვები კრიკა მოთავსებულია თუჯის კრიკის ზემოთ. წიდის გამოშვება წიდის ღარის 9 (ა) საშუალებით ხდება.

ბოვის ქშინები 16 ეწყობა წიდის კრიკის ზემოთ. მათი საშუალებით საწვავისათვის საჭირო დაბერილი ჰაერი, საპაერო კოლოფის 15 გავლით, ბოვში შედის. წვის პროცესის გასაუმჯობესებლად ხშირად ბოვში ქშინებს ორ-სამ რიგად აწყობენ. თითოეულ რიგში ქშინების რაოდენობა 4—8-მდე იცვლება ბოვის ზომის მიხედვით.

საქერძე ფანჯარა 13 მოთავსებულია ბოვის ზედა ნაწილში, საიდანაც ბოვში საწვავის 10, მდნობის 11 და კაშპის ლითონური ნაწილის 12 ჩატვირთვა ხდება. ფანჯარასთან ბოვს აქვს მოედანი, რომელსაც საქერძე მოედანი 14 (ბ) ეწოდება.

ბოვის ლორფინსა და ქშინებს შორის მოთავსებულია ქურა, ხოლო ბოვის ქშინების ზედა დონესა და საკერძე მოედანს შორის — შახტი. საკაზმე მოედნის ზევით ფგას საკვამლე მილი 17, რომელსაც თავზე ნაპერწკლის საქრობ ჰოწყობილობას ადვკენ.

ბოვის გაშვება ასე ხდება: აკეთებენ ლორფინს, სამუშაო ფანჯარიდან შეშით ანთებენ ცეცხლს, რის შემდეგ საკერძე ფანჯარიდან ტვირთავენ საწვავის (კოქსის) უქმ კერძს 19, რომლის სიმაღლე ჩვეულებრივად ქშინების ზევით 600—900 მმ აღწევს. უქმი კერძი წარმოადგენს ერთგვარ საყრდენს ბოვში ჩატვირთულ კაზმისათვის და იგი დიდ გავლენას ახდენს დნობის ზონის ტემპერატურასა და თუჯის ქიმიურ შედგენილობაზე. დნობის მთელ პერიოდში უქმი კერძის სიმაღლე უცვლელია საწვავის მუშა კერძებთან შევსების გამო.

კოქსის უქმი კერძის გაღვივების შემდეგ აყრიან მდნობის, ლითონისა და კოქსის კერძებს და ასეთი მიმდინარეობით ჩატვირთვას იპეორებენ მანამ, სანამ კაზმის სვეტის სიმაღლე საკერძის ფანჯარას არ მიაღწევს. ბოვში კაზმს ტვირთავენ ხელით ან სპეციალური ამწეების 20 (ბ) საშუალებით. კაზმის ჩატვირთვის შემდეგ სამუშაო ფანჯარას 18 ცეცხლგამძლე აგურითა და თიხით ამოქოლავენ, რკინის სახსნელი კარით ხურავენ და იწყებენ ვენტელატორით ჰაერის შებერვას. წვის იწყებს უქმი კერძის ზედა ნაწილი, სადაც ვითარდება მაღალი ტემპერატურა (1600°) და იწყება ლითონური კერძის დნობა. საათში 5—8 ლითონური კერძი დნება და ამდენივე იტვირთება ბოვში.

თუჯის გამძნარი წვეთები, კოქსის უქმი კერძის ნატეხებს შორის გავლით, გროვდება ლორფინზე. წვის პროდუქტები შახტში არსებულ კერძებს შორის გადადის და ხვდება საკვამლე მილში.

ლორფინზე თუჯის დაკროვებისას წილის გამოშვების შემდეგ ძალაყინით თუჯის კრიჭას ხერეტენ (კრიჭა ჩაქოლილია თიხისა და კოქსის ნარევისაგან დაზადებული საცობით) და თხევად თუჯს ციცხებში უშვებენ.

დიდი ზომის სხმულების მისაღებად ბოვს უკეთებენ საგროველს 21 (ბ), რომელიც რკინის ცილინდრულ კოლოფს წარმოადგენს; იგი ამოგებულია ცეცხლგამძლე აგურით და ქვედი დატენილია საყარბო მიწით. დნობის პროცესში თუჯი ბოვიდან განუწყვეტლივ საგროველში იწურება. საგროველს აქვს როგორც წილდის გამოსაშვები კრიჭა 22 და ღარი (ნახაზზე არ ჩანს), ისე თუჯის გამოსაშვები კრიჭა 23 და ღარი 24.

საგროველის დადებითი მხარე ისაა, რომ იგი პატარა ბოვიდან დიდი სხმულების მიღების შესაძლებლობას იძლევა, უზრუნველყოფს თუჯის ქიმიური შედგენილობის გათანაბრებასა და იმის გამო, რომ თუჯის დაკროვება ბოვის ქურაში არ ხდება და ქშინები ქვევიდან მცი-

რე სიმაღლეზე ლაგდება, თუჯი ნაკლებად დანახშირბადიანებული და დაგოგირდიანებული მიიღება.

ბოვის მახასიათებელ ზომას წარმოადგენს მისი შიგა დიამეტრი, რომელიც 700-დან 2000 მმ-მდე იცვლება; ბოვის მწარმოებლურობა საათში საშუალოდ 1-დან 25 ტონამდე აღწევს. ბოვის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია აკრეთვე ე. წ. კუთრი მწარმოებლურობა, ე. ი. თუჯის ის რაოდენობა, რომელიც მიიღება ბოვის ქვედის 1 მ²-დან. ბოვის კუთრი მწარმოებლურობა 7—8 ტონას აღწევს საათში.

სპეციალისტთა მიერ ჩატარებული ცდები გვიჩვენებს, რომ ბოვში ყანგბადით გაზდიდრებული ჰაერის ბერვა მის მწარმოებლურობას მნიშვნელოვნად ზრდის და მიღებული თხევადი თუჯის ტემპერატურას აღიღებს. ამიტომ ახლა დიდი ყურადღება ექცევა ბოვებში ყანგბადის გამოყენების საკითხს.

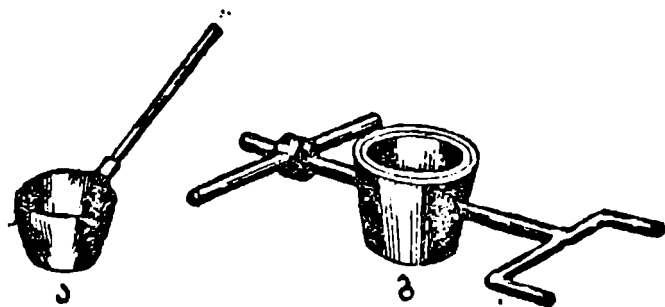
ბოვი განუწყვეტლივ 4—8 საათიდან 20 საათამდე მუშაობს. ბოვის მუშაობის შესაწყვეტად კაზმის ჩატვირთვას წყვეტენ და დარჩენილ კაზმს ჩამოაღობენ. ბოლოს ჰაერის ბერვას წყვეტენ, ხსნიან ბოვის ფსკერს და ჩამოაქცევენ უქმი კაზმის, თხევადი თუჯისა და წიდის ნარჩენებს, რომლებსაც წყლის ჰაელით აქრობენ. გაცივების შემდეგ ბოვის მიმდინარე შეკეთებას აწარმოებენ.

XIX თავი

სხმულეზის ვიღება

§ 80. ყალიბაზი ჩასხმა, სხმულეზის აპოზრა და გაყინვა

საღნობი ღუმლებიდან მიღებულ თხევად ლითონს სამსხმელო ციცხეების საშუალებით ყალიბებში ასხამენ. ციცხვის გარე ნაწილი, ანუ ფურცლოვანი ფოლადის გარსაცმი ამოგებულია ცეცხლგამძლე მასალით; სამსხმელო ციცხეების სხვადასხვა სახეებს არჩევენ მათი ტევადობისა და კონსტრუქციის მიხედვით. 94, ა ნახაზზე ნაჩვენებია ერთტარაიანი 15—25 ტევადობის ხელის ციცხვი, ერთი კაცის გადასატანი. 94, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია ხელის ციცხვი 50-დან 80-მდე კგ-ის ტევადობისა და ორ ან სამ კაცს გადააქვს. მათი სახელური ცალ მხარეს ორკაბიანია, მეორე მხარეს კი ღეროა. ჩამომსხმელი ციცხვს სწევს ორკაბი სახელურით, ლითონის ჰაელის ყალიბის სასხმო ჯამში მისაპართავად, ხოლო ერთი ან ორი დამხმარე მუშა ციცხვს მეორე მხრიდან ღეროს საშუალებით სწევს.

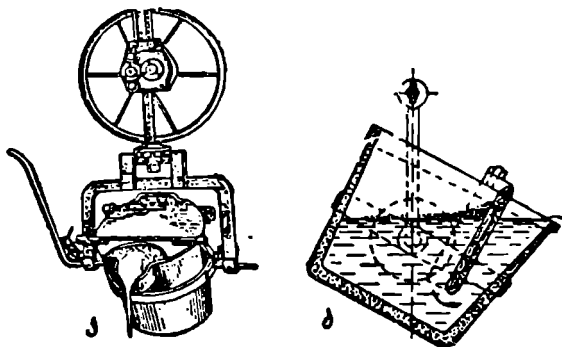


ნახ. 94. ხელის ციცხეები.

95-ე ნახაზზე წარმოდგენილია აკრუებით გადასატანი ციცხეები, რომელთა ტევადობა 250 კგ და მეტს აღწევს. ყალიბში ლითონის ჩასხმის დროს ციცხეს საბრუნე მექანიზმით — საჭეეარის ან მქნეეარის საშუალებით ხრიან. ასეთ ციცხეებს ზოგჯერ სახურავს უკეთებენ (ა), სითბოს დაკარგვის შესამცირებლად ზოგჯერ კი ტიხარს (ბ) უწყობენ, ჩასხმის დროს ყალიბში წილის ჩაყოლების საშიშროების თავიდან ასაცილებლად. ტიხარიან ციცხეში თხევადი ლითონის ზედაპირზე წიდა იყრის თავს, ხოლო სუფთა ლითონი ტიხრის ქვევიდან გამოედინება.

სამსხველო წარმოებაში იხმარება აგრეთვე დოლური ციცხეები (გაცივებისაგან ლითონის დასაცავად) და ფოლადის ჩამოსასხველი საჩერიანი ციცხეები.

ყალიბში ჩასხმა უწყვეტი ქველით უნდა ხდებოდეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში პირველად ჩასხმული ლითონის ზედაპირი დაჟანგვასა და გაცივებას ასწრებს და ძნელად ედღეება შემდეგ შრეს. ლითონის ჩასხმა წყდება, როცა ლითონი სასულემდე ამოვა. ყალიბში ჩასხმული



ნახ. 95. აკრუმის სახურავიანი ციცხეი; ბ-ტიხარიანი ციცხეი.

ლითონის გაყარებისა და საკმაოდ ფაცივების შემდეგ ყალიბს ანგრევენ და სხმულს აგდებენ.

ინდივიდუალური წარმოების სამსხმელოებში მიწის ყალიბებიდან სხმულების ამოყრა ხელით ხდება, რაც მძიმე სამუშაოს წარმოადგენს. დიდ სამსხმელო საწარმოებში სხმულების ამოყრას ვიბრაციული, მხრეული და პნევმატური მანქანებით აწარმოებენ. პატარა საწარმოებში სხმულებიდან კოპების გამოწგრევა ხელით ხდება, ხოლო დიდ სამსხმელო სააქქროებში — ვიბრაციული მანქანებით ან წყლის ჰავლის მეშვეობით ჰიდრაულიკურ კამერებში.

ყალიბებიდან ამოღებული სხმულების ვარგისობის შემოწმება გარე დათვალიერებით ხდება. თუ სხმულზე არ აღმოჩნდება აუესებლობა. ფუჭვილება, ბზარები და სხვ., სხმული ვარგისად ითვლება.

თუჯის სხმულებს სასხმთა სისტემას ჩაქუჩით ატეხენ. ფოლადისა და ფერადი ლითონების სხმულებს სასხმთა სისტემას უმრავლეს შემთხვევებში ხერხებით აჭრიან. ფოლადის სხმულებიდან სასხმთა სისტემისა და დანაშატის მოცილებას ხშირად აირული ჰერით აწარმოებენ. ამის შემდეგ სხმულებს წმენდენ მიმწვარი მიწისაგან, ფხაურებისა და სასხმთა სისტემის ნარჩენებისაგან. წვრილი სხმულების გაწმენდას მბრუნავ დოლებში აწარმოებენ, რისთვისაც დოლში სხმულებთან ერთად თეთრი თუჯის ბურთულებს ყრიან. მსხვილი სხმულებიდან ფხაურებისა და სასხმთა სისტემის ნარჩენების გაწმენდა სახეხი ქვებით ან პნევმატური ლოჯებით ხდება, ხოლო მიმწვარი მიწის მოცილება — ხელის ან მექანიკური ჯაგრისებით, ზოგჯერ პნევმატური ლოჯებითაც.

სერიულ და მასობრივ წარმოებაში გაწმენდას სპეციალურ კამერებში შეკუმშული ჰაერის, წყლისა და ქვიშის ჰავლით აწარმოებენ. ქვიშის ნაცვლად სხმულების გასაწმენდად ხშირად იყენებენ თუჯის საფანტს, რომელსაც მეტი მწარმოებლობა და ნაკლებმტვრიანობა ახასიათებს.

§ 81. სხმულის წუნის სახეები და მიზეზები

სხმულებს გაწმენდის შემდეგ მათი ვარგისობის შემოწმება გარდა გარე დათვალიერებისა ხდება ჩაქუჩის შემორტყმით, რენტგენზე გაშუქებით და სხვა საშუალებებით. თუ სხმულის ხარისხი არ შეესაბამება სხმულის ვარგისობის ტექნიკურ პირობებს, სხმულს წუნდებულად თვლიან.

ბოსტ-ის მიხედვით დადგენილია წუნის 22-მდე სახე, სხმულების წუნის ძირითადი სახეები და მათი გამომწვევი მიზეზები შემდეგია: აირფუჭვილები ეწოდება სხმულში ჩარჩენილი ჰაერის ან აირის მრავალი ბუშტებით წარმოქმნილ სიცარიელებს. აირფუჭვი-

ლების გამომწვევი მიზეზებია: თხევად ლითონში აირების დიდი რაოდენობა, თხევადი ლითონის დიდი სიბლანტე დაბალ ტემპერატურებში, ყალიბის არასაკმარისი აირვალწვევადობა ან მეტი ტენიანობა, სასულეების არასწორი განლაგება, ჩასხმის ტექნიკის წესების დაუყველობა და სხვ.

ჩაჯდომის ფუქვილა ეწოდება თხევადი ლითონის გამყარების დროს ჩაჯდომის შედეგად სხმულში წარმოქმნილ არასიმეტრიული ზორკლიანი ზედაპირის მქონე სიციარილებს. ისინი წარმოიქმნებიან სხმულის გვიან გაცივებულ ადგილებში, სხმულს დანამატები არა აქვს ან არასწორად არიან განლაგებული ისინი. 96-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ცილინდრული სხმულები დანამატის გარეშე (ა) და დანამატით (ბ). უკანასკნელ შემთხვევაში ჩაჯდომის ფუქვილა მიღებულია დანამატში, რომელიც მოიჭრება.

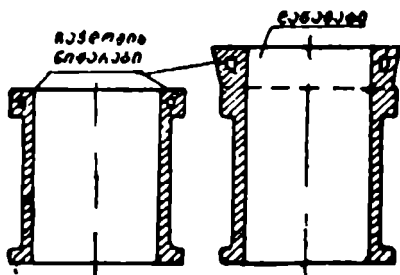
წილის ფუქვილა ეწოდება სხმულში არსებულ წილის ჩანართებს. ასეთი ფუქვილები წარმოიქმნება ღუმელში ან ციხვში წილისაგან ლითონის არასაკმარისად გაწმენდის, ყალიბში ლითონის არასწორი ჩასხმისა და სასხმთა სისტემის არასწორი დაყენების შედეგად.

მიწის ფუქვილა ეწოდება სხმულში არსებულ საყალიბე ნარევის ჩანართებს. ასეთი ჩანართები მიიღება საყალიბე ნარევის არასაკმარისი სიმტკიცით, სასხმთა სისტემის არასაკმარისი დაყენებით და არასწორი დაყალიბების (ნარევის არასაკმარისი დატკეპნა, ყალიბში ნარევის დატოვება და სხვ.) შედეგად. ყალიბში ნარევის ჩაყრას იწვევს აგრეთვე ლითონის ქველქს არასწორი მიმართვა.

ბზარები: სხმულში ბზარები შეიძლება მიღებულ იქნეს როგორც ცხელ, ისე ცივ მდგომარეობაში.

ცხელი ბზარები სხმულში ლითონის დიდი ჩაჯდომის, საყალიბე და საკოპე მიწის ცუდი დამყოლობისა და სხმულის არასწორი კონსტრუქციის შედეგად წარმოიქმნება. ისინი დაუახვეული ზედაპირით, მნიშვნელოვანი სიგანით და მცირე სიღრმით ხასიათდება.

ცივი ბზარები სხმულში ძაბვებისა და მექანიკური დაზიანებების შედეგად წარმოიქმნება. ისინი ვიწროა, აქვთ ნათელი ზედაპირი და დიდი სიღრმე.



ნახ. 96. ცილინდრის სხმულზე: ა — დანამატის გარეშე და ბ — დანამატით.

შეუვსებლობა ეწოდება სხმულის ისეთი სახის წუნს, როდესაც მისი რომელიმე ნაწილი შეუვსებელი რჩება. სხმული შეუვსებელი მაშინ რჩება, თუ თხევადი ლითონის ტემპერატურა დაბალია ან სასხმათა სისტემა არასწორად არის დაყენებული.

დაბრეცა ეწოდება სხმულის არათანაბარი სისქის კედლების გაცივებისას წარმოქმნილი შიგა ძაბვების შედეგად მიღებულ გამრუდებას. დაბრეცის მიზეზია სხმულის არასწორი აგებულება.

სიმრუდე ეწოდება სხმულის ნაწილების ერთმანეთისაგან გადაწევის ან სხმულის კედლის სისქის უთანაბრობას. წუნის ეს სახე უმთავრესად ყალიბის არასწორი აწყობის შედეგად მიიღება.

სხმულების წუნის შესწორება ხშირად შესაძლებელია წუნდებული სხმულის შეკეთება. მაგალითად, შეუვსებელი სხმულის შეკეთება დადულებით ან თხევადი ლითონის დასხმით ხდება, წვრილი ბზარებისა და მცირე სიღრმის ნიჟარების შევსება—მოლითონებით, რისთვისაც სხმულის ზედაპირი წინასწარ უნდა იწმინდებოდეს და ა. შ.

სამსხმელო საამქროებში უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დაცვას დიდი მნიშვნელობა აქვს უბედურ შემთხვევათა თავიდან ასაცილებლად. ამ მხრივ საჭიროა, რომ სამსხმელო საამქროებში: ნიადაქვეშა წყლები 1,5 მეტრზე ქვემოთ იყოს; დაცული იყოს საკმარისი სიგანის გასასვლელები, იატაკის სისწორე და სხვ.; მუშებს ჰქონდეთ ხელთათმანები, ხოლო თხევადი ლითონის გადამტანებს — დამცველი სათვალებიც; ამწეების ბაგირები და სხვა მოწყობილობანი უნდა გამოიკადოს ყოველ 6 თვეში ერთხელ და ა. შ.

XX თავი

ჩამოსხმის სპეციალური მეთოდები

საყალიბე ნარეგების ყალიბებში ჩასხმა მხოლოდ ერთხელ შეიძლება, ე. ი. ისინი ერთჯერადია; მიღებული სხმული ხშირად არაზუსტი მოყვანილობისა და მექანიკური დამუშავებისათვის დიდი ნამეტების გათვალისწინებას მოითხოვს. ამიტომ, მიწის ყალიბებში მიღებული სხმულის ღირებულება დიდია, რაც ასეთი ყალიბების ნაკლს წარმოადგენს. ვინაიდან თანამედროვე მასობრივ წარმოებაში ერთნაირი მოყვანილობის მქონე სხმულუბის რაოდენობა სულ უფრო იზრდება და მათს ხარისხსაც განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება, ამიტომ სამსხმელო საწარმოებში სულ უფრო ფართოდ ინერგება ჩამოსხმის სპეციალური მეთოდები.

ჩამოსხმის სპეციალური მეთოდებია: ჩამოსხმა ლითონის ყალიბებში, ცენტრიდანული ჩამოსხმა, წნევით ჩამოსხმა, გამოსადნობი მოდელების მიხედვით ჩამოსხმა, ქერქოვან (თხელკედლიან) ყალიბებში ჩამოსხმა და სხვ.

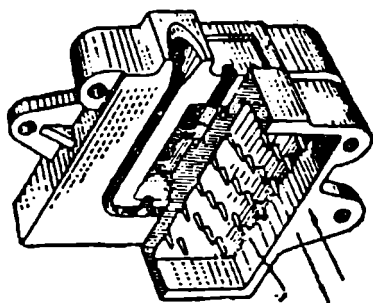
§ 82. ჩამოსხმა ლითონის ჰალიგაზში (კოკილსხეული)

ლითონის ყალიბებში ჩამოსხმას ფართოდ იყენებენ როგორც ფერადი ლითონების, ისე თუჯისა და ფოლადის სხმულების მისაღებად. საყალიბე მასალად თუჯს ან ფოლადს იღებენ. კოპების დასაშზადებლად მსუბუქი ფერადი ლითონების სხმულებისათვის ლითონს იყენებენ, ხოლო მძიმე ფერადი ლითონების, თუჯისა და ფოლადის სხმულებისათვის — საკოპე ნარევეს.

ლითონის ყალიბი, მიწის ყალიბის მსგავსად, ორი ხახვერისაგან შედგება, მხოლოდ ყოველთვის აქვს ვერტიკალური გახსნის სიბრტყე (ნახ. 97). ამავე ვერტიკალურ სიბრტყეზე იჭრება სასხმთა სისტემის ნახვერებიც. ლითონის ყალიბის გადახურების თავიდაც ასაცილებლად მის გარე ზედაპირზე წვრილ წახაზარდებს, ეგრეთ წოდებულ მაცივრებს 1 ითვალისწინებენ.

ყალიბში ლითონის ჩასხმა ხდება მისი ნახვერების შეკვრის შემდეგ, ხოლო გამყარებული სხმულის გამოგდება — ყალიბის გახსნით.

ლითონის ცივ ყალიბში ჩასხმისას სწრაფი გაცივების შედეგად გათეთრებულ ზედაპირიანი სხმული მიიღება. თუ სხმული მექანიკურ დამუშავებას მოითხოვს, მაშინ ეს მოვლენა არასასურველია. სხმულის ზედაპირის გათეთრების ასაცილებლად ჩასხმის დაწყებამდე ყალიბს წინასწარ 220—300°-მდე ახურებენ, რის შემდეგ განუწყვეტელი მუშაობით იგი ასეთი ტემპერატურას მუდმივად ინარჩუნებს. ამავე მიზნით და ყალიბის მედეგობის გასაღიდებლად მის სამუშაო ზედაპირებს გამამზოლოებელი და საღებავი მასალით ფარავენ.



ნახ. 97. ლითონის ყალიბი. (კოკილი).

გამამხოლოებელ მასალად გამოიყენება მარშალიტისა და მაგნეზიტის ან თიხა-მიწის ფხვნილისა და თხევადი მინის წყალხსნარის ნარევი. გამამხოლოებელი შრის სისქე 0,5-დან 2 მმ-მდე იცვლება ამ შრით დაფარვა ცვლაში ერთხელ ან ორჯერ ხდება.

საღებავებად იყენებენ ქვარტლს, გრაფიტს, მაზუტს ან მცენარეულ ზეთს, საღებავებით დაფარვა ყოველი ჩასხმის წინ ხდება.

თუჯის სხმულის ზედაპირის გათეთრების ასაცილებლად ლითონის ყალიბიდან სხმულს გამყარებისთანავე აგდებენ, რაც იმისათვის არის საჭირო, რომ ლითონის ყალიბს დამყოლობა არ ახასიათებს და მასში ლითონის ჩაჭდომა შეუძლებელია.

ზოგიერთ შემთხვევაში თუ დეტალი მუშაობს როგორც ცვეთაზე, ისე ღარტყმაზე (საგლინი გლინები, სასაქონლე ვაგონების თვლები და სხვ.), სასურველია თუჯის დეტალის სამუშაო ზედაპირი თეთრი იყოს, ხოლო გული—რუხი.

დეტალის გათეთრებული ზედაპირის მისაღებად ლითონის ყალიბში ჩამოსხამენ სწრაფი გაცივების უზრუნველსაყოფად, სხმულის დანარჩენი ადგილებისათვის კი მიწის ყალიბებს იყენებენ. მაგალითად, ასე ასხამენ საგლინი დგანის გლინებს.

დღეისათვის მრავალ მოწინავე სამსხმელო საამქროში ლითონის ყალიბებში ჩამოსხმის პროცესი მთლიანად მექანიზებული და ავტომატიზებულია.

ლითონის ყალიბის უპირატესობებია: იგი მრავალჯერადია, ერთ ლითონის ყალიბში 10000-მდე ფერადი ლითონის, 5000-მდე თუჯისა და 7000-მდე ფოლადის სხმულის მიღება შეიძლება; მისი დამზადებათვის აცილებულია მიწის სამუშაოები და ტრანსპორტი; მუშაობის პირობები უფრო ჰიგიენურია; ხასიათდება დიდი მწარმოებლობით; სხმული მაღალხარისხოვანი და ზუსტი მიიღება.

ლითონის ყალიბის ნაკლოვანებებია: ყალიბის სიძვირე, რის გამო მისი გამოყენება ხელსაყრელია მასობრივ და მსხვილსერიულ წარმოებაში; მასში მიღებული სხმულები ზედაპირის სითეთრის მოსასპობად დაპატებით თერმულ დამუშავებას — მოწვას საჭიროებს; მასში მიღებული სხმულები უფრო მაღალი შიგაძაბვებით ხასიათდება; გაჭნელებულია ყალიბიდან აირების გამოდენა და არ ახასიათებს დამყოლობა. აღნიშნულ ნაკლოვანებათა მიუხედავად, ლითონის ყალიბებში ჩამოსხმა მასობრივი და სერიული წარმოების შემთხვევაში მეტად ხელსაყრელია.

წნევით ჩამოსხმა ლითონის ყალიბებში ჩამოსხმის სახესხვაობაა. წნევით ჩამოსხმის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ლითონის ყალიბების თხევადი ლითონით გავსება წნევით ხორციელდება (რის შედეგადაც ყალიბი კარგად ივსება); სხმული მიიღება მკვრივი და წვრილმარცვლოვანი აგებულების; შეიძლება ხვრეტების, კუთხვილებისა და სუფთა და ზუსტი (0,01 მმ-მდე სიზუსტის) ზედაპირების მქონე სხმულების მიღება, რომლებიც ხშირად მექანიკურ დამუშავებას აღარ მოითხოვენ.

წნევის ჩამოსხმას უმთავრესად მცირე წონის (7 კგ-მდე) ფერადი ლითონების დეტალების ჩამოსხმისათვის მიმართავენ. ახლა გავრცელებას პოპულობს აგრეთვე შავი ლითონების წნევით წამოსხმა.

წნევით ჩამოსხმას აწარმოებენ სპეციალური მანქანებით, რომელთა მწარმოებლურობა ცვლაში 7000-მდე სხმულს აღწევს, მაგრამ, ვინაიდან ამ მანქანების ღირებულება დიდია, მათი გამოყენება მხოლოდ მასობრივ წარმოებაშია ხელსაყრელი.

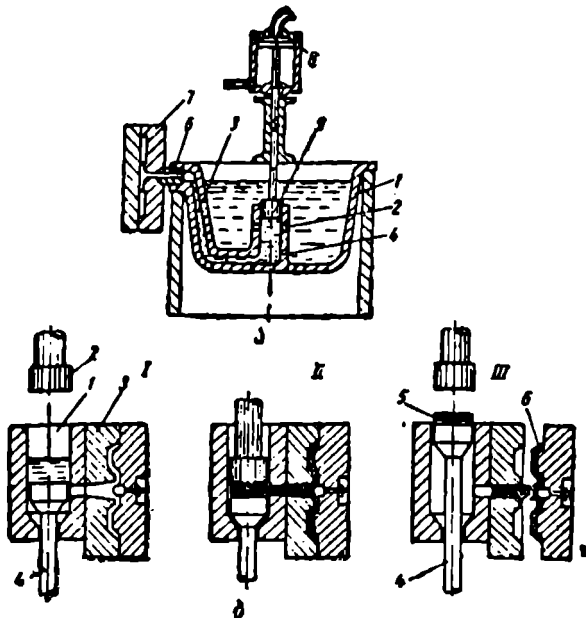
წნევით ჩამოსხმის მანქანები თავიანთი მოქმედების ხასიათის მიხედვით იყოფა თხევად ლითონზე დგუშისა და შეკუმშული ჰაერის დაწოლით მოქმედ მანქანებად.

მანქანებს, რომლებშიც ლითონზე წნევა დგუშის საშუალებით ხორციელდება, წნევით ჩამოსხმის დგუშიან მანქანებს უწოდებენ. თავის მხრივ, წნევით ჩამოსხმის დგუშიანი მანქანები იყოფა კუმშვის ცხელი და ცივი კამერით მომუშავე მანქანებად.

წნევით ჩამოსხმის დგუშიანი მანქანა კუმშვის ცხელი კამერით (ნახ. 98, ა) ხასიათდება ლითონზე 6-დან 75 ატმ-მდე წნევით და გამოიყენება დაბალი (450°-მდე) დნობის ტემპერატურის მქონე ლითონებისათვის — კალის. ტყვიისა და თუთიის შენადნობებისათვის, ვინაიდან მაღალ ტემპერატურაზე მუშაობისას დგუში მალე გამოდის წყობიდან.

ასეთი მანქანის თუჩის ქვაბის 1 ხვრეტიდან 2 გამდნარი ლითონი ხვდება კუმშვის კამერაში 4, საიდანაც იგი დგუშის 5 დაწოლით შედის ყალიბში 7 ყალიბში ჩასხმული ლითონის გამყარების შემდეგ დგუში 5 იწვევს მაღლა, ყალიბი იხსნება და სხმულისაგან თავისუფლდება; ხდება ყალიბის გაქრევა, რის შემდეგ პროცესი მეორდება. მწარმოებლობა 250—1000 სხმულია საათში.

წნევით ჩამოსხმის დგუშიანი მანქანას კუმშვის ცივი კამერით (ნახ. 98, ბ) იყენებენ დნობის მაღალი ტემპერა-



ნახ. 98. ა — წნევით ჩამოსხმის დგუშის მანქანა კუმშვის ცხელი კამერით; ბ — იგივე მანქანა კუმშვის ცივი კამერით.

ტურის მქონე ლითონებისათვის. ეს მანქანები ნახევრად თხევად მასის ყალიბში წნეხის პრინციპით მუშაობს, სადაც წნევა 100-დან 1000 ატმ-მდე დაწევს. ამ მანქანების მუშაობის პრინციპი ასეთია: ლითონის კერძი შეაქვთ წნევის კამერაში 1 (მდგომარეობა I), ამ დროს ყალიბი შეკრულია. დგუშის 2 დაწოლით ლითონი შედის ყალიბში 3 (მდგომარეობა II), ჰარბი ლითონი რჩება ქვედა დგუშზე 4. შემდეგ ზედა დგუში ადის ზევით, ლითონის ნარჩენი 5 (მდგომარეობა III) ქვედა დგუშის ზევით სვლით იკრება სხმულიდან და სცილდება კამერას. ყალიბი იხსნება და სხმულს 6 იღებენ. ყალიბის გაქრევის შემდეგ პროცესი მეორდება. მანქანის მწარმოებლობა საათში 500 ცალამდე აღწევს.

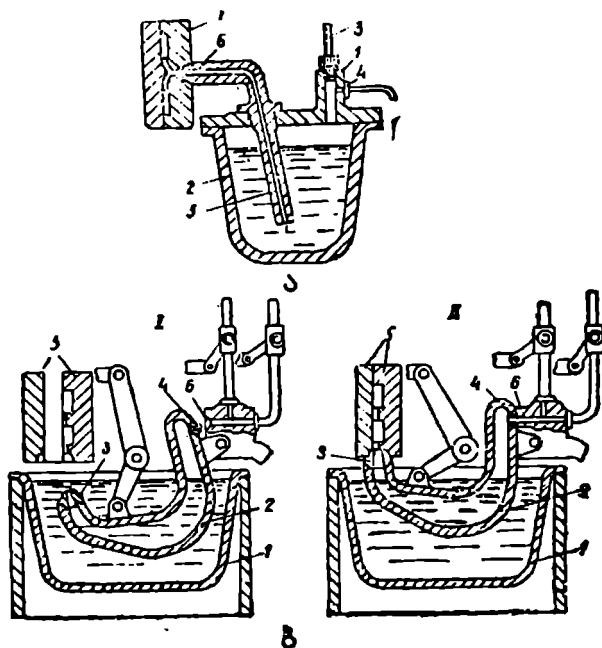
წნევით ჩამოსხმის მანქანებს, რომლებშიც ლითონზე წნევა 10—100 ატმ წნევის პაერით ხორციელდება, წნევით ჩამოსხმის კომპრესორიანი მანქანები ეწოდება. არჩევენ წნევით ჩამოსხმის კომპრესორიანი მანქანების ორ სახეს: კუმშვის უძრავი კამერით და კუმშვის მოძრავი კამერით. (ნახ. 99).

წნევით ჩამოსხმის კომპრესორიანი მანქანა კუმშვის უძრავი კამერით (ა) მუშაობს ასე: თხევად ლითონს ასხამენ კამერაში და მას

საცობით 3 კეტავენ. ხერეტიდან 4 აწვდიან შეკუმშულ ჰაერს, რომელიც აწვება თხევად ლითონს და მას მილყელისა 5 და ბუნიკის 6 გავლით ყალიბში 7 უშვებს. ასეთი მანქანის უარყოფითი მხარე ისაა, რომ ჰაერი ეხება რა გამდნარი ლითონის ფართო ზედაპირს, იფანგება დიდი რაოდენობის ლითონი, ეს ნაკლი ნაწილობრივ გამოსწორებულია კუმშვის მოძრავკამერიან წნევით ჩამოსხმის მანქანებში (ბ). ამ მანქანის თუჯის აბაზანაში 1 მოთავსებულ მოძრავ კამერას 2 (მდგომარეობა I) ერთ ბოლოში აქვს ბუნიკი 3, ხოლო მეორე ბოლოში — ხერეტი 4. სპეციალური მექანიზმით კამერა აბაზანიდან იწევს ისე, რომ ხერეტი მჭიდროდ ებჯინება მილისას 6 (მდგომარეობა II). შეკუმშული ჰაერის წნევის გავლენით გამდნარი ლითონი ავსებს ყალიბს 5, რის შემდეგ ყალიბს ხსნიან, სხპულს აგდებენ და ყალიბის გაქრევის შემდეგ ოპერაციას იმეორებენ.

§ 84. ცენტრიდანული ჩამოსხმა

ცენტრიდანული ჩამოსხმის არსი ისაა, რომ თხევად ლითონს ასხავენ თარაზული (ნახ. 100) ან შეეული (ნახ. 101) ღერძის ირგვლივ

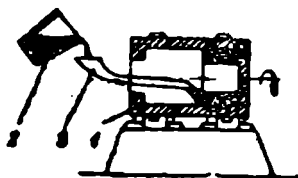


ნახ. 99. წნევითი ჩამოსხმის კომპარესორიანი მანქანა: ა-კუმშვის უძრავი კამერით; ბ-კუმშვის მოძრავი კამერათ.

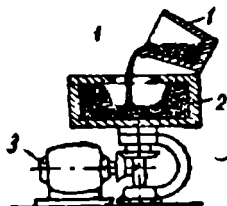
მბრუნავ ყალიბში, რომელშიც ცენტრიდანული ძალის მოქმედებით თხევადი ლითონი ცენტრიდან ყველაზე დაშორებული ადგილისაკენ გაიღვენება. ყალიბის ბრუნვა გრძელდება სხმულის სრულ გამყარებაამდე, რის შემდეგ მას იღებენ.

ცენტრიდანული მეთოდით მიღებული სხმული მკვრივია, ვინაიდან თხევად ლითონში მყოფი აირები და არალითონური ჩანარები, როგორც უფრო მსუბუქები, ცენტრთან ახლოყოფ ზედაპირზე (შიგა ზედაპირზე) რჩებიან და მექანიკური ჭრით დამუშავებით ადვილად სცილდებიან. ცენტრიდანული ჩამოსხმისათვის ყალიბებს თუჯის ან ფოლადისაგან ამზადებენ.

ცენტრიდანული ჩამოსხმის მეთოდით მიღებული სხმულები მაღალი სიმტკიცით. ხასიათდება, ასეთი ჩამოსხმის ტექნიკა მარტივია, მწარმოებლობა კი — მაღალი; ნაკლია ის, რომ სხმულის ზედაპირი გათეთრებული გამოდის და შემდეგ მოწვას მოითხოვს.



ნახ. 100. ცენტრიდანული ჩამოსხმის მანქანა ყალიბის თარაზული ღერძის ირგვლივ ბრუნვით: 1 — მბრუნავა ყალიბი; 2 — ციხვი; 3 — სამსხმელო ღარი.



ნახ. 101. ცენტრიდანული ჩამოსხმის მანქანა ყალიბის შვეული ღერძის ირგვლივ ბრუნვით: 1 — ციხვი; 2 — მბრუნავი ყალიბი; 3 — ელექტროძრავა.

§ 85. გამოსადნობი მოდელის საშუალებით ზუსტი სხმულის მიღება

სპეციალური ფოლადებისა და სალი შენადნობების დეტალებისა და იარაღების ჩამოსახმელად დღეისათვის ფართო გავრცელებას პოულობს ჩამოსხმის ისეთი სახე, როდესაც მოდელებად იყენებენ არა ხის ან ლითონის მოდელებს, არამედ ადვილდნობადი ნივთიერებებისაგან (პარაფინი, სტეარინი და სხვ.) დამზადებულ მოდელებს. ამ მეთოდის თავისებურება ისაა, რომ დაყალიბების შემდეგ ყალიბიდან მოდელს კი არ ამოიღებენ, არამედ გამოადნობენ, რის გამოც აღარაა საჭირო ყალიბის ნახევრების ახლა, მოდელის ნახევრების შერყევა ამოღების წინ და ყალიბის აწყობა, რასაც ხშირად მოსდევდა ნახევრების ერთიმეორის მიმართ გადაწევა და სხმულის წუნი.

გამოსადნობი მოდელის საშუალებით ჩამოსხმის შედეგად მიი-

ღება სუფთაზედაპირიანი და ზუსტი სსმულები, რის გამოც ჩამოსხმის ამ სახეს ზუსტ ჩამოსხმასაც უწოდებენ.

გამოსადნობი მოდელებით ზუსტი სსმულების მიღების მეთოდს მჭრელი იარაღების (ფრეზების, ბურღებისა და სხვ.) და სხვადასხვა მანქანის დეტალების ჩამოსასხმელად იყენებენ. ამ მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილად ითვლება მაშინ, თუ ჩამოსასხმელი მცირე წონის (50 კგ-მდე) ზუსტი სსმულების რაოდენობა რამდენიმე ათას ცალს აღწევს; გამოსადნობი მოდელებით შეიძლება 1—5 მმ სისქის კედლის მქონე სსმულების მიღება.

გამოსადნობი მოდელების მიხედვით ჩამოსხმა ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით:

ჩამოსასხმენ სსმულის მოდელ-ეტალონს ფოლადის ან თითბრისაგან, მოდელის მასალის და ყალიბში ჩასხმული ლითონის ჩაჭდომის გათვალისწინებით;

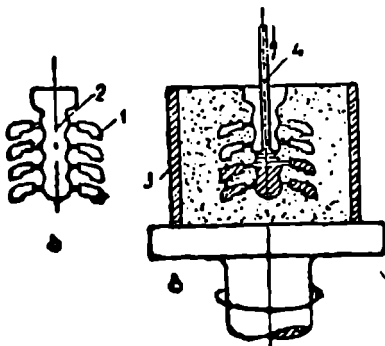
მოდელ-ეტალონის მიხედვით ამზადებენ ორი ნახევრისაგან შემდგარ პრესფორმას, სადაც საყალიბე მასალად იყენებენ ადვილდნობადი ლითონების (ტყვიის, თუთიის) შენადნობებს;

ამზადებენ გამოსადნობ მოდელს, რისთვისაც პრესფორმაში სანთლისებური მასის (50% პარაფინს) ჩასამას წნეხებზე ხელით ან წნევიით აწარმოებენ;

იმვე მასისაგან ამზადებენ სასხმთა სისტემას;

სასხმთა სისტემას მიარჩილადენ მოდელებს, რის შედეგად მოდელების კომპლექტი მიიღება (ნახ. 102,ა);

მოდელების კომპლექტს კვარცის ფხვნილისა და თხევადი შუშის



ნახ. 102. ზუსტი ჩამოსხმა: ა — მოდელების კომპლექტი (1 — მოდელი; 2 — სასხმთა სისტემა); ბ — ყალიბის ჩასხმა ცენტრიდანული მეთოდით (3 — ყუთი, 4 — კავლი).

წყალსნარის ნარევით ფარავენ, რის შემდეგ მშრალ კვარცის სილას აფრქვევენ და ოთახის ტემპერატურაზე 3—8 საათის განმავლობაში ამზობენ. პროცესს სამჯერ იმეორებენ (იღებენ სამ შრეს):

თხელი ქერქის მქონე მოდელების კომპლექტი გადააქვთ ცხელი წყლის აბაზანაში ადვილდნობადი მოდელების გამოსადნობად;

მიღებულ ყალიბს ყუთში ათავსებენ და თხელკედლიანი ყალიბის გარშემო მშრალ სილას ყრიან.

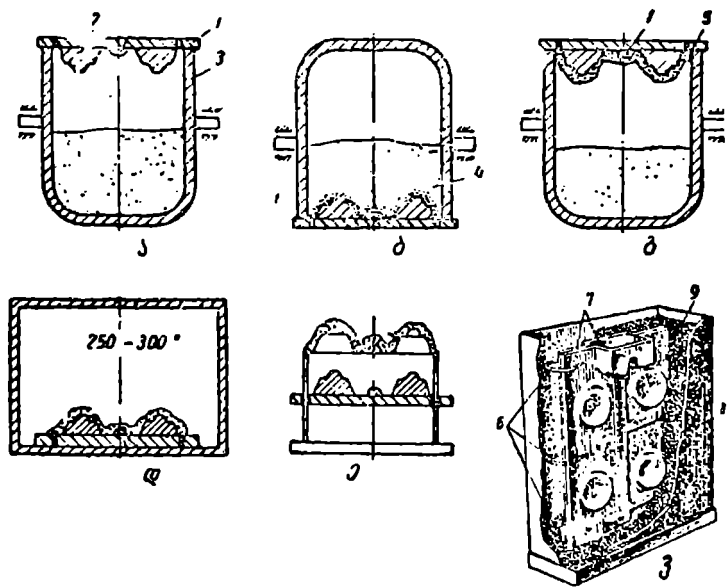
ყალიბიან ყუთს ათავსებენ 800—850°-მდე გახურებულ ღუმელში და გამოღების შემდეგ გახურებულ ყალიბში ლითონს ასხამენ;

სხმულების ბლოკს ყალიბიდან ანთავისუფლებენ, სასხმთა სისტემას ამტვრევენ და სხმულებს წმენდენ.

ყალიბში ლითონის ჩასხმას ზოგჯერ წნევით ან ცენტრიდანული მეთოდით (ბ) აწარმოებენ.

§ 80. კერქოვან ყალიბიდან ყალიბიდან სხმულების მიღება

კერქოვან ყალიბებში ჩაქოსხმის პროცესის თანამიმდევრობა ასეთია: (ნახ. 103): 250°-მდე გახურებულ ლითონის სამოდლო ფილას I მოდელის ნახევრებით 2 ბუნკერზე 3 ამარებენ; ბუნკერის გადაბრუნებით სამოდლო ფილას აყრიან კვარცხის სილისა და 4—6% ხელოვნური ფისის (ბაკელიტი) ნარევს 4, ცხელ მოდელთან ნარევის შეხებისას ფისი დნება და მოდელზე წარმოიქმნება 5—8 მმ სისქის კვარცფისის ქერქი — ყალიბის ნახევარი 5; ზედმეტ ნარევს აცილებენ და ქერქიან მოდელს 250—300°-მდე გახურებულ ღუმელში ათავსებენ, რომელშიც 1—3 წუთის განმავლობაში მთავრდება ფისის გამაგრება; ყალიბის ნახევრებს ამომგდები მექანიზმის საშუალებით ლითონის მოდელის ნახევრებისაგან ათავისუფლებენ ე და აერთებენ წებოთი ან სხვადასხვა მექანიკური საშუალებით 6. ამ წესით მიღებულ ყალიბში შეიძლება 25 კგ წონის სხმულების მიღება.



ნახ. 103. კერქოვანი ყალიბის დამზადების სქემა.

უფრო მეტი წონის სხმულების მისაღებად ქერქოვან ყალიბებს 7 მათი დაშლის საშიშროების თავიდან ასაცილებლად, ყუთში 8 ათავსებენ, ხოლო ყალიბსა და ყუთის კედლებს შორის სივრცეს სილით ავსებენ 9.

ქერქოვან ყალიბებში ჩამოსხმის უპირატესობა ისაა, რომ მიიღება წვრილმარცვლოვანი აგებულებისა და სუფთა ზედაპირიანი სხმულები, ნარევის ხარჯი 10-ჯერ მცირია, მწარმოებლურობა 10—15 ჯერ მაღალია (ხელით დაყალიბებასთან შედარებით), მუშაობის პირობები გაუმჯობესებულია და პროცესის ავტომატიზაცია ადვილია.

§ 87. ვაკუუმში სხმულების მიღება

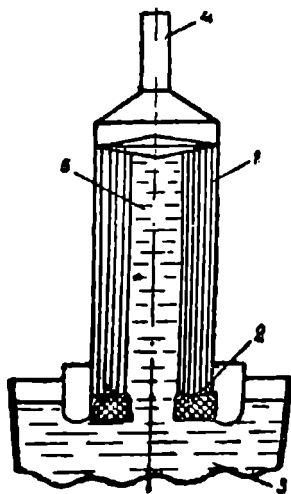
ვაკუუმში სხმულების მიღების არსი შემდეგში მდგომარეობს (ნახ. 104):

ლითონის თხელკედლიანი ყალიბ-კრისტალიზატორი 1 წყლით განუწყვეტილად ცივდება; მისი ქვედა ნაწილი, მიღგმული კერამიკით 2, გამდნარი ლითონის აბაზანაში თავსდება; მილყელიდან 4 ყალიბ-კრისტალიზატორში გაიშვიათება იქმნება, რის შედეგადაც მასში ლითონი 5 შეიწოვება და გამყარებისას სხმული მიიღება.

ღრუიანი სხმულის მისაღებად ყალიბ-კრისტალიზატორში წინასწარ საკმაოდ ნარევის ღეროს ათავსებენ ან სხმულის ცენტრალურ ნაწილს გამყარებას არ აცდიან და მის გადმოსხმას აწარმოებენ.

ვაკუუმით სხმულების მიღების მეთოდს იყენებენ ფერადი ლითონების შენადნობებისაგან მილისების, რგოლების, წვრილი კბილანების და სხვ. ნაკვეთების მისაღებად.

ამ მეთოდის უპირატესობაა: მიიღება წვრილმარცვლოვანი ლითონი; მიღებული ლითონის სიმკვრივე მაღალია; წუნე აცილებულია აიროვანი ფუჭვილებისა და ფორების უქონლობის გამო; მუშის შრომა გაადვილებულია და სხვ. ამ მეთოდის ნაკლს მიეკუთვნება: არასაკმაოდ მაღალი მწარმოებლურობა და რთული მოყვანილობის სხმულების მიღების შეუძლებლობა.



ნახ. 104. ვაკუუმში სხმულის მიღების სქემა.

ლითონის წნეხით დამუშავება

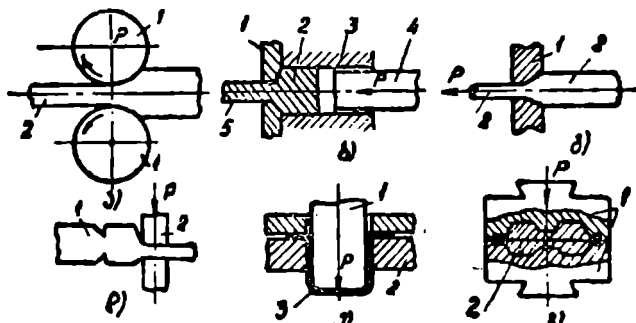
ზოგადი ცნობები

ლითონის წნეხით დამუშავება ეწოდება სასურველი ფორმის ნამზადის (ან ნაკეთის) მიღების პროცესს ცხელ ან ცივ ლითონზე გარე ძალების ზემოქმედებით.

ლითონის წნეხით დამუშავების ძირითადი სახეებია: გლინვა, წნეხა, ადიღვა. თავისუფალი ჰედვა, შტამპვა (ნახ. 105).

გლინვით (ა) მიიღება ნაირგვარი პროფილის მასალები, მიღები, რელსები, ფურცლები და სხვ. მბრუნავ სპეციალურ ღილეებს (გლინებს) შორის ცხელი ან ცივი ლითონის გატარებით.

წნეხით (ბ) მიიღება უფრო რთული პროფილის წნელოვანი მასალები სათანადო მოყვანილობის ხერგტიდან ცხელი ან ცივი ლითონის გამოღინების საშუალებით. ადიღვის (გ) დროსაც ნამზადი (მავთული და სხვ.) მიიღება ხერგტიდან, მხოლოდ ცივი ლითონისაგან და მასთან არა გამოღინების, არამედ გამოთრევის საშუალებით.



ნახ. 105. წნეხით დამუშავების სახეები: ა—გლინვა (1—გლინები, 2—ნამზადი გლინვის) შემდეგ); ბ—წნეხა (1—მარტია, 2—ნამზადი, გ—მიმღები; 4—ჰოკი, 5—ნამზადი წნეხის შემდეგ); გ—ადიღვა (1—ადიღა, 2—ნამზადი ადიღვამდე, 3—ნამზადი ადიღვის შემდეგ); დ—თავისუფალი ჰედვა (1—ნამზადი ჰედვამდე, 2—იარალი); ე—ფურცლოვანი შტამპვა (1—ბუნანსონი, 2—მარტია, 3—ნაშტამპი); ვ—მოცულობითი შტამპვა (1—შტამპის ნახევრები, 2—ნაშტამპი).

თავისუფალი ქედვის დროს (ღ) ნაქედები მიიღება მოქმედ ძალებს შორის მათი მიმართულების მართობ სიბრტყეში ლითონის დინების შეუზღუდავად. შტამპეაც ქედვის პროცესია, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ მოქმედ ძალებს შორის ლითონის დინება შეუზღუდელია სპეციალური იარაღის შტამპის საშუალებით. შტამპის ორ ძირითად სახეობას არჩევენ: ფურცლოვანს (ე) და მოცულობითს (ვ).

წნევით დამუშავება ლითონების დამუშავების ერთ-ერთი პროგრესული და მასთან ფრიად გავრცელებული ხერხია. ეს აიხსნება იმით, რომ წნევით დამუშავების პროცესი ხასიათდება დიდი მწარმოებლურობით, მასალის ეკონომიური ხარჯით, ნამსაღის დამუშავების დროის სიმცირით და მაღალი მექანიკური თვისებებით. ეს უკანასკნელი იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ დიდი ხარჯების მიუხედავად ლითონის დამუშავებას ზოგჯერ მხოლოდ ამ ხერხით აწარმოებენ. წნევით დამუშავების ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ ყველა ლითონის წნევით დამუშავება არ შეიძლება და ძვირად ღირებულ ალკურვილობას მოითხოვს.

XXI თავი

ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია

§ 88. ცივი ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია. რეკრისტალიზაცია

ლითონის წნევით დამუშავება დაწყებულია ლითონის პლასტიკურობაზე, ე. ი. მის უნარზე, გარე ძალების მოქმედების შედეგად შეიცვალოს ფორმა, ანუ მიიღოს პლასტიკური (ნარჩენი) დეფორმაცია. პლასტიკური დეფორმაციის უნარი ყველა ლითონს ერთნაირი არა აქვს; ზოგი ლითონი, მაგალითად: ტყვია, კალა, ალუმინი, სპილენძი და სხვ. ოთახის ტემპერატურაზე კარგი პლასტიკურობით ხასიათდება, ზოგიერთ ლითონს კი, მაგალითად, თუჯს ეს თვისება გახურების შემდეგაც არ გააჩნია. ამიტომ წნევით შეიძლება დამუშავდეს ისეთი ლითონები, რომლებიც პლასტიკური დეფორმაციის უნარით ხასიათდებიან ოთახის ტემპერატურაზე ან განსაზღვრულ ტემპერატურამდე გახურების შემდეგ.

ჩვენთვის უკვე ცნობილია, რომ როცა ლითონზე მოქმედი ძალა ნაკლებია დრეკადობის ზღვრის შესაბამის ძალაზე, მაშინ ძალის მოხსნის შემდეგ ლითონი აღიდგენს თავის საწყის ფორმას. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს დრეკად დეფორმაციას.

დრეკადი დეფორმაციის დროს ხდება სივრცული გისოსის დამა-

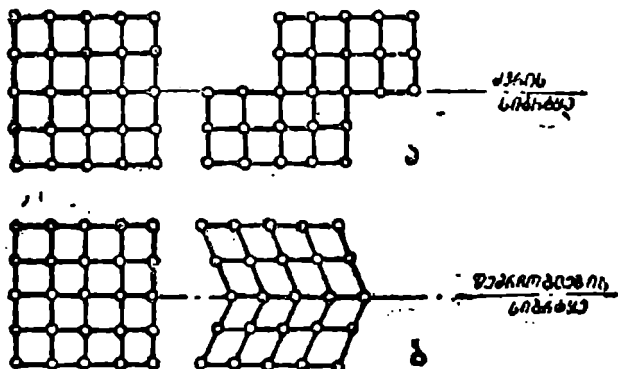
ხიჩგება ატომთა შორის მანძილის ცვლილების გამო, მაგრამ, ისე რომ არ სცილდება ატომთა შორის მიზიდულობის არეს. ძალის მოხსნის შემდეგ სივრცული გისოსის სიმახინჯე ისპობა და დეფორმირებული ლითონი პირვანდელ ფორმას უბრუნდება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ლითონზე მოქმედი ძალის შედეგად აღძრული ძაბვა ჰეტია დრეკადობის ზღვარზე და ნაკლებია სიმტკიცის ზღვარზე, მაშინ ლითონში გარდა დრეკადი დეფორმაციისა, ადგილი აქვს აგრეთვე პლასტიკურ დეფორმაციასაც, ეს უკანასკნელი ძირითადად მარცვლის ნაწილების ურთიერთ შორის ძვრებისა და მრჩობლობის გამო ხდება.

მარცვლის ნაწილების ურთიერთ შორის ძვრები (ნახ. 106, ა), ეგრეთწოდებულ ძვრის სიბრტყეებში ხდება. ძვრა უფრო ადვილად ხდება იმ კრისტალოგრაფიულ სიბრტყეებში, რომელთა ფართობის ერთეულზე ატომების რიცხვი მეტია. 107-ე ნახაზზე უადვილესი ძვრის სიბრტყეები დაშტრიხულია.

შემრჩობლობა (ნახ. 106, ბ) მარცვლის პლასტიკური დეფორმაციის ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შისი ერთი ნაწილი ისე ბრუნდება, რომ იგი მეორის მიმართ სიმეტრიულ მდგომარეობას იკავებს. სიბრტყეს, რომელზედაც მარცვლის ნაწილების შემობრუნება ზდება, შემრჩობლების სიბრტყე უწოდება. სათანადო თერმული დამუშავებით ძვრებისა და შემრჩობლების სიბრტყეზე ხდება მარცვლების დაყოფა, რის შედეგადაც ადგილი აქვს მარცვლების დაწვრილმანებას.

ძვრის სიბრტყეები დეფორმირებული ლითონის კრალში ხაზებად ჩანს, რის გამო მათ ძვრის ხაზებსაც უწოდებენ. ვინაიდან, ცივი დეფორმაციის დაწყებისში ძვრები ლითონის გარე ზედაპირის მარცვლებში მოქმედი ძალის მიმართ ხელსაყრელად (45° -ით) დახრილ

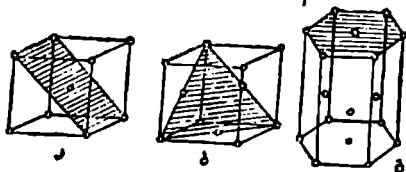


ნახ. 106. ა—მარცვლის ნაწილების ძვრის სქემა; ბ—მარცვლის ნაწილების შემრჩობლობის სქემა.

სიბრტყეში ხდება, ამიტომ მცირედ დეფორმირებული ლითონის ქრალის გაპრილებულ ზედაპირზე ძვრის ხაზები განლაგებულია მასი გვერდითი ზედაპირების მიმართ 45° -ით. შემდგომი დეფორმაციის შედეგად მარცვლები გრძელდება, რის გამო ლითონი ბოქკოვან აგებულებას იღებს. ასეთი ლითონი სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვა თვისებებით ხასიათდება.

ლითონის დეფორმაცია დასაწყისში მცირე ძალით წარმოებს, შემდეგ კი, წარმოქმნილ ძვრის სიბრტყეებში კრისტალური გისოსის დამახინჯების გამო, ძვრები სულ უფრო ძნელდება და განსაზღვრული დატვირთვისას სხვა მიმართულებით—უფრო არახელსაყრელად განლაგებულ ძვრის სიბრტყეებში ვითარდება, ამიტომ ძვრის გამომწვევი ძალაც თანდათანობით მეტია საჭირო.

მაშასადამე, რამდენადაც მეტად არის დეფორმირებული ცივი ლითონი, მით უფრო მეტი ძალაა საჭირო მისი შემდგომი დეფორმაციისათვის, ე. ი. დეფორმაციასთან ერთად იგი იღებს სიმტკიცეს. ამ მოვლენას ცივკედვა ეწოდება ცივნაჭედი ლითონი ხასიათდება დამხინჯრეული მარცვლებით, ბოქკოვანი აგებულებით, შიგა ძაბვებით, მაღალი სიმტკიცითა და სისალით, მცირე ფარდობითი წაგრძელებით და დარტყმითი სიმლანტით. რაც შეეძლება ცივი დეფორმაციის ხარისხი, მით მეტია მისი გავლენა ლითონის მექანიკურ თვისებებზე. დეფორმაციის ხარისხის ზრდა იწვევს სიმტკიცის ზღვრისა და სისალის ზრდას, ხოლო დარტყმითი სიმლანტისა და ფარდობითი წაგრძელების შემცირებას.



ნახ. 107. უადვილესი ძვრის სიბრტყეები: ა — მოკულობადცენტრული კუბის; ბ — წახნაგადცენტრებული კუბის; გ — პექსაგონალური გისოსის უკრდეობისათვის.

ცივკედვის მოვლენა სცელის აგრეთვე ლითონის ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებსაც; მაგალითად, ცივკედვის შედეგად კოროზიამედევობა მცირდება, ხოლო ელექტროწინალობა—იზრდება.

§ 59. დეფორმირებადი ლითონის რეკრისტალიზაცია

ცივნაჭედი ლითონი კრისტალური გისოსის დამახინჯებულობისა და დიდი შიგა ძაბვების გამო არაწონასწორულ მდგომარეობაში იმყოფება და წონასწორული მდგომარეობისაკენ მისწრაფებით ხასიათდება. ცივნაჭედი ლითონის წონასწორობის აღდგენა მისი გახურებით ან ოთახის ტემპერატურაზე ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დაყოვნებით არის შესაძლებელი.

ცივნაქედი ლითონის დაბალ ტემპერატურაზე გახურებისას ან ოთახის ტემპერატურაზე ხანგრძლივი დროით დაყოვნებისას იწყება მისი დამახინჯებული კრისტალური გისოსის ნორმალურში გადასვლა და შიგა ძაბვების ნაწილობრივი ან მთლიანი მოხსნა, რისთვისაც ამ მოვლენას დაბრუნებას უწოდებენ.

ცივნაქედი ლითონის უფრო მეტად გახურებისას გარკვეულ ტემპერატურაზე მისი დამსხვრეული მარცვლებისგან ხდება ახალი ნორმალური გისოსის მქონე მარცვლების (კრისტალების) წარმოქმნა—ცივქედვის მოვლენის სრული მოხსნა, ე. ი. იწყება ხელახალი დაკრისტალება, რისთვისაც ამ პროცესს რეკრისტალიზაციას („რე“ წარმოადგება ლათინურიდან და ქართულად ნიშნავს ხელახლა) უწოდებენ. იმ ტემპერატურას, რომელზედაც რეკრისტალიზაციის პროცესი იწყება, რეკრისტალიზაციის ტემპერატურა ეწოდება.

ყოველ ლითონს თავისი რეკრისტალიზაციის ტემპერატურა აქვს. აქაუდემიკოსმა ა. ბოჩვარმა სუფთა ლითონების რეკრისტალიზაციის ტემპერატურა გამოსახა შემდეგი ფორმულით:

$$T_{რკ} = \alpha T_{დ.},$$

სადაც $T_{რკ}$ არის რეკრისტალიზაციის აბსოლუტური ტემპერატურა (ე. ი. ათვლა ხდება არა 0-დან არამედ — 273°-დან); $T_{დ.}$ — დნობის აბსოლუტური ტემპერატურა. α არის კოეფიციენტი, რომელიც ტექნიკურად სუფთა ლითონებისათვის დაახლოებით 0,4 უდრის, ხოლო შენადნობებისათვის 0,8 აღწევს.

ამ ფორმულის მიხედვით რკინის რეკრისტალიზაციის ტემპერატურა 450° უდრის, სპილენძისა — 280°, ალუმინისა — 100°, თუთიისა — 0°, ტყვიისა — მინუს 30° და ა. შ.

რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე ცივნაქედ ლითონში კრისტალების ხელახლა ზრდის პროცესი იწყება და ნელა ვითარდება. პროცესის დაჩქარება ტემპერატურის აწევით არის შესაძლებელი.

მარცვლების ზრდის ინტენსიურობა დამოკიდებულია არა მარტო რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე, არამედ ლითონის დეფორმაციის ხარისხზეც. მარცვლების ზრდა უფრო ინტენსიურია, თუ ლითონის დეფორმაციის ხარისხი 5—10%-ია.

დეფორმაციას, რომელიც რეკრისტალიზაციის დროს მარცვლების მაქსიმალურ ზრდას იძლევა, კრიტიკული დეფორმაცია ეწოდება.

იმისათვის, რომ წნევით დამუშავებულმა ლითონმა მოწვის შემდეგ არ შიიღოს მსხვილმარცვლოვანი აგებულება (რაც გამოიწვევს მექანიკური თვისებების დაწევას), მისი დეფორმაცია ყოველთვის კრიტიკულზე მეტი უნდა იყოს. ზოგჯერ კი, როდესაც საჭიროა სპე-

ციალურად მსხვილმარცვლოვანი ლითონის (მაგალითად, სატრანსფორმატორო ფოლადის) მიღება, მაშინ წინასწარ აძლევენ კრტიკულ დეფორმაციას და შემდეგ ხდება მისი სარეკრისტალიზაციო მოწევა.

§ 80. ცხელი ლითონების ალასტიკური დეფორმაცია

ლითონების ციკვდება მიიღება მაშინ, როდესაც ლითონების პლასტიკური დეფორმაცია რეკრისტალიზაციის ტემპერატურის ფარგლებში მიმდინარეობს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ლითონების პლასტიკური დეფორმაცია რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე გაცილებით მაღალ ტემპერატურაზე წარმოებს (0,65—0,75) $T_{\text{გ}}$ -ზე მაღლა ასეთ დეფორმაციას ლითონების ცხელი პლასტიკური დეფორმაცია ეწოდება.

ცხელი პლასტიკური დეფორმაციის დროს ლითონი, სიმტკიცის ზრდისა და რეკრისტალიზაციის გამო, სიმტკიცის შემცირების განუწყვეტელ პროცესს განიცდის, რის გამოც ვადეფორმირებელი ძალის შემდგომი ზრდა აღარაა საჭირო. რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე მაღლა ლითონის გახურება მის პლასტიკურობას აღიდებს, ხოლო დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობას ამცირებს. ცნობილია, რომ წნევით ცხელი დამუშავების დროს დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობა 10-15-ჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე წნევით ცივი დამუშავების შემთხვევაში.

ცხლად დეფორმირებულ ფოლადს აქვს ბოქვოვანი აგებულება, რასაც თითქოს ადგილი არ უნდა ჰქონოდა, ვინაიდან ცხლად დეფორმაციის დროს ვლებულობთ რეკრისტალიზაციის მოვლენას. ბოქვოვან აგებულებას ფოლადი ინარჩუნებს იმიტომ, რომ მათი პირველადი მარცვლების საზღვრები ფოსფორისა და ანალოგიური ჩანართების მეტი შემცველობით ხასიათდება. ძალის ზემოქმედებისას მარცვალი თავის გარსაცმინად წაგრძელებას განიცდის. რეკრისტალიზაციის შედეგად დეფორმირებული მარცვლის ნამსხვრევებისაგან წარმოიქმნება ახალი წერილი მარცვლები, რომლებიც მოთავსებულია მარცვალთშორის ნივთიერებათა საერთო გრძელ გარსაცმში. ცხლად დეფორმირებული ფოლადის ბოქვოვანი აგებულება კარგად ჩანს მაკრონახზე.

წნევით ცხელი დამუშავების შედეგად ლითონის სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები უჭკობესდება, მაგალითად: 1. მაღალ ტემპერატურაზე გახურებისას დიფუზიის შედეგად შიგა კრისტალური ლიკვაცია მცირდება; 2. მიიღება წვრილმარცვლოვანი აგებულება; 3. ისპობა აიროვანი ბუშტები და სიცარიელები, რის შედეგადაც ლითონი მეკრივდება და სხვ.

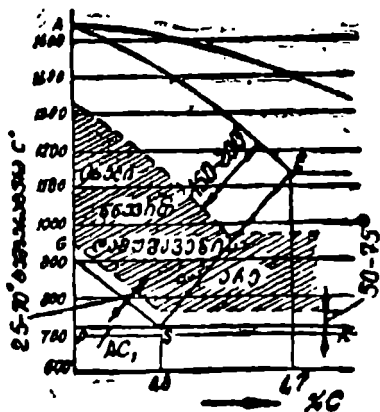
წნევით ცხლად დამუშავებული ლითონის ნაკლია სხვადასხვა მიმართულებით არათანაბარი მექანიკური თვისებები, რაც ბოქოვანი აგებულების შედეგად არის გამოწვეული. სახელდობრ, ბოქოების სიგრძივ ნაჭედის მექანიკური თვისებები მნიშვნელოვნად მაღალია, ვიდრე ბოქოების განივად. ერთი და იგივე ნაგლინი ფოლადის სიგრძივ ამოჭრილი ნიმუშის დარტყმით სიბლანტე განივად (ბოქოების მიმართულების მართობულად) ამოჭრალი ნიმუშის დარტყმით სიბლანტესთან შედარებით დაახლოებით 10-ჯერ მეტია.

§ 31. ფოლადის ნამზადების გახურების რეჟიმით დამუშავების დროს

ფოლადის ნამზადების წნევით დამუშავებისათვის გახურების რეჟიმის დადგენა ნიშნავს გახურების ტემპერატურისა და გახურების სიჩქარის შერჩევას. გახურების ტემპერატურაში იგულისხმება ლითონის ტემპერატურა ლუმლიდან გამოღების მომენტში.

როგორც აღვნიშნეთ, რაც უფრო მეტად არის ლითონი გახურებული, მით მაღალია მისი პლასტიკურობა და დაბალია დეფორმაციისაღმი წინააღმდეგობის უნარი, მაგრამ ძლიერ მაღალ ტემპერატურაზე ლითონის გახურებაც დაუშვებელია, რადგან ამას შეიძლება მოჰყვეს ლითონის გადაწვა.

ნახშირბადოვანი ფოლადების წნევით დამუშავებისათვის გახურების ტემპერატურა შეიძლება შერჩეულ იქნეს რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის მიხედვით (ნახ. 108). გახურების ზედა ზღვარს (წნევით დამუშავების დასაწყისს) ლიკვიდუსის ხაზის 150—200°-ით ქვევით იღებენ; ქვედა ზღვარს (წნევით დამუშავების დასასრული) კი GS ხაზის 25—70°-ით ზევით წინავეტექტილიური ფოლადებისათვის და AC₁ ხაზის 50—75°-ით ზევით-ზევეტექტილიური ფოლადებისათვის.



ნახ. 108. F—C დიაგრამაზე ნახშირბადოვანი ფოლადების წნევით დამუშავებისათვის გახურების არე.

ნამზადის გახურების სიჩქარე დამოკიდებულია შემდეგ ძირითად ფაქტორებზე: ლუმლის საშუალო სივრცის ტემპერატურაზე, ნამზადის განივკვეთის პროფილზე, ნამზადების ლუმლის ქველზე დაწყობის წესზე (ერთეულეზად, მიწყობით, ქვესადებით და სხვ.), ხამზადების ზომებსა და თბოგამტარობაზე.

რაც უფრო მაღალ ტემპერატურამდეა ღუშელი გახურებული, მით ნაშადის გახურების დრო მცირეა; შრგვალი კვეთის ნაშადების გასახურებლად უფრო ნაკლები დროა საჭირო, ვიდრე კვადრატული კვეთის ნაშადებისათვის; ქველზე ერთეულეზად დაწყობილი ნაშადების გახურების დრო უფრო ნაკლებია, ვიდრე ერთიგორეზე მიწყობილის; რაც უფრო მაღალია თბოგაქტარობა, მით მეტია გახურების სინქარე, და ამიტომ, მით ნაკლებია გახურების დრო (ხანგრძლივობა).

საბჭოთა მეცნიერის დ. დობროხოტოვის მიერ მოცემულია ფოლადის ნაშადების 1200°C-მდე გახურების ხანგრძლივობის გამოსათვლელი ფორმულა.

$$T = \alpha K D \sqrt{D} \text{ სთ,}$$

სადაც T არის მინიმალური დასაშვები გახურების ხანგრძლივობა საათობით;

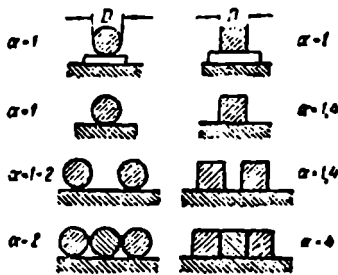
α —კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ღუმლის ქველზე ნაშადების განლაგების წესს (ნახ. 109);

K —კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ფოლადის ლეგირების ხარისხს: ნახშირბადოვანი ფოლადებისათვის 1 — 10, ლეგირებული ფოლადებისათვის K -ს მნიშვნელობა 20-მდე აღწევს;

D — გასახურებელი ნაშადის დიამეტრის ან კვადრატის გვერდის ზომა.

წნევით დამუშავებისათვის ნაშადებს ახურებენ სახურებელ ქებში, სამჭედლო ქურებზე, ალქმედ ღუმლებში, ელექტროსახურებლებით.

სახურებელ ქებს აწყობენ ბლუმინგის საამქროსთან მსხვილი ზოდების გასახურებლად. სახურებელ ქაში ზოდების ჩატვირთვა მარწყუხიანი აწყობის საშუალებით ხდება. სახურებელი ქის გასახურებლად უმეტესად საწვავ აირებს იყენებენ და ზოგჯერ თხევად საწვავსაც.



ნახ. 109. α კოეფიციენტის მნიშვნელობები.

გლინვა

§ 92. ზოგადი ცნობები

გლინვა ლითონების წნევით დამუშავების ისეთი სახეა, როდესაც სასურველი პროფილის ნამუშაღის მიღება მბრუნავ სპეციალურ ლილვებს შორის ცხელი ან ცივი ლითონის გატარებით ხდება.

სპეციალურ ლილვებს, რომელთა შორისაც გლინვისათვის ლითონის გატარება ხდება, გლინები ეწოდება.

მოწყობილობას, რომელშიც გლინვის პროცესი მიმდინარეობს, საგლინი დგანი ეწოდება.

გლინვის არსი შემდეგში მდგომარეობს (ნახ. 110): განსაზღვრული მანძილით დაშორებულ გლინების ზედაპირებს შორის აწვდიან ცხელ ან ცივ გასაგლინ ლითონს; ლითონისა და გლინების ზედაპირის ხახუნის ძალის შედეგად გასაგლინი ლითონი გლინებს შორის წინ მიიწევს, რომელიც სისქეში მცირედება (H-დან h-მდე), ხოლო სიგრძეში იზრდება.

გლინვის პროცესის შედეგად მიღებულ პროდუქციას ნაგლინი ეწოდება.

გლინვით წარმოებულ სხვადასხვა ზომისა და სახის პროფილების ნაგლინების ერთობლიობას სორტამენტ¹ ეწოდება.

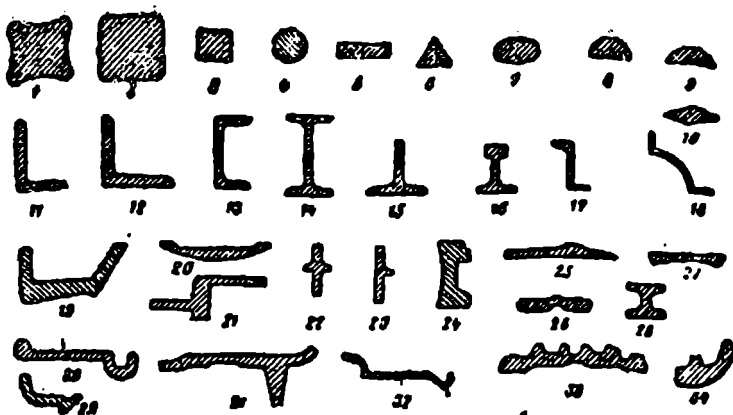
III-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ნაგლინის სორტამენტის ძირითადი პროფილები, რომელთაგან უმეტესად გავრცე-

ლებულია კვადრატული, მრგვალი, ზოლოვანი, კუთხოვანი, ორტესებრი, ტესებრი, შველერებისა და სხვა სახის პროფილები.

გარდა ნაჩვენები პროფილის მასალებისა, ფართოდ იყენებენ აგრეთვე მილებს, ფურცლებსა და სპეციალური დანიშნულების ნაგლინებს.

¹ პროფილი წარმოსდგება ფრანგული სიტყვიდან „პროფილ“, რაც ნიშნავს კვეთის მოყვანილობას.

² სორტამენტა წარმოსდგება ფრანგული „ასორტიმენტი“-დან და ნიშნავს სხვადასხვა მარკის, პროფილის და ზომების ნაგლინ პროდუქციას.



ნახ. 111. ნაგლინის ძირითადი სახის პროფილები: 1, 2 და 3—კვადრატული; 4—მრგვალი; 5—ზოლოვანი; 6—სამკუთხა; 7—ოვალური; 8—ნახევრად მრგვალი; 9—სეგმენტური; 10—რომბული; 11—12 კუთხოვანი; 13—შეღერი; 14—ორტესებრა; 15—ტესებრი; 16—რელსი; 17—ზეტებრი; 18—სასვეტე; 19—34—სპეციალური დანიშნულების ნაგლინები.

ნაგლინი სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში გამოიყენება, ამიტომაც, რომ მთელი წარმოებული ფოლადის 75% იგლინება. გლინვით მუშავდება აგრეთვე ფერადი ლითონებისა და შენადნობების უდიდესი ნაწილი.

თანამედროვე საგლინ დგანა, რომლის მთავარი ძრავების სიმძლავრე 25000 კვტ-ს უდრის 2—3 მუშა მართავს, იმ დროს, როდესაც XIX საუკუნის ბოლოს რუსეთში არსებული 89 მეტალურგიული ქარხნის საერთო ენერგეტიკული სიმძლავრე დაახლოებით 18000 კვტ-ს უდრიდა და 200 ათასი მუშა მუშაობდა.

ოქტომბრის რევოლუციამდე საქართველოს საგლინი წარმოება თითქმის არ გააჩნდა. დღეს ჩვენი სამშობლო ამაყობს რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის სორტულსაგლინი, მილსაგლინი და ფურცელსაგლინი მძლავრი საამქროებით.

§ 93. გლინვის პროცესი

მბრუნავ გლინებს შორის გასაგლინ ლითონს აწვდიან გარკვეულა ძალით (ნახ. 112). თითოეული გლინის მხრიდან წარმოიქმნება რეაქციის R ძალა და ხახუნის T ძალა (ნახაზზე ნაჩვენებია ამ ძალების განლაგება მხოლოდ ზედა გლინზე). ხახუნის T ძალა წარმოიქმნება გლინების ზედაპირებსა და გასაგლინ ლითონს შორის ხახუნის შედეგად. იგი მიმართულია გლინების ზედაპირის მხებად.

რეაქციისა და ხახუნის ძალები შეიძლება დაიშალოს ორ-ორ მდგენელად. ერთი — ლითონის მოძრაობის მიმართულებით (თარაზულად) — R_x და T_x , მეორე მის მართობულად R_y და T_y .

ამ ძალების შვეული მდგენელებით (R_x და T_x) ხდება ლითონის მოჭიმვა. რეაქციის თარაზული R_x მდგენელი ცდილობს გასაგლინი ლითონის უკან გამოვდებას, ხოლო ხახუნის ძალის თარაზული T_x მდგენელი ცდილობს გლინებს შორის ლითონის შეთრევას (შეტაცებას).

ცხადია, იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს გლინებს შორის ლითონის შეტაცება, საჭიროა ხახუნის ძალების თარაზული მდგენელები ყოველთვის მეტი იყოს რეაქციის თარაზული მდგენელების ჯამზე, ე. ი. ადგილი უნდა ჰქონდეს შემდეგ უტოლობას:

$$2T_x > 2R_x, \text{ ანუ } T_x > R_x.$$

როგორც 112-ე ნახაზიდან ჩანს, გასაგლინი ლითონის სისქე H გლინების პროცესში h -მდე მცირდება, ხოლო მისი სიგრძე შესაბამისად იზრდება.

$H-h$ სიდიდეს აბსოლუტური მოჭიმვა ეწოდება, ხოლო $\frac{H-h}{H} \cdot 100\%$

გამოსახულებას — ფარდობითი მოჭიმვა.

გასაგლინი ლითონის გლინებთან შეხების რეალს შეტაცების რეალს (ab და cd) ეწოდება.

ნახ. 112. გლინის დროს წარმოქმნილი ძალების განლაგების სქემა.

ცენტრალური α კუთხეს, რომელიც შეესაბამება შეტაცების რეალს, შეტაცების კუთხე ეწოდება, გლუვი ლილვების შემთხვევაში შეტაცების კუთხე 20° -ს არ აღემატება, ხოლო დაკეპნილი ლილვების შემთხვევაში — 30° -ს.

შეტაცების კუთხეს, აბსოლუტურ მოჭიმვას და გლინების დიამეტრს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება.

$$H-h = D(1 + \cos \alpha),$$

სადაც α არის შეტაცების კუთხე,

D — გლინის დიამეტრი,

H — ლითონის სისქე გაგლინვამდე;

h — ლითონის სისქე გაგლინვის შემდეგ.

აღნიშნული დამოკიდებულებიდან გამომდინარეობს:

1. მოქიპვის ხარისხის (H—h) გადიდება შეიძლება გლინის დიამეტრის გადიდებით;

2. მუდმივი მოქიპვის ხარისხის დროს შეტაცების კუთხე იმდენად მეტი უნდა იყოს, რამდენადაც მცირეა გლინის დიამეტრი.

რადგანაც გლინის დროს ადგილი აქვს გლინებს შორის ლითონის მოქიპვას, ამიტომ გლინებიდან უფრო დიდი სიჩქარით გამოდის ნაგლინი, ვიდრე გლინების წრიული სიჩქარეა, რასაც წინსწრება ეწოდება. წინსწრების სიდიდე გლინის წრიული სიჩქარის, დაახლოებით, 4% შეადგენს.

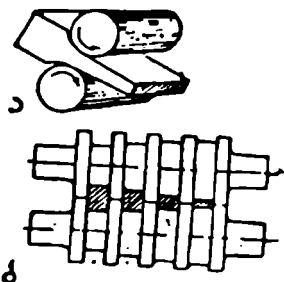
ლითონის საწყისი განიკვეთის ფართობის შეფარდებას გაგლინული ლითონის განიკვეთის ფართობთან მოქიპვის კოეფიციენტი ეწოდება. გლინებში ლითონის თვითეული გაშვებისათვის მოქიპვის კოეფიციენტის დადგენა ძირითადად გასაგლინი ლითონის გვარობისა და განურების ტემპერატურის მიხედვით ხდება, იგი 1,1-დან 2,5-მდე იცვლება. რამდენადაც მეტია მოქიპვის კოეფიციენტი, მით ნაკლებია გატარებათა რიცხვი.

გლინების ზედაპირების მოყვანილობა დამოკიდებულია გასაგლინი ნაკეთის პროფილზე (ნახ. 113).

ფურცლების გლინვისათვის გლინის სამუშაო ზედაპირი გლუვი უნდა იყოს ა, ასეთ შემთხვევაში განიკვეთის ფართობის შემცირება ყოველი გაშვების შემდეგ გლინებს შორის ღრეჩოს შემცირებით ხორციელდება.

პროფილიანი ლითონების საგლინად სასურველი პროფილის მიღება გლინებზე წრიული ღარების ამოკრით ხორციელდება. ორი გლინის ღარების ერთმანეთთან მიდგომით შექმნილ პროფილს კალიბრი ეწოდება. კალიბრში ლითონის გატარებას, გაშვება ეწოდება, სასურველი პროფილის მიღების უზრუნველსაყოფად წინასწარ ირჩევენ გაშვებათა რიცხვს. კალიბრების რაოდენობისა და პროფილების შერჩევას და კალიბრება ეწოდება.

კონსტრუქციის მიხედვით კალიბრები შეიძლება იყოს დია, როდესაც გაყოფის ხაზი გლინის ღერძის პარალელურია, და დახურული, როდესაც გაყოფის შემომსაზღვრელი ხაზები გლინის ღერძის მართობია.



ნახ. 113 გლინები: ა—გლუვი; ბ—ღარებიანი.

დანიშნულების მიხედვით კალიბრები არის მოშპიმი, შავი და ხუფთა (საბოლოო).

მოშპიმი კალიბრებით განიკვეთი ძლიერ მცირდება და მიიღება ნაშაღი შემდგომი გლინვის ან ჰედვისათვის.

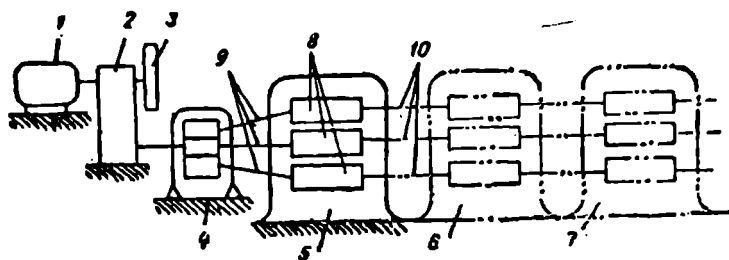
შავ კალიბრებში მიიღება თითქმის სასურველი პროფილის ნაგლინი, რომლის საბოლოო დაყვანა საბოლოო კალიბრებში ხდება.

გლინებს ამზადებენ ჩამოსხმით (გათეთრებულზედაპირიანი თუ-ჯი) ან ჰედვით (ნახშირბადოვანი ან ლეგირებული ფოლადები).

§ 94. საგლინი ღვანი

საგლინი ღვანის აგებულება. გლინი თავსდება საგლინი ღვანის საღვარში და იქმნება ეგრეთწოდებული სამუშაო გალი.

სამუშაო გალში გლინი მოძრაობაში მოდის სპეციალური ამძრავი მექანიზმით. ამძრავი მექანიზმისა და სამუშაო გალის ერთობლიობას საგლინი ღვანი ეწოდება.



ნახ. №14. საგლინი ღვანის სქემა.

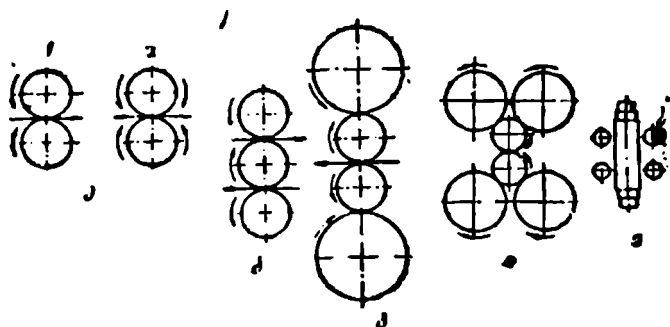
საგლინი ღვანის ნაწილებია (ნახ. 114): ძრავა 1, რედუქტორი 2, მქნევეარი 3, კბილანების გალი 4, და სამუშაო გალები 5, 6 და 7. გლინებს 8 მოძრაობა კბილანების გალიდან შპინდლების 9 საშუალებით გადაეცემა. ასევე დანარჩენი სამუშაო გალების გლინები მოძრაობაში მოდის საკუთარი შპინდლების 10 საშუალებით.

საგლინი ღვანების კლასიფიკაცია. საგლინი ღვანების კლასიფიკაცია ხდება სამუშაო გალში გლინების რაოდენობის და მათი ბრუნვის მიმართულების ცვლის, სამუშაო გალების განლაგებისა და ღვანების დანიშნულების მიხედვით.

სამუშაო გალში გლინების რაოდენობის მიხედვით საგლინი ღვანები იყოფა: ორ —, სამ —, ოთხ და მრავალგლინი ღვანებად (ნახ. 115). თავის მხრივ, ორგლინიანი ღვანები შეიძლება იყოს შექცევადი (რევერსიული) ა, 2 და შეუქცევი (არარევერსიული) ა, 1.

შექცევად დგანში შესაძლებელია გლინების მოძრაობის მიმართულების ცვლა, ე. ი. ასეთ დგანებში ნაშადის გლინვა შეიძლება როგორც ერთი, ისე მეორე მიმართულებით.

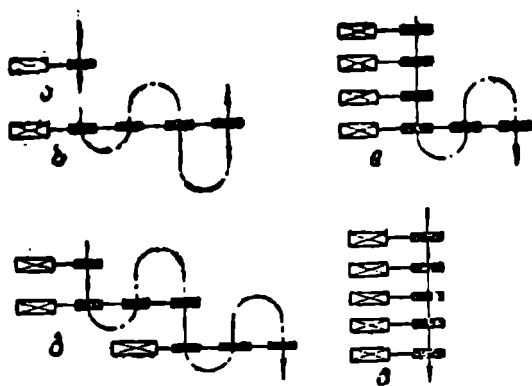
შეუქცევი დგანის გლინების ბრუნვის მიმართულება არ იცვლება. ასეთი დგანის ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ აქ გლინვა მხოლოდ ერთი მიმართულებით შეიძლება, რის გამოც საჭიროა ყოველი გაშვების შემდეგ ნაგლინის უკან გამოტანა. ეს კი ზედმეტ ჰუწაობასა და დროს მოითხოვს. შექცევად დგანში ეს ნაკლი აცილებულია, მაგრამ მოძრაობის მიმართულების შეცვლის დროს (გაჩერებისა და ბრუნვის მიმართულების შეცვლის შემდეგ ისევ გაშვებისას) დიდი ენერგია იხარჯება. შექცევადი და შეუქცევადი ორგლინი დგანების ნაკლი აცილებულია სამგლინ დგანებში ბ, მაგრამ დიდი ზომის მომკიპივი დგანებისათვის არ გამოიყენება.



ნახ. 115. სამუშაო გალში გლინების განლაგების სქემა: ა—ორგლინი, 1—შეუქცევი, 2 შექცევადი, ბ—სამგლინი; გ—ოთხგლინი; დ—მრავალგლინი; ე—მრავალგლინი უნივერსალური.

მრავალგლინ დგანებში მცირე დიამეტრის გლინები (გ, დ) სამუშაო გლინებს წარმოადგენს, ხოლო დიდი დიამეტრისა — საყრდენებს. მცირე დიამეტრის გლინების სამუშაო გლინებად გამოყენება იმით აიხსნება, რომ ისინი ლითონის უკეთესად მოჭიმვას უზრუნველყოფენ.

სამუშაო გალების ურთიერთგანლაგების მიხედვით საგლინი დგანები იყოფა ნახ (II 6): ერთგლიანი (ა), ხაზობრივ (ბ), საფეხუროვანი (გ) ნახევრად უწყვეტი (დ) და უწყვეტი (ე) მოქმედების დგანებად, ერთგლიანი კეთდება დიდი ზომის დგანები. ხაზობრივი დგანის გლინებს ერთნაირი ბრუნვები აქვთ, რაც მათ ნაკლს წარმოადგენს, რადგან დასაშვებია უკანასკნელი გალის გლინების უფრო მეტი ბრუნვა წინა გლინებთან შედარებით. ასეთ დგანებზე გლინვა პერიოდულად წარმოებს, რის გამოც მათ ზოგჯერ პერიოდული მოქმედების



ნახ. 116. სამუშაო გალების განლაგების სქემები.

დგანებსაც უწოდებენ. ხაზობრივ დგანებს იყენებენ, როგორც მსხვილი, ისე საშუალო სორტული დგანებისათვის. უმჯობესია საფეხუროვანი განლაგების დგანები, რადგან სხვადასხვა საფეხურის გალებს დამოუკიდებელი ამძრავები აქვთ, ამიტომ ქვედა საფეხურებში შეიძლება კონდეთ აჩქარებული ბრუნვები.

ყველაზე უფრო რაციონალურია უწყვეტი მოქმედების დგანები (ე), რომლებიც მიმდევრობით ლაგდება და განუწყვეტელი გლინვის საშუალებას იძლევა. აქვად სულ უფრო მეტ გავრცელებას იღებს მთლიანად მექანიზებული და ავტომატიზებული უწყვეტი დგანები.

დანიშნულების, ანუ გამოსაშვები პროდუქციის სახის მიხედვით საგლინი დგანები იყოფა: მომკიმ, სანამზადო, რელს-კოჭის, სორტულ, მათულსაგლინ, ფურცელსაგლინ, მილსაგლინ და სპეციალურ საგლინ დგანებად.

მომკიმი საგლინი დგანებია ბლუმინგები. და სლაბინგები, ბლუმინგი არის ორგლინა შექცევადი დგანი. მისი გლინების დიამეტრი 1,5 მ-მდე აღწევს. ბლუმინგებზე ატარებენ 20 ტ-მდე წონის ფოლადის ზოდებს, რის შედეგადაც იღებენ 150×150-დან 450×450 მმ-მდე კვეთის ნაგლინს, რომელსაც ბლუმინგში ეწოდება.

სლაბინგზე 6—8 ტ წონის ზოდებიდან 75—300 მმ სისქისა და 400—1600 მმ სიგრძის ნაზადებს იღებენ ფურცლების საგლინად, რომელსაც სლაბებს უწოდებენ. მომკიმი დგანების წლიური მწარმოებლობა 2,5 მილიონ ტონამდე აღწევს.

სანამზადო დგანებზე (გლინების დიამეტრი 750 მმ-მდე) ბლუმებს ატარებენ და ღებულობენ 40×40-დან 150×150 მმ-მდე კვეთის ნამზადებს. მიღებული ნამზადების შემდგომ გლინვას სორტულ დგანებზე აგრძელებენ.

რელს-კოჭის დგანებზე (გლინების დიამეტრი 700—900 მმ-მდე) მიიღება განიერლიანდაგიანი რკინიგზის რელსები და მსხვილი კოჭები (240—600 მმ სიმაღლის).

სორტული დგანები, თავის მხრივ, იყოფა მსხვილსორტულ, საშუალოსორტულ და წვრილსორტულ დგანებად.

მსხვილსორტულ დგანებზე (გლინების დიამეტრი 500—750 მმ-მდე) მიიღება შედარებით მცირე ზომის რელსები, შველერები, ორტესებრი კოჭები (სიმაღლე 120—240 მმ) და 80-დან 200 მმ-მდე ზომის კვადრატული ან მრგვალი სორტული ფოლადი.

საშუალოსორტულ დგანებზე (გლინების დიამეტრი 350—500 მმ-მდე) მიიღება 38-დან 80 მმ-მდე ზომის მრგვალი ან კვადრატული სორტული ფოლადი.

წვრილსორტულ დგანებზე (გლინების დიამეტრი 250—350 მმ-მდე) მიიღება 20-დან 40 მმ-მდე ზომის მრგვალი ან კვადრატული სორტული ფოლადი.

მავთულსაგლინ დგანებზე 5—9 მმ დიამეტრიანი ფოლადი მიიღება.

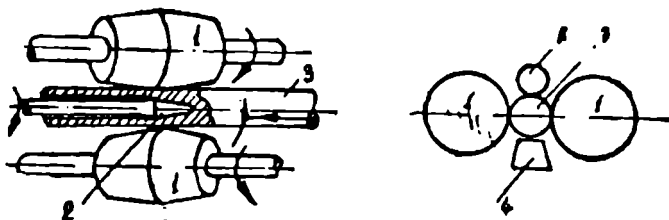
ფურცელსაგლინ დგანები ძირითადად იყოფა სქელფურცელსაგლინ და თხელფურცელსაგლინ დგანებად. პირველზე მიიღება 4 მმ-ზე მეტი სისქის ფურცლები, ხოლო მეორეზე — 0,2-დან 5 მმ-მდე სისქის ფურცლები.

მილსაგლინ დგანები. არსებობს უნაქერო (მთლიანგლინული) და ნაქერიანი (შენადული) ფოლადის მილები.

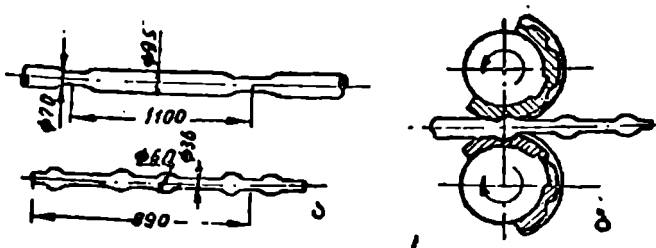
უნაქერო მილების დიამეტრი 5-დან 420 მმ-მდე იცვლება. მათი დამზადების პროცესი ორ საფეხურად იყოფა: 1. ნამზადის გაჭოლით ღრუიანი მასრის მიღება და 2. მასრის გამოგლინვით მილის მიღება.

მასრის მიღება ხდება გაჭოლ დგანზე შემდეგნაირად (ნახ. 117). მილსანამზადო სააქროდან მიღებულ ნამზადს გლინავენ ირიბად დაყენებულ გლინებს შორის (გლინების განლაგება ისეთი არ არის, როგორც ეს სქემაზეა ნაჩვენები; მათი ნამდვილი განლაგების მისაღებად ნახაზი უნდა შებრუნდეს ნამზადის ღერძის ირგვლივ 90°-ით).

გლინები ბრუნავს ერთი მიმართულებით, ნამზადი კი — საწინააღმდეგო მიმართულებით. გლინების ირიბად განლაგების შედეგად ნა-



ნახ. 117 მასრის გაჭოლის სქემა: 1—გლინები; 2—საქოლი; 3—ნამზადი; 4—ქვედა საბრყენი; 5—ზედა საბრყენი.



ნახ. 118. პერიოდული გლინვა: ა — პერიოდული ნაგლინის სახეები; ბ — პერიოდული გლინვის სქემა.

ზადი ბრუნვისთან ერთად სიგრძივ გადაადგილდება. ნამზადს, რომელიც ბრუნვითა და წინსვლით გადაადგილებას განიცდის, წინ ხედება მბრუნავი საკოლი, რომელიც ცენტრში წარმოქმნის სიღრუეს.

მიღებული ღრუიანი მასრიდან მილის მისაღებად მის გამოგლინვას აწარმოებენ. გამოგლინვა ხორციელდება ეგრეთ წოდებული პილგერ-დგანებზე ან ავტომატურ დგანებზე.

გარდა ჩამოთვლილი დგანებისა, არსებობს აგრეთვე სპეციალური დგანები, რომლებსაც იყენებენ რკინიგზის ვაგონების თვლების ბანდაჟებზე და დისკოების გასაგლინად, მსხვილი ბურთულსაკისრის რგოლების დასაპზადებლად და სხვ.

დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ისეთ სპეციალურ დგანებს, რომლებზედაც მიიღება სიგრძეზე პერიოდულად სხვადასხვა პროფილის მქონე ნაგლინები.

პერიოდული გლინვით მიიღება, მაგალითად, ავტომატური ღერძები, მუხლა და განმანაწილებელი ლილვები, სამშენებლო საქმისათვის საჭირო საარმატურო ფოლადები და სხვ.

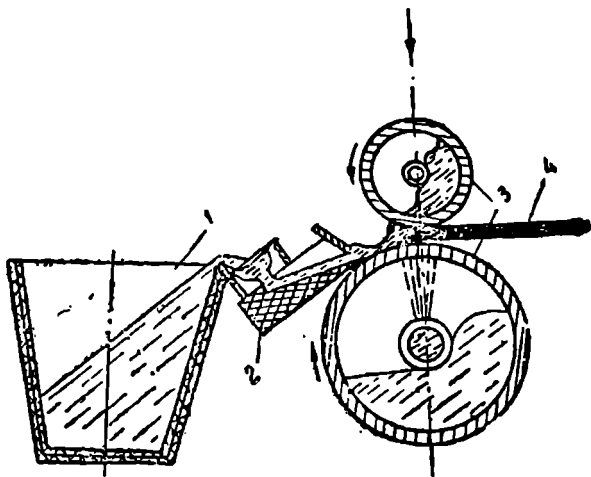
უკანასკნელ წლებში პერიოდული (ცვალებადი პროფილის) ნაგლინის წარმოება ორგანიზებულია ჩვენი ქვეყნის ქარხნებში. დამტკიცებულია, რომ პერიოდული ფილების გამოყენებით მიიღება ლითონის 30% ეკონომია და 50%-ითაა შემცირებული შრომის ხარჯები.

§ 95. გლინვის ტექნოლოგიური პროცესი და წინი გლინვის დროს

მარტენის საამქროდან მიღებულ ფოლადის ზოდებს ბოყეებიდან განთავისუფლების შემდეგ ბლუმინგის საამქროს სახურებელ კაში ათავსებენ. ზოდის 1200° ტემპერატურამდე გახურების შემდეგ იწყებენ გლინვის ტექნოლოგიურ პროცესს.

გახურებულ ზოდებს აწვდიან მომჭიმ დგანებს ბლუმების ან სლაბების მისაღებად.

მიღებულ ბლუმებსა და სლაბებს გადასცემენ სანამზადო დგანებს,



ნახ. 119. უზოდო გლინვის სქემა.

მიღებულ ნაშაადებს მაკრატლებით კრიან და აგზაენიან გაჰხურებულ ღუქელებში უშუალოდ ან საწყობის გავლით; გახურებულ ნაშაადებს აწედიან სორტულ, მილსავლინ ან ფურცელსავლინ ღგანებს.

ცხელი ნაგლინი ფოლადის ზედაპირის ხარისხის გასაუმჯობესებლად და ზომების სიზუსტის ასაძალღებლად ზშირად მიღებული ცხელი ნაგლინის ცივ გლინვას აწარმოებენ.

საბოლოოდ ნაგლინს ზომების მიხედვით კრიან, ასწორებენ და მათ სიზუსტეს აკონტროლებენ. თუ ნაგლინზე შემჩნეულ იქნა რაიმე ისეთი ღეფექტი, რომლის შესწორება შესაძლებელია, შეასწორებენ. წინააღმდეგ შემთხვევაში ნაგლინს იწუნებენ და ხელახლა გადასადნობად მარტენის სააპქროში აგზაენიან ჯართის სახით.

ნაგლინის წუნის სახეებია: წუნი ლითონის გამო (ჩაჯდომის ნიუარები, ლიკვაცია, აირის ბუშტები, ბზარები და სხვ.) და გლინვის შედეგად.

გლინვის შედეგად წუნის ძირითადი სახეებია: ფხაურები, პროფილის ნახეერების ერთიმეორის მიმართ გადაწვევა, პროფილის უსწორობა, ნაგლინის კედლების არათანაბარი სისქე და სხვ.

ლითონის უზოდო გლინვა. ახლა ფართო გამოყენებას პოულობს გლინვის ისეთი მეთოდი, როდესაც გლინვისათვის ზოდის მაგვირად უშუალოდ თხევად ლითონს იყენებენ.

ღღეისათვის საბჭოთა კავშირში გავრცელებულია თხევადი თუქიდან 0,5—1,5 მმ სისქის ფურცლების გლინვის პროცესი, რომლის

მიმღევრობა შემდეგნაირია: ციციხიდან 1 თუჯს ასხამენ მკევებავში 2), ხოლო მისი ღარიდან — (ნახ. 119). ურთიერთშემხვედრი მიმართულებით მბრუნავ გლინებს 3 შორის (კრისტალიზატორი), რომლებიც ღრუიანია და შიგნიდან განუწყვეტლივ წყლით ცივდება. თხევადი თუჯი გლინებთან შეხებისას მყისვე მყარდება და მათი ბრუნვის გამო განუწყვეტელ ზოლად 4 გამოედინება. ფურცლის სისქის რეგულირება გლინებს ბრუნვითი სიჩქარის ცვლილების საშუალებით შეიძლება. რაპდენადაც მტრია გლინების ბრუნვის სიჩქარე, მით ფურცელი თხელი მიიღება. მაგალითად, 520-მილიმეტრიანი დიამეტრის გლინების 1,4 მ/წმ წრიული სიჩქარის დროს ფურცლის სისქე 0,75 მმ მიიღება, ხოლო 1 მ/წმ სიჩქარის დროს — 1 მმ. ზოლი შაკრატლებით ფურცლებად იჭრება და დასტებად იკვრება.

მიღებულ ფურცლებს ისეთივე სტრუქტურა აქვს როგორც თეთრ თუჯს; აზიტომ სიპიფის შესამცირებლად აწარმოებენ მათ მოწვას $920-950^{\circ}$ ტემპერატურაზე 2—3 საათით დაყოვნებით და შემდეგ $800-650^{\circ}$ ზღვრებში ნელი (საათში 30° სიჩქარით) გაცივებით. ფურცლების მექანიკური თვისებების კიდევ უფრო ასამაღლებლად ხდება მათი ცივი გლინვა და სარეკლისტალიზაციო მოწვა ასეთ ფურცლებს არა მარტო სახურავებისათვის იყენებენ, არამედ მანქანის დეტალებისათვისაც, რომლებიც ღუნვითა და არალრმა შტამპვით მზადდება.

XXIII თავი

წნეხა და აღიდვა

§ 80. წნეხის პროცესი, მეთოდები და დანიშნულება

წნეხა წნევით დამუშავების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც სასურველი პროფილის მქონე ლითონების მიღება მატრიცის ხვრეტიდან მათი გაქოღინებით ხდება.

წნეხის პროცესის არსი ასეთია (ნახ. 120): ცივ ან წნევით დამუშავების ტემპერატურამდე გახურებულ ლითონის ნამზადს 3 (ა) ცილინდრულ მიმღებში ვგრეთ წოდებულ კონტეინერში 1 ათავსებენ; მიმღების ერთ ტორაზე მოწყობილია მატრიცა 2, რომელსაც აქვს სათანადო პროფილის მქონე ხვრეტი. მიმღების სიღრუისა და მატრიცის ხვრეტის პროფილები მსგავსი უნდა იყოს. ჯოკის 4 საშუალებით ნამზადს ხვრეტისაკენ აწვებიან, რის გამო ლითონი ბუდეში გამოედინებისას (წნეხისას) მის შიგა მოყვანილობას ღებულობს.

არჩევენ წნეხის ორ მეთოდს: პირდაპირს და შებრუნებულს.

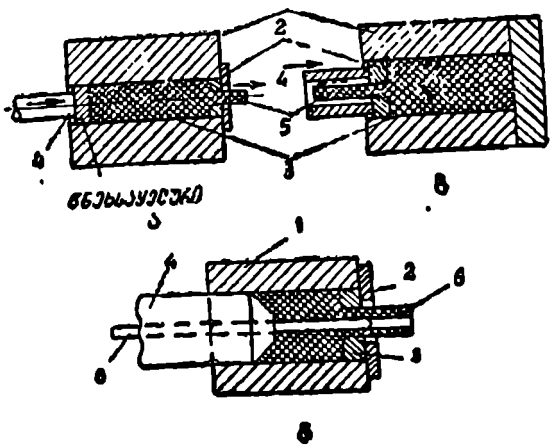
პირდაპირი მეთოდით წნეხის დროს (ა) მატრიცის ხვრეტში ლითონის გამოდინების მიმართულება ჭოკის მოძრაობის მიმართულებას ემთხვევა, შებრუნებულის შემთხვევაში (ბ) კი ლითონი ჭოკის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით გამოდინდება.

პირდაპირი მეთოდით წნეხის უპირატესობა, შებრუნებულთან შედარებით, შემდეგია: ჭოკისა და გამოწნეხილი ნაშადის მიძლების სხვადასხვა მხარეს არსებობის გამო მოხერხებულია პროცესზე ზედამხედველობა; მატრიცის უძრაობის გამო გამოწნეხილი ნაშადის ზედაპირი უკეთესი სიგლუვის გამოდის და დეფორმაციის ხარისხიც მაღალია, რის გამო მექანიკური თვისებებიც უკეთესია.

ამ მეთოდის ნაკლი ის არის, რომ გამოწნეხილი ნაშადის დეფორმაციის ხარისხი არათანაბარია (ზედაპირის დეფორმაციის ხარისხი უფრო მაღალია), რაც ნაკლებად პლასტიკურ შენადნობებში ზოგჯერ ბზარებს იწვევს.

შებრუნებულ მეთოდსაც აქვს თავისი უპირატესობა, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ამ მეთოდით მუშაობისას შედარებით მცირეა ლითონის ნარჩენები და წნეხის ძალა 40%-ით ნაკლები მოითხოვება. პირდაპირი მეთოდით წნეხის დროს. მეტი ძალა იხარჯება, ვინაიდან, როგორც აღნიშნეთ, დეფორმაციის ხარისხი მაღალია და მოხანუნე ზედაპირებიც მეტია შებრუნებულთან შერადებით. შებრუნებული მეთოდის დროს დეფორმაციის ხარისხი იმდენად დაბალია, რომ გამოწნეხილ ნაშადში რჩება სხმული ლითონის სტრუქტურის კვალი.

შებრუნებულ მეთოდს უფრო წნელოვანი მასალების მისაღებად იყენებენ. მიღების მიღება ხდება მხოლოდ პირდაპირი მეთოდით,



ნახ. 120. წნეხის პროცესის სქემა: ა—პირდაპირი მეთოდი; ბ—შებრუნებული მეთოდი; გ—მილის პირდაპირი მეთოდით წნეხა.

რომელსაც შევდევნიარად აწარმოებენ (გ): ნაშაღს 3 ათავსებენ ცილინდრულ ჰიმლებში 1 და აზღენენ მის გაკოლვას კოკში 4 მოთავსებული ნეშას 6 საშუალებით. შემდეგ იწყება მატრიციდან 2 მილის მოყვანილობის ნაშაღის 5 წნეხა, რომლის გარე დიამეტრი მატრიცის ხერვტის დიამეტრის ტოლია, ხოლო შიგა — ნეშას დიამეტრს უდრის.

წნეხით კარგად მუშავდება ფერადი ლითონები, მათი შენაღნობები და ფოლადები.

ფერადი ლითონებისა და მათი შენაღნობების წნეხისათვის ნაშაღად სპეულს იყენებენ, ხოლო ფოლადის წნეხისათვის ნაგლნს.

წნეხის ძალა დაპოკედებულია გამოსაწნეხი ნაშაღის განიკვეთის ფართობზე და საშუალო კუთრ წნევაზე (1 მმ² ნაშაღის წნეხისათვის საკირო საშუალო წნევა), და გამოითვლება ფორმულით.

$$P = p F \text{ კგ.}$$

სადაც P არის წნეხის ძალა, კგ;

p საშუალო კუთრი წნევა კგ/მმ² (მაგალითად, გახურებული თითბრისათვის — 25 კგ/მმ², სპილენძისათვის 30 კგ/მმ², დურალუმინისათვის — 80 კგ/მმ² და ა. შ.).

F ნაშაღის განიკვეთის ფართობი, მმ².

წნეხას სპეციალურ ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ჰიდრავლიურ წნეხებზე აწარმოებენ. მათი სიმძლავრე 10000 ტ აღწევს.

გამოსაწნეხი ლითონის გახურების ტემპერატურა სხვადასხვა ლითონისათვის სხვადასხვაა, მაგალითად, სპილენძისათვის 750—800°-ია, ალუმინისათვის 420—480° და ა. შ.

წნეხის პროცესი თანდათან ფართოდ ინერგება თანამედროვე წარმოებაში, ვინაღდან გლინვასთან შედარებით, მისი უპიატესობაა: პროდუქციის საწესტე, რის გამოც აცილებულია ნაკლებმწარმოებლური პროცესების (ცივად გლინვის, აღიდვის) გამოყენება და პროცესის დიდმწარმოებლურობა, მაგალითად შილი, რომლის გარე დიამეტრია 81 მმ, შიგა — 75 მმ და სიგრძე — 13 მ, შეიძლება დამზადდეს ერთი გაღასვლით 2—2,5 წუთში.

წნეხის პროცესს, გლინვასთან შედარებით, მასალის დიდი ხარჯი (ნარჩენების გამო) და იარაღების დიდი ცვეთა ახასიათებს, ამიტომ ჰარტივი პროდუქტებისა და წნელების მიღებას უფრო ხშირად გლინვით აწარმოებენ, ხოლო რთული პროფილის ნაშაღების მიღებისას წნეხას მიმართავენ. 121-ე ნახაზზე ნაჩვენებია თვითმფრინავმშენებლობაში გამოყენებული ალუმინის შენაღნობების პროფილები, რომლებიც წნეხით მიიღებან.

§ 27. ალიღვის პროცესი, იარაღები და მოწყობილობა

ალიღვა წნევით დაქუშავების ისეთი სახეა, როდესაც სასურველი პროფილის ნამზადის მიღება სპეციალური იარაღის ხერხეში ლითონის გათრევით ხდება.

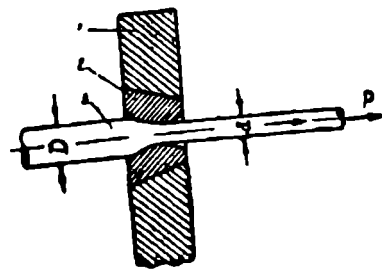
ალიღვისათვის საჭირო სპეციალურ იარაღს თვალაკი ეწოდება.

ალიღვით მუშავდება როგორც ფოლადები (უფრო კარგად რბილი ფოლადები) ისე ფერადი ლითონები და მათი შენადნობები, ალიღვა ძირითადად ლითონის გაუხუჩებლად წარმოებს.

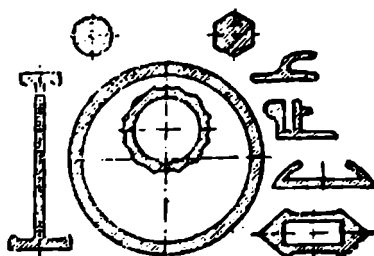
ალიღვით ამზადებენ მცირედიამეტრიან (4-დან 0,1 მმ-მდე) მავთულებს, მილებს, ზუსტი ზომისა და სუფთა ზედაპირის მქონე სხვადასხვა პროფილის წნელოვან (დაკალიბრებულ) და მცირე ზომის რთულპროფილიან მასალებს და სხვ. ალიღვას მიმართავენ აგრეთვე ნაწიზადის (მაგალითად, საზამბარე მავთულების) ზედაპირული განმტკიცებისათვის, რადგან ამ შექთხვევაში ნაწიზადში ადგილი აქვს ციკქედვას მოვლენას.

122-ე ნახაზზე მოცემულია ალიღვის სქემა, რომელზედაც ნაჩვენებია დაფაში 1 ჩამაგრებულ თვალაკში 2 საჭირო P ძალით ნამზადის 3 გათრევის შედეგად სასურველი პროფილის მასალის მიღების პროცესი.

ალიღვის დროს ერთი გათრევით განიკვეთის ერთბაშად საგრძნობი შექცილება არ შეიძლება, რადგან ნამზადში წარმოიქმნება დიდი ძაბვები და შეიძლება ნამზადი გაწყდეს.



ნახ. 122. ალიღვის პროცესის სქემა.



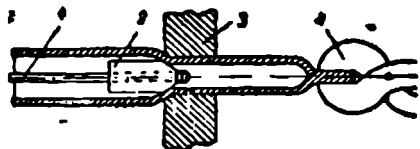
ნახ. 121. ალიღვის შენადნობის პროფილები, რომლებიც წნეხით მიიღებან.

მათულის ალიღვის პროცესის სქემა ისეთივეა როგორც ნაჩვენებია 122-ე ნახაზზე. გათრევის შედეგად მიღებული მავთულის დიამეტრის შეფარდებას ნამზადის დიამეტრთან D დაწვრილების კოეფიციენტი ეწოდება. ეს კოეფიციენტი 0,8-დან 0,95-მდე იცვლება. დაწვრილების კოეფიციენტის მიხედვით ხდება გათრევათა

რიცხვისა და თვითეული გათრევისათვის შესაფერისი დიამეტრის ხერტის მქონე თვალაკის შერჩევა.

მრავალჯერადი გაშვებისას მასალის პლასტიკურობა ეცემა, რის აღსადგენად ზშირად გათრევათა შორის მოწვას აწარმოებენ.

123-ე ნახაზზე ნაჩვენებია მილის ადიდვის სქემა. თუ საჭიროა ერთდროულად როგორც მილის დიამეტრის, ისე მისი კედლის სისქის შემცირება, მაშინ მილის ადიდვის დროს სარგულს იყენებენ.



ნახ. 123. მილის ადიდვა სარგულს გამოყენებით: 1 — ღერო; 2 — სარგულა; 3 — თვალაკი; 4 — სატაცი.

თუ საჭიროა მილის მხოლოდ გარე დიამეტრის შემცირება, მაშინ მისი ადადვა სარგულის გარეშე წარმოებს. სარგულის გარეშე წარმოებს აგრეთვე 10 მმ-ზე მცირე დიამეტრის მილების ადიდვაც.

ადიდვის იარაღი. ადიდვისათვის ზოგჯერ იყენებენ

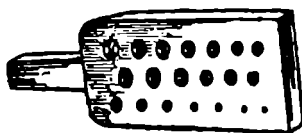
საიარაღო ნახშირბადოვანი ფოლადისაგან დამზადებულ სპეციალურ დაფას (ნახ. 124), რომელშიც რამდენიმე სხვადასხვა ზომის ხერტია გაკეთებული. ასეთ იარაღს ადიდა, ანუ ადიდას დაფა ეწოდება. დღეისათვის უფრო გავრცელებულია ჩასადგმელთვალაკებიანი ადიდა. თვით დაფა ნახშირბადოვანი ფოლადისაგან კეთდება, ხოლო თვალაკები (ნახ. 125) — სალი შენადნობებისაგან (BK 10, B K15), იშვიათად — ალმასისაგან.

სალი შენადნობების თვალაკებს 0,25 მმ-მდე დიამეტრის მავთულების მიწალებად იყენებენ, ხოლო უფრო მცირე დიამეტრიანი მავთულების ადიდვისათვის ალმასის თვალაკებს ხმარობენ.

ადიდვის მოწყობილობა. მოწყობილობას, რაშიც ადიდვის პროცესი ხორციელდება, ადიდვის დგანი ეწოდება.

ადიდვის დგანის ერთ-ერთი მთავარი ნაწილია ნამზადის გამწვევი მექანიზმი, რომლის მუშაობის ხასიათის მიხედვით დგანები იყოფა ორ ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს ასეთი ადიდვის დგანები მიეკუთვნება, რომლებ-



ნახ. 124. ადიდვის დაფა.



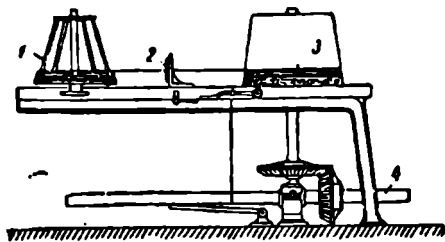
ნახ. 125. ადიდვის დაფის თვალაკი.

შუც ნამზადის გაწევა დოლის ბრუნვით ხორციელდება, აპიტომ ასეთ დგანებს დოლური აღიდვის დგანები ეწოდება.

დოლური აღიდვის დგანებს იყენებენ მავთულის აღიდვისათვის და, თავის მხრივ, შეიძლება იყოს ერთჯერადი და მრავალჯერადი.

ერთჯერად სამავთულე დოლური აღიდვის დგანში მავთულის მიღება ერთ თვალაკში გათრევით ხდება; მას იყენებენ 6—14 მმ დიამეტრის მავთულების აღიდვისათვის. მრავალჯერად სამავთულე აღიდვის დგანში მავთულის გათრევა მიჰვერობით განლაგებულ რამდენიმე თვალაკში ერთდროულად ხდება; ასეთ დგანებს 5 მმ-მდე დიამეტრის მავთულების აღიდვისათვის იყენებენ.

ერთჯერადი სამავთულე აღიდვის დგანის სქემა ნაჩვენებია 126-ე ნახაზზე. კოქზე 1 დახვეულია ასადიდი მავთულის ხეია, რომლის წინასწარ შემზადებული (დაწვრილებული) ბოლო თვალაკშია 2 გატარებული და მიმაგრებულია მბრუნავ დოლზე 3 მარწუხის საშუალებით. დოლი, რომელზედაც ეხვევა გათრეული მავთული, მოძრაობაში მოდის ძრავიდან ლილისა 4 და კონუსური კბილანების საშუალებით.



ნახ: 126. ერთჯერადი სამავთულე აღიდვის დგანის სქემა.

აღიდი ნამზადის სიგრძე 6—9 მ-მდე დაიშვებია. ამ დგანებზე ნამზადის გაწევა ჭაჭკური, ლარტყული ან ხრახნული გადაცემის საშუალებით ხორციელდება. უფრო გავრცელებულია ჭაჭკური აღიდვის დგანები.

მეორე ჯგუფის აღიდვის დგანებს ისეთები მიეკუთვნება, რომლებშიც ნამზადის გათრევა გამწვევი მექანიზმის სწორხაზოვანი გადაადგილებით ხდება. ასეთ დგანებს წნელოვანი მასალების ან მილების აღიდვისათვის იყენებენ, რომელთა დოლზე დახვევა შეუძლებელია. ასა-

XXIV თავი

თავისუფალი ჰედვა

§ 98. ზოგადი ცნობები

თავისუფალი ჰედვა წნევით დამუშავების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც სასურველი ფორმისა და ზომის ნაჭედის მიღება ნამზადზე მოქმედ ძალებს შორის ლითონის დინების შეუზღუდავად ხდება.

თავისუფალი ქედვის შედეგად მიღებულ ნაკეთს ნაქვედი ეწოდება. თუ ნაქვედი უშუალოდ გამოიყენება, მას სუფთა ნაქვედი ეწოდება, ნაქედების უმრავლესობა მექანიკური კრით დაქუშავენას მოითხოვს ხ ა ქ ე - ნ ა მ ზ ა დ ე ბ ს წარმოადგენს.

მანქანათმშენებლობაში თავისუფალ ქედვას დიდი მნიშვნელობა აქვს. თავისუფალი ქედვის საშუალებით ამზადებენ არა მარტო მანქანის დეტალებს, არამედ მრავალ იარაღსაც.

თავისუფალი ქედვის ფართო გავრცელება იპოთ აიხსნება, რომ მისი წარმოების პროცესი არ არის შეზღუდული ნაქედის წონით (შეიძლება 200-ტონიანი ნაქედის მიღება); ქედვის პროცესში ლითონის სიმტკიცის მაჩვენებლები იზრდება და ხარისხი უკეთესდება; ნაგლინის ნამზადებთან შედარებით მასალის ხარჯი დეტალზე მნიშვნელოვნად მცირდება, რაც, თავის მხრივ, დეტალის თვითღირებულებას ამცირებს.

თავისუფალი ქედვა ლათონების დამუშავების უძველესი ხერხია ისტორიული წყაროები გვიჩვენებს, რომ ქედვას პროცესს საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე იყენებენ ჯერ კიდევ მესამე ათასწლეულის ბოლოს ჩვენს ერამდე. ცნობილია, რომ შუა საუკუნეების რუსეთს ნაქვედი ნაკეთები საზღვარგარეთაც (მაგალითად: ბულგარეთში, პოლონეთში, ჩეხეთში და სხვა) გაჰქონდა. რუსული სამკედლო წარმოება პეტრე პირველის დროს კიდევ უფრო განვითარდა.

მისი მძლავრი აღმავლობა შესაძლებელი გახდა მხოლოდ საბჭოთა ხუთწლეულების შედეგად. გაჩნდნენ თავისუფალი ქედვის მძლავრი სამკედლოები, მათ შორის აღსანიშნავია ურალის, ნოვოკრამატორსკისა და სხვა ქარხნები.

სამკედლო წარმოება საქართველოშიც ძველთაგანვე ყოფილა განვითარებული. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ ძველისძველი საისტორიო წიგნი „დაბადება“, რომელშიც ძალიან ძველი ისტორიული გადმოცემებია დაცული. ამ წიგნში თუბალი (თობელი) თუბალ-კაინად იწოდება და მის შესახებ ნათქვამია: „ესე იყო კვერთ ხუროი, მკედელი რვალისა! და რკინისა“. კაინი მკედელს ნაშნავს. ამრავად ქართველთა წინაპარი სუბარული ტომი, მკედელ-მეტალურგ ხალხად იყო მიჩნეული და განთქმული ყოფილა ლითონისა და, კერძოდ, რკინის ნახელავით.

ამას ამტკიცებს აგრეთვე ჩვენს ტერიტორიაზე უკანასკნელ წლებში ჩატარებული არქეოლოგიური გათხრებით ნაპოვნი და მუზეუმებში დაცული ნაქვედი ნივთები: ცული, წალღები, შუბები და სხვ., რომლებიც როგორც დამუშავების ტექნიკის, ისე გარეგანი მოყვანილობის მიხედვით აღრიზნულ ხანებს მიეკუთვნება. რკინის ძველი წარმოების მნიშვნელოვანი ძეგლები ნაპოვნია ზემო სვანეთში („ხიბერი“), რაქაში („წედისი“), ქართლში („სარკინეთი“), იმერეთში („საწირე“) და სხვაგან.

ერთი მხრივ, მტერთა მრავალი შემოსევისა და, მეორე მხრივ, მეფის რუსეთის პოლიტიკის შედეგად საქართველოს საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების დროისათვის სამკედლო წარმოება თითქმის არ გააჩნდა. საბჭოთა ხუთწლეულების მანძილზე კომუნისტურ პარტიისა და მთავრობის მხრულელობის შედეგად მრეწველობის სხვა დარგებთან ერთად ჩვენში შეიქმნა მძლავრი სამკედლო საამქროები მთელი რიგ მანქანათმშენებელ ქარხნებთან. მათ შორის აღსანიშნავია საქედ-საწინები მო-

წყობილობებით აღჭურვილი ქუთაისის საავტომობილო ქარხნის სამკედლო სამ-
ქრო.

განასხვავებენ თავისუფალი კედვის ორ სახეს: ხელით კედვას და
მანქანურ კედვას.

ხელით კედვისას ნაჭედების მიღება გრდემლზე მოთავსებულ ნამ-
ზადზე სანგისა და ჩაქურჩის დარტყმის საშუალებით ხორციელდება.
ამ შემთხვევაში დარტყმებს სანგის დამრტყმელი ახორციელებს, ხო-
ლო მკედელი ერთი ხელით საკედს მარწუხით უმარჯვებს, ხოლო
მეორე ხელით ჩაქურჩის საშუალებით სანგის დამრტყმელს დარტყმის
აღვილებს უჩვენებს.

ხელით კედვა მძივე სამუშაოა და აძენად იგი დაბალმწარმოებ-
ლურია. გარდა ამისა, ამ მეთოდით მხოლოდ მცირე წონის (10 კგ-ზე
ნაკლები) ნაჭედებს მიღებაა შესაძლებელი. ხელით კედვის ეს ნა-
ლოეანებები აცილებულია მანქანური კედვის დროს.

მანქანური კედვისას ნაჭედების მიღება მექანიკური უროების ან
წნებების მეშვეობით ხდება.

დღეისათვის უმთავრესად იყენებენ მანქანურ კედვას, თუმცა
მთელ რივ პატარა სახელოსნოებში ხელით კედვასაც მიმართავენ.

§ 88. თავისუფალი ზედვის იარაღები

ხელით თავისუფალი კედვის იარაღებია (ნახ. 127): გრდემლი, სამ-
კედლო ყალიბი, სამკედლო ჩაქურჩი, სანგი, მარწუხი, უთო, სახვრე-
ტელი, საცემქვეშა, მოსაჭიმი, ღოჯი და სხვ.

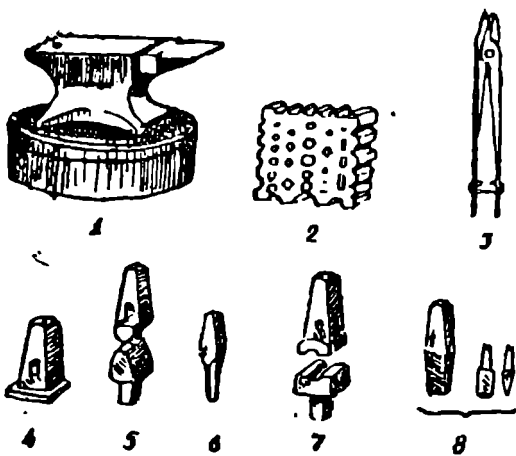
გრდემლი 1 ფოლადის საყრდნობი იარაღია, რომელზედაც
კედვა ხდება.

სამკედლო ყალიბი 2 სხვადასხვა სახისა და ზომის ხვრე-
ტების მქონე ფოლადის ან თუჯის სქელი კვადრატული ფილაა, რო-
მელადაც გვერდზე აქვს სხვადასხვა სახის ამონაჭრი. ყალიბს იყენებენ
ხაზადში სასურველი ფორმის ხვრეტების მისაღებად.

სამკედლო ჩაქურჩის წონა 0,5-დან 2 კგ-მდე იცვლება.

მარწუხი 3 იხმარება ნამზადის დასაქერად. მისი ტუჩების მოყ-
ვანილობა შეესაბამება ნამზადის მოყვანილობას, უთო 4 გამოიყე-
ნება ნაჭედის ზედაპირის მოსასწორებლად, ხოლო საცემქვეშა
5. ნაჭედის ზედაპირზე ჩაღრმავებული ადგილების წარმოსაქმნელად.

მოსაჭიმი 7 იხმარება ცილინდრული ზედაპირების მოსასწორებ-
ლად, ხოლო სახვრეტელით მიღებული ხვრეტის გასწორება-გაფარ-
თოებისათვის კასრისებურ სამართულებს იყენებენ. სამკედლო ღო-
ჯი 8 იხმარება ნამზადების გადაჭრა-ჩაჭრისათვის. კედვის დროს სა-
ზომ იარაღებად იხმარება კარაკინი, კალიბრი, თარგი და სხვ.



მანქანური თავისუფალი ჰედვისათვის საჭირო იარაღები მოცემულია 128-ე ნახაზზე. ამ შემთხვევაში უროსა და გრდემლის როლს ზედა და ქვედა საცემები 1 ასრულებს. სახვრეტელისას — საკოლი 2, ლოჯისას — სამკედლო ნაჯახი 3, ზესადგამები 4,5 და საბრტყელებლები 6 იხმარება ნამზადის გასა-

ნახ. 127. ხელით თავისუფალი ჰედვის იარაღები, (გასაფართობლად). ზამბარიანი მოსაქიმის 7 დანიშნულება ისეთივეა, როგორც ხელით ჰედვისათვის.

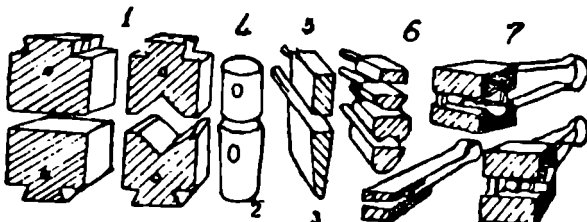
კიმად და გასაბრტყელებლად — (გასაფარ-

§ 100. თავისუფალი ჰედვის საშუალება

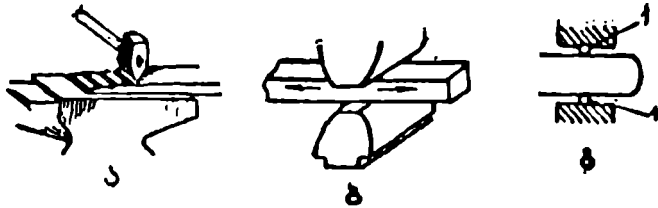
თავისუფალი ჰედვის საშუალების ძირითადი სახეებია: გამოქიშვა, ღაჯდომა, ვაკოლვა, ღუნვა, ჩეხა, გრეხა და სამკედლო შედუღება.

გამოქიშვა (ნახ. 129) თავისუფალი ჰედვის ისეთი სახეა, რომლის დროსაც ნამზადის სიგრძის ზრდა მისი განიკვეთის ფართობის შემცირების ხარჯზე ხდება.

ხელით გამოქიშვის დროს ნამზადს გრდემლზე დებენ და სანგის წამახვილებული ბოლოთი მასზე არტყამენ (ა). ამ შემთხვევაში ლითონი სიგრძივი მიმართულებით იქიმება. წარმოქმნილი ტალღისებური ზედაპირის გასწორება სანგის განიერი თავით ხდება.



ნახ. 128. მანქანური თავისუფალი ჰედვის იარაღები.

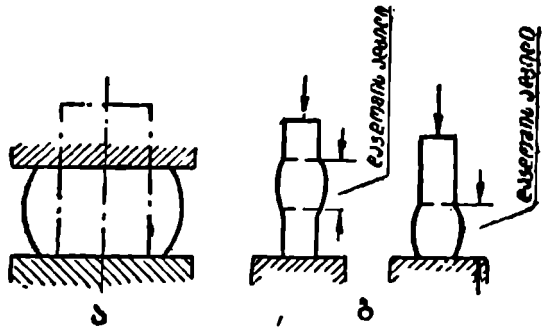


ნახ. 129. გამოკიშვა: ა—ხელოთ ჰედვით; ბ—ურობზე საცემებით; გ—ურობზე მრგვალი საბრტყელბლით.

ურობზე გამოკიშვა სპეციალური საცემებით (ბ) ან საბრტყელბლის გამოყენებით (გ) ხდება.

დაჯდომა (ნახ. 130) თავისუფალი ჰედვის ისეთი სახეა, რომლის დროსაც ნამზადის განივკვეთის ზრდა მისი სიგრძის ან სიმაღლის შემცირების ხარჯზე მიმდინარეობს.

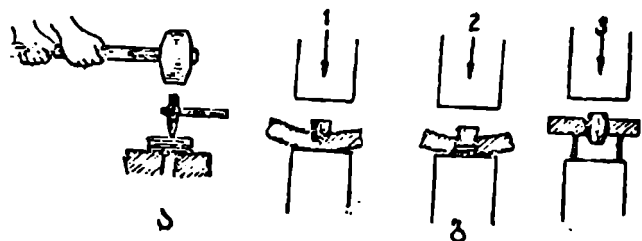
დაჯდომის კერძო შემთხვევას წარმოადგენს ადგილობრივი დაჯდომა (დასმა), ამ შემთხვევაში ნამზადის განსკვეთის ზრდა განსაზღვრულ ადგილებში ხდება (ბ), რაც მხოლოდ ამ ადგილების განხურებით და დარტყმით ხდება.



ნახ. 130. ა—დაჯდომა; ბ—ადგილობრივი დაჯდომა.

გაკოლვა თავისუფალი ჰედვის სამუშაოს ერთ-ერთი სახეა. გაკოლების მიზანია ნამზადში ზერეტის ან მხოლოდ ჩაღრმავების მიღება (ნახ. 131).

თხელ ფურცლებში ზერეტს სახერტელით აკეთებენ (ა), ხოლო



ნახ. 131. გაკოლვა (ხერტა): ა—სახერტელით; ბ—უროზე საკოლით 1,2 და სამართულით 3.

სქელ ნაშადებში — საკოლების 1,2 (ბ) და შემდგომ სამართულე-ბის გატარებით 3.

ღუნვა თავისუფალი ჰედვის ისეთი სახეა, როდესაც ნაქედს ეძლევა საჭირო მოყვანილობის გაღუნულობა (ნახ. 132).

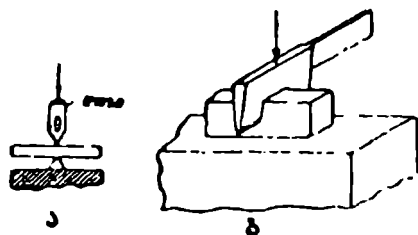


ნახ. 132. ღუნვა: ა — ხელით; ბ — მექანიკურ უროზე.

ხელით ჰედვის დროს გასაღვნი ზოლის ერთ ბოლოს გრდემლზე მარწუხნით ამაგრებენ, ხოლო სანგით მის თავისუფალ ბოლოზე დარტყმებით ღუნავენ (ა).

მექანიკურ უროზე მოსაღვნად ნაშადს საცემებს შორის ამაგრებენ და ღუნვას თავისუფალ ბოლოზე სანგის დარტყმებით აწარმოებენ (ბ).

ჩეხა (ნახ. 133) თავისუფალი ჰედვის სამუშაოს ისეთი სახეა:



ნახ. 133. ჩეხა: ა — ხელით; ბ — მექანიკურ უროზე.

რომლის დროსაც ნაშადიდან ნაწილის ჩამოჭრა ან განსაზღვრულ სიღრმეზე ნაშადში ჩაჭრა ხდება. ხელით ჰედვის შემთხვევაში ჩეხა სამკედლო ღოჯებით სრულდება (ბ) კი სამკედლო ნაჯახებს იყენებენ.

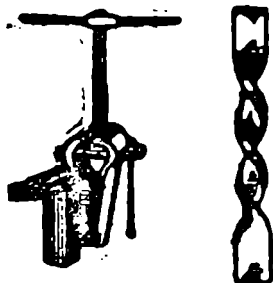
გრეხა (134) თავისუფალი ჰედვის სამუშაოს ისეთ სახეს წარმოადგენს, რომლის დროსაც

ნაშადის ერთი ნაწილის მეორე ნაწილის მიმართ საერთო ღერძის ირგვლივ კუთხით შებრუნება ხდება.

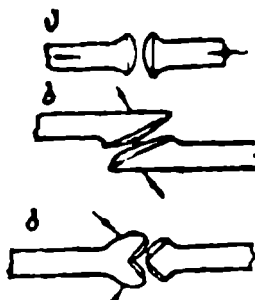
სამკედლო შედუღებაც თავისუფალი ჰედვის სამუშაოს ერთ-ერთი სახეა. სამკედლო შედუღების დროს კომისებურ მდგომარეობამდე გახურებულ ლითონებს გარე ძალების ზემოქმედებით აერთებენ. სამკედლო შედუღებას კარგად განიცდის 0,3%-მდე ნახშირბადის შემცველი ფოლადები. შედუღებისათვის ფოლადს დაახლოებით 1350°-მდე ახურებენ. გახურების ტემპერატურა დამოკიდებულია ფოლადში ნახშირბადის შემცველობაზე.

სამკედლო შედუღებისათვის ჯერ ჰედვენ სათანადო მოყვანი-

ლობის ნაშაღებს (ნახ. 139), რომლებსაც შეღუღების უკეთესი ხარისხის მისაღებად შესაღუღებელ ადგილებში სათანადო მომრგვალებულ მოყვანილობას აძლევენ, ქედვის ტემპერატურამდე ახურებენ: გახურებულ შესაღუღებელ ადგილს ფარავენ მდინარის წმინდა მშრალი კაემიწით, რომელიც ფოლადის ზედაპირზე გახურებისას წარმოქმნილ ხენჯთან წილის თხელ შრეს წარმოქმნის; შემდეგ შეღუღების ტემპერატურამდე გახურებულ შესაღუღებელ ადგილებს წილისაგან წმენდენ, ერთიმეორესთან აერთებენ, ქედავენ და, ამრიგად, იღებენ მტკიცე შენადულ ნაკერს.



ნახ. 134. გრეხა:



ნახ. 135. სამჭედლო შეღუღება: ა — ჰირაპირ; ბ — პირგადაღებოთ; გ — ჩაქვით.

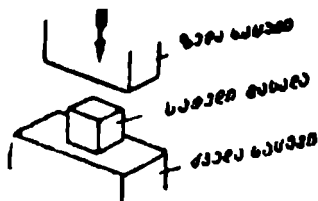
§ 101. საშაღლო ურობი და წნახი

მოწყობილობას, რომელზედაც ლითონის ქედვა დარტყმის სუშუალებით ხდება სამჭედლო ურო ეწოდება.

უროზე ქედვა (ნახ. 136) ქედა (უძრავ) და ზედა (მოძრავ) საცემებ; შორის წარმოებს. ქედა საცემი მაგრდება შაბოტზე, ხოლო ზედა — კუტზე. იმის მიხედვით, თუ როგორ ხდება ზედა საცემის აწევა, უროები იყოფა მექანიკურ და ორთქლჭაერის უროებად.

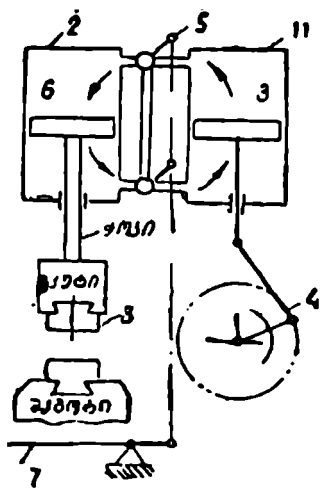
თავისუფალი ქედვისათვის ძირითადად გამოიყენება პნევმატიკური ორთქლჭაერის უროები.

პნევმატიკური უროები (ნახ. 137) მუშაობს შეკუმშული ჰაერით. მათი ვარდებადი ნაწილების წონა 1000 კგ-მდე აღწევს. იყენებენ წვრილი და იშვიათად, საშუალო წონის ნაკედების მისაღებად.



ნახ. 136. უროზე ქედვის სქემა

პნევმატიკურ უროს აქვს ორი ცილინდრი საკომპრესორო 1 და სამუშაო 2. საკომპრესორო ცილინდრის დგუში 3 მოძრაობაში



ნახ. 137. პნევმატიკური უროს სქემა.

ბისას შეკუმშული ჰაერი სამუშაო ცილინდრის ქვედა ნაწილში ხვდება, რაც იწვევს დგუშის 6 და ვარდებადი ნაწილების ზევით აწევას. საკომპრესორო ცილინდრში ქვევით დგუშის მოძრაობა სამუშაო ცილინდრში იწვევს გაიშვიათებას, რაც უფრო მაღლა სწევს ვარდებად ნაწილებს.

საკომპრესორო დგუშის ზევით მოძრაობის დროს შეკუმშული ჰაერი სამუშაო ცილინდრის ზედა ნაწილში ხვდება, რაც იწვევს სამუშაო ცილინდრის დგუშის ქვევით მოძრაობას და, მაშასადამე, დარტყმას. ამავე დროს სამუშაო ცილინდრის ქვედა ნაწილში მომხდარ გაიშვიათება, თავის მხრივ, ხელს უწყობს ვარდებადი ნაწილების დარტყმას. გარდა დგუშის ზედა წნევისა და ქვედა გაიშვიათებისა, დარტყმაში მონაწილეობას იღებს აგრეთვე ვარდებადი ნაწილების წონაც.

მანაწილებელი ონკანების მართვით შესაძლებელია განხორციელებულ იქნეს სხვადასხვა სიძლიერის დარტყმები, ნაკვეთის ნამზადის ქვედა საცემზე დაწოლა და ვარდებადი ნაწილების ზედა სასურველ მდგომარეობაში დაკავება.

ორთქლჰაერის ურო. აქეთი ურო მუშაობს 6—8 ატმ წნევის ჰაერის ან ორთქლის ენერგიით. ვარდებადი ნაწილების წონა 1—8 ტ-მდე იცვლება. გამოიყენება 350 კგ-მდე წონის ნაკვეთების მისაღებად. არსებობს ცალმხრივი და ორმხრივი მოქმედების ორთქლჰაერის უროები.

მოდის მრუდმხარას საშუალებით, ხოლო უკანასკნელი — ძრავიდან.

ცილინდრებს შორის მოთავსებულია ორი მანაწილებელი ონკანი 5. მათი შემობრუნება ხდება ბერკეტით (ხელით) ან ფეხის სატერფულით 7.

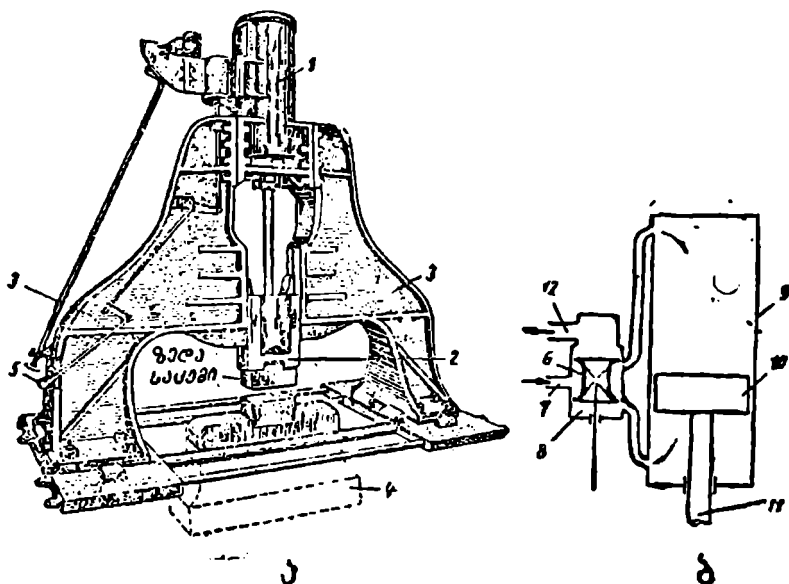
უროს სამუშაო მდგომარეობაში დასაყენებლად საჭიროა მანაწილებელი ონკანების ისე დაყენება, რომ საკომპრესორო და სამუშაო ცილინდრის ზედა და ქვედა სიღრუეები დაკავშირებული იყოს ერთმეორესთან. ამ დროს უროს საცემი 8 იმდენჯერ დაარტყამს, რამდენი ბრუნაც ექნება მრუდმხარა ლილვს 4.

პნევმატიკური უროს ვარდებადი ნაწილების მოძრაობა ასე ხორციელდება. საკომპრესორო დგუშის 3 ქვევით მოძრაობისას შეკუმშული ჰაერი სამუშაო ცილინდრის ქვედა ნაწილში ხვდება, რაც იწვევს დგუშის 6 და ვარდებადი ნაწილების ზევით აწევას. საკომპრესორო ცილინდრში ქვევით დგუშის მოძრაობა სამუშაო ცილინდრში იწვევს გაიშვიათებას, რაც უფრო მაღლა სწევს ვარდებად ნაწილებს.

ცალმხრივი მოქმედების უროებში ორთქლის ან ჰაერის საშუალებით ვარდებადი ნაწილების მხოლოდ აწევა ხდება. ასეთი უროების სიმძლავრე დამოკიდებულია ვარდებადი ნაწილების წონაზე და ვარდნის სიმაღლეზე.

ორმხრივი მოქმედების უროებში ორთქლისა და ჰაერის საშუალებით ვარდებადი ნაწილების არა მარტო აწევა ხდება, არამედ ღვეშზე ზევიდან დაწოლაც, რაც დარტყმის ენერგიას ზრდის.

ღვარების კონსტრუქციის მიხედვით ორთქლჰაერის უროები არსებობს ერთღვარიანი და ორღვარიანი, 138, ა ნახაზზე ნაჩვენებია ორმხრივი მოქმედების ორღვარიანი ორთქლჰაერის უროს საერთო ხედი, ხოლო 138, ბ ნახაზზე კი ამ უროს ორთქლის განაწილების სქემა. ამ უკანასკნელიდან ჩანს, რომ მკვეთარის 6 ზედა მღებარეობის დროს საქვაბიდან ორთქლი მიღით 7 შედის მკვეთარას ცილინდრში 8, შემოთვლის მკვეთარას, ჰობვდება სამუშაო ცილინდრის 9 ზედა ნაწილში, დაწვევა ღვეშს 10 რაც ჰოკის 11 და მასზე დამაგრებულა ვარდებადი ნაწილების დაცემას იწვევს. სამუშაო ცილინდრის ღვეშის ქვევით არსებული ორთქლი (ან ჰაერი) გადის მკვეთარას ცილინდრში და აქედან კი გაიბოლქვება ორთქლსადენით 12.



ნახ. 138. ორთქლჰაერის სამკედლო ურო: ა—უროს საერთო ხედი (1—სამუშაო ცილინდრის თავი; 2—ვარდებადი ნაწილები—ღვეში, ჰოკი, კეტი და ზედა საცემი; 3—სადგარი; 4—შაბოტი ქვედა საცემით; 5—სახელური და მართვის ბერკეტები); ბ—ორთქლის განაწილების სქემა.

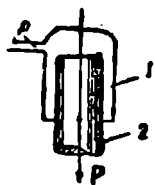
თუ მკვეთარას ქვევით დაწვეთ, საქვაბიდან 7 მილით შემოსული ორთქლი მკვეთარას შემოვლით სამუშაო ცილინდრის ქვედა ნაწილში ხვდება, რაც ვარდებადი ნაწილების ზევით აწევას იწვევს, აპდროს სამუშაო ცილინდრის ზედა ნაწილში არსებული ორთქლი მკვეთარას ცილინდრის გავლით ორთქლსადენში 12 მიედინება.

უროებზე დიდი ზომის ნაქედების დაშვადება დიდი სიმძლავრის ორთქლპაერის უროებს მოითხოვს. ასეთი უროები კი, თავის მხრივ, დიდ საფუქვლებს და მძივე შაბოტებს მოითხოვს (ვარდებადი ნაწილების წონაზე 10—15-ჯერ მეტს). გარდა ამისა, დიდი უროები იწვევს ნიადაგის რყევებს, რაც დაუშვებელია. ზუსტი წარმოების საამქროებისათვის, აპროპ უკანასკნელ ხანებში უროებს, რომელთა ვარდებადი ნაწილებს წონა 5-ტ-ზე მეტია იშვიათად აშვადებენ. დიდი ნაქედების დასაშვადებლად საქედ წნეხებს იყენებენ.

საქედი წნეხები. საქედ მოწყობილობას, რომელზედაც დასაშვადებელი ლითონის დეტორპაცია სტატუური დატვირთვით ხორციელდება, წნეხი ეწოდება,

თავისუფალი ჰედვისათვის იყენებენ ჰიდრაულიკურ და ორთქლ-ჰიდრაულიკურ წნეხებს.

ჰიდრაულიკური წნეხების მოქედების პრინციპი დამყარებულია პასკალის კანონზე, რომლის მიხედვითაც სითხის წნევა დახურულ ჰურკელში ყოველი მიმართულებით ერთნაირად გადაეცემა (ნახ. 139).



თუ გვაქვს სითხიანი ცილინდრი 1 მასში მოთავსებული. ყვინთით 2, და ცილინდრში შედის სითხე, წნევით, მაშინ ყვინთზე მოქმედი ძალა მით პეტია, რაც უფრო მეტია მისი ფართობი; მაშასადამე,

$$P = pF,$$

ნახ. 139. ყვინთიანი ცილინდრი.

სადაც P არის ყვინთზე მოქმედი ძალა, კგ; p — ცილინდრში სითხის წნევა ატმ;

F — ყვინთის ფართობი, სმ² $\left(F = \frac{\pi D^2}{4} \right)$, სადაც D ყვინთის დიამეტრია).

ჰიდრაულიკური წნეხით ჰედვის პროცესი სრულდება სამუშაო ცილინდრში 200—250 ატმ წნევის სითხის მიწოდების დროს.

თანამედროვე ჰიდრაულიკური საქედი წნეხების წნევის ძალა 15000 ტ-მდე და მეტსაც აღწევს, და გამოიყენება დიდი ზომის ნაქედებისათვის.

ორთქლ-ჰიდრაულიკური წნეხები. ამ წნეხებში სითხე სამუშაო ცი-

ლინდრში ტუმბოდან კი არ ზედება, როგორც ამას ადგილი აქვს ჰიდრაულიკურ წნეხებში, არამედ მულტიპლკატორიდან (ნახ. 140). მულტიპლკატორი წარმოადგენს წნევის გამაძლიერებელს, რომელშიც 6—12 ატმ წნევის ორთქლი სითხეს 400—600 ატმ წნევას გადასცემს.

ორთქლჰიდრაულიკური წნეხების წნევის ძალა 20000 ტ-მდე აღწევს.

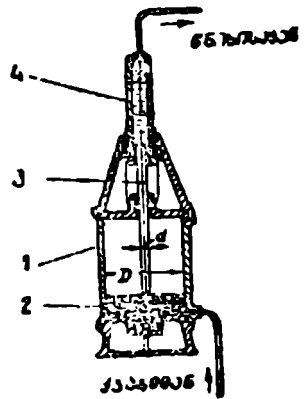
თავისუფალი ჰედვის მოწყობილობის სიმძლავრის შესარჩევად საჭიროა საკვდილი ლითონის დეფორმაციისადმი წინააღმდეგობის სიდიდის ცოდნა, რომელიც გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$Q = K \cdot F,$$

სადაც Q არის დეფორმაციისადმი ნაშადლის მთლიანი წინააღმდეგობა, ანუ მადეფორმირებელი ძალა;

K დეფორმაციისადმი კუთრი წინააღმდეგობა (მაგალითად, 40 მარკის ფოლადისათვის 1—3);

F — ნაშადლის განიკვეთის ფართობი, მმ².



ნახ. 140. მულტიპლკატორი: 1 — ორთქლის ცილინდრი; 2 — დეჟში; 3 — ქოკი (ამავე დროს ჰიდრაულიკური ცილინდრის 4 ყენთა).

§ 102. ნაშადლისათვის ნაშადის ზოგადი განაზოგება

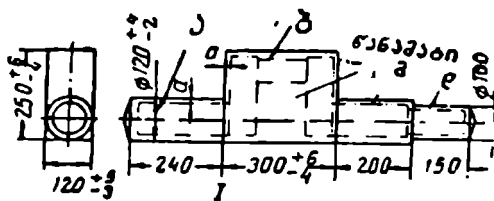
ნაშადლის ნაშადის ზოგადი დასადგენად საჭიროა:

1. ნაშადის ნაშადის შედგენა. რომელსაც დეტალის სამუშაო ნაშადის მიხედვით აწარმოებენ.

თუ ნაშადის მექანიკური დამუშავება ხდება, მაშინ მისი ნაშადი უნდა შედგეს მექანიკური ჰრით დამუშავებისათვის ნამეტის გათვალისწინებით. ნამეტის დანიშვნა ხდება ბოსტ-ის მიხედვით (მაგალითად, საფეხურიანი ლილვების ნაშადებისათვის ნამეტი ბოსტ-ის მიხედვით დიამეტრზე 5-დან 50 მმ-მდე იცვლება).

სშირად ნაშადის გაშარტივების მიზნით ხდება დეტალის ნაშადისაგან გაღებრა და ცალკეულ ადგილებს ტოვებენ მისი შემდგომი მოკრის გათვალისწინებით. ამ შემთხვევაში ნაშადის ნაშადის ნამეტს გარდა მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ეგრეთ წოდებული წაწაწატი (ნახ. 141).

ნაშადის ნაშადის შედგენის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული აგრეთვე ის, რომ ნაშადზე არსებული ნომინალური ზომებით



ნახ. 141. ნაქელი ნაშაღის ესკიზი.

ნაქელის დამზადება შეუძლებელია, ამიტომ მათ გვერდით უწერენ დასაშვებ გადახრებს, დაშვებებს. ნაქელის დაშვებები დამოკიდებულია ნაქელის ზომებზე; და შეირჩევა დაშვების ცხრილებიდან.

2. ნაქელის მოცულობის გაანგარიშება — ($V_{\text{ნ.ქ}}$). ამისათვის ნაქელის ცალკეული უბნების მოცულობას ანგარიშობენ ნომინალური ზომების მიხედვით და შემდეგ საზღვრავენ ნაქელის საერთო მოცულობას (ΣV).

3. ნაქელის წონის გაანგარიშება ($G_{\text{ნ.ქ}}$) ხდება ნაქელის მოცულობის ლითონის კუთრ წონაზე (γ) გადამრავლებით ($G_{\text{ნ.ქ}} = V_{\text{ნ.ქ}} \cdot \gamma$).

4. ჩამონაქრებზე და მეტობით დაშვებაზე ლითონის წონას ($G_{\text{ჩ.ქ}}$) ჩვეულებრივ ნაქელის წონის 5-დან 25%-მდე იღებენ. რამდენადაც მცირე ზომისა და რთული მოყვანილობისაა ნაქელი, მით მეტი პროცენტის აღებაა საჭირო.

5. გახურების დროს ნაშაღის ლითონის ნაწვის რაოდენობა ($G_{\text{ნ.წ}}$) საშუალოდ ნაქელის წონის 2—3% აიღება. თუ ქედვის დროს განმეორებით ხურებას მიმართავენ, ლითონის ნაწვს ნაქელის წონის 3—6%-მდე ითვალისწინებენ.

6. ნაქელის ნაშაღის წონის ($G_{\text{ნ.წ}}$) გასაანგარიშებლად მე-3, მე-4 და მე-5 მუხლით გაანგარიშებულ წონით ნაწილებს შეკრებენ, ე. ი.

$$G_{\text{ნ.წ}} = G_{\text{ნ.ქ}} + G_{\text{ჩ.ქ}} + G_{\text{ნ.წ}}$$

7. ნაშაღის ზომების განსაზღვრისათვის ნაქელის ფორმის მიხედვით წინასწარ ირჩევენ ნაშაღის განიკვეთის პროფილის ზომებს, შემდეგ კი სიგრძეს საზღვრავენ ფორმულით

$$l_{\text{ნ.წ}} = \frac{G_{\text{ნ.წ}}}{F \cdot \gamma} \text{ სმ,}$$

სადაც l არის ნაშაღის სიგრძე, სმ;

$G_{\text{ნ.წ}}$ — ნაშაღის წონა, გ;

F — ნაშაღის განიკვეთის ფართობი, სმ²;

γ — ლითონის კუთრი წონა, გ/სმ³.

შტამპვა

§ 102. ზოგადი ცნობები

შტამპვა წნევით დამუშავების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც სასურველი ფორმის ნამზადის მიღება უროებსა ან წნეხებზე სპეციალური იარაღების-შტამპების საშუალებით ხდება.

შტამპის დროს, თავისუფალი ჰედვისაგან განსხვავებით, ლითონის დენა შეზღუდულია შტამპით.

შტამპი ეწოდება ლითონის ყალიბს, რომლის სამუშაო ნაწილის მოყვანილობა და ზომები მისაღები ნამზადის მოყვანილობასა და ზომებს შეესაბამება. შტამპის სამუშაო ნაწილს ლარული ეწოდება. ნამზადს (ნაჭედს), რომელიც შტამპის შედეგად მიიღება ნაშტამპი ეწოდება.

შტამპვას თავისუფალ ჰედვასთან შედარებით შემდეგი უპირატესობა გააჩნია: ხასიათდება დიდი მწარმოებლურობით, არ მოითხოვს მაღალი კვალიფიკაციის მუშას, ნაშტამპის სიზუსტე და მექანიკური თვისებები მაღალია და შეიძლება მიღებული იქნეს რთული მოყვანილობის ნამზადები.

შტამპვის ნაკლი ისაა, რომ ამ პროცესით არ შეიძლება დიდი წონის ნაშტამპების მიღება (ანლა შტამპვით იღებენ 100კგ-მდე, იშვიათად 1000 კგ-მდე წონის ნაშტამპებს) და თვით შტამპების დამზადებაც დიდ ხარჯებს მოითხოვს. ამიტომ შტამპვა ხელსაყრელია მცირე წონის ნაშტამპების დასამზადებლად მასობრივ და მსხვილ სერიულ წარმოებებში. სხვა შემთხვევებში კი საჭიროა წინასწარი გაანგარიშება თავისუფალ ჰედვასთან შედარებით შტამპვის ხელსაყრელობის დასადგენად. ზოგჯერ პასუხსაგები დეტალების (მაგალითად, თეთმფრინავის) ნამზადებს, დიდი მექანიკური თვისებების უზრუნველსაყოფად, წარმოების მასშტაბის მოუხედავად, აუცილებლად შტამპვით ამზადებენ.

არჩევენ შტამპის ორ სახეობას: მოცულობითი და ფურცლოვანი.

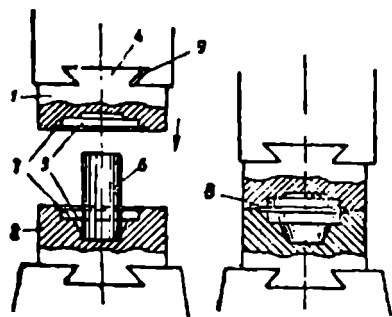
§ 103. მოცულობითი შტამპვა

მოცულობითი შტამპვა წნევით დამუშავების ისეთ პროცესია, როდესაც ცხელი ან ცივი ლითონის დეფორმაცია ხდება შტამპებში მისაღები ნაშტამპის მთელს მოცულობაში.

მოცულობით შტამპვას ძირითადად საშტამპ უროებზე, მრუდმხარა წნეხებსა და პორიზონტალურ-საყვედ მანქანებზე აწარმოებენ, შტამპვის პროცესის ხასიათი ამ მოწყობილობებზე სხვადასხვანაირია და შტამპებიც სხვადასხვანაირი გამოიყენება.

საშტამპ უროებზე შტამპვა უფრო ჰეტად არის გავრცელებული (ნახ. 142).

უროს შტამპი შედგება ორი ნახევრისაგან: ზედა 1 და ქვედა 2; ზოგჯერ მათ ზედა შტამპს და ქვედა შტამპს უწოდებენ, თითოეულ ნახევარში ღარულია 3 ნაშტამპისათვის და ღარაკი 7 ფხაურისათვის. მათი ერთიმეორესთან შეთავსებით ნაშტამპის მოყვანილობის სიღრმე 8 მიიღება. შტამპვის წინ ნაშხადს 6 აყენებენ ქვედა შტამპში. იმისათვის, რომ შტამპვის ღარულების შევსების პროცესი კარგად წარიმართოს და მათგან ნაშტამპის აპოლებაც გაადვილებულ იქნეს, ღარულის შვეული კედლები სათანადო კუთხით დახრილები კეთდება. დახრა დამოკიდებულია ნაშტამპის ფორმაზე და ზომებზე და იგი 3—5°-მდე იცვლება. იმავე მიზნისათვის ღარულების ზედაპირების შეუღლების ადგილები მომრგვალებებით კეთდება (გარე 1-დან 6 მმ-მდე და შიგა 3-დან 12-მმ-მდე).



ნახ. 142. საშტამპავ უროებზე შტამპვის სქემა.

შტამპვის ზედა ნახევარს აქვს „მერცხლისებრი კული“ 4 რომელიც საჭიროა შტამპის ნახევრის უროს კუტზე დამაგრებისათვის ასეთივე კული აქვს შტამპის ქვედა ნახევარს; მისი საშუალებით იგი მაგრდება შებოტზე დამაგრებულ ფილაზე. შტამპის ნახევრების კუდებით დამაგრება სოლენის 5 ჩაჭეკვით ხდება.

შტამპების მუშაობა მატად მძიმე პირობებში მიმდინარეობს, სახელდობრ მაღალი ტემპერატურისა და დიდი დარტყმითი დამტვირთვების მოქმედებით; ამიტომ მათ ამზადებენ საკმაოდ მაღალხარისხოვანი ფოლადებისაგან. მაგალითად, რთული მოყვანილობისა და მაღალ ტემპერატურებში მომუშავე შტამპებს 5XIIIM, 4XBC, 5XBC მარკის ლეგ-რებული საიარადო ფოლადებისაგან ამზადებენ, ხოლო მარტივი მოყვანილობისა და მსუბუქ პირობებში მომუშავე შტამპებს Y7 და Y8 მარკის ფოლადებისაგან.

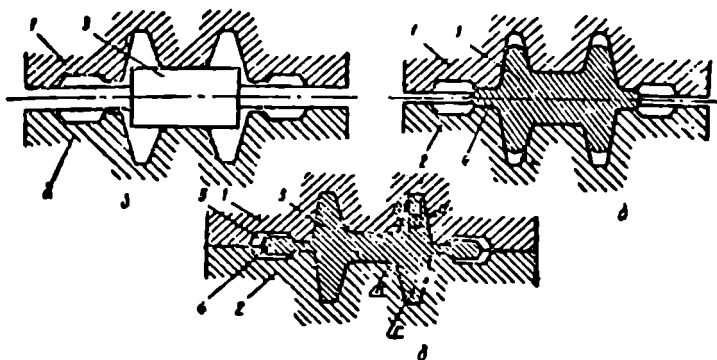
შტამპვის პროცესი. კედლის ტემპერატურამდე გახურებულ ლითონის ნაშხადს 6 ათავსებენ შტამპის ქვედა ნახევარში და იწყებენ

მასზე შტამპის ზედა ნახევრის დარტყმას. დასაწყისში ლითონი თავისუფლად იწყებს დენას. შემდეგ კი იძულებულია თანდათანობით მიიღოს შტამპის დარტყმის მოყვანილობა. ზედმეტი ლითონი შტამპის ღარაკში გადის და შტამპის ნახევრებს გასართ სიბრტყეში ნაშტამზე ლითონის თხელი ფხაური რჩება.

ფხაურის წარმოქმნა ყოველთვის ხდება ნაშტადის ლითონის მცირე დანაკლისის დროსაც, ამიტომ საჭიროა შტამპში ლითონი იღებოდეს განაზღვრული რაოდენობით მეტი, წინააღმდეგ შემთხვევაში შტამპის ღარელის სრული შევსება არ მოხდება.

ღარელის ლითონით ამოვსების მიმდევრობა და ფხაურის წარმოქმნის პროცესი ნათლად ჩანს 143-ე ნახაზიდან. აქ ა მდგომარეობა შეესაბამება შტამპის ზედა ნახევრის ნაშტადთან 3 შეხების მომენტს. შემდეგ, ზედა ნახევრის ქვედასთან დაახლოებისას, ლითონი ნაკლები წინააღმდეგობის გამო პირველ რიგში ღარაკისკენ 2 იწყებს დენას. შტამპის ნახევრების ერთიმეორესთან მეტად დაახლოებისას ნაშტადის ირგვლივ მცირე სისქის სარტყელი (მდგომარეობა ბ) წარმოიქმნება, რომელიც სწრაფი შეცოცების გამო წინააღმდეგობას უწევს ღარაკში ლითონის დენას და იძულებს მას იდინოს ღარულას ამოსავსებად. როდესაც ღარელის ამოვსება დამთავრდება, დანარჩენი ზედმეტი ლითონი სძლევს შეცოცებული ფხაურის წინააღმდეგობას და ღარაკში გადის, რის შედეგადაც ფხაური 4 წარმოიქმნება (მდგომარეობა გ) და შტამპეაც მთავრდება. შემდეგ ნაშტამპს შტამპის ნახევრებისაგან ათავისუფლებენ და მის შემდგომ დამუშავებას აწარმოებენ.

ნაშტამპის შემდგომი დამუშავების ოპერაციებია: ფხაურის ჩამოტრა, გასუფთავება, ნაშტამპის სწორება და დაკალიბრება.



ნახ. 143. ნაშტამპის შევსებისა და ფხაურის წარმოქმნის პროცესი.

ფხაურის ჩამოქრა ხდება სპეციალურ ჩამოსაქრელ შტამპებზე. ხოლო ფხაურის ავგილის შემოსუფთავება სახეხი ქვებით ხდება.

ნაშტამპების სწორების ოპერაცია ხშირად არის საჭირო, რადგან ფხაურების ჩამოქრა მათ გამრუდებას იწვევს. მცირე ზომის ნაშტამპების სწორებას ცივ მდგომარეობაში აწარმოებენ. ხოლო დიდი ზომის ნაშტამპებისას — ცხელ მდგომარეობაში. სწორებას უროების შტამპების სასუფთაო ღარულეებში ან სპეციალურ სწორების შტამპებში აწარმოებენ.

დაკალიბრების მიზანს ნაშტამპისათვის ზუსტი ზომების, ზედაპირის სისუფთავისა და სიზუსტის მიცემა წარმოადგენს. დაკალიბრებით ზედაპირების მექანიკური დამუშავების ნაწილობრივი ან სრული აცილება ხდება. დაკალიბრება შეიძლება როგორც ცივ, ისე ცხელ მდგომარეობაში. ცივი დაკალიბრებით ზომების მაქსიმალური სიზუსტე და ზედაპირის სისუფთავე მალალი ხარისხი მიიღება. ცხელი დაკალიბრების შედეგად ზომების სიზუსტე ნაკლებია, მაგრამ შესაძლებელია დიდი ნაშტამპების დაკალიბრება.

ნამეტები და დაშვებები შტამპის დროს. ნაშტამპის ზომების სიზუსტე ნაქედისაზე ორჯერ მაალაია, ამიტომ ზომების დაშვებებიც შტამპის დროს ორჯერ მცირეა; ამასთან ერთად, რადგან ნაშტამპის ზედაპირი სუფთაა, უფრო ხშირად იგი მექანიკურ დამუშავებას არ საჭიროებს. ნაშტამპის მხოლოდ იმ ზედაპირების დამუშავებას აწარმოებენ, რომლებიც მუშაობისას სხვა დეტალების ზედაპირებთან შეხებაშია, ნამეტის სიდიდე დამოკიდებულია ზომების დაშვებაზე. ნაშტამპის ნამეტები ორჯერ უფრო მცირეა, ვიდრე ნაქედისა და 0,5-დან 5 მმ-მდე იცვლება.

შტამპის ძირითადი მეთოდები. ზემოთ განვიხილეთ შტამპის ისეთი მეთოდი, როდესაც მარტივი ნაშტამპი მიიღება ერთღარულიან შტამპში წნელოვანი ნაგლინიდან მოჭრილი ნამზადის გამოყენებით.

შტამპის მეორე მეთოდს მიეკუთვნება ისეთი პროცესი, როდესაც ნაშტამპის მიღება ერთღარულიან შტამპებში თავისუფალი ქედვით წინაწარ შემზადებული ნამზადების გამოყენებით ხდება. ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეა ნაკლებად მწარმოებლური თავისუფალი ქედვის პროცესის გამოყენება.

შტამპის მესამე მეთოდის შემთხვევაში წინასწარ ნამზადს იღებენ მრავალღარულიან შტამპში. ასეთ შტამპში ერთღაროულად ამოჭრილია მოზამზადებელი, საშტამპავი და გადასაჭრელი ღარულეები.

მოსამზადებელ ღარულეებს მიეკუთვნება გამოსაქიში, მანაწილებელი და საღუნო ღარულეები. გამოსაქიში ღარულით ხდება გარკვეულ სიგრძეზე ნამზადის განიკვეთის შესაბამისად სიგრძის გაზრდისას. მანაწილებელი ღარულით ხდება ლითონის გადანაწილება ნაშტამპის

ფორმის შესაბამისად. საღუნე ღარულის საშუალებით ნამზადი იღუნება ნაშტამპის მოყვანილობის მიხედვით.

საშტამპავი ღარული ორი ტიპისაა: წინასწარი და საბოლოო. წინასწარი სატვიფრი ღარული ნაშტამპის მიახლოებითი მოყვანილობის მისაღებად იხმარება; საბოლოო საშტამპავი ღარული კი საბოლოო ზომების შქონე ნაშტამპის მისაღებად.

მრავალღარულიან შტამპებში შტამპის სახესხვაობაა შტამპის აგრეგატული მეთოდი, როდესაც, მოსაწადებელი, წინასწარი და საბოლოო ღარულები კეთდება სხვადასხვა შტამპებში. ამ მეთოდის უპირატესობაა ერთი სახის ღარულის გაცეეთის შემთხვევაში აცლებულია მრავალღარულიანი შტამპის გაუქმება. ხშირად ამავე მიზნით მრავალღარულიან შტამპებს შედგენილს ამზადებენ.

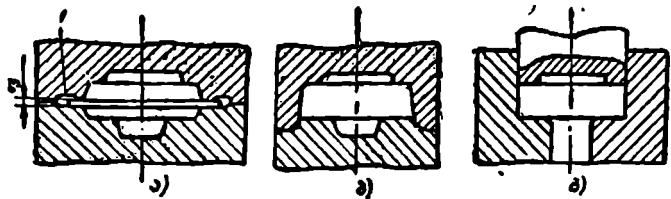
შტამპის მეოთხე მეთოდი დიფერენციალური, როდესაც გამოიყენება რამდენიმე ერთღარულიანი შტამპი. ასეთ მეთოდს ძირითადად მასობრივ წარმოებაში იყენებენ.

წვირლ სერიულ წარმოებაში იხმარება ქვესადები შტამპები, რომელთა ნახევრები ერთიმეორესთან დაკავშირებულია მიჰმართველი ღეროებით.

§ 104. ნაშტამპის კონსტრუქციის შარჩევა, ნახაზის შედგენა და ნაშტამპის წონისა და ზომების განსაზღვრა

ნაშტამპის კონსტრუქცია განისაზღვრება შტამპის სახეობით, დეტალის კონფიგურაციით და ზომებით.

არჩევენ ღია და დახურულ შტამპებს (ნახ. 144).



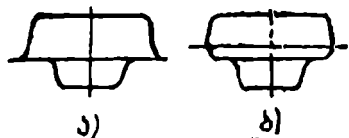
ნახ. 144. შტამპის სქემები: ა — ღია; ბ — დახურული.

ღია შტამპში ნაშტამპი მიიღება ფხაურით (ა), ხოლო დახურული კი ფხაურის გარეშე (ბ, გ).

ღია შტამპში ნამზადის მიღებისას უპირველეს ყოვლისა საჭიროა სწორად შეირჩეს გასართი სიბრტყე, ე. ი. ის ზედაპირი, რომელზედაც ეხებიან ერთიმეორეს შტამპის ზედა და ქვედა ნახევრები.

გასართი სიბრტყე უნდა შეირჩეს ისე, რომ ნაშტამპი ადვილად ამო-

დიოდეს შტამპიდან. ღარულებს ჰქონდეთ უმცირესი სიღრმე, გასართი სიბრტყე ჰქვეოდეს ნაშტამპის ვერტიკალურ ზედაპირს (ნახ. 145).



ნახ. 145. შტამპის გასართი ხაზის შერჩევა: ა — არასწორია; ბ — სწორია.

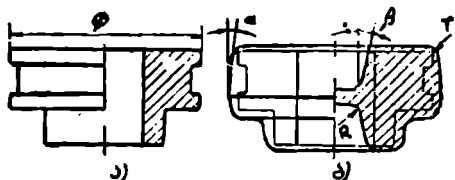
ნამეტი, როგორც აღნიშნეთ, ინიშნება დასამუშავებელ ზედაპირზე. ნამეტის ზომა დამოკიდებულია ნაშტამპის ზომებზე, დეტალის ზედაპირების სისუფთავეზე და აგრეთვე შტამპის მოწყობილობაზე.

დაშვებებს სიმაღლეზე შტამპაუკმარობის, შტამპის ნახევრების ერთიმეორის მიმართ გადაწევის, მათი გაცვეთის და სხვ. მიზეზების გამო.

ნაშტამპებისათვის ნამეტებისა და დაშვებების განსაზღვრა შესაბამისი ცხრილებით ხდება.

შტამპის ღარულების შევსების და შტამპიდან ნაშტამპის ამოღების გასაადვილებლად შეეუღ ზედაპირებს უნდა გააჩნდეს შტამპის დახრები, რომელთა დანიშვნა ხდება ნამეტის ზემოთ. ამიტომ დახრებს აღიღებენ ლითონის ხარჯს მექანიკური ჭრით დამუშავების დროს და ამძიმებენ ნაშტამპს. დახრის კუთხე დამოკიდებულია ღარულის სიღრმეზე და სირთულეზე. ფოლადის ნაშტამპისათვის იგი $3-10^\circ$ ზღვრებში იცვლება, მასთან გარე ზედაპირებისათვის დახრები (α) უფრო მცირე აიღება ვიდრე შიგა ზედაპირებისათვის (β).

ნაშტამპის ზედაპირების შეუღლებები მორგვალეებით ხორციელდება, რაც საჭიროა შტამპის ღრმულების ადვილად შევსებისათვის და გაცვეთის შესამცირებლად, მორგვალეებათა რადიუსები დამოკიდებულია ღრუმლის სიღრმეზე. შიგა ზედაპირების შეუღლების ადგილების მორგვალეებათა რადიუსები (R) $3-4$ -ჯერ უფრო მეტი აიღება ვიდრე გარე ზედაპირებისა ($r \approx 1-6$ მმ).



ნახ. 146. ნაშტამპის ნახაზის შედგენის მაგალითი: ა — დეტალის ნახაზი; ბ — ნაშტამპის ნახაზი

თუ შტამპვა ხდება შტამპებში ერთი გასართი სიბრტყით, გამჭოლი ნახვრეტების მიღება ნაშტამპში შეუძლებელია, ამიტომ ნახვრეტს იღებენ მონიშნით ან ზღუდარი აფსკით. ამ უკანასკნელს შემდეგ ხსნიან სპეციალური შტამპების საშუალებით. თუ ნახვრეტის დიამეტრი ნაკლებია 30 მმ-ზე, მაშინ მისი მონიშვნა არა ხდება.

შტამპვით ყოველთვის შეუძლებელია საქირო კონფიგურაციის ნაშტამპის მიღება ამიტომ ზოგჯერ ნაშტამპზე ცალკეულ ადგილებში შეიძლება გათვალისწინებულ იქნეს წანამატი.

ღია შტამპებში შტამპვის დროს გასართ სიბრტყეში აიღება სპეციალური ღარაკი ფხაურისათვის, რომლის სისქე ($h_{\text{ფ}}$) ისევე როგორც ღარაკის ზომები იანგარიშება ნაშტამპის კონფიგურაციის მიხედვით.

ამის შემდეგ, როდესაც დადგინდება ნაშტამპის ნახაზი (ნახ. 146) შეიძლება განაგარიშებული იქნეს ნაშტამპის ნამზადის წონა და ზომები.

ნაშტამპის ნამზადის წონა განისაზღვრება ფორმულით

$$G_{\text{ნაშტამპის ნამზადის წონა}} = G_{\text{ნაშტამპის წონა}} + G_{\text{ფხ}} + G_{\text{ნაშტამპის წონა}} [\text{კგ}].$$

სადაც $G_{\text{ნაშტამპის წონა}}$ არის ნაშტამპის ნამზადის წონა, კგ;

$G_{\text{ფხ}}$ — ნაშტამპის წონა; |

$$G_{\text{ნაშტამპის წონა}} = V_{\text{ნაშტამპის მოცულობა}} \cdot \gamma$$

სადაც $V_{\text{ნაშტამპის მოცულობა}}$ არის ნაშტამპის მოცულობა, სმ³,

γ — ლითონის კუთრი წონა, გ/სმ³.

ნაშტამპის მოცულობის გამოსათვლელად ნაქედი ნამზადის ანალოგიურად ცალკეულ მარტივ უბნებად იყოფა.

$$V_{\text{ნაშტამპის მოცულობა}} = V_1 + V_2 + \dots$$

სადაც V_1, V_2 — ნაშტამპის ცალკეული უბნების მოცულობებია.

ფხაურის წონა ($G_{\text{ფხ}}$) განისაზღვრება ფორმულით

$$G_{\text{ფხ}} = (0,5 - 0,8) \gamma \cdot f_{\text{ფხ}} \cdot S,$$

სადაც γ არის ნაშტამპის ლითონის კუთრი წონა; $f_{\text{ფხ}}$ — ფხაურისათვის ღარაკის განივკვეთის ფართობი სმ²-ით; S — ნაშტამპის პერიმეტრია.

ფხაურისათვის ღარაკის განივკვეთის ფართობის საორიენტაციო მნიშვნელობები აიღება ცხრილიდან.

ლითონის ნაწვეს იღებენ ნაშტამპის წონის 1 — 3 % ნაშტამპის ნამზადის ზომების გაანგარიშება ხდება იგივე ფორმულით როგორც თავისუფალი ჰელდის დროს.

§ 106. მოწყობილობა შტამპისათვის

როგორც აღვნიშნეთ, შტამპვას აწარმოებენ საშტამპავ უროებზე, მრუდხარა წნეხებზე, პორიზონტალურ-საქედ მანქანებზე და სხვ.

ა) საშტამპავ უროებზე შტამპვა. ამ დროს იყენებენ სხვადასხვა სახის საშტამპავ უროებს. საშტამპავი უფრო გავრცელებულია ორთქლპაერის უროები.

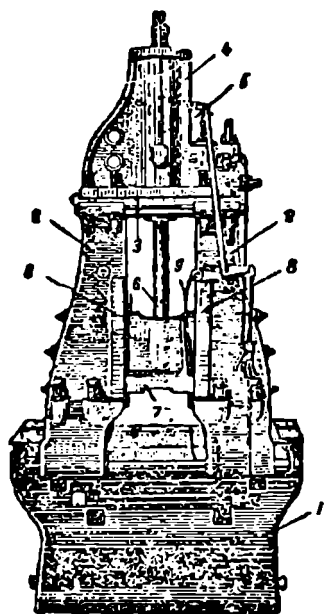
ორთქლქაერის უროს (ნახ. 147) სადგარი შაბოტის 1, ორი დგარისა 2 და ცილინდრქვეშა ფილის 3 ერთობლიობას წარმოადგენს.

ორთქლქაერის ცილინდრში 4 ორთქლი ან ქაერი მანაწილებიდან 5 შედის; ორთქლი იწვევს ცილინდრში მოთავსებული დგუშის მოძრაობას, რომელიც კოკის 6 საშუალებით იყოლიებს კუტს 7 — კუტის მოძრაობა დგარების მიმმართებულების 8 გასწვრივ ხდება. უროს ავტომატური მართვა ბერკეტით ხდება, ხოლო არაავტომატური — სატერფულის საშუალებით.

ორთქლქაერის უროების ვარდებადი ნაწილების წონა 20 — 25 ტ-მდე აღწევს. დარტყმის შერბილებისათვის შაბოტსა და საძირკველს შორის მავარი ჯიშის ხის ძელებს ათავსებენ.

ბ) ცხლად საშტამპავ მრუდმხარა წნეხებზე შტამპვა. შტამპვის ეს სახეობა უროზე შტამპვისთან შედარებით უფრო პროგრესული მეთოდია.

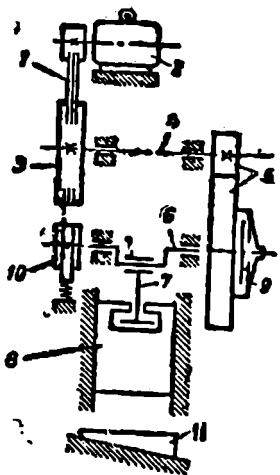
ცხლად საშტამპავი მრუდმხარა წნეხი დარტყმების გარეშე მუშაობს და კონსტრუქციის სიხისტით ხასიათდება. ამ წნეხში უზრუნველყოფილია ცოცხის სივრცის მუდმივობა. მას ნაშტამპების მექანიკური ამომყრელი მოწყობილობა აქვს, ამიტომ ამ წნეხზე მიღებული ნაშტამპი მეტი სიზუსტით, ორჯერ მცირე საშტამპავი დახრებით, შემცირებული ნამეტებითა და დაშვებებით ხასიათდება. გარდა ამისა, ამ წნეხის მწარმოებლურობა გაცილებით მაღალია, ვინაიდან ნაშტამპის მიღება ერთი დაწნეხით ხდება, იმ დროს, როდესაც ამისათვის უროზე რამდენიმე (2—3) დარტყმა არის საჭირო.



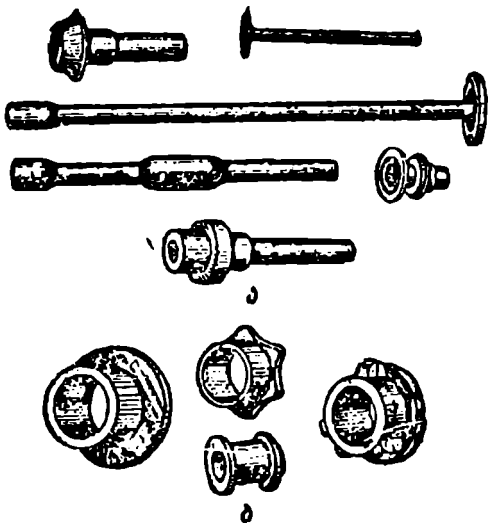
ნახ. 147. ორთქლქაერის საშტამპავი ურო.

რადგან ცხლად საშტამპავ მრუდმხარა წნეხებზე შტამპვა დარტყმებით არ წარმოებს, ამიტომ ნამზადის ზედაპირიდან ხენჯის ჩამოცვენა არ ხდება. ნაშტამპის ზედაპირულ შრეში ხენჯის ჩაწნეხის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა ზედაპირის ხენჯისაგან გაწმენდა ან ისეთი სპეციალური გახურება (მაგალითად, ინდუქციური), რომლის დროსაც ხენჯი არ წარმოიქმნება.

მრუდმხარა წნეხს (ნახ. 148). მოძრაობა გადაეცემა ელექტროძრავიდან 2, საიდანაც ლევდური გადაცემით 1 მოძრაობაში მოდის ბორ-



ნახ. 148. ცხლად საშტამპავი მრუდხარა წნეხის კინემატიკური სქემა.



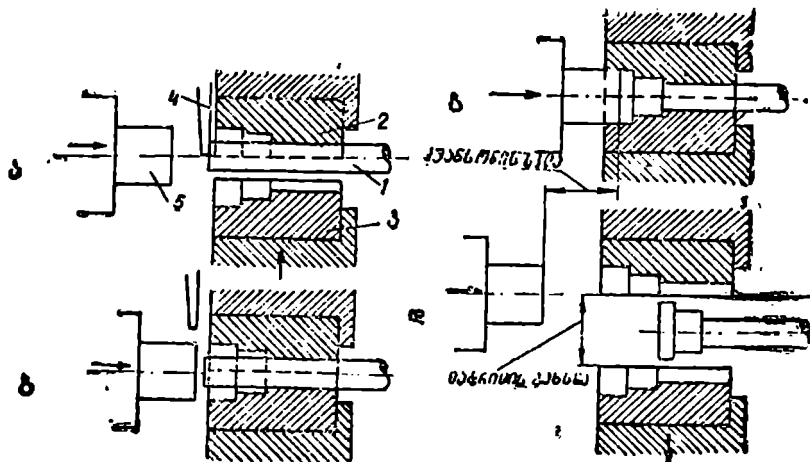
ნახ. 149. პირიზონტალურ-საქედ მანქანებზე მოღებულ ნაშტამპების სახეები: ა — თავიანი ღეროები; ბ — რგოლური დეტალები.

ბალი 3, ლილევი 4, ცილინდრული კბილანები 5, მთავარი ლილევი 6, ბარბაცა 7 და ცოცია 8. ამ მექანიზმის გაშვება სპეციალური ქუროს საშუალებით ხდება, ხოლო გაჩერება — ლენტური მეხრტუქის 10 საშუალებით. მრუდხარა წნეხზე შტამპვის სიმაღლის რეგულირება სოლისებური მაგიდის II თარახული გადაადგილებით ხორციელდება. ამ წნეხების დაწოლის ძალა 500-დან 800 ტ-მდე აღწევს.

გ) პირიზონტალურ-საქედ მანქანაზე შტამპვა თანამედროვე მასობრივი წარმოების ქარხნებში ფართოდ არის გავრცელებული ისეთი საშტამპავი მანქანები, რომლებშიც დარტყმა ხორციელდება არავერტიკალურად მოძრავი საცემით, არამედ პირიზონტალურად მოძრავი საცემით, ასეთ მანქანებს პირიზონტალურ-საქედი მანქანები ეწოდება.

პირიზონტალურ-საქედ მანქანებს იყენებენ უმეტესად თავიანი ღეროების (ჰანკიკების, მოქლონების) და აგრეთვე რგოლური მოყვანილობის (მილისის, ქანჩის) დეტალების დასამზადებლად (ნახ. 149).

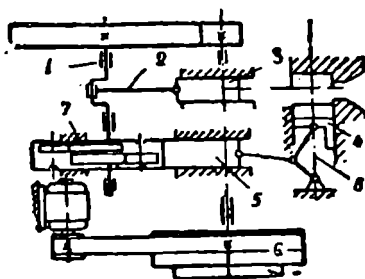
პირიზონტალურ საქედ მანქანის შტამპის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ იგი შედგება სამი ნაწილისაგან (ნახ. 150) შტამპის უძრავი 2 და მოძრავი 3 ნაწილებისაგან და პირიზონტალურად მოძრავი საცემისაგან 5.



ნახ. 150. პორიზონტალურ-საქედ მანქანაზე შტამპვის პროცესი.

პორიზონტალურ-საქედ მანქანაზე შტამპვის პროცესი შემდეგნაირად ხორციელდება: წნელოვანი ნამზადის 1 (ა) გახურებულ ბოლოს უძრავ შტამპში 2 ათავსებენ; მას სათანადო ზომაზე საბრჭენის 4 მეშვეობით აყენებენ. მანქანის ამოძრავებისას შტამპის მოძრავი ნაწილი ნამზადს უძრავ შტამპზე აწვება (ბ), საბრჭენი ავტომატურად უკან იწევს, საცემი ნამზადის გახურებულ ბოლოს არტყამს, რითაც შტამპვა ხორციელდება (გ). შემდეგ საცემი და შტამპის მოძრავი ნაწილი უკან ბრუნდება, ხოლო განთავისუფლებული ნაშტამპი ძირს ვარდება (დ).

პორიზონტალურ-საქედი მანქანის კონსტრუქციული სქემა ნაჩვენებია 151-ე ნახაზზე.



ნახ. 151. პორიზონტალურ-საქედი მანქანის კონსტრუქციული სქემა.

ელექტროძრავიდან ღვედური და კბილანა გადაცემის საშუალებით ბრუნვაში მოდის მუხლალილი 1, რომელიც ბარბაცას 2 მეშვეობით ცოციას 3 მასზე დამაგრებული საცემით უკუქცევითწინსვლით მოძრაობას ანიჭებს. მანქანის მოძრავ ყბას 4, რომელშიც შტამპის მოძრავი ნაწილია ჩამაგრებული. მოძრაობა გადაეცემა გვერდითი ცოციადან 5 ბერკეტების სისტემის 6 საშუალებით. გვერდითი ცოცია, თავის მხრივ,

მოდრობაში მოდის მუხლა ლილვის ბოლოზე დასმული მუშტას ?
საშუალებით.

შტამპის უძრავი ნაწილი ჩასმულია პორიზ ინტალურ-საქედი მან-
ქანის ხისტ სადგარში.

პორიზონტალურ-საქედი მანქანის უპირატეობა უროებსა და წნე-
ნებთან შედარებით იმაში მდგომარეობს, რომ მისი მწარმოებლურობა
დიდია, ნაშტამპებზე ფხაურები თითქმის სრულიად აცალბულია,
საშტამპავი დახრები არაა საჭირო, გარდა ამისა დიდია ნაშტამპა დე-
ტალების ზედაპირების სიზუსტე და სისუფთავე.

§ 106. ფურცლოვანი შტამპვა

ფურცლოვანი შტამპვის დროს ნაშტამპის მიღება ხდება ფურც-
ლოვანი ლითონებისაგან სპეციალური შტამპების საშუალებით.

ფურცლოვანი შტამპვისათვის იყენებენ პლასტიკური თვისებების
მქონე ლეგირებულ ფოლადს, ნახშირბადმცირე ფოლადს, ალუმინს,
სპილენძს, მაგნეზუმსა და მათ შენადნობებს და სხვა ლითონების
ფურცლებს.

10 მმ-მდე სისქის ლითონის ფურცლების შტამპვა ცივ მდგომარე-
ობაში შეიძლება, უფრო მეტი სისქის ფურცლებისა კი — ცხელ
მდგომარეობაში.

ფურცლოვანი მასალის შტამპვის თავისებურება ისაა, რომ ნაშ-
ტამპი დეტალის კედლის სისქესა და მისი ნამზადი ფურცლის სისქეს
შორის განსხვავება ძლიერ უმნიშვნელოა.

ფურცლოვანი შტამპვის ოპერაციები. ფურცლოვანი შტამპვის
ოპერაციებს ყოფენ ორ ძირითად ჯგუფად.

პირველ ჯგუფს ფურცლოვანი შტამპვის ისეთი ოპერაციები მი-
ეკუთვნება, რომლებიც დაკავშირებულია ფურცლების ტრასთან (ნახ.
152). ასეთებია გაჭრა, გამოჭრა, ჩახვრეტა, შემოჭრა და სხვ.

გაჭრა ეწოდება ფურცლოვანი მასალის ნაწილების ერთიმეორის-
საგან განცალკევებას ღია კონტურის მიხედვით (ა).

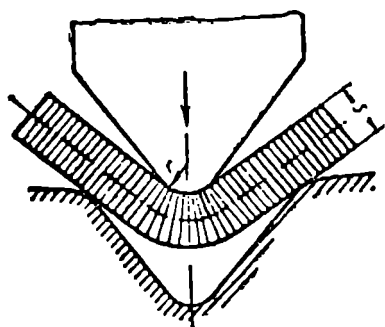
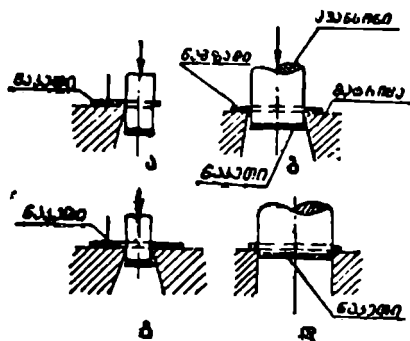
გამოჭრა ეწოდება ფურცლოვანი მასალის ნაწილების ერთ-
მეორისაგან განცალკევებას შეკრული კონტურის მიხედვით (ბ). ამ
შემთხვევაში ნარჩენი არის გარე მასალა, გამოჭრილი კი არის ნა-
კეთი (ნაშტამპი). ზოგჯერ არის ისეთი შემთხვევაც, როდესაც გამოჭ-
რილი მასალა წარმოადგენს ნარჩენს.

ჩახვრეტა ეწოდება მასალის ნაწილის გამოყოფას აგრეთვე
შეკრული კონტურის მიხედვით, მხოლოდ გამოჭრისაგან განსხვავე-
ბით აქ ნარჩენი არის გამოჭრილი ნაწილი (გ).

შემოკრა ეწოდება ნაშტამპზე არსებული ზედმეტი ნაწილის შემოკლას (დ).

ფურცლოვანი შტამპების ოპერაციების მეორე ჯგუფს შეეკუთვნება ისეთი ოპერაციები, რომლებიც დაკავშირებულია ფურცლის ფორმის შეცვლასთან; ასეთებია: ღუნვა, მოგობვა, გამოქიმვა და სხვ.

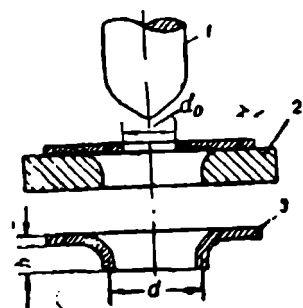
ღუნვის ოპერაცია (ნახ. 153). ეწოდება ფურცლოვანი ნამზადების ღერძის განსაზღვრული რადიუსით გამრუდების პროცესს. გაღუნვის ადგილას, ღუნვის მცირე რადიუსის მხარეს, მოთავსებული ლითონის შრე იკუმშება, ხოლო ღუნვის დიდი რადიუსისაკენ მოთავსებული — იჭიმება. ნაპრალების წარმოქმნა რომ არ მოხდეს იმ შრეში, რომელიც გაჭიმვას განიცდის, საჭიროა ღუნვა ისე იქნეს წარმოებული, რომ ბრუნვის ხაზი ბოქკოების მართობი იყოს.



ნახ. 152. შტამპა-პრის ოპერაციების სქემები.

ნახ. 153. ღუნვის ოპერაციის სქემა

მოგობვის ოპერაცია (ნახ. 154) ეწოდება ბრტყელ ნამზადში წინასწარ გამოჭრილი ხვრეტის გაგანიერების საშუალებით ხახის ან ხვრეტის ირგვლივ ქიმის წარმოქმნის პროცესს.



ნახ. 154. მოგობვის სქემა: 1 — ქუანსონი; 2 — მატრიცა; 3 — ნაქითი.

გამოქიმვის ოპერაცია ეწოდება შტამპების საშუალებით ლითონის თხელი ფურცლისაგან ღრუიანი ნაკეთების მიღების პროცესს.

155-ე ნახაზზე ნაჩვენებია გამოსაქიმი შტამპები ნამზადის დამჭერით (ა) და დამჭერის გარეშე (ბ). გამოსაქიმ შტამპებს, რომლებსაც დამჭერები არა აქვთ, იყენებენ მცირე სიღრმის გამოქიმვის შემთხვე-

ვაში. თუ გამოკვების სიღრმე დიდია, მაშინ ნაკვების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად დამკერის მქონე შტამპებს იყენებენ.

ფოლადის გამოკვების პროცესში გადასვლა შორის საკირო 500—650°C ტემპერატურაზე მოწვა დეფორმაციის შედეგად მიღებული ციკვდვის თავიდან ასაცილებლად.

გამოკვებული მრგვალლურიანი ნაქეთის (ნახ. 155). გარე დიამეტრის (d_1) ნამზადის დიამეტრთან (D) ფარდობას გამოკვების კოეფიციენტი (m) ეწოდება. ე. ი.

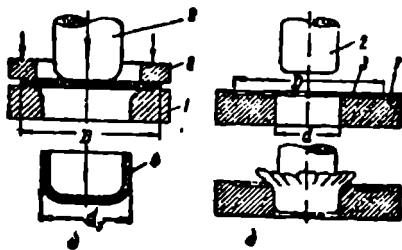
$$m = \frac{d_1}{D}$$

მაგალითად, ფოლადის გამოკვების კოეფიციენტი პირველი გადასვლისათვის $m = 0,6$, ხოლო მეორე, მესამე და ა. შ. გადასვლებისათვის გამოკვების კოეფიციენტი 0,7-დან 0,83-მდე იცვლება.

გამოკვების კოეფიციენტის მიხედვით შეიძლება განისაზღვროს გადასვლების რიცხვი და ლებული ნაქეთების ზომები.

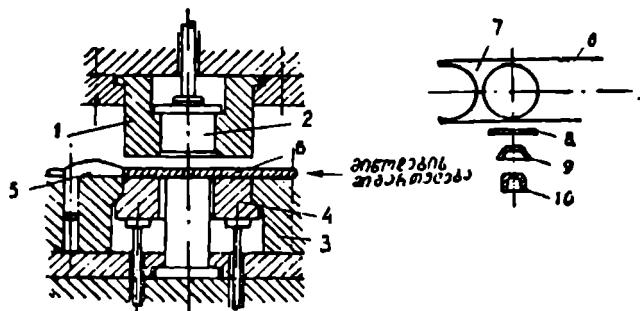
შტამპები ფურცლოვანი შტამპვისათვის, ფურცლოვანი შტამპვისათვის იყენებენ მარტივ, შეთავსებითი და მიმდევრობითი მოქმედების შტამპებს.

ზემოთ წარმოდგენილია მარტივი მოქმედების შტამპები. ისინი ფურცლოვანი შტამპვის ერთი რომელიმე ოპერაციისათვის გან-



ნახ. 155. გამოსაქიმი შტამპება: ა — დამკერი; 1 — მატრიცა; 2 — პუნსონი; 3 — დამკერი რგოლი; 4 — გამოკვებული ნაქეთი; ბ — დამკერის გარეშე; 1 — მატრიცა; 2 — პუნსონი, 3 — ნამზადი.

ითოეული გადასვლის შედეგად მი-



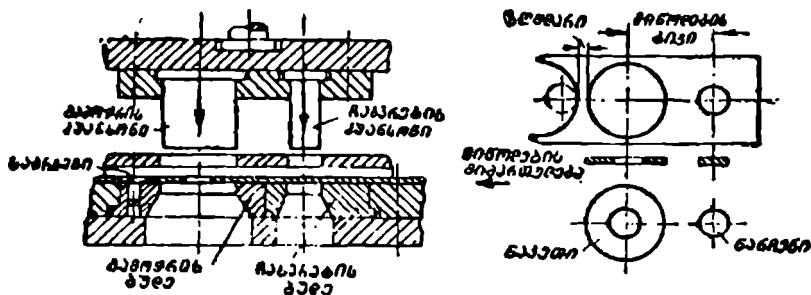
ნახ. 156. შეთავსებითი შტამპვის სქემა:

1 — პუნსონი გამოკვებისათვის და მატრიცა გამოკვებისათვის; 2 — გამოკვებული; 3 — მატრიცა გამოკვებისათვის; 4 — მიმკერი; 5 — სამარჯენი; 6 — ხოლი; 7 — ნარჩენი; 8 — გამოკვრილი ნამზადი; 9 — ნამზადი გამოკვების პროცესში; 10 — ნამზადი

კუთვნილ შტამპებს მიეკუთვნება. შეთავსებით შტამპებს (ხაზ. 156). კი ერთ ნაშადზე ერთი მუშა სვლის დროს ფურცლოვანი შტამპის რამდენიმე გადასვლის შემსრულებელი შტამპები მიეკუთვნება. ასეთი შტამპების დამზადება ძნელია, რაც მათ ნაკლად ითვლება.

მიმდევრობითი მოქმედების შტამპზე ნაკეთის დამზადების რამდენიმე გადასვლა (5-მდე და მეტი), ერთი მუშა სვლის დროს სრულდება, მხოლოდ ნაშადის არა ერთ ადგილას, არამედ იმდენ ადგილზე, რამდენ გადასვლასაც შტამპი ასრულებს; ეს ხორციელდება შტამპზე რიგში განლაგებული პუონსონებისა და მატრიცების საშუალებით.

მაგალითისათვის 157-ე ნახაზზე ნაჩვენებია საყელურის საშტამპავი მიმდევრობითი მოქმედების შტამპის სქემა, რომელზედაც ერთდროულად სრულდება ჩახვრეტისა და გამოჭრის ოპერაციები.



ნახ. 157. მიმდევრობითი მოქმედების შტამპის სქემა,

შტამპის ამ სახეობის დადებითა მხარე ისაა, რომ შეიძლება განხორციელებულ იქნეს ზოლოვანი მასალის ან ლენტის ავტომატური მიწოდება, რაც შრომის ნაყოფიერების ძლიერ გადიდების საშუალებას იძლევა.

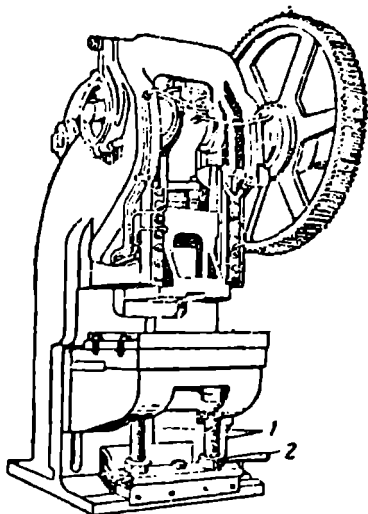
მოწყობილობა ფურცლოვანი შტამპისათვის. ფურცლოვანი შტამპისათვის იყენებენ მრუდხარა და ექსცენტრიკულ წნეხებს, ავტომატურ წნეხებს, ორთქლქიძრავლიკურ უროებს, მაკრატლებსა და სხვა მოწყობილობებს.

მრუდხარა წნეხები ცივი შტამპის ძირითად მოწყობილობას წარმოადგენს.

ტექნოლოგიური ნიშნის მიხედვით მრუდხარა წნეხებს ყოფენ საერთო და სპეციალური დანიშნულების წნეხებად.

საერთო დანიშნულების წნეხებს ეკუთვნის ისეთი წნეხები, რომლებზედაც შტამპის თითქმის ყველა ოპერაცია სრულდება. ასეთებია

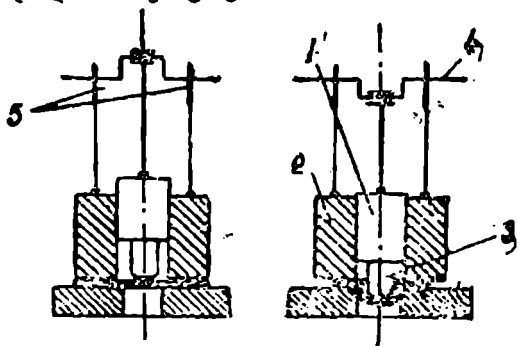
მარტივი მოქმედების მრულმხარა წნეხები; რომელთა კინემატიკური სქემა ისეთივეა, როგორც ცხელი შტამპვის დროს განხილული მრულმხარა წნეხისა. მარტივი მოქმედების მრულმხარა წნეხები, თავის შსრივ, იყოფა ერთსადგარიან; ორსადგარიან და სხვა სახის წნეხებად. მაგალითისათვის 158-ე ნახაზზე წარმოდგენილია ორსადგარიანი მრულმხარა წნეხის საერთო ხედი, რომლის მაგიდის ასწევდაწევა ხდება ხრახნისა 1 და მქნევარას 2 საშუალებით:



ნახ. 158. მრულმხარა წნეხი.

სპეციალური დანიშნულების წნეხებს მიეკუთვნება ორმაგი და სამმაგი მოქმედების მრულმხარა წნეხები, ავტომატური წნეხები და სხვ. ორმაგი და სამმაგი მოქმედების მრულმხარა წნეხებს შეესაბამისად რთული გამოჭიმვითი ოპერაციებისათვის. ამ წნეხებს შესაბამისად ორი და სამი ცოცია აქვთ. ორმაგი მოქმედების მრულმხარა წნეხს (ნახ. 159). აქვს ორი ცოცია — შივა 1 და გარე 2. შივა ცოციაზე მაგრდება გამოსაჭიმი პუანსონი, ხოლო გარეზე — ნამზადის დამქერი. რგოლი. შივა ცოცია მოძრაობას იღებს მრულმხარა — ბარბაცა მექანიზმის 4 საშუალებით,

ხოლო გარე ცოცია — მუშტების 5 ან სპეციალური ბერკეტული მექანიზმის საშუალებით:



ნახ. 159. ორმაგი მოქმედების მრულმხარა წნეხის სქემა.

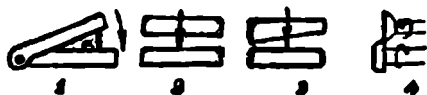
გამოჭიმვის დამთავრების შემდეგ კი ორივე ცოცია იწევს ზევით. ხშირად გარე ცოციას უკუმოძრაობას ნაკეთის ამოსაგდებად გამოიყენება.

მრუდმხარა წნეხების წნევის ძალა 6-დან 4500 ტ-მდე იცვლება.

ავტომატურ წნეხებს იყენებენ მასობრივი წარმოების დროს. ასეთი ავტომატები განუწყვეტლად მუშაობს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. მათთვის გამოსავალ მასალად გამოიყენება ლენტი ან ცალობრივი ნაჰადი, რომელთა ავტომატური მიწოდებისათვის წნეხებს სპეცილური მოწყობილობა უკეთდება.

ავტომატური წნეხების დადებითი მხარე ის არის, რომ ისინი დიდ-მწარმოებლურია (ამ წნეხებზე ცვლაში 30—40 ათასი ნაშტამბი მიიღება), მათზე მუშაობა სრულიად უსაფრთხოა და ერთი მუშა შეიძლება მოემსახუროს რამდენიმე ავტომატურ წნეხს.

მაკრატლებს იყენებენ გაჭრის ოპერაციებისათვის. გავრცელებულია მაკრატლების ოთხი სახე: ბერკეტული, პარალელური, გილიოტინისა და დისკური. მათი მოქმედების



ნახ. 160. მაკრატლების მოქმედების სქემები:

1 — ბერკეტული; 2 — პარალელური; 3 — გილიოტინის, 4 — დისკური.

პრინციპული სქემები ნაჩვენებია 160-ე ნახაზზე.



სამედიკალრო ნაკმოება

ლითონების შეერთების ორ სახეს არჩევენ: გასართი და არაგასართი შეერთება.

გასართი შეერთებებია: ხრახნული, სოგმანური, სოლური და ლარობული (შლიცური).

არაგასართ შეერთებებს მიეკუთვნება: შედუღება, რჩალვა და აგრეთვე მოქლონური შეერთებები.

სამედიკალბლო წარმოების განყოფილებაში განიხილება შედუღებით და რჩილვით ლითონების შეერთებისა და ლითონების ცეცხლური ჭრის პროცესები.

XXVI თავი

ზოგადი ცნობები შედუღების შესახებ

§ 107. შედუღების არსი და ლითონების შედუღებადობა

შედუღება ლითონების არაგასართი შეერთების ისეთი პროცესია, რომლის დროსაც ლითონის ნაწილების შეერთება შესაერთებელი ადგილების გადნობის ან ცომისებურ მდგომარეობამდე გახურების საშუალებით ხდება.

შედუღებით შეერთების არსი მდგომარეობს შესაერთებელი ნაწილების შედუღების ადგილის ზედაპირების ერთიმეორესთან ატომთა შორის მიზიდულების არეზღე დაახლოებაში. იგი შეიძლება განსორციელდეს: შედუღების ადგილას ზედაპირების დნობით და მათ შორის შისართი ლითონის ჩაუნობათ; შედუღების ადგილის ზედაპირების დნობით და მათი ერთიმეორეზე დაწნეხვით; შედუღების ზედაპირებს პლასტიკურ მდგომარეობამდე გახურებით და გახურების გარეშე ერთიმეორეზე დაწნეხვით (ცივი შედუღება).

მოქლონურ შეერთებასთან შედარებით ლითონების შედუღებით შეერთება ლითონის 10 — 15 % -მდე ეკონომიას იძლევა, ხოლო ჩამოსხმით მიღებულ დეტალებთან შედარებით — 30 — 40 % ეკონომიას. ამასთან შედუღების პროცესი დიდმწარმოებლურობით და მუ-

შის შრომის სიმსუბუქით ხასიათდება; ამიტომ არის, რომ ლითონების შედუღება ფარდოთაა გამოყენებული სსრ კავშირის მანქანათმშენებლობის ყველა დარგში. შედუღება წამყვან პროცესს წარმოადგევს აგრეთვე ისეთ ნაგებობათა ასაგებად, როგორც არის: ბრძმედები, მაღალი შენადნობები ხიდები, გემები და ა. შ.

ცივი შედუღებით ლითონებს ადამიანი უძველესი დროიდან აწარმოებდა. უფრო მოგვიანებით ადამიანი შედუღებას შესაერთებელი ნაწილების პლასტიკურ მდგომარეობამდე გახურებითაც (ე. წ. სამკედლო შედუღებით) აწარმოებდა.

პირველად ლითონების დნობით შედუღება განხორციელდა გასული საუკუნის ბოლოს რუსეთში. 1882 წ. რუსმა ინჟინერმა ნ. ბენარდოსმა გამოიყენა ელექტრორკალი, რომელიც აღმოაჩინა 1802 წ აკად. ვ. პეტროვმა. 1888 წ. სლავიანოვმა დაამუშავა რკალური შედუღების ხერხი ლითონის ელექტროდით. 1877 წ. პროფ. ე. ტომსონმა (აშშ) დააპატენტა პირაპირი შედუღება წინალობით, რომელიც ემყარებოდა ელექტრული დენით კონტაქტის ზედაპირების გახურებას. 1887 წ. ნ. ბენარდოსმა დააპატენტა კონტაქტური წერტილოვანი შედუღება.

1895 წ. ქიმიკოსმა ლე-შატელიემ (საფრანგეთი) მიიღო აცეტილენ-ჟანგბადის ალი, ხოლო 1902 წ. ინჟინრებმა პიკარმა და ფუშემ შექმნეს სამრეწველო დანიშნულების სანთური.

ლითონების შედუღებადობა. ყველა ლითონი შედუღების კარგი უნარით არ ხასიათდება, რაც შედუღების ნაკლად უნდა ჩაითვალოს.

ლითონების შედუღების უნარს შედუღებადობა ეწოდება. ლითონი ხასიათდება კარგი შედუღებადობით, თუ მისი შედუღებისას მიიღება მაღალხარისხოვანი ნაყერი, ე. ი. ისეთი, რომელსაც არ ექნება ბზარები. აირის ნიჟარები და სხვა სახის ნაკლოვანებები.

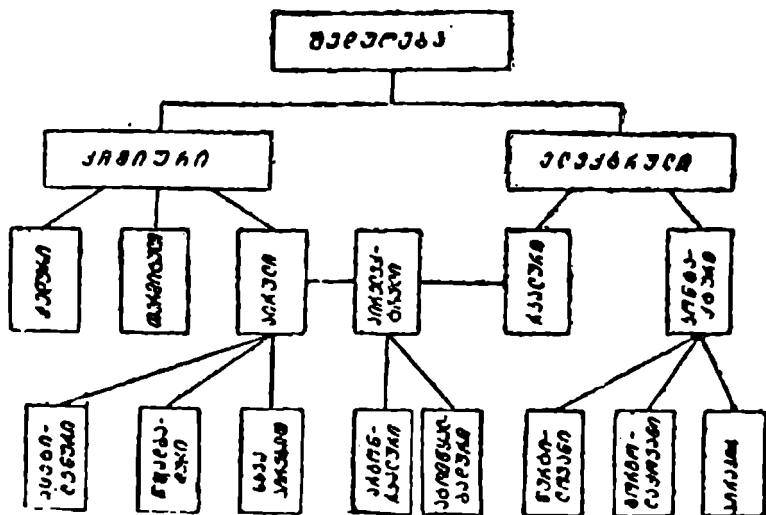
კარგი შედუღებადობით ხასიათდება ნახშირბადმცირე ($C \leq 0,35\%$) ფოლადები, დამაკმაყოფილებელი შედუღებადობით — 0,5 %-მდე ნახშირბადის შემცველი ფოლადები, ხოლო ისეთი ფოლადები, რომლებიც 0,5%-ზე მეტ ნახშირბადს შეიცავენ, შედუღების ცუდი უნარით ხასიათდებიან. დამაკმაყოფილებელი შედუღებადობით ხასიათდება დეგირებული ფოლადების უმრავლესობა, ფერადი ლითონებმ და მათი შენადნობები და აგრეთვე თუჩები განსაზღვრული ტექნოლოგიური პირობების დაცვის შემდეგ.

§ 108. შედუღების სახეობათა კლასიფიკაცია

არსებობს შედუღების მრავალი სახე, რომელთა შექმნასა და განვითარებაში უდიდესი ღვაწლი მიუძღვით ჩვენი ქვეყნის ისეთ მეცნიერებს, როგორცაა ნ. ბენარდოსი, ნ. სლავიანოვი, აკად. ე. პატონი და სხვ.

შედულების ძირითადი სახეების კლასიფიკაციის გამარტივებულ სქემა მოცემულია 161-ე ნახაზზე.

შედულებისათვის საჭირო სიტბოს წყაროს მიხედვით არჩევენ შედულების ორ ძირითად სახეს: ქიმიურსა და ელექტრულს.



ნახ. 161. შედულების ძირითადი სახეების კლასიფიკაციის გამარტივებული სქემა.

ქიმიური შედულების დროს სიტბოს წყაროა ქიმიური რეაქციები. ასეთი შედულების ერთერთი სახეა აირული შედულება, რომლის დროსაც შედულების ადგილის გასადნობად საჭირო სიტბო სხვადასხვა აირის (აცეტილენის, წყალბადის და სხვ.) ჟანგბადით წვის შედეგად მიიღება. აირული შედულების სახესხვაობას წარმოადგენს დიდ-მწარმოებლური მეთოდი, ეგრეთ წოდებული აირ-წენხითი შედულება. ამ მეთოდით შედულებისას შესაერთებელ დეტალებს შედულების ადგილზე აირის ალის საშუალებით პლასტიკურ მდგომარეობამდე ან გადნობამდე ახურებენ და ერთიმეორეზე წნეხენ. ეს მეთოდი ახლა ვრცელდება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში მიღების რეცხების, ლილვებისა და სხვა დეტალების შესადულებლად.

ქიმიურ შედულებას ეკუთვნის აგრეთვე კედური და თერმიტული შედულება.

კედური ანუ სამკედლო შედულების დროს შედულების ადგილს ახურებენ პლასტიკურ მდგომარეობამდე და შემდეგ მათი ერთიმეორეზე დაწნეხას აწარმოებენ.

თერმიტული შედულების დროს შედულების ადგილის გახურებისათვის საჭირო სიტბო მიიღება ეგრეთ წოდებული თერმიტის — ალუ-

მინის ან მაგნიუმის ფხვნილისა და რკინის ქანგის ნარევის — წვის შედეგად.

ელექტრული შედუღების დროს, საჭირო სითბო ელექტროდენის საშუალებით მიიღება. შედუღების ეს სახე თავის მხრივ იყოფა რკალურ და კონტაქტურ შედუღებად.

რკალური შედუღების დროს სითბოს წყაროს ელექტრორკალი წარმოადგენს. ელექტროწადური შედუღება რკალური შედუღების ისეთი სახესხვაობაა როდესაც ელექტრორკალს და შედუღების ადგილს ჰაერის ქანგბადის მოქმედებისაგან წილის საშუალებით იცავენ.

კონტაქტური შედუღებისას სითბო წარმოიქმნება შესადუღებელ დეტალების შეხების ადგილებში დენის გავლის შედეგად. მიღებული სითბო ლითონების შეხების (კონტაქტის) ზედაპირებს ახურებს პლასტიკურ მდგომარეობამდე, რის შემდეგ შედუღება მექანიკური დაწნებით ხორციელდება. კონტაქტური შედუღების სახეებია: წერტილოვანი, გორგოლაკოვანი და პირაპირი შედუღება. |

არსებობს შედუღების ისეთი სახეც, როდესაც შედუღებისათვის სითბოს წყაროდ ერთდროულად იყენებენ აირსა და ელექტრორკალს. ასეთ შედუღებას აირელექტრული შედუღება ეწოდება. აირელექტრული შედუღების სახეებია მაგალითად, არგონრკალური ატომწყალბადური და სხვ. შედუღება.

იმისდა მიხედვით თუ როგორია შედუღების პროცესის მექანიზაციის ხარისხი ასხევებენ: ხელთ შედუღებას, ნახევრად ავტომატურ შედუღებას და ავტომატურ შედუღებას.

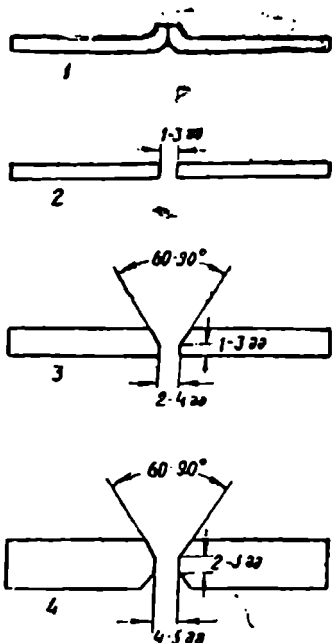
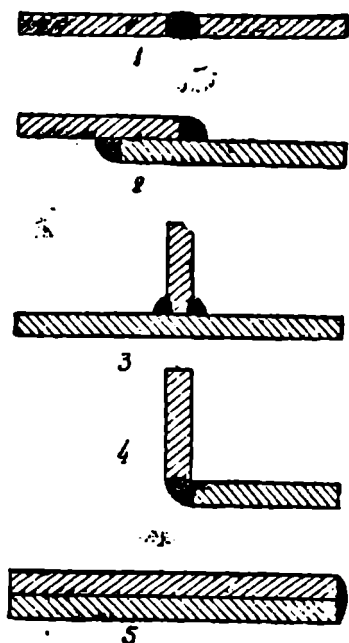
ხელით შედუღების დროს შედუღების მთელ პროცესს მუშა აწარმოებს; ნახევრად ავტომატური შედუღების დროს შედუღების პროცესი ნაწილობრივ არის მექანიზებული, ხოლო ავტომატური შედუღების დროს შედუღების მთელი პროცესი მექანიზებულია, შედუღების პროცესის ავტომატიზაციის განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა თანამედროვე ეტაზზე.

§ 108. შენადული შეერთების ტიპები, შენადული ნაპირების სახეები

შენადული შეერთების ტიპები (ნახ. 162). პრაქტიკაში იყენებენ პირაპირ, 1, პირგადადებით 2, T-სებრ 3, კუთხურ 4; გვერდით 5 სხვ. შენადული შეერთების ტიპებს.

პირაპირ შეერთება შენადული შეერთების ისეთი ტიპია, რომლის დროსაც შესადუღებელი ნაწილების შეერთება ტორსული ზედაპირებით ხდება.

პირაპირი შეერთების ტიპს, ნაკერის ნაწიბურების მიხედვით მიეკუთვნება (ნახ. 163):



ნახ. 162. შენადულა შეერთების ტიპები.

ნახ. 163. პირაპარი შეერთების სახეები.

ჭიმის მოხრით შეერთება 1; მას იყენებენ მაშინ, როცა შესაძლებელი ფურცლების სისქე 2 მმ არ აღემატება. ამ შემთხვევაში შემესები მასალის როლს ასრულებს ჭიმები; j

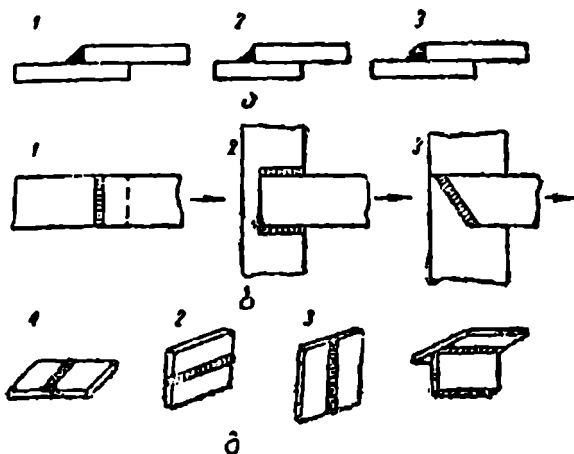
ნაწიბურების ჩაუჭრელად შეერთება 2, რომელსაც იყენებენ 2—5 მმ სისქის ფურცლების შესადულებლად;

V-სებრი ნაკერით შედულება 3, იყენებენ 20 მმ-მდე სისქის ფურცლების შესადულებლად;

X-სებრი ნაკერით შეერთება 4, იყენებენ 20 მმ-ზე მეტი სისქის ფურცლოვანი მასალების შესადულებლად. როდესაც ნაკერზე მოქმედი ძალა დიდია.

შენადული ნაკერების სახეები (ნახ. 164). შენადულ ნაკერებს განასხვავებენ მათი განივკვეთის მოყვანილობის, მოქმედი ძალის მიმართულებასთან ნაკერის მდებარეობისა და სივრცეში ნაკერის მდებარეობის მიხედვით.

განივკვეთის მოყვანილობის მიხედვით ნაკერები გვხვდება (ა) ნორმალური 1, შესუსტებული (ჩაზნეჭილი) 2 და გაძლიერებული (ამოზნეჭილი) 3.



ნახ. 164. შენადული ნაკერების სახეები:

მოკმედი ძალის მიმართულებასთან ნაკერის მდებარეობის მიხედვით ნაკერები იყოფა (ბ): შუბლა 1, ფლანგურ 2 და ირიბულ 3 ნაკერებად.

ნაკერების სირცეში მდებარეობის მიხედვით გვხვდება (გ): ქვედა 1, თარაზული 2, შვეული 3 და კერესული 4.

XXVII თავი

ლითონების აირული შედუღება და ზრა

§ 110. აირული შედუღება, აირბაი შედუღებისათვის

აირული შედუღება ქიმიური შედუღების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შესადუღებელი ადგილების გადნობამდე გახურება საწვავი აირისა და ჟანგბადის ნარევის წვის შედეგად მიღებული ალის საშუალებით წარმოებს.

ადრე აირული შედუღება ელექტრულ შედუღებაზე მეტად იყო გავრცელებული ელექტრული შედუღების დაბალი ტექნიკის გამო.

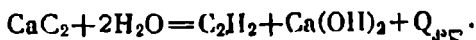
თანამედროვე ტექნიკაში აირულ შედუღებას უმთავრესად იყენებენ ფოლადის თხელკედლიანი (0,5—3 მმ) კონსტრუქციების, ფერადი ლითონებისა და თუჯის დეტალების შესადუღებლად, სალი შენადნობების დასადუღებლად ან სარემონტო საქმეში.

აირული შედუღების დროს საწვავ აირებად იყენებენ: აცეტილენს, წყალბადს, სანათ აირსა და სხვ. ამთავან მეტი გამოიყენება აცეტილენს აქვს.

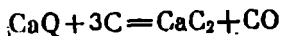
აცეტილენი (C_2H_2) ჰაერზე მსუბუქი, ნივრისებური სუნის მქონე

აირია. მისი თბოუნარიანობა დაახლოებით 14 000 კალ/მ³ შეადგენს. აცეტილენის აალების ტემპერატურა 420°-ია, 1,75 ატმ-ზე მეტი წნევისას აფეთქების მხრივ საშიშია. სპილენძთან, ვერცხლთან და ვერცხლისწყალთან შეხებისას ქმნის ნაერთს, რომელიც გახურებისა და დარტყმის დროს ფეთქებადი.

აცეტილენი მიიღება სპეციალურ მოწყობილობაში, ეგრეთ წოდებულ აცეტილენის გენერატორში, კალციუმის კარბიდისა და წყლის ურთიერთქმედებით



კალციუმის კარბიდს (CaC_2) ელექტროლუმენში იღებენ 100 ნაწილი კირქვისა და 60 ნაწილი კოქსის შეცხოვით, შემდეგი რეაქციით



მიღებული კარბიდი რუხი ფერის მასაა და ინახვენ დაახლოებით 100 კგ ტევადობის პერმეტულად დასურულ რკინის დოლებში, მშრალ ადგილას. დაუშვებელია კარბიდიანი დოლების ჟანგბადის ბალონებთან ერთად შენახვა. 1 კგ კარბიდიდან საშუალოდ მიიღება 270 ლ აცეტილენი, რომელსაც ზოგჯერ ბალონებში ინახავენ.

ბალონებში აცეტილენის უსაფრთხოდ შესანახად ასე იქცევიან: ბალონს ავსებენ სპეციალური ფოროვანი მასით, ჟღენთენ აცეტონით და მერე სჭირხნიან მასში აცეტილენს 15—16 ატმ. წნევით. ნორმალური წნევის დროს 1 ლ აცეტონი 23 ლ აცეტილენს ხსნის. წნევის გადიდებით ხსნადობა პროპორციულად იზრდება.

ამგვარი წესით 40-ლიტრიან ბალონში დაახლოებით 6000 ლ აცეტილენი თავსდება.

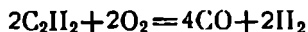
ჟანგბადი. აირული შედუღებისათვის, საწვავ აირებს გარდა, საჭიროა აგრეთვე ჟანგბადი. ტექნიკური მიზნებისათვის ჟანგბადს უშთავრესად ჰაერიდან იღებენ. ჰაერიდან ჟანგბადის მისაღებად ჰაერს გათხევადებამდე აცივებენ, რის შემდეგ აცალკეებენ ჟანგბადსა და აზოტს. ცნობილია, რომ ჟანგბადის, დუღილის ტემპერატურა—183°-ია. აზოტისა კი — 196°, ამიტომ თხევადი ჰაერიდან ჯერ აზოტს ააორთქლებენ, ხოლო შემდეგ — დარჩენილ ჟანგბადს, რომელსაც ბალონებში აგროვებენ.

§ 111. აცეტილენურ-ჟანგბადური შედუღების აღი

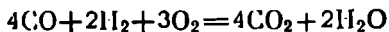
აცეტილენის სრული წვისათვის საჭიროა ყოველ 1 მოცულობა აცეტილენზე 2,5 მოცულობა ჟანგბადი.

პრაქტიკულად აცეტილენის წვა ხდება სპეციალურ სანთურებში სადაც წვის პროცესი ორ საფეხურად მიმდინარეობს.

პირველ საფეხურზე სანთურში მიწოდებული სუფთა ქანგბადის ხარჯზე ხდება აცეტილენის არასრული წვა.



მეორე საფეხურზე კი აცეტილენის არასრული წვის პროდუქტები იწვის ჰაერიდან მიღებული ქანგბადის ხარჯზე.



პირველ საფეხურზე ქანგბადის ფარდობას აცეტილენთან იღებენ 1,1 — 1,2 ზღვრებში, ასეთი თანაფარდობის შემთხვევაში მიიღება ნორმალური ანუ ნეიტრალური ალი, რომელიც უზრუნველყოფს ფოლადისა და ფერადი ლითონების შედუღების მაღალ ხარისხს.

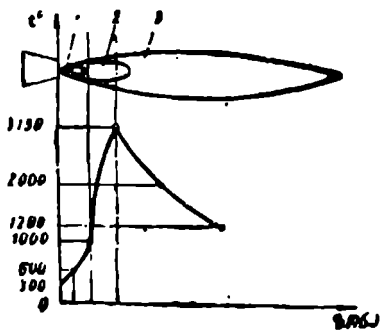
თუ ქანგბადის ფარდობა აცეტილენთან 1-ზე ნაკლებია (ე. ი. აცეტილენი ჰარბია) მიიღება დამანახშირბადიანებელი ალი, რომელიც გამოიყენება თუჯის დეტალების შედუღების დროს, ამომწვარი ნახშირბადის შესავსებად და ნაკერის ადგილას ლითონის დნობის ტემპერატურის შესამცირებლად.

თუ ქანგბადის ფარდობა აცეტილენთან 1,2-ზე მეტია (ე. ი. ქანგბადი ჰარბია), მიიღება დამყანგავი ალი, რომელსაც იყენებენ თითბრის შედუღების დროს ქანგეულის ფურჩის წარმოსაქმნელად, რომელიც აორთქლებს ხელს უშლის.

165-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ნორმალური ალის აგებულება და ტემპერატურის ცვლის დიაგრამა ალის ნაწილების მიხედვით.

ალის პირველ ნაწილს 1 ბირთვი ეწოდება; ამ ნაწილში აცეტილენ-ქანგბადის ნარევის წვა არ ხდება; იგი ხასიათდება თეთრი ნათებით; ნარევის ტემპერატურა 400 — 500-მდე აღწევს.

ალის მეორე ნაწილი 2 გარშემოვლებულია პირველ ნაწილზე, აქვს მოლურჯო ფერი. ამ ნაწილში ვითარდება აცეტილენის წვის პირველი საფეხური, შეიცავს აღმდგენ აირებს (CO და H), რისთვის-



ნახ. 165. ნორმალური ალის აგებულება და ტემპერატურის ცვლის დიაგრამა.

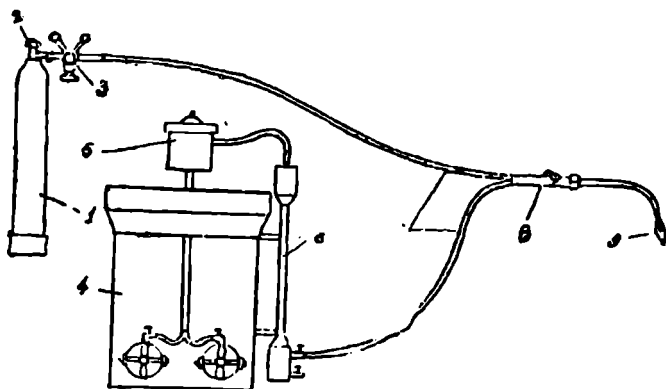
პირველი საფეხური, შეიცავს აღმდგენ აირებს (CO და H), რისთვის-

საც ამ ნაწილს აღმდგენი ეწოდება. აღის მეორე ნაწილის დაახლოებით შუა ნაწილს უმაღლესი ტემპერატურა (3150°) აქვს, ამიტომ შედუღებისათვის სწორედ ამ ადგილს იყენებენ, რისთვისაც მას სამუშაო ნაწილს უწოდებენ.

აღის მესამე, ანუ დამქანგავი ნაწილი 3 გარს ევლება პირველ და მეორე ნაწილს, აქვს მოყვითალო-წითელი ფერი. ამ ნაწილში ვითარდება აცეტილენის წვის მეორე ხაფიხური.

§ 112. აცეტილენურ-ქანგბადური შედუღების აპარატურა

აცეტილენურ-ქანგბადური შედუღების აპარატურაში შედის (ნახ. 166); ქანგბადის ბალონი 1 ხრახნსაცობითა 2 და რედუქტორით, 3, გენერატორი 4 აირგამწმენდით 5 და წყლის საკეტით 6 (ან აცეტილენის ბალონი) და აგრეთვე რეზინის მილი 7 და აირის სანთურა 8.



ნახ. 166. აცეტილენურ-ქანგბადური შედუღების აპარატის სქემა:

ა) ბალონები

ქანგბადის ბალონი (ნახ. 167) წარმოადგენს ფოლადის გამოჭიმულ კურჭელს, რომლის ტევადობა 40 ლ უდრის. ბალონებს ქანგბადით ავსებენ 150 ატმ-მდე წნევის ქვეშ მუშაობის პროცესში ბალონში 5—8 ატმ-მდე დაცემისას საჭიროა ბალონის გამოცვლა. ქანგბადის ბალონის გარე ზედაპირი ლურჯად იღებება.

აცეტილენის ბალონი უფრო დიდი დიამეტრისა და დაბალი ზომის კეთდება. მისი გარე ზედაპირი თეთრად იღებება. ბალონი მოტულობა ისეთივეა როგორც ქანგბადისა, მხოლოდ აცეტილენი იჭირხნება 15—16 ატმ წნევით.

შეუღ მდგომარეობაში დასაყენებლად ბალონის ქვედა ნაწილს 4 ქუსლს 5 უკეთებენ; მისი ზედა ნაწილი მთავრდება კონუსური ყელით 3, რომლის როგორც შიგა, ისე გარე ნაწილი დაკუთხვილია. გარე კუთხვილზე დამკველი თალფაქი 1 ეხრახნება, ხოლო შიგა კონუსურ კუთხვილზე — ხრახნსაცობი 2.

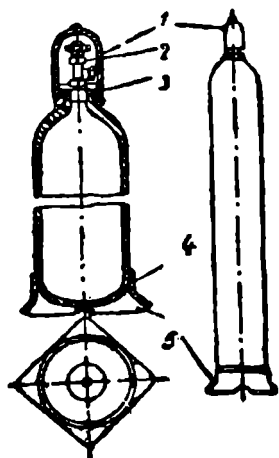
ბ) ხრახნსაცობი (ვენტილი)

ხრახნსაცობის (ნახ. 168). საშუალებით ხდება აირის ხარჯვის რეგულირება. ქანგბადის ბალონისათვის ხრახნსაცობს თითბრისაგან ამზადებენ (ა), ხოლო აცეტილენის ბალონისათვის — ფოლადისაგან (ბ), რადგან აცეტილენი თითბერთან ფეთქებად ქიმიურ ნაერთს ქმნის.

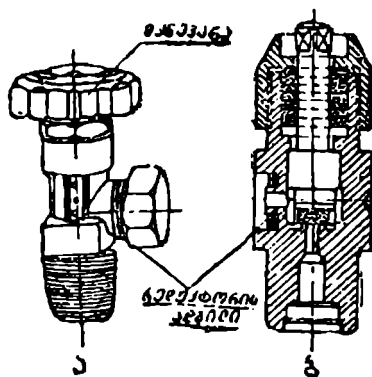
ქანგბადის გამოსაშვებად ხრახნსაცობის მქნევარას აბრუნებენ საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით. დაკეტვისას კი, პირიქით, აცეტილენის ხრახნსაცობის გაღება-დაკეტვას ტორსული გასაღების საშუალებით აწარმოებენ.

ყოველ ხუთ წელიწადში ერთხელ უნდა ხდებოდეს ბალონების ჰიდრაგლიკური შემოწმება, დასაშვებზე ერთნახევარჯერ მეტი წნევის ქვეშ.

ქანგბადის ბალონების გადატანისას საშიშია დარტყმები, საშიშია აგრეთვე მუშაობის პროცესში ქანგბადის აპარატურაზე ზეთის ნაწილაკების მოხვედრა.



ნახ. 167. ბალონი.



ნახ. 168. ბალონის ხრახნსაცობი: ა — ქანგბადის ბალონისათვის; ბ — აცეტილენის ბალონისათვის.

ა) რელუქტორი

რელუქტორის დანიშნულება ბალონიდან გამოსული აირის წნევის დაწევა სამუშაო წნევამდე და მუშაობის დროს წნევას მუდმივობის დაცვა.

გამოყენებული აირების მიხედვით არსებობს ქანგბადის, აცეტილენისა და სხვა რელუქტორები. ქანგბადის რელუქტორი წნევას 150-დან 3 — 15 ატმ-მდე ამცირებს, ხოლო აცეტილენისა — 16-დან 0,2 — 0,5 ატმ-მდე.

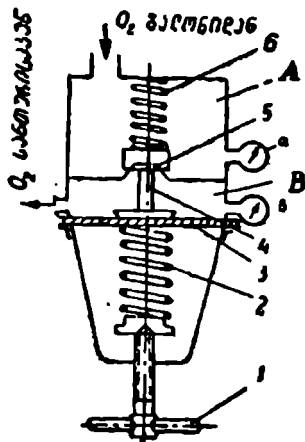
კონსტრუქციის მიხედვით არჩევენ ერთ და ორსაფეხურიან რელუქტორებს. პირველში წნევის შემცირება ერთდროულად ხდება, რის გამო ქანგბადის დიდი ხარჯვის დროს რელუქტორზე ყინულის შრე ედება და დროგამოშვებით გათბობას საჭიროებს.

ერთსაფეხურიანი რელუქტორის სქემა ნახვენება 169-ე ნახაზზე. რელუქტორს აქვს ორი კამერა: მაღალი წნევის A და დაბალი წნევის B. კამერებში წნევის გასაზომად თითოეულ მათგანში დაყენებულია მანომეტრი. ბალონიდან აირი გაივლის რა ხრანსაცობს. შედის მაღალი წნევის კამერაში და ა მანომეტრში. მთავარი ზამბარის 2 კუმშვის რეგულირება მქნევარას 1 საშუალებით ხდება. თუ მთავარი ზამბარა შეუწყუმშავია, მაშინ ჩამკეტი ზამბარა 6 სარქველით 5 კეტავს ხერვტს. მაღალი წნევის კამერიდან დაბალი წნევის კამერაში აირის გადასვლა ხრანის ზამბარაზე 2 ზემოქმედებით ხდება; ზამბარა დაწოლას გადასცემს რეზინის მემბრანას 3, ხოლო ეს უკანასკნელი წკარის 4 საშუალებით ასწევს სარქველს და გახსნის ხერვტს, საიდანაც ქანგბადი დაბალი წნევის კამერაში გადადის.

ბ) გენერატორები

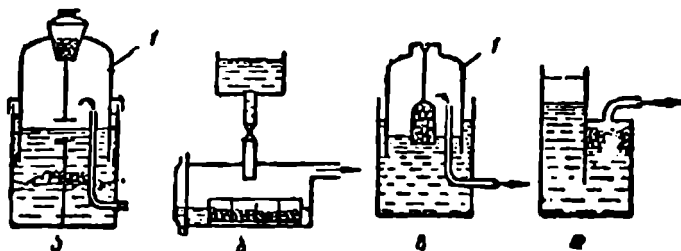
გენერატორები. რომლებშიც აცეტილენი მიიღება, დაყენების ხასიათის მიხედვით, იყოფა გადასატან და სტაციონარულ გენერატორებად. გადასატანი გენერატორები კეთდება საათში 3 მ³-მდე, მწარმოებლობით. სტაციონარული კი — 3 მ³-ზე მეტი მწარმოებლობა საათში.

გენერატორში არსებული აცეტილენის ჭარბი, ატმოსფეროს წნევასთან შედარებით: წნევის მიხედვით ისინი იყოფა: დაბალი (0,01—0,05 ტმ) და საშუალო წნევის (0,05 — 1,5 ატმ) გენერატორებად;



ნახ. 169. ერთსაფეხურიანი რელუქტორის სქემა.

წყლისა და კარბიდის ურთიერთქმედებით — შემდეგი სახის გენერატორებად (ნახ. 170): „კარბიდი წყალში“, „წყალი კარბიდზე“, „კონტაქტური — კარბიდის ჩაძირვით“ და კონტაქტური — წყლის გამოდევნით“.



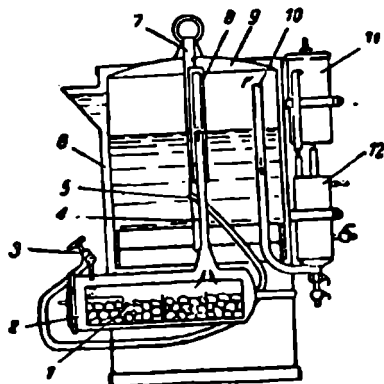
ნახ. 170. აირგენერატორები.

„კარბიდი წყალში“ სისტემის გენერატორები (ა) მოწყობილია ისე, რომ გენერატორში წნევის გაზრდისას წყალში კარბიდის ჩაყრა წყდება, ხოლო წნევის შემცირებისას კარბიდის მიწოდება გრძელდება.

„წყალი კარბიდზე“ სისტემის გენერატორებში (ბ) სპეციალურ რეტორტაში ათავსებენ მშრალ კარბიდს და არეგულირებენ მასში წყლის მიწოდებას.

„კარბიდის ჩაძირვით“ მომუშავე კონტაქტურ გენერატორებში (გ) კარბიდის კალათა მიმაგრებულია ზარხუფზე 1. წნევის შემცირებისას ზარხუფი ძირს იწევს, კარბიდიანი კალათა წყალს ეხება, აცეტილენის წარმოქმნის გამო გენერატორში წნევა იზრდება და კარბიდი წყალს შორდება.

„წყლის გამოდევნით“ მომუშავე კონტაქტურ გენერატორებში (დ) კარბიდი წყალთან შეხებისაგან გამოდის წნევის გაზრდისას წყლის გამოძევების გამო.



ნახ. 171. PA ტიპის გენერატორის სქემა.

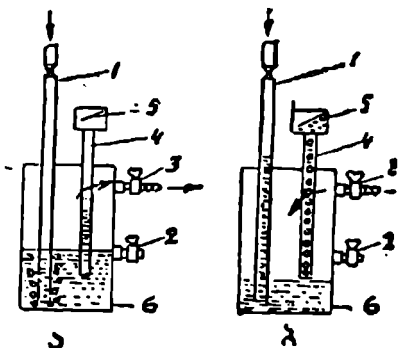
171-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ყველაზე უფრო გავრცელებული PA ტიპის გენერატორის სქემა. იგი დაბალი წნევის (0,014 ატმ) გენერატორია, ეკუთვნის „წყალი კარბიდზე“ სისტემას. მისი მწარმოებლობა არის საათში 1 მ³. ამ გენერატორის კორპუსი 6 ძაბ-

რამდე ივსება წყლით, რომელშიც ცურავს ზარბუფი 9. კორპუსის ქვედა ნაწილში ორი რეტორტაა 2 (ნახაზზე ერთი ჩანს), რომელშიც თავსდება კარბიდიანი ყუთები 1. სარეგულირებელი ონკანის 3 გახსნისას ყუთებში წყალი შედის რეზინის მილით 5, რომლის ზედა ბოლო მიერთებულია მილთან 7, ხოლო უკანასკნელი მიდუღებულია ზარბუფზე. აირის დაგროვებისას ზარბუფი იწევს მაღლა მასზე მიდუღებული მილით და მასთან მიერთებული რეზინით; როდესაც რეზინის ბოლო წყლის დონეს ასცდება, მაშინ რეტორტაში წყლის მიწოდება წყდება. აცეტილენი, რომელიც რეტორტაში წარმოიქმნება ზარბუფზე მიმაგრებული მილის 4 საშუალებით თალფაქის 8 გავლით ზარბუფში გადის. თუ ზარბუფში წნევამ ზომამზე მეტად აიწია. კარბი აირი მილით 7 ატმოსფეროში მიედინება. გენერატორიდან მიღებული აცეტილენი მილით 10 ხვდება აირგამწმენდში 12 და შემდეგ წყლის საკეტის II გავლით სანთურაში გადადის.

ე) წულის საკეტი

სანთურაში აცეტილენის წვის დროს ზოგჯერ ბუნიკში ხვდება აირების აფეთქება და ამის გამო ცხელი აირის უკუდარტყმა. თუ ცხელი აირი გენერატორში მოხვდება, შეიძლება მისი აფეთქება გამოიწვიოს. ასეთი საშიში მოვლენის თავიდან ასაცილებლად გენერატორსა და სანთურას შორის წყლის საკეტს ათავსებენ.

არსებობს დაბალი და საშუალო წნევის წყლის საკეტები. დაბალი წნევის წყლის საკეტის სქემა ნაჩვენებია 172-ე ნახაზზე. წყლის საკეტის (ა) რეზერვუარში 6 საკონტროლო ონკანად 2 წყალს ასხამენ, რომელშიც სხვადასხვა სიღრმეზე ჩაშვებულია 2 მილი 1 და, 4: ნორმალური პროცესის დროს აცეტილენი საკეტში შედის 1 მილით და ნიპელის 3 საშუალებით გადის სანთურისაკენ. უკუდარტყმისას (ბ) საკეტში ცხელი აირები ხვდება, რის გამო მასში წნევა იზრდება. მილებში წყლის შესვლით საკეტში წყლის დონე იმდენად ეცემა, რომ მოკლე მილი 4 წყალთან შეხებისაგან თავისუფლდება და ცხელ აირებს ატმოსფეროში გასვლის საშუალება ეძლევა. გრძელ მილში 1 წარმოქმნილი წყლის საცობი კი ცხელ აირებს გენერატორში მოხა



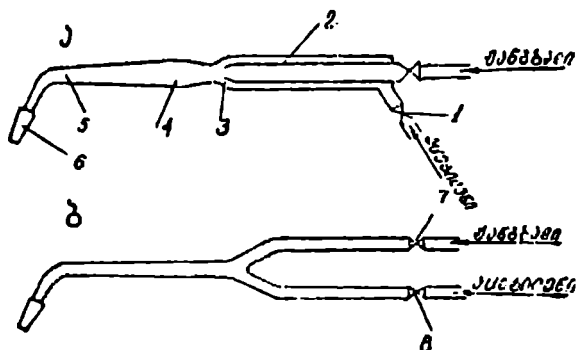
ნახ. 172. დაბალი წნევის წყლის საკეტი.

ვედრის საშუალებას არ აძლევს. უკუდარტყმის შემდეგ ძაბრიდან 5 რეზერვუარში წყლის ჩასხმას ხელმეორედ აწარმოებენ.

ვ) საშემდუღებლო სანთურა

საშემდუღებლო სანთურა წარმოადგენს ხელსაწყოს, რომელშიც ხდება საწვავი აირისა და ქანგბადის სათანადო თანაფარდობით შეკრევა და წვა.

არსებობს დაბალი და საშუალო წნევის სანთურები (ნახ. 173).



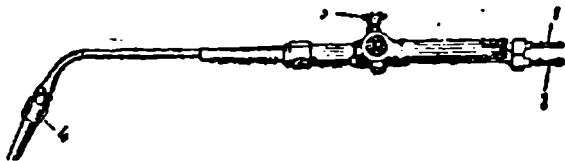
ნახ. 173. საშემდუღებლო სანთურებს სქემები.

დაბალი წნევის სანთურაში (ა) 0,01—0,05 ატმ წნევის აცეტილენის 2—3 ატმ წნევის ქანგბადთან შერევა ინჟექტორის (შემწოვის) 2 საშუალებით წარმოებს. რის გამო ასეთ სანთურებს ინჟექტორულ სანთურებს უწოდებენ. სანთურაში აცეტილენის რეგულირება ონკანის 1 საშუალებით ხდება. ინჟექტორის ნახვრეტიდან გამავალი ქანგბადის ჰაელით არხში 3 შექმნილი გაიშვიათების გამო შემრევ კამერაში 4 შეიწოვება მცირე წნევის აცეტილენი. ნარევი გადის მილში და 5 ბუნიკიდან 6 ატმოსფეროში გასვლისას, საშემდუღებლო ალს წარმოქმნის.

საშუალო წნევის (0,025—0,5 ატმ) აცეტილენის ქანგბადთან შერევისათვის ინჟექტორი არ არის საჭირო. ამ შემთხვევაში იყენებენ უინჟექტორო სანთურას (ბ), რომელშიც ქანგბადისა და აცეტილენის შეფარდების რეგულირება 7 და 8 ონკანებით ხდება.

ინჟექტორული სანთურები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც დაბალი, ისე საშუალო წნევისათვის, ამიტომ მათ უნივერსალურ სანთურებს უწოდებენ. უმეტესად გავრცელებულია ინჟექტორული FC (საშემდუღებლო სანთურა) და FCM (მცირე საშემდუღებლო სანთურა) ტიპის სანთურები.

FC ტიპის საშემდუღებლო სანთურაზე (ნახ. 174) სხვადასხვა სისქის ლითონების შესადუღებლად გათვალისწინებულია 0-დან 7-მდე ნომრის რვა ბუნკი, ზოლო FCM ტიპის სანთურას აქვს ხუთი ბუნკი.



ნ.ხ. 174. FC ტიპის საშემდუღებლო სანთურა:
1 და 2 — ნიპელი შლანგბასათვის; 3 — სახელური, ანუ კორპუსი; 4 — ბუნკი.

შედუღების მწარმოებლურობის გასაზრდელად 4 მმ-ზე მეტი სისქის ლითონების შესადუღებლად იყენებენ მრავალალიან სანთურებს, რომლებიც ჩვეულებრივ სანთურებთან შედარებით შედუღების მწარმოებლურობას 15—20%-ით ზრდიან და ნარევის ხარჯს 15—20%-ით ამცირებენ.

მილსადენები და რეზინის მილები. მილსადენებს იყენებენ სტაციონარული გენერატორიდან საუშუალო ადგილამდე აირების გასანაწილებლად. რეზინის შლანგებს იყენებენ მილსადენების ამ ბალონებისა და გენერატორების სანთურასთან შესაერთებლად.

§ 113. აირული შედუღების ტექნიკა და ტექნოლოგია

შედუღების პროცესის დაწყებამდე ირჩევენ შემავსებელს, ანუ მისართ ლითონს. მის ზომებს, მდნობს, სანთურის ბუნკის ნომერს, აცეტილინისა და ჟანგბადის თანაფარდობის, სანთურის დახრიალობის კუთხეს შესადუღებელი ლითონის ზედაპირთან და სანთურის გადაადგილების შეთოდს.

მისართი ლითონი შესადუღებელ ნაწილებს შორის არსებული სივრცის ამოსავსებად გამოიყენება. მისი ქიმიური შედგენილობა და მექანიკური თვისებები თითქმის ისეთივე უნდა იყოს, როგორც აქვს შესადუღებელ ლითონს, მაგალითად, ნახშირბადმცარე ფოლადებისათვის იყენებენ ისევ ნახშირბადოვან ფოლადს 0,18%-მდე ნახშირბადის შემცველობით. უქანგავი და მზურვალმტკიცე ფოლადების შედუღებისას მისართი ლითონი შესადუღებელი ლითონის ღეროა. მისართი ლითონი წარმოადგენს მავთულს ან წნულოვან მასალას, რომლის დიამეტრი შეიარჩევა შესადუღებელი ლითონის სისქის მიხედვით მე-7 ცხრილიდან.

ფურცლის სისქე	2—4	4—6	10—12	15—20
მავთულის დამატარი მმ	4—5	7—8	6—7	8 და მეტი

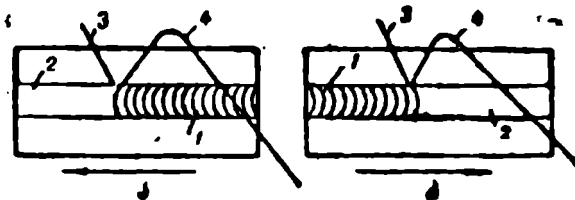
ზოგიერთი ლითონი, შედუღების პროცესში გახურების გამო, ინტენსიურად იყვანება. ასეთი ლითონების (მაგალითად, სპილენძი, ალუმინი, მანკიუმი და მათი შენადნობები, ლეგირებული ფოლადები, თუჯი) შესადუღებლად მდნობებს იყენებენ. მდნობი, ერთი მხრივ, შედუღების ადგალს იცავს დაქანვისაგან და მეორე მხრივ, წარმოქმნილი ქანგეულები წიდაში გადაჰყავს. მდნობად იყენებენ ბორაკს, ბორმკავას, სილიციუმმკავას და სხვა ნივთიერებებსა და მათ ნარევეებს.

სანთურის ბუნეის ნომერი დამოკიდებულია შესადუღებელ ლითონზე და მის სისქეზე, რამდენადაც ლითონი სითბოს კარგი გამტარია და მეტი სისქისაა, მით ბუნეის ნომერი მეტი აიღება.

აცეტილენისა და ქანგბადის თანაფარდობა დამოკიდებულია შესადუღებელ ლითონზე. ზოგიერთი ლითონი (მაგალითად, ფოლადი) მოითხოვს აღმდგენ ალს, ზოგი (მაგალითად, თითბერი) — დამქანგავ ალს, ხოლო ზოგი კი (მაგალითად, თუჯი) — დამანახშირბადიანებელ ალს.

შესადუღებელი ლითონის ზედაპირთან სანთურის დახრილობის კუთხე დამოკიდებულია მასალის სისქეზე. რამდენადაც მასალა სქელია, მით მეტია სანთურის დახრილობის კუთხე. იგი 20°-დან (1 მმ-ზე ნაკლები სისქის ფურცლების შესადუღებლად) 80°-მდე (15 მმ-ზე მეტი სისქის ფურცლების შესადუღებლად) იცვლება.

სანთურის გადაადგილებით მიმართულების მიხედვით არჩევენ შედუღების მარცხენა და მარჯვენა მეთოდებს (ნახ. 175).



ნახ. 175. აირული შედუღების სქემა: ა — მარცხენა და ბ — მარჯვენა; 1 — ნაქარი; 2 — შეიღობებელი ნაწილი; 3 — მისართა ლითონი; 4 — სანთურა.

მარცხენა შედულების დროს სანთურის გადაადგილება მარჯვნიდან მარცხნივ ხდება (ა). ალი მიმართულია ნაკერის შესადულებელი ნაწილისაკენ. შედულების ეს მეთოდი გამოიყენება 5 მმ-ზე მცირე სისქის ფურცლების შესადულებლად.

მარჯვენა შედულების დროს სანთურის გადაადგილება მარცხნიდან მარჯვნივ ხდება (ბ). ამ დროს ალი მიმართულია ნაკერზე და დიდი ხნის განმავლობაში, იცავს რა გაცივებისაგან როგორც თხევადი ლითონის აბაზანის, ისე ნაკერს, შედულების მაღალ ხარისხს იძლევა მარჯვენა შედულებას იყენებენ 5—6 მმ-ზე მეტი სისქის ლითონების შესადულებლად, ხოლო 5 მმ-ზე მცირე სისქის ფურცლების შედულება მიზანშეწონილია მარცხენა შედულებით, რადგან ამ დროს ნაკერის შესადულებელ ნაწილზე მიქცეული ალი მის წინასწარ გახურებას ახდენს და შედულების პროცესი უფრო ჩქარა წარმოებს.

შედულების სიჩქარე მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული და დიდ ზღვრებში იცვლება. მაგალითად, 4 მმ სისქის ნაწიბურებწაუქვეთელი ფურცლების შედულების სიჩქარე წუთში 8 სმ-ს შეადგენს, ხოლო 0,5 მმ სისქის ფურცლებისა — 20 სმ-ს წუთში.

აირული შედულების ტექნოლოგიური პროცესის მიმდევრობა ასეთია: ზემოთ აღნიშნული წინასწარი შერჩევითი სამუშაოების შემდეგ ამზადებენ შესადულებელ ადგილს, შეადულებენ და შენადულ ნაკერს ასუფთავებენ.

თუჯის შედულებას ძირითადად სხმულის დეფექტების შესაწორებლად და სარემონტო სამუშაოების შესასრულებლად იყენებენ.

მისართ ლითონად სპეციალური შედგენილობის (1—4 %-მდე; 1—3,5%, 1—0,8 %-მდე) თუჯის ღეროებს ან სპილენძის შენადნობს (თითბერს) იყენებენ. თუ მისართი თუჯის ღეროა, შესადულებულ ნაკერს სათანადო შემზადების შემდეგ 700°-მდე ახურებენ მთლიანად ან მხოლოდ შედულების ადგილზე. თუ მისართი ლითონის სპილენძის შენადნობია, გახურება არ ხდება.

თუჯის შედულების დროს მდნობად იყენებენ ბორაკს (70%), საკმელი მარილისა (20%) და ბორმუქვას (10%) ნარევის. შედულების შემდეგ თუჯის ნაკეთს, მასში ბზარების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად, ნელა და თანაბრად აცივებენ.

ფერადი ლითონების შედულება. ვინაიდან ფერადი ლითონები კარგი სითბოგამტარობით ხასიათდება, ამიტომ მათი შედულება დიდი სიმძლავრის სანთურებით წარმოებს.

აღში ჟანგბადის სიჭარბე სპილენძის ძლიერ ჟანგვას იწვევს, აცეტლენის სიჭარბის შემთხვევაში კი ნაკერში წყალბადი რჩება, რაც მას ფორიანობას და სიმყიფეს ანიჭებს. ამიტომ სპილენძის შედულე-

ბა ნეიტრალური ალით ხდება. მისართ ლითონად ელექტროლიზურ სპილენძს ან 0,25 % ფოსფორის შემცველ სპილენძს იყენებენ.

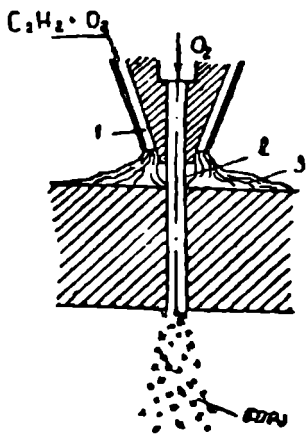
ბ რ ი ნ ჯ ა ო ს შედუღებისას იყენებენ ნეიტრალურ ალს, ხოლო თითბრის შედუღებისას — მცირე დამეანგავს. მისართ ლითონად იყენებენ ფოსფორიან ბრინჯაოს, რომელიც სპილენძის გარდა, 10 % კალასა და 0,4 % ფოსფორს შეიცავს. სპილენძისა და მისი შენადნობების შედუღებისას მდნობად ბორაკისა და ბორმეავეს ნარევი იხმარება. სანთურის ბუნიკის შესადუღებელ ლითონთან დახრილობის კუთხე დაახლოებით 80° უდრის.

ა ლ უ მ ი ნ ი ს, მ ა გ ნ ი უ მ ი ს და მ ა თ ი შ ე ნ ა დ მ ო ბ ე ბ ი ს' შედუღებისას აღმდგენი ალი გამოიყენება. მისართ ლითონად იმავე ლითონის ღეროებს იყენებენ, როგორც შესადუღებელი ლითონია. სანთურის ბუნიკის შესადუღებელ ლითონთან დახრილობის კუთხე დაახლოებით 40° უდრის. მდნობად იხმარება კალიუმისა და ლითიუმის ქლოროვანი და ფთოროვანი ნაერთები. შედუღების დამთავრებისას საჭიროა მდნობის ნარჩენისა და წოდისაგან ნაკერის გაწმენდა კოროზიის თავიდან ასაცლებლად.

§ 114. აირული ჰრა

აირული ჰრა ეწოდება ლითონების ჰრის ისეთ პროცესს, რომელიც გადასაჭრელი ადგილის აალების ტემპერატურამდე გახურებისა და მასზე სუფთა ქანგბადის ქაველის ზემოქმედების საშუალებით ხორცილდება.

აირული ჰრის დროს (ნახ. 176.) ლითონის ჰრის ადგილს აალების



ტემპერატურამდე ახურებენ აცეტილენ-ქანგბადის ნარევის 1 ალის 3 საშუალებით, რის შემდეგ მოქმედებენ სუფთა ქანგბადის ქაველით 2, რომელიც ლითონის ზედა შრის წვას იწვევს. სითბო, რომელიც გამოიყოფა წვის დროს (ქანგეულებს წარმოქმნის) და აცეტილენ-ქანგბადის ალის მოქმედების შედეგად ლითონის მომდევნო შრის გახურებას იწვევს; ასე გრძელდება პროცესი ჰრის დამთავრებამდე.

აირული ჰრა ლითონებში ჰრის სხვა ხერხებთან (ჰრა ლითონსაჭრელ ჩარხებზე, მაკრატლებზე და სხვ.) შედარებით უფრო პროგრე-

ნახ. 176. აირული ჰრის სქემა.

რესულია და სულ უფრო ფართოდაა გამოყენებული მანქანაშენებლობაში. აირულ კრას იყენებენ, მაგალითად, წნელოვანი და ფურკლოვანი მასალების დასაპრელად, ბლუმებისა და სლაბებისაგან დეტალების ნაშადების გამოსაპრელად, ძველი კონსტრუქციების დასაპრელად და სხვ.

აირული კრას უპირატესობაა: პროცესი უფრო მარტივია, დიდ მწარმოებლურია, რთული კონსტრუქციის მქონე ნაშადების ავტომატურად სუფთა გამოკრისა და დიდი სისქის (2000 მმ-მდე) ლითონების გადაკრის საშუალებას იძლევა.

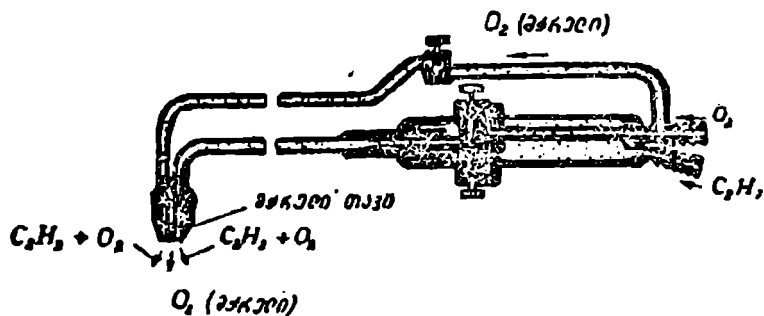
ამ ხერხის ნაკლოვან მხარედ უნდა ჩაითვალოს ის, რომ აირულ კრას ყველა ლითონი არ ექვემდებარება. ლითონის ან შენადნობის აირული კრისათვის საჭიროა: ლითონის ან შენადნობის ტემპერატურა მისივე დნობის ტემპერატურაზე დაბალი იყოს; ლითონი ხასიათდებოდეს დაბალი სითბოგამტარობით; ლითონის დნობის ტემპერატურა მაღალი იყოს მისივე ქანგეულებს დნობის ტემპერატურაზე; ქანგეულების თხელდენადობა მაღალი იყოს ქანგბადის ქაველით ადვილად ჩამოსაწმენდად.

ჩამოთვლილ პირობებს აკმაყოფილებს, მაგალითად, ნახშირბადოვანი ფოლადები, რომლებიც 0,7 %-მდე ნახშირბადს შეიცავენ. რაც უფრო ნახშირბადმცირეა ფოლადი, მით უკეთესად იკრება, რადგან მით მეტია სხვაობა მისი დნობისა და აალების ტემპერატურებს შორის. დამაკმაყოფილებლად იკრება მცირედ ლევირებული ფოლადები.

ჩვეულებრივი წესით თუჯის აირული კრა არ შეიძლება, რადგან მისი დნობის ტემპერატურა (1200°) აალების ტემპერატურაზე (1350°) დაბალია, ე. ი. თუჯის კრის შემთხვევაში ხდება ჩადნობა და არა წვის პროცესი.

ჩვეულებრივი წესით აირული კრით არ იკრება აგრეთვე ალუმინი, სპილენძი და მათი შენადნობები, რადგან აირის ალით გახურებისას წარმოიქმნება ისეთი ქანგეულები, რომელთა დნობის ტემპერატურა გადასაპრელი ლითონის დნობის ტემპერატურაზე გაცილებით მაღალია. მაგალითად, ალუმინის გახურებისას წარმოიქმნება Al_2O_3 , რომლის დნობის ტემპერატურა 2050°-ია, როდესაც ალუმინის დნობის ტემპერატურა 658° უდრის.

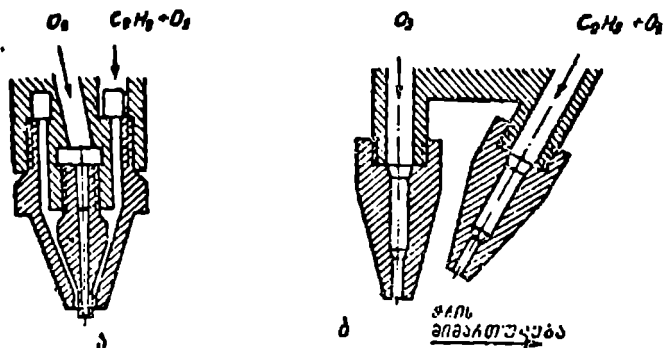
თუჯის, ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნობების აირულ კრა შესაძლებელია მხოლოდ ისეთი მკნობების გამოყენების შემთხვევაში, რომლებიც ძირითადად რკინას შეიცავენ და გახურების პროცესში გამოყოფენ დამატებით სითბოს ძნელდნობადი ქანგეულების გასადნობად. ასეთი კრა ქანგბად-მდნობური კრის სახელოდებით არის ცნობილი.



ნახ. 177. აირის საჭრელი სანთური.

აირული ჭრის აპარატურა საშემდგომად აპარატური-საგან აირის საჭრელით განსხვავდება. აირის საჭრელი სანთურის კონსტრუქცია (ნახ. 177) ერთი მხრივ, იძლევა აცეტილენ-ჟანგბადის ნარევის ალს ლითონის გადასაჭრელი ადგილის აალების ტემპერატურამდე გასახურებლად და, მეორე მხრივ, სუფთა ჟანგბადის ჭველს ლითონის ჭრისათვის.

აირის საჭრელი სანთურის მჭრელი თავი კონსტრუქციის მიხედვით ორგვარია: (ნახ. 178); კონცენტრული საქშენებით (ა) და მიმ-



ნახ. 178. აირის საჭრელის მჭრელი თავის სქემა: ა — კონცენტრული საქშენებით; ბ — მიმდევრობითი საქშენებით.

დევრობითი საქშენებით (ბ). უფრო მეტად იყენებენ ისეთ აირის საჭრელებს, რომლებსაც აქვთ მჭრელი თავები კონცენტრული საქშენებით. ეს იმიტომ, რომ ასეთი აირის საჭრელები ნებისმიერი მიმართულებით ჭრის საშუალებას იძლევა, იმ დროს, როდესაც მიმდევრობითი საქშენების მქონე მჭრელთაფიანი აირის საჭრელით შეუძლებელია მხოლოდ ერთი მიმართულებით ჭრა. აირულ ჭრას აწარ-

მოებენ ხელით, ნახევრად ავტომატურად და ავტომატურად. 177-ე ნახაზზე ნაჩვენები აირის საკრელი გამოიყენება ხელით კრისათვის სარემონტო და სამონტაჟო სამუშაოების დროს.

ნახევრად ავტომატური აირული კრის მანქანები აირის საკრელის ავტომატურ გადაადგილებას მხოლოდ სწორი ან წრიული მიმართულებით უზრუნველყოფენ, მრუდი კონტურის მქონე ნამზადების ამოსაკრელად კი აირის საკრელის გადაადგილების დროს მუშის ჩარევაა საჭირო.

ავტომატური აირული კრის მანქანაზე აირის საკრელი (ხშირად რამდენიმე ერთდრეულად) გადაადგილება ხდება კოპირის ან ნახაზის მიხედვით მუშის ჩაურევლად. აირული კრის ნახევრად ავტომატური და ავტომატური მანქანები დიდადაა გავრცელებული მანქანათმშენებლობაში.

აირული კრის ტექნოლოგია ხელით აირული კრის პროცესის მიმდევრობა ასეთია:

ასუფთავენ გადასაკრელი ლითონის ზედაპირს ფოლადის ქუჩებით ან წინასწარ გახურების საშუალებით;

აღნიშნავენ გადასაკრელ ადგილს ლითონის ზედაპირზე;

ამოწმებენ აირის საკრელის სამუშაო მდგომარეობას გადასაკრელი ლითონის სისქის მიხედვით და არჩევენ საჭმენებს მკრელ თავზე მოსარგებლად (YP-48 ტიპის აირის საკრელს ორი ცალი გარე და ხუთი ცალი შიგა საჭმენი აქვს);

ალებენ ჟანგბადისა და აცეტილენის ვენტილებს. ანთებენ აცეტილენ-ჟანგბადის ნარევეს და არეგულირებენ ალს;

აირის საკრელს აყენებენ ისე, რომ მისი თავი იყოს გადასაკრელი ლითონის ზედაპირის მართობი. ბუნიკის ბოლოს დაშორება ზედაპირიდან ლითონის სისქის მიხედვით აიღება და 3-დან 6 მმ-დე იცვლება;

როდესაც კრის ადგილი (ფოლადის კრას ჩვეულებრივ წიბოდან იწყებენ) აალების ტემპერატურამდე გახურდება, აირის საკრელში მკრელ ჟანგბადს უშვებენ და იწყებენ მის თანახომიერ გადაადგილებას, რომლის სიჩქარეც მასალის სისქეზეა დამოკიდებული. რამდენადაც სწორადაა შერჩეული გადაადგილების სიჩქარე მით, კრის ხარისხი მაღალია და ამავე დროს კრის სიგანეც ნორმალური მიიღება.

წყალქვეშ აირული კრისათვის იყენებენ სპეციალური კონსტრუქციის თალფაქიან აირის საკრელებს. საწვავ აირად გამოიყენება აცეტილენი (20 მ-მდე სიღრმეზე) ან წყალბადი (40 მ-მდე სიღრმეზე). აირისა და ჟანგბადის ნარევის წვა ხდება აირის საკრელის თავზე

წამოცმულ თალფაქში, საიდანაც წყალი წვის პროდუქტებით ან შეკუმშული ჰაერით გამოიღვენება.

აირის საკრელებს, გარდა ლითონის კრისა, ზედაპირების დასამუშავებლად იყენებენ. დამუშავების ასეთ მეთოდს აირული ზედაპირული კრა ეწოდება. აირული ზედაპირული კრისათვის მკრელ თავს ზედაპირთან 30°-იანი კუთხით აყენებენ. აირსაჰერისის ასეთი მდგომარეობის დროს ჟანგბადის ჰავლი ისე მიიმართება, რომ ზედაპირული შრის აცლას უზრუნველყოფს. ამ მეთოდს იყენებენ: ფოლადის სხმულებსა და ნაგლინების ფურჩების, ფხაურების, ფუქვილების და სხვა დეფექტების გასასწორებლად. შედუღებულ ნაკერებზე ზედმეტი ლითონის ასაცლელად, ფურცლების შედუღებისათვის წიბოების ჩამოსაყვეთად, ნამზადზე ზედმეტი ზედაპირული შრის ასაცლელად ფრეზვისა და რანდვის მაგივრად და ა. შ.

ჟანგბადის ჰავლს იყენებენ აგრეთვე ღიდი სილრპის (3000 მმ-მდე) ხვრეტების „გასაბურღად“. ხვრეტების ასეთი მეთოდით მიღებას ჟანგბადის შუბით კრა ეწოდება. ამ პროცესის არსი ასეთია: ლითონი იმ ადგილს, სადაც ხვრეტია მისაღები, აალებს. ტემპერატურამდე ახურებენ, შემდეგ 3 — 12 მმ დიამეტრის ჩვეულებრივი მილით 3 — 5 ატმ წნევის ჟანგბადს აწვდიან, რომელიც ლითონის ამოწვას იწვევს.

XXVIII თავი

ლითონების ელექტრორკალური შედუღება და ზრა

§ 115. ელექტრორკალური შედუღების სახეები

ელექტრორკალური შედუღება ლითონების შედუღების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შედუღებისათვის საჭირო სითბო ელექტრორკალის საშუალებით მიიღება.

ელექტრორკალური შედუღების ნაირგვარ სახეებს არჩევენ. მათ კლასიფიკაციას სხვადასხვა ნიშნების მიხედვით აწარმოებენ (ნახ. 179).

ელექტრორკალში შესადუღებელი ლითონების (ფუქე ლითონების) მონაწილეობის, ელექტროდის მასალისა და მისი დნობადობის მიხედვით არჩევენ:

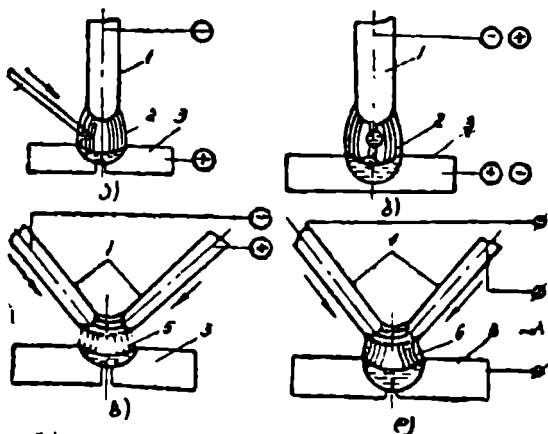
პირდაპირი მოქმედების დამოუკიდებელი რკალით არადნობადი ელექტროდით შედუღება (ა) როდესაც ელექტრორკალი 2 წარმოიქმნება გრაფიტის (არადნობად) ელექტროდსა 1 და ფუძე ლითონს შორის, რკალში მისართი ლითონის 4 მოთავსებით (ბენარდოსის ხერხი);

პირდაპირი მოქმედების დამოუკიდებელი რკალით დნობადი ელექტროდით შედუღება (ბ), როდესაც რკალი წარმოიქმნება დნობად ლითონის ელექტროდსა (რომელიც ამავე დროს მისართი ლითონია), და ფუძე ლითონს შორის (სლაფიანოვის ხერხი);

არაპირდაპირი მოქმედების (დამოუკიდებელი რკალით), როგორც წესი, არადნობადი ელექტროდებით შედუღება (გ), როდესაც რკალი წარმოიქმნება გრაფიტის ან ვოლფრამის ელექტროდების 1 ბოლოებს შორის;

კომბინირებული მოქმედების რკალით შედუღება (დ), როდესაც რკალი ანთია როგორც ელექტროდებს 1 შორის, ისე თითოეულ ელექტროდსა და ფუძელითონს 3 შორის (ე. წ. სამფაზიანი დენით შედუღება);

ელექტროდენის მიხედვით რკალურ შედუღებას არჩევენ მუდმივი დენით და ცვლადი დენით შედუღებას. მუდმივი დენით შედუღება შეიძლება როგორც პირდაპირი პოლარობით, ისე შექცეული პოლარობით. პირველ შემთხვევაში ელექტროდი ჩაირთვება უაწყოფით პოლუსთან და წარმოადგენს კათოდს, მეორეს დროს კი დადებითთან და წარმოადგენს ანოდს.



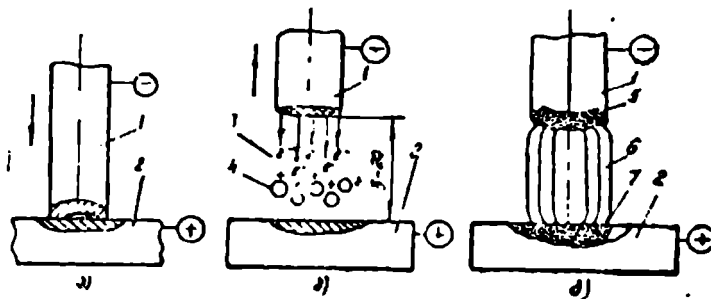
ნ.ბ. 179. ელექტრორკალური შედუღების სახეები.

ჰაერის ჰაენე მოქმედებისაგან შედუღების ადგილისა და ელექტრორკალის დაცვის ხერხის მიხედვით არჩევენ ღია და დაცული რკალით შედუღებას.

ელექტრორკალური შედუღების სახეებს არჩევენ აგრეთვე ავტომატიზაციის ხარისხის მიხედვით ისევე როგორც აირული შედუღების დროს.

§ 110. ელექტრორკალის სწავლა, ანთება და წვა

ჩვეულებრივ პირობებში დაბალი ტემპერატურის დროს აირები შეიცავენ ნეიტრალურ ატომებსა და მოლეკულებს და არ გააჩნიათ ელექტროდენის გამტარობის უნარი. ამ უნარს იძენენ ნეიტრალური ატომებისა და მოლეკულებისაგან დამუხტული ნაწილაკების — იონების და ელექტრონების წარმოქმნის პროცესში, რასაც იონიზაცია ეწოდება.



ნახ. 180. რკალის ანთების სქემა.

ელექტრორკალი არის ელექტროდებს შორის ელექტრული მძლავრი სტაბილური განმუხტვა დაიონებული აირებისა და ლითონის ორთქლის ატმოსფეროში. i

რკალის ანთების პროცესი დნობადი ელექტროდებით შედუღების დროს (ნახ. 180) იწყება ელექტროდის ფუძე ლითონთან (ნამზადთან) შეხებისას მოკლე ჩართვით. მოკლე ჩართვისას დენი მყისად ახურებს ელექტროდისა 1 და ნამზადის 2 შეხების ადგილს (ა). ელექტროდის დაცილებისას გახურებული ტორსიდან ელექტრული ველის მოქმედებით იწყება ელექტრონების 3 ემისია. ელექტრონების დაჯახება აირისა და ლითონის ორთქლის მოლეკულებთან იწვევს მათ დაიონებას 4 (ბ), რის შედეგად რკალის შუალედი ხდება დენის გამტარი და იწყება ელექტრული მდგრადი განმუხტვა — ელექტრორკალის წარმოქმნა (გ).

ელექტრორკალი შეიძლება წარმოიქმნას მოკლე ჩართვის გარეშე. მაგრამ ამისათვის საშემდგომლო წრედში მოკლე დროით უნდა ჩაირთას მაღალი ძაბვის დიდი სიხშირის ცვლადი დენის წყარო — ოსცილატორი. რკალის ანთების ასეთ ხერხს მიმართავენ არადნობად ელექტროდით შედულების დროს.

რკალის დიდი ფუძე პირდაპირი პოლარობისას მოთავსებულია ანოდზე და კმნის ე. წ. ანოდის ლაქას 7. რკალის მცირე ფუძე კათოდზეა და კმნის კათოდის ლაქას 5. რკალის დიდი ფუძის დიამეტრი შედულების საშუალო ძალის დენის დროს (200—300 ა) დაახლოებით 6 მმ უდრის, რაც კათოდის ლაქას 1,5—2-ჯერ აღემატება.

რკალის სვეტის ტემპერატურა 6000—7000°C აღწევს, ხოლო კათოდისა 5 და ანოდის 7 ლაქებისა — შესაბამისად 2400 და 2600°C. რკალის სითბოს დაახლოებით 43 % მოდის ანოდზე, 36 % კათოდზე, 21 % გამოიყოფა რკალის სვეტში. შედულების პროცესში გამოიყენება გამოყოფილი სითბოს 60—70 %, დანარჩენი იკარგება.

ცვლადი დენით შედულების დროს რკალის ანთება გაძნელებულია სითბოს დიდი კარგვის გამო, ამის გარდა, ძაბვის პერიოდული ცვლის გამო მცირდება ელექტროდებს შორის არის დაიონების ხარისხი, რაც იწვევს რკალის სტაბილურობის შემცირებას. ამიტომ ლითონის ელექტროდებს ფარავენ ადვილად მაიონებელი ნივთიერებების საფარველით (ცარცი, პოტაში და სხვ.).

ლითონის ელექტროდების დროს რკალის ანთება 45—60 ვ ძაბვით ხდება, ხოლო შემდეგ რკალის დაკავებისათვის საჭიროა 15—35 ვ.

შედულების პროცესში რკალის ძაბვაზე გავლენა აქვს რკალის სიგრძეს. არჩევენ მოკლე და გრძელ რკალს. თუ რკალის $l_{\text{კ}}$ სიგრძე არ აღემატება ელექტროდის $d_{\text{კ}}$ დიამეტრს — ითვლება მოკლე რკალად და პირიქით. მოკლე რკალი უზრუნველყოფს შედულების ნორმალურ პროცესს. გრძელი რკალის დროს ელექტროდის დნობა არათანაბარია, ადგილი აქვს ლითონის ქანგვას, ნაკერი ფორიანი მიიღება და სხვ.

ცდებით დადგენილია, რომ თუ დენის ძალა აღემატება 50 ა-ს, ელექტრორკალის ძაბვა დენის ძალაზე თითქმის არ არის დამოკიდებული და განისაზღვრება ფორმულით

$$V_{\text{კ}} = \alpha + \beta I_{\text{კ}},$$

სადაც $V_{\text{კ}}$ არის ძაბვა, ვ-ობით,

α და β ცდით მიღებული კოეფიციენტებია, რომლებიც დამოკიდებულია ლითონის გვარობაზე, აირის სახეობაზე და სხვ.

ფაქტორებზე. ფოლადის ელექტროდებისათვის $\alpha=10$ ვ, $\beta=2$ ვ/მმ.
 $\beta=2$ ვ/მმ.

აქედან ჩანს, რომ რკალის ძაბვის მუდმივობისათვის საჭიროა რკალის სიგრძე იყოს მუდმივი.

§ 117. ელექტროკალური საშემდუღებლო აპარატურა

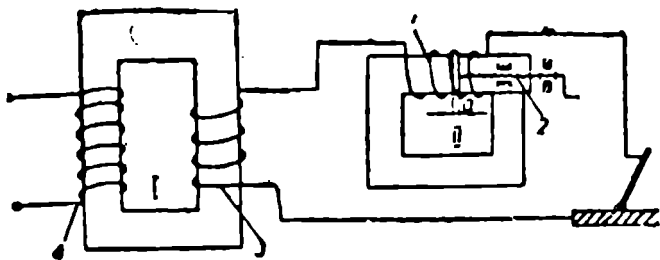
როგორც აღნიშნეთ, ელექტროკალური შედუღება მუდმივი ან ცვლადი დენით წარმოებს.

მუდმივი დენის შემთხვევაში რკალი უფრო მდგრადია, რაც მისი დადებითი მხარეა. მიუხედავად ამისა, მუდმივი დენით შედუღება იშვიათად იყენებენ, რადგან მისი მოწყობილობა 3—5-ჯერ უფრო ძვირია და ელექტროენერჯიაც 40—50%-ით მეტი იხარჯება ცვლადი დენის მოწყობილობასთან შედარებით.

მუდმივი დენით შედუღების დროს დენის წყაროსათვის სხვადასხვა სახის საშემდუღებლო გენერატორებს იყენებენ. არსებობს სტაციონარული, გადასატანი მუდმივი დენის გენერატორები; აგრეთვე ერთადგილიანი, თუ ერთ შემდუღებელს ემსახურება, და მრავალადგილიანი, თუ ერთდროულად რამდენიმე შემდუღებელს ემსახურება.

საშემდუღებლო გენერატორი მოქარობაში მოდის ელექტროძრავას ან შიგაწევის ძრავას საშუალებით. ძრავასა და გენერატორის ერთობლიობის საშემდუღებლო აგრეგატი ეწოდება.

ცვლადი დენის საშემდუღებლო აპარატი. ცვლადი დენით შედუღებისას იყენებენ საშემდუღებლო აპარატს, რომელიც ქსელის ძაბვის 55—65 ვ-მდე დამწვევი ტრანსფორმატორისა და დენის ძალის მარეგულირებლისაგან შედგება. ცვლადი დენის საშემდუღებლო აპარატები ორი სახისაა: პირველი სახის აპარატებით (ნახ. 181). მარეგულირებელი II გამოყოფილია ძაბვის დამწვევი ტრანსფორმატორის კორპუსისაგან I (მაგალითად, CTJ-22, CTB-32 და ა. შ. ტიპის აპარატები). მეორე სახის ცვლადი დენის საშემდუღებლო აპარატებში ტრანსფორმატორი და მარეგულირებელი ერთ კორპუსშია. ასეთი აპარატები დაამუშავა აკად. ე. ნიკიტინმა. მათი ტიპებია CT—AH, CTH და CTHD. ამ აპარატების უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ მათ ახასიათებთ მდოვრე რეგულირება, მცირე წონა, მარტივ მუშაობის კონფიციენტი და ხმარებისათვის მოხერხებულობა. ამიტომ ასეთი აპარატები სულ უფრო ფართოდ ვრცელდება.



ნახ. 181. ივლიანი დენის საშემდგომლო აპარატურის სქემა:
 I — ტრანსფორმატორი; II — მარეგულირებელი; 1 — მარეგულირებელი კოქა; 2 —
 სახსნელი გულა; 3 — ტრანსფორმატორის მეორეული გრაგნილი; 4 — ტრანსფორ-
 მატორის პირველი გრაგნილი; 5 — ღერო.

ელექტრორკალური შედუღებისას იყენებენ აგრეთვე სხვადასხვა ხელსაწყოს, ა.ე.უბი: ელექტროდის საჭერელა, კაბელი, ფარცა და მუზარადი.

ელექტროდის საჭერელას დანიშნულებაა ელექტროდის დამაგრება და მასთან დენის მიყვანა. ელექტროდის საჭერელა უნდა ხასიათდებოდეს კონსტრუქციის სიმარტივით, სიმსუბუქით, ხმარების დროს მოხერხებულობით, და, ამასთან, მისი სახელური უნდა უზრუნველყოფდეს დენის მოქმედებისაგან განმსოლოებას.

კაბელის დანიშნულებაა ელექტროდის საჭერელამდე დენის მიყვანა. იგი უნდა იყოს მოქნადი. მისი კვეთი დამოკიდებულია მასში გასაშვებ დენის ძალაზე, ხოლო უქანასკნელი კი — შესადუღებელი ლითონების სისქეზე. კაბელის სიგრძე გავლენას ახდენს ელექტროენერგიის დანაკარგების სიდიდეზე, ამიტომ მისი სიგრძე 20 — 30 მეტრს არ უნდა აღემატებოდეს.

ფაბრიკა და მუზარადი იხმარება შემდუღებლის თვალებისა და სახის დასაცავად რკალის გამოსხივებისა და ლითონის შხეფების მოქმედებისაგან. მათ უკეთდებათ დამცველი ფერადი მინა, რომელიც შთანთქმავს ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ სხივებს და ამავე დროს უზრუნველყოფს კარგ ხილვადობას. მუზარადი შემდუღებელს ხელს უთავისუფლებს მუშაობისათვის, მაგრამ მალე ღლის მას.

შემდუღებელს სამუშაო ადგილზე უნდა ჰქონდეს აგრეთვე სამუშაო მაგიდა საბრუნე სკამით, სხვადასხვა იარაღით, სამარჯვი და ა. შ.

§ 118. ელექტროდები

ბენარდოსის ხერხით რკალური შედუღებას დროს იყენებენ ნახშირის ან გრაფიტის ელექტროდებს, რომელებიც 3—30 მმ დიამეტრისა და 200 — 300 მმ სიგრძის ღეროებს წარმოადგენენ. ამ ელექ-

ტროდებს იყენებენ მცირე სისქის ფოლადის ფურცლების შესადუ-
ლებლად, სალი შენადნობების დადუღებისა და აგრეთვე ფერადი ლი-
თონების შედუღების დროს.

სლავიანოვის ხეჩხია რკალური შედუღების დროს იყენებენ სპე-
ციალური შედგენილობის ლითონის ელექტროდებს. მაგალითად,
ცნობილია ფოლადის ელექტროდები $C_{\text{B}}-I$, $C_{\text{B}}-I \Lambda$, $C_{\text{B}}-II$ მარ-
კები გოსტ 2246-51-ის მიხედვით, რომელთა დიამეტრი 1-დან 12 მმ-
დე იცვლება. თუ შედუღება ხელით ხდება, ელექტროდის სიგრძე 500
მმ-მდე აიღება, ავტომატური შედუღების შემთხვევაში კი ელექტ-
როდად მავთულის მთლიან ხვიას იყენებენ.

ლითონის ელექტროდებს თითქმის ყოველთვის ფარავენ სპეცია-
ლური შედგენილობის საგოზი ნივთიერებებით. ელექტროდები საფა-
რის შრის სისქის მიხედვით. იყოფა თხელსაფარიან (უბრალო) და
სქელსაფარიან (ხარისხოვან) ელექტროდებად.

თხელსაფარიანი ელექტროდების საფარის შრის სისქე
0,1-დან 0,25 მმ-მდე იცვლება. ასეთი დაფარვა რკალის გარშემო ქმნის
დაიონებულ არეს, რაც უზრუნველყოფს ელექტრორკალის განსაკუთრე-
ბულ მდგრადობას. საგოზავ მასალად ხმარობენ თხევადი მინის
(Ni_2SiO_2), ცარცისა ($CaCO_3$) და წყლის ნარევეს. ცარცი ხელს უწყ-
ობს დაიონებული აირის წარმოქმნას, ხოლო თხევადი მინა შემწე-
ბებლის როლს ასრულებს. თხლად დაფარვას ელექტროდის ღეროე-
ბის აღნიშნულ ნარევეში ჩაყვინთვით აწარმოებენ, რის შემდეგ მათ
ოთახის ტემპერატურაზე აშრობენ

სქელსაფარიანი ელექტროდების საფარის შრის სისქე 0,25 —
0,35 მმ ზღვრებში იცვლება, სადაც მ ელექტროდის დიამეტრია მმ-
ობით. სქლად დაფარვა უზრუნველყოფს არა მარტო რკალის
მდგრადობას, არამედ აგრეთვე ჰაერის (ენანგზადისა და აზოტის)
მოქმედებისაგან ნაყერის დაცვას და მის ლეგირებას. ამისათვის
სქლად დაფარვისათვის საგოზავი მასალა, გარდა იონიზაციის გამომ-
წვევი ნივთიერებებისა, უნდა შეიცავდეს აირწარმოქმნელ (მაგალითად
ფქვილს), წიდაწარმოქმნელ (მაგალითად, მინდვრის შპატს),
გამეანგავ (მაგალითად, ალუმინს, გრაფიტს), მალეგირებელ (მაგა-
ლითად, ფეროქრომს, ფერომანგანუმს) და აგრეთვე შემაკავშირე-
ბელ (თხევად მიწას) ნივთიერებებს; აირი და წიდა იცავს ელექტროდის
წვეთებს და ნაყერს ჰაერის მოქმედებისაგან; გამეანგავი ნივთიერებების
დანაშნულებაა დაუანგული ლითონის აღდგენა.

ელექტროდების საგოზავი მასალებით დაფარვას, ჩაყვინთვის მე-
თოდს გარდა, წნეხის მეთოდითაც აწარმოებენ, რომელიც სპეცია-
ლურ წნეხებზე ხორციელდება. დაფარვის შემდეგ საჭიროა ელექ-

ტროდების გაშრობა 120 — 200° ტემპერატურაზე 1 — 2 საათის განმავლობაში.

ვინაიდან სქელფარიანი ელექტროდები მაღალი ხარისხის ნაქერის მიღებას უზრუნველყოფს, ამიტომ მათ უფრო ხშირად პასუხსაგები დეტალების შესადულებლად იყენებენ.

§ 118. ხალის რაალური შედუღების ტექნოლოგია და ტექნოლოგია

რკალური შედუღების ტექნოლოგიური პროცესის მიმდევრობა ასეთია: 1. შესადუღებელი ლითონების მომზადება, 2. ელექტროდის დიამეტრის, დენის ძალისა და რკალის სიგრძის შერჩევა; 3. შედუღება, 4. შენადული ნაქერის გაწმენდა.

შესადუღებელი ლითონების შედუღებისათვის მომზადება მდგომარეობს მათი ნაწიბურების წაყვეთაში ან ქუქყიაგან, ხენჯისა და ეანგისაგან გასუფთავებაში.

ნახშირბადმცირე ფოლადის შედუღების დროს ელექტროდის დიამეტრი განისაზღვრება შესადუღებელი ფურცლის სისქის მიხედვით, რომელთა ზომები მოცემულია მე-18 ცხრილში.

ცხრილი 18.

ელექტროდის დიამეტრი, d_e , მმ	1-მდე	1-4	4-6	6-8	8-ზე მეტი
ლითონის სისქე, მმ	2	3	4	5	5-6

შედუღებისათვის საჭირო დენის ძალა განისაზღვრება ემპირიული ფორმულით

$$l = kd_e,$$

სადაც l არის დენის ძალა, ამპერებით;

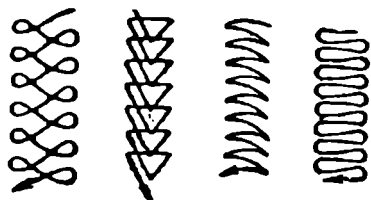
d_e — ელექტროდის დიამეტრი, მმ;

k — კოეფიციენტი, რომელიც 40 უდრის.

რკალის სიგრძე დამოკიდებულია სივრცეში ნაქერის მდებარეობაზე. ქვედა ნაქერის დროს რკალის სიგრძე 2-დან 5 მმ-მდე იცვლება, შვეული ნაქერის დროს — 2-დან 3 მმ-მდე, ხოლო ზედა ნაქერის დროს რკალის სიგრძე დაახლოებით 1,5 მმ უნდა უდრიდეს.

ნახშირის ელექტროდით შედუღებისას რკალის სიგრძე 6-დან 15 მმ-მდე იცვლება.

შედულების დროს ლითონის ელექტროდის გამოყენების შემთხვევაში შემდუღებელი სახეს ფარკით იფარავს, რკალის წარმოსაქმნელად შესაძლებელ ნაკეთს ელექტროდით ეხება, შემდეგ რკალის სიგრძეს 2—3 მმ იკერს და ელექტროდის თანაბარ და ერთდროულ გადაადგილებას ახდენს როგორც ნაკერის სიგრძივად, ისე ელექტროდის ღერძის გასწვრივ. თუ ნაკერის სიგანე ელექტროდის დიამეტრზე 1—2 მმ-ით მეტია (რასაც ადგილი აქვს სქელი ფურცლების შედუღებისას) და ელექტროდი შიშველი, ან თხელსაფარიანი, მაშინ ნაკერის სიგანის უზრუნველსაყოფად ელექტროდის განივი გადაადგილებაც ხდება (ნახ. 182).



სქელსაფარიანი ელექტროდები ნაკერის სიგანეს განივი გადაადგილების გარეშეც კარგად უზრუნველყოფს.

ლეგირებული ფოლადების სითბოგამტარობა მცირეა, რის გამო

ნახ. 182. თხელსაფარიანი და შიშველი ელექტროდების მოძრაობა.

შედულებისას დიდი შიგა ძაბვებია ვითარდება და ჩნდება ბზარები. ამიტომ ხარისხოვანი ნაკერის მისაღებად ღენის ძალა 10—20%-ით ნაკლებია საჭირო ნახშირბადმცირე ფოლადებთან შედარებით, მისართი ლითონი (ელექტროდი) ისეთივე აძლება, როგორც ძირითადი ლითონი სქელი საფარით.

ამომწვარი მალეგირებელი ელემენტების შესავსებად მათ განსაზღვრულ რაოდენობას საფარის შრეში უმატებენ. უუანჯავი და მანჯანუშუხვი ფოლადების შედუღებასათვის რეკომენდებულია მუდმივი ღენის გამოყენება. შენადული ნაკეთების შიგა ძაბვების მოსახსნელად და სტრუქტურის გასათანაბრებლად მათ თერმულად დაამუშავებენ (1160°-მდე გახურებით და სწრაფი გაცივებით).

თუჯის ელექტრორკალური შედუღება ლითონის ან ნახშირის ელექტროდით ხდება. ლითონის ელექტროდით შედუღება თუჯის 500—600°-მდე გახურებით (ე. წ. ცხელი შედუღება) ან გაუხურებლად (ე. წ. ცივი შედუღება) წარმოებს.

ცხელი შედუღებისას ხშირად მუდმივ ღენს იყენებენ, ელექტროდებად ხმარობენ 8—12 მმ დიამეტრის თუჯის ღეროებს. რომელთა შედგენილობა ისეთივეა, როგორც თუჯის აირული შედუღებისას; შედუღების შემდეგ ნაკეთს ნელა აცივებენ, რის შედეგად, ცივ შედუღებასთან შედარებით მაღალხარისხოვანი ნაკერი მიიღება. ცივი შედუღებისას 3—4 მმ დიამეტრის ნახშირბადმცირე ფოლადის ელექტროდები იხმარება; შედუღებას ცალკეულ უბნებად

დაყოვნებით აწარმოებენ და შედუღების დამთავრების შემდეგ შენადულ ნაქერს ნელა აციევენ.

ნახშირის ელექტროდებით თუჯს ცხლად შეადუღებენ, რომლის დროსაც მუდმივ დენს იყენებენ. შედუღების ამ საბუხს მიმართავენ მაშინ, როცა შედუღებისათვის მისართი ლითონი არ არის საჭირო.

ფერადი ლითონების რკალური შედუღებისას, მათი მაღალი სითბოგამტარობის გამო, დენის მაღალი ძალა და ძაბვა გამოიყენება.

სპილენძის შედუღებას მდნობის შრის ქვეშ ლითონის ელექტროდით აწარმოებენ, რომლის დროსაც ნაქერის მაღალი ხარისხი მიიღება. მდნობის შედგენილობაა: 30 — 33 % CaF_2 ; 20 — 25 % SiO_2 ; 11 % MgO ; 15 — 20 % Al_2O_3 . სპილენძის შედუღება მდნობის შრის ქვეშ შეიძლება ნახშირის ელექტროდითაც, მხოლოდ ამ შემთხვევაში მწარმოებლურობა დაბალია ნახშირის ელექტროდით სპილენძის შედუღებას ღია რკალითაც აწარმოებენ, რომლის დროსაც მისართ ლითონად ხმარობენ ფოსფორიან ბრინჯაოს (8 — 10 % კალა, 0,14 %-მდე ფოსფორი, დანარჩენი სპილენძი).

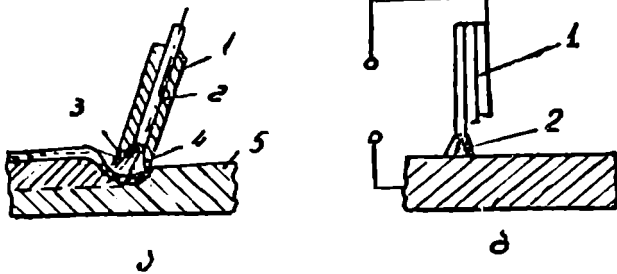
თითბრისა და ბრინჯაოს შედუღება ძირითადად აირით წარმოებს.

ალუმინის შედუღება შეიძლება როგორც ნახშირის, ისე ლითონის ელექტროდით, რომლის დროსაც მისართი ლითონი და მდნობი ისეთივეა, როგორც აირული შედუღების დროს. ლითონის ელექტროდით შედუღებისას იყენებენ სპეციალურ საგოზავ მასალას (კრიოლიტი 35 %, ქლოროვანი კალიუმი 50 % ქლოროვანი ნატრიუმი 15 %).

§ 120. ხელით რკალური შედუღების პროგრესული მეთოდი

გარდა ზემოთ განხილული ხელით რკალური შედუღების ჩვეულებრივი მეთოდისა, წარმოებაში იყენებენ აგრეთვე ხელით რკალური შედუღების პროგრესულ მეთოდებს; ასეთებია, მაგალითად: ნახევრად დახურული რკალით ღრმა ჩადნობით, ელექტროდენის კონით, სამფაზიანი დენით და ელექტროწიფური შედუღებები.

ნახევრად დახურული რკალით ღრმა ჩადნობით შედუღებისას ელექტროდის (ნახ. 183 ა). საფარად 2 იყენებენ ძნელად დნობად საგოზავ მასალას, რომელიც რკალის წარმოქმნისას ელექტროდზე გვიან დნება. ღეროს ბოლოზე წარმოქმნება 4 მმ სიგრძის წინაფრა 4, რითაც რკალი 3 პერის ყანგბადისა და აზოტი მოქმედებისაგან ნახევრად დაფარულია. გარდა ამისა, შედუღებისას წინაფრა ყოველთვის შეხებაშია შესადუღებელ ზედაპირთან და უზრუნველყოფილია რკალის მუდმივი სიგრძე.

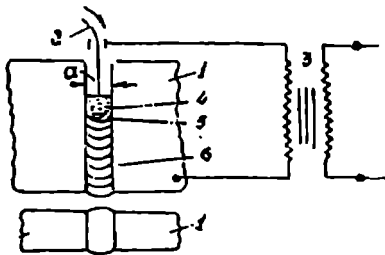


ნახ. 183. ა. ნახევრად დახურული რკალით ღრმა ჩანობით შედუღება; ბ. ელექტროდების კონით შედუღება.

ელექტროდების კონით შედუღების დროს (ნახ. 183, ბ) ელექტროდის დამკერში რამდენიმე ელექტროდს 1 აყენებენ. დენის გაშვების შემდეგ რკალი 2 ხან ერთ, ხან მეორე ელექტროდის ბოლოზე წარმოიქმნება, დანარჩენი ელექტროდები კი ამ დროს ხურდება. ამ მეთოდის დროს რკალის გამოყენების კოეფიციენტი მაღალია და შედუღების მწარმოებლურობა დიდია.

სამფაზიანი დენით შედუღების დროს ერთი ფაზა უერთდება შესადუღებელ ლითონს, ხოლო მეორე და მესამე ფაზებზე ელექტროდებს აერთებენ. ამრიგად, რკალი წარმოიქმნება როგორც ელექტროდებსა და ძირითად ლითონს შორის, ისე თვით ელექტროდებს შორისაც, ე. ი. სულ სამი რკალია, რაც 2—3-ჯერ აღიძვებს შედუღების მწარმოებლურობას.

ელექტროწიღური შედუღება. ელექტროწიღური შედუღების პროცესის არსი მდგომარეობს გამდნარ წიდაში (მდნობში) გატარებულ ელექტროდენით გამოყოფილი სითბოს საშუალებით ელექტროდისა და ფუძე ლითონის ნაწიბურების გადნობისა და გამყარების შედეგად მტკიცე ნაკერის წარმოქმნაში (ნახ. 184).



ნახ. 184. ელექტროწიღური შედუღებას სქემა.

ამ ხერხით შედუღების დროს შესადუღებელი ფურცლების 1 (ფილები) ვერტიკალურად დაყენება ჰდება $a = 50 - 70$ მმ ღრეჩოს წარმოქმნით. მაშინ იყრება სპეციალური მდნობი 50—70 მმ სისქით. დენის გატარებისას საყრდენ ფილასთან მიღებული რკალით მდნობი დნება და წარმოიქმნება წილის აბაზანა, 4, რომელსაც გააჩნია დიდი ელ-

ელექტროწინალობა. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს დაახლოებით 2000°C ტემპერატურას, რაც იწვევს ელექტროლისა 2 და შესაძლებელი ნაწილების ზედაპირების გადნობის შედეგად წილის აბაზანის 4 ქვეშ ლითონისა აბაზანის 5, ხოლო მისი გამყარების შედეგად მტკიცე ნაკერის 6 წარმოქმნას.

ელექტროწიდური შედუღება შესაძლებლობას იძლევა ერთი ელექტროდით და ერთი გავლით შედუღდეს 100 — 120 მმ სისქის ლითონი, ხოლო რამდენიმე ელექტროდის გამოყენებით კი შესაძლებელია ნებისმიერი სისქის ლითონის შედუღება, რაც მას ანიჭებს უპირატესობას სხვა მეთოდებთან შედარებით. გარდა ამისა, ელექტროწიდური შედუღება უზრუნველყოფს დიდ მწარმოებლობას, ნაკერის მაღალ ხარისხს, ამკირებს შრომატევადობას და შედუღების ღირებულებას.

ელექტროწიდური შედუღების აგრეგატები სხვადასხვა კონსტრუქციისაა. ელექტროწიდური შედუღება გამოიყენება სქელკედლიანი ნაკეთობების შესადუღებლად და აგრეთვე სამუშაო ზედაპირზე სპეციალური თვისებების სხვადასხვა შენადნობების დადუღებისათვის.

§ 121. ნაღვლიანის ახალი მეთოდები

თანამედროვე ტექნიკაში სულ უფრო ფართო გამოყენებას ძიენს შედუღების ისეთი მეთოდები, როგორცაა ელექტრონსხივური შედუღება, ფოტონური შედუღება, პლაზმური შედუღება და კრა, ლაზერით შედუღება, დიფუზიური შედუღება ვაკუუმში. ულტრაბგერითი შედუღება, ინდუქციური შედუღება და სხვ.

ელექტრონსხივური შედუღების დროს ლითონის გახურება ხდება სწრაფმოდრავი ელექტრონების ნაკად-სხივით. ნაკეთობის ზედაპირზე დაცემისას ელექტრონები აძლევენ თავის კინეტიკურ ენერგიას, გარდაიქმნება იგი სითბურში და ახურებენ ლითონს. პროცესი ხდება ვაკუუმში, ტემპერატურა დაბომბვის ადგილას აღწევს 5000 — 6000°C, რაც საკმარისია ლითონების სითბური დამუშავებისათვის (დნობით შედუღება, აორთქლება, კრა, ბურღვა და სხვ.).

ელექტრონსხივური შედუღების უპირატესობაა: ლითონის დნობაზე დახარჯული ენერგიის დიდი სიმკირე (მაგალითად, არგონრკალური შედუღების დროს საჭიროა 3 კკალ/სმ, ხოლო ელექტრონსხივურისას 0,2 — 0,25 კკალ/სმ).

ელექტრონსხივური შედუღება საშუალებას იძლევა შედუღდეს ძნელადდნობადი შენადნობები სტრუქტურის შეუცვლელად, სხვა-

დასხვაგვარი ლითონები (მაგალითად, ალუმინი და სპილენძი, სპ. ლენძი და ფოლადი და სხვ.).

ფოტონური (სინათლით) შედუღებისას ლათონის ნაწილებს შეერთება ხდება ფოკუსირებული სინათლის სხივით. ეს მიიღწევა როგორც ელექტრორკალის სხივის, ისე მზის სხივის ფოკუსირების საშუალებით.

პლაზმური შედუღების დროს ენერჯის ძირითადი წყარო პლაზმაა, რომელიც წარმოადგენს დაიონებულ გახურებულ აირს, (მაგალითად, არგონისა და ჰელიუმის ნარევის). პლაზმაში არსებული ელექტრული მუხტების გამო იგი არის მგრძობიარე ელექტრული ველების მოქმედებისადმი, რის შემდეგაც ტემპერატურა შეიძლება მასში აიწიოს 2000—3000°C-მდე. პლაზმის ჰველი ისეთივეა, როგორც აირული შედუღების დროს, მხოლოდ ხასიათდება მაღალი ტემპერატურით. პლაზმით შეიძლება როგორც ლითონების, ისე არალითონების შედუღება, ჭრა, თერმული დამუშავება.

ლაზერით შედუღებისას სითბოს წყაროდ იყენებენ მძლავრ ოპტიკურ კვანთურ გენერატორებს, ე. წ. ლაზერებს.

ლაზერები ახლა უზრუნველყოფენ სინათლის ისეთ სიმძლავრეს, რომელიც საკმარისია ნებისმიერი ლითონის გადნობისა და ადუღებისათვის ლაზერის უპირატესობაა მასალების დამუშავების შესაძლებლობა ნებისმიერ გარემოში (ვაკუუმში, ინერტულ აირებში, ჰაერში). სარკით ან ლინზით სხივების გარდატეხის შესაძლებლობის გამო შეიძლება მისი მართვა ნაკეთობის ძნელმისადგომ ადგილებში.

ლაზერის სხივი გამოიყენება ხელსაწყოთმშენებლობაში მცირე ზომის (მილიმეტრის მეთადი სისქის) დეტალების შესადუღებლად და დასამუშავებლად.

ულტრაბგერითი შედუღება გამოიყენება ფოლადის და ფერადი ლითონების ფურცლების შესადუღებლად. ამისათვის შესადუღებელ ფურცლებს აუცილებლობენ, ერთიმეორეს აფენენ, ათავსებენ მასიურ ქვესადებზე და გარკვეული ძალით აჭერენ ვიბრატორს. ეს უკანასკნელი ერთ-ერთ 1—2 მმ სისქის თხელ ფურცელს (მეორეს სისქე ნებისმიერია) ანიჭებს რხევას (15—20 კპ), შეხების არეში ხაჭუნის შედეგად გამოყოფილი სითბო ლითონის ზედაპირებს ახურებს პლასტიკურ მდგომარეობამდე, ხოლო მექანიკური დაწოლა კი ვურცლების ზედაპირებს ახლოვებს ატომთაშორის მიზიდულობის არემდე, და წარმოიქმნება ელექტროკონტაქტურ შედუღებასთან შედარებით უფრო მტკიცე ნაკერი. ულტრაბგერითი შედუღების ხანგრძლივობა სპეციალურ დანადგარზე 1—3 წმ აღწევს.

დიფუზური შედუღება ვაკუუმში. ამ დროს ნაკერი წარმოიქმნება ვაკუუმში ერთიმეორეზე დაწნეულ მყარი მასალების შეხების ზედაპირების ატომების ურთიერთდიფუზიის შედეგად. ვაკუუმში ახურებენ შესაერთებელი წყვილიდან დაბალი დნობის ტემპერატურის მქონე მასალის რეკრისტალიზაციის ტემპერატურაზე უფრო მეტად. გახურების შემდეგ ხდება შესადუღებელი მასალების ერთიმეორეზე დაწნევა ($0,1 - 2$ კგ/სმ² ძალით). დიფუზიის პროცესი რამდენიმედან ათეულ წუთამდე გრძელდება.

დიფუზური შედუღების უპირატესობაა, რომ შეიძლება სხვადასხვა თვისებების მქონე მასალების შეერთება (ფოლადი ალუმინთან, თუჩთან, ვოლფრამთან, ტიტანთან; ვერცხლი უჯანგავ ფოლადთან და ა. შ.); შეერთების ზედაპირების ფორმა დასაშვებია ნაირგვარი. ნაკერი მიიღება სუფთა, რის გამო იგი გაწმენდას არ საჭიროებს.

დიფუზური შედუღება გამოიყენება ელექტრონულ ტექნიკაში, რადიოელექტრონიკაში, ხელსაწყოთმშენებლობაში და მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში.

აფეთქების შედეგების თავისებურება ეს არის, რომ ლითონების შედუღებისას გამოიყენება დარტყმის ენერგია, რაც ხორციელდება ერთ-ერთ შესადუღებელ ფირფიტაზე მოთავსებული ასაფეთქებელი ნივთიერების აფეთქების საშუალებით. აფეთქების შემდეგ ფირფიტის მოძრაობის სიჩქარე მეორის მიმართ შეადგენს $1,5 - 2$ კმ/წმ. დარტყმის შედეგად ფურცლების ზედაპირები ერთიმეორეს უახლოვდებიან ატომთშორის მიზიდულობის არემდე და შეერთება ხდება მათი შეხების მთელ ფართობზე.

აფეთქებით შედუღების პროცესების ხანგრძლივობა არ აღემატება რამდენიმე მიკროწამს, რის გამო დიფუზიას ადგრლი არა აქვს შუალედურ ქიმიურ ნაერთების ან შუალედური სტრუქტურების წარმოქმნისას.

აფეთქებით შედუღების გამოყენება შეიძლება ბიმეტალის დასამზადებლად, მიტყეცვისათვის, გაცვეთილი ზედაპირების აღდგენისათვის და სხვ.

ხახუნით შედუღების დროს შეერთების ადგილის ზედაპირებს გახურება პლასტიკურ მდგომარეობამდე ხდება შესაერთებელი ზედაპირების ერთიმეორის მიმართ გადაადგილებით ხახუნის შედეგად გამოყოფილი სითბოთი. საჭირო ტემპერატურამდე გახურების შემდეგ ხახუნი წყდება და ხდება ერთიმეორეზე დაწნევა. ხახუნით შეიძლება როგორც ერთგვაროვანი, ისე არაერთგვაროვანი ლითონების შედუღება. ხახუნით შედუღების ღირსებაა: საშემდუღებლო მანქანების მცირე კუთრი სიმძლავრე, დამზადების და ექსპლუატაციის სიმარტივე, გახურების ზონის სიმცირე.

ხახუნით შედუღებას იყენებენ შედგენილი მკრელი იარაღების, ლიწეებისა და ა. შ. დასამზადებლად.

ცივი შედუღება სრულდება მხოლოდ წნევით, გახურების გარეშე და გამოიყენება პლასტიკური ლითონების (ალუმინი, სპილენძი და სხვ). შესადუღებლად პირგადადებულ ლითონებზე ცალკეულ ადგილებში დაწნევას წინებებზე აწარმოებენ და მიიღება ნაკერი წერტილებში.

§ 122. ლითონების ელექტროკალური პრა

ლითონების ელექტროკალური პრის დროს რკალის საშუალებით გადასაქრელი ადგილი გადნობამდე ხურდება და თხევადი ლითონი წვეთებად ქვემოთ ჩაედინება. თხევადი ლითონის უკეთესად ჩასადენად პრის ადგილს შვეულად ან დახრილად აყენებენ. ზოგჯერ კი თხევადი ლითონის უფრო სწრაფად მოსაცლელად ხდება შეკუმშული ჰაერის ბერვა.

რკალური პრით შეიძლება როგორც ფოლადების, ისე თუჩისა და ფერადი ლითონების პრა. რკალური პრის ნაკლი ის არის, რომ იგი ხასიათდება განიერი გადაპრის ადგილით, პრის კიდეების უსწორმასწორობით. ამიტომ რკალურ პრას იყენებენ მაშინ, როცა სათანადო მოწყობილობის უქონლობის გამო აირული პრის შესაძლებლობა არ არის.

რკალური პრა შეიძლება როგორც ნახშირის, ისე ლითონის ელექტროდებით.

ნახშირის ელექტროდებით რკალური პრისათვის მუდმივ დენს იყენებენ; ეს მეთოდი ხასიათდება პრის ზედაპირის უსწორმასწორობით და გადაპრის ადგილის დიდი სიგანით. რის გამო მას ძველი კონსტირუქციებისა და ჯართის დასაქრელად. აგრეთვე ფოლადების სხმულებიდან დანამატების, სასხმებისა და სასულეების მოსაქრელად იყენებენ.

ლითონის ელექტროდებით რკალური პრის დროს იყენებენ ცვლად დენს; გადაპრის ადგილი უფრო სუფთა მიიღება. უფრო ხშირად იყენებენ თხელი — 20 მმ-მდე სისქის ფურცლების გადასაქრელად. ეს მეთოდი ლითონის ელექტროდების დიდი ხარჯით ხასიათდება.

ასლა ფართოდ ვრცელდება ლითონების პრა რკალისა და შეკუმშული ჰაერის საშუალებით, რომელიც ეგრეთ წოდებული ჰაერ-რკალური პრის სახელწოდებით არის ცნობილი.

ჰაერკალური ჰრის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ გადაჰრის ავცილზე ლითონს ადნობენ ელექტრორკალით და გადნობილ ლითონს ჰაერის ჰველით აცილებენ.

ჰაერკალური ჰრისათვის მუდმივ დენს იყენებენ, ელექტროდები ნახშირის ან გრაფიტისაა. ჰაერის წნევა 4 ატმოსფეროზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ჰრას სპეციალური ჰაერკალური საჰრელის საშუალებით აწარმოებენ.

ჰაერკალურ ჰრას იყენებენ როგორც გადაჰრის, ისე შედუღების ადგილას ჰიმების (წიბოების) აცილის სამუშაოების შესასრულებლად. ჰაერკალური ჰრა, ჟანგბად-აეტილენის ალით ჰრასთან შედარებით, უფრო ეკონომიურია, რადგან თავიდან აცილებულია დეფიციტური აეტილენისა და ჟანგბადის საჰიროება, მწარმოებლურობითაც არ ჩამოუვარდება მას და მასთან, თითქმის, ყველა ლითონისა და შენადნობის გადაჰრის საშუალებას იძლევა.

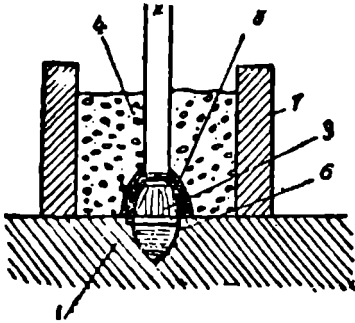
წყალში ჩაძირული სხეუდასხვა კონსტრუქციის (მაგალითად, გემების) ამოღების გასაადვილებლად მათ რკალურ ჰრას აწარმოებენ, წყალში რკალური ჰრის არსი ისეთივეა, როგორც ჰაერზე ჰალოდ იმ განსხვავებით, რომ აქ ლითონის ან ნახშირის ელექტროდებს ფარავენ 1 მმ სისჰის წყალშეუღწევი საგოზი შრით, ელექტრორკალში ჟანგბადის აწვდიან და დენის ძალა 20 — 25 %-ით მეტია საჰირო ჰაერზე რკალურ ჰრასთან შედარებით.

§ 128. ლითონების რკალური შედუღება დამცველ ბარამოში

ზემოთ განხილული რკალური შედუღების შემთხვევაში რკალი და შედუღების ადგილი არ არის დაცული ჰაერის ჟანგბადისა და აზოტის მოჰმედებისაგან, რაც შედუღების ხარისხზე უარყოფითად მოჰმედებს.

არსებობს რკალური შედუღების ისეთი მეთოდიც, როდესაც ელექტრორკალი და შედუღების ადგილი (თხევადი აბაზანა) დაცულია ჰაერისაგან. ასეთ შედუღებას ეწოდება რკალური შედუღება დამცველ გარემოში.

დამცველ გარემოდ იყენებენ სპეციალურ მდნობებს ან აირებს. 185-ე ნახაზზე ნაჩვენებია მდნობის ჰვემ რკალური შედუღების სჰემა, საიდანაც ჩანს, რომ ელექტროდსა 2 და შესადუღებელ ლითონებს 1 შორის წარმოჰმნილი ელექტრორკალი 3 მდნობის 4 არეში იმყოფება. რკალის მიერ გამოყოფილი სითბოს საშუალებით დნება მდნობის ჰვედა შრე 5, რომელიც თანაბრად იფარავს რკალსა და თხევად აბაზანას 6 ჰაერისაგან. ასეთი შედუღების შედეგად მიიღება მაღალხარისხოვანი ნაკერი.



ნახ. 185. მანობის ჰელმ რკალური შედუღების სქემა.

შედუღების სახეს, რომლის დროსაც ელექტრორკალთან ერთად აირებსაც იყენებენ, აირელექტრული შედუღება ეწოდება. აირელექტრული შედუღებისას აირები რკალისა და შედუღების ადგილის ირგვლივ ჰაერის მოქმედებისაგან დამცველ ატმოსფეროს ქმნის.

ლითონების აირელექტრული. ანუ დამცველი აირების ატმოსფეროში შედუღების იდეა ნ. ბენარდოსმა წამოაყენა. აირელექტრული

შედუღებისას დამცველ აირებად იყენებენ: ინერტულ აირებს (არგონს, ჰელიუმს) ან რკინისა და სხვა ლითონების ჟანგეულების აღმდგენ აირებს (წყალბადს, მეთანს, ნახშირჟანგს და სხვ.). ამათგან ყველაზე მეტადაა გამოყენებული არგონი და წყალბადი.

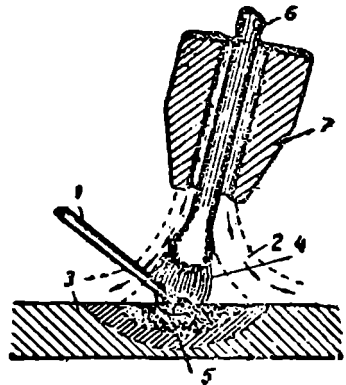
ა) არგონრკალური შედუღება

არგონრკალური შედუღებისას (ნახ. 186) არგონის ჰაელს 2 ბუნიკიდან 7 ვოლფრამის ელექტროდსა 6 და შესადუღებელ ლითონს 3 შორის წარმოქმნილ რკალში უშვებენ; რკალის არეში ათავსებენ მისართ ლითონს 1, რომელიც ძირითადი ლითონის ღეროს წარმოადგემს.

არგონრკალური შედუღებით 5 მმ-მდე სისქის ფურცლების შედუღებას აწარმოებენ.

შედუღების ამ სახის მწარმოებლურობა მაღალია, მისი გამოყენებით აცილებულია მდნობების საჭიროება, შედუღების პროცესი მარტივია. ადვილია მისი ავტომატიზება და ნაკეთის დაბრეცა არ ხდება.

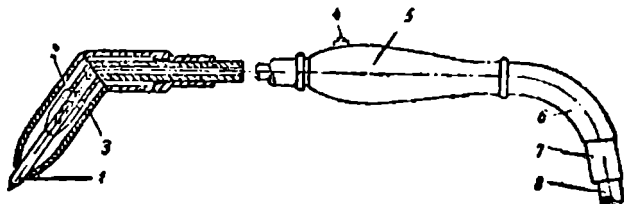
იმის გამო, რომ ასეთი შედუღების ღირებულება შედარებით მაღალია, ამ მეთოდით ისეთი ლითონების შედუღებას აწარმოებენ, რომელთა შედუღება სხვა მეთოდებით ცუდად ხდება, ასეთებია, მაგალითად, ალუმინი, მაგნიუმი, სპილენძი და მათი შენადნობები, უჟანგავი ფოლადები, მხურვალმტკიცე ფოლადები და სხვ.



ნახ. 186. არგონრკალური შედუღების სქემა.

არგონრკალური შედუღების აპარატურა. რადგან ასეთი შედუღებისათვის იყენებენ როგორც მუდმივ, ისე ცვლად ღენს, ამიტომ ღენის წყაროდ, შესაბამისად, მუდმივი ღენის მანქანებს და საშემდუღებლო ტრანსფორმატორებს იყენებენ.

შედუღების ადგილზე არგონს აწვდიან ბალონებით, რომლებშიც წნევა 150 ატმ აღწევს. ბალონიდან რელექტორისა და აირის ხარჯსაზომის გავლით, შლანგის საშუალებით, არგონი ხვდება ზეპეციალურ ელექტროდის საჭერელაში, ანუ არგონრკალური შედუღების სანთურში (ნახ. 187).



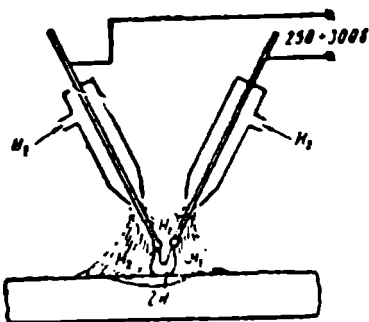
ნახ. 187. არგონრკალური შედუღების სანთურის სახე: 1 — ვოლფრამის ელექტროდი; 2 — აირის შესასვლელი; 3 — ელექტროდის მოშვერი; 4 — განხვავებული მილი; 5 — სახელურა; 6 — განმამხოლოებელი; 7 — ღენის სადენი; 8 — აირის მიმყვანი.

ახლა ჩვენს წარმოებაში გავრცელებულა ნახშირმკაევა აირის დამცველ გარემოში შედუღება, რომელიც არგონრკალურ შედუღებასთან შედარებით მცირე ღირებულებით ხასიათდება და 2,5-ჯერ მეტი მწარმოებლურობა აქვს რკალურ შედუღებასთან შედარებით.

ბ) ატომწყალბადური შედუღება

ატომწყალბადური შედუღების ვოლფრამის ორ ელექტროდს შორის წარმოქმნილ რკალს მოლეკულური წყალბადის (H_2) ჭავლით ფარავენ (ნახ. 188), რკალის მაღალი ტემპერატურის გამო მოლეკულური წყალბადი ატომურ წყალბადად ($2H$) გარდაიქცევა, რის დროსაც რკალიდან შთანთქავს სითბოს დიდ რაოდენობას. ატომური წყალბადი შესადუღებელი ლითონის ზედაპირთან შეხებისას ისევ მოლეკულურ წყალ-

არსი იმაში მდგომარეობს, რომ



ნახ. 188. ატომწყალბადური შედუღების სქემა.

ბადად გარდაიქცევა, რის დროსაც გამოყოფს რკალისაგან შექმნილი სითბოს დიდ რაოდენობას. გამოყოფილ სითბოს ემატება აგრეთვე წყალბადის წვის შედეგად მიღებული სითბო, რის შედეგადაც ალის ტემპერატურა დაახლოებით 3700° აღწევს.

ატომწყალბადური შედელების დადებითი მხარეა შესაძლებელი ნაწილების მაღალ ტემპერატურაზე გახურების შესაძლებლობა და აგრეთვე ის, რომ შესაძლებელი აღგლის ირგვლივ შემოვლებული წყალბადის აირი იცავს თხევად ლითონს ჰაერის ენგბადისა და აზოტის ზემოქმედებისაგან.

ატომწყალბადური შედელების უარყოფითი მხარეა: რკალის წარმოქმნისათვის დენის მაღალი ძაბვის (200—300 ვ) საჭიროება, რაც საშიშია შემდგომებისათვის, და აგრეთვე მოწყობილობის სირთულე და სიძვირე. ამიტომ შედელების ეს სახე ფართოდ ვერ გავრცელდა.

ატომწყალბადურ შედელებას იყენებენ ლეგირებული ფოლადების, ალუმინის შენადნობებისა და სხვა ლითონების ჰერმეტიკული და მტკიცე ნაქერების მისაღებად.

აირელექტრული შედელება აირულ და ელექტრორკალურ შედელებათა შეერთებას წარმოადგენს. შედელების ამ სახეს ჩვენთან თითქმის არ იყენებენ.

§ 125. ავტომატური რკალური შედელება

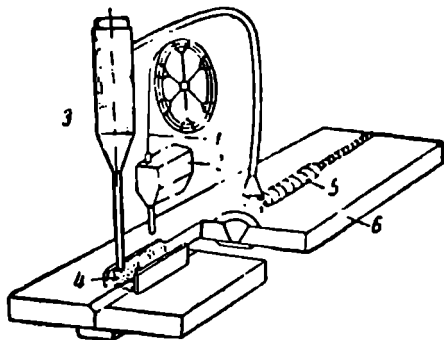
ხელით რკალური შედელებისას ელექტროდის ღერძის გასწვრივ და ნაქერის გრძივად და განივად ელექტროდის გადაადგილებას მუშა აწარმოებს, რის გამოც ასეთი შედელება მცირე მწარმოებლურობის და ნაქერის ხარისხის არათანაბრობით ხასიათდება. ნაქერის ხარისხი განსაკუთრებით დაბალია მაშინ, თუ შესაძლებელი ფურცლის სისქე 2 მმ-ზე მცირეა, ხოლო მწარმოებლურობა მცირეა მაშინ, თუ შესაძლებელი ფურცლის სისქე 40 მმ-ს აღემატება.

ავტომატური რკალური შედელებისას ელექტროდის ღერძის გასწვრივ და ნაქერის განივად ელექტროდის მოძრაობა და ელექტროდის ან შესაძლებელი ლითონის ნაქერის გრძივად გადაადგილება მექანიზებულია, რის გამოც ხელით შედელების ნაკლოვანებები აცილებულია. კერძოდ ავტომატური ღია რკალით შედელების შემთხვევაში, ხელით შედელებასთან შედარებით, მწარმოებლურობა 2 — 3-ჯერ მეტია, ხოლო ავტომატური მდნობით რკალის დაცვის შემთხვევაში — 5 — 10 და მეტჯერ. რაც შეეხება ნაქერის ხარისხს, იგი ავტომატური შედელების დროს გაცილებით მაღალია.

ავტომატური რკალური შედუღების იდეა პირველად მოგვცეს ნ. ბენარდოსმა და ნ. სლავიანოვმა. მათვე გამოიგონეს მსოფლიოში პირველი ღია რკალური შედუღების ავტომატები და ნახევრად ავტომატები. მათ მიერვე იქნა წამოყენებული აგრეთვე მდნობის ქვეშ ავტომატური რკალური შედუღების იდეა, რომლის საფუძველზედაც განავითარეს და მოული რაგი ორიგინალური კონსტრუქციები შექმნეს დ. დულჩევსკიმ და უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის ელექტრო-შედუღების ინსტიტუტის კოლექტივმა აკადემიკოს ე. პატონის ხელმძღვანელობით.

ავტომატური ღია რკალით შედუღება ვერ გავრცელდა დაბალი მწარმოებლურობისა და კონსტრუქციის სირთულას გამო. უფრო, ფართო გავრცელება მიიღო მდნობით დაცულკარიანმა შედუღების ავტომატებმა, რომელთაგან ერთ-ერთის მუშაობის სქემა მოცემულია 189-ე ნახაზზე.

ელექტროდი მავთულის სახით 1 თავიდან 2 შედუღების ადგილზე ავტომატურად მიეწოდება. ამავე ადგილზე აწვდიან აგრეთვე მდნობს 4 ხვიშირის 3 საშუალებით. დენის გაშვებისას ელექტროდსა და ფუძე ლითონს 6 შორის წარმოიქმნება რკალი, რომელიც მდნობშია მოთავსებული. ნაკერის მისაღებად ავტომატური თავის ან ნაკეთის



ნახ. 189. მდნობით დაცულკალიანა ავტომატის მუშაობის სქემა.

გადაადგილება სპეციალური ავტომატური მექანიზმის საშუალებით ხდება. საშემდუღებლო თავთან ერთად ადგილს იცვლის ხვიშირაც, რაც მისაღები ნაკერის მთელ სიგრძეზე მდნობის დაფენას უზრუნველყოფს. მდნობის ნაწილი რკალის ზემოქმედებით დნება, რომელიც გაცივებისას ნაკერზე წილის ქერქს წარმოქმნის. ეს უკანასკნელი ნაკერს სწრაფი გაცივებისაგან იცავს და შემდეგ ადვილად ეცლება. დარჩენილი ფხვიერი მდნობი კი ხვიშირაში შემწოვი მილის საშუალებით იშეიწოვება.

ასეთი შედუღება საათში 100 მ-მდე სიგრძის ნაკერის მიღების საშუალებას იძლევა. შედუღების ამ მეთოდით 1-დან 250 მმ-მდე სისქის ლითონების შედუღება შეიძლება და ძირითადად გრძელი ნაკერების მისაღებად მიმართავენ.

გარდა განხილული სახის ავტომატებისა, იყენებენ აგრეთვე ნი-
ხეჯრად ავტომატებს, რომლებიც მრუდხაზოვანი ნაკერების მიღების
საშუალებას იძლევიან.

ავტომატური შედუღების დროს ელექტროდებად იყენებენ მანგა-
ნუმიანი, სილიციუმიანი და ნახშირბადმცირე ფოლალებისაგან დამ-
ზადებულ 2 — 10 მმ დიამეტრის მათულებს.

ავტომატური რკალური შედუღების დროს იყენებენ სხვადასხვა
მდნობის ფხენილებს; მდნობის შედგენილობა დამოკიდებულია ელექ-
ტროდის მასალაზე. ნახშირბადმცირე ელექტროდების ხმარებისას
უფრო ხშირად იყენებენ OCH-45 მარკის მდნობს, რომელიც 43 —
48 % Mn(), 38,5 — 43,5 % SiO₂, 9 — 10 %, CaF₂ და 3 — 5 % მი-
ნარევებს შეიცავს.

ავტომატური რკალური შედუღების ტექნიკა. ავტომატური რკა-
ლური შედუღების დროს შესაღუღებელი ადგილები, ხელით შედუ-
ღებასთან შედარებით, მეტ მომზადებას მოითხოვს. საჭიროა შესა-
ღუღებელი ადგილების კარგად გაწმენდა და ნაწიბურების თანაბარ
წაკვეთა ელექტროდის ბოლოსა და ძირითად ლითონს შორის დამო-
რების მუდმივობის შესანარჩუნებლად. ნაწიბურების წაკვეთას სქელი
მასალების შედუღების დროს მიმართავენ, რადგან ავტომატური შე-
დუღების დროს ძირითადი ლითონი 20 მმ-მდე სიღრმეზე დნება (ხე-
ლით რკალური შედუღების დროს ძირითადი მასალა 2 — 6 მმ სიღ-
რმეზე დნება). ამიტომ ნაწიბურების წაკვეთა 6 მმ-ზე მეტი სისქის
მასალების შედუღების სისქის მასალების შედუღების დროს ხდება.

XXIX თავი

ელექტროკონტაქტური შედუღება

§ 126. ზოგადი ცნობები

კონტაქტური შედუღება ელექტროშედუღების
ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შედუღება ხდება
შესაღუღებელი დეტალების კონტაქტის არეში
დენის გავლით გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე. და
შესაღუღებელ ლითონებზე მექანიკური დაწოლის
საშუალებით. შედუღების ამ სახეს ელექტრომექანიკურ შედუ-
ღებასაც უწოდებენ.

შესაღუღებელი ლითონების კონტაქტის ადგილას გამოყოფილი

სითბოს რაოდენობა განისაზღვრება ჯოულ-ლენცის კანონის მიხედვით, რომელიც გამოისახება შემდეგი ფორმულით:

$$Q = 0,24 I^2 R t,$$

სადაც Q არის გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, მცირე კალ;

I — დენის ძალა, ამპ;

R — შედუღების ადგილას კონტაქტის წინაღობა, ომი;

t — დენის გავლის დრო, წმ.

კონტაქტური შედუღების დადებითი მხარე ისაა, რომ შედუღება წარმოებს მისართი ლითონის გარეშე, მიიღება მაღალხარისხოვანი ნაკერი, შედუღების პროცესი მექანიზებულია და დიდმწარმოებლობით ხასიათდება, რის გამო შედუღების ამ სახეს სერიულ და მასობრივ წარმოებაში იყენებენ.

კონტაქტური შედუღება ფართოდაა გამოყენებული თვითმფრინავთშენებლობაში, საავტოტრაქტორო მრეწველობაში. საირაკლო წარმოებაში და სხვ.

ასხვაევენ კონტაქტური შედუღების ხამ სახეს: წერტილოვან, გორგოლაჭოვან და პირაპირ შედუღებას.

§ 187. წერტილოვანი შედუღება

წერტილოვანი შედუღება ელექტროკონტაქტური შედუღების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც პირგადადებით შეერთება შესაძლებელი ლითონების შეხების ფართობის ცალკეულ წერტილებში შედუღებით ხორციელდება.

წერტილოვანი შედუღებისათვის (ნახ. 190) შესაძლებელ ლითონებს 1 ლეროვან ელექტროდებს 2 შორის ათავსებენ, ელექტროდებით აწვებიან და მათში ტრანსფორმატორის 3 გავლით დიდი ძალის დენს უშვებენ; შედეგად შესაძლებელი ლითონების შეხების წერტილში ლითონის ნაწილები შედუღების ტემპერატურამდე ხურდება და ხდება შედუღება; რის შემდეგაც ჯერ წყვეტენ დენის მიწოდებას, ხოლო შემდეგ — ელექტროდებით დაწოლას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაძლებელ ნაწილებთან ორივე მხრიდან ელექტროდების მიყენება შეუძლებელია, მაშინ ცალმხრივ განლაგებას ახდენენ. ასეთ შედუღებას ცალმხრივ წერტილოვან შედუღებას უწოდებენ.

წერტილოვანი შედუღება გამოიყენება ფურცლოვანი, წნელოვან და პროფილიანი ლითონებს შესადუღებლად. შედუღების ამ სახეს ფართოდ იყენებენ თეთმფრინავმშენებლობასა და საავტოტრაქტორო მრეწველობაში. წერტილოვანი შედუღება ფართო გამოყენებას პოულობს თეთმფრინავის ფუშელაის, ფრთის, კუდასხმულობისა და სხვა აგრეგატების შემონაკერების დასამზადებლად. წერტილოვანი შედუღებით შესაძლებელია თავიდან იქნეს აცილებული მოქლონური შეერთება, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს კვანძების დამზადების ხარჯებს.

წერტილოვანი შედუღებისათვის გამოსაყენებელ ელექტროდებს კარგი ელექტროგატარობა, სიზოგამტარობა და 400°-მდე ტემპერატურის მასლობლობაში სიმტკიცე მოეთხოვება. ელექტროდებს ამზადებენ ვი მარკის შენადნობის (0,7 % Cr, 0,4 % Zn, დანარჩენი სპილენძი) ან MI მარკის სპილენძისაგან. ამათგან უკეთესია პირველი, რადგან მისი მუშაობის ხანგრძლივობა 5 — 6-ჯერ მეტია, ვიდრე სპილენძისა. ელექტროდის სამუშაო ნაწილის (შესადუღებელ ლითონთან შეხების ზედაპირის) დიამეტრი 5 — 14 მმ-ია. ელექტროდების ძლიერი გახურების თავიდან ასაცილებლად მათ წყლით აცივებენ, რის გამოც ისინი ღრუიანი კეთდება.

გარდა ერთწერტილოვანი შედუღების მანქანებისა, არსებობს აგრეთვე მრავალწერტილოვანი შედუღების მანქანები, რომლებზედაც ერთდროულად 50-მდე წერტილში ხდება შედუღება. ერთწერტილოვანი შედუღებას მანქანებით შეიძლება საათში 250-2000 შედუღებული წერტილის მიღება, ხოლო მრავალწერტილოვანზე 10 000 წერტილამდე თანამედროვე წერტილოვანი შედუღების მანქანების სიმძლავრე 5000 კვტ-მდე აღწევს.

§ 128. გორგოლაკოვანი შედუღება

გორგოლაკოვანი შედუღება ელექტროკონტაქტური შედუღების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შედუღება გორგოლაკების გორვის ხაზზე ხდება.

გორგოლაკოვან შედუღებას იყენებენ ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ნაკერს სიმტკიცესთან ერთად მოეთხოვება სიმჭიდროვე; მაგალითად, თეთმფრინავმშენებლობაში შედუღების ამ მეთოდს ავზების, რადიატორებისა და სხვათა შესადუღებლად იყენებენ. გორგოლაკოვანი მეთოდით შეიძლება შედუღება 2 მმ-მდე სისქის ნახშირბადმცირე ფოლადისა, 1,5 მმ-მდე სისქის უჟანგავი ფოლადის ფურცლების, თითბრის, ბრინჯაოსა და ალუმინის შენადნობების ფურცლებისა და სხვა.

გორგოლაქოვანი შედუღებისათვის (ნახ. 191). ელექტროდებად იყენებენ მბრუნავ გორგოლაქებს 2, რომლებიც შესადუღებელ ფურცლებს 1 დენს გადასცემენ, მათზე წნევას ახორციელებენ და ბრუნვითი მოძრაობის შედეგად ამ ფურცლების გადაადგილებასაც უზრუნველყოფენ.

გორგოლაქების დასამზადებლად იყენებენ წერტლოვანი შედუღების ელექტროდების მასალას. გორგოლაქების დიამეტრი დამოკიდებულია შედუღების ხაზის სიგრძეზე და 40-დან 350 მმ-მდე იცვლება, რაც უფრო დიდია გორგოლაქის დიამეტრი, მით უკეთესად ცივდება იგი და ნაკლები ცვეთით ხასიათდება. გორგოლაქის სისქე ლითონთან შეხების ადგილას 4 — 6 მმ შეადგენს. მუშაობის პროცესში გორგოლაქებს წყლით აცივებენ; წყლით გორგოლაქის გაცივება შიგნიდან ან გარედან ხდება.

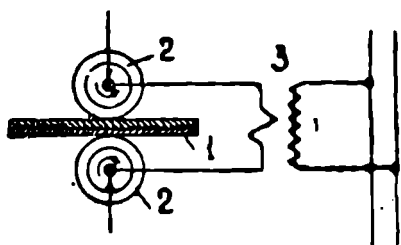
არჩევენ გორგოლაქოვანი შედუღების სამ სახეს: უწყვეტს, წყვეტილსა და ბიჭურს.

უწყვეტი გორგოლაქოვანი შედუღების დროს. შედუღების პროცესი დენის შეუწყვეტლევ წარმოებს და მთელ სიგრძეზე უწყვეტი ხაზოვანი ნაკერი მიიღება.

წყვეტილი გორგოლაქოვანი შედუღებისას განსაზღვრული დროის შუალედებში მბრუნავ ელექტროდებზე დენის მიწოდებას წყვეტენ და მიიღება წყვეტილი ხაზოვანი ნაკერი.

ბიჭური გორგოლაქოვანი შედუღებისას გორგოლაქების ბრუნვა და დენის მიწოდება პერიოდულად ხდება. დენის ჩართვა ხდება გორგოლაქების ბრუნვის შეჩერებისას, ხოლო გამორთვა — მათი ბრუნვის დაწყებისას. გორგოლაქოვანი შედუღებისას შედუღების წერტილების ბიჯის ზომა 1,4-დან 4,5 მმ-მდე იცვლება. ბიჭური შედუღებისას ნაკერი სიმტკიცის მიხედვით მაღალხარისხოვანი მიიღება, ხოლო ნაკერის სისუფთავის მიხედვით, გორგოლაქოვანი შედუღების სხვა სახესთან შედარებით, — დაბალი, დღეისათვის უფრო მეტად იყენებენ გორგოლაქოვანი შედუღების ამ სახეს.

გორგოლაქოვანი შედუღებისათვის იყენებენ АШП-25, МШП-100 — 1 და МШП — 100 — 3 ტიპის მანქანებს, რომელთა ელექტრული სქემა წერტილოვანი შედუღების მანქანებისაგან მექანიკური მექანიზმებით (გორგოლაქების ბრუნვის, დაწოლისა და სხვ.) განსხვავდება.



ნახ. 191. გორგოლაქოვანი შედუღების სქემა.

გორგოლაჟოვანი შედუღების მანქანებზე შედუღების სიჩქარე, 0,5—5 მ-ია წუთში, ხოლო გორგოლაჟების წნევის ძალა 1000 კგ-მდე აღწევს.

§ 120. ელექტროკონტაქტური პირაპირი შედუღება

პირაპირი შედუღება ელექტროკონტაქტური შედუღების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც შედუღება ლითონების ურთიერთშეხების მთელ ფართობზე ხდება.

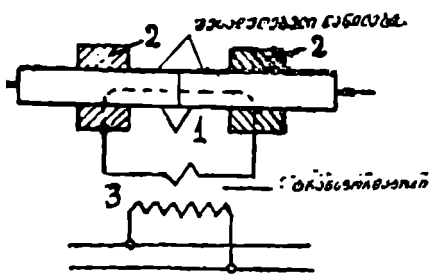
პირაპირი შედუღებას სპეციალურ მანქანებზე ახდენენ.

პირაპირ შედუღებისათვის (ნახ. 192). შესადუღებელ ლითონებს 1 ამაგრებენ სპილენძის მოშპერებში 2, რის შემდეგ ხდება მანქანის სპეციალური მექანიზმის საშუალებით განსაზღვრული დროის განმავლობაში შესადუღებელი ლითონების ურთიერთდაწოლა და მათში დენის გაშვება ტრანსფორმატორის 3 გავლით.

ელექტროკონტაქტური პირაპირი შედუღებით შესაძლებელია სასურველი განივკვეთის მქონე (მრგვალი, კვადრატული, რესები, მილები, კუთხოვანი, ფურცლები და სხვ.). ლითონების შედუღება. საჭიროა, მხოლოდ, რომ შესადუღებელი ლითონების ნაწილებს ჰქონდეთ ერთნაირი მოყვანილობა და განივკვეთის ფართობი. პირაპირ შედუღებით 50 000 მმ² განივკვეთის და 2 მ-მდე სიგრძის მქონე (მაგალითად, ფურცლების შემთხვევაში) ლითონების შედუღებას აწარმოებენ.

არსებობს პირაპირი შედუღების სამი სახე: წინაღობით შედუღება, უწყვეტი დნობით შედუღება და წყვეტილი დნობით შედუღება.

წინაღობით პირაპირი შედუღებისათვის მოშპერებში ჩამაგრებული შესადუღებელი ლითონები ერთმანეთთან მჭიდროდ (6,2 კგ/მმ² წნევის) შეხებაში მოჰყავთ, შემდეგ დენს უშვებენ; შეხების არეში, დიდი ელექტროწინაღობის გამო, შესადუღებელი ლითონების ზედაპირები სწრაფად ხურდება შედუღების ტემპერატურამდე და შემდგომი დაწოლით ხდება მათი ნაწილაკების ურთიერთშორის ჩაჯდომა და შედუღება. პირაპირ შედუღებას იყენებენ ფერადი ლითონებისა და აგრეთვე ნახშირბადმცირე ფოლადების შედუღებისათ-



ნახ. 192. პირაპირი შედუღების სქემა.

კგ/მმ² წნევის) შეხებაში მოჰყავთ, შემდეგ დენს უშვებენ; შეხების არეში, დიდი ელექტროწინაღობის გამო, შესადუღებელი ლითონების ზედაპირები სწრაფად ხურდება შედუღების ტემპერატურამდე და შემდგომი დაწოლით ხდება მათი ნაწილაკების ურთიერთშორის ჩაჯდომა და შედუღება. პირაპირ შედუღებას იყენებენ ფერადი ლითონებისა და აგრეთვე ნახშირბადმცირე ფოლადების შედუღებისათ-

ვის, რომელთა განიკვეთის ფართობი 1000 მმ² არ აღემატებას. შედუღების ეს მეთოდი მცირე მწარმოებლურობით ხასიათდება.

უწყვეტი დნობით პირაპირი შედუღებისას ელექტროდენს შესადუღებელი ლითონების ურთიერთშეხებამდე რთავენ. შესადუღებელი ლითონების ნაპირებზე შეხების დროს ნაპერწყლების წარმოქმნის შედეგად ტორსული ზედაპირები განსაზღვრულ სიღრმეზე დნება და მათი ურთიერთდაწოლი ას ხდება შედუღება.

უწყვეტი დნობის მეთოდით შესაძლებელია ლეგირებულ ფოლადებ-სა და აკრეთვე სხვადასხვაგვარი ლითონების (მაგალითად, ფოლადი — სპილენძთან, ჰელადი თუჯი — ფოლადთან და სხვ.) ურთიერთშედუღება. ეს მეთოდი დიდ მწარმოებლურობითა და მაღალი წარისხის ნაკერით ხასიათდება. ამ მეთოდით შედუღების დროს ადგილი აქვს შესადუღებელი ლითონის დანაკარგებს. ეს უკანასკნელი გამოწვეულია ქანგვისა და დაწნევის დროს თხევადი ლითონის გამოდინებით, რაც მეთოდის ნაკლად ითვლება.

წყვეტილი დნობით პირაპირი შედუღება შესადუღებელი ლითონების ზედაპირების მკვიდრო და არამკვიდრო შეხების საშუალებით ხდება. ზედაპირების შეხება-განშორებას აწარმოებენ მანამ, სანამ შედუღებისათვის საკმარისი არ იქნება შედნობის სიღრმე, რის შემდეგ ურთიერთდაწოლას ახდენენ.

ამ ჰეროდს მიმართავენ მაშინ, როდესაც საშემდუღებლო მანქანის სიმძლავრე უწყვეტი მეთოდით შედუღებისათვის საკმარისი არ არის.

პირაპირი შედუღების დროს სპილენძის მოჰვერებიდან შესადუღებელი ლითონების გამოწეული ნაწილის სიგრძე დამოკიდებულია მათ ელექტროგამტარობასა და განიკვეთზე. რაც მეტია ლითონის ელექტროგამტარობა და განიკვეთი, მით მეტად უნდა იყოს ლითონი მომჰვერებიდან გამოწეული; მაგალითად, მრგვალი განიკვეთის ნახშირბადოვანი ფოლადისათვის გამოწევის სიგრძე მისი (დიამეტრის 0,6 — 0,7 უდრის, ალუმინისათვის გამოწევის სიგრძე 3-ჯერ მეტია, ვიდრე ფოლადისათვის. ნამეტი დნობისათვის გამოწევის სიგრძის 0,7 შეადგენს, ხოლო დაჯდომისათვის — 0,3.

პირაპირი შედუღების მანქანები არის ხელისა და ავტომატური. ხელის მანქანაში შესადუღებელი ნაწილების მოჭერა და დაწევა ხელით ხდება, დენის ჩართვა კი — სატერფულით.

ავტომატურად მოქმედ პირაპირი შედუღების მანქანებში მართვის მთელი პროცესი ავტომატიზებულია, რაც ელექტრული, ჰიდრაული-კური და პნევმატური ამძრავებით ხდება.

ხელის პირაპირი შედუღების მანქანებზე შეიძლება საათში 120-მდე ნაკერის მიღება, ხოლო ავტომატურზე — 500-მდე.

მანქანის სიმძლავრე დამოკიდებულია შესადუღებელი ლითონების განივევებზე. სიმძლავრის გაანგარიშებისას შესადუღებელი ლითონის განივევების ყოველ 1 სმ-ზე 5 — 15 კვტ სიმძლავრეს ითვალისწინებენ.

ელექტროკონტაქტური შედუღებისას წუნის თავიდან ასაცილებლად შესადუღებელ ნაწილებს შედუღების წინ ქანგისაგან; ხენჯისა და ქუქყისაგან წმენდენ და ურთიერთმოარგებენ.

XXX თავი

შენადული შეერთებების ნაკლოვანებები და მათი შემოწმების მეთოდები

§ 180. შენადული შეერთებების ნაკლოვანებები

მისაღები ნაკერის ხარისხი დამოკიდებულია: შესადუღებელი ლითონების შედუღების უნარზე, მისართი ლითონის გვარობაზე, შედუღების მეთოდზე, შედუღების ადგილის სისუფთავაზე და სხვ. მაღალხარისხოვანი ნაკერის მიღების მიზნით შედუღების რეჟიმისა და ტექნიკის დადგენის დროს საჭიროა ყველა ამ ფაქტორის გათვალისწინება. შედუღების არასწორად გამოყენების შემთხვევაში ნაკერი უხარისხო, ან წუნდებულია.

შენადული შეერთება წუნდებულია, თუ ნაკერს აქვს შეუღებელი ადგილები, გადაწვა, გაწვა, ჩაჭრა, ფორიანობა, წილის ჩანარები, დეფორმაცია, ბზარები და სხვ. ,

ნაკერის შეუღებლობა ეწოდება მისართ და ძირითად ლითონებს შორის შეუერთებელი ადგილების არსებობას ან მისართი ლითონის ძირითად ლითონში არასაკმაო შეღწევას. ნაკერში შეუღებლობა გვხვდება ლითონის არასაკმაო ხურებისას მცირე ნომრის ბუნების გამო, ხოლო რკალური შედუღებისას კი — მცირე დენის ძალის, ელექტროდის დიამეტრის სიმცირის ან შედუღების დიდი სიჩქარის გამო.

ნაკერის გადაწვა ეწოდება მისართი და ძირითადი ლითონის დაუანგვას, რაც ნაკერის მექანიკურ თვისებებს ადაბლებს. აირული შედუღების დროს ნაკერის გადაწვა აირის ქაველში ქანგბადის ქარბი, მიწოდების შედეგად ხდება, ხოლო რკალური შედუღების დროს — რკალის მომეტებელი სიგრძის გამო.

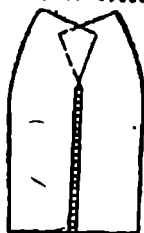
ნაკერის გაწვა ეწოდება ძირითადი ლითონის ცალკეულ ადგილებში გამკოლ დნობას ელექტრორკალის საშუალებით და მიღებული ხვრელის დაქანგული ლითონით შევსებას ან შეუვსებლობას. გაწვა ხდება დენის დიდი ძალის შემთხვევაში.

ნაკერის ჩაჭრა ეწოდება ძირითადი ლითონის ნაწიბურების ჩადნობას, რომელიც ნაკერის გასწვრივ ვრცელდება და მისი სიმტკიცის შემცირებას იწვევს. ჩაჭრას ჩვეულებრივ შედეგების ადგილზე რკლის ან სანთურის ალის დიდი ხნით დაყოვნება, ან მასარით ლითონის არათანაბარი მიწოდება იწვევს.

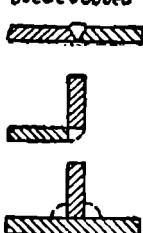
ფორიანობა და წიღის ჩანართები. ნაკერს ეწოდება ფორიანი, თუ მასში დარჩენილია აირის ბუშტები ან ნაკერის ზედაპირი ხორკლიანია. აირის ბუშტები ნაკერში წარმოიქმნება გამყარების პროცესში, წიღის ჩანართები კი — ძირითადი ან მისართი ლითონის არაწესიერი გაწმენდის შედეგად.

შენადული ნაკეთის დეფორმაცია და ბზარები. ნაკეთის შედუღებისათვის ადგილობრივი გახურებისა და გაცივების ან დადუღებული ლითონის ჩაჯდომის შედეგად ნაკერში ხშირად წარმოიქმნება შიგა ძაბვები, რაც პლასტიკურ ლითონში დეფორმაციას იწვევს, ხოლო მყიფე ლითონში — ბზარების წარმოქმნას. დადუღებული ლითონის ჩაჯდომით გამოწვეული დეფორმაციის სახეები ნაჩვენებია 193-ე ნახაზზე.

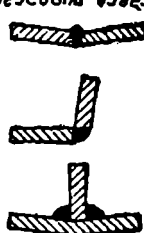
შენადულის შიგნით



შენადულის ბზარი



შენადულის შიგნით



ნახ. 193. დადუღებული ლითონის ჩაჯდომით გამოწვეული დეფორმაციის სახეები.

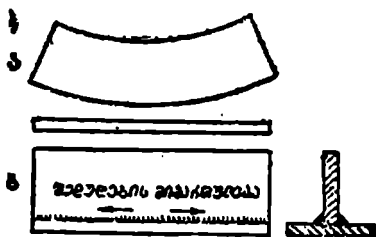
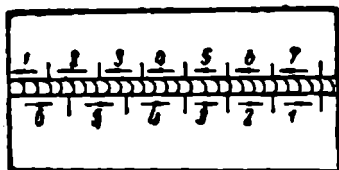
შენადულ ნაკეთში თბური ძაბვების ნაწილობრივ აცილების მიზნით შესაძლებელ მყიფე ლითონებს შედუღების წინ ახურებენ. პლასტიკურ ლითონებს ამ მიზნით არ ახურებენ ან დაბალ ტემპერატურამდე ახურებენ. მაგალითად, ნახშირბადმცირე ფოლადს ახურებენ 50—100°-მდე, თუ ნაკეთის სისქე დიდია ან შედუღება მეტად დაბალი ტემპერატურის მქონე ატმოსფეროში ხდება. მყიფე ლითონებზე შედუღების წინ უფრო მაღალ ტემპერატურამდე გახურება სჭირდება.

მაგალითად, თუჯს დაახლოებით 700°-მდე ახურებენ. შედუღების წინ ლითონების გახურებას საშემდღებლო სანთურებით ან სხადასხვა ტიპის ლუმლებში ახდენენ.

შენადულ ნაკეთს თბური ძაბვების მოსახსნელად ოკრმულად ამუ-წავებენ, უფრო ხშირად ამ მიზნით მოწვას მიმართავენ 550 — 650°-მდე ზღვრებში.

შენადულ ნაკეთში დეფორმაციების წარმოქმნის საშიშროების ნა-წილობრივ თავიდან ასაცილებლად იყენებენ შედუღების სხვადასხვა მეთოდსაც. მაგალითად, 194-ე ნახაზზე ნაჩვენებია შედუღების ისე-თი მეთოდი, რომლითაც შედუღებულ ნაკეთში გრძელი ნაკერის დე-ფორმაცია ევრეთ წოდებული უკუსაფეხურების მეთოდით არის აცი-ლებული.

195-ე ნახაზზე ნაჩვენებია შედუღების ისეთი მეთოდი, როდესაც დეფორმაციის აცილება ხდება შესაღებელი ლითონის წინასწარი უკუდეფორმაციისა (ა) და ნაჩვენები ისრების მიმართულებით მიხედ-ვით გასვლის მეთოდით შედუღების საშუალებით (ბ).



ნახ. 194. გრძელი ნაკერის მიღება უკუსაფეხურების მეთოდით.

ნახ. 195. უკუდეფორმაციის მეთოდით ტესებრი კოქის შედუღება; ა — შეეული თაროს საზე წინასწარი მოღუნვის შემდეგ; ბ — შეეული თა-როს მდგომარეობა შედუღების შემდეგ

§ 181. შენადული შეერთების შემოწმების მეთოდები

არსებობს შენადული შეერთების ტექნიკური შემოწმების სხვადა-სხვა მეთოდი, რომელთაგან აღსანიშნავია: გარე დათვალიერება, შე-ნადული შეერთებას სიმტკიცისა და სიმკვრივის შემოწმება, მეტა-ლურგიული და მაგნიტური შემოწმება, რენტგენის სხივებით გა-წუქება და სხვ.

გარეგანი დათვალიერებით შეიძლება ნაკერის ზომებისა და ფორ-მის შემოწმება, ნაკერის წვერობთან შედუღებული ადგილების, ჩაჭ-რების, გადაწვის, გაწვის, ფორიანობის, ზედაპირული ბზარებისა და სხვა თვალთ შესამჩნევ ნაკლოვანებათა შემჩნევა. მცირე ზომის ბზა-

რების აღმოსაჩენად 8—10-ჯერ გამადიდებელ შუშებს (ლუპებს) ხმარობენ, ხოლო ნაქერის ზომებასა და ფორმის შესამოწმებლად — თარგებს.

შენადული შეერთების სიმტკიცის შესამოწმებლად შენადულ ნიშნულს ამ მიზნით სპეციალურად შედუღებული ფურცლებისაგან ან შედუღებული ნაკეთისაგან სჭრიან და შემდეგ სტლიან გაჭიმვაზე, ჩალუნვაზე, დარტყმაზე და ა. შ.

ზოგჯერ ნაქერებს სიმკვრივე მოეზხოვებათ (მაგალითად, ავზებს, რეზერვუარებს). ასეთ შემთხვევაში ნაქერების სიმკვრივეს ამოწმებენ. სიმკვრივის შემოწმების ერთ-ერთი მეთოდი ასეთია: ნაქერს გარედან ცარცით გაგლესავენ, ხოლო შიგნიდან ნავთით ასველებენ. თუ ნაქერი არამკვრივია, ნავთი გაუონავს და გარედან შავი ლაქა წარმოიქმნება.

დიდი წნევით მომუშავე ნაკეთების ნაქერების სიმკვრივეს პილა რაველიკური ან პნევმატური გამოცდით ამოწმებენ. ამავე მეთოდით ზოგჯერ ნაქერების სიმტკიცეზე შემოწმებაც ხდება.

ნაქერის ვარგისობის მეტალოგრაფიული წესით შესამოწმებლად ნიშნულს შენადული ადგილებიდან სჭრიან. მათი სტრუქტურული აგებულების შესამოწმებლად მაკრო — ან მიკროსხეხს ამზადებენ და ცნობილი წესით შეისწავლიან.

ნაქერების მაგნიტური მეთოდით შემოწმებით შეიძლება გამოვლინებულ ექნეს როგორც ზედაპირული, ისე მცირე სიღრმეზე არსებული ბზარები და ჩანართები. მაგნიტური მეთოდით ნაქერების შემოწმება ხდება მაგნიტურ დეფექტოსკოპზე. ნაკეთში ბზარების არსებობის გამოსავლენად ზელოვნურად დამაგნიტებულ შენადული ნაქერის ზედაპირზე აყრიან მაგნიტური რკინის ფხვნილს, რომელიც თავმოყრას სწორედ ბზარის არსებობის ადგილზე იწყებს.

შემოწმების მაგნიტური მეთოდი კარგ შედეგებს იძლევა პირაპირი ნაქერების შესამოწმებლად, თუ ნაქერის სისქე 25 მმ არ აღემატება.

რენტგენის სხივებით ნაქერის გაშუქებით ადგენენ შიგა ბზარების, ფორებისა და წილის ჩანართების არსებობას. ამ მეთოდის არსი დამყარებულია იმაზე, რომ აღნიშნული სხივები ერთნაირად არ შთაინთქმება სხვადასხვაგვარად შედუღებულ ადგილებში. ნაქერში დარჩენილ შედუღებულ ადგილებში სხივები ნაკლებად შთაინთქმება და რენტგენოფირის ფონზე მუქი ლაქა აღინიშნება. ერთნაირი ხარისხის ნაქერის შემთხვევაში რენტგენოფირი ერთნაირი ფერის უნდა იყოს.

არსებობს კიდევ ნაქერების შემოწმების ულტრაბგერითი მეთოდიც, რომელსაც უფრო მცირე ზომის ბზარების, შეუდუღებელი ად-

გილების, ფორებისა და წილის ჩანართების აღმოსაჩენად მიმართავენ. ეს მეთოდი უფრო მეტი სისქის ნაქეთისა და ნაქეთში არსებული დეფექტის სიღრმის განსაზღვრის საშუალებასაც იძლევა.

§ 182. საშეაღწეველი წარმოების უსაფრთხოების ტექნიკის შესახებ

უბედური შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად აირული შედეგების შემთხვევაში:

დაუშვებელია ბალონების ხმარება, რომლებსაც პერიოდული გამოცდის ვადა გასული აქვთ. ბალონების ხმარების ვადას ტექნიკური ინსპექცია ამოწმებს;

დაუშვებელია ეანგზადით გავსებული ბალონების გახურება;

ხრახნსაცობისა და რედუქტორის შეთბობა ყინულის შრის დადების შემთხვევაში შეიძლება მხოლოდ ცხელი წყლით;

დაუშვებელია რედუქტორის შეხეთვა ან ცხიმით დასვრა;

დაუშვებელია ბალონების ხელით გადატანა ან გადატანის დროს მარჯვ დარტყმები;

აცეტილენის გენერატორები უნდა იყოს მუდამ სუფთა მდგომარეობაში სანთურიდან 10 მეტრის დაშორებით;

მუშაობის წინ უნდა მოწმდებოდეს შლანგები და წყლის საკეტი;

სანთურის ონკანები მკიდროდ უნდა იკეტებოდეს; დაუშვებელია ანთებული სანთურის ხელიდან გაშვება ან დადება;

რკალური შედეგებისას დაცული უნდა იყოს შემდეგი მთავარი პირობები:

შედულებისას სამუშაო დენის ძაბვა მუდმივი დენის შემთხვევაში არ უნდა აღემატებოდეს 80 ვოლტს, ცვლადი დენის შემთხვევაში კი — 100 ვოლტს;

მუშაობის დაწყების წინ უნდა შემოწმდეს საშემდუღებლო აპარატურა და მაგიდის დამიწება;

შემდუღებელი უნდა მუშაობდეს დამკველი ფარიკით ან მუხარადით, უნდა ეცვას ბრუნენტის ტანსაცმები (ტანის დაწვის ასაცილებლად) და რეზინის ფეხსაცმელი (დენის დარტყმისაგან დასაცავად);

ხანძრის თავიდან ასაცილებლად შემოწმებული უნდა იყოს შემდუღებლის სამუშაო ადგილი;

დაუშვებელია შედეგების წარმოება სათბობი მასალებიდან 5 მ-ზე ახლოს;

დაუშვებელია შედეგებისას დენის სადენებისა და აირიანი შლანგების ერთად დალაგება.

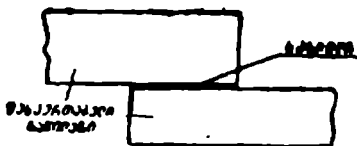
რჩილვა

§ 188. რჩილვის არსი და განოყენება

რჩილვა ლითონების ნაწილების უშლელი შეერთების ისეთი პროცესია, რომლის დროსაც სათანადო ტემპერატურამდე გახურებული ნაწილების შეერთება წარმოებს გამდნარი სპეციალური შემაკავშირებელი შენადნობების საშუალებით (ნახ. 196).

სპეციალურ შენადნოვს, რომელიც გამდნარი სახით თავსდება შესაერთებელი ლითონის ნაწილებს შორის, სარჩილი ეწოდება. სარჩილის დნობის ტემპერატურა შესაერთებელი ლითონების დნობის ტემპერატურაზე გაცილებით დაბალი უნდა იყოს.

რჩილვის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ კარგად გაწმენდილ და მკიდროდ შეხებაში მყოფ შესაერთებელი ნაწილების ზედაპირებს ახურებენ სარჩილს დნობის ტემპერატურაზე ცოტა მეტად. შესაერთებელ ზედაპირებს შორის შეაქვთ გამდნარი სარჩილი, რომელიც ზედაპირულ წრეებში დიფუზიით იჭრება და გამყარების შემდეგ მკვირვსა და მტკიცე შეერთებას წარმოქმნის. რჩილვით მიღებულ შეერთების ადგილს ნაკერი ეწოდება.



ნახ. 196. რჩილვის ნაკერი.

რჩილვით შეიძლება ყველა მარკის ფოლადის, ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნობების, თუჩებისა და აგრეთვე სხვადასხვაგვარი ლითონებისა და შენადნობის (მაგალითად, ფოლადის შენადნობებთან) ნაწილების შეერთება.

რჩილვის დადებითი მხარე ისაა, რომ პროცესი მარტივია, ნაკერძ სუფთაა, გახურების დაბალი ტემპერატურის გამო არ ხდება შესაერთებელი ლითონების გაღნობა და ფორმის შეცვლა.

აღნიშნულის გამო რჩილვა ფართოდ არის გავრცელებული მანქანათმშენებლობის ყველა დარგში.

§ 184. რჩილვის სახეები

არსებობს რჩილვის ორი სახე: რბილი და მაგარი.

ა) რბილი სარჩილით რჩილვა

რბილი სარჩილი. სარჩილებს, რომელთა დნობის ტემპერატურა 400°-ზე მცირეა, რბილი სარჩილი ეწოდება.

რბილი სარჩილით მიღებული ნაკერი მცირე სიმტკიცით ($\sigma_{\text{კ}} = 5 - 7 \text{ კგ/მმ}^2$) ხასიათდება, ამიტომ რჩილვის ამ სახეს შეერთების გაულწევალობის უზრუნველსაყოფად იყენებენ (თუ შესაერთებელ ნაწილებზე მოქმედი დატვირთვა მცირეა).

რბილი სარჩილებიდან უმეტესად იყენებენ კალის ტყვიასთან შენადნობებს, მათი მარკებია: ПOC-90, ПOC-40, ПOC-30 და ა. შ., სადაც ПOC რუსული სიტყვების პირველი ასოებია და აღნიშნავს „კალატყვიის სარჩილს“, რიცხვი აღნიშნავს კალის შემცველობას პროცენტობით.

არსებობს აგრეთვე ისეთი სარჩილიც, რომელთა დნობის ტემპერატურა $60 - 183^{\circ}$, მაგალითად, შენადნობი, რომელიც 13 % კალას, 27 % ტყვიას, 50 % ბისმუტს და 10 % კადმიუმს შეიცავს, ღნება 70° ტემპერატურაზე ასეთ განსაკუთრებულად ადვილდნობად სარჩილებს სპეციალური დანიშნულებისათვის იყენებენ.

მდნობები. რჩილვის დროს მდნობებს იყენებენ, ერთი მხრივ, შესაერთებელი ზედაპირების ჟანგულებისაგან გასათავისუფლებლად, და, მეორე მხრივ, როგორც სარჩილს, ისე შესაერთებელი ზედაპირების რჩილვის პროცესში დაქანგვისაგან დსაცავად.

რბილი რჩილვის დროს მდნობებად გამოიყენება:

ქლოროვანი თუთია ($ZnCl_2$) — ფოლადის, მოკალული თუნუქისა და მოთუთიებული რკინის რჩილისათვის,

მარილმჟავა — მოთუთიებული რკინის რჩილისათვის;

სტეარინი — ტყვიისა და ტყვიიანი შენადნობების რჩილისათვის;

ნიშადური — ამონიუმქლორიდი (NH_4Cl) — ძირითადად რჩილის ადგილის გაუცხივებისა და სარჩილავის სამუშაო ნაწილის გასუფთავებისათვის. ზოგჯერ ნიშადურს მდნობადაც იყენებენ, ხშირად კი მთელი რიგი მდნობების შემდგენილობაში შედის.

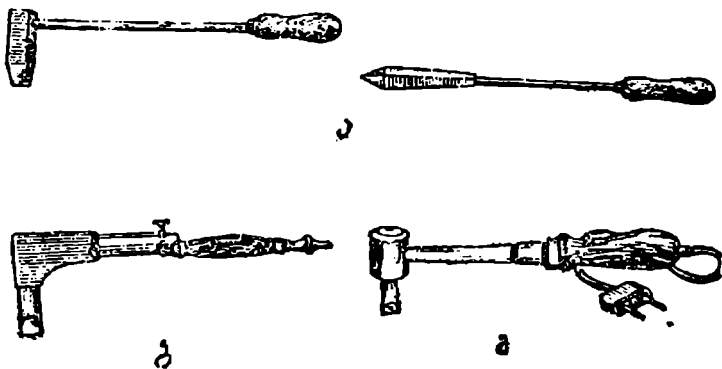
მეაქვას შემცველი (ქლოროვანი თუთია, მარილმჟავა) მდნობებით რჩილვის შემდეგ შეერთების. ადგილი კოროზიის თავიდან ასაცილებლად გარეცხვას საჭიროებს. თუ შეერთების ადგილის გარეცხვა არ შეიძლება, მაშინ რბილი რჩილისათვის მხოლოდ კანიფოლს ან სტეარინს იყენებენ.

სარჩილავები. რბილი სარჩილავებით რჩილვა უმთავრესად სარჩილავების საშუალებით წარმოებს. სარჩილავები (ნახ. 197) გვხვდება ჩვეულებრივი (ა), ბენზინისა და (ბ) ელექტრული (გ).

ელექტრული სარჩილავი ხმარებისათვის უფრო მოსახერხებელია და ყველაზე უფრო გავრცელებულია. აღნიშნული სარჩილავები უზრუნველყოფენ მისარჩილი ადგილის 400° -მდე გახურებას.

რბილ რჩილვას აწარმოებენ აგრეთვე გამდნარ სარჩილში შესაერთებელი ლითონების ჩაყვინთვის საშუალებით. ასეთი რჩილვის მეოთხედი მასობრივი წარმოების დროს დიდ ეკონომიურობით ხასიათდება.

რბილი სარჩილებით რჩილვის ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების თანამიმდევრობა ასეთია: შესაერთებელი ნაწილების ზედაპირების ქუქყისა და ჟანგეულებისაგან გაწმენდა (ქლიბით, სახეწით და ზემფარის ქალაღით); შეერთების ადგილას მდნობის შეტანა; გახურებული სარჩილავის სამუშაო ნაწილის ქუქყისაგან ჩვრით გასუფთავება და ჟანგეულებისაგან ნიშადურით გაწმენდა; სარჩილავის სამუშაო ნაწილით სარჩილის აღება; სარჩილავით სარჩილის ნაკერთან მიტანა, ნაკერის ადგილის რჩილვის ტემპერატურამდე გახურება და გამდნარი სარჩილის ნაკერის მთელ სიგრძეზე წასმა; ნაკერის გასუფთავება ზედმეტი სარჩილისაგან და მდნობის წყლით ჩამორეცხვა.



ნახ. 197. სარჩილავები: ა — ჩვეულებრივი; ბ — ბენზინის; გ — ელექტრული.

ბ) მაგარი სარჩილით რჩილვა

მაგარი სარჩილი. სარჩილს, რომლის დნობის ტემპერატურა 550°-ზე მეტია, მაგარი სარჩილი ეწოდება.

მაგარი სარჩილით მიღებული ნაკერის სიმტკიცე მაღალია ($\sigma_B = 90$ კგ/მმ²). ამიტომ ფოლადის, სპილენძის შენადნობებისა და სხვა ლითონების პასუხსაგები დეტალების მისარჩილავად მაგარ სარჩილს იყენებენ.

მაგარი სარჩილებიდან უფრო გავრცელებულია სპილენძ-თუთიის და გერცხლის სარჩილები, რომელთა მარკებია: ПИИЦ-36; ПИИЦ-48;

ИИИ-54, ИС_р-12; ИС_р-25 და ა. შ. სადაც ИИИ რუსული სიტყვების პირველი ასოებია და წაიკითხება ასე: სპილენძ-თუთიის სარჩილი; ასევე ИС_р — ვერცხლის სარჩილი, ИИИ-თან რიცხვი აღნიშნავს სპილენძის შემცველობას პროცენტობით, ИС_р-თან ვერცხლის შემცველობას პროცენტობით.

მაგარი სარჩილებით რჩილვისათვის მდნობებად გამოიყენება სუფთა ბორაკი ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$), ბორაკმეავეა და სხვ. მაგარი რჩილვისას სარჩილავები საკირო ტემპერატურამდე რჩილვის ადგილის გახურებას ვერ უზრუნველყოფენ, ამიტომ ასეთი რჩილვის დროს გახურებას აწარმოებენ ღუმლებში ინდუქციური დენის საშუალებით.

მეექვსე განყოფილება

ლითონის ჭრით დამუშავება

XXXII თავი

ლითონის ჭრით დამუშავების საფუძვლები

ლითონის ჭრით დამუშავება ეწოდება დამუშავების ისეთ სახეს, რომლის დროსაც ნამზადიდან სასურველი მოყვანილობის, ზომებისა და სისუფთავის ნაკეთის მიღება მჭრელი იარაღით თხელი შრის (ნაშეტის) აქრით ხდება.

ჭრით დამუშავების დროს ნამზადებად იყენებენ სხმულებს, ნაგლინებს. ნაჭედებსა და ნაშტამპებს.

მანქანათმშენებლობაში ლითონის ჭრით დამუშავებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. მაგალითად, მანქანათმშენებლობაში მზა ნაკეთის დირებულების 30 — 40 % ჭრით დამუშავებაზე მოდის. ამათ აიხსნება ჭრით დამუშავების საქმეში შრომის ნაყოფიერების თუნდაც მცირედი ზრდის უადრესად დიდი მნიშვნელობა, რაც დამოკიდებულია ლითონის ჭრით დამუშავების საფუძვლების, ჭრით დამუშავების სახეების, ლითონსაჭრელი იარაღებისა და ჩარხების მუშაობის ცოდნაზე.

§ 185. ჭრით დამუშავების ძირითადი სახეები

ლითონის ჭრით დამუშავებას ხელით ან ლითონსაჭრელი ჩარხებით აწარმოებენ, ხელით ლითონის ჭრის დამუშავების სახეები (მონიშვნა, ჩეხა, ქლიბვა, ხეწა, აწყობა და სხვ). საზეინკლო დამუშავებას მიეკუთვნება, ხოლო ლითონსაჭრელ ჩარხებზე ლითონის დამუშავების სახეები (ჩარხვა, ბურღვა, ფრეზვა, ზეხა და სხვ.) — ლითონის მექანიკური ჭრით დამუშავებას.

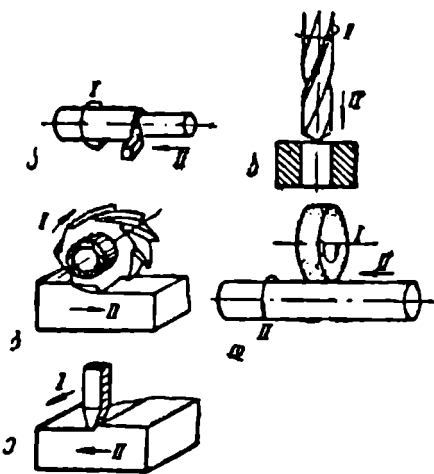
ლითონსაჭრელ ჩარხებზე ლითონის ჭრა სხვადასხვა მოძრაობის შეთავსებით ხორციელდება. ეს მოძრაობები ძირითადად იყოფა: ჭრის და მიწოდების მოძრაობებად.

ჭრის მოძრაობა ეწოდება მოძრაობას, რომლის დროსაც ხდება ბურბუშელას აკრა.

მიწოდების მოძრაობა კი ის მოძრაობაა, რომლის დროსაც იარაღის მჭრელი პირი გადაადგილდება დასამუშავებელ მასალაზე ბურბუშელას ახალი შრის ასაჭრელად. 198-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ლითონის მექანიკური ჭრით დამუშავების ძირითადი სახეები, სადაც 1 ისრებით აღნიშნულია ჭრის მოძრაობა, ხოლო II ისრით — მიწოდების მოძრაობა.

ჩარხვის დროს (ა) ნამზადის ბრუნვითი მოძრაობა ჭრის მოძრაობაა, ხოლო ნამზადის ღერძის გასწვრივ ან მის მართობულად საჭრისის გადაადგილება-მიწოდების მოძრაობა.

ბურღის შემთხვევაში (ბ) ბურღის ბრუნვა ჭრის მოძრაობაა, ხოლო მისი ვერტიკალური გადაადგილება — მიწოდების მოძრაობა.



ნახ. 198. ლითონის ჭრით დამუშავებას ძირითადი სახეები.

ფრეზებით, სახეხი ქარგოლებით და სხვ.

მჭრელი იარაღებიდან მთავარი სახეა საჭრისი. სხვა სახის მჭრელი იარაღები წარმოადგენს საჭრისის სახეცვლილებებს.

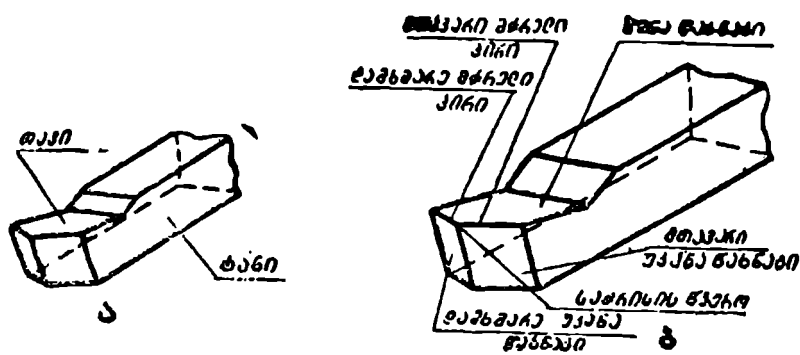
§ 180. საჭრისი, საჭრისმავის კლასიფიკაცია

საჭრისი (ნახ. 199, ა) შედგება სამუშაო ნაწილისა (თავი) და ღეროსაგან (ტანი), რითაც საჭრისს ამაგრებენ.

საჭრისის თავის, ანუ სამუშაო ნაწილის ელემენტებია (ნახ. 198. ბ), წინა წახნაგი, უკანა წახნაგები, მჭრელი პირები და წვერო.

წინა წახნაგი ეწოდება საკრისის ზედაპირს, რომელზედაც ჩამოდის ბურბუშელა.

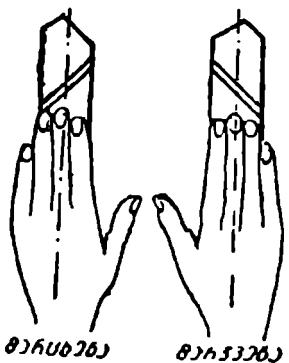
უკანა წახნაგები (მთავარი და დამხმარე) საკრისის ის ზედაპირებია, რომლებიც მიმართულია ნამზადისაკენ.



ნახ. 199. საკრისი.

მკრელი პირები იქმნება წინა და უკანა წახნაგების გადაკვეთით. მთავარი მკრელი პირი წარმოიქმნება წინა წახნაგისა და დამხმარე უკანა წახნაგის გადაკვეთით, ხოლო დამხმარე მკრელი პირი—წინა წახნაგისა და დამხმარე უკანა წახნაგის გადაკვეთით.

საკრისის წვერო ეწოდება მთავარი მკრელი პირისა და დამხმარე მკრელი პირის შეუღლების ადგილს. საკრისის წვეროს, ჩვეულებრივ, 0,1-დან 2,0 მმ-მდე რადიუსით ამრგვალებენ.



ნახ. 200. მარცხენა დამარჯვენა საკრისები.

საკრისების კლასიფიკაცია. კრის პროცესში მიმართულების მიხედვით საკრისები იყოფა მარჯვენა და მარცხენა საკრისებად (ნახ. 200).

მარჯვენა და მარცხენა საკრისების გარჩევა ხელის წესითაც შეიძლება. საკრისის წინა წახნაგზე მარჯვენა ხელისგულის დადების დროს (ისე, რომ თითები მიმართული იყო საკრისის წვეროსაკენ) თუ მთავარი მკრელი პირი მარჯვენა ხელის ცერისაკენ აღმოჩნდა, საკრისი მარჯვენაა. ამავე წესით, თუ მარცხენა ხელისგულს დაეადებთ საკრისის წინა წახნაგს და აღმოჩნდება, რომ მკრელი პირი მარცხენა

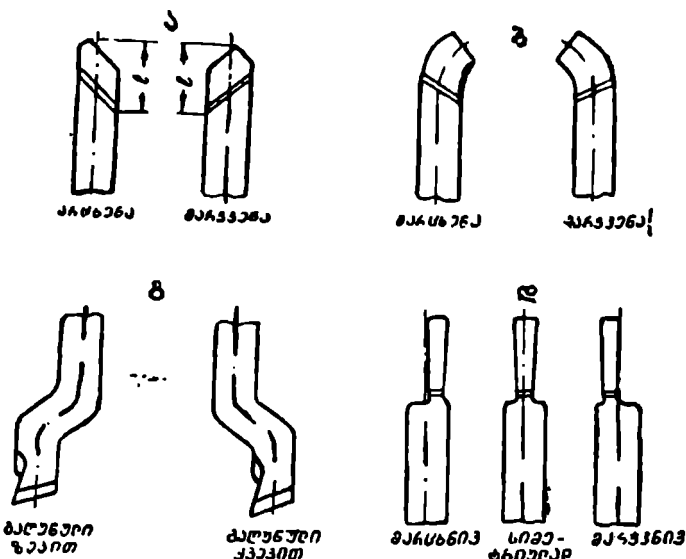
ხელის ცერისაკენ მდებარეობს, საკრისი მარცხენა იქნება.

თავის ფორმისა და მისი ღერძის მიმართ მდებარეობის მიხედვით საჭრისები იყოფა (201): სწორ, მოღუნულ, გაღუნულ და გაწეულთა-ვიან საჭრისებად.

სწორი საჭრისის (ა) ღერძი სწორ ხაზს წარმოადგენს როგორც გეგმაში, ისე გვერდხედში.

მოღუნული საჭრისის (ბ) ღერძი მოღუნულია გეგმაში.

გაღუნული საჭრისის (გ) ღერძი გაღუნულია გვერდხედში.

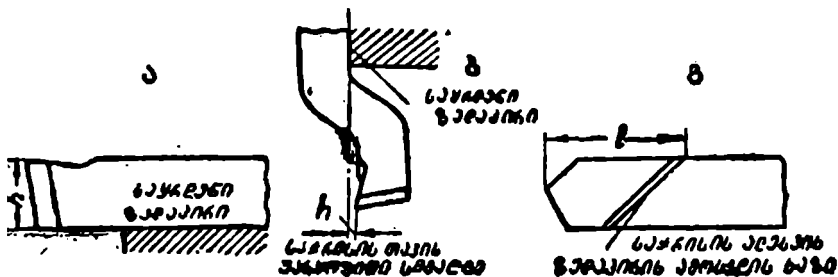


ნახ. 201. საჭრისები თავის ფორმისა და ღერძის მიმართ მისი მდებარეობის მიხედვით.

გაწეულთა ვიანი ეწოდება ისეთ საჭრისს, რომლის თავი ტანზე უფრო ვიწროა (დ). ასეთი საჭრისის თავი შეიძლება იმყოფებოდეს ღერძიდან მარცხნივ, სიმეტრიულად და მარჯვნივ.

დანისუნულების მძხედვით საჭრისები არსებობს: გაუსვლელი, მისაჭრელი, შიგსაჩარხი, გადასაჭრელი და სხვ. საჭრისები, რომლებიც, თავის მხრივ, დასამუშავებელი ზედაპირის სისუფთავის მიხედვით იყოფა შავ და სასუფთაო საჭრისებად.

საჭრისის თავის სიმაღლე (ნახ. 202, ა და ბ) ეწოდება საჭრისის წვეროსა და საყრდენ ზედაპირს შორის მანძილს, გაზომილს მის მართობულად. იგი შეიძლება იყოს დადებითი (ა) და უარყოფითი (ბ). საჭრისის თავის სიმაღლე დადებითია, თუ საჭრისის წვერო მდებარეობს საყრდენ ზედაპირზე ზევით (სახარატოსათვის)



ნახ. 202. ა და ბ — საყრდენის თავის სიმაღლე; გ — საყრდენის თავის სიგრძე.

ან საყრდენი ზედაპირის წინ (სარანდავისათვის); უარყოფითია, თუ საყრდენის წვერო მდებარეობს საყრდენი ზედაპირის ქვევით ან უკან.

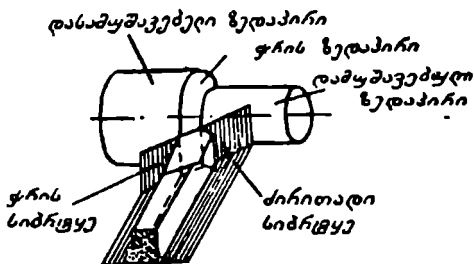
საყრდენის თავის სიგრძე ეწოდება წვეროდან ალესვის ზედაპირის ამოსვლის ხაზამდე უდიდეს მანძილს (ვ).

ჭრის ზედაპირები, ჭრის სიბრტყე და ძირითადი სიბრტყე ჩარხვის დროს (ნახ. 203). ჭრის დროს ნამზადზე არჩევენ დასამუშავებელ, დამუშავებულ და ჭრის ზედაპირებს.

დასამუშავებელი ეწოდება ზედაპირს, რომელსაც უნდა აეჭრას ბურბუშელა.

დამუშავებულ ეწოდება ზედაპირს, რომელიც მიიღება ბურბუშელას აჭრის შემდეგ.

ჭრის ზედაპირი ეწოდება ზედაპირს, რომელიც იჭმნება ნამზადზე უშუალოდ მჭრელი პირით. იგი წარმოადგენს გარდამავალ ზედაპირს დასამუშავებლად და დამუშავებულ ზედაპირებს შორის.



ნახ. 203. ჭრის ზედაპირებს, ჭრის სიბრტყისა და ძირითად სიბრტყის სქემა.

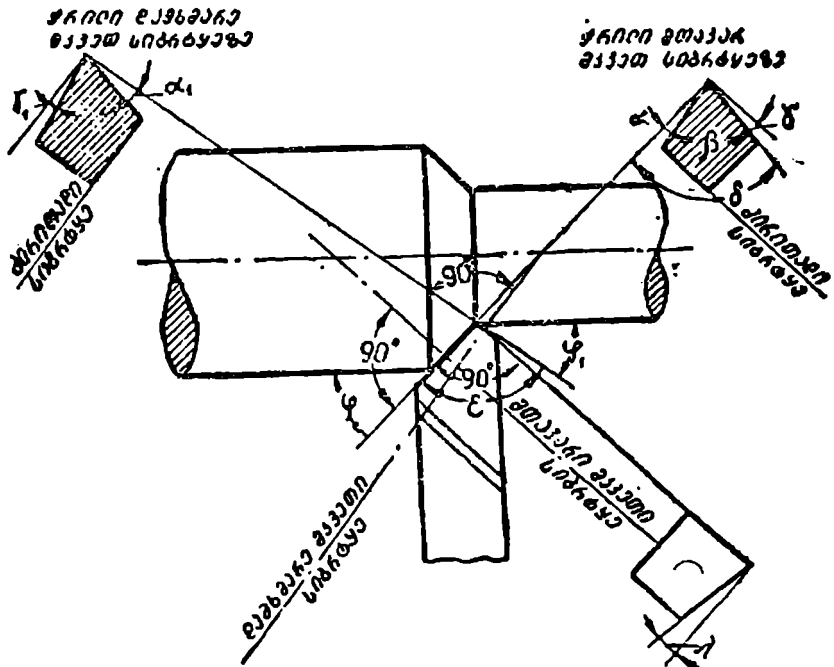
ჭრის სიბრტყე ეწოდება სიბრტყეს, რომელიც მხებია ჭრის ზედაპირისა და გადის მთავარ მჭრელ პირზე.

ძირითადი სიბრტყე ეწოდება გრძივ და განივ მიწოდებათა მიმართულ ებების პარალელურ სიბრტყეს.

საჭრისი ხასიათდება მთავარი და დამხმარე კუთხეებით, გეგმაში კუთხეებითა და მთავარი მჭრელი პირის დახრილობის კუთხით.

საჭრისის მთავარი კუთხეები (ნახ. 204) იზომება ეგრეთ წოდებულ მთავარ მკვეთ სიბრტყეში, რომელიც მთავარი მჭრელი პირის ძირითად სიბრტყეზე გვეგმილის მართობულია.

მთავარი უკანა კუთხე α ეწოდება მთავარ უკანა წახნაგსა და კრის სიბრტყეს შორის კუთხეს. მისი დანიშნულებაა შეამციროს ხახუნი კრის ზედაპირსა და საჭრისის მთავარ უკანა წახნაგს შორის. ჩვეულებრივ, უკანა კუთხე 6-დან 12°-მდე იცვლება.



ნახ. 204. საჭრისის კუთხეები.

წამახვის კუთხე β ეწოდება წინა წახნაგსა და მთავარ უკანა წახნაგს შორის კუთხეს. ეს კუთხე მით მეტია, რაც სალია მასალა.

მთავარი წინა კუთხე γ ეწოდება კუთხეს საჭრისის წინა წახნაგსა და მთავარ მჭრელ პირზე გამავალ კრის სიბრტყის მართობ სიბრტყეს შორის. წინა კუთხის შერჩევა ხდება დასამუშავებელი მასალის მიხედვით (რაც რბილია მასალა, მით მეტია წინა კუთხე) და იცვლება — 10-დან +40°-მდე.

ჭრის კუთხე δ ეწოდება საჭრისის წინა წახნაგსა და ჭრის სიბრტყეს შორის კუთხეს. წინა კუთხის დადებითი მნიშვნელობის დროს საჭრისის მთავარ კუთხეებს შორის დამოკიდებულება შემდეგნაირია:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ;$$

$$\alpha + \beta = \delta;$$

$$\delta + \gamma = 90^\circ;$$

$$\delta = 90^\circ - \gamma;$$

როდესაც γ უარყოფითია, მაშინ

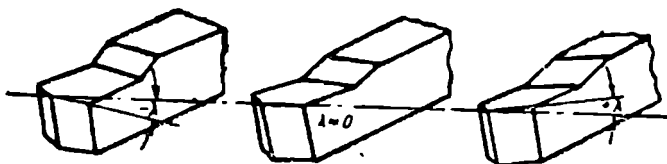
$$\delta = 90^\circ + \gamma.$$

ჭრის კუთხე დამოკიდებულია დასამუშავებელ მასალაზე. იგი იცვლება 50-დან 90°-მდე. საშუალოდ $\delta = 65-75^\circ$. ჩქაროსნული ჭრის შემთხვევაში რადგან $\gamma = -5-10^\circ$, ამიტომ $\delta = 95-100^\circ$.

საჭრისის დამხმარე კუთხეები α , და γ , იზომება დამხმარე მკვეთ სიბრტყეში, რომელიც დამხმარე მჭრელი პირის ძირითად სიბრტყეზე გეგმილის მართობია.

მთავარი კუთხე გეგმაში ϕ ეწოდება ძირითად სიბრტყეზე მთავარი მჭრელი პირის გეგმილსა და მიწოდების მიმართულებას შორის კუთხეს. იცვლება 30-დან 90°-მდე.

საჭრისის მთავარი კუთხეები ჭრის პროცესში განიცდის ცვლილებას, რაც დამოკიდებულია საჭრისის წვეროს ნამზადის ღერძის მიმართ მდებარეობაზე, ნამზადის დიამეტრსა და მიწოდების სილინზე.



ნან. 205. მთავარი მჭრელი პირის დახრილობის კუთხეები.

დამხმარე კუთხე გეგმაში ϕ_1 ეწოდება ძირითად სიბრტყეზე დამხმარე მჭრელი პირების გეგმილსა და მიწოდების მიმართულებას შორის კუთხეს ($\phi_1 = 15-30^\circ$).

კუთხე წვეროსთან გეგმაში ϵ ეწოდება ძირითად სიბრტყეზე მთავარი და დამხმარე მჭრელი პირების გეგმილებს შორის კუთხეს. გეგმაში კუთხეებს შორის დამოკიდებულება შემდეგნაირია:

$$\phi + \epsilon + \phi_1 = 180^\circ.$$

მთავარი მჭრელი ჰირის დანრილობის კუთხე λ (ნახ. 205) ეწოდება მთავარ მჭრელ ჰირსა და ძირითადი სიბრტყის პარალელურად საჭრისის წვეროდან გავლებულ სიბრტყეს შორის კუთხეს.

§ 188. ჰირის ელემენტები და საცალღო დრო ჩარხვის შემთხვევაში

ჩარხვის დროს ჰირის ელემენტებია: ჰირის სიღრმე, მიწოდება, ასაჭრელი შრის სისქე და სიგანე, ასაჭრელი შრის განივკვეთის ფართობი, ჰირის სიჩქარე და შპინდელის ბრუნთა რიცხვი.

როგორც 206-ე ნახაზზე ნაჩვენებია ლილვის გაჩარხვის დროს ნამზადი შპინდელიდან იღებს ბრუნვითს, ანუ ჰირის მოძრაობას, ხოლო საჭრისის სუპორტიდან — მიწოდებით მოძრაობას.

ჰირის სიღრმე (t მმ) ეწოდება დასამუშავებელ და დამუშავებულ ზედაპირებს შორის დაშორებას გაზომილს ნამზადის ლერძის მართობულად.

$$t = \frac{D - D_0}{2} \text{ მმ,}$$

სადაც D არის ნამზადის დიამეტრი მმ, ხოლო D_0 — დამუშავებული ზედაპირის დიამეტრი.

მიწოდება (v მმ/ბრ) ეწოდება საჭრისის გადაადგილების მანძილს ნამზადის ერთი ბრუნვის დროს.

ბურბუშელას წარმოქმნამდე ასაჭრელი შრის სიგანე (b მმ) ეწოდება დასამუშავებელ და დამუშავებულ ზედაპირებს შორის დაშორებას. გაზომილს ჰირის ზედაპირის გასწვრივ.

ასაჭრელი შრის სისქე (a მმ) ეწოდება ჰირის ზედაპირის ორ თანამომდევრო მდებარეობას შორის მანძილს, გაზომილს ბურბუშელას სიგანის მართობულად.

ასაჭრელი შრის განივკვეთის ფართობი (f მმ²) ასე გამოითვლება

$$f = t \cdot s = b \cdot a \text{ მმ}^2.$$

ნახ. 206. ლილვის გაჩარხვის სქემა ჰირის ელემენტებით.

ჰირის დროს, ასაჭრელი შრის ჩაჯდომის გამო, ბურბუშელას სიგრძე

ასაჭრელი შრის სიგრძეზე ნაკლებია, ხოლო განივკვეთის ფართობი უფრო მეტია (ბლანტი მასალების შემთხვევაში 2-ჯერ და მეტჯერაც).

ჰრის სიჩქარე (V მ/წთ) ეწოდება ჰრის ზედაპირის წრიულ სიჩქარეს მკრელი პირის მიმართ.

ჰრის სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ მ/წთ,}$$

სადაც D დასამუშავებელი ზედაპირის დიამეტრია, მმ;

n — ნაზადის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

დასაშვები ჰრის სიჩქარე, მაგალითად, ჩარხვის დროს, განისაზღვრება ფორმულით

$$V_{\text{ღ}} = \frac{C_{\text{ვ}}}{t \cdot x_{\text{ვ}} \cdot y_{\text{ვ}} \cdot T^m}, \text{ სადაც } V_{\text{ღ}} \text{ არის დასაშვები ჰრის სიჩქარე.}$$

$C_{\text{ვ}}$ — კოეფიციენტი, რომელიც მხედველობაში რღებს დასამუშავებელი მასალის თვისებებს და დამუშავების პირობებს;

t — ჰრის სიღრმე; S — მიწოდება; T — საჰრისის მედეგობა, ე.ი.

აღესვიდან აღესვამდე საჰრისის მუშაობის ხანგრძლივობა; $x_{\text{ვ}}$, $y_{\text{ვ}}$ და m ხარისხის მაჩვენებლების მნიშვნელობები აღება ცხრილებიდან.

თუ ცნობილია დასაშვები ჰრის სიჩქარე, მოყვანილი ფორმულიდან შეიძლება განისაზღვროს n ნაშზადის ბრუნთა რიცხვი.

$$n = \frac{1000 V_{\text{ღ}}}{\pi D} \text{ ბრ/წთ.}$$

საცალო დრო. ერთი დეტალის დამუშავებისათვის საჰრო დრო, ანუ საცალო დრო გაიანგარიშება ფორმულით (წუთობით)

$$T_{\text{საო}} = T_{\text{ძირ}} + T_{\text{ღამხ}} + T_{\text{მომხ}} + T_{\text{ღამ}},$$

სადაც $T_{\text{საო}}$ არის საცალო დრო;

$T_{\text{ძირ}}$ — ძირითადი დრო;

$T_{\text{ღამხ}}$ — დამხმარე დრო;

$T_{\text{მომხ}}$ — სამუშაო ადგილის მომსახურების დრო;

$T_{\text{ღამ}}$ — დამატებითი დრო.

ძირითადი დროის დროა, რომელიც იხარჯება ნაშზადის ფორმისა და ზომების შესაცვლელად დამუშავებული ზედაპირის მქონე დეტალის მიღების მიზნით.

ჩარხებზე მუშაობის შემთხვევაში ძირითადი დრო შეიძლება იყოს ხელით სამანქანო და სამანქანო.

ხელით სამანქანო დროის დროა, რომლის დროსაც ბურ-

ბუშელას აცლა ჩარხზე დამაგრებულ დეტალზე ხდება მუშის მონაწილეობით (მაგალითად, გადაჭრის დრო ხელით მიწოდებისას).

სამანქანო დროის დროა, რომლის დროსაც ბურბუშელას აცლა ხდება მუშის მონაწილეობის გარეშე. სამანქანო დრო ჩარხის შემთხვევაში გაიანგარიშება ფორმულით.

$$T_{\text{სა}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \text{ წთ,}$$

სადაც $T_{\text{სა}}$ არის სამანქანო დრო, წთ;

L — საანგარიშო სიგრძე, მმ;

n — ნამზადის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

S — მიწოდება, მმ/ბრ;

i — გველათა რიცხვი;

L — საანგარიშო სიგრძე, მმ (ნახ. 207)

$$L = l + l_1 + l_2$$

სადაც l არის დასამუშავებელი ზედაპირის სიგრძე,

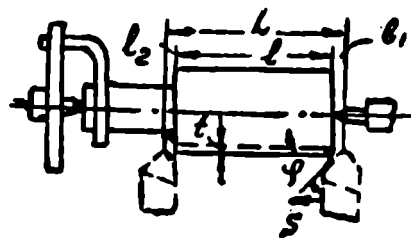
l_1 — შეჭრა და განისაზღვრება ფორმულით

$$l_1 = \frac{l}{1.5\varphi} \text{ მმ}$$

(φ — არის კრის სიღრმე; φ — მთავარი კუთხე გეგმაში).

l_2 — საჭრისის გადარბენა; აიღება 1—2 მმ ზღვრებში.

დამხმარე დრო ითვალისწინებს დეტალის დაყენება-მონხნასთან, გადასვლებსა (ჩარხის გაშვება გაჩერება, ბრუნთა რიცხვების და მიწოდებათა გადართვა და სხვ.) და დეტალის გაზომვებთან დაკავშირებულ დროს. დამხმარე დრო აიღება ცხრილებიდან.



სამუშაო ადგილის მომსახურების დრო ითვალისწინებს სამუშაო ადგილის მოვლისათვის საჭირო დროს. ეს დრო იყოფა ორ ნაწილად: სამუშაო ადგილის ტექნიკური მომსახურება ($T_{\text{ტ. მ. მ.}}$) და ორგანიზაციული მომსახურება ($T_{\text{ორგ. მ. მ.}}$).

ნახ. 207. საანგარიშო სიგრძის სქემა:

დამატებითი, ანუ დასვენებისა და ბუნებრივი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებისათვის საჭირო დრო ($T_{\text{დას}}$) აიღება %-ით ძირითადი და დამხმარე დროის ჯამიდან, ანუ ოპერატიული დროიდან ცხრილების საშუალებით.

ერთნაირი ნამზადების პარტიის დამუშავებაზე საჭირო დროის ნორმა ($T_{პარტ}$) იანგარიშება ფორმულით

$$T_{პარტ} = T_{საყ} \cdot Z + T_{პეს}, \text{ წთ.}$$

ერთი დეტალის დამზადებისათვის საჭირო ტექნიკური დრო განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{დე} = T_{საყ} + \frac{T_{პეს}}{Z}, \text{ წთ}$$

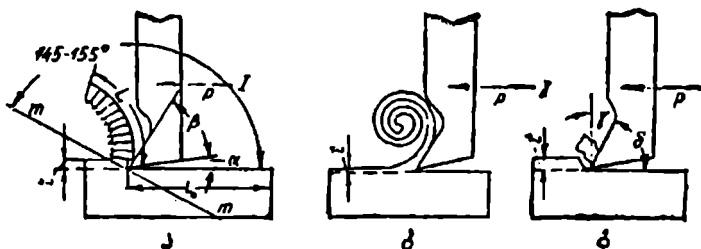
სადაც $T_{დე}$ — დროის ტექნიკური ნორმა, წთ;

$T_{საყ}$ არის საცალო დრო, წთ; $T_{პეს}$ — პარტიის დეტალების დასამზადებლად ს.ჭირო მოსამზადებელ-დასკვნითი დრო, წთ; Z — დეტალების რაოდენობა პარტიაში.

ბურბუშელას წარმოქმნა და მისი სახეები. საჭრისზე მიყენებული ძალის გავლენით საჭრისი ჯერ ეხება ნამზადს, შემდეგ იჭრება ლითონის მასაში და როდესაც აღძრული ძაბვა აღემატება მოცემული ლითონის სიმტკიცის ზღვარს, მოხდება ლითონის ნაწილის ელემენტის ძვრა ეგრეთ წოდებულ ძვრის *მარ* სიბრტყეში (ნახ. 208, ა).

ძვრის სიბრტყე ჰრის ზედაპირთან დახრილია $145-155^{\circ}$ -ით, საჭრისის შემდგომი გადაადგილებისას გრძელდება ბურბუშელას შემდგომი ელემენტების მიღება და მისი წარმოქმნა:

ძირითადად ბურბუშელა სამი სახისაა: ელემენტური (ა), უწყვეტი (ბ) და მონახლეჩი (გ).



ნახ. 208. ბურბუშელას წარმოქმნისა და მისი სახეების სქემა.

ელემენტური ბურბუშელა მიიღება მცირე სიბლანტის მასალების მცირე სიჩქარეებით და დიდი ჰრის სიღრმით დამუშავების დროს. უწყვეტი ბურბუშელა მიიღება ბლანტი მასალების ჰრის დროს, ხოლო მონახლეჩი — მყიდუ მასალების (თუჯის, ბრინჯაო) ჰრის დროს.

ბურბუშელას ჩაჯდომა. როგორც იღვნიშნეთ, ჭრის პროცესში ასაქრელი შრის ჩაჯდომის გამო ბურბუშელა უფრო მოკლეა იმ ზედაპირის სიგრძეზე, საიდანაც იგი იჭრება ($L < L_0$). ბურბუშელას დამოკლებას გრძივი ჩაჯდომა ეწოდება და ხასიათდება K გრძივი ჩაჯდომის კოეფიციენტით: $K = \frac{L_0}{L}$ დამუშავების პირობების მიხედვით მისი მნიშვნელობა 6—8-მდე აღწევს.

არჩევნ აგრეთვე ბურბუშელას განივი ჩაჯდომის კოეფიციენტს

$$K_g = \frac{f_g}{f},$$

სადაც f_g არის ბურბუშელას განივკვეთის ფართობი, მმ²;

f — ასაქრელი შრის განივკვეთის ფართობი, მმ²;

ჭრის ძალა ჩარხვის დროს (ნახ. 209). ჭრის პროცესის დროს საჭრისზე დასამუშავებელი მასალა მოქმედებს ძალით, რომელსაც ჭრის წინალობის P ძალა ეწოდება. პრაქტიკაში ჭრის წინალობის ძალას განიხილავენ სამი ურთიერთმართობი მდგენელის სახით: ჩარხის მთავარი მოძრაობისა (P_x) და მიწოდებათა მოძრაობების (P_y , P_z) მიმართულებათა მიხედვით.

P_x არის შვეული მდგენელი, ანუ ჭრის ძალა. იგი ჭრის ზედაპირის მხებია და ემთხვევა მთავარი მოძრაობის მიმართულებას;

P_y — ღერძული, ანუ მიწოდების ძალა, რომელიც მოქმედებს ნამზადის ღერძის პარალელურად და მიმართულია მიწოდების საწინააღმდეგოდ.

P_z — რადიალური ძალა, რომელიც მიმართულია თარაზულად (ნამზადის ღერძის მართობულად).

ჭრის წინალობის ძალა (P)

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2},$$

ჭრის ძალასა და P_y და P_x ძალებს შორის დამოკიდებულება ასეთია

$$P_y = (0,4 - 0,5) P_x;$$

$$P_x = (0,3 - 0,4) P_x.$$

ჭრის ძალა გაიანგარიშება შემდეგი ემპირიული ფორმულით

$$P_g = C_p \cdot t^{\alpha} \cdot S^{\nu},$$

სადაც C_p არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დამუშავების მოცემულ პირობებს;

l — კრის სიღრმე, მმ;

S — მიწოდება, მმ/ბრ,

x_p და y_p ხარისხის მაჩვენებელია, რომელთა მნიშვნელობები დამოკიდებულია დასამუშავებელ მასალაზე და, შესაბამისად, l და S -ზე. C_p , x_p და y_p მნიშვნელობები აიღება კრის რეჟიმების ცნობარებიდან.

თუ ცნობილია კრის ძალა და ბურბუშელას განივკვეთის ფართობი, შეიძლება განისაზღვროს კუთრი წნევა ფორმულით

$$P = \frac{P_z}{f} \text{ კგ/მ}^2.$$

კუთრი წნევა ერთისა და იმავე მასალისათვის ცვალებადი სიდიდეა, რადგან იგი მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ამიტომ კუთრი წნევას, რომელსაც კრის კოეფიციენტი (k) ეწოდება, ანგარიშობენ განსაზღვრული პირობებისათვის ($l=5$ მმ; $s=1$ მმ/ბრ; $\delta=75^\circ$; $\varphi=45^\circ$; გამაცივებელი სითხის გარეშე). სხვადასხვა მასალისათვის მათი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილებში, რის საშუალებითაც შეიძლება მიახლოებით განისაზღვროს კრის ძალა შემდეგი ფორმულით $P_z = k \cdot f$, სადაც k არის კრის კოეფიციენტი, f — ბურბუშელას განივკვეთის ფართობი, მმ².

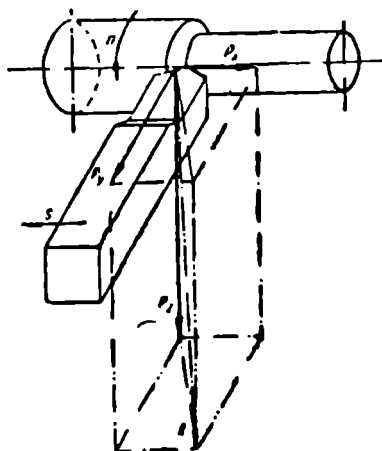
კრისა და ჩარხის ძრავას სიმძლავრე. თუ ცნობილია კრის სიჩქარე და კრის ძალა P_z , შეიძლება განისაზღვროს კრის სიმძლავრე $N_{3\%}$ ფორმულით

$$N_{3\%} = \frac{P_z V}{60 \cdot 102} \text{ კვტ.}$$

მოცემული პირობებისათვის ჩარხის ძრავას სიმძლავრე $N_{3\%}$ განისაზღვრება ფორმულით

$$N_{ძრ} = \frac{N_{3\%}}{\eta_{ძრ}} \text{ კვტ.}$$

სადაც $\eta_{ძრ}$ ჩარხის მარგი ქმედების კოეფიციენტი და სახარატო ჩარხებისათვის საშუალოდ 0,7—0,75 უდრის.



ნახ. 209. კრის ძალების სქემა.

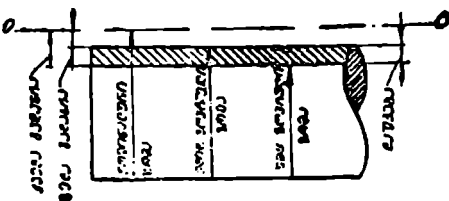
მოკლე ცნობები დაზვევების და ჩასმების შესახებ

§ 189. დაშუაების სიზუსტე და დაზვევა

მანქანების ან ხელსაწყოების აწყობის დროს დეტალების ურთიერთმორგება დამატებით დამუშავების ან შერჩევის გარეშე უნდა ხდებოდეს. ასევე, მანქანის შეკეთების დროს გაცვეთილი დეტალის ახლით შეცვლა შესაძლო უნდა იყოს დამატებითი მორგებით სამუშაოების გარეშე. დეტალების ურთიერთმორგების ან ხელით შეცვლის შესაძლებლობას, რაიმე დამატებითი სამუშაოების ან შერჩევის გარეშე, უ რ თ ი ე რ თ შ ე ნ ა ც ვ ლ ე ბ ა დ ო ბ ა ეწოდება.

დამუშავების სიზუსტე. ნახაზზე დასმულ ძირითად (გაანგარიშებულ) ზომას ნომინალური ზომა ეწოდება. დეტალის დამზადება ნომინალური ზომის მიხედვით აბსოლუტური სიზუსტით შეუძლებელია, რადგან მასზე გავლენას ახდენს ადამიანის ფიზიკური და ფსიქიკური მდგომარეობა, ჩარხის, სამარჯვის, მკრელი და საზომი იარაღების სიზუსტე და მრავალი ფაქტორი. ფაქტიურ ზომას, რომელიც მიიღება დეტალის უშუალო გაზომვით, ნამდვილი ზომა ეწოდება.

დამუშავების სიზუსტეში იგულისხმება დეტალის ნამდვილი ზომების ნახაზზე აღნიშნულ ნომინალურ ზომებთან შესაბამისობის ხარისხი. სიზუსტე მით მეტია, რამდენადაც ნაკლებია ნახაზზე აღნიშნულ ნომინალურ და ნამდვილ ზომებს შორის სხვაობა. ნომინალურ და ნამდვილ ზომებს შორის სხვაობას გადახრა ეწოდება. ერთნაირი გადახრის მქონე დეტალების დამზადებაც შეუძლებელია. გადახრები გარკვეულ ზღვრებში იცვლება და შეიძლება იყოს ზედა და ქვედა (ნახ. 210).



ნახ. 210. გადახრების სქემა.

ზედა გადახრა ეწოდება ზღვრულ ზომასა და ნომინალურ ზომას შორის სხვაობას.

ქვედა გადახრა ეწოდება სხვაობას ნომინალურ ზომასა და უმცირეს ზღვრულ ზომას შორის.

ნამდვილი გადახრა ეწოდება სხვაობას ნამდვილ და ნომინალურ ზომას შორის. გადახრა შეიძლება იყოს დადებითი (აღინიშნება პლუსით) და უარყოფითი (აღინიშნება მინუსით) დადებითი გა-

დახრა იქნება მაშინ, როდესაც დეტალის ნამდვილი ზომა ნომინალურზე მეტია; უარყოფითი გადახრა კი მიიღება მაშინ, როცა ნამდვილი ზომა ნომინალურზე მცირეა. გადახრებს აწერენ ნომინალურ ზომას, მაგალითად, $40^{+0,2}$ ნიშნავს, რომ 40 არის ნომინალური ზომა $+0,2$ ზედა გადახრა, $+0,140^{+0,1}$ — ქვედა გადახრა.

დეტალების ურთიერთმორგების უზრუნველსაყოფად მიზანშეწონილი გადახრების ზღვრებს წინასწარ ადგენენ და დეტალებს ამ გადახრების მიხედვით ამზადებენ. ზღვრული გადახრები განსაზღვრავს დეტალის უდიდეს და უმცირეს ზღვრულ ზომებს.

უდიდესი ზღვრული ზომა ეწოდება ნომინალურ ზომას დამატებული ზედა გადახრა.

უმცირესი ზღვრული ზომა კი ეწოდება ნომინალურ ზომას დამატებული ქვედა გადახრა. უდიდეს და უმცირეს ზღვრულ ზომებს შორის სხვაობას დაშვება ეწოდება. დამზადებული დეტალი ითვლება ვარგისად, თუ მისი ნამდვილი ზომა ზღვრული ზომების ფარგლებში თავსდება:

მაგალითად, თუ დადგენილია, რომ დეტალის უდიდესი ზღვრული ზომაა 40,2 მმ, უმცირესი ზღვრული ზომა კი — 40,1 მმ, მაშინ ყველა შუალედური ზომის დეტალი ვარგისი იქნება, ზღვრულ ზომებზე ნაკლები ან მეტი ზომის მქონე დეტალები კი — წუნდებული.

დაშვების სიდიდის მიხედვით სახელმწიფო სრულიადასაკავშირო სტანდარტით (ბოსტ-ით) ან სახელმწიფო სრულიადასაკავშირო სტანდარტით — ბოსტ-ით) მანქანათმშებლობაში დადგენილია სიზუსტის შემდეგი კლასები: 1, 2, 2a, 3, 3a, 4, 5, 7, 8; 9 და 10 (მე-6 კლასი არ არის დადგენილი). 1-ლი კლასი სიზუსტის მიხედვით უმაღლესია, ხოლო მე-10 — ყველაზე უფრო ტლანქი.

შეუღლებადი დეტალებისათვის გათვალისწინებულია სიზუსტის 1—5 კლასები; სიზუსტის ძირითად კლასად მანქანათმშენებლობაში მიღებულია მე-2 კლასი. არაშეუღლებად დეტალებს უწერენ მხოლოდ ნომინალურ ზომებს. მათ ამზადებენ ეგრეთ წოდებული თავისუფალი დაშვებების მიხედვით, რომელთა მნიშვნელობები ზომების მიხედვით ცხრილიდან აიღება. თავისუფალი ზომიდან გადახრა ჩვეულებრივ აიღება. სიზუსტის 7—8 კლასების ფარგლებში არაპასუხსაგებ ნაკეთობებში, აგრეთვე უხეშ შეერთებებში და ნამზადებში (სხმულები, ნაქედები და ა. შ.) გამოიყენება სიზუსტის 8—10 კლასები.

1977—1980 წლებში მოქმედებაში შევიდა ურთიერთდახმარების ეკონომიკური საბჭოს დაშვებებისა და ჩასმების ერთიანი სისტემის (ესლჩ სეე) სტანდარტები. რომლმ მიხედვით ოსტ-ის სიზუსტის კლასები 1—500 მმ ზომათა დიაპაზონისათვის შეცვლილია სპ-ის

19 კვალიტეტი (01, 0, 1, 2, 3, 4... 16, 17). კვალიტეტის ნომრის ზრდასთან ერთად იზრდება დაშვება, ე. ი. მცირდება დამუშავების სიზუსტე. შეუღლებად დეტალებში გამოიყენება სიზუსტის 5—12 კვალიტეტი; თავისუფალი ზომებიდან გადახრები რეკომენდებულია ავილოთ 12—14 კვალიტეტის შესაბამისად. არაპასუხსაგებ შეერთებაში და ისეთი სახის ნამზადებში, როგორცაა სხმულები, ნაჭედები და ა. შ. გამოიყენება სიზუსტის 13—17 კვალიტეტი. სმვ-ის კვალიტეტებსა და შმსტ-ის სიზუსტის კლასებს შორის მიახლოებითი შესაბამისობა მოცემულია მე-9 ცხრილში.

ცხრილი 9

შმსტ-ის სიზუსტის კლასები	1	2	2a	3	3a	4	5	7	8	9	10			
სმვ-ის კვალიტეტი	5	6	6	7	7	8	8-9	10	11	12-13	14	15	16	17

§ 140. ჩასმა და დაშვების სისტემა

ერთიმეორესთან დაკავშირებული საერთო ნომინალური ზომის მქონე წყვილი დეტალის შეუღლების ხასიათს ჩასმა ეწოდება.

პრაქტიკაში დეტალების დანიშნულების მიხედვით სხვადასხვა ჩასმას იყენებენ. ჩასმა განისაზღვრება შესაუღლებელი ზედაპირების ნამდვილ ზომათა სხვაობით აწყობამდე, ე. ი. შეუღლებაში წარმოქმნილი ღრეჩოთი ან ქეჩით. შეუღლებათა თითოეულ შემთხვევაში განიხილება შიგა ზედაპირის მქონე დეტალი (შემომწვდომი) — ნახვრეტი და მასთან შესაუღლებელი გარე ზედაპირის მქონე დეტალი (შემოსაწვდომი) — ლილვა.

ღრეჩო ეწოდება ნახვრეტისა და ლილვის ნამდვილ ზომათა სხვაობას აწყობამდე, როდესაც ნახვრეტის ნამდვილი ზომა აღემატება ლილვის ნამდვილ ზომას (ნახ. 211):

$$S = D_i - d_i$$

სადაც S არის ღრეჩო; D_i — ნახვრეტის ნამდვილი ზომა; d_i — ლილვის ნამდვილი ზომა.

ქეჩი ეწოდება ლილვისა და ნახვრეტის ზომათა სხვაობას აწყობამდე, როდესაც ლილვის ნამდვილი ზომა აღემატება შესაუღლებელი ნახვრეტის ნამდვილ ზომას

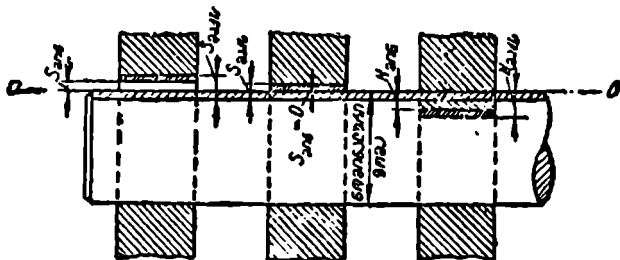
¹ კვალიტეტი (ლათინურად „კვალიტას“ — ხარისხი) არის დეტალის დამზადების სიზუსტის მახასიათებელი.

$$N = d_i - D_i,$$

სადაც N არის კეჯი; d_i — ლილვის ნამდვილი ზომა; D_i — ნახვრეტის ნამდვილი ზომა.

ცხადია, რომ კეჯი არის უარყოფითი ღრეჩო ($N = -S$) და პირიქით. ჩასმა ახასიათებს შესაუღლებელი დეტალების გადაადგილების ხარისხს ან მათი წინააღმდეგობის უნარს ერთი მეორის მიმართ გადაადგილების შემთხვევაში. ასხევეებენ

უდიდეს და უმცირეს ღრეჩოსა და კექს.



ნახ. 211. ღრეჩოსა და კექის გრაფიკული გამოსახვა (ლილვის სისტემა).

უდიდესი ღრეჩო ($S_{\text{მე}}^{\text{მე}}$) არის სხვაობა ნახვრეტის უდიდეს ზღვრულ ზომასა და ლილვის უმცირეს ზღვრულ ზომას შორის.

უმცირესი ღრეჩო ($S_{\text{მე}}^{\text{მე}}$) არის სხვაობა ნახვრეტის უმცირეს ზღვრულ ზომასა და ლილვის უდიდეს ზღვრულ ზომას შორის.

უდიდესი კეჯი ($N_{\text{მე}}^{\text{მე}}$) არის სხვაობა ლილვის უდიდეს ზღვრულ ზომასა და ნახვრეტის უმცირეს ზღვრულ ზომას შორის.

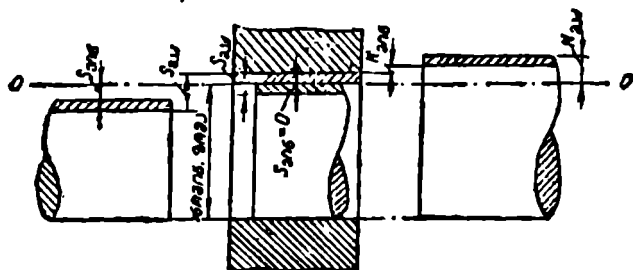
უმცირესი კეჯი ($N_{\text{მე}}^{\text{მე}}$) არის სხვაობა ლილვის უმცირეს ზღვრულ ზომასა და ნახვრეტის უდიდეს ზღვრულ ზომას შორის.

დაშვებების სისტემები. ნებისმიერ შეერთებაში ერთი დეტალი შედის მეორეში. ყოველგვარ გარე ზედაპირს პირობით ნახვრეტს უწოდებენ, ხოლო შიგას — ლილვს. დეტალების დამზადების დროს სარგებლობენ დამუშავების ორი სისტემით: დაშვებების ნახვრეტის სისტემით და დაშვებების ლილვის სისტემით.

დაშვებების ნახვრეტის სისტემის დროს (ნახ. 212) ნახვრეტის ზომები მუდმივია, ხოლო შეერთების სასურველი ჩასმა მიიღწევა ლილვის დიამეტრის გადახრების ცვლით.

დაშვებების ლილვის სისტემის შემთხვევაში (ნახ. 211) ლილვის ზღვრული ზომები მუდმივია, ხოლო შეერთების სასურველი ჩასმები ხორციელდება ნახვრეტების დიამეტრის გადახრების ცვლით.

სრთიერთდახმარების ეკონომიკური საბჭოს დაშვებისა და ჩასმების ერთიან სისტემაში (მნაბ სმპ-ით) შემოტანილია ახალი ცნება — „ძირითადი გადახრა“, (რომელიც განსაზღვრავს დაშვების ველის მდებარეობას ათვლისძირითადი (ნულოვანი) ხაზიდან.



ნახ. 212. ნახვრეტის სისტემის დაშვებათა გრაფიკული გამოსახვა.

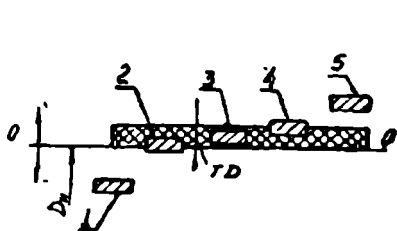
დეტალს, რომლის დაშვების ველის მდებარეობა არ არის დამოკიდებული ჩასმის სახეობაზე, სისტემის ძირითადი დეტალი ეწოდება. მაშასადამე, ნახვრეტის სისტემაში ძირითადი დეტალი არის ნახვრეტი, რომლის დაშვების ველი მოთავსებულია ნულოვანი ხაზიდან დაწყებული — ზემოთ (ნახ. 213). ესე იგი ნახვრეტის სისტემისათვის ძირითადი დეტალის ნახვრეტის ძირითადი გადახრა (ქვედა) ნულის ტოლია.

ძირითადი დეტალის — ნახვრეტის დაშვების ველი აღინიშნება „H“-ით, ლილვისა „h“-ით.

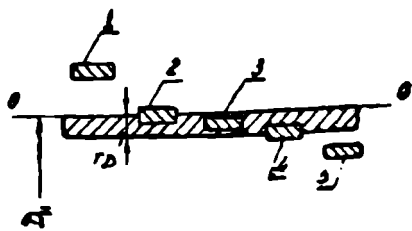
როგორც 213-ე და 214-ე ნახაზებიდან ჩანს, ნახვრეტისა და ლილვის დაშვების ველთა განლაგების მიხედვით შეუძლება შეიძლება მივიღოთ:

- ღრეჩოთ (მოძრავი შეუღლებები) 1;
- გარდამავალი ჩასმებით (მოძრავი ან უძრავი) 2, 3, 4;
- ქეჩით (უძრავი, საწნეხი) 5.

ღრეჩოთი ჩასმებში დაშვების ველები ნახვრეტზე განლაგებულია ლილვის დაშვების ველის ზემოთ, რითაც უზრუნველყოფილია გა-



ნახ. 213. ნახვრეტის სისტემაში დაშვებათა ველების განლაგება.



ნახ. 214. ლილვის სისტემაში დაშვებათა ველების განლაგება.

გარანტირებული ღრეჩოები შეუღლებებში. ჰეჭით ჩასმებში კი, ჰორიქით, დაშვების ველები ნახვრეტზე განლაგებულია ლილვის დაშვების ველის ქვემოთ, რითაც შეუღლებებში მიღება გარანტირებულია ქეჭები.

გარდამავალი ჩასმების გრაფიკული გამოსახვის დროს ნახვრეტის დაშვების ველი ნაწილობრივ 2, 4 ან მთლიანად გადაფარულია ლილვის დაშვების ველით, რის გამოც გარდამავალ ჩასმებში შეიძლება მივიღოთ როგორც ღრეჩოები, ისე ქეჭები.

ნახვრეტის სისტემას ლილვის სისტემასთან შედარებით აქვს უპირატესობა, რომ იგი მოითხოვს შედარებით უფრო ნაკლებ საზომ და მკრელ იარაღებს, ლილვის მორგება ნახვრეტთან უფრო ადვილია და იაფი ვიდრე ნახვრეტისა ლილვთან, ამიტომ უპირატესად გამოიყენება ნახვრეტის სისტემა.

დაშვებათა მნიშვნელობები ბოსტ-ით და სმვ-ით აღება შესაბამისი ცხრილებით.

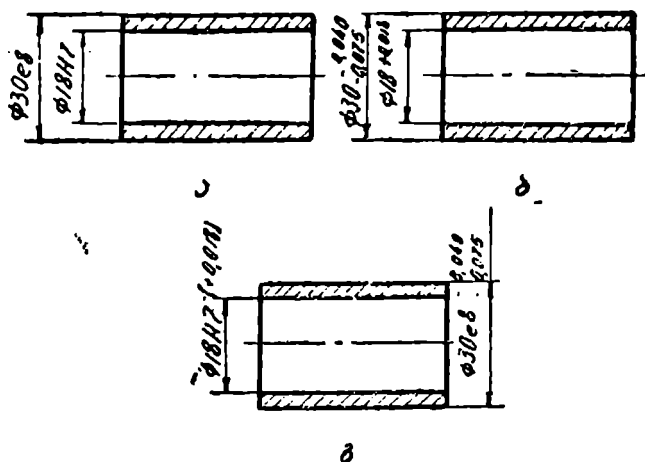
ბოსტ-ის და სმვ-ის სისტემების დაშვების ველების პირობითი აღნიშვნების ურთიერთდაპირისპირება ნაჩვენებია მე-10 ცხრილში.

ცხრილი 10

ბოსტ-ი	სმვ-ი
<p>ძირითადი ნახვრეტის დაშვების ველი აღინიშნება „A“ ასოთი, ძირითადი ლილვისა „B“ ასოთი. მარჯვნივ მიწერილი ინდექსი გამოსახავს სიზუსტის კლასს (მეორე კლასს — იგი ძირითადია, ინდექსი არ იწერება), მაგალითად, A₁, A₁₁, A, A₂ ა, A₃ და ა. შ. ან B₁, B, B₂, B და ა. შ.</p>	<p>ძირითადი ნახვრეტის დაშვების ველი აღინიშნება „H“, ძირითადი ლილვისა „K“. მარჯვნივ მიწერილი რიცხვი გამოსახავს კვალიტეტის ნომერს, მაგალითად, H₀₁, H₀, H₁, H₂... h₀₁, h₀, h₁, h₂...</p>
<p>ძირითად დეტალებთან შესაუღლებელი დეტალის დაშვების ველები აღინიშნება რუსული ანბანის ასოებით, რომელთაც მარჯვნივ ეწერება სიზუსტის კლასის ინდექსი: C, D, X, JI, III, T_z (მოძრავი ჩასმები); Г, Т, Н, П — გარდამავალი ჩასმები; Г_р, П_р, П_л — საწნები ჩასმები. ძირითად დეტალთან შესაუღლებელი დეტალის დაშვების ველის აღნიშვნა ერთდროულად ასოებით სხვადასხვა სისტემაში (A და B) საშუალებას არ გვაძლევს ნახაზის გარეშე სწორად დავადგინოთ შესაერებელი წველის რომელ ელემენტს (ნახვრეტს თუ ლილვს) განეკუთვნება იგი. იქნება წინაპირობა შეცდომის დასაშვებად ზღვრული გადახრების შესაბამისი ცხრილებით განსაზღვრის დროს.</p>	<p>ძირითად დეტალთან შესაუღლებელი დეტალის დაშვების ველები აღინიშნება ლათინური ანბანის ასოებით (მთავრულით — ნახვრეტები ნუსხურით — ლილვები, რომლებსაც მარჯვნივ მიეწერება კვალიტეტის ნომერი. გამოიყენება შემდგომ ასოები: A, a; B, b; C, c; D, d; E, e; F, f; G, g; H, h — მოძრავი ჩასმები Is; vs; K, k; M, m; N, n — გარდამავალი ჩასმები P, p; P_z; S, s; T, t; U, u; X, x; Y, y, Z, z — საწნები ჩასმები დაწერილი ასო (მთავრული ან ნუსხური) იძლევა სრულ წარმოდგენას დაშვების ველი მიეკუთვნება ნახვრეტს თუ ლილვს, რითაც გამორიცხულია შეცდომის დაშვება ზღვრული გადახრების ცხრილებით განსაზღვრის დროს.</p>

ნახაზის ზომებზე ზღვრული გადახრების და ჩასმების აღნიშვნა

გოსტ-ის მოთხოვნათა შესაბამისად მუშა ნახაზების ზომებზე ზღვრული გადახრები შეიძლება აღინიშნოს სამი მეთოდით (ნახ. 215);



ნახ. 215. ნახაზზე ზღვრული გადახრების აღნიშვნა.

დაშვების ველები პირობითი აღნიშვნებით (ა);
 ზღვრული გადახრების რიცხობრივი სიდიდეების ჩვენებით (ბ);
 დაშვების ველები პირობითი აღნიშვნებით და მის მარჯვნივ ფრჩხილებში ზღვრული გადახრების რიცხობრივი სიდიდეების ჩვენებით. (გ). ამ უკანასკნელს კომბინირებული ეწოდება.
 ამ მეთოდებიდან დღეისათვის უპირატესობა ენიჭება მეორეს ან მესამეს. ამ უკანასკნელს აქვს ნაკლიც — ნახაზის ზედმეტი გადატვირთვა.

მაგალითები: $\Phi 50A$, გოსტ-ით, სიზუსტის მეორე კლასის ნახვრეტი, ნახვრეტის სისტემით, ნომინალური დიამეტრი 50 მმ;

$\Phi 60B$ ვ, გოსტ-ით, სიზუსტის მესამე კლასის ლილვი, ლილვის სისტემით, ნომინალური დიამეტრი 60 მმ;

$\Phi 100X$ ვ, გოსტ-ით, სიზუსტის მესამე კლასის ლილვი ნახვრეტის სისტემით და სავალი ჩასმით, ნომინალური დიამეტრი 100 მმ;

$\Phi 110 \frac{A}{H}$, გოსტ-ით, სიზუსტის მეორე კლასის დაძაბული ჩასმა ნახვრეტის სისტემით, შეერთების 110 მმ ნომინალური დიამეტრით.

Φ 80 $\frac{C_4}{B_4}$ -ბოსტ-ით, სიზუსტის მეოთხე კლასის სასტილო ჩასმა ლილვის სისტემით, შეერთების 80 მმ ნომინალური დიამეტრის დროს.

Φ 60H 8-სმ3-ით, მე-8, კვალიტეტის სიზუსტის ძირითადი ნახვრეტი, (ნახვრეტის სისტემით), ნომინალური ზომა 60 მმ.

Φ 50h 7-სმ3-ით, მე-7 კვალიტეტის სიზუსტის ძირითადი ლილვი (ლილვის სისტემით), ნომინალური ზომა 50 მმ.

Φ 30F 9-სმ3-ით, მე-9 კვალიტეტის სიზუსტის ნახვრეტი ლილვის სისტემით, ნომინალური ზომა 30 მმ (შესაუღლებელი ძირითადი ლილვის ზომაა Φ 30h 8 ან Φ 30h 7).

Φ 80e 8-სმ3-ით, მე-8 კვალიტეტის ლილვი ნახვრეტის სისტემით (შესაუღლებელი ნახვრეტის ზომაა Φ 80H 8 ან 80 H 9).

Φ 60 $\frac{E_9}{h_3}$ -სმ3-ით, ლილვის სისტემით შეერთება, ძირითადი ლილვის სიზუსტე მე-8 კვალიტეტით, შეუღლებული ნახვრეტის სიზუსტე მე-9 კვალიტეტით, შეერთების ნომინალური დიამეტრი 60 მმ.

შენიშვნა: ბოსტ-ის სისტემაში შესაუღლებელი ნახვრეტის და ლილვის დამზადება ხდება სიზუსტის ერთი და იმავე კლასით (მაგალითად, Φ 60 $\frac{A_4}{X_4}$, Φ 20 $\frac{II}{B}$, და ა. შ.). სმ3-ის სისტემაში შესაუღლებელი ნახვრეტი და ლილვი შეიძლება იყოს სხვადასხვა სიზუსტის.

Φ 50 $\frac{H_7}{E_6}$ -სევ-ით, ნახვრეტის სისტემით, ძირითადი ნახვრეტი მე-7 კვალიტეტის სიზუსტით, შეუღლებული მე-6 კვალიტეტის სიზუსტის ლილვთან, შეერთების ნომინალური ზომა 50 მმ.

§ 141. ზედპირის სისუფთავე

ღეტალების დამზადების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ზედპირის სისუფთავეს. სისუფთავეს ხარისხი ურის დროს განისაზღვრება ზედპირზე წარმოქმნილი სავარცხლების, ანუ უსწორობათა საშუალო არითმეტიკული სიმაღლის (R_a) ან საშუალო კვადრატული სიმაღლის (R_z) მიხედვით. ამ ნიშნების მიხედვით ბოსტ 2789 — 59-ით დადგენილია ზედპირის სისუფთავეს 14 კლასი: ▽1, ▽2, ▽3.. ▽14.

6—12 სისუფთავის კლასებისათვის სიმქისის ძირითადი მახასიათებელია R_a , ხოლო 1—5, 13 და მე-14 კლასებისათვის R_z . სისუფთავის თითოეული კლასისათვის დადგენილია R_s და R_z მაქსიმალური მნიშვნელობები l შერჩეული საბაზო სიგრძისათვის.

ზედაპირის სიმქისის კლასები ბოსტ 2789—59-ით, სიმქისის პარამეტრები. მათი უდიდესი მნიშვნელობები ბოსტ 2789—73 და საბაზო სიგრძეები მოცემულია მე-11 ცხრილში.

ზედაპირის სისუფთავის შესაფასებლად და მისი სიმქისის გასაზომად იყენებენ ზედაპირის სისუფთავის ეტალონებს და სხვადასხვა ხელსაწყოებს. შეფასებული ზედაპირების ეტალონებთან შედარებას აწარმოებენ უშუალოდ ან შესადარებელი მიკროსკოპის საშუალებით.

ცხრილი 11

ზედაპირის სიმქისის რიცხოვრივი მნიშვნელობებისა და ზედაპირის პარამეტრების შესარჩევი რეკომენდაციები ბოსტ 2789—73-ით, ანალოგი სიმქისის კლასები ბოსტ 2789—59-ით

სიმქისის კლასი, გოსტ 2789—59	სიმქისის ნორპირებული პარამეტრი	სიმქისის პარამეტრების უდიდესი მნიშვნელობები, გოსტ 2789—73-ით	საბაზო სიგრძე, l მმ-ით
1	2	3	4
▽1	R_z	$R_z \frac{20}{\nabla}$	8
▽2	R_z	$R_z \frac{160}{\nabla}$	8
▽3	R_z	$R_z \frac{80}{\nabla}$	8
▽4	R_z	$R_z \frac{40}{\nabla}$	2,5
▽5	R_z	$R_z \frac{20}{\nabla}$	2,5
▽6	R_o	$\frac{2,7}{\nabla}$	0,8
▽7	R_o	$\frac{1,25}{\nabla}$	0,8
▽8	R_o	$\frac{0,63}{\nabla}$	0,25
▽9	R_o	$\frac{0,32}{\nabla}$	0,25
▽10	R_o	$\frac{0,16}{\nabla}$	0,25
▽11	R_o	$\frac{0,08}{\nabla}$	0,25

1	2	3	4
▽12	R_0	$0,04 \nabla$	0,25
▽13	R_1	$R_1^{0.1} \nabla$	0,09
▽14	R_2	$R_2^{0.05} \nabla$	0,08

თაზო XXXIV

ლითონსაჭრელი ჩარხების ამძრავები

§ 142. გადაცემა და გადაცემის ფარდობა

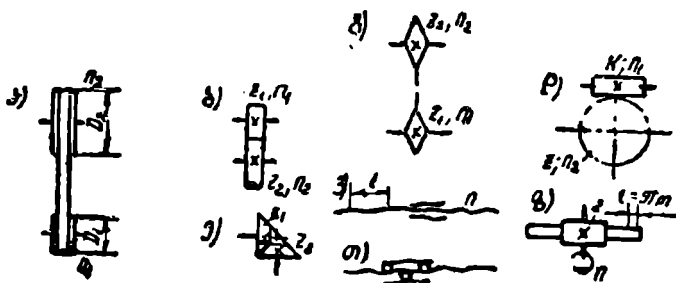
გადაცემა ეწოდება მექანიზმს, რომელიც ერთი ელემენტიდან მეორეზე გადასცემს (ან გარდაქმნის) მოძრაობას. გადაცემის ფარდობა ეწოდება წამყვანი ლილვის ბრუნთა რიცხვის ამჟამინდელი ლილვის ბრუნთა რიცხვთან შეფარდებას. ლითონსაჭრელ ჩარხებში გამოიყენება ძირითადად შემდეგი სახის გადაცემები: ლევდური, კბილანური, ჭაჭკური, ჭიახრანული და კბილანა-ლარტყული (ნახ. 216).

ლევდური გადაცემის (ა) ფარდობა

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

სადაც D_1 და n_1 არის წამყვანი ბორბლის დიამეტრი და ბრუნთა რიცხვი;

D_2 და n_2 — ამჟამინდელი ბორბლის დიამეტრი და ბრუნთა რიცხვი.



ნახ. 216. გადაცემათა ძირითადი სახეები.

ღვედის სრიალის გათვალისწინებით გადაცემის ფარდობა

$$i = \frac{D_1}{D_2} \gamma,$$

სადაც γ არის სრიალის კოეფიციენტი და აიღება 0,98-ის ტოლი.

კბილანური გადაცემა ხორციელდება ცილინდრული (ბ) ან კონუსური კბილანებით (გ). ამ შემთხვევაში გადაცემის ფარდობა

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2},$$

სადაც Z_1 და n_1 არის წამყვანი კბილანის კბილთა რიცხვი და ბრუნთა რიცხვი;

Z_2 და n_2 — ამყოლი კბილანის კბილთა რიცხვი და ბრუნთა რიცხვი.

თუ გადაცემათა ჯაჭვში გამოყენებულია კონუსური გადაცემები, მაშინ ეს წესი არ გამოდგება.

კბილანური გადაცემის ძირითადი უპირატესობაა მცირე გაბარიტი და დიდი სიმძლავრეების გადაცემის შესაძლებლობა.

თუ a და d ლილვებს შორის გადაცემა ხორციელდება რამდენიმე კბილანის წყვილით (ნახ. 217, ა) და ცნობილია a ლილვის ბრუნთა რიცხვი (n_a), მაშინ d ლილვის ბრუნთა რიცხვი ასე განისაზღვრება

$$n_d = n_a \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}.$$

ამ გამოსახულებას $\frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$ ეწოდება კინემატიკური ჯაჭვის

ფარდობა a -დან d -მდე ($i_{a,d}$). ასევე ცნობილია d ლილვის ბრუნთა რიცხვი, შეიძლება განისაზღვროს n

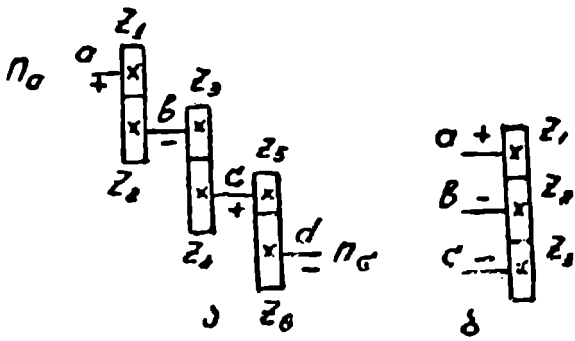
$$n_a = n_d \cdot \frac{Z_6}{Z_5} \cdot \frac{Z_4}{Z_3} \cdot \frac{Z_2}{Z_1}.$$

სამკბილიანი გადაცემის (ნახ. 217, ბ) შემთხვევაში

$$n_c = n_a \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_2}{Z_3} = n_a \cdot \frac{Z_1}{Z_3}.$$

როგორც ჩანს, შუალედური Z_2 კბილანა გავლენას არ ახდენს C ლილვის ბრუნთა რიცხვზე. ასეთ კბილანას „პარაზიტული“ ეწოდება.

ხშირად საჭიროა, კბილანურ გადაცემებში კბილანებისა და ლილვების ბრუნთა მიმართულების ცოდნა. 217-ი ნახაზზე კბილანებისა და



ნახ. 217. კბილანური გადაცემა: ა — რამდენიმე კბილანების წყვილით; ბ — სამი კბილანით (პარაზიტული კბილანით).

ლილვების ბრუნვის მიმართულება საათის ისრის მიმართულებით აღნიშნულია + ნიშნით, ხოლო საწინააღმდეგო მიმართულებით — ნიშნით. როგორც აღნიშნეთ სამკბილიან გადაცემაში პარაზიტული კბილანა C კბილანის ან ლილვის ბრუნთა რიცხვს არ ცვლის, მაგრამ, ცვლის ამის ბრუნვის მიმართულებას (ორკბილანიაანი გადაცემისას იბრუნებდა საათის ისრის საწინააღმდეგოდ).

ნებისმიერ რაოდენობის ცილინდრული კბილანებისაგან შედგენილ გადაცემაში ნებისმიერი კბილანის ბრუნთა რიცხვის და მიმართულების განსაზღვრა შეიძლება ფორმულით

$$n_{აგ} = n_{წაგ} \cdot i(-1)^m,$$

- სადაც $n_{აგ}$ არის ამჟომლი კბილანის (ლილვის) ბრუნთა რიცხვი;
- $n_{წაგ}$ — წამყვანი კბილანის ბრუნთა რიცხვი;
- i — კინემატიკური ჯაჭვის გადაცემის ფარდობა;
- m — კინემატიკური ჯაჭვის (საანგარიშო ნაწილის) კბილანების — მოღებათა რიცხვი.

217, ა ნახაზზე მოცემული შემთხვევისათვის

$$n_d = n_a \cdot i_{ad}(-1)^3 = -n_a \cdot i_{ad}$$

ქიახრახნული გადაცემისას (ნახ. 216, დ) გადაცემის ფარდობა

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2}.$$

სადაც Z_1 და Z_2 არის წამყვანი და ამჟომლი ვარსკვლავების კბილთა რიცხვები.

კიახრახნული გადაცემისას (ნახ. 216, დ) გადაცემის ფარობა

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{k}{Z},$$

ხადაც k არის კიახრახნის სვლათა რიცხვი;

Z — კიაკბილანის კბილთა რიცხვი.

ამ გადაცემაში წამყვანი ყოველთვის კიახრახნია, ამასთან კიაკბილანის ბრუნვის მიმართულება დამოკიდებულია აგრეთვე კიახრახნის კუთხვილზე (მარჯვენა თუ მარცხენა).

ხრახნული გადაცემა (ნახ. 216, ე) გამოიყენება ბრუნვითი მოძრაობის გადატანით მოძრაობად გარდასაქმნელად.

თუ ხრახნი, რომლის ბიჯია t აკეთებს n ბრუნვას წუთში, მაშინ ქანჩის გადაადგილების მანძილი —

$$S = n \cdot t \text{ მმ.}$$

ხახუნის შესამცირებლად მდოვრე და თანაზომიერი გადაადგილების უზრუნველსაყოფად ახლა იყენებენ გორვის ხრახნულ წყვილებს (ნახ. 216, ვ).

ლარტყული გადაცემა (ნახ. 216, ვ) სრულდება კბილანისა და ლარტყის საშუალებით და აგრეთვე გამოიყენება ბრუნვითი მოძრაობას წინსვლით მოძრაობად გარდასაქმნელად. ლარტყის გადაადგილების მანძილი ტოლია

$$s = tzn = \pi mzn,$$

ხადაც t არის ლარტყის ბიჯი;

m — მოდების მოდული;

z და n — კბილათელის კბილთა რიცხვი და ბრუნთა რიცხვი.

§ 148. ზრის მოძრაობის ამძრავები

ამძრავი ეწოდება მექანიზმების ერთობლიობას, რომლის საშუალებითაც მოძრაობა ძრავადან მიიყვანება მუშა ორგანომდე. ძირითადად არჩევენ მთავარ ანუ კრის და მიწოდების ამძრავებს.

კრის მოძრაობის ამძრავმა უნდა უზრუნველყოს მაღალი კრის სიჩქარეები. ეს თავის მხრივ მოითხოვს ჩარხის შპინდელის ბრუნთა რიცხვების რაციონალური ცვლის შესაძლებლობას საჭირო ზღვრებში.

როგორც ცნობილია, შპინდელის ბრუნთა რიცხვი გამოითვლება ფორმულით:

$$n = \frac{1000}{\pi d}$$

ხადაც n არის შპინდელის ბრუნთა რიცხვი წუთში;

V — კრის სიჩქარე მ/წთ;

d — ნამზადის დიამეტრი მმ-ით.

თუ ჩარხზე მხოლოდ ერთი გარკვეული სამუშაო სრულდება, ე. ი. ჩარხი სპეციალურია, მაშინ d და V მუდმივი სიდიდეებია და მათსადამე, n -იც მუდმივია. ჩვეულებრივ ნამზადის დიამეტრი და დასაშვები კრის სიჩქარე ცვალებადი ზღვრული სიდიდეებია. შესაბამისად შპინდელის ზღვრული ბრუნთა რიცხვები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$n_{\text{მინ}} = \frac{100 \cdot V_{\text{მინ}}}{\pi \cdot d_{\text{მაქს}}} \text{ ბრ/წთ}; \quad n_{\text{მაქს}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{მაქს}}}{\pi \cdot d_{\text{მინ}}} \text{ ბრ/წთ};$$

სადაც $n_{\text{მინ}}$ არის ნამზადის მინიმალური ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$n_{\text{მაქს}}$ — ნამზადის მაქსიმალური ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ;

$V_{\text{მინ}}$ — მინიმალური კრის სიჩქარე, მ/წთ;

$V_{\text{მაქს}}$ — მაქსიმალური კრის სიჩქარე, მ/წთ;

$d_{\text{მაქს}}$ — მაქსიმალური დიამეტრი, მმ;

$d_{\text{მინ}}$ — ნამზადის მინიმალური დიამეტრი, მ.

მოცემულ ზღვრებში ბრუნთა რიცხვების რეგულირება მიიღწევა უსაფეხურო და საფეხურიანი ამძრავებით, რომელთა კინემატიკური სქემებისათვის ცალკეული ელემენტების პირობითი აღნიშვნები მოცემულია 1-ელ დანართში.

უსაფეხურო რეგულირების ამძრავების უპირატესობა ისაა, რომ ისინი საშუალებას იძლევიან შევარჩიოთ ყველაზე ხელსაყრელი კრის სიჩქარე, რეგულირება შეიძლება ჩარხის გაუჩერებლად, მომსახურება და მართვა იოლია. თანამედროვე ჩარხებში გამოიყენება ელექტრული, ჰიდრავლიკური და მექანიკური რეგულირების ამძრავები. ელექტრული რეგულირება მიიღწევა ელექტროძრავის ბრუნთა რიცხვების ცვლით. ჰიდრავლიკური ამძრავის უსაფეხურო რეგულირება მდორეა და უპირატესი გამოიყენება აქვს სახეხი, საფრეში და სხვ. სახის ჩარხების მიწოდების მექანიზმებში.

ბრუნთა რიცხვების რეგულირების მექანიკური ამძრავები (კონუსური ბორბლით, ფრიქციული ამძრავით, და სხვა) არაა გავრცელებული.

თანამედროვე ჩარხებში უმთავრესად საფეხურიანი რეგულირების ამძრავები გამოიყენება, რომელთა ბრუნთა ან ორმაგ სელათა რიცხვებში ჩვეულებრივ გეომეტრიული პროგრესიის რიგს შეადგენენ: $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$.

თუ გეომეტრიული პროგრესიის მნიშვნელს აღვნიშნავთ φ ასოთი, მაშინ ბრუნთა რიცხვები ამ პროგრესიის კანონის თანახმად განისაზღვრება შემდეგნაირად: n_1 $n_2 = n_1 \cdot \varphi$ $n_3 = n_2 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^2$

$$n_4 = n_3 \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^3 \quad n_k = n_{k-1} \cdot \varphi = n_1 \cdot \varphi^{k-1},$$

სადაც k არის ბრუნთა რიცხვების საფეხურების რაოდენობა. უკანასკნელი გამოსახულებიდან

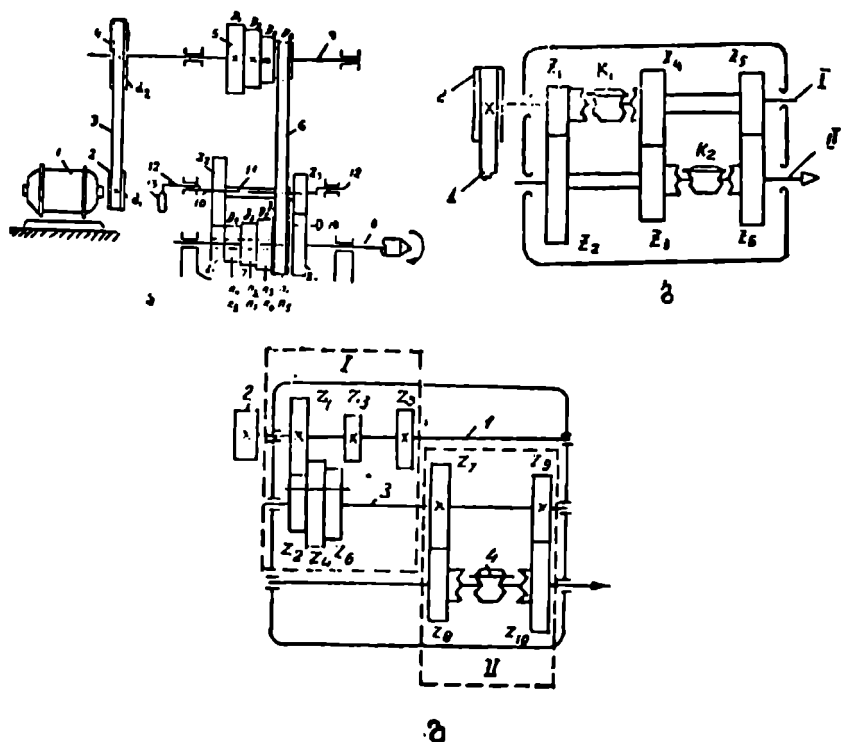
$$\varphi = \sqrt[k-1]{\frac{n_k}{n_1}},$$

სადაც φ არის ბრუნთა რიცხვების საფეხურების გეომეტრიული პროგრესიის მნიშვნელი; k — საფეხურების რაოდენობა; n_n — მაქსიმალური ბრუნთა რიცხვი; n_1 — მინიმალური ბრუნთა რიცხვი;

მიღებულია φ -ს შემდეგი სტანდარტული სიდიდეები: 1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78 და 2.

საფეხურიანი რეგულირების ამძრავებიდან ყველაზე უფრო მარტივია ღვედური გადაცემა საფეხურიანი ბორბლებით, რომლებიც შემორჩენილია მხოლოდ ძველი ტიპის ჩარხებში და აგრეთვე თანამედროვე ზუსტ ხელსაწყოთა მშენებლობაში გამოყენებულ ჩარხებზე, რის გამოც ისინი მაინც იწვევენ გარკვეულ ინტერესს. საფეხურიანი ბორბლების საფეხურების რაოდენობა ჩვეულებრივ არ აღემატება 5—6. ბრუნთა რიცხვების საფეხურების რაოდენობის გასადიდებლად საფეხურიანი ბორბლებით ღვედურ გადაცემას ხშირად ე. წ. გადაწვდომაც ემატება. ამ შემთხვევაში (ნახ. 218, ა) ძრავას 1 ბორბლიდან 2 ღვედით 3 და ბორბლით 4 მოძრაობა გადაეცემა ლილვს 9, რომელზედაც დამაგრებულია 2-საფეხურიანი ბორბალი 5. ეს უკანასკნელი ღვედით 6 შპინდელზე 8 თავისუფლად მბრუნავ 4-საფეხურიანი ბორბლით 7 თითის 14 ჩართვისას აბრუნებს შპინდელს 8 ოთხი სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვით. ბრუნთა საფეხურების გასადიდებლად საფეხურიან ბორბალთან აწყობენ გადაწვდომას, რომელიც წარმოადგენს საფეხურიანი ბორბლის 7 მარცხენა მხარეს ყრუდ მიერთებულ კბილანას Z_1 , მარჯვნივ შპინდელზე დამაგრებულ კბილანას Z_4 და გადაწვდომის ლილვაკზე 10 თავისუფლად მბრუნავ მილისაზე 11 დამაგრებულ Z_2 და Z_3 კბილანებს. ეს უკანასკნელები ლილვაკის 10 ყელების 12 ექსცენტრული მდებარეობის გამო სახელურის 13 მობრუნებით მოდებაში მოდის Z_1 — Z_4 კბილანებთან. შპინდელისა 8 და ბორბლის 7 შეერთება-გართვა ხდება წკირის 14 საშუალებით. გადაწვდომით მუშაობისას წკირი 14 გამორთულია საფეხურიანი ბორბლიდან 7 და სახელურის 13 საშუალებით Z_2 — Z_3 კბილანები ჩართულია Z_1 — Z_4 კბილანებთან. შედეგად ხორციელდება

n_1, n_2, n_3, n_4 ბრუნთა საფეხურები ($n_1 = n_0 \frac{d_1}{d_2} \gamma \cdot \frac{D_4}{D_1} \cdot \gamma \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$ ბრ/წთ და ა. შ.). უგადაწვდომოდ მუშაობისას გადაწვდომის კბილანები გამორთულია სახელურის 13 გადაბრუნებით და წკირი 14 ჩართულია საფეხურიან ბორბალთან, რის შედეგად მიიღება n_5, n_6, n_7 , და n_8 საფეხურები ($n_5 = n_0 \frac{d_1}{d_2} \gamma \cdot \frac{D_4}{D_1} \cdot \gamma$ და ა. შ.), სადაც n_0 არის ძრავას ბრუნთა რიცხვი, d_1 — ძრავას ბორბლის დიამეტრი; d_2 — მე-4 ბორბლის დიამეტრი, D_1, D_2, D_3, D_4 — საფეხურიანი ბორბლის საფეხურების დიამეტრები და γ — ლველური გადაცემის სრიალის კოეფიციენტი ($=0,98$).



ნახ. 218. ლველური გადაცემა საფეხურიანი ბორბლებით და გადაწვდომის კბილანებით (ა), 4-სიჩქარიანი კოლოფი (ბ), 6-სიჩქარიანი კოლოფი (გ).

საფეხურიანი ბორბლებით ღვედური გადაცემის ნაკლია ერთი ხაფეხურიდან მეორეზე ღვედის გადაყვანის მოუხერხებლობა და დიდი დროის საჭიროება, სხვადასხვა საფეხურზე შპინდელის სიმძლავრის სხვადასხვაობა და შპინდელზე დიდი სიმძლავრის გადაცემის შეუძლებლობა. ამით აიხსნება, რომ თანამედროვე ლითონსაქრელ ჩარხებში ბრუნთა რიცხვების ცვლისათვის გამოიყენება ე. წ. სიჩქარის კოლოფები. ისინი ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან კბილანების რაოდენობისა და გადართვის სახეობათა (მუშტა ქუროებით, ფრიქციული ქუროებით, მოსრიალე კბილანებით და ა. შ.) მიხედვით.

218, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია 4-სიჩქარიანი კოლოფის კინემატიკური სქემა და სახელურების მდებარეობა, რომელთა n_1 და n_4 ბრუნთა რიცხვებია.

$$n_1 = n_3 \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \gamma \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6} \text{ ბრ/წთ,}$$

$$n_4 = n_3 \cdot \frac{D_1}{D_2} \cdot \gamma \cdot \frac{Z_4}{Z_3} \text{ ბრ/წთ.}$$

სადაც n არის ძრავას ბრუნთა რიცხვი წუთში; D_1 — ძრავას ბორბლის დიამეტრი, D_2 — 1 ლილვის ბორბლის დიამეტრი; γ — ღვედის სრიალის კოეფიციენტი; $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ — კბილანების კბილთა რიცხვი.

218, გ ნახაზზე ნაჩვენებია 6-სიჩქარიანი კოლოფის კინემატიკური სქემა. აქ ლილვი 1 ბრუნვას იღებს ძრავადან ღვედური გადაცემისა და ბორბლის 2 საშუალებით. სიჩქარეთა კოლოფს ორი კვანძი აქვს. I და II კვანძი. I კვანძი მოსრიალე კბილანების ბლოკის საშუალებით 3 ლილვს სამ სხვადასხვა სიჩქარეს აძლევს; კვანძი მუშტა ქუროს 4 საშუალებით შპინდელის სიჩქარეს კიდევ ორჯერ სცვლის და, ამრიგად, შპინდელი 6 სხვადასხვა სიჩქარეს იღებს.

§ 144. შიწოდების მოძრაობის ამძრავის მექანიზმი

მიწოდების მოძრაობის ამძრავი ეწოდება იმ მექანიზმების ერთობლიობას, რომელთა საშუალებითაც მჭრელი იარაღი მიეწოდება ნამზადიდან ლითონის ახალი შრის მოსახსნელად. ამძრავი მოძრაობას იღებს ან ჩარხის ორგანოდან (მაგალითად, შპინდელიდან სახარატო ჩარხებში) ან საკუთარი ძრავადან (მაგალითად, საფრეზ ჩარხებში).

მიწოდების მოძრაობის ამძრავების მექანიზმებს მიეკუთვნება რე-

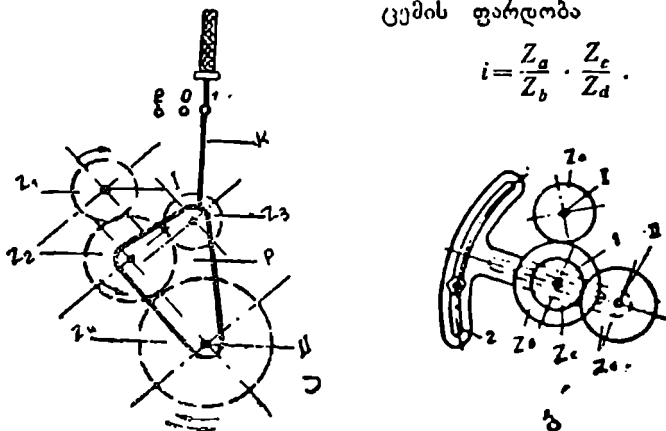
ვერსიული მექანიზმები, საცვლელი კბილანები, მიწოდების კოლოფები და სხვ.

219, ა ნახაზზე მოცემულია ცილინდრული კბილანების რევერსის ეგრეთ წოდებული ტრენზელის სქემა. მისი დანიშნულებაა მიწოდების მიმართულების შეცვლა. აქ I წამყვანი ლილეია (ჩვენს შემთხვევაში შბინდელი), II — ამყოლი ლილევი. Z_2 და Z_3 პარაზიტული კბილანები და K სახელური აწყობილია P ფარზე, რომელიც თავისუფლად არის წამოცმული ამყოლ ლილეზე. თუ სახელური I მდგომარეობაშია, მაშინ გადაცემა I ლილეიდან II ლილეზე განხორციელდება $Z_1 - Z_2 - Z_4$ კბილანებით, Z_3 კი უქმად ბრუნავს; თუ K სახელური „0“ — მდებარეობაშია, მაშინ „ლილეზე გადაცემა ამოირთვება, თუ „2“ მდებარეობაში, მაშინ გადაცემა განხორციელდება $Z_1 - Z_2 - Z_3 - Z_4$ კბილანებით და II ლილევი შებრუნებული მიმართულებით იბრუნებს.

არსებობს სხვა სახის რევერსები (ნახ. 220) ცილინდრული (ა) ან კონუსური (ბ) კბილანებით:

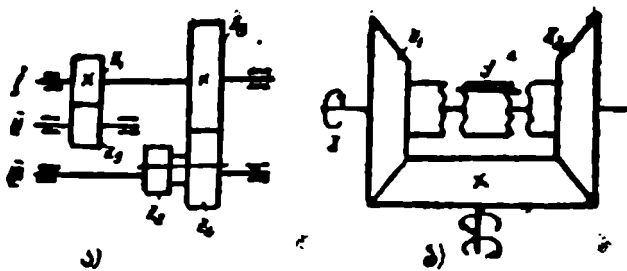
საცვლელი კბილანებით გადაცემა. (ნახ. 219, ბ) გამოიყენება უმთავრესად მიწოდების მექანიზმებში მიწოდებათა შესაცვლელად. გადაცემა შეიძლება ერთი წყვილი საცვლელი კბილანით, მათ შორის Z_a შორისული კბილანის მოთავსებით ან ორი წყვილი $Z_a, Z_b, Z_c,$ და Z_d საცვლელი კბილანით. უკანასკნელ შემთხვევაში გადაცემის ფარდობა

$$i = \frac{Z_a}{Z_b} \cdot \frac{Z_c}{Z_d}$$



ნახ. 219. ა — ტრენზელი; ბ — საცვლელი კბილანებით გადაცემა.

საცვლელი კბილანების შუალედურ ლილვს I ამაგრებენ ეგრეთ წოდებულ გიტარაზე 2. ამ გადაცემის დადებითი მხარეა სიმარტივე.

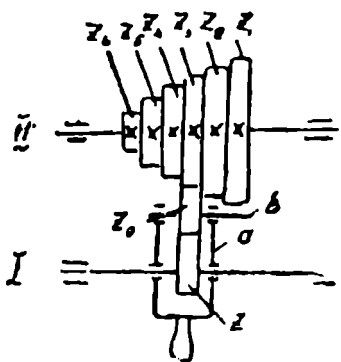


ნახ. 220. ცილინდრული (ა) და კონუსური (ბ) კბილანების რევერსების სქემები.

უარყოფითია ის, რომ მიწოდებათა შესაცვლელად დიდი დროა საჭირო.

მიწოდების კოლოფი. ახლა ჩარხები უმთავრესად მიწოდებათა კოლოფით მზადდება, რაც მიწოდებათა შესაცვლელად მცირე დროს მოითხოვს. ამ ჩარხებს მიწოდების კოლოფთან ერთად საცვლელი კბილანებიც აქვთ, მაგრამ მათი შეცვლა ხდება არა ყოველთვის, არამედ ისეთ მიწოდებათა შემთხვევაში, რომელთა მიღება მიწოდების კოლოფით არ შეიძლება.

უმეტესად გავრცელებულია ქანქარაკბილიანი მიწოდების კოლოფი — ე. წ. ნორტონის კოლოფი (ნახ. 221).



ნახ. 221. ქანქარა კბილანიანი მიწოდების კოლოფის სქემა.

I წამყვან ლილვზე გრძივ სოკმანზე ზის Z კბილანა, რომელიც მუდმივ მდობებაშია Z_0 ქანქარა კბილანსთან, ეს უკანასკნელი თავისუფლად ზის a გარსაკრში ჩანაგრებულ b თითზე. c სახელურით შეიძლება I ლილვის მიმართ a გარსაკრისა და Z, Z_0 კბილანების როგორც მობრუნება, ისე გრძივი გადაადგილება. ეს საშუალებას იძლევა Z_0 ქანქარა (პარაზიტული) კბილანას საშუალებით Z კბილანა მდობებაში იქნეს II ლილვზე დამაგრებულ კბილანებთან (Z_1, Z_2, Z_3), რის შედეგად მიიღება შემდეგი გადაცემათა ფარდობები:

$$i_1 = \frac{Z}{Z_1}; i_2 = \frac{Z}{Z_2}; i_3 = \frac{Z}{Z_4} \dots i_n = \frac{Z}{Z_n}$$

C სახელურის დამაგრება ხდება კოლოფის კორპუსის ამონაჭრებში.

ლითონსაჭრელი ჩარხები

§ 115. ლითონსაჭრელი ჩარხების კლასიფიკაცია

დამუშავების სახეების მიხედვით ლითონსაჭრელ ჩარხებს ყოფენ 10 ჯგუფად (0-დან 9-მდე): 0. სარეზერვო, 1. სახარატო, 2. საბურღო, 3. სახეხი, 4. კომბინირებული, 5. კბილ და კუთხვილდასამუშავებელი, 6. საფრეზი, 7. სარანდი და საწელავი, 8. გადასაჭრელი, 9. სხვადასხვა სახის ჩარხები.

ავტომატიზაციის ხარისხის, მუშა ორგანოების რაოდენობისა და სხვ. მიხედვით ჩარხების თითოეულ ჯგუფს ყოფენ 10 ტიპად და თითოეულ ტიპს ჩარხების ზომების მიხედვით — 10 ტიპ-ზომად.

ლითონსაჭრელ ჩარხებს ეძლევა სამ-ან ოთხნიშნაიანი ნომერი. ნომრის პირველი ციფრი აღნიშნავს ჩარხის ჯგუფს, მეორე ციფრი — ჩარხის ტიპს (მოდელს), მესამე და მეოთხე ციფრები — ჩარხის ტიპ-ზომას, თუ ჩარხი მოდერნიზებულია, მაშინ პირველ და მეორე ციფრებს შორის იწერება ასო *A, K, M, H* და ა. შ. პირველი ციფრის შემდეგ ასო უჩვენებს, რომ ჩარხი მოდერნიზებულია, ხოლო თუ ჩარხმა განიცადა სახეცვლილება და შეიცვალა ტიპი, მაშინ ასო იწერება ციფრების შემდეგ (მაგალითად, 1615M).

მაგალითი 1. ნომერი 1K62 ნიშნავს, რომ ჩარხი არის სახარატო ჯგუფის, 1620 ნომრის ჩარხიდან მოდერნიზებული, სახარატო ხრახნ-საჭრელი ტიპის, დაახლოებით 200 მმ ცენტრების სიმაღლით. 2. ნომერი 1240 აღნიშნავს, რომ ჩარხი არის სახარატო ჯგუფის, სახარატო მრავალშპინდელიანი ტიპის, 40 მმ-მდე დიამეტრის წნელების დასამუშავებლად.

მანქანათმშენებელ ქარხნებში უმეტესად გარცელებულია სახარატო, საბურღი, საფრეზი, სარანდი და სახეხი ჯგუფის ჩარხები.

§ 116. სახარატო ჯგუფის ჩარხები

სახარატო ჯგუფის ჩარხები გამოიყენება: ცილინდრული, კონუსური და მოყვანილი შიგა და გარე ზედაპირების ჩარხვისათვის; ტორსული ზედაპირების ჩარხვისათვის; შიგა, და გარე ტორსული კუთხვილების მოსაჭრელად, ხერკეტების ბურღვით, ზენკერვით და გაფართოებით დამუშავებისა და სხვა სამუშაოებისათვის.

მანქანათსამშენებლო ქარხნების მთელი საჩარხო სამუშაოების 40—50 % სახარატო სამუშაოებს წარმოადგენს, რითაც აიხსნება ამ ქარხნებში სახარატო ჯგუფის ჩარხების დიდი გავრცელება.

სახარატო ჯგუფის ჩარხებს ეკუთვნის: სახარატო ხრახნსაჭრელი, სახარატო რეველოვერული, სახარატო შუბლური, სახარატო კარუსელური, სახარატო მრავალსაჭრისიანი ნახევრად ავტომატები და ავტომატები და სხვა ჩარხები.

1. სახარატო ხრახნსაჭრელი ჩარხები

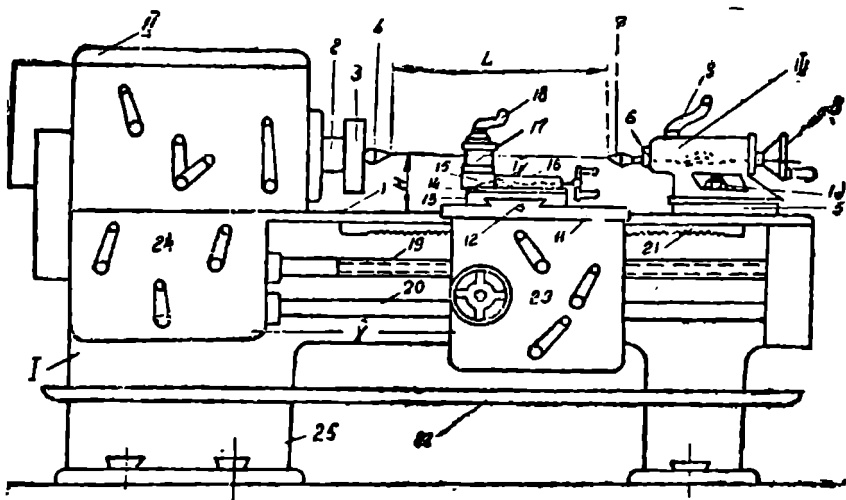
სახარატო ხრახნსაჭრელი ჩარხები უნივერსალური ჩარხებია, რადგან მათზე მრავალი სახის სამუშაოს (ჩარხვა, კუთხვილის მოჭრა, ბურღვა, ზენკერვა, გაფართობა და სხვ.) შესრულება შეიძლება. ეს ჩარხები ფართოდ არის გავრცელებული ინდივიდუალურ, წვრილსერიულ და სარემონტო წარმოებაში.

222-ე ნახაზზე მოცემულია სახარატო ხრახნსაჭრელი ჩარხის საერთო ხედი.

სახარატო ხრახნსაჭრელი ჩარხის მთავარი ნაწილებია: სადგარი I ფეხებით, წინა ვეგი II შპინდელით 2, უკანა ვეგი III, სუპორტი IV და მიწოდების მექანიზმი V.

სადგარი I ფეხებითა და ვარცლით 22 წარმოადგენს კოლოფისებურ თუჯის სხმულს, რომელზედაც დაყენებულია ჩარხის დანარჩენი ნაწილები. სადგარს ზედა მხარეზე აქვს ბრტყელი და პრიზმული მიმმართელები I, რომლებზედაც ხდება სუპორტისა და უკანა ვეგის გადაადგილება.

წინა ვეგი II სადგარზე უძრავადაა დამაკრებელი. მის კორპუსში მოთავსებულია შპინდელი 2 და მთავარი კრის მოძრაობის მე-



ნახ. 222. სახარატო ხრახნსაჭრელი ჩარხის საერთო ხედი.

ქანიზმი — სიჩქარის კოლოფი 23. შპინდელს ეხრახნება სამმუშტა ან ოთხმუშტა, ან კიდევ სამართი ვაზნა 3, რაც ცენტრისა 4 და ცალუდის საშუალებით ნამზადის დაყენების საშუალებას იძლევა. წნელოვანი ნამზადებისათვის შპინდელს აქვს სიღრუე, რომლის წინა ნაწილი კონუსურად გაჩარხულია ცენტრის დასაყენებლად.

მთავარი კრის მოძრაობის მექანიზმი, რომელსაც კრის ამძრავსაც უწოდებენ, წარმოადგენს ძრავიდან შპინდელამდე გადაცემის ერთობლიობას. კრის მოძრაობის დანიშნულებაა უზრუნველყოს საჭირო კრის სიმძლავრე, რაც თავის მხრივ, შპინდელის შესაბამისი ბრუნთა რიცხვებით მიიღება.

უკანა ვეგი III გამოიყენება გრძელი დეტალების ბურღებისა და სხვა იარაღების დაყენებისათვის, კონუსური ზედაპირების გაჩარხვისათვის და სხვ. უკანა ვეგი ქანჩითა და 10 და შუა სადები ფილით 5 მაგრდება სადგარის მიმმართველებზე. მის პინოლში 6 მაგრდება უკანა ცენტრი 7, რომლის დაჭერა ხდება სახელურით 9.

სუპორტი IV გამოიყენება საჭრისების დასაყენებლად და მათთვის მიწოდების მოძრაობის მისანიჭებლად. სუპორტის მთავარი ნაწილებია: გრძივი ნალო II, განივი ნალო 13, საბრუნე ნაწილი 14, ზედა ნალო 15, სახელური 18, განივი ხრახნი 12, ხრახნი 16, ზედა ნალოს გადასაადგილებლად.

გრძივი ნალო გადაადგილდება სადგარის მიმმართველებზე ლარტყის 21, სავალი ხრახნის 19 ან სავალი ლილვის 20 საშუალებით, რაც უზრუნველყოფს საჭრისების გრძივ მიწოდებას.

გრძივი ნალო გადაადგილდება სადგარის მიმმართველებზე და საჭრისების გრძივ მიწოდებას აწარმოებს. განივი ნალოს ხელით ან მექანიკური გადაადგილება ხდება გრძივი ნალოს მიმმართველებზე და საჭრისების განივ მიწოდებას აწარმოებს. საბრუნე ნაწილი ზის განივი ნალოს ამონაჭერში, რაც ზემო ნალოს ცენტრების ხაზთან კუთხით. (ჩვეულებრივ 45° -მდე) დაყენების საშუალებას იძლევა. ზემო ნალო მოთავსებულია საბრუნე ნაწილის მიმმართველებზე. ამ მიმმართველებზე ხელით გადაადგილებენ ზემო ნალოს, რაც საჭიროა ხელით მიწოდებისათვის, კონუსური ზედაპირის ჩარხვის დროს. საჭრისის დამჭერით ხდება ერთი ან რამდენიმე საჭრისის დამაგრება.

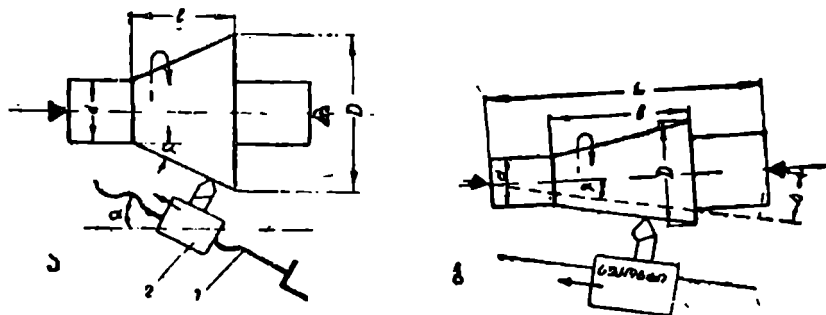
წინსაფარი 23 მიმაგრებულია სუპორტის განივ ნალოზე. წინსაფარში მოთავსებულია სავალი ხრახნი და სავალი ლილვიდან სუპორტამდე მოძრაობის გადამცემი მექანიზმი.

მიწოდების მექანიზმი V შედგება ცილინდრული კბილანების რევერსის საცვლელი კბილანების, მიწოდების კოლოფის 24, სავალი ხრახნის 19, სავალი ლილვისა 20 და წინსაფარის მექანიზმისაგან IV.

ბ. სახარატო ჩარხზე კონუსური ზედაპირების გაჩარხვა

კონუსური ზედაპირების გაჩარხვას აწარმოებენ განიერი საჭრისის საშუალებით; სუპორტის ზემო ნაწილის მობრუნებით; უკანა ვეგის განივი გადაადგილებით; საკონუსო სახაზაეის საშუალებით და სხვ.

განიერი საჭრისის მეთოდს მცირე სიგრძის კონუსების (10—15 მმ) გასაჩარხად იყენებენ. ხოლო სუპორტის ზემო ნაწილის მობრუნების მეთოდს (ნახ. 223, ა) დიდი კონუსურობის მქონე მოკლე დეტალების გასაჩარხავად.



ნახ. 223. კონუსის გაჩარხვის სქემა: ა — სუპორტის მობრუნებით; ბ — უკანა ვეგის გადაადგილებით.

სუპორტის მობრუნების α კუთხე გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულით

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l},$$

სადაც D არის კონუსის დიდი დიამეტრი;

d — კონუსის მცირე დიამეტრი;

l — დეტალების კონუსური ნაწილის სიგრძე.

უკანა ვეგის განივი გადაადგილებით კონუსის გაჩარხვის მეთოდს (ნახ. 223, ბ) იყენებენ მცირე კონუსურობის მქონე გრძელი ნამზადების გასაჩარხავად.

უკანა ვეგის გადაადგილების სიდიდე გაიანგარიშება ფორმულით

$$h = \frac{D-d}{2} \cdot \frac{L}{l} \text{ მმ,}$$

სადაც h არის უკანა ვეგის გადაადგილების სიდიდე, მმ;

D — კონუსის დიდი დიამეტრი, მმ;

d — კონუსის მცირე დიამეტრი, მმ;

L — დეტალის მთელი სიგრძე, მმ;

l — დეტალის კონუსური ნაწილის სიგრძე, მმ.

საკონუსო სახაზავის საშუალებით კონუსური ზედაპირის გაჩარხვის სქემა ნაჩვენებია 224-ე ნახაზზე.

საკონუსო სახაზავის საშუალებით კონუსის კუთხე სხვა მეთოდით მიღებულ კუთხესთან შედარებით უფრო ზუსტი მიიღება. საკონუსო სახაზავი 1 კანკიკების 2 საშუალებით მაგრდება სადგარზე 10 ნიმაგრებულ კრონშტეინზე 3; მისი α კუთხით დაყენება სკალის 4 მისედვით ხდება.

სახაზავით მუშაობის დროს სუპორტის განივი ცივის ხრახნს გამორთავენ და ვანიე ნალოს 7 წვეის 5 საშუალებით აერთებენ ცოციასთან 6. როდესაც სუპორტი გრძივი ნალოთი მ იღებს გრძივ გადაადგილებას, მაშინ, სახაზავის გასწვრივ ცოციას სრიალის გამო, საჭრისის წვერო 9 შპინდელის მიმართ α კუთხით დახრილ გზას აღწევს, რაც უზრუნველყოფს კონუსური ზედაპირის მიღებას.

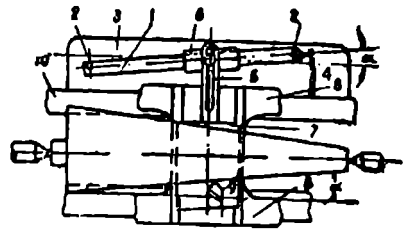
გრძელი დეტალების კონუსური ზედაპირების გაჩარხვას ახდენენ სუპორტის გრძივი ავტომატური მიწოდებისა და სუპორტის ზედა ნალოს ავტომატური განივი გადაადგილების შეთავსებით.

ბ. სახარატო ჩარხზე კუთხვილების მოჭრა

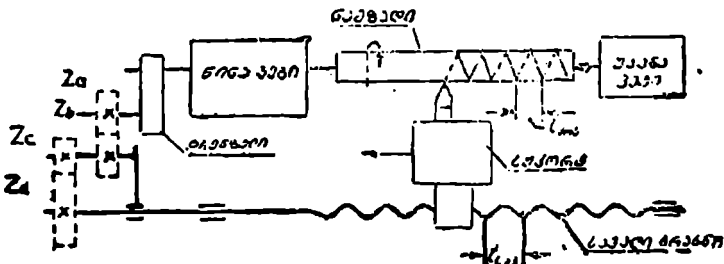
პრაქტიკაში უმთავრესად გავრცელებულია მეტრული და დუიმიური კუთხვილები.

მეტრული კუთხვილის დიამეტრი და ბიჯი გამოსახულია მმ-ით. დუიმიური კუთხვილი ხასიათდება დუიმებით გამოსახული დიამეტრითა და კუთხვილის I“-ის სიგრძეზე ძაფთა რიცხვით.

225-ნახაზზე მოცემულია მარტივი ტიპის სახარატო ზრახნსაქრელ



ნახ. 224. საკონუსო სახაზავით კონუსის გაჩარხვის სქემა.



ნახ. 225. კუთხვილის მოჭრის პრინციპული სქემა.

ჩარხზე (მიწოდების კოლოფის გარეშე) კუთხვილის მოჭრის პრინციპული სქემა.

ასეთ ჩარხებზე კუთხვილის მოსაჭრელად საჭიროა შერჩეულ იქნეს საცვლელი კბილანები, რისთვისაც ადგენენ საანგარიშო განტოლებას იმ პირობიდან, რომ შპინდელის ერთი შემობრუნების დროს სუპორტი გადაადგილდეს მოსაჭრელი კუთხვილის ბიჯის ზომით ($t_{მოს}$), მაშასადამე,

$$t_{მოს} = l_{ბა. შა} \cdot i_c \cdot i_{საყ} \cdot i_{საგ},$$

სადაც i_c არის მუდმივი გადაცემის ფარდობა შპინდელიდან სავალი ხრახნამდე;

$i_{საყ}$ — საცვლელი კბილანების გადაცემის ფარდობა;

$i_{საგ}$ — სავალი ხრახნის ბიჯი;

$t_{მოს}$ — მოსაჭრელი კუთხვილის ბიჯი;

სქედან მიიღება გადაცემის ფარდობის ფორმულა

$$i_{საყ} = \frac{t_{მოს}}{i_c \cdot t_{საგ}},$$

მარტივი ტიპის სახარატო ჩარხებისათვის ჩვეულებრივ $i_c = I$, ამიტომ

$$i_{საყ} = \frac{t_{მოს}}{t_{საგ}},$$

რადგან კუთხვილის ბიჯი და I დუიშზე ძაფთა რიცხვი უკუპროპორტიული სიდიდეებია გადაცემის ფარდობის ფორმულა დუიმური კუთხვილების (მოსაჭრელი და სავალიც) დუიმურია) შემთხვევაში მიიღებს სახეს

$$i_{საგ} = \frac{n_{საყ}}{n_{მოს}},$$

სადაც $n_{საგ}$ არის სავალი ხრახნის ძაფთა რიცხვი I'' -ზე;

$n_{მოს}$ — მოსაჭრელი კუთხვილის ძაფთა რიცხვი I' -ზე.

მაგალითი. სახარატო ჩარხის სავალი ხრახნის ბიჯი $t_{საგ} = 10$ მმ; მოსაჭრელი კუთხვილის ბიჯი $t_{მოს} = 4$ მმ; მუდმივი გადაცემის ფარდობა $i_c = I$

$$i_{საყ} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{t_{მოს}}{i_c \cdot t_{საგ}} = \frac{4}{1 \cdot 10} = \frac{2}{2} \cdot \frac{2}{5}.$$

ორივე წილადის პრიცხველი და მნიშვნელი უნდა გავამრავლოთ ისეთ პი

ნებისმიერ რიცხვზე, რომ ნაძრაველში მივიღოთ ხუთად ანაწყოებში შემავალი კბილანების კბილთა რიცხვი გავამრავლოთ 20 და 15, მივიღებთ

$$i_{\text{საფ}} = \frac{40}{40} \cdot \frac{30}{75}$$

მაშასადამე, მოცემული ბიჯის კუთხვილის მოჭრისათვის საჭიროა კბილანები შემდეგი კბილთა რიცხვებით

$$a=40; \quad b=40, \quad c=20; \quad d=75;$$

სახარატო რევოლვერული ჩარხები

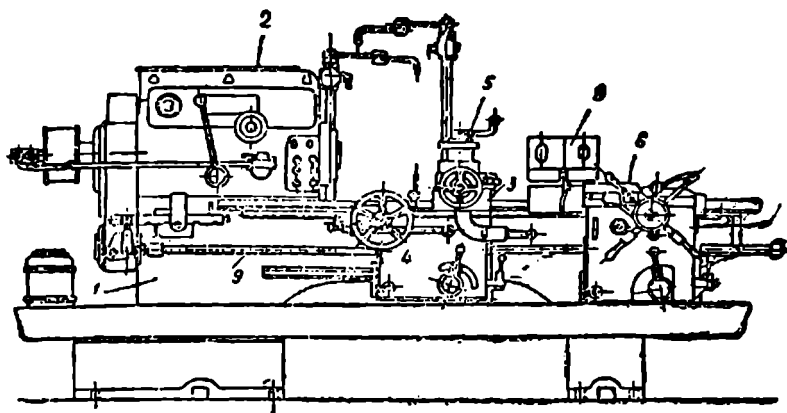
რევოლვერული ჩარხები (226, ა) სახარატო ჩარხებთან შედარებით დიდმწარმოებლურობით ხასიათდება. ისინი გამოიყენება სერიულ წარმოებაში. ამ ჩარხებს სახარატო ჩარხებისაგან განსხვავებით უკანა ვეგის მაგივრად აქვთ რევოლვერული თავი 8, რომელზედაც მაგრდება საჭირო იარაღები.

რევოლვერულ თავს აქვს სადგარის მიმმართველებზე გრძივი გადაადგილებისა და შეეული (ან თარაზული) ღერძის ირგვლივ ბრუნვის საშუალება, რაც თავის მხრივ, იარაღების გრძივი მიწოდებისა და მათი ცვლის საშუალებას იძლევა. შეეულღერძიანი რევოლვერული თავი, ჩვეულებრივ, ექვსწახნაგია, თარაზულღერძიანი კი — მრგვალი.

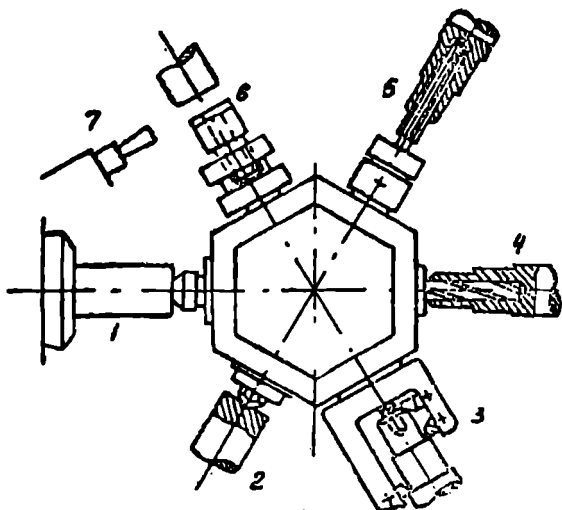
რევოლვერულ ჩარხებზე ნამზადებად გამოიყენება როგორც წნელოვანი მასალები, ისე ნაშტამები, ნაქედები და სხვულები.

სახარატო რევოლვერულ ჩარხზე მუშაობას დაბალი კვალიფიკაციის მუშა ასრულებს შემდეგი თანამიმდევრობით: აყენებს ნამზადს, რთავს ჩარხს, ნამზადთან მიჰყავს რევოლვერული თავის პირველ წახნაგზე დამაგრებული იარაღი, რთავს მიწოდებას, საჭეუშაოს შესრულების შემდეგ გამორთავს მიწოდებას, სწევს უკან რევოლვერულ თავს, აბრუნებს რევოლვერულ თავს, მიაქვს ახალი იარაღები ნამზადთან და ა. შ. მანამ არ შეასრულებს ყველა გადასვლას: შემდეგ მუშა აჩერებს ჩარხს და ხსნის დეტალს, რის შემდეგ ციკლი მეორდება.

თანამედროვე რევოლვერულ ჩარხებზე მიწოდების გამორთვა ავტომატურია, რევოლვერული თავის შემობრუნება მისი უკან დაწევის დროს ხორციელდება, რაც თავის მხრივ, შპინდელის ბრუნთა რიცხვისა და მიწოდების შეცვლას იწვევს.



ა



ბ

ნახ. 226. ა — რევოლვერული ჩარხის საერთო ხედი: 1 — სადგარი; 2 — სიჩქარის კოლოფი; 3 — განივი სუპორტი; 4 — წინსაფარი; 5 — საპრისების დამკერი თავი; 6 — გრძივი სუპორტი; 7 — წინსაფარი; 8 — რევოლვერული თავი; 9 — სავალი ლილი;
 ბ — შეუღღებლანი რევოლვერული თავის აწყობის სქემა მილისის დასამუშაებლად.

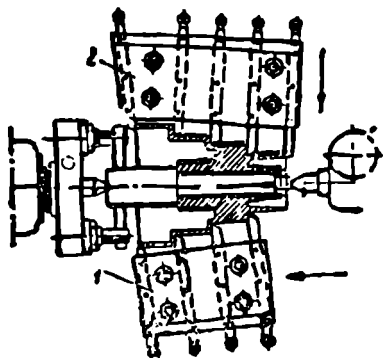
226, ბ ნახაზზე ნაჩვენებია რევოლვერი ჩარხის აწყობის სქემა მილისის დასამუშაებლად, რომელსაც ერთ მხარეს გარე კუთხვილი აქვს.

გადასვლების თანამიმდევრობა ისეთია: წნელის მიწოდება საბრ-
 ჯენამდე; ტორსის დაცენტრება; ორი გარე საფეხურის გაჩარხვა და
 ზოლურის მიჭრა ერთდროულად (ამრიგად, აქ სამი გადასვლაა შე-
 თვისებული). ნახევრეტის ბურღვა; ნახევრეტის გაფართოება; დაკუთხვი-
 ლება გარესახრახნით; მილისის გადაჭრა.

2. სახარატო მრავალსაქრისიანი ჩარხები

მრავალსაქრისიანი ჩარხები გამოიყენება სერიულ და მასობრივ
 წარმოებაში, ხასითდება დიდმწრმოებლურობით, რადგან ერთდრო-
 ულად რამდენიმე საქრისით ხდება დეტალების დამუშავება. მრავალ-
 საქრისიან ჩარხებს აქვს წინა 1
 და უკანა 2 სუპორტები (ნახ.
 227).

წინა სუპორტებზე დაყენებუ-
 ლი საქრისებით გრძივი გაჩარხ-
 ვა ხდება, ხოლო უკანა საქრისე-
 ბით — განივი გაჩარხვა. ჩარხის
 აწყობას კვალიფიცირებული მუ-
 შა აწარმოებს, ხოლო მუშაობს —
 დაბალი კვალიფიკაციის მუშა.
 იგი ასრულებს ნამზადის დაყე-
 ნება — მოხსნისა და ჩარხის ჩართ-
 ვა-გამორთვის საშუალებას.



ნახ. 227. მრავალსაქრისიან ჩარხზე
 დამუშავების სქემა.

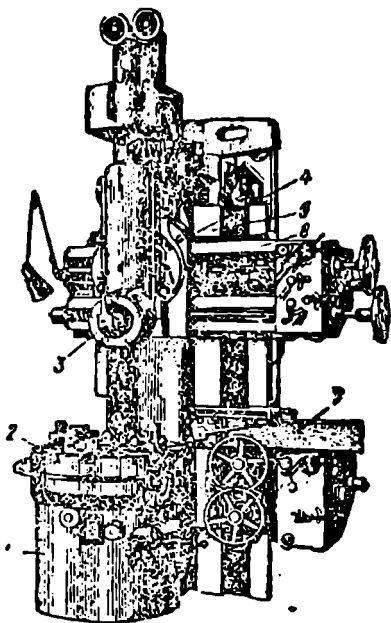
4. სახარატო კარუსელური ჩარხები

კარუსელური ჩარხები გამოიყენება დიდი წონის მოკლე დეტა-
 ლების დასამუშავებლად. ნამზადის დაყენება ხდება პლანშიაზე
 (ნახ. 228), რომლის ბრუნვის ღერძი სახარატო ჩარხებრიგან განსხვავ-
 ვებით შევეულია. პლანშიას ჰორიზონტალური მდებარეობის გამო
 ამ ჩარხზე მძიმე დეტალების დაყენება ადვილია.

კარუსელური ჩარხები იყოფა ერთღარიან და ორღარიან ჩარ-
 ხებად. ერთღარიან კარუსელურ ჩარხებზე შეიძლება 800-დან 1650
 მმ-მდე დიამეტრის ნამზადების დამუშავება, ორღარიანზე კი —
 1650-დან 20 000 მმ-მდე დიამეტრის ნამზადების დამუშავება.

5. სახარატო ნახევრად ავტომატები და ავტომატები

ნახევრად ავტომატები და ავტომატები სერიულ და მასობრივ
 წარმოებაში გამოიყენება.



ნახ. 228. ერთგვარაანი კარუსელური ჩარხის საერთო ხედი: 1—სადგარი; 2—პლანშია; 3—რეოლვერული თავი; 4—შვეული სუპორტი; 5—სადგარის მიმართველები; 6—განივა; 7—გვერდითი სუპორტი.

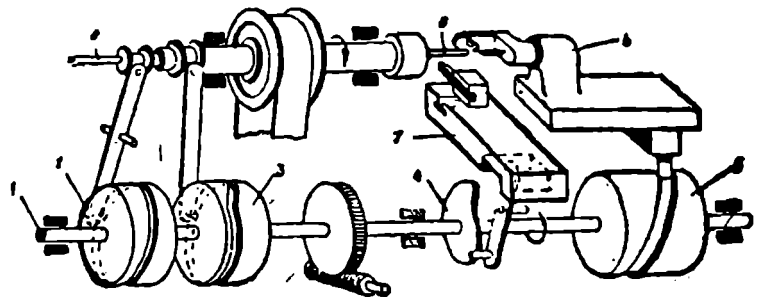
ერთშინდელიანი წნელოვანი ავტომატის მექანიზმების მართვა ხორციელდება განმანაწილებელ ლილვზე I (ნახ. 229) დამაგრებული დოლებისა და მუშტების საშუალებით. მაგალითად, წნელის 8 მიწო-

ნახევრად ავტომატები ისეთ ჩარხებს ეწოდება, რომლებზედაც ნაწილის დამუშავებასთან დაკავშირებული ყველა მოქმედება, ნაწილის დაყენება-დამაგრება, მოხსნისა და ჩარხის გაშვების გარდა, ავტომატურად სრულდება.

ავტომატები ისეთ ჩარხებს ეწოდება, რომლებზედაც ნაწილის დამუშავებასთან დაკავშირებული ყველა მოქმედება სრულდება ავტომატურად.

სახარატო ნახევრად ავტომატებისათვის ნაწილდება იყენებენ წნელებს, ნაშტამებს, ნაჭედებსა და სხმულებს. სახარატო ავტომატებისათვის კი ნაწილად, ჩვეულებრივი წნელოვან მასალას იყენებენ.

შპინდლების რაოდენობის მიხედვით სახარატო ავტომატები იყოფა ერთშინდელიანი და მრავალშინდელიანი ავტომატებად.



ნახ. 229. ერთშინდელიანი წნელოვანი ავტომატის კინემატიკური სქემა.

დება დოლით 2, წნელის დაკერა — დოლით 3, განივი სუპორტის 7 გადაადგილება — მუშტით 4, გრძივი სუპორტის 6 გადაადგილება — დოლით 5. განმანაწილებელი ლილვის ერთი შემობრუნების განმავლობაში დეტალის დამზადება მთავრდება, რის შედეგად პროცესი მეორდება.

ერთშინდელიან ავტომატებში რევოლვერულ თავზე დამაგრებულის იარაღები თანმიმდევრობით მუშაობს. ჩვენს ქარხნებში ფართო გამოყენება აქვს აგრეთვე მრავალშინდელიან (4, 6 და 8-შინდელიან) ჩარხებს, რომელთა მწარმოებლურობა გაცილებით მაღალია, რაც აიხსნება იმით, რომ ამ ჩარხებზე მუშაობისას ერთდროულად მომუშავე საჭრისების რაოდენობა უფრო მეტია.

§ 147. საბურღი ჯგუფის ჩარხები

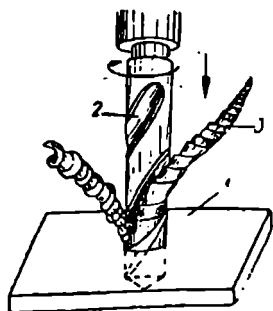
ბურღვის პროცესი. მჭრელი იარაღი ბურღვის დროს

ბურღვა ეწოდება მთლიან მასალაში ხერტის მიღების პროცესს მჭრელი იარაღის — ბურღის — საშუალებით.

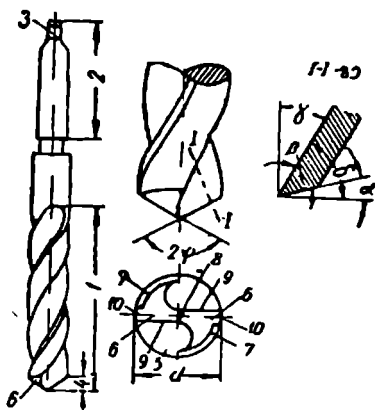
ბურღვის პროცესი (ნახ. 230) ბურღის ბრუნვით (ჭრის მოძრაობა) და მისი ღერძული გადაადგილებით (მიწოდებათა მოძრაობა) ხორციელდება.

ბურღვის დროს სხვადასხვა სახის ბურღები გამოიყენება; რომელთაგან უმეტესად იყენებენ სპირალურ ბურღებს.

სპირალური ბურღი (ნახ. 231) წარმოადგენს სპირალურღარებიან ცილინდრულ ღეროს, რომლის წვერო კონუსურად არის აღესილი.



ნახ. 230. ბურღვის პროცესის სქემა: 1 — ნაკეთი; 2 — ბურღი; 3 — ბურბუშელა.



ნახ. 231. სპირალური ბურღი.

სპირალური ბურღის მთავარი ნაწილებია: სამუშაო ნაწილი 1 და კუდი 2. საჭიროა ბურღის დამაგრებისათვის. 10—12 მმ დიამეტრის ბურღების კუდი ცილინდრულია, დიდი დიამეტრის ბურღის კუდი — კონუსური, რომელსაც უკეთდება თავი 3 მუშაობის დროს დამაგრების უზრუნველსაყოფად.

ბურღის სამუშაო ნაწილი, თავის მხრივ, შედგება ცილინდრული (მიმმართველი) და მკრელი ნაწილისაგან 4.

ბურღის ცილინდრულ ნაწილზე მოთავსებულია ორი ღარი 5 და ორი კბილი 6, ღარების საშუალებით ხდება ხვრეტიდან ბურბუშელას მოცილება ბურღის მუშაობის დროს.

კბილის ზედაპირზე ლენტის ნაპირსა და ღარს შორის მოთავსებულ ოდნავ ჩაღრმავებულ ხრახნულ ზედაპირს კბილის ზურგი ეწოდება.

ბურღის მკრელი ნაწილი ეწოდება სამუშაო ნაწილის კონუსურად აღესილ წვეროს 4. წვეროს კუთხე 2 იცვლება 90°-დან 130°-მდე (დამოკიდებულია დასამუშავებელ მასალაზე).

მკრელი ნაწილის ელემენტებია: ორი მთავარი მკრელი პირი 9, განივი მკრელი პირი 8, ორი უკანა ზედაპირი 7 და ორი დამხმარე მკრელი პირი 10. დამხმარე მკრელი პირები ლენტებისა და უკანა ზედაპირის გადაკვეთით წარმოიქმნება.

ისე როგორც საჭრის, ბურღსაც აქვს წინა კუთხე γ (I — I-ზე, კრილი), უკანა α კუთხე, წამახვის β კუთხე, და კრის δ კუთხე.

კრის ელემენტები ბურღვის დროს. კრის სიღრმე ბურღვის დროს გასაბურღი ხვრეტის დიამეტრის ნახევარს უდრის.

მიწოდება S არის ბურღის ღერძული გადაადგილება ბურღის ერთ ბრუნზე (განზომილება მმ/ბრ).

კრის სიჩქარე გაიანგარიშება ფორმულით

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \text{ მ/წთ,}$$

სადაც d არის ბურღის დიამეტრი მმ-ით;

n — ბურღის ბრუნთა რიცხვი წუთში (ბრ/წთ).

სამანქანო დრო გაიანგარიშება ფორმულით

$$T_{\text{საქ}} = \frac{l + l_1 + l_2}{v S}$$

სადაც l არის დასამუშავებელი ხვრეტის სიგრძე მმ-ით;

l_1 — ბურღის შეჭრა მმ-ით; როცა 2 ფ უდრის 116°, მაშინ

$l_1 \sim 0,3d$;

l_2 — ბურღის გადარბენა მმ-ით ($l_2 = 1-2$ მმ);

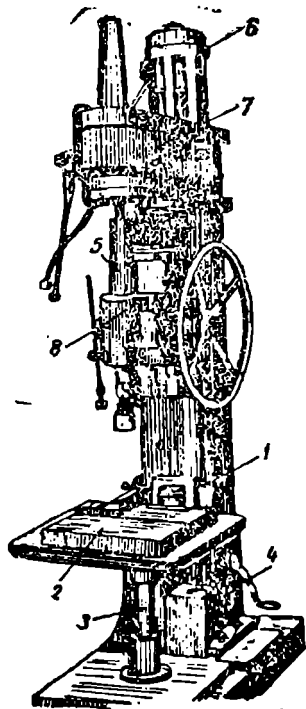
n — ბურღის (შპინდელის) ბრუნთა რიცხვი ბრ/წთ-ით;
s — მიწოდება მმ/ბრ-ით.

საბურღი ჯგუფის ჩარხებს ეკუთვნის ვერტიკალურ-საბურღი, პორიზონტალურ-საბურღი და რადიალურ-საბურღი ჩარხები.

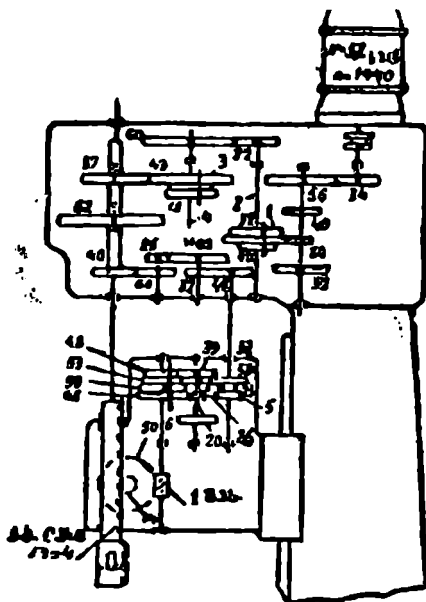
შპინდელების რაოდენობის მიხედვით ვერტიკალურ-საბურღი და პორიზონტალურ-საბურღი ჩარხები იყოფა ერთშპინდელიან და მრავალშპინდელიან ჩარხებად.

ერთშპინდელიანი ვერტიკალურ-საბურღი ჩარხები ინდივიდუალურ წარმოებაში გამოიყენება. ერთშპინდელიანი ვერტიკალურ-საბურღი 2135 ჩარხის (ნახ. 232) ბურღვის მაქსიმალური დიამეტრი არის 35 მმ.

ვერტიკალურ-საბურღი ჩარხის მთავარი ნაწილებია: სადგარი 1, მაგიდა 2, ხრახნი 3 და სახელური 4 მაგიდის შვეული გადაადგილებისათვის, შპინდელი 5, რომელშიც მჭრელი იარაღი მაგრდება, ელექტროძრავა 6, სიჩქარეთა კოლოფი 7 და მიწოდებათა კოლოფი 8, როგორც ვერტიკალურ-საბურღი მოდელ 2135 ჩარხის კინემატიკური სქემიდან (ნახ. 233) ჩანს, ამ



ნახ. 232. ვერტიკალურ-საბურღი 2135 ჩარხის საერთო ხედი.



ნახ. 233. ვერტიკალურ-საბურღი მოდელ 2135 ჩარხის კინემატიკური სქემა.

ჩარხის სიჩქარეთა კოლოფი შპინდელის ექვსი სხვადასხვა ბრუნვის, ხოლო მიწოდებათა კოლოფი რვა სხვადასხვა მიწოდების განხორციელების საშუალებას იძლევა.

რადიალურ-საბურღ ჩარხებს დიდი ზომის დეტალების დასამუშავებლად იყენებენ. რადიალურ-საბურღი ჩარხის პრინციპული სქემა მოცემულია 234-ე ნახაზზე. ამ ჩარხის მთავარი ნაწილებია: საფუძვლის ფილა 1, ტუმბო 2, სვეტი 3, განივა 4, ელექტროძრავა 5, შპინდელის ვეგი 6, რომელშიც სიჩქარეთა კოლოფია მოთავსებული, და მაჯიდა 7.

პორიზონტალურ-საბურღი ჩარხის შპინდელს პორიზონტალური მდებარეობა აქვს და ძირითადად ღრმა ხვრეტების ბურღისათვის იხმარება. არსებობს ისეთი პორიზონტალურ-საბურღი ჩარხებიც, რომლებზედაც მრავალშპინდელიანი თავები დეტალის სხვადასხვა მხრიდან თავსდება, რაც ერთდროულად მრავალი ხვრეტის დამუშავების საშუალებას იძლევა.

მრავალშპინდელიანი საბურღი ჩარხები ერთშპინდელიან ჩარხებთან შედარებით დიდმწარმოებლურობით ხასიათდება. მათ იყენებენ სერიულ და მასობრივ წარმოებებში.

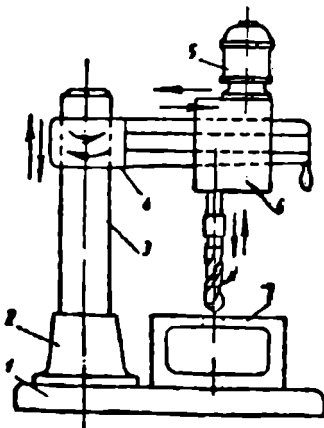
საბურღ ჩარხებზე სახმარი იარაღები. საბურღ ჩარხებზე, ბურღელების გარდა, იხმარება ზენკერები, საფართები და შიგსანრახნები.

ბურღები. ბურღების სახეებია: სპირალური, საცენტრავი, კალმისებრი ბურღები და აგრეთვე ბურღები ღრმა ბურღვისათვის.

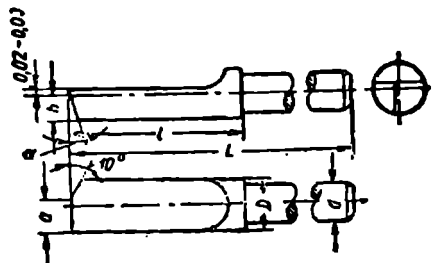
სპირალური ბურღები ჩვენთვის ცნობილია. საცენტრავი ბურღები ნაშხადში საცენტრე ხვრეტების გასაბურღად იხმარება.

კალმისებრი ბურღები ადვილი დასამზადებელია, მაგრამ მცირე მწარმოებლურობით ხასიათდება და არც სიზუსტეს უზრუნველყოფს. ეს ბურღები იშვიათად იხმარება.

ღრმა ბურღვისათვის იხმარება ზარბაზნის ბურღი (ნახ. 235) ლუ-



ნახ. 234. რადიალურ-საბურღი ჩარხის პრინციპული სქემა.



ნახ. 235. ზარბაზნის ბურღი.

ლების, ჩარხის შპინდლებისა და მათი მსგავსი დეტალების გასაბურღად. უფრო მცირე დიამეტრის ღრმა ხერცეების მისაღებად ეგრეთ წოდებული თოფის ბურღები გამოიყენება. ასეთ ბურღებს აქვთ ხერელი, გამაცივებელი სითხის მისაწოდებლად და არხი ბურბუშელიანი სითხის გამოსაშვებლად.

ზენკერები (ნახ. 236) იხმარება ხერცეების გასაფართოებლად (ა და ბ), ხერცეებზე ცილინდრული ჩაღრუების წარმოსაქმნელად (გ), კონუსური ჩაღრუებისათვის (დ) და ტორსული ზედაპირების მოსასუფთავებლად.

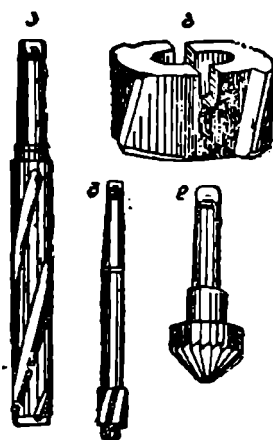
ხერცის ზენკერისათვის იხმარება მთლიანი (ა) ან ჩამოსაცმელი (ბ) ზენკერები. კბილების რაოდენობის მიხედვით ზენკერები გვხვდება სამკბილიანი (Ⓜ 35 მმ-მდე) და ოთხკბილიანი (Ⓜ 100 მმ-მდე). ზენკერებს ბურღვის შემდეგ ან სხმულებსა და ნატვიფრებში არსებული ხერცების დასამუშავებლად ხმარობენ. ზენკერებისათვის ნამეტი ჩვეულებრივ 1—3 მმ უდრის. ზენკერებით მიიღწევა დამუშავების მე-II კვალიტეტის (მე-4 კლასის) სიზუსტე და $R_z 40 - R_z 20 \nabla 4 - \nabla 5$ ზედაპირის სისუფთავე.

საფართები ბურღვისა და ზენკერის შემდეგ ხერცების საბოლოო დამუშავებისათვის იხმარება. ამ ოპერაციას გაფართოებას უწოდებენ.

საფართი ზენკერისაგან განსხვავდება იმით, რომ კბილები უფრო მეტი აქვს და განკუთვნილია ძლიერ მცირე სისქის შრის ასაცლელად. შუად გაფართოებისათვის ნამეტი 0,1—0,7 მმ უდრის, ხოლო სუფთა გაფართოებისა — 0,05—0,9 მმ:

ფორმის მიხედვით საფართოები არსებობს ცილინდრული და კონუსური. კონსტრუქციის მიხედვით — მთლიანი და ჩამოსაცმელი.

გაფართოებით მიღება დამუშავების მე-6-7 კვალიტეტის სიზუსტე და ზედაპირის $\nabla^{0.65}$ ($\nabla 8$) სიმქისის კლასი.



ნახ. 236. ზენკერები.

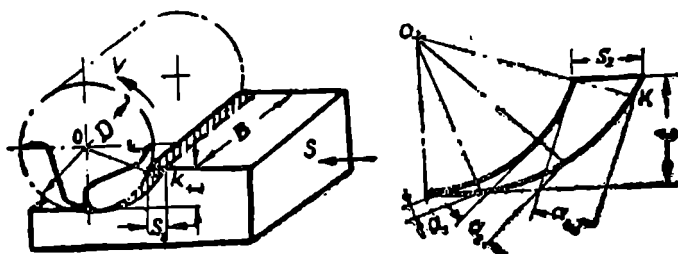
§ 148. საფრეო: ჯგუფის ჩარხები

ფრეზის პროცესი. ფრეზა კრით დამუშავების ისეთი პროცესია, როლის დროსაც ზედაპირების დამუშავება მრავალპირიანი მჭრელი იარაღის — ფრეზის საშუალებით ხდება.

ფრეზი წარმოადგენს ბრუნვით სხეულს, რომლის გარე ან ტორსულ ზედაპირებზე მჭრელი კბილებია განლაგებული. თითოეულ კბილს, საჭრისის მსგავსად, აქვს წინა, უკანა, წამახვისა და კრის კუთხეები.

ფრეზის დროს ფრეზი ასრულებს კრის მოძრაობას (მბრუნავს), ხოლო დეტალი — მიწოდების მოძრაობას (ნახ. 237). საჭრისსა და ბურღთან შედარებით ფრეზის მუშაობის პირობები უკეთესია, რადგან ფრეზის მჭრელი კბილები (ერთი ან ერთდროულად რამდენიმე) პერიოდულად ხსნის ბურბუშელას. რის გამოც არ ხტურდება; ეს, თავის მხრივ, ფრეზის მაღალი კრის რეჟიმებით მუშაობის საშუალებას იძლევა, ამიტომაც, რომ ფრეზვა ფართოდ გავრცელებული დიდმწარმოებლური პროცესია.

არჩევენ ფრეზის ორ მეთოდს: შემხვედრსა და თანამთხვეულს, შემხვედრი ფრეზის დროს ნამზადის მიწოდება ხდება ფრეზის ბრუნვის შემხვედრად, ხოლო თანამთხვეულის. დროს ნამზადის მიწოდების მიმართულება ფრეზის ბრუნვის მიმართულებას ემთხვევა. ფრეზვას უმთავრესად შემხვედრი მეთოდით აწარმოებენ.



ნახ. 237. ფრეზის სქემა.

კრის ელემენტები ფრეზის დროს. ფრეზის დროს კრის ელემენტებია: ფრეზის სიღრმე, სივანე, მიწოდება, კრის სიჩქარე და სხვ.

ფრეზის სიღრმე t ეწოდება შრის სისქეს, რომელიც იხსნება ფრეზის ერთი გავლის დროს.

ფრეზის სივანე b ეწოდება ნამზადთან ფრეზის შეხების სიდიდეს. გაზომილს მიწოდების მართობი მიმართულებით.

მიწოდება ეწოდება ნამზადის გადაადგილების სიდიდეს ფრეზის მჭრელი პირების მიმართ.

ფრეზის დროს მიწოდების სახეებია: მიწოდება ფრეზის ერთ კბილზე S_z , მმ/კბ; მიწოდება ფრეზის ერთ ბრუნზე $S_{\text{ბრ}}$, მმ/ბრ; მიწოდება წუთში $S_{\text{წთ}}$, მმ/წთ.

ამ მიწოდებათა შორის დამაკიდებულება ასეთია:

$$S_{\text{კ}} = S_z Z; \quad S_{\text{გ}} = S_{\text{კ}} n = S_z \cdot Z \cdot n \text{ წთ.}$$

სადაც n ფრეზის ბრუნთა რიცხვია წუთში.

ასათლელო ბურბუშელას სისქე. ფრეზის სიღრმისა და ფრეზის კბილთა რიცხვის მიხედვით შეიძლება ერთდროულად რამდენიმე კბილი მუშაობდეს. თითოეული კბილი მძიმის მსგავს ლითონის შრეს ხსნის (ნახ. 237), რომლის სისქე თანდათანობით იზრდება. ბურბუშელას სისქე მაქსიმუმს აღწევს კბილის ნამზადთან შეხები-ბიდან გამოსვლის მომენტში (K მდგომარეობაში); მისი სიღრმე გა-მოითვლება ფორმულით

$$r_{\text{კკ}} = S_z \cdot \sin \alpha,$$

სადაც $r_{\text{კკ}}$ არის ბურბუშელას მაქსიმალური სისქე;

S_z — მიწოდება კბილზე;

α — ნამზადთან კბილის შეხების კუთხე.

ასათლელო ბურბუშელას განიეკვეთი f მმ² განისაზღვრება ფორ-მულით

$$f = h a \text{ მმ}^2.$$

ფრეზის სიღრმისა და ფრეზის კბილთა რიცხვის მიხედვით ერთდროულად შეიძლება რამდენიმე კბილი მუშაობდეს, მაშინ მო-ცემულ მომენტში ფრეზის მიერ მოსახსნელი ბურბუშელას შრის განიეკვეთი წარმოადგენს მომუშავე კბილების მიერ მოსახსნელი ბურბუშელას განიეკვეთების ჯამს

$$f = B (a_1 + a_2 + a_3) \text{ მმ}^2,$$

სადაც B არის ფრეზის სიგანე;

a_1, a_2, a_3 — ბურბუშელას სისქეები.

ფრეზის დროს ფრეზის თითოეულ მომუშავე კბილზე მოქმე-დებს ჰრის ძალა. ფრეზის საერთო ჰრის ძალა არის ამ კბილებზე მოქმედი ჰრის ძალების ჯამი (P_z). მგრეხი მომენტი შესაბამისად წარმოადგენს საერთო ჰრის ძალისა და ფრეზის დიამეტრის ნახევრის ნამრავლს

$$M_{\text{გკ}} = P_z \frac{D}{2} \text{ კგ მმ.}$$

ჰრის სიმძლავრე $N_{\text{გკ}}$ გამოითვლება ფორმულით

$$N_{\text{გკ}} = \frac{M_{\text{გკ}} \cdot n}{716200} \text{ ცდ.}$$

ჭრის სიჩქარე ფრეზის დროს ფრეზის წრიულ სიჩქარეს უდრის

$$V = \frac{\pi D n}{1000} \text{ მ/წთ,}$$

სადაც D არის ფრეზის დიამეტრი, მმ,

n — ფრეზის ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ.

ფრეზის დროს დასაშვები ჭრის სიჩქარის შერჩევა ხდება ნორმატივებიდან დასამუშავებელი მასალის, ფრეზის მასალის, ფრეზის სიღრმის, სიგანის, კბილზე მიწოდებისა და გამაცივებელი სითხის მიხედვით.

სამანქანო დრო ფრეზის შემთხვევაში გაიანგარიშება ფორმულით

$$T_{\text{საშ}} = \frac{l + l_1 + l_2}{S_{\text{წო}}},$$

სადაც l არის გასაფრეზი ზედაპირის სიგანე მმ;

l_1 — ფრეზის შექრა, მმ (ცილინდრული ფრეზის დროს)

$$l_1 = \sqrt{l(D-l)};$$

სადაც l არის ჭრის სიღრმე; D — ფრეზის დიამეტრი.

l_2 — ფრეზის გადარბენა, მმ (იცვლება 1-დან 5 მმ-მდე),

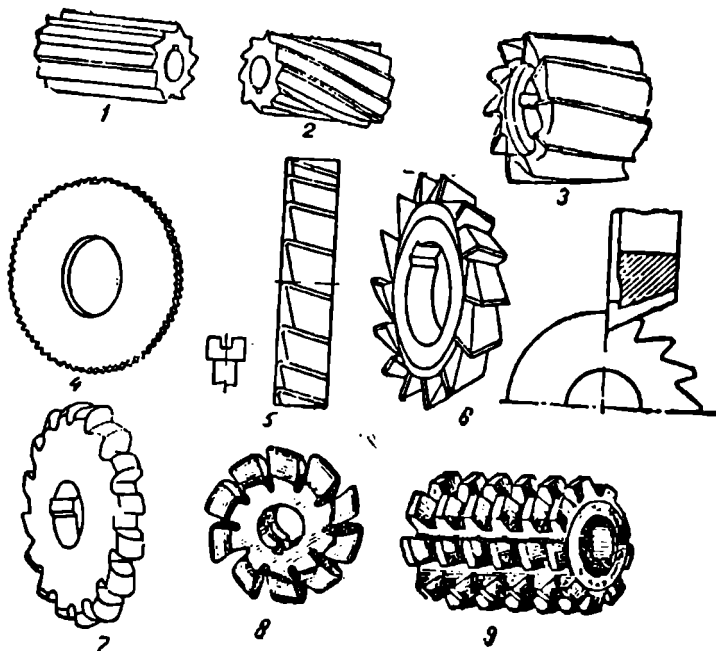
$S_{\text{წო}}$ — მიწოდება წუთში, მმ/წთ.

ფრეზები (ნახ. 238). ფრეზები დანიშნულების მიხედვით იყოფა სიბრტყეების დასამუშავებელ, კილოებისა და ღარაკების დასამუშავებელ, მოყვანილი ზედაპირების დასამუშავებელ და მასალების საჭრელ ფრეზებად.

სიბრტყეების დასამუშავებელ ფრეზებს ეკუთვნის სწორკბილა ცილინდრული ფრეზები 1, ხრახნული ცილინდრული ფრეზები 2 და ტორსული ფრეზები 3.

კილოების დასამუშავებელი ფრეზებია დისკოიანი და თითისებრი დისკოიანი ფრეზები. თავის მხრივ, არსებობს საკილოე ორმხრივი, სამხრივი და სარეგულირებელი. დისკოიან საკილოე ფრეზებს 4 კბილები მხოლოდ ცილინდრული ზედაპირზე აქვს, დისკოიან ორმხრივ ფრეზს 5 კბილები აქვს, ცილინდრულ და ერთ ტორსულ ზედაპირზე, დისკოიან სამხრივ ფრეზს კბილები აქვს ცილინდრულ და ორივე ტორსულ ზედაპირზე. სარეგულირებელი საკილოე ფრეზი მიიღება ორი დისკოიანი ორმხრივი ფრეზის შეერთებით. ამ ფრეზის უპირატესობა დისკოიან სამხრივ ფრეზასთან შედარებით ის არის, რომ გადაღესვის შემდეგ ფრეზის სიგანის ზომის აღდგენა ფრეზებს შორის შუასაღების მოთავსებით შეიძლება; T -სებრი კილოების დასამუშავებლად T -სებრი ფრეზები გამოიყენება.

კუთხური ღარების ამოსაღებად კუთხურ ფრეზებს იყენებენ,



/ ნახ. 238. ფრეზები.

რომლებიც, თავის მხრივ, იყოფა ერთმხრივკუთხიან 6 და ორმხრივკუთხიან ფრეზებად.

სასოგმანე ლარაკების დასამუშავებლად იყენებენ თითისებრ (რომლებსაც კბილები აქვთ როგორც ტორსულ, ისე ცილინდრულ ზედაპირზე) და დისკოიან სამხრივ ფრეზებს.

მოყვანილი ზედაპირების დასამუშავებლად მოყვანილი ფრეზები 7 გამოიყენება. კბილების მოსჭკრელად მოდულური 8 და ჭია ფრეზები 9 გამოიყენება.

ფრეზები კონსტრუქციის მიხედვით არსებობს მთლიანი და ჩადგმულკბილიანი. უკანასკნელის შემთხვევაში დაზიანებული კბილის შეცვლა ადვილად შეიძლება, რაც მის უპირატესობას წარმოადგენს მთლიან ფრეზებთან შედარებით.

საფრეზო ჯგუფის ჩარხებს ჰყოფენ საერთო დანიშნულებისა და სპეციალიზებულ საფრეზ ჩარხებად.

საერთო დანიშნულების საფრეზ ჩარხებს ეკუთვნის ჰორიზონტალური, ვერტიკალური და გრძივ-საფრეზი ჩარხები.

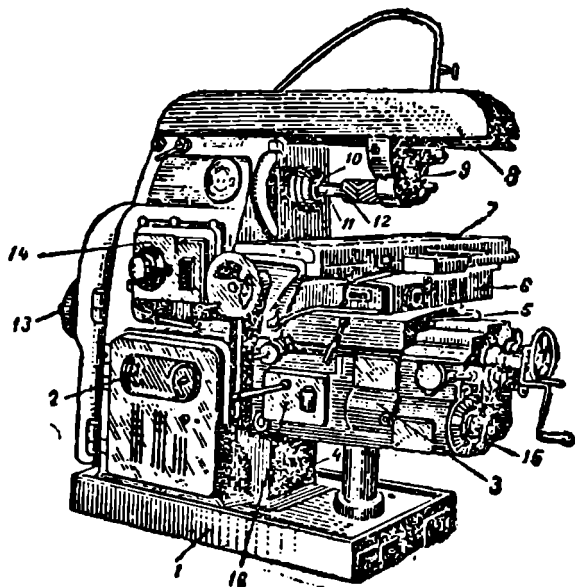
პორიზონტალური საფრეზი ჩარხები შპინდელის პორიზონტალური მდებარეობით ხასიათდება. ამ ჩარხების ორ ჯგუფს ასხვავებენ: პორიზონტალურ-საფრეზ (მარტივი) და უნივერსალურ საფრეზ ჩარხებს. უნივერსალური საფრეზი ჩარხების მაგიდას პორიზონტალურ-საფრეზი ჩარხებისაგან განსხვავებით აქვს შვავული ღერძის ირგვლივ 45° -ით მობრუნების საშუალება.

ვერტიკალურ-საფრეზი ჩარხები ხასიათდება შპინდელის ვერტიკალური მდებარეობით, რაც შპინდელის დახრილ მდგომარეობაში დაყენების საშუალებას იძლევა.

გრძივ-საფრეზი ჩარხები მაგიდის მხოლოდ გრძივი გადაადგილებით ხასიათდება. გამოყენება აქეთ ერთ, ორ, სამ და ოთხშპინდელიან გრძივ-საფრეზ ჩარხებს.

სპეციალიზებული საფრეზი ჩარხები განსაზღვრული ოპერაციებისათვის გამოაყენება მსხვილსერიულ და მასობრივ წარმოებაში. მაგალითად, ასეთი ჩარხებია: სოგმან-საფრეზი, კუთხვილ-საფრეზი, პირგადასაღებ-საფრეზი და სხვ.

უნივერსალური საფრეზი ჩარხის მთავარი ნაწილებია (ნახ. 239); საფუძვლის ფილა 1, სადგარი 2, კონსოლი 3, რომლის ვერტიკალური გადაადგილება სადგარის მიმმართველებზე 4 ხდება. კონსოლზე მოთავსებულია მაგიდის განივი ნალო 5 (მაგიდის განივი გადაადგილებისათვის), საბრუნო ნაწილი 6 (მაგიდის კუთხით შემობრუნებისათ-



ნახ. 239. უნივერსალური საფრეზი ჩარხის ნაერთო ხედი:

ვის) და მაგიდა 7, ხორთუმი 8, საკიდი 9, შპინდელი 10, ფრეზის სამართული 11, რომელსაც შპინდელში ამარგებენ და მასზე ფრეზს 12 აყენებენ, ელექტროძრავა 13 ($N=7$ კვტ; $n=1440$ ბრ/წთ) სიჩქარეთა კოლოფის 14 საშუალებით შპინდელის ბრუნვისათვის, ელექტროძრავა 15 ($N=1,75$ კვტ; $n=1440$ ბრ/წთ) კონსოლში მოთავსებულ მიწოდებათა კოლოფის საშუალებით 16 მაგიდის გრძივი, განივი და ვერტიკალური გადაადგილებისათვის.

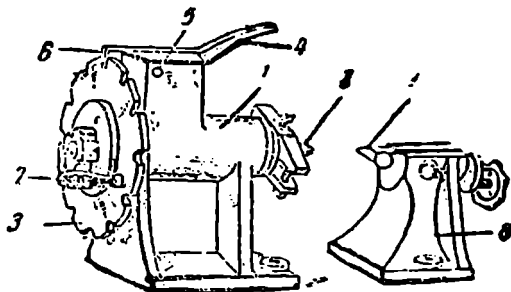
საფრეზო სამუშაოები და სამარჯვები. საფრეზო ჩარხებზე ამუშავებენ სხვადასხვა მდებარეობის სიბრტყეებს, საირგვარი მოყვანილობის კილოებსა და ღარაკებს, მოყვანილ ზედაპირებს, სპირალურ ღარაკებს და სხვ.

საფრეზო ჩარხებზე ნამზადების დაყენებისათვის აყენებენ სხვადასხვა ტიპის სამანქანო გირაებს და სპეციალურ სამარჯვებს, ხოლო ფრეზების დამარგებისათვის — საფრეზო სამართულებს.

ზოგიერთი სამუშაოს შესრულებისას, როგორც არის მრავალწახნაგიანი ზედაპირების ფრეზება, ცილინდრულ ზედაპირზე ღარაკების ფრეზება, კბილების ფრეზება და სხვ., საჭიროა ნამზადის სათანადო კუთხით პერიოდულა შებრუნება (ნამზადის გარე მოხაზულობის ნაწილებად დაყოფა).

დაყოფის სამუშაოებისათვის სხვადასხვა ტიპის დამყოფ თავებს იყენებენ, რომელთაგან მეტი გამოყენება აქვს უშუალოდ დაყოფის დამყოფ თავებს და უნივერსალურ დამყოფ თავებს.

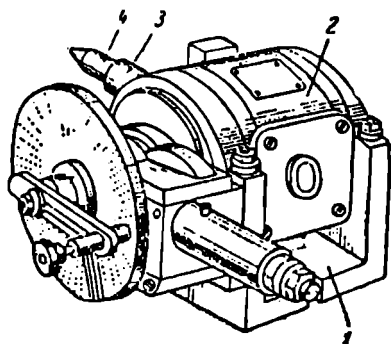
უშუალოდ დაყოფის დამყოფი თავი (ნახ. 240). ნამზადს ამარგებენ ცენტრებზე 2 და 9, რომელთაგან ერთი დამყოფი თავის შპინდელშია 1, ხოლო მეორე — უკანა ვეგში 8. შპინდელის მეორე ბოლოზე დამარგებულია კილოებიანი დამყოფი დისკო 3, რომლის ფიქსირება საკეტის 6 საშუალებით ხდება. ერთი ღარის გაფრეზვის შემდეგ მაგიდის გადაადგილებით ნამზადი საწყის მდგომარეობაში მოჰყავთ, საკეტის მოწვევით (რაც 4 სახელურის 5 დერ-



ნახ. 240. უშუალო დაყოფის დამყოფი თავი.

ძიხ გარშემო შემობრუნებით ხდება) დისკოს ათავისუფლებენ და სახედურის 7 საშუალებით დისკოს აბრუნებენ მანამდე, სანამ სათანადო კილო არ გაუსწორდება საკეტს, შემდეგ საკეტით ახდენენ ფიქსირებას და ფრეზვას იმეორებენ.

უნივერსალური დამყოფი თავი (ნახ. 241). უნივერსალური დამყოფი თავით ხდება



ნახ. 241. უნივერსალური დამყოფი თავი.

როგორც ნამზადის განსაზღვრული კუთხით შემობრუნება (დაყოფა), ისე ჩარხის მაგიდის მიმართ მისი კუთხით დაყენება. მისი მთავარი ნაწილებია: კორპუსი 1, საბრუნე ნაწილი 2, შპინდელი 3, რომელშიც ცენტრი 4 თავსდება ან მის გარე კუთხვილზე პლანშიაბი ეხრახნება სამმუშტა ვაზნის დასაყენებლად.

უნივერსალურ დამყოფ თავს ხმარობენ მარტივი, კომბინირებული და დიფერენციალური დაყოფისათვის. ამათგან განვიხილავთ მხოლოდ მარტივი დაყოფის მეთოდს.

მარტივი დაყოფის მეთოდი. დამყოფი თავისა და უკანა ვეგის ცენტრებზე გასაფრეზი დეტალის 6 დაყენების სქემა ნაჩვენებია 242-ე ნახაზზე.

მარტივი დაყოფის მეთოდით ნამზადის განსაზღვრული კუთხით შემობრუნება ხდება დამყოფი თავის წყირიანი 10 სახელურის 2, ლილვის 3, ცილინდრული კბილანების 7,2 ჭიახრახნისა 3 და ჭიათვლის 4 საშუალებით.

ცილინდრული კბილანების გადაცემის ფარდობა $\frac{Z_1}{Z_2} = 1$, ხოლო

ჭიახრახნული გადაცემისა $= \frac{1}{40}$ (ჩვეულებრივ ჭიახრახნი ერთშესაღწეობითაა, ჭიათვალს აქვს 40 კბილი).

ცხადია, რომ სახელურის ერთი ბრუნე დამყოფი თავის შპინდელის და, მაშასადამე, დეტალის

$\frac{1}{40}$ ნაწილით ბრუნს იწვევს. სახელურის 40 ბრუნე — დეტალის

1 ბრუნს,

სახელურის ბრუნთა რიცხვს, რომელიც დეტალის 1 ბრუნა იწვევს, დამყოფი თავის მაზასიათებელი (N) ეწოდება (ჩვენს შემთხვევაში $N=40$); არის ისეთი დამყოფი თავებიც, რომელთათვისაც $N=60, 80$ და სხვ.

დაყოფის რიცხვი აღვნიშნოთ z -ით. დეტალის $\frac{1}{z}$ ნაწილის შემოსაბრუნებლად საჭირო სახელურის ბრუნთა რიცხვი (n) განისაზღვრება ტოლობით:

$$n \cdot \frac{1}{40} = \frac{1}{z}, \text{ ანუ } n = \frac{40}{z} \text{ ბრ.}$$

სახელურის ბრუნთა რიცხვი შეიძლება მივიღოთ მთელი რიცხვი (მაგალითად, თუ $z=10$, მაშინ $n = \frac{40}{10} = 4$ ბრ) ან წესიერი წილადი

(მაგალითად, თუ $z=10$, მაშინ $n = \frac{40}{120} = \frac{1}{3}$ ბრ), ან შერეული

წილადი. (მაგალითად, თუ $z=30$, მაშინ $n = \frac{40}{30} = 1\frac{1}{3}$ ბრ).

უკანასკნელ შემთხვევაში სახელური უნდა დაბრუნდეს 1 სრული და $\frac{1}{3}$ ბრ). წილადი ბრუნით სახელურის ბრუნვა დამყოფი თავის დისკოს (9) საშუალებით ხდება, რომელიც მარტივი დაყოფის დროს კორპუსზეა მიმაგრებული საჩერი თამასასა (1) და ხრახნის (12) საშუალებით.

დამყოფ დისკოს ორივე მხრიდან აქვს ყრუ ხვრეტების კონცენტრული რიგები:

ერთი მხრიდან: 15, 18, 20, 23, 27, 31, 37, 41; 47.

მეორე მხრიდან: 16, 17, 19, 21, 29, 33, 39, 43; 49.

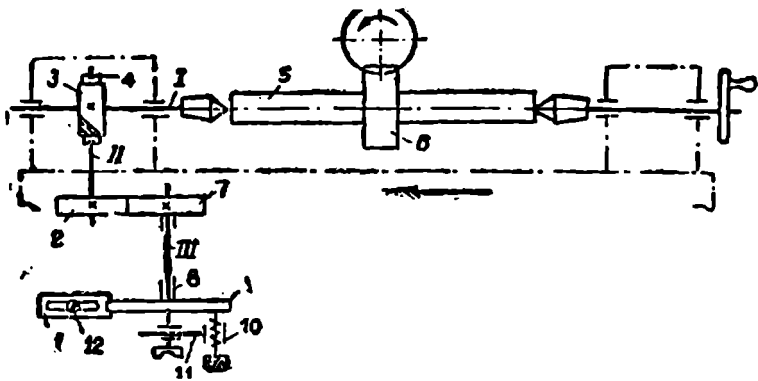
ან კიდევ ხვრეტების შემდეგი რიგებით:

ერთი მხრიდან: 24, 25, 28, 30, 34, 37, 38, 39; 41; 42; 43.

მეორე მხრიდან: 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58; 59; 62; 66.

როდესაც $n = 1\frac{1}{3}$, მაშინ 1 სრული ბრუნვის შემდეგ $\frac{1}{3}$ -ით

სახელურის შემოსაბრუნებლად მის პრიცხველსა და მნიშვნელს ამრავლებენ ისეთ რიცხვზე, რომ მნიშვნელი გაუტოლდეს დისკოს ყრუ ხვრეტების რომელიმე რიგს, მაშინ პრიცხველი გვიჩვენებს ხვრეტების ამ რიგზე სახელურის შემოჭრუნების დანაყოფების რიცხვს. ჩვენს შემთხვევაში (თუ დისკო დაყენებულია ისე, რომ შეგვიძლია 15, 18 და ა. შ. რიგებით სარგებლობა) მნიშვნელს ვამრავლებთ

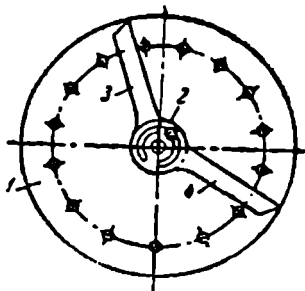


ნახ. 242. მარტივი დაყოფის სქემა.

5-ზე (შეიძლება აგრეთვე გავამრავლოთ 6-ზე ან 9-ზე, რადგან დისკოს აქვს 18 და 27-ხერტიანი რიგებიც):

$$1 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{5}{5} = 1 \cdot \frac{5}{15} \text{ ბრ.}$$

$\frac{1}{3}$ -ით, ანუ $\frac{5}{15}$ -ით სახელურის შემოსაბრუნებლად სახელურის წკირს აყენებენ 15-ხერტიანი რიგის პირდაპირ და ამ რიგზე სახელურს ხუთი დანაყოფით (6 ხერტით) აბრუნებენ. 5 დანაყოფის ათელის გასაადგილებლად დისკოზე 1 (ნახ. 243) აყენებენ სექტორს 2, რომლის ფეხები 3 და 4 იშლება მრაცხველის რაოდენობის დანაყოფების მიხედვით.



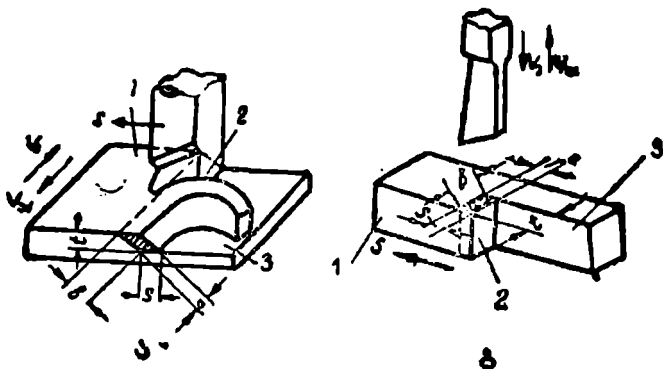
ნახ. 243. დამყოფი დისკო,

§ 139. სარანდი და საწელაპი ჯგუფის ჩარხები

რანდვა ეწოდება ნამზადის ზედაპირიდან საჭრისის (ან დეტალის) უკუქცევით-წინსვლითი მოძრაობით ბურბუშელას მოხსნის პროცესს (ნახ. 244).

არჩევენ რანდვის სამ სახეს: გრძივ რანდვას, განივ რანდვასა და ტეხას.

გრძივი რანდვის დროს (ა) ნამზადი 1 ასრულებს ჭრის უკუქცევით-წინსვლით მოძრაობას, ხოლო საჭრისი 2 — მიწოდების მოძრაობას ჭრის მოძრაობის მართობი მიმართულებით. 3 — დამუშავებული ზედაპირია. განივი რანდვის დროს ჭრის მოძრაობას ასრულებს საჭრისი,



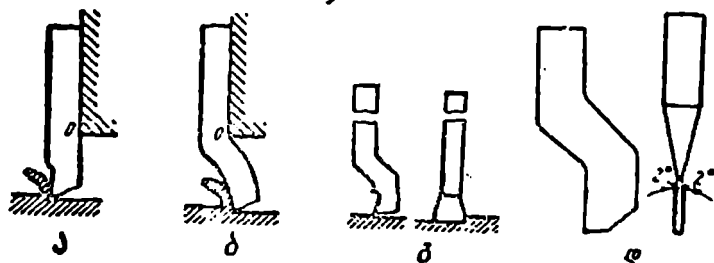
ნახ. 244. ა — გრძივი რანდვის პროცესის სქემა; ბ — ტეხის პროცესის სქემა.

ხოლო მიწოდების მოძრაობას — ნამზადი. საჭრისის გადაადგილების სიჩქარეს ბურბუშელას მოხსნისას მუშა სვლის სიჩქარე ეწოდება (V), ხოლო საჭრისის უკან (უქმი) გადაადგილების სიჩქარეს 2 უქმი სვლის სიჩქარე ($V_{უქ}$).

ტეხა, როგორც აღენიშნეთ, რანდვის სახესხვაობაა (ბ). ტეხის შემთხვევაში, რანდვისაგან განსხვავებით, საჭრისი შვეული მოძრაობის (მუშა სვლის) დროს ხსნის ბურბუშელას 2; ისევე როგორც განივი რანდვის დროს, აქაც საჭრისი ასრულეზს კრის მოძრაობას, ხოლო დეტალი 1 — მიწოდების მოძრაობას, V — საჭრისის მუშა სვლის სიჩქარეა, ხოლო $V_{უქ}$ — უქმი სვლის სიჩქარე.

სარანდი და სატეხი საჭრისები ყოველი მუშა სვლის დაწყებისას დარტყმებს განიცდის, ამიტომ მათი დეროს განიკვეთის ზომები სახარატო საჭრისებთან შედარებით გადიდებულია.

სარანდი საჭრისები (ნახ. 245) არსებობს სწორი (ა) და გაღუნული (ბ). დანიშნულების მიხედვით სარანდი საჭრისები გვხვდება: სასუფთაო მოზამზარე საჭრისები (გ), გადასაჭრელი საჭრისები (დ) და სხვ.



ნახ. 245. სარანდი საჭრისები.

მიწოდება რანდვის დროს ეწოდება საკრისის (ან ნამზადის) გადაადგილებას კრის მოძრაობის მართობი მიმართულებით ნამზადის (ან საკრისის) ერთი ორმაგი სვლის (მუშა და უქმი) დროს (განზომილება მმ/ორმ. სვლ.).

კრის სიღრმე (l მმ) ეწოდება დასამუშავებელ და დამუშავებულ ზედაპირებს შორის მანძილს, გაზომილს დამუშავებული ზედაპირის მართობი მიმართულებით.

კრის სიჩქარე რანდვის დროს გამოითვლება ფორმულით

$$V = \frac{n \cdot L(1+m)}{1000} \text{ მ/წთ.}$$

სადაც n არის მაგიდის ორმაგსელათა რიცხვი წუთში;

L — მაგიდის სვლის სიგრძე მმ;

m — მაგიდის მუშა სვლის სიჩქარის უქმი სვლის სიჩქარესთან ფარდობა (m — განივი რანდვის დროს დაახლოებით 0, 75 უდრის).

სამანქანო დრო რანდვისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$T_{\text{სა}} = \frac{L}{ns} \text{ წთ.}$$

სადაც L არის რანდვის საანგარიშო სიგრძე, $L = B + b_1 + b_2$ მმ, B არის სარანდი ზედაპირის სიგანე მიწოდების მიმართულებით;

b_1 — საკრისის შეკრა და b_2 — საკრისის გადარბენა;

($b_1 = 2 - 10$ მმ);

n — საკრისის ან ნამზადის ორმაგსელათა რიცხვი წუთში;

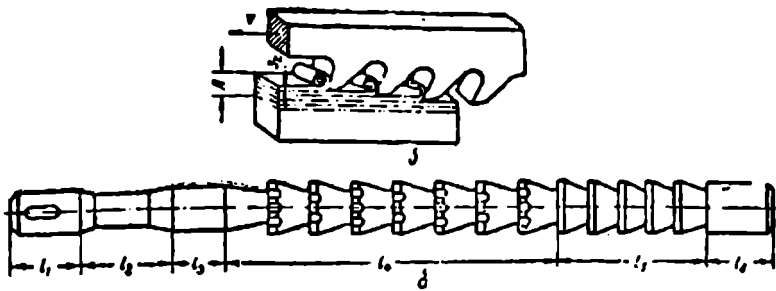
S — მიწოდება ერთ ორმაგს სელაზე.

კრისა და ჩარხის ძრავას სიმძლავრეების გაანგარიშება რანდვის დროს ისევე ხდება, როგორც ჩარხვის დროს.

გაწეღვა ა. ლითონის დამუშავების ისეთ პროცესს, რომლის დროსაც შიგან და გარე ზედაპირების დამუშავება მჭრელი იარაღის — საწელავის — საშუალებით ხდება გაწეღვა ეწოდება.

გარე ზედაპირის გაწეღვით დამუშავების სქემა ნაჩვენებია 246, ა-ნახაზზე. A იმ შრის სისქეა, რომელსაც იღებს საწელავი, ხოლო V — გამოწეღვის სიჩქარე.

საწელავი მრავალკბილიანი იარაღია. ნახვრეტის დასამუშავებლად საწელავი (ბ) შედგება კუდის I_1 , ყელის I_2 , წინა მიმმართველი ნაწილის I_3 , მჭრელი ნაწილის I_4 , მაკალიბრებელი ნაწილის I_5 და უკანა მიმმართველი ნაწილისაგან I_6 . მჭრელი ნაწილის კბილები კონუ-



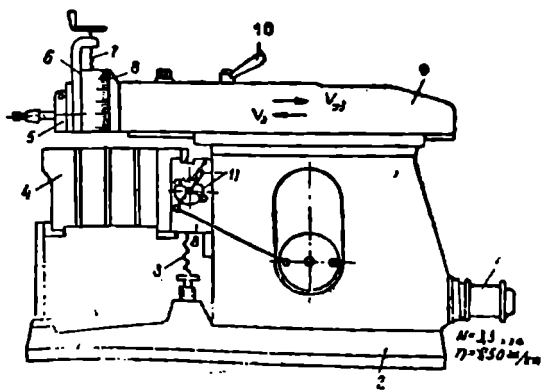
ნახ. 246. ა — გარე ზედაპირის გაწეულით დამუშავების სქემა, ბ — ნახერტის დასამუშავებელი საწელავი.

სურ ზედაპირზეა მოჭრილი, რის გამო ნახერტში ასეთი საწელავის გატარებისას მჭრელი ნაწილის თვითნული კბილი ბურბუშელას თხელ შრეს იღებს და ნახერტს აფართოებს.

სარანდი და საწელავი ჩარხები.

სარანდი ჩარხები არსებობს განივ-სარანდი და გრძივ სარანდი. ისეთი ჩარხები კი რომლებზედაც რანდვა საჭრისის ვერტიკალური გადაადგილებით წარმოებს სატეხ ჩარხებად იწოდებიან. მაგალითისათვის 247-ე ნახაზზე ნაჩვენებია განივ-სარანდი ჩარხის საერთო ხედი, რომლის მთავარი ნაწილებია: ელექტროძრავა 1, სადგარი 2, შვეული ხრახნი 3 მაგიდის ვერტიკალური გადაადგილებისათვის, მაგიდა 4, საჭრისის დამჭერი თავი 5, სუპორტი 6, სუპორტის ხრახნი 7, საბრუნე წრე 8 სუპორტის მოსაბრუნებლად, რაც დახრილი ზედაპირების დამუშავების საშუალებას იძლევა, ცოცია 9.

განივ-სარანდი ჩარხზე ჭრის მოძრაობას ცოციას უკუქცევით-წინსვლითი მოძრაობა ასრულებს, რაც ელექტროძრავას, სიჩქარეთა



ნახ. 247. განივ-სარანდი ჩარხის საერთო სახე.

კოლოფისა და მოქანავე კულისა მექანიზმის საშუალებით ხორციელდება. განივი მიწოდების მოძრაობას მაგიდის წყვეტილი განივი გადაადგილება ასრულებს ხრუტუნა მექანიზმის 2 საშუალებით. შვეული მიწოდება სუპორტის საშუალებით ხდება. სვლის სიგრძეზე რანდვის უბნის რეგულირება სახელურის 10 საშუალებით ხდება.

განივ-სარანდი ჩარხების ცოცხას სვლის სიგრძე 350-დან 900 მმ-მდე იცვლება. ასეთ ჩარხებს ინდივიდუალურ და სერიულ წარმოებებში იყენებენ.

საწვლავი ჩარხები ძირითადად იყოფა შიგსაწვლავ და გარესაწვლავ. ჩარხებად. შიგსაწვლავი ჩარხების კონსტრუქცია ისეთია, რომ საწვლავის გადაადგილება უმთავრესად პორიზონტალურია; გარესაწვლავი ჩარხები კი, ჩვეულებრივ, საწვლავის ვერტიკალური გადაადგილებით ხასიათდებიან.

საწვლავი ჩარხებით დამუშავებული ზედაპირის ზომების სიზუსტე მე-5-6 კვალიტეტს (1-ელ კლასს), ხოლო ზედაპირის სიმქისე

$Ra \sqrt[0.16]{\quad}$ (მე-10 კლასს) აღწევს.

§ 151. სახეხი ჯგუფის ჩარხები

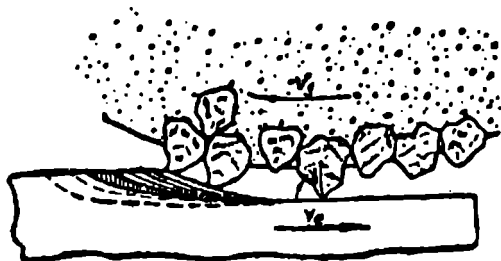
ხეხვის პროცესი და სახეხი იარაღები. ხეხვა კრით დამუშავების ისეთი პროცესია, რომლის დროსაც დეტალების ზედაპირების დამუშავება აბრაზიული იარაღებით ხდება, 248-ე ნახაზზე V_3 ქარგოლის წრიული სიჩქარეა, ხოლო V_d — დეტალის გადაადგილების სიჩქარე.

ხეხვა უზრუნველყოფს დეტალის ზომების მაღალ სიზუსტეს (მე-6-7 კვალიტეტები; მე-2 კლასი) და ზედაპირის სიმქისეს, ისეთივეს როგორც გამოწვლისას.

ხეხვის დროს მკრელი ელემენტი აბრაზიული მასალის მარცვლებია (ნახ. 248), რომელთა შეკავშირებით აბრაზიული იარაღი მიიღება. აბრაზიული მასალები იყოფა ბუნებრივ და ხელოვნურ მასალებად.

ბუნებრივ აბრაზიულ მასალებს ეკუთვნის კორუნდი, ზუმფარა და ალმასი.

კორუნდისა და ზუმფარის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია ალუმინის ჟანგი. ზუმფარა მეტ მინარევეს შეიცავს და კრის დაბალი თვისებებით ხასიათდება. მას იყენებენ ზუმფარის ქალადისა და იარაღების ასაღესი ძელაკების დასამზადებლად. კორუნდი უფრო სალი და ბლანტია და კრის კარგი თვისებებით ხასიათდება ზუმფარასთან შედარებით. იგი გამოიყენება ფოლადის დასამუშავებელი



ნახ. 248. ხეხვის პროცესის სქემა.

სახეხი ქარგოლების, ზუმფარის ქალღის, ძელაკების და სხვ. დასა-
მზადებლად.

ალმასი ყველაზე სალი მინერალია. მას ხეხვის საქმეში სახეხი
ქარგოლების სწორებისათვის იყენებენ.

ხელოვნური აბრაზიული მასალებია: ხელოვნური კორუნდი, კარ-
ბორუნდი და ბორის კარბიდი.

ხელოვნური კორუნდი მიიღება ელექტროდნობით, ამიტომ მას
ელექტროკორუნდს უწოდებენ. იგი ორგვარია: ნორმალური (ალი-
ნიშნება მ-თი) და თეთრი (ალინიშნება მБ-თი); ეს უკანასკნელი უკე-
თესია. კორუნდია იარაღებს უწრთობი და ნაწრთობი ფოლადების,
კედადი თუჯის, რბილი ბრინჯაოს და სხვ. ხეხვისათვის იყენებენ.

კარბორუნდი (SiC) მაღალი სისალით ხასიათდება. არჩევენ შავი
(ალინიშნება КУ-თი) და მწვანე სილიციუმის კარბიდებს (ალინიშნება
КМ-თი); უკეთესია უკანასკნელი. შავ კარბორუნდს თუჯის, ბრინჯაო-
სა და ალუმინის შენადნობების სპულეებისათვის იყენებენ, ხოლო
მწვანე კარბორუნდს — ძირითადად სალი შენადნობების იარაღების
დასამუშავებლად.

ბორის კარბიდი (B_4C) დიდი სისალით ხასიათდება; იყენებენ მკრე-
ლი იარაღების დასაყვანად.

აბრაზიული იარაღების დასამზადებლად აბრაზიული მარცვლების
შეკავშირებისათვის ორგანული და არაორგანული შემკავშირებელი
ნივთიერებები გამოიყენება.

ორგანულია ვულკანიტური (ალინიშნება В-თი) და ბაკელიტური
(ალინიშნება В-თი) შემკავშირებლები. ვულკანიტური შემკავშირე-
ბელი კაუჩუკისა და 30% გოგირდის ნარევის წარმოადგენს.

ბაკელიტური შემკავშირებელი ხელოვნურ ფისს — ბაკელიტს
შეიცავს, არაორგანული შემკავშირებელი ნივთიერებები იყოფა: კე-
რამიკულ (K), მაგნეზიტურ (M) და სილიკატურ ჯგუფებად.

მეტი გამოყენება აქვს კერამიკულ შემაკავშირებლებს, რომლებსაც ცეცხლგამძლე თიხების, მინდვრის შპატის, კვარცის, თაღის, ცარცისა და თხევადი მინისაგან ამზადებენ.

საწიხი იარაღების თვისებები, გარდა აბრაზიული მასალისა და შემაკავშირებელ ნივთიერებათა გვარობისა, დამოკიდებულია აგრეთვე წარცვლოვნებაზე; სიმაგრეზე, სტრუქტურასა და ფორმაზე.

მარცვლოვნება ახასიათებს მარცვლების ზომას. იგი განისაზღვრება იმ საცრის 1 გრძივ ღუიშზე ხერცების რაოდენობით, რომელშიაც გაიცრება მარცვლები.

გოსტ 3647-47-ის მიხედვით მარცვლების ნომრებია: 10, 12, 14, 16, 18, 20... 280, 320, M 28, M 14, M 10, M 7 და M 5; უფრო მეტი ზომა აქვს 10 ნომრის მარცვალს, უმცირესი—M5. M 28-M5 მარცვლოვანების მქონე ფხვნილები მიკროფხვნილებს წარმოადგენს. M-ის შემდეგი ციფრები აღნიშნავენ მარცვლის ზომას მიკრონობით.

აბრაზიული იარაღის სიმაგრის ქვეშ იგულისხმება შემეკვრელი ნივთიერების უნარი დაიკავოს მარცვლები მასზე კრის ძალების ზემოქმედების დროს. რამდენადაც მარცვლები ადვილად ეცლება, მით იარაღი რბილია და, პირიქით.

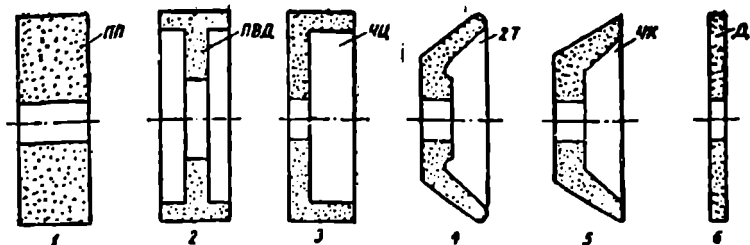
გოსტ 3751-47-ის მიხედვით აბრაზიული იარაღის სიმაგრის სკალა მოცემულია მე-12 ცხრილში.

ცხრილი 12

პირობითი აღნიშვნა	სიმაგრე	სიმაგრის ხარისხის აღნიშვნა
M	რბილი	M1, M2, M3
CM	საშუალო სარბილისა	C1, C2
C	საშუალო	CM1, CM2
CT	საშუალო სიმაგრისა	CT1, CT2, CT3
T	მაგარი	T1, T2
BT	ძალიან მაგარი	BT1, BT2
YT	მეტისმეტად მაგარი	YT1, YT2

სიმაგრის ხარისხის აღნიშვნაში ციფრი ნომერია. რაც მეტია ნომერი, მით მეტია სიმაგრე.

აბრაზიული იარაღის სტრუქტურის ნომერი ახასიათებს აბრაზიულ იარაღის აგებულებას მოცულობის ერთეულში მარცვლების, შემაკავშირებლისა და მარცვლების ფორმების რაოდენობრივი თანაფარდობის მიხედვით. აბრაზიულ იარაღს აქვს სტრუქტურის 13 ნომერი (0-დან 12-მდე). რაც მეტია ნომერი, მით მეტია მარცვლებს შორის შუალედი.



ნახ. 249. აბრაზიული ქარგოლები: ПП—ბრტყელი პირდაპირი პროფილის; ПВД—სწორი პროფილის ორმხრივი ამონალებით; ЧЦ—ცილანდრულ-ფიალისებრი; 2Т—თევზისებრი; 4К—კონუსურ-ფიალისებრი; Д—დასკური.

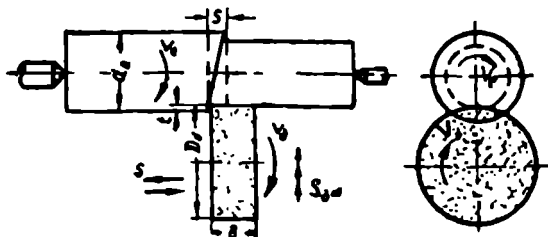
აბრაზიული იარაღები დანიშნულების მიხედვით სხვადასხვა მოყვანილობისა მზადდება. 249-ე ნახაზზე მოცემულია სხვადასხვა მოყვანილობის აბრაზიული ქარგოლები აღნიშვნების წარწერით.

ა ბ რ ა ზ ი უ ლ ი ი ა რ ა ლ ე ბ ი ს ნ ი შ ა ნ დ ე ბ ა. აბრაზიულ იარაღს ზედ აწერენ აღნიშვნას, რომლითაც აჩვენებენ ამ იარაღის სრულ დახასიათებას, მაგალითად:

ЭБ 60 СМІК 5;
 ПП 150×50×65;
 V 30—35 მ/წმ

ნიშნავს, რომ სახეხი ქარგოლი არის თეთრი ელექტროკორუნდის მარცვლოვანებით 60, 1-ლი ნომრის საშუალო სირბილის, კერამიკული შემაქვამირებლით, მე-5 ნომრის სტრუქტურის, ბრტყელი პირდაპირი პროფილის. მისი ზომებია: გარე დიამეტრი 150 მმ, სიგანე 50 მმ, ნახვრეტის დიამეტრი 65 მმ, დასაშვები წრეული სიჩქარე 30—35 მ/წმ.

ქ რ ი ს ე ლ ე მ ე ნ ტ ე ბ ი ხ ე ხ ვ ი ს დ რ ო ს. ხეხვის დროს ქრის ელემენტები ნაჩვენებია მრგვალად ხეხვის მაგალითზე (ნახ. 250).



ნახ. 250. მრგვალად ხეხვის სქემა.

კრის სიღრმე t მმ ეწოდება შრის სისქეს, რომელსაც აცლის სახეები ქარგოლი ერთი ორჰაგი სელის დროს. კრის სიღრმეს ზოგჯერ განივ მიწოდებასაც ($S_{გან}$) უწოდებენ. კრის სიღრმე, ანუ განივი მიწოდება, აიღება $0,005-0,09$ მმ/ორმ. სელ.

გრძივი მიწოდება s მმ/ბრ, ეწოდება სახეები ქარგოლის (ან ნამზადის) ნამზადის ღერძის გასწვრივ გადაადგილებას მისი ერთი ბრუნვის დროს. გრძივი მიწოდება $s = (0,3-0,6) B$, სადაც B ქარგოლის სიგანეა.

კრის სიჩქარე V_3 მ/წმ ეწოდება სახეები ქარგოლის წრიულ სიჩქარეს.

$$V_3 = \frac{\pi D_3 n}{60 \cdot 1000} \text{ მ/წმ,}$$

სადაც D_3 არის ქარგოლის დიამეტრი მმ-ით;

n — ქარგოლის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

სახეები ქარგოლის წრიული სიჩქარე $50-80$ მ/წმ-მდე აღწევს.

დეტალის წრიული სიჩქარე, ანუ წრიული მიწოდება — განისაზღვრება ფორმულით

$$V_e = \frac{\pi d_e n_e}{1000} \text{ მ/წთ,}$$

სადაც d_e — არის გასახეები დეტალის დიამეტრი მმ-ით;

n_e — დეტალის ბრუნთა რიცხვი წუთში.

დეტალის წრიული სიჩქარე 60 მ/წთ-მდე აღწევს, მასთან შავად ხეხის დროს დეტალის წრიული სიჩქარე მეტი დაიშვება, სუფთა ხეხის დროს კი — ნაკლები ($2-4$ მ/წთ).

კრის ძალის მდგენელებიდან, ისე როგორც ჩარხვის დროს, მთავარია შვეული მდგენელი P_z . იგი წარმოქმნის მგრებს მოქმენტს როგორც სახეები ქარგოლის შპინდელზე, ისე დეტალის შპინდელზე. მისი მიხედვით ხდება ხეხის საჭირო სიმძლავრის განსაზღვრა.

სახეები ქარგოლისა და დეტალის ბრუნვისათვის განკუთვნილი ელექტროძრავების სიმძლავრეები განისაზღვრება ფორმულებით:

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V_3}{102\eta} \text{ კვტ; } N_e = \frac{P_z \cdot V_e}{102\eta} \text{ კვტ,}$$

სადაც N_3 არის სახეები ქარგოლის ბრუნვისათვის საჭირო ელექტროძრავის სიმძლავრე კვტ-ით.

P_z — ხეხის კრის ძალის შვეული მდგენელი კგ-ით,

V_3 — სახეები ქარგოლის წრიული სიჩქარე მ/წმ-ით,

η — ამძრავის მარტი ქმედების კოეფიციენტი.

N_{ξ} — დეტალის ბრუნვისათვის საჭირო ელექტროძრავას სიმძლავრე კვტ-ით.

V_{ξ} — დეტალის ბრუნვის სიჩქარე მ/წთ-ით.

სამანქანო დრო მრგვალი გარე ხეხის დროს, გრძივი და განივი მიწოდებას მეთოდით ხეხის შემთხვევაში, განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{\text{სა}} = \frac{2hL}{n_{\xi} \cdot s \cdot t} \cdot K \text{ წთ,}$$

სადაც L არის მაგიდის გრძივი სელის სიგრძე მმ-ით.

h — ნამეტი ცალ მხარზე მმ-ით,

n_{ξ} — დეტალის ბრუნთა რიცხვი წუთში,

s — გრძივი მიწოდება დასამუშავებელი დეტალის 1 ბრუნზე მმ-ით,

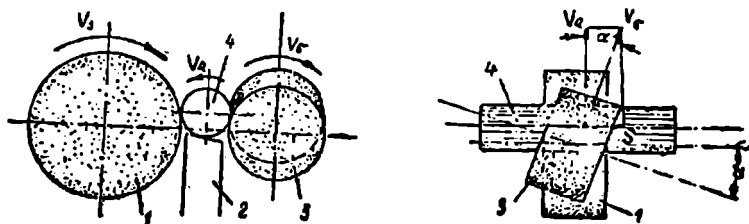
t — ჰრის სიღრმე მმ-ით,

k — შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დამატებით ორმაგ სვლათა რიცხვს (განივი მიწოდების გარეშე), რაც საჭიროა ნაპერწყლების მისაღვეად. შავი ხეხისათვის $k=1,2-1,4$; სუფთა ხეხისათვის $k=1,25-1,7$.

სახეხი ჩარხების ჯგუფს ეკუთვნის მრგვალად სახეხი, შიგსახეხი, ბრტყლად სახეხი, სპეციალური სახეხი და სალესი ჩარხები.

მრგვალად სახეხ ჩარხებს იყენებენ გარე ცილინდრული, კონუსური და ტორსული ზედაპირების ხეხისათვის. ასხევეებენ მრგვალად სახეხი ჩარხების შემდეგ სახეხებს: მარტივ სახეხ (ნაჩხადის ცენტრებზე და ვაზნაში დამაგრებით), უნივერსალურ სახეხ (საპრუნი ჯაგლისა და ქარგოლის ვეგით), შექრით სახეხ, რომელიც მუშაობს გრძივი მიწოდების გარეშე შექრის მეთოდით, და უცენტრო სახეხ ჩარხებს.

უცენტრო სახეხ ჩარხებზე ხეხვის დროს (ნახ. 251) სახეხი ქარგოლის წრიული სიჩქარე ($V_{\xi} = 30-40$ მ/წმ) 10-ჯერ მეტია ქარგო-



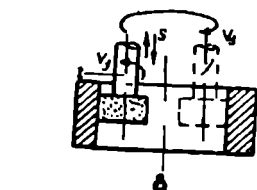
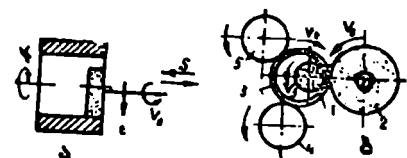
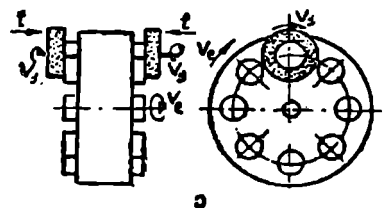
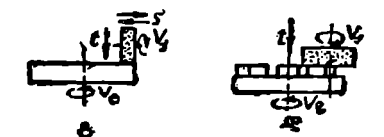
ნახ. 251. უცენტრო ხეხვის სქემა: 1—სახეხი ქარგოლი; 2—საყრდენი; 3—წამყვანი ქარგოლი; 4—დეტალი.

ლის V_2 წრიულ სიჩქარეზე. ამ უკანასკნელის ბრუნვა იწვევს დეტალის ბრუნვას, ამასთან, რადგანაც წამყვანი ქარგოლი სახეხი ქარგოლის მიმართ კუთხით არის დახრილი, ამიტომ დეტალი, რომლის სიჩქარე V_2 წარმოადგენს სახეხი ქარგოლის წრიული სიჩქარის თარაზულ მდგენელს, გრძივ გადაადგილებასაც იღებს.

შიგა ხეხვის სამუშაოების პრინციპული სქემები მოცემულია 252-ე ნახაზზე.

შიგასახეხ ჩარხებს იყენებენ შიგა ცილინდრული და კონუსური ზედაპირების ხეხვისათვის. მათი სახეხებია: მარტივი დეტალების ვაზნაში დამაგრებით (ა); პლანეტარული, როდესაც დეტალი უძრავია, ხოლო სახეხი ქარგოლის შპინდელი ბრუნავს როგორც თავისი ღერძის, ისე დეტალის ღერძის გარშემო (ბ) და უცენტრო შიგასახეხი ჩარხები (გ).

ბრტყლად სახეხ ჩარხებს სიბრტყეების სახეხად იყენებენ. არსებობს მართკუთხმაგიდიანი და მრგვალმაგიდიანი სახეხი ჩარხები (ნახ. 253), სახეხი ქარგოლის შპინდელის შვეული (ბ, დ) ან თარაზული (ა, გ) მდებარეობით და უწყვეტი მოქმედების კარუსელური ან დოლური ტიპის ბრტყლად სახეხი ჩარხები (ე).



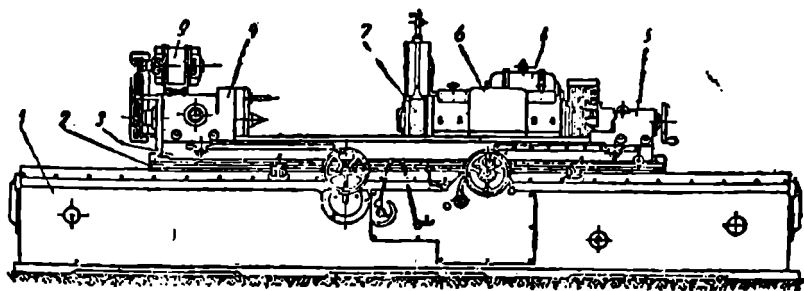
ნახ. 252. შიგა ხეხვის სამუშაოების პრინციპული სქემები.

ნახ. 253: ბრტყლად ხეხვის სამუშაოების პრინციპული სქემები.

სპეციალურ სახეხ ჩარხებს ეკუთვნის კბილსახეხი, კუთხვილსახეხი, ღარობსახეხი და სხვ. ჩარხები.

ასაღესი ჩარხები მჭრელი იარაღების ასაღესად იხმარება, ასხვავებენ მათ ორ სახეს: უნივერსალურს, სხვადასხვა სახის იარაღებისათვის, და სპეციალურს, განსაზღვრული სახის იარაღებისათვის.

1 მრგვლად სახეხი ჩარხის (ნახ. 254) მთავარი ნაწილებია: სადგარო 1, მაგიდის ქვედა ნალო 2, მაგიდის საბრუნე ნაწილი 3, წინა ვევი 4, უკანა ვევი 5, სახეხი ვევი 6, სახეხი ქარგოლი 7, ელექტროძრავა 8 ქარგოლის ბრუნვისათვის და ელექტროძრავა 9 ზედალის ბრუნვისათვის.



ნახ. 254. მრგვლად სახეხი ჩარხის საერთო ხედი:

XXXVI ტ ა ვ ი

ლიტონების საზღინკლო დამუშავება

§ 161. საზღინკლო დამუშავების ძირითადი საზღინკლო

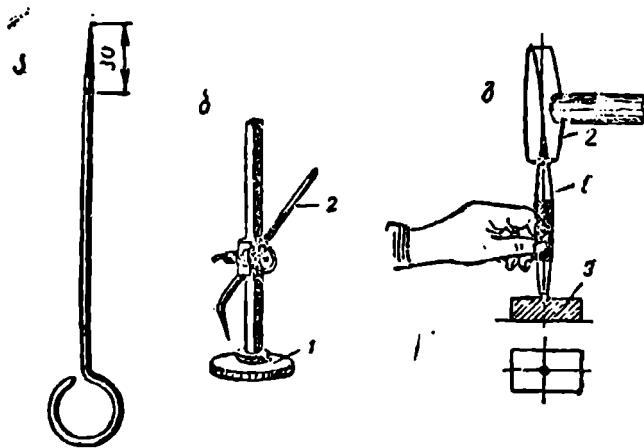
თანამედროვე მრეწველობაში მექანიკური ჭრით დამუშავების ფართოდ გავრცელების მიუხედავად, ხელით დამუშავების, ანუ საზღინკლო დამუშავების ოპერაციებსაც ვხვდებით.

საზღინკლო დამუშავების ძირითადი ოპერაციებია: მონიშვნა, ჩენა, ქლიბვა, ხეწა, მიღესა, ხვრეტის ხელით დამუშავება და სხვ.

მონიშვნა ეწოდება ნამზადზე ასაკრელი შრის სასაზღინკლო ხაზების გავლებას და მათ დაჩნევას.

მონიშვნის დროს ხაზების გავლებას (ნახ. 255) საკაწრელათი (ა), რეისმუს-საკაწრელათი (ბ) ან შტანგენ-რეისმუსით აწარმოებენ, ხოლო დაჩნევას (გ) საწერტლით 1, მონიშვნის დროს სახმარი იარაღებია აგრეთვე დანაყოფებიანი სახაზავი, ფარგალი, კუთხედი, ცენტრ-საძებნი და სხვა. ცენტრსაძებნი კუთხედისა და სახაზავისაგან შედგება და იხმარება ზედაპირზე დიამეტრული კაწრულების გასაელებად. ორი ასეთი გავლებული ხაზის გადაკვეთა ცენტრს წარმოადგენს.

მონიშვნას მოსანიშნ ფილაზე აწარმოებენ შემდეგი მიმდევრობით: ნამზადის ზედაპირებს ფარავენ ფერადი ან თეთრი საღებავით (მაგალითად, დამფარავ საღებავად ხშირად ხმარობენ ცარცის წყალ-



ნახ. 255. მოსანაშენი იარაღები; ა—საკაწრელი, ბ—რეისმუსსაკაწრელი; გ—დაწერ-
ტვის სქემა; 1—საწერტელი; 2—ჩაქუჩი.

ხსნარს მცირე რაოდენობის სელოს ზეთისა და სიკატივის დამატებით), აშრობენ, ავლებენ ნაკეთის კონტურისა და ღერძის ხაზებს, რის შემდეგ დასაჩნევად მის დაწერტვას ახდენენ.

ასხეავებენ მონიშვნის ორ სახეს: სიბრტყითსა და სივრცითს მონიშვნას. სიბრტყითი მონიშვნა სრულდება ფურცლოვან მასალებზე ან სხვა ნამზადის ერთ ზედაპირზე. სივრცითი მონიშვნა ნამზადის რამდენიმე სხვადასხვა მდებარეობის ზედაპირზე წარმოებს.

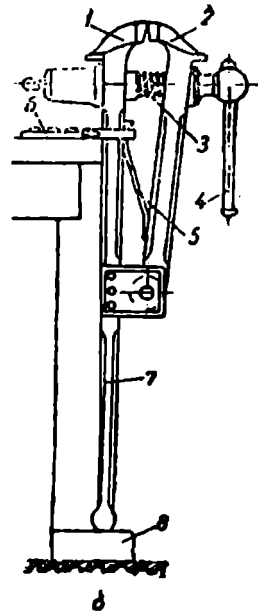
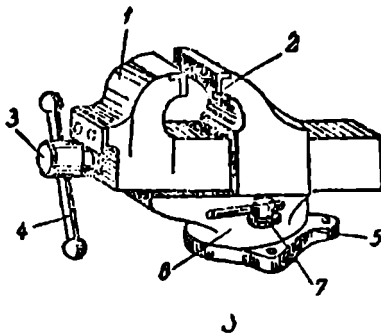
მონიშვნის ოპერაციას ძირითადად ინდივიდუალური წარმოების შემთხვევაში იყენებენ.

ჩეხა საზეინკლო დამუშავების ისეთი პროცესია, რომლის დროსაც ნამზადიდან სქელი შრის აცლა მჭრელი იარაღების — ლოჯის ან თეგის — საშუალებით წარმოებს.

ჩეხა გამოიყენება სხმული, ნაკვედი ან შენადული ნამზადების ზედაპირების მოსასწორებლად, სასოგმანე და საზეითი ღარაკების გასაჭრელად და სხვ.

ჩეხისა და სხვა საზეინკლო ოპერაციების დროს ნამზადების დასამაგრებლად იყენებენ რადიალურ (ა) (ნახ. 256) და პარალელურ (ბ) გირაგებს. რადიალური გირაგები ტლანქი სამუშაოებისათვის გამოიყენება, ხოლო პარალელური — ზუსტი სამუშაოებისათვის.

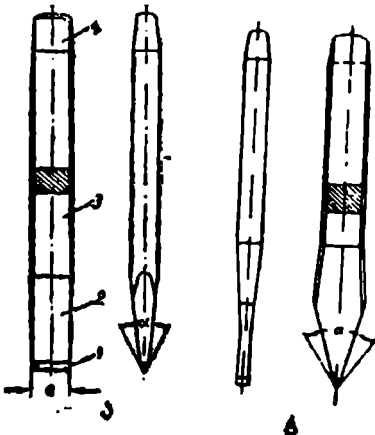
მჭრელი იარაღების მიხედვით არჩევენ ლოჯით ჩეხას და თენგით ჩეხას. ლოჯი (ნახ. 257, ა) წარმოადგენს განიერპირიან იარაღს (იხმარება სიბრტყეების ჩეხისათვის), ხოლო თენგი (ნახ. 257, ბ) — ვიწრო-



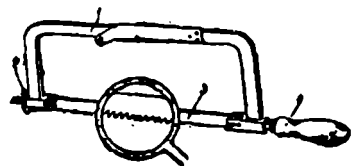
ნახ. 256. გირაგები: ა—რადიალური; ბ—პარალელური.

პირიან იარაღს (იხმარება ღარაკების გასაჭრელად).

ლითონის დაკრა. ფურცლების ხელით დასაჭრელად ხელის ან სკამის მაკრატელი იხმარება; წნელოვანი მასალების მიღების და სხვათა ხელით დაჭრისათვის იხმარება ხელის ხერხუნები (ნახ. 258), რომლის მთავარი ნაწილებია: ჩარჩო 1, ხერხუნას რტყელა 2, დამჭიმავი ხრახნი ქანჩყურათი 3 და სახელური 4.



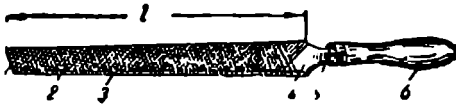
ნახ. 257. ა—ლოჯი; ბ—თენგი.



ნახ. 258. ხელის ხერხუნა.

ქლიბვა ეწოდება ზედაპირების ქლიბით დამუშავების პროცესს. ქლიბი (ნახ. 259) წარმოადგენს ნაწრთობი ფოლადის ძელაკს, რომლის ზედაპირი ნაკეცი წერილი კბილებით არის მოფენილი.

მისი ნაწილებია: ცხვირი 1, წიბოები 2, წახნაგები 3, ქუსლი 4, კუდი 5 და სახელური 6.



ნახ. 259. ქლიბი.

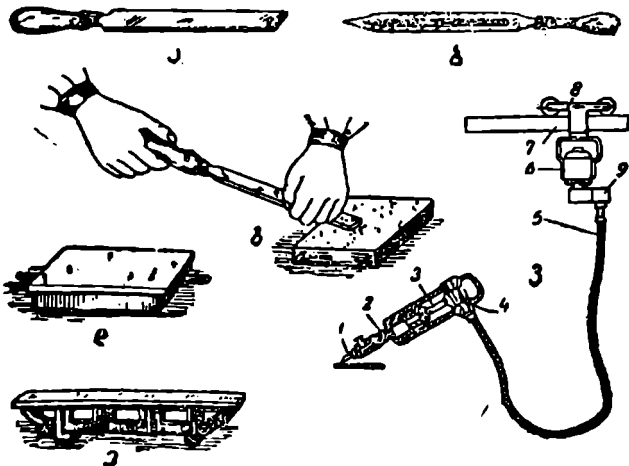
ქლიბები პროფილის მიხედვით არის ბრტყელი, კვადრატული, სამწახნაგა, მრგვალი, ნახევრად მრგვალი და სხვა. 1სმ სიგრძეზე

კბილთა რიცხვის მიხედვით ქლიბები იყოფა: საქლემ (4—14 კბილი), საპირე (15—26 კბილი) და ხავერდა (30—80 კბილი) ქლიბებად.

ხეწა (ნახ. 260) საზეინკლო დამუშავების ისეთი ოპერაციაა, რომლის დროსაც ნაკეთას ზედაპირიდან თხელი შრის აცლა (აფხეკა) ხდება სპეციალური იარაღის — სახეწის — საშუალებით.

ხეწას იყენებენ მოზახუნე ზედაპირების ერთიმეორეზე ზუსტად მოსარკებად (მაგალითად, ჩარხის მიმმართველები და ნალოები, ხახუნის საკისრები და სხვ.), ხეწის დროს მკრელ იარაღად სახეწი იხმარება, ხოლო შემოწმებისათვის — საპოწმებელი იარაღები ან ის დეტალი, რომლის ზედაპირსაც უნდა მოერგოს გასახეწი ზედაპირი.

სახეწები არსებობს ბრტყელი (ა), სამწახნაგა (ბ) და სხვა სახის. ხეწის დროს საპოწმებელი იარაღებად ძირითადად საპოწმებელი ფაღები (დ) და საპოწმებელი სახაზავები (ე) გამოიყენება.



ნახ. 260. სახეწი იარაღები.

ხეწა სრულდება შემდეგნაირად: ლითონსაქრელ ჩარხზე ან ქლი-
ბით წინასწარ დამუშავებულ გასახეწ ზედაპირზე ადგამენ თუჩის სე-
მოწმებელ ფილას, რომლის ზუსტ ზედაპირს საღებავს უსვამენ (რკი-
ნის სურინჯის, მურის ან ლილის ზეთხსნარს), აცურებენ გასახეწი
ზედაპირის მთელ ფართობზე, მოაშორებენ სამოწმებელ ფილას: გა-
სახეწი ზედაპირის იმ მაღალ ადგილებს, რომლებსაც საღებავი წაე-
ცება, სახეწით ფხეკენ (გ); შემდეგ ისევ ადგამენ სამოწმებელ ფილას
და პროცესი მეორდება მანამდე, სანამ გააწეილ ზედაპირზე საღე-
ბავის წვრილი ლაქები თანაბრად განაწილდება.

ხეწის სიზუსტე განისაზღვრება ერთ კვადრატულ დუიმზე საღე-
ბავის ლაქების რაოდენობით; მაგალითად, საღებავების მიჰმართვე-
ლებზე ლაქების რაოდენობა 8-დან 16-მდე იცვლება. ხეწის დამთავ-
რების შემდეგ საღებავის ლაქებს ზედაპირიდან წმენდენ და პათ ადგი-
ლას ბზინვარე ლაქები ჩნდება.

აქვამად დიდი ყურადღება ექცევა ხეწის პროცესის მექანიზაციას.
დიდი ზედაპირების ხეწას ჩარხებზე ხეხვით, გაპრიანებით და დაყ-
ვანით ცვლიან, ხოლო პატარა ზომის ზედაპირების ხეწას სპეციალურ
სახეწ ჩარხებზე ან მანქანებზე აწარმოებენ.

260,3 ნახაზზე ნაჩვენებია საკალი სახეწი მანქანის სქემა, რომლის
სახეწი 1 უკუმოქცევ გადატანითს მოძრაობას იღებს ელექტროძრავა-
დან 6 რედუქტორის 9, მოქნილი ლილვის 5, მრუდმხარას 4, ბარბაცასა
3 და ქოკის 2 საშუალებით. ნახაზზე 7 რელსია. 8 ურკია.

მ ი ხ ე ხ ა, ა ნ უ მ ი ლ ე ს ე ვ ა ეწოდება სახეხი ფხვნილის საშუა-
ლებით შესაუღლებელი ზედაპირების ზუსტ მორგებას.

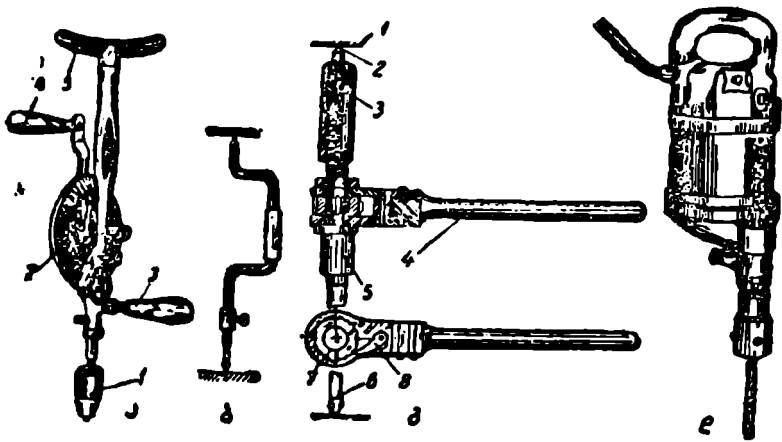
მიხეხა გამოიყენება დეტალების მკიდრო ან პერმეტული შეერ-
თების, დიდი სიზუსტის პროფილს ან ზომების მისაღებად.

მიხეხისათვის გამოიყენება ელექტროკორუნდი, ზუმფარა, სილი-
ციუმის კარბიდი, ქრომის ენგი, დანაყლი მინა, ალმასის მტვერი
და სხვ. მიხეხას რბილი ლითონისაგან დამზადებულ სპეციალური ია-
რალის — სახეხის — საშუალებით აწარმოებენ, სახეხს აქვს ფილის,
ბადროს, ლეროს და სხვ. ფორმა, რაც მისახეხი დეტალის მოყვანი-
ლობაზეა დამოკიდებული.

მიხეხას სახეხის გარეშეც აწარმოებენ, მაგალითად, ონკანის სა-
ცობისა და ბუდის მისახეხად იქცევიან შეჭდევგნაირად: საცობს უსვა-
მენ ზეთს, აყრიან ფხვნილს, დებენ ბუდეში და აბრუნებენ ხან ერთი,
ხან მეორე მიმართულებით, რის შედეგად საცობი და ბუდე ერთი-
მეორეზე მიეხეხება.

ხ ვ რ ე ტ ე ბ ი ს ხ ე ლ ი თ დ ა მ უ შ ა ვ ე ბ ა. საზეინკლო-საამწყო-
ბო სამუშაოების დროს ხშირად ხვრეტების ბურღვას, გაფართოება-
სა და დაკუთხვილებას აწარმოებენ ხელით.

ხელით ბურღვას (ნახ. 261) აწარმოებენ ხელის სერეტელათი (ა), ციბრუტით (ბ), კრიალათი (გ) და პნევმატური ან ელექტრული სერეტელებით (დ).



ნახ. 261. ხელით საბურღი იარაღები.

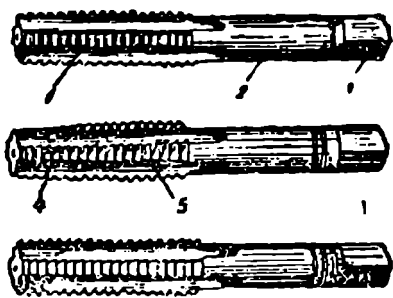
ხელის სერეტელას და ციბრუტს 12 მმ-მდე დიამეტრის ხვრეტის ბურღვისათვის იყენებენ.

ხელის სერეტელათი ბურღვის დროს ბურღს ვაზნაში 1 ამაგრებენ, მარჯვენა ხელს სახელურზე აკერენ, მკერდს — სამკერდეზე 5, ხოლო მარჯვენა ხელით აბრუნებენ სახელურს 4, რითაც კბილანა გადაცემის საშუალებით ბრუნდება ვაზნა, მასში ჩამაგრებული ბურღით.

კრიალას იყენებენ მაშინ, როცა საბურღი ჩარხისა და სერეტელას გამოყენება შეუძლებელია. კრიალას აქვს ბურღის დამკვერი ვაზნა 5, რომელიც დამაგრებულია ხრეტუნა თვლის 7 მცირე შპინდელზე, შპინდელის მეორე ბოლო ჩახრახნილია გრძელ ქანში 3, რომელსაც თავზე აქვს ცენტრი 2. შპინდელზე ჩამოკეპულია აგრეთვე სახელური საასლეთით 8. მუშაობის დროს ცენტრი ებჯინება კავს 1. ხოლო ბურღი 6 — ვისაღები ხვრეტის ცენტრს. სახელურს 4 აბრუნებენ ხან ერთ, ხან მეორე მხარეს. სახელურის ერთი მიმართულებით ბრუნვის დროს საასლეთი ებჯინება ხრეტუნას კბილს და აბრუნებს მას, შპინდელსა და ბურღს. სახელურის მეორე მიმართულებით ბრუნვისას საასლეთი სხლტება ხრეტუნას კბილებზე და შპინდელი უძრავი რჩება. ხელის საფართით ხვრეტის დამუშავებისათვის მასში საფართის ბრუნვას ორტარას საშუალებით აწარმოებენ, რაც უზრუნველყოფს ხვრეტის მაღალ სიზუსტესა და სისუფთავეს.

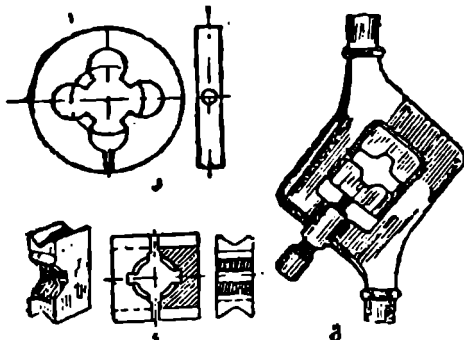
ხერეტი (ქანში) კუთხვილის მოკრას შიგსაბრახნებით აწარმოებენ, ხოლო ღეროსე (ქანციეზე) — გარესაბრახნებით.

ხელის შიგსაბრახნები კომპლექტებად გამოიყენება. შიგსაბრახნების კომპლექტში შედის ორი ან სამი შიგსაბრახნი. მეტრული და ღუიშური კუთხვილებისათვის კომპლექტი სამი შიგსაბრახნისაგან შედგება, ხოლო წვრილი მეტრული და სამილე კუთხვილებისათვის — ორი შიგსაბრახნისაგან.



ნახ. 262. შიგსაბრახნები: 1 — სამუშაო ნაწილი; 2 — კული; 3 — კულის კვადრატული ნაწილი შიგსაბრახნების ორტარაში ჩასამაგრებლად; 4 — ამღები ნაწილი; 5 — მაკაობრებელი ნაწილი.

262-ე ნახაზზე ნაჩვენებია სამშიგსაბრახნიანი კომპლექტი. პირველი სჭრის კუთხვილის პროფილის 70%, მეორე — 20% და მესამე (საბოლოო) — 10%. კომპლექტის შიგსაბრახნების ერთიმეორისაგან გასარჩევად მათ კულის ნაწილზე აქვთ კაწრულები — ებთი, თუ შიგსაბრახნი პირველია, ორი, თუ შიგსაბრახნი მეორეა, და სამი თუ შიგსაბრახნი მესამეა. ხელის შიგსაბრახნებს აქვთ კვადრატული ბოლო ორტარებში ჩასამაგრებლად.



ნახ. 263. გარესაბრახნები.

დაახლოება მუშაობის პროცესში ხდება თანდათანობით, რაც კუთხვილის რამდენიმე გავლით მოკრის საშუალებას იძლევა. მრგვალ გარესაბრახნს ორტარაში ამაგრებენ, ხოლო პრიზმულ გარესაბრახნს — ტარკუთხვილაში (ე).

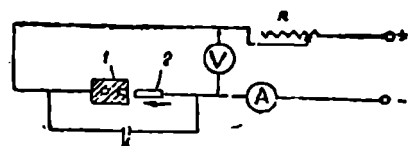
ლითონის დამუშავების ელექტრული მეთოდები

სპეციალური ფოლადებისა და სალი შენადნობების კრით დამუშავება, მაღალი მექანიკური თვისებების გამო, რთულია და ძნელი, ამიტომ მეცნიერებმა, ინჟინრებმა და წარმოების ნოვატორებმა შექმნეს ლითონის დამუშავების ელექტრული მეთოდები. ასეთებია: ელექტრულ-ნაპერწყლური დამუშავება, ანოდურ-მექანიკური დამუშავება, ულტრაბგერითი დამუშავება და სხვ.

§ 152. ლითონის ელექტრულ-ნაპერწყლური დამუშავება

ამ მეთოდის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ იგი ყოველგვარი სისალის ლითონის დამუშავების საშუალებას იძლევა. ელექტრულ-ნაპერწყლურ დამუშავებას იყენებენ სხვადასხვა მოყვანილობის სწორ — და მრუდღერძიანი ხერეტების მისაღებად, ღრმულების ამოსაღებად (მაგალითად, ტვიფრებისათვის), იარაღების აღესვისა და ზედაპირის განმტკიცებისათვის, ხერეტიდან ჩატეხილი ბურლების, შიგსაჩახანების, კანკიკების და სხვა დეტალების ამოსაღებად.

ლითონის დამუშავების ელექტრულ-ნაპერწყლურ მეთოდს საფუძვლად უდევს ლითონის ელექტრული რღვევის (ეროზიის) მოვლენა, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ელექტროდებს შორის დენის ვაწყვეტის მომენტში წარმოქმნილი ნაპერწყლური განმუხტვა იწვევს ანოდიდან მასალის ნაპერწყლის სანით მოწყვეტას და კათოდზე გადასვლას. ელექტრულ-ნაპერწყლური დამუშავების დროს დენის წყაროა მუდმივი დენის გენერატორი. ელექტროდ-ნამზადს I (ნახ, 264)



ნახ. 264. ელექტრულ-ნაპერწყლური დამუშავების სქემა.

აერთებენ დადებით პოლუსთან (ანოდთან), ხოლო ელექტროდ-იარაღს 2 რომელსაც ჩვეულებრივ თითბრისაგან, ზოგჯერ კი სპილენძისაგან ან სპილენძ-გრაფიტის მასისაგან ამზადებენ და რომლის პროფილი მისაღები ხერეტის მოყვანილობას შეესაბამება) — უარყოფით პოლუსთან (კათოდთან). ამ ელექტროდების პარალელურად ჩართულია K კონდენსატორი, რომლის დატვირთვისათვის ელექტროდენის რეგულირება R რეოსტატის საშუალებით ხდება. კონდენსატორის დატვირთვის შემდეგ ელექტროდ-იარაღის ნამზადთან მიახლოებისას მათ შორის წარმოიქმნება ნაპერწყლური გარღვევა უმცირესი დროის (0,0001—0,00001 წმ) განმავლობაში, რაც იწვევს ანოდიდან ლითონის

მოყვანილობას შეესაბამება) — უარყოფით პოლუსთან (კათოდთან). ამ ელექტროდების პარალელურად ჩართულია K კონდენსატორი, რომლის დატვირთვისათვის ელექტროდენის რეგულირება R რეოსტატის საშუალებით ხდება. კონდენსატორის დატვირთვის შემდეგ ელექტროდ-იარაღის ნამზადთან მიახლოებისას მათ შორის წარმოიქმნება ნაპერწყლური გარღვევა უმცირესი დროის (0,0001—0,00001 წმ) განმავლობაში, რაც იწვევს ანოდიდან ლითონის

ნის უმცირესი ნაწილაკების მოწყვეტას. იმისათვის, რომ ნაპერწყლები არ გარდაიქმნას ელექტრორკალად და ლითონის მოწყვეტილმა ნაწილაკებმა არ მიადწიოს ელექტროლიარალად, ელექტროდებს ათავსებენ სითხეში. სითხედ იყენებენ წყალს, მინერალურ ზეთს, თხევად მინას და სხვ.

კონდენსატორის განუწყვეტელი დამუხტვა-განმუხტვის პროცესის შედეგად ელექტროდ-ნამზადი ელექტროდ-იარალის მოყვანილობის შესაბამისად რღვევას განიცდის.

ელექტრულ ნაპერწყლური დამუხტვების დროს სიზუსტე დაახლოებით მე-8-11 კვალიტეტებს (მე-3, მე-4 კლასს) შეესაბამება.

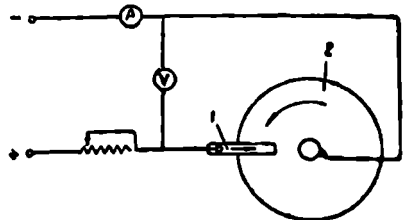
სისუფთავე მე-8 კლასამდე ($\frac{0.6}{\nabla}$) აღწევს.

§ 158. ლითონის ანოდურ-მეკანიკური დაძვრვა

ანოდურ-მექანიკური დამუხტვა ლითონების დაქრისა და შკრელი იარაღების ალესვისათვის გამოიყენება (ნახ. 265).

ანოდურ-მექანიკური ჰრის დროს გამოიყენება დაბალი ძაბვის (10—30 ვ) მუდმივი დენი. ელექტროდ-ნამზადს 1 აერთებენ დადებით პოლუსთან (ანოდთან). ელექტროდ-იარალს 2, რომელიც წარმოადგენს 0,8—2 მმ სისქის ნახშირბადმცირე ფოლადის მბრუნავ ბადროს — უარყოფით პოლუსთან (კათოდთან). ჰრის ადგილას აწვდიან სპეციალურ სითხეს (მაგალითად, თხევადი მინის წყალსნარს), რომელიც ნამზადის ზედაპირზე კმნის დენის ცუდად გაჰტარ აფსკს. დამუხტვა წარმოებს ბადროს ბრუნვისა და მის მიმართ ნამზადის გადაადგილების დროს. დენის მაღალი სიმკვრივის (300—400 ა/სმ²) გამო წარმოქმნილი აფსკი დნობას ასწრებს და მისი ნაწილაკები, ცდილობენ რა გადავიდნენ მბრუნავ ბადროზე (კათოდზე), ინტენსიურად იტყორცნება სამუშაო ზონიდან. ბადროს გადაადგილების სიჩქარე წუთში 40 მმ აღწევს, წრიული სიჩქარე — 2—8 მ/წმ, ბადროს კუთრი წნევა დასამუხტველ ზედაპირზე — 0,5—0,15 კგ/სმ. მაგალითად, 20—100 მ დიამეტრის წნელოვანი მასალების გადაჭრა 0,5—6 წთ განმავლობაში ხდება.

თუ დენის სიმკვრივე მცირეა (1—2 ა/სმ²), მაშინ ელექტროქიმიური პროცესის შედეგად წარმოქმნილი აფსკი დისკოს მოქმედებით ნელა ეცლება მხოლოდ უსწორობის მაღალი ადგილებიდან. ამ დროს



ნახ. 265. ანოდურ-მექანიკური ჰრის სქემა.

1 წთ-ში შეიძლება 0,03—0,05 მმ სისქის შრის მოხსნა და მიიღება $\nabla^{0.65}$ —

$\nabla^{0.82}$ სისუფთავის ($\nabla 8$ — $\nabla 9$) ზედაპირი. დამუშავების ასეთ მეთოდს იარაღების ალესვისათვის რეკენებენ.

უკანასკნელ დროს ფართოდაა გავრცელებული ზედაპირების ელექტროქიმიური გაპრალების მეთოდი, ამისათვის წინასწარ დამუშავებულ დეტალს (ანოდი) ათავსებენ სითხიან აბაზანაში, ჩაბრუნებულ თაყენ ელექტროდებს, რაც იწვევს ზედაპირზე არსებული სავარცხლების გახსნას და ამით გლუვი ზედაპირის წარმოქმნას.

აღნიშნული აგრეთვე ულტრაბგერითი დამუშავების მეთოდი, რომელიც გამოიყენება მყიფე და სალი ლითონების (სალი შენადნობები, მაგნიტური შენადნობები, ნაწრთობი ფოლადები) და აგრეთვე მყიფე არალითონური მასალების (როგორც არის: მინა, ძვირფასი ქვები, ალმასი და სხვა) დასამუშავებლად.

XXXVIII ტ ავი

მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი

§ 155. ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი ცნებები

მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი ეწოდება საწარმოო პროცესის ნაწილს, რომელიც დაკავშირებულია ნაშაღის ფორმის, ზომების და თვისებების შეცვლასთან.

ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი ნაწილია ოპერაცია.

ოპერაცია ეწოდება ერთი ან რამდენიმე ნაშაღის დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესის დამთავრებულ ნაწილს, რომელიც სრულდება ერთ განსაზღვრულ სამუშაო ადგილზე ერთი მუშის ან ბრიგადის მიერ.

ოპერაცია, თავის მხრივ, შედგება შემდეგი ელემენტებისაგან: დაყენება, პოზიცია, გადასვლა, გასვლა, ზედა, ხერხი.

დაყენება ეწოდება ნაშაღის მდგომარეობას, რომელიც ეძლევა ჩარბზე დამატების შემდეგ მისი შემდგომი დამუშავების მიზნით. დაყენებაში საერთოდ იგულისხმება ტექნოლოგიური პროცესის ნაწილი, რომელიც სრულდება ნაშაღის დაყენება-მოხსნის პერიოდში.

პოზიცია ეწოდება ნაშაღის ყოველ მდებარეობას მისი დამუშავების დროს, დაყენების მთელ პერიოდში. ოპერაცია სრულდება ერთი ან რამდენიმე დაყენებით. ასევე ერთი დაყენების დროს ნაშა-

დის დაჟუშავება შეიძლება შესრულდეს მისი ერთი ან რამდენიმე პოზიციით.

გ ა დ ა ს ვ ლ ა ეწოდება ოპერაციის ნაწილს, რომელიც სრულდება ნაშაღის (ან ნაშაღების) ზედაპირის ერთ უბანზე (ან რამდენიმე უბანზე) იარაღის და კრის რეჟიმის შეუცვლელად.

გ ა ს ვ ლ ა ეწოდება გადასვლის ნაწილს, რომელიც დაკავშირებულია ნაშაღის ერთი შრის აღებასთან. გადასვლა შეიძლება შესრულდეს ერთი ან რამდენიმე გასვლით. გასვლათა რიცხვი დამოკიდებულია დაჟუშავების ნაქტზე. თუ ნაქტის ზომა ღიღია, მაშინ გადასვლა ორი ან რამდენიმე გასვლით სრულდება.

ს ვ ლ ა შეიძლება იყოს მუშა და დამხმარე. მუშა სელის დროს ხდება ნაშაღის ზოჩების შეცვლა, დახმარე სელის დროს კი მკრეღი იარაღის ან ნაშაღის ფორმის შეცვლის გარეშე, მაგრამ იგი აუცილებელია მუშა სელის შესასრულებლად.

ხ ე რ ხ ი არის მუშის ცალკეულ მოძრაობათა ერთობლიობა ოპერაციის განსაზოორციელებლად ან ამისათვის მოწამზადებლად. ასეთია, მაგალითად, მოძრაობები ნაშაღის დაყენება-მოხსნა და ჩარხის მექანიზმების ჩართვა-გამორთვისთან დაკავშირებით.

ტექნოლოგიური პროცესის დაჟუშავებაში იგულისხმება: ნაშაღის და ტექნოლოგიური ბაზების შერჩევა, ტექნოლოგიური ოპერაციების და შინაარსის თანამიმდევრობის განსაზღვრა, მოწყობილობის, სავარჯეების, მკრეღი იარაღების, საზოჩი იარაღების შერჩევა, მუშაობის რეჟიმის და შემოწმების ხერხების განსაზღვრა.

ნაშაღის შესარჩევად უპირველეს ყოვლისა საჭიროა განისაზღვროს ნაშაღის სახეობა, მოყვანილობა და ზოჩები. ნაშაღის სახეობა განისაზღვრება მექანიკური თვისებების და ფორმის მიხედვით. თუ დეტალი ცილინდრულია და მექანიკური თვისებებიც მაღალი, მოითხოვება ნაშაღად წნელოვანი მასალა — ნაკლინი შეირჩევა. შესაბამის დასაბუთებით ნაშაღებად ირჩევენ თუჩის სხმულებს, ფოლადისა და ფერადი ლითონების შენადნობების სხმულებს, ნაჭედებს, ნაშტამებს და სხვ. ნაშაღებს — დაჟუშავების ნამეტების გაანგარიშებით.

ტექნოლოგიურ ბაზებს მიეკუთვნება საყენებელი, საოპერაციო, საზოჩი და სააწყობო ბაზები. საყენებელი ბაზის (ზედაპირი ან ცენტრების ხაზი) მიხედვით ხდება ნაშაღის დაყენება ოპერაციის დროს. საზოჩი ბაზის მიხედვით ხდება ზოჩების ათვლა. სააწყობო ბაზა ეწოდება ზედაპირს, რომელზედაც დამოკიდებულია ნაკეთობაში დეტალების განლაგება.

გულმოდგინე მუშაობას მოითხოვს ტექნოლოგიური ოპერაციების, მათი შინაარსისა და მათი შესრულების თანამიმდევრობის გან-

საზღვრა, რადგან ძირითადად მასზეა დამოკიდებული დეტალის სიზუსტე და შრომის ნაყოფიერება.

თითოეული ოპერაციისათვის მოწყობილობის შეირჩევა ხდება დასამუშავებელი დეტალების რაოდენობის, ზომების და მათი სიზუსტის მიხედვით. მცირე მასშტაბის წარმოებისათვის მიზანშეწონილია უნივერსალური მოწყობილობის გამოყენება, ხოლო დიდი მასშტაბის წარმოების დროს შეირჩევა სპეციალური, ნახევრადავტომატური და ავტომატური მოწყობილობა.

ასეთივე პრინციპით შეირჩევა საპარჭვები, მკრელი და საზომ იარაღები. მაგალითად, მცირე რაოდენობისა და ნაკლები სიზუსტის დეტალებისათვის საზომ იარაღად ირჩევენ შტანგენფარვალს, ხოლო დიდი რაოდენობის და ზუსტი დეტალების შესაპოწმებლად ირჩევენ კალბრებს და სპეციალურ საზომ იარაღებს.

§ 150. წარმოების ტიპები და საწარმოო პროცესების ორგანიზაცია

წარმოების ტიპი ძირითადად დამოკიდებულია წარმოების მასშტაბზე ანუ გამოსაშვები პროდუქციის მოცულობაზე.

ამ ნიშნის მიხედვით ასხვავებენ წარმოების შემდეგ ტიპებს: ცალობრივი (ინდივიდუალური), სერიული და მასობრივი.

ცალობრივი წარმოება ხასიათდება ერთი ან რამდენიმე ნაქეთობის დამზადებით. ამ დროს განუწყვეტლივ იცვლება გამოსაშვები პროდუქცია. იმისათვის, რომ შესაძლებელი იყოს ასეთი მრავალგვაროვანი პროდუქციის წარმოება, ამისათვის საჭიროა საწარმოს გააჩნდეს უნივერსალური მოწყობილობა და იარაღები, რაც შესაძლებლობას იძლევა ადვილად იქნას გამოყენებული ისინი ნაირგვარ სახის ნამზადების დასამუშავებლად.

სერიული წარმოება ხასიათდება გამოსაშვები პროდუქციის სახეობათა სისტემატური ცვლით განსაზღვრული დროის შუალედებში. თავის მხრივ, არჩევენ წვრილ-და მსხვილსერიულ წარმოებებს. თუ განმეორებადი გამოსაშვები პროდუქციის რაოდენობა მცირეა, მაშინ ასეთი წარმოება იქნება წვრილსერიული, და თუ მათი რაოდენობები დიდია, — მსხვილსერიული. ამ დროს იქმნება შესაძლებლობა პროდუქცია წარმოებულ იქნას პარტიებად, მასთან ერთი და იგივე მოწყობილობით. პროდუქციის პარტიებად წარმოება აკცირებს ჩარხების გაწყობის დროს, საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა იარაღები და საპარჭვები, რაც მნიშვნელოვნად ამადლებს შრომის ნაყოფიერებას.

მასობრივი წარმოება ხასიათდება გამოსაშვები პროდუქციის უწყვეტობით. ამ დროს ყოველ ჩარხზე მუშაობდა ერთი და იგი-

ვე ნამზადებსვე ნამზადები, რაც სპეციალური ჩარხების და ავტომატური მოწყობილობის (ავტომატური ხაზების) გამოყენების საშუალებას იძლევა.

მასობრივი წარმოების განსაკუთრებული სახესხვაობაა ნაკადური წარმოება, როდესაც ნამზადების დამუშავების ტემპი (რაიში) სხვადასხვა ოპერაციაზე ერთნაირი აიღება. იგი საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნას პერიოდული და განუწყვეტელი მოქმედების სპეციალური სატრანსპორტო (ჩაკეტალი კონტურის) და ჩაპტირთავ-გამომტირთავი მოწყობილობები. ნაკადური წარმოება გამოყენებას პოულობს აგრეთვე სერიულ წარმოებაში.

§ 157. ბანოლოგიური პროცესის დოკუმენტაცია

ტექნოლოგიური პროცესის ფიქსირება ხდება ტექნოლოგიურ დოკუმენტაციაში, რომელიც წარმოადგენს საპარმურტო რუკების, ტექნოლოგიური ინსტრუქციების, ტექნოლოგიური პროცესის რუკების, საოპერაციო რუკების და სხვა დოკუმენტების ერთობლიობას.

სამარშრუტო რუკა მოიცავს ყველა ოპერაციების თანამიმდევრულ ჩაონათვალს (ვადასვლებისა და ქრის რევიშების გარეშე) მოწყობილობის, აღჭურვილობის, მასალებისა და შრომის ნორშების ჩვენებით.

ტექნოლოგიური ინსტრუქცია მოიცავს ტექნოლოგიური პროცესის ცალკეული მუშაობის ხერხების აღწერას, ტექნოლოგიური აღჭურვილობის ექსპლუატაციის წესებს, ფიზიკური და ქიმიური შოვლენების აღწერილობას და სხვ.

საოპერაციო რუკა წარმოადგენს ტექნოლოგიური ოპერაციების, დაყენებების, პოზიციების, ვადასვლების, დამუშავების რევიშების და ტექნოლოგიური საშუალებების აღწერილობას.

ტექნოლოგიურ დოკუმენტაციას მიეკუთვნება აგრეთვე: ოპერაციების ესკიზების რუკა, კომპლექტაციის რუკა, საამქროებზე განაწილების უწყისი, მასალების უწყისი, ტექნოლოგიური დოკუმენტაციის უწყისი, ტიპური ტექნოლოგიური პროცესის რუკა, ტიპური საოპერაციო რუკა, ოპერაციების უწყისი, დამუშავების პროგრამის ამონაბეჭდები (პროგრამირებული მართვისათვის), პროგრამული ლენტა.

ტიპური ტექნოლოგიური პროცესში იგულისხმება ერთნაირი კონსტრუქციულ ტექნოლოგიური ნიშანთვისების მქონე ნაკეთობათა ჯგუფებისათვის ყველაზე უფრო ოპტიმალური პროცესი მოცემული საწარმოს პირობებისათვის. იგი ხასიათდება ყველაზე უფრო დიდი რაოდენობის ნაკეთობათა ტექნოლოგიური ოპერაციების და ვადასვლების ერთნაირი შინაარსითა და თანმიმდევრობით.

ტიპური ტექნოლოგიური ოპერაცია წარმოადგენს ყველაზე უფრო ოპტიმალურ ოპერაციას გადასვლების შინაარსისა და თანამიმდევრობის და გამოყენებული მოწყობილობის, აღჭურვილობის და იარაღების მხრივ — ერთნაირი ტექნოლოგიური ნიშანთვისების მქონე ნაკეთობათა ჯგუფისათვის.

წარმოების ტიპური წარმომადგენელი ეწოდება ნაკეთობას, რომლის დამზადებაც მოითხოვს იმ ოპერაციების ყველაზე მეტ რაოდენობას, რომლებიც დამახასიათებელია ამ წარმოების პროდუქციისათვის.

ტიპური ტექნოლოგიური პროცესი მოიცავს:

შესასრულებელი ოპერაციების თანმიმდევრულ ჩამონათვალს;

საჭირო მოწყობილობას, აღჭურვილობასა და იარაღებს, ესკიზებს შესასრულებელი სამუშაოების ასახსნელად;

წარმოების ტიპური წარმომადგენლის ესკიზს.

ერთეული ტექნოლოგიური პროცესი მუშავდება ერთი დასახელების და ტიპობის ნაკეთობაზე, როდესაც მისი დამზადების მარშრუტი პრინციპულად განსხვავდება ტიპური ტექნოლოგიური პროცესისაგან. ერთეული ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავების დროს მაქსიმალურად უნდა იქნას გამოყენებული ტიპური ტექნოლოგიური პროცესის ოპერაციები და შინაარსი.

ტექნოლოგიური პროცესის რაციონალიზაციისათვის მიმართავენ დამუშავების ტექნოლოგიის სხვადასხვა მეთოდებს, ასეთებია, გამსხვილებული, დანაწევრებული, მრავლობითი დამუშავების, ციკლური გადასვლების და ჯგუფური დამუშავების ტექნოლოგიის მეთოდები.

ერთი ფორმის დეტალი მოიცავს გადასვლების დიდ რაოდენობას და შეიძლება იგი დამუშავდეს რამდენიმე დაყენებით ე. ი. დანაწევრებული ტექნოლოგიით. თუ ნაშადის ფორმა და ზომები აძნელებს მის ჩარხზე დაყენებას, მაშინ შეიძლება ხელსაყრელი იყოს დამუშავდეს იგი გამსხვილებული ტექნოლოგიით ე. ი. დაყენებათა მცირე რიცხვით და იარაღებისა და რეჟიმების არახშირი შეცვლით. დანაწევრებული ტექნოლოგია ჩვეულებრივ გამოიყენება სერიულ წარმოებაში.

მრავლობითი დამუშავების მეთოდის არსი მდგომარეობს სამარჯვეში დამაგრებულ რამდენიმე ნაშადის ერთდროულად დამუშავებაში. ასეთი მეთოდით დამუშავების დროს მცირდება როგორც დამზადრე (დაყენება — მოხსნაზე და გაზომვებზე) ისე მომსახურების დრო.

ციკლური გადასვლების მეთოდით დამუშავების დროს პირველი ნაშადის დამუშავების თანამიმდევრობა მეორე ნაშადის დამუშავებისას იცვლება შებრუნებულად. ამ შემთხვევაში იარაღის დაყენება წინა ნაშადის უკანასკნელი გადასვლისათვის შეი-

ნარჩუნება შექმნილი ნაშაღის დამუშავების პირველი გადასვლის შესასრულებლად. ამით მიიღწევა დამუშავების დროის მნიშვნელოვანი ეკონომია.

ჯგუფური დამუშავების მეთოდი ითვალისწინებს დამუშავების სახეობათა მიხედვით დეტალების კლასიფიკაციას ჯგუფებად, თითოეული ჯგუფიდან მახასიათებელი ეგრეთ წოდებული კომპლექსური დეტალის შერჩევას (რომელსაც უნდა გააჩნდეს ჯგუფში შეშავალი დეტალების ყველა ზედაპირი) და ჯგუფური ტექნოლოგიური პროცესის შედგენას. ამ ჯგუფის დეტალების დამუშავება ხდება ერთ ან რამდენიმე ჩარხზე, რომლებიც აწყობილია ჯგუფური ტექნოლოგიური პროცესის შექაბამისად და აღჭურვილია სწრაფი გადართვის სამარჯვებით და იარაღებით. თითოეული ნაშაღისათვის როგორც წესი, გამოიყენება იარაღების მხოლოდ ნაწილი.

აკადემიკოსის მასალები

XXXVIII ტაკვი

პლასტიკური მასები

§ 158. პლასტიკური მასების როლი ტექნიკაში

პლასტიკური მასები (პლასტმასები) ეწოდება ბუნებრივი ან სინთეზური პოლიმერების საფუძველზე დაზადებულ მასალებს, რომელთაც სითბოსა და წნევის გავლენით სასურველი ფორმის მიღება და მისი მდგრადი შენარჩუნება შეუძლიათ.

პოლიმერები. (ბერძ. „პოლიმერეს“ — მრავალი ნაწილისაგან შემდგარი, მრავალფეროვანი) მაღალი მოლეკულური მასის ქიმიური ნაერთებია, რომელთა მოლეკულები შედგება მრავალჯერად განმეორებადი მრავალრიცხოვანი დაჯგუფებებისაგან.

პლასტმასები თანამედროვე ტექნიკაში ფართოდ არის გავრცელებული თავიანთი მცირე კუთრი წონის ($\gamma = 0,5 \div 2,3$ მ/სმ³), მაღალი სიმტკიცის და კოროზია-მედეგობის, კარგი ელექტროგამამზოლოებელი თვისებების, მცირე ბგერა და თბოგამტარობისა და ზხვა სპეციალური თვისებების (ფრიქციული და ანტიფრიქციული თვისებები, გამჭვირვალობა და სხვ.) გამო.

პლასტმასებს სულ უფრო მეტად იყენებენ მშენებლობაში, რაც გარდა ზემოთ აღნიშნული თვისებებისა, განპირობებულია ძვირფასი სავშენებლო მახასიათებლებითაც. მათ ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი უკავია მანქანათმშენებლობაში, რადგან აიაფებს პროდუქციას, ამცირებს მანქანების მასას და ზრდის მანქანების ხანგაძლეობას.

პლასტმასებისაგან ამზადებენ მექანიზმებისა და ხელსაწყოების დეტალებს, გემის კორპუსის კონსტრუქციებს, ავტომანქანის კაბინებს, ძარებსა და დეტალებს, იყენებენ სალონის მოპირკეთებისათვის. პლასტმასებს დიდი გამოყენება აქვს აგრეთვე ელექტროტექნიკაში, სოფლის მეურნეობაში, სამედიცინო მრეწველობაში და ა. შ.

პლასტმასების წარმოება სსრკ-ში სწრაფად ვითარდება. 1940 წ. დაზადებული იქნა 24000 ტ. პლასტმასა, 1973 წ. 2,3 მილ. ტ., ხოლო

1985 წლიათვის მისი წარმოება დაახლოებ-თ გაორკეცდა. სკკპ-ის XXVII ყრილობის ღირექტრეებით გათვალისწინებულია პლასტმასე-ბ-ის წარმოებეს შემდგომი გაფართოება.

§ 168. პლასტმასების უმადგენელი ნაწილები

პლასტმასების შემადგენელი ნაწილებია პოლიმერები (შემაკავში-რებელი ნივთიერებები), შემესვებები, გამარბილებლები, სტაბილი-ზატორები, საზეთავი ნივთიერებები, საღებარები და სპეციალური ნივ-თიერებები.

შემადგენელი ნაწილების რაოდენობის მიხედვით არჩევენ მარტივ-სა და რთულს ანუ კომპოზიციურ პლასტმასებს.

მარტივი პლასტმასა ძირითადად შედგება პოლიმერისაგან, რომელ-საც ზოგჯერ დაბარბილებელს უმატებენ. რთული, ანუ კომპოზიციუ-რი პლასტმასა შეიცავს აგრეთვე სხვა შემადგენელ ნივთიერებებს.

პოლიმერი პლასტმასის მთავარი შემადგენელი ნაწილია. იგი აკავ-შირებს პლასტმასას სხვა დასარჩენ ნაწილებს. პოლიმერის ორ ძირი-თად საბეს ასხევეებენ: ბუნებრესა და ხელოვნურს. ბუნებრივი წარ-მოშობის პოლიმერებია: ცილები, ნუკნინის მუავეები და სხვ. ხელოვ-ნური ანუ სინთეზური პოლიმერებია: პოლიეთილენი, პოლიპროპი-ლენი და სხვ. პლასტმასებისათვის უმეტესად იყენებენ სინთეზურ პოლიმერებს.

პოლიმერული ნაერთის ბუნებეს მიხედვით პლასტმასების ორ ძი-რითად ტიპს ასხევეებენ: თერმოპლასტიკური (თერმოპლასტები) და თერმორეაქტიული (რეაქტოპლასტები).

თერმორეაქტიული იწავთ სინთეზურ პოლიმერებს ეწოდება, რომ-ლებიც პირველივე გახურებისას განიცდიან ქიმიურ ცვლილებებს და იღებენ არადნობად მდგომარეობას. ასეთი პოლიმერები ხელმეორედ გადადნობისათვის ან ხელმეორედ წნეხისათვის პრაქტიკულად უვარ-გისია.

თერმოპლასტიკური ეწოდება. ისეთ პოლიმერებს, რომლებიც პირ-ველი გახურებისას მყარდება, მაგრამ ისე, რომ ხელმეორედ გახუ-რებისას მათ შეუძლიათ პლასტიკური მდგომარეობის მიღება და გად-ნობა.

ხელოვნური პოლიმერები მიიღება ძირითადად მცირემოლეკულე-ბიანი ნივთიერებების დიდმოლეკულეებიან ნივთიერებებად შეერთე-ბის ქიმიური პროცესის ეგრეთ წოდებული პოლიმერიზაციის სა-შუალებით. ამ პროცესის დროს პოლიმერის გარდა არ მიიღება. რაი-მე მცირემოლეკულიანი ნაერთი.

ხელოვნურ ანუ სინთეზურ პოლიმერებს იღებენ აგრეთვე პოლიკონდესაციის გზითაც. ამ დროს პოლიმერი წარმოიქმნება ასევე დიდი რიცხვის მცირემოლეკულაან ნივთიერებათა შეერთებით, მხოლოდ ამ დროს ერთდროულად გამოიყოფა მცირემოლეკულიანი პროდუქტებიც (წყალი, სპირტი და სხვ.).

თერმორეაქტიული ფისები მიიღება პოლიკონდესაციით, ხოლო თერმოპლასტიკური ფისებია — პოლიმერიზაციით.

თერმორეაქტიულია, მაგალითად, ფენოლ-ფორმალდეჰიდის ფისი, ხოლო თერმოპლასტიკურ ფისებს ეკუთვნის ცელულოზის ეთერები, ცელულოზა და სხვ.

ფენოლ-ფორმალდეჰიდის (ბაკელიტი) ფისის მისაღებად ფენოლს (კარბოლის ჰეაეა) ჰარბი რაოდენობის ფორმალდეჰიდს და კატალიზატორად ნიშადურის სპირტს უმატებენ. ნარევს სპეციალურ ქვაბში აცხელებენ (ორთქლით) აღუღება?დე. დუღილს აჩერებენ და გარკვეული დროით დაყოვნების შემდეგ ნაღულ იყოფა ფისისა და წყლის შრეებად. წყლის შრე მაღლაა. ფისს აცალკევებენ და შეაშრობენ, რის შედეგადაც მიიღება მყიფე მოწითალო-მოყავისფრო მასა, რომელსაც ბაკელიტი „A“, ანუ რეზოლის ფისი ეწოდება.

ბაკელიტი „A“, ანუ რეზოლის ფისი სპირტში, აცეტონსა და ტუტეებში არ იხსნება; 90—100°-მდე გახურებით იგი ჯერ დნება; ხოლო შემდეგ რეზინისებურ მასას ბაკელიტი „B“ იძლევა.

ბაკელიტი „B“, ანუ რეზინისებური მასის ბაკელიტი „C“ იძლევა. მისი 150—160°-მდე გახურებით ბაკელიტი „C“ მიიღება.

ბაკელიტი „C“, ანუ რეზინისებური მყარი პროდუქტია, არ დნება, არ განიცდის ბენზინის, ზეთის, მარილმჟავასა და გოგირდმჟავას მოქმედებას, ვერ უძლებს ტუტეებისა და ძლიერი მარილმჟავას მოქმედებას.

მაშასადამე, ბაკელიტის ფისი გაცხელებით ჯერ დნება, შემდეგ იღებს რეზინისებურ მდგომარეობას, ხოლო შემდეგ მყარდება. ფისის ეს თვისება მისგან ნაკეთებია დაშვადების საშუალებას იძლევა. 250—300°-ზე მეტი გახურება იწვევს ბაკელიტის ფისის დანახშირებას.

შემგესები ნივთიერებები ამცირებს პლასტმასის ჩაჯდომას და ფისის ხარჯს, ამალღებს სიმტკიცესა და პლასტმასას აძლევს სპეციალურ თვისებებს (თერმომედეგობა, ფრიქციული თვისებები და სხვ.). არსებობს ორგანული და მინერალური შემგესებები. აგებულების მიხედვით არჩევენ — ფხვნილისებრ, ბოჭკოვან და შრეულ შემგესებებს.

ფხვნილისებრი შემგესებებია: ხის ფქვილი, აზბესტის ფხვნილი, კაოლინი, თალკი, ინფუზორის მიწა. ბოჭკოვანი შემგესებებია: აზბეს-

ტის ბოჭკოები, ქსოვილის ან ქალაღის ჩამონაჭრები და სხვა. შრეულ-ლი შემკვსებებია: ქალაღის, ქსოვილის ან ხის ფურცლები.

გამჭარბილებელი ნივთიერებები (პლასტიფიკატორები) პლასტმასის ნაქეთებს პლასტიკურობასა და მოქნადობას ანიჭებს. პლასტიფიკატორებად გამოიყენება: ქაფური, დ-პუთილფტალატი და სხვ.

სტაბილიზატორი პლასტმასას ხანგრძლივად უნარჩუნებს თავდაპირველ თვისებებს.

საზეთი ნივთიერებები (სანთელი, სტეარინი და სხვ.) ააღვილებენ პლასტმასის წნენის პროცესს, გვაცილებენ პრესფორმის კედლებთან პლასტმასის მიწებებას.

საღებბარი ნივთიერებები (ჰემენტები) პლასტმასას სასურველ ფერს აქლევს. საღებრებად ხმარობენ როგორც მინერალურ (ძუძია), ისე ორგანულ (ნივროზინი და სხვ.) ნივთიერებებს.

სპეციალურ ნივთიერებებს (მაგალითად, მაგნიუმის ქანგს) იყენებენ როგორც ვაპირიალებელ საშუალებას, ეს ნივთიერებები აპირებს აგრძედე პლასტმასის პრესფორმასთან მიწებებას.

პლასტმასის მთავარი შემაღვენელი ნაწილაკების შეფარდება და-ახლოებით ასეთია: პოლიმერები არის 30%-იდან 60%-მდე; შემკვსებები — 40%-დან 70%-მდე; საზეთი ნივთიერებები — 1%-დან 2%-მდე; საღებბარები — 1%-დან 1,5%-მდე, პლასტიფიკატორები და სპეციალური დანამატები — მცირე რაოდენობით.

§ 180. პლასტიკური მასაზის სახეზი და მათი დახასიათება

როგორც აღენიშნეთ, პოლიმერის სახეობის მიხედვით არსებობს: თერმორეაქტიული და თერმოპლასტიკური პლასტიკები.

თერმორეაქტიული პლასტიკებია ფენოპლასტენი, ამინოპლასტენი და პლასტმასები სილიციუმ-ორგანული ფისების საფუძველზე.

ფენოპლასტები მეტად გავრცელებული პლასტიკებია; მიიღება ფენოლფორმალდეჰიდის ფისების საფუძველზე. ფენოპლასტის საწნეს ფხვნილს ეგრეთ წოდებულ პრეს-ფხვნილებს იღებენ ბაკელიტის ფისის ფხვნილისებრ შემკვსებთან და სხვა დანამატების ფხვნილებთან შერევით.

ფხვნილისებრ პრეს-ფხვნილებს იყენებენ სხვადასხვა ტექნიკური და საყოფაცხოვრებო ნაქეთების დასამზადებლად, რომლებიც არ განიცდიან დიდ დატვირთვებს და არ მოეთხოვებათ დიდი დიელექტრიკული თვისებები.

ამინოპლასტიკები მიიღება ამინო-ფორმალდეჰიდის ფისების ფუძეზე. რადგან ეს ფისები უფერულია, ამიტომ პლასტმასის ნაკეთები მათ ფუძეზე შეიძლება დაჰზადდეს გამჭვირი და მკვეთრ ფერად შეღებილები. არსებობს ამინოპლასტიკის პრესფენილები: A — გამჭვირი ნაკეთებისათვის და B — გაუმჭვირი ნაკეთებისათვის. ამინოპლასტიკებს გააჩნიათ მაღალი დიელექტრიკული თვისებები, ქიმიური მუდგობა და აგრეთვე სინათლე და რკალზედგობა.

სილიციუმორგანული ფისების ფუძეზე პლასტმასები ჰზადდება არაორგანული შემკვებებით და გააჩნიათ მაღალი ელექტროსაინზულაციო თვისებები, დიდი მუდგობა ატმოსფერული პირობების ზემოქმედებისადმი და სხვ.

ბოჭოვანი პლასტმასა, რომელშიც შემკვებია ბამბის ნარჩენები, ხაიათდება მაღალი მექანიკური თვისებებით.

ტექსტოლოტი არის წრეული პლასტმასა, რომელშიც შემკვებია ბამბის ქსოვილი. შრეული პლასტმასის დასამზადებლად შრეულ შემკვებებს უღენთავენ სპირტში გახსნილი რეზოლის ფისით, ამრობენ, სპირთან საჭირო ზოპისა და ფორმის ფურცლებად, აწყობენ დასტებად და შემდეგ ცხლად წნებენ.

ტექსტოლიტიდან ამზადებენ მილებს, ფურცლებს, სხვადასხვა კვეთის მასალებს (მრგვალი; ექვსწახნაგა) და აგრეთვე ნაკეთებს (მილისები, საკიარების სადებები, კბილანა თვლები და ა. შ.

გეტინაქსი მიიღება რეზოლის ფისის ხსნარში ქალადის შრეების გაუღენთით და ცხლად წნებით. გეტინაქსს ამზადებენ 0,5-დან 50 მმ-მდე სიქეის ფურცლების სახით და აგრეთვე ცილინდრული და მოყვანილი ნაკეთების სახით, შეიძლება გეტინაქსის (ასევე ტექსტოლიტის) კრით დამუშავება (ხერხვა, ბურღვა, ჩარხვა და ფრეზვა). გამოიყენება კბილა თვლების, სადებების, პანელების და სხვ. დეტალების დასამზადებლად.

აზბოტექსტოლიტი მიიღება აზბესტის ქსოვილისა და ხელოვნური ფისის ფუძეზე. შემკვებები აზბესტის ქსოვილი პლასტმასას აძლევს დინამიკური დეტვირთვებისადმი სიმტკიცეს, თერმო-და მქავამდეგობას, აღიდებს ხახუნის კოეფიციენტს და ამცირებს პლასტმასის ცვეთადობას. გამოიყენება მაღალ ტემპერატურებში მომუშავე შუასადებებისათვის, მუხრუჭებისათვის და სხვ.

მინიტექსტოლიტს ამზადებენ მინის ქსოვილისა და თერმოქრეაქტიული ფისის ფუძეზე. ხსიათდება მაღალი მექანიკური სიმტკიცით, თერმოქმდეგობით და დიელექტრიკული თვისებებით. გამოიყენება ელექტროსაინზულაციო და საკონსტრუქციო მასალად.

თერმოპლასტიკური პლასტმასები სითბოს მოქმედებებისას დნობადია, ავსებს ყალიბს და გაცივებულ შემდეგ ინარჩუნ-

ნებს მიღებულ ფორმას. თერმოპლასტიკური პლასტმასები შექცევადია და შეიძლება მათი მრავალჯერადი გადაქმნა.

თერმოპლასტიკურ პლასტმასებს ეკუთვნის: ორგანული მინა, პოლისტიროლი, პოლიქლორვინილი, პოლიეთილენი, ფტოროპლასტები, პოლიამიდები, ქაფპლასტები, ფოროპლასტები, ფიკსივები მასალები და სხვ.

ორგანული მინა (პლექსიგლასი) წარმოადგენს მეთილის ეთერის—მეტაკრილის მჟავის პოლიმერიზაციის პროდუქტს. ამზადებენ ფურცლების, მილებისა და ფხვნილის სახით. კარვად უძლებს ბენზინს, წყლის, ზეთისა და ტუტეების მოქმედებას. ერთდროულად იხსნება დიქლორეთანში, ეთილის ეთერში და სხვ. ორგანული მინა სრულიად გამჭვირია, რის გამო მას უწოდებენ უტყნად მინას.

პოლისტიროლი არის სტიროლის (ამზადებენ ბენზოლისა და ეთალენისაგან) პოლიმერიზაციის პროდუქტი, მას აწვდიან ნაფხვეხისა და ფილების სახით. იგი ხასიათდება კარგი ელექტროსაიზოლაციო თვისებებით. წყალშედეგობით, ტუტეშედეგობითა და თბომდეგობით; იხსნება ბენზინსა და სხვა ნავთობპროდუქტებში.

იყენებენ ელექტრო-, რადიო- და ავტომშენებლობაში.

ცელულოზი ნიტროცელულოზის პროდუქტია. იგი წარმოადგენს ნიტროცელულოზის მყარ ხანარს ქაფურში. ცელულოზი ხასიათდება მოქნადობით. იყენებენ კინოლენტების, ფოტოაფსკების, უნაწახვრევა შეშისა (ტრილაქსის) და სხვ. დასამზადებლად.

ეტროლიტი ნიტროცელულოზისაგან მიიღება ფხვნილის სახით. მას იყენებენ რადიოაპარატურის, ტელეფონისა და ფართო მონმარების ნაკეთების დასამზადებლად.

აცეტილცელულოზი რთული ეთერია და გამოიყენება უწვი, სინათლემდეგი, გამჭვირვალე აფსკების (კინოაფსკი, სინათლის სანათურების) დასამზადებლად.

პოლიქლორვინილი პლასტმასა მიიღება პოლიქლორვინილის ფისის ფუძეზე, რომელსაც უმატებენ პლასტიფიკატორს და ზოგჯერ შემესებს. მიღებული პლასტმასა ხასიათდება დიდი მოქნადობით, ხვედრითი დარტყმითი სიბლანტით, ცვეთამდეგობითა და ქიმიური მდეგობით. იყენებენ კავშირგაბმულობის სადენების, კაბელების იზოლაციისათვის. პოლიქლორვინილისაგან ამზადებენ აგრეთვე შემამჭიდროებელ რგოლებს, ღვედებს, ლინოლეუმს, ხელოვნურ ტყავს, მილებს, შლანგებს და სხვ.

პოლიეთილენი წარმოადგენს ეთილენის პოლიმერიზაციის პროდუქტს. იგი ხასიათდება მაღალი ქიმიური მდეგობით, მექანიკური და ღვიეექტრიკული თვისებებით და მაღალი მოქნადობით — 45° მდე ტემპერატურაზე.

პოლიეთილენს იყენებენ ელექტრომრეწველობაში, რადიოტექნიკაში, მანქანათმშენებლობაში მაღალი სიხშირის მიმყვანი კაბელების იზოლაციისათვის, შლანგებისათვის და სხვ.

პოლიამიდურ ფისებს ეკუთვნის კაპრონი (კაპროლაქტამი), ნეილონი, პერლონი, პოლიურეტანი, რომლებსაც ღებულობენ ფენოლიდან. მანქანათმშენებლობაში კაპრონს სხვადასხვა დეტალის დასამზადებლად იყენებენ.

ქაფპლასტები მსუბუქი პლასტიკური მასებია, რომლებიც წარმოადგენენ აირის ბუშტებისა და სინთეზური ფისის ტიხრების ერთობლიობას. ქაფპლასტები შედგება ორი მთავარი კომპონენტისაგან: ფისისა (პოლისტიროლი და პოლიქლორვინილი) და აერწარმომქმნელისაგან (პორფირი).

ქაფპოლისტიროლის მასალა ხასიათდება შეერთებული ფორებით (ღრუბელი) და იყენებენ დიელექტრიკად, ხოლო ქაფპოლიქლორვინილს, რომელიც ხასიათდება იზოლირებული ფორებით (ქაფი), იყენებენ მსუბუქ შემვსებად კონსტრუქციის სიმსუბუქისათვის და აგრეთვე თბოსაიზოლაციო მასალად.

ძლიერ პერსპექტიული მასალებია ფთორპლასტები.

ფთოროპლასტი ხასიათდება მაღალი დიელექტრიკული თვისებებით, მაღალი ქიმიური მედეგობით, ძლიერ მყავებსა და ტუტეებში უხსნადობით. ფთოროპლასტის ქიმიური მედეგობა ოქროსა და პლატინაა აღემატება. ფთოროპლასტის ნაკეთი უწყვადია და 350°C -მდე გახურებისას არ იცვლის ფორმასა და ხარისხს, ყინვაგამძლეა.

§ 161. პლასტმასების თვისებები

ფიზიკური თვისებები

კუთრი წონა: პლასტმასების კუთრი წონა იცვლება 0,012-დან 10 გ/სმ³-მდე, საშუალოდ 1,1—1,8 გ/სმ³.

თბომედეგობა პლასტმასებს დიდი არა აქვთ. უმეტესი პლასტმასების მაქსიმალური სამუშაო ტემპერატურაა $100\text{--}180^{\circ}\text{C}$. დასაშვებია ხანმოკლე თერმული გადატვირთვა სამუშაო ტემპერატურაზე 6—10-ჯერ მეტი.

ყინვამედეგობა. პლასტმასები კარგად მუშაობს — $60\text{--}100^{\circ}$ -მდე, თუმცა მათი დარტყმითი სიბლანტე და ფარდობითი წაგრძელება მკვეთრად მცირდება.

სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი დიდად არის დამოკიდებული შემვსებებზე, რომელთა მიხედვით პლასტმასები არსებობს ფრიქციული და ანტიფრიქციული, ფრიქციულ პლასტმასებს ლითონის დეტალებთან შეუღლებისას დიდი ხახუნის (0,35—0,80)

კოეფიციენტი აქვთ, ხოლო ანტიფრიქციული პლასტმასების ცვეთა-მედეგობა 3-10-ჯერ აღემატება ლითონების ცვეთა მედეგობას.

ტენ- და წყალშთანთქმადობის თვისებას დიდი გავლენა აქვს პლასტმასის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გეომეტრიული ფორმისა და ზომების სტაბილურობაზე. წყალშთანთქმადობას საზღვრავენ სტანდარტული ნიმუშის გამოხდილ წყალში მოთაქსებით 24 საათის განმავლობაში.

ზეთ- და ბენზინშთანთქმადობის მიხედვით პლასტმასების მედეგობა დიდია. ამ თვისებას იკვლევენ ისევე; როგორც წყალშთანთქმადობას.

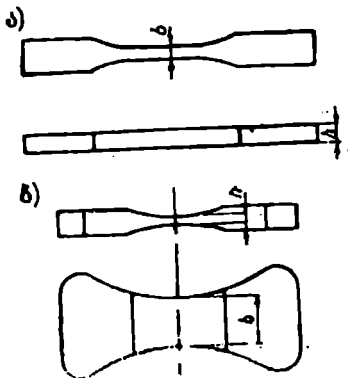
მექანიკური თვისებები

კუთრი დარტყმითი სიბლანტე (განზომილება კგსმ/სმ²), ესე როგორც ლითონებში, განისაზღვრება ქანქარა ურნალზე. ამ შემთხვევაში ფხვნილისებრი და შრეული წნეხებითი მასალები-სათვის ნიმუშის ზომებია 120×15×10 მმ, ხოლო სამსხმელო მასალებისათვის — 55×6×4 მმ. მინიმალური დარტყმითი სიბლანტით ხასიათდება. მაგალითად, ქაფპლასტები (0,08—1,1 კგსმ/სმ²), ხოლო მაქსიმალურით — მინატექსტოლატეზი (160—300 კგსმ/სმ²).

სიმტკიცის ზღვარი გაკიმვაზე (კგ/სმ²). სამსხმელო და წნეხმასალების პლასტმასების სიმტკიცის ზღვრის განსაზღვრისათვის ნიმუშის მოყვანილობა ნაჩვენებია 266-ე ა ნახაზზე, ხოლო შრეული პლასტმასისათვის — 266-ე, ბ ნახაზზე, შრეული პლასტმასისათვის ნიმუშის სისქე 10 მმ-მდე სისქის ფურცლებისათვის რჩება ფურცლის სისქე, ხოლო 10 მმ-ზე ზევით ნიმუშის სისქედ აიღება 10 მმ.

სუფთა ფისებში გაკიმვის მაქსიმალური სიმტკიცის ზღვარი ახასიათებს კაპრონს (600—850 კგ/სმ²). შემესვები ზრდის სიმტკიცის ზღვარს. მაქსიმალური სიმტკიცის ზღვარი გააჩნია მინა ბოქკოვან პლასტიკატს.

სისაღე სუფთა ფისებს მცირე აქვს ($HB = 10-15$ კგ/სმ²), შემესე-



ნახ. 256. პლასტმასის გაკიმვაზე გამოცდის ნიმუში ა — სამსხმელო და პრესფხვნილებისათვის; ბ — შრეული პლასტმასებისათვის

ბები სისალეს ადიდებს 180—200 კგ/სმ²-მდე. მაქსიმალური სისალე ანასიათებს მინაპლასტებს. სისალე განისაზღვრება ბრინელის წნეხზე; რისთვისაც ნიშუშის სისქე 5 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ხოლო სიგანე — 15 მმ-ზე ნაკლები.

ვიბრომდგრადობა პლასტმასებისა აღემატება ლითონებისას, ამიტომ პლასტმასებს დიდი გამოყენება აქვთ ვიბრაციული დატვირთვების შემთხვევაში.

ტექნოლოგიური თვისებები

პლასტიკური მასების ძირითადი ტექნოლოგიური თვისებებია: ჩაჯდომა, დენადობა, გამყარების სიჩქარე, ტენიანობა, ფხვიერობა, კუმშვის ხარისხი, ტაბლეტირება.

ჩაჯდომა ანასიათებს პლასტმასის ნაკეთის ზომაში კლების თვისებას მისი პრესფორმაში გამყარების დროს ან პრესფორმიდან ამოღების შემდეგ. ჩაჯდომის პროცენტი დამოკიდებულია შემგვების შემცველობასა და ხასიათზე; იგი იცვლება 0,2-დან 2,5%-მდე. პლასტმასის ჩაჯდომის სიდიდის ცოდნა პრესფორმის ზომების ზუსტი გაანგარიშების საშუალებას იძლევა.

დენადობა არის პლასტმასის უნარი, ტემპერატურისა და წნევის მოქმედებით გადავიდეს ცოხისებურ მდგრადობაში და შეაგოს პრესფორმა. პლასტმასის დენადობა დამოკიდებულია მის შიგა და გარე ხახუნზე. შიგა ხახუნი, თავის მხრივ, დამოკიდებულია შემკვრელი და შემგვები ნივთიერებების ხასიათზე, პრეს-ფხვნილში ტენისა და აქროლადების რაოდენობაზე და აგრეთვე საზეთაგებისა და პლასტიფიკატორების არსებობაზე. გარე ხახუნი დამოკიდებულია პრესფორმის კედლების გამოყვანაზე და მასთან პლასტმასის შეწებადობაზე. მანქანათმშენებლობაში გამოყენებული პლასტმასები ხასიათდება კარგი დენადობით (ცელულოზის ეთერის ფუძეზე მიღებულ პლასტმასებს გარდა).

გამყარების სიჩქარე ეწოდება პლასტმასის სრული პოლიმერაზაციის მდგომარეობაში გადასვლის სიჩქარეს. რაც უფრო მცირეა ეს სიჩქარე, მით უფრო ხანგრძლივია პლასტმასის დეტალების დამზადების პროცესი, რაც ამცირებს მწარმოებლურობას. მაგრამ გამყარების დიდ სიჩქარეს შეუძლია გამოიწვიოს პრესფორმის სიღრუვეების შეუვსებლობა.

ტენისა და აქლორადების დიდი შემცველობა ცუდ გავლენას ახდენს პლასტმასის ნაკეთების დამზადების ხანგრძლიობას და აუარესებს ნაკეთის გარე სახეს.

პლასტმასებში ტენისა და აქროლადების შემცველობის ნორმა-

ლურზე დასაყვანად საჭიროა მასალების წინასწარი გახურება და გაშრობა. პლასტიკური მასალების ტენიანობა 2—3% არ უნდა აღემატებოდეს.

კუმშვის ხარისხი ხასიათდება პლასტმასების ანაწონის მოცულობის ფარდობით ცომისებურ მდგომარეობაზე დაწნეხილი იმავე ანაწონის მოცულობასთან. ბოქკოვანი პლასტმასების კუმშვის ხარისხი 7—10 უდრის, ხოლო ფხვნილისებური პლასტმასებისა — 2,5—3.

ტაბლეტირება ეწოდება პრეს-ფხვნილების უნარიანობას წარმოქმნას ტაბლეტები სპეციალურ მანქანებზე შეცხოებისა და დადნობის გარეშე.

პლასტმასებისათვის დამახასიათებელ თვისებებს ეკუთვნის ანიზოტროპობა და დაძველება. პლასტმასის ანიზოტროპობა შეიძლება გამოწვეული იყოს შემვსებების თვისებების უთანაბრობით და პლასტმასების გლინვის შედეგად. უკანასკნელი სახის ანიზოტროპობა შეიძლება აცალბეულ იქნეს (მთლიანად ან ნაწილობრივ). თერმული დამუშავებით.

კომპრესიით წნეხის დროს კედელთან შეხებაში მყოფი პრეს-ფხვნილი უფრო სწრაფად ხურდება. ეს იწვევს უთანაბრო პოლიმერიზაციის პროცესს და, მაშასადამე, შიგა ძაბვების წარმოქმნას. კომპრესიით წნეხის პროცესში წარმოიქმნება აჩრები და ორთქლი, რაც ხელს უწყობს არაკვერივი ნაკეთის მიღებას. ამ ნაკლოვანებათა ასაცილებლად, ერთის მხრივ, პრეს-ფხვნილს წინასწარ ახურებენ და მეორეს მხრივ, აწარმოებენ ე. წ. შეწნებას, რისთვისაც წნეხის დაწყების 2—3 წამის შემდეგ პრესფორმის ნახევრებს ხსნიან 10—12 მმ-ზე წარმოქმნილი აჩრებისა და ორთქლის გამოსაშვებად.

წნეხის წინ პრეს-ფხვნილის წინასწარი გახურება, გარდა აღნიშნულისა, ამოკლებს ტექნოლოგიურ პროცესს, ზრდის მწნეხავის შრომის ნაყოფიერებას, აღიდებს პრეს-ფხვნილის პლასტიკურობას. პრეს-ფხვნილის წინასწარი გახურება თერმოსტატებში (ელექტრულით, ორთქლით) ან სპეციალურ მალალსიხშირიან დანადგარებში ხდება. ეს უკანასკნელი ყველაზე უფრო პროგრესულია, რის გამოც სულ უფრო ინერგება პრაქტიკაში.

პლასტმასის დეტალის სიზუსტეზე დიდი გავლენა აქვს პრეს-ფხვნილის ზუსტად დოზირებას. პრეს-ფხვნილის დოზირება ეწოდება პლასტმასის ნაკეთისათვის საჭირო ფხვნილის აწონას ან გაზომვას. დოზირების სახეებია: ცალობრივი, მოცულობითი და წონითი.

ცალობრივი დოზირება გამოიყენება 20 გ-მდე წონის სტანდარტული ტაბლეტების დროს. მოცულობითი დოზირება ხდება ტაბლე-

ტების უქონლობისას. წონით დოზირებას მიმართავენ დიდი დეტალების მისაღებად ან როცა დიდი სიზუსტეა საჭირო.

§ 102. პლასტმასის დეტალების დამზადების ძირითადი მეთოდები

პლასტმასის დეტალების დამზადების ძირითადი მეთოდებია: კომპრესიით წნეხა; სხმული წნეხა; წნევით ჩამოსხმა; შეხურებით (ექსტრუზიით) პროფილიანი ნაკეთების მიღება; შედუღება; შტამპვა; შეწებება; დაფარვა; ჰრით მექანიკური დამუშავება.

კომპრესიით წნეხას უმაჯრესად თერმორეაქტიული მასალებისათვის იყენებენ. ამ მეთოდით შეიძლება ნებისმიერი ფორმის პლასტმასის ნაკეთების მიღება ლითონის არმატურით.

კომპრესიით წნეხას მეთოდით პლასტმასის ნაკეთების მიღების ტექნოლოგიური პროცესის თანამიმდევრობა ასეთია:

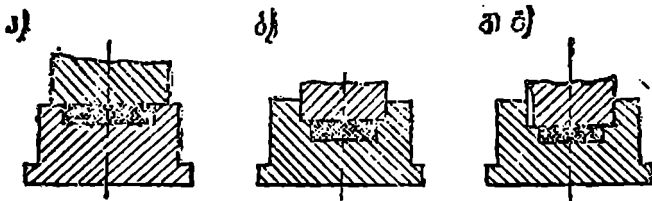
პრეს-ფხვნის წნეხისთვის მომზადება,

პრეს-ფხვნის დოზირება და პრესფორმაში ჩატვირთვა (ჩატვირთვაში საჭიროების შემთხვევაში ხდება ლითონის არმატურის დაყენება);

პრეს-ფხვნის წნეხა და წნევის ქვეშ დაყოვნება;

პრესფორმის გახსნა და პლასტმასის მზა ნაკეთის ამოღება; პლასტმასის ნაკეთის გაწმენდა.

კომპრესიით წნეხისათვის პრესფორმების სამი ტიპი არსებობს (სახ. 267): ღია (ა), დახურული (ბ), ნახევრად დახურული (გ).



სახ. 267. პრესფორმები.

ღია პრესფორმის (ა) ჩასატვირთი კამერა არა აქვს. შედმეტი მასალა თავისუფლად გამოედინება მატრიცასა და პუანსონს შორის. ასეთი პრესფორმები მარტივია. მათი ნაკლია პრეს-ფხვნის დიდი ხარჯი და ნაკეთის კედლის სისქის მცირე სიზუსტე. ღია პრესფორმებში შეიძლება მცარე სისქისა და მარტივი კონფიგურაციის ნაკეთების მიღება.

ნახევრად დახურულ პრესფორმებს (ბ) აქვს პრეს-ფხვნის ჩასატვირთი კამერა, რომლის განივკვეთის ფართობი ნაკეთის სიღრუის

პროექციის ფართობზე ღებია. ამგვარ პრესფორმებს იყენებენ ძირითადად პრეს-ფხვნილებისათვის. ეს მეთოდი უზრუნველყოფს თხელი ზუსტი ნაკეთის მიღებას. ზედმეტი მასალა გამოიწინებება პუანსონზე არსებული ღარებიდან.

ღახურულ პრესფორმებში (ვ) პრეს-ფხვნილის ჩასატვირთი კამერისა და დამყალიბებელი ბუდის პროექციის ფართობები ერთნაირია. ასეთ პრესფორმებს ყველა სახის პლასტმასისათვის იყენებენ.

პლასტმასის დეტალების ხარისხზე გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს წნეხის რეჟიმის ზუსტ დაცვას.

წნეხის რეჟიმში იგულისხმება პრესყალიბის ტემპერატურა, წნეხის წნევა და წნევის ქვეშ დაყოვნების დრო.

საქირო ტემპერატურამდე პრესფორმის გახურების მიზანია პრეს-ფხვნილს მიანიჭოს პლასტიკურობა, და თერმორეაქტიული პლასტმასებზე შემთხვევაში გადაიყვანოს მყარ მდგომარეობაში. გახურების ტემპერატურაზე უშუალოდ არის დამოკიდებული ნაკეთის წნეხის ხანგრძლივობა. თითოეულ პრეს-ფხვნილს აქვს თავისი გახურების განსაზღვრული ტემპერატურა. თერმორეაქტიული პრესფხვნილების წნეხის ტემპერატურა 140—180° ზღვრებში იცვლება, წნეხის ტემპერატურის შემოწმება თერმომეტრებით ან თერმორეგულატორებით ხდება. თერმორეგულატორი უზრუნველყოფს პრეს-ფხვნილის წნეხის ტემპერატურას მუდმივობას, რაც გვაცილებს პრეს-ფხვნილის გამომეტსურებით ან დაბალი ტემპერატურით გამოწვეულ წუნს.

წნევა ამკვრივებს დარბილებულ წნეხ-ფხვნილს და ხელს უწყობს პრესფორმის კარგ შევსებას. წნეხის ძალა განისაზღვრება კუთრი წნევით. კუთრი ეწოდება წნევას, რომელიც მოდის ნაკეთის პორიზონტალური პროექციის ფართობის ერთეულზე (განზომილება კგ/სმ²).

კუთრი წნევის მნიშვნელობები სხვადასხვა პრეს-ფხვნილისათვის განსაზღვრულია და მოცემულია ცხრილებში. იგი 150—500 კგ/სმ² ზღვრებში ირყევა. P წნევის სრული ძალა გაიანგარიშება ფორმულით:

$$P = \frac{p \cdot F}{1000} \text{ ტ,}$$

სადაც p არის კუთრი წნევა, კგ/სმ²;

F — ჩასატვირთი კამერის უღიდესი ვანიკვეთის ფართობი, სმ².

წნევის მიყენება უნდა მოხდეს თანდათანობით. წნევის ერთბაშად მიყენება პრეს-ფხვნილის სწრაფი გაღინების გამო გამოიწვევს პრესფორმის თხელი ნაწილების დეფორმაციას, ან არმატურის გადაწევას.

წნეხის ქვეშ დაყოვნების ხანგრძლივობა განისაზღვრება პრეს-ფხვნილის პლასტიკურობით, გახურების დროით, საკუთრივ წნეხის

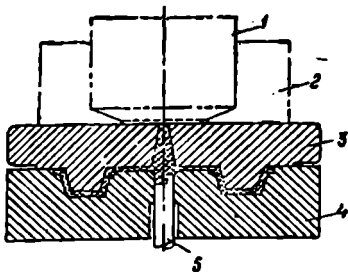
დროით, გამყარების დროით (თერმორეაქტიული პლასტმასებისათვის) ან მყარ მდგომარეობაში გადასვლის დროით. დაყოვნების დროის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია პრესფხვნილზე და ნაკეთის კედლის ნისქეზე. მაგალითად, თერმორეაქტიული პრეს-ფხვნილებისათვის დაყოვნების დრო იმყოფება 0,5-დან 2 წთ-მდე ზღვრებში ნაკეთის უღი-დესი სისქის 1 მმ-ზე.

სხმული წნეხა. ამ მეთოდს იყენებენ წვრილი და საშუალო რთული ფორმის, მაღალი სიზუსტის ნაკეთებისა და აგრეთვე რთული არმატურის გამოყენების დროს. სხმულ წნეხას მიმართავენ როგორც თერმორეაქტიული, ისე თერმოპლასტიკური მასალების შემთხვევაში.

სხმული წნეხის პროცესის თანმიმდევრობა ასეთია (ნახ. 268) პრესფორმის ჩასატყართავ კამერაში 2 იტვირთება პრეს-ფხვნილი, იგი ხურდება, იძენს პლასტიკურობას და უჟანსონის ერთი დაწოლით პრესფორმის ზედა ნახევარში მოთავსებულ სასხმთა სისტემით გაედინება პრესფორმის სიღრუისაკენ. სათანადო დაყოვნების შემდეგ პრესფორმის ნახევრები 3,4 იხსნება და ნაკეთს აგდებენ ამომგდებით 5.

სხმული წნეხის უპირატესობა, კომპრესიით წნეხის მეთოდთან შედარებით შემდეგია: სტრუქტურა ერთგვაროვანი მიიღება; უზრუნველყოფს ნაკეთის კედლების მაღალ სიმტკიცესა და სიმკვრივეს და ზომების მაღალ სიზუსტეს. მისი ნაკლია: პრესფორმის სირთულე და დამზადების დიდი ხარჯები; პრეს-ფხვნილის დიდი ხარჯი სასხმთა სისტემის არსებობის გამო; წნეხის ტემპერატურა რამდენადმე მეტია.

სხმული წნეხის დროს კუთრი წნევა 250—100 კგ/სმ² უდრის, ხოლო დაყოვნების ხანგრძლივობა 1—2 წთ 1 მმ სისქეზე.



ნახ. 268. სხმული წნეხის პრესფორმის სქემა.

სქემა. ბუნკერში 1 ჩატვირთული პრეს-ფხვნილი გადადის სახურებელ კამერაში 2. კამერაში ფხვნილი ზდება ბლანტდენადი, რომელიც ყვინთის 3 დაწოლით საქშენის 4 და სასხმის გავლით პერიოდულად

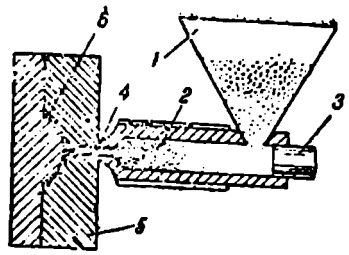
წნევით ჩამოსხმა. პლასტმასის ღეტალების დამზადების ამ მეთოდს თერმოპლასტიკური მასალებისათვის იყენებენ. იგი განხილულ მეთოდებთან შედარებით უფრო მწარმოებლური და ეკონომიურია, რადგან არ ზდება პრესფორმის პერიოდული განხურება.

269-ე ნახაზზე ნაჩვენებია პრეს-ფხვნილების წნევით ჩამოსხმის

ავსებს ცივ პრესფორმას 5. მასა ცივ ღება და მზა ნაკეთის 6 გამოვდება; ხდება გამოვმდებლით.

პლასტმასის დეტალებს წნეხის შემდეგ ფხაურებისა და ხეწვეებისაგან წმენდენ, ნახვრეტებში აფსკებს ბურღავენ და ზედაპირს აპრიალებენ.

შესხურების (ექსტრუზია) მეთოდის პრინციპი წნევით ჩამოსხმის მსგავსია. გახურებული ბლანტდენადი პლასტიკური მასა სპეციალური ჭიანჩაზხული წნეხის შნეკის საშუალებით უწყვეტლივ მიეწოდება სასურველი მოყვანილობის ნახვრეტის მქონე სატუჩეში გავლისას პლასტმასა ცივდება და მყარდება.



ნახ. 2ა9. წნევით ჩამოსხმის სქემა.

შესხურების მეთოდით თერმოპლასტიკური მასალებიდან იღებენ მილებს, ლენტებს და სხვ.

შტამპვით შეიძლება რთული კონფიგურაციის პლასტმასის დიდი და მცირე დეტალების დამზადება. რაც არ მოითხოვს სპეციალურ ძვირად ღირებულ შტამპებს, მძლავრ ჰიდრაულიკურ წნეხებს და თერმულ აგრეგატებს.

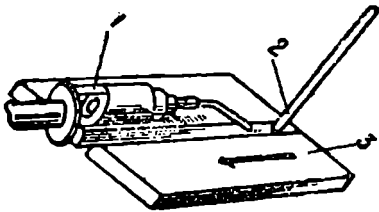
შტამპვით ფურცლოვანი პლასტმასებისაგან დეტალებს ამზადებენ ასეთი თანამიმდევრობით: ნამზადის გამოჭრა; ნამზადის გახურება პლასტიკურ მდგომარეობაში გადასაყვანად და საკუთრივ შტამპვა.

ნამზადის გამოჭრა ხდება დისკური ან ლენტური ხერხებით (მონიშვნის მიხედვით) ან გამომჭრელი შტამპების საშუალებით.

შტამპვისათვის ნამზადის გახურება ხდება ჰაერის თერმოსტატებში, კარადებში ინფრაწითელი სხივებით, გახურებულ ფილებს შორის ან მაღალი სიხშირის დენით. გახურების ტემპერატურა დამოკიდებულია მასალაზე. იგი იცვლება 120—160°C ზღვრებში. გახურების ხანგრძლივობა 3—5 წთ, ფურცლის 1 მმ სისქეზე.

პლასტმასის ფურცლოვანი შტამპვის თავისებურებაა ის, რომ დაშტამპული ნაკეთის ვაცივება შტამპში ხდება შიგა ძაბვების წარმოქმნისა და სტაბილური ზომების დარღვევის თავიდან ასაცილებლად. ზოგჯერ შიგა ძაბვების მოსახსნელად დაშტამპულ დეტალებს მოწვას უტარებენ პლასტიკურობის ტემპერატურის 10—15°-ით დაბალ ტემპერატურაზე.

პლასტმასის შედუღება შეიძლება მხოლოდ თერმოპლასტიკური მასალებისა. შედუღების ადგილის გახურება 200—250°-მდე გახურებული შეკუმშული ჰაერით ხდება (ნახ. 270). ცხელი ჰაერის შედუღების ადგილზე მისაწოდებლად გამოიყენება სპეციალური ელექტრული საშემდუღებლო ხელსაწყო 1. იგი აცეტილენის საშემდუღებლო სან-



ნახ. 270. ფურცლოვანი პლასტმასის შედუღების სქემა.

თურის მსგავსია (ბუნიკიდან აღ-
ის ნაცვლად გახურებული შე-
კუმშული ჰაერი გამოედინება).
ჰაერის გახურება ხდება ელექ-
ტრო დენით. მისართ მასალად 2
გამოიყენება თერმოპლასტის ლე-
რო ($d-2-2,5$ მმ) ან ლენტა.
შედუღების ადგილას ხდება მი-
სართი ლეროს დაღნობა, რო-
მელსაც შემდუღებელი დაჭერით

წნებს დარბილებული ფუძე მასალის 3 ნაწიბურებში.

დღეისათვის იყენებენ აგრეთვე უმისართო შედუღებას 3—15 მმ
სისქის ფურცლების პირგადადებით შედუღებისათვის. ამისათვის შე-
სადუღებელი ფურცლების ნაწიბურს სთლიან 20° -ით, აერთებენ მათ
პირგადადებით, ახურებენ 250 მმ ზოლს $70-80^{\circ}$ -მდე. შემდეგ ორივე
მხარეს მიყავთ გახურებული ჰაერი „სანათურის“ საქშენებით, რომელ-
საც მისდევს გლინების სისტემა. თანაბარი შეხებისათვის გლინების
სამუშაო ზედაპირს აფენენ 4—5 მმ სისქით რეზინის ზოლს.

იყენებენ აგრეთვე შედუღების ისეთ მეთოდებს, როგორცაა:
შედუღება გახურებული იარაღით (კონტაქტური-შედუღება), შედუ-
ღება მაღალი სიხშირის დენით და ულტრაბგერითი შედუღება.

პლასტმასების ჭრით დამუშავება

ცალკეულ შემთხვევებში საჭირო ხდება პლასტმასის დეტალების
ჭრით მექანიკური დამუშავება. იმის გამო, რომ თერმორეაქტიული
პლასტმასები, ერთი მხრივ, უთანაბრო სისალით, ხოლო, მეორე მხრივ,
კუდი სითბოგამტარობით ხასიათდება, ამიტომ მჭრელი იარაღები უფ-
რო სწრაფად იცეიანება, ვიდრე ფოლადების დამუშავების დროს.
პლასტმასების ჭრით მექანიკური დამუშავების დროს რეკომენდებუ-
ლია ჭრის დიდი სიჩქარით (250—300 მ/წ.) და მცირე მიწოდებით
(0,1—0,2 მმ/ბრ) მუშაობა. პლასტმასების გაჩარხვა ძირითადად ხდე-
ბა სწრაფმჭრელი ფოლადებით. საჭრისებს როგორც წესი, უკანა კუთ-
ხე უნდა ჰქონდეს 20° -ზე მეტი, წინა კუთხე 0-დან 5° -მდე ზღვრებში.

ზომების შემოწმება დამუშავების შემდეგ წარმოებს ოთახის ტემ-
პერატურაზე. ზუსტად დამუშავებისას დეტალები მუშავდება მცირე
ნამეტით (0,25—0,7 მმ) და შემდეგ ხდება დაყოვნება რამდენიმე სა-
ათით ოთახის ტემპერატურაზე; ძაბვებს ხსნიან მდულარე წყალში ჩა-
ძირვით. ფტოროპლასტის ან მსგავსი მასალებისაგან დამზადებული
დეტალების დამუშავებისას მსედველობაშია მისაღები, რომ 250°C -

მდე გახურებისას ისინი ინერტულია, მაგრამ 300°C-ზე ზევით ისინი გაყოფენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ სასუნთქი ორგანოების დაავადება. ამ მასალების დამუშავებისას აკრძალულია რამბაქოს მიწევა.

პლასტმასების კრით დამუშავებას აწარმოებენ სახარატო, საფრეზ, საბურღ და სახეხ ჩარხებზე.

ფურცლოვანი გეტინაქსისა და ტექსტოლიტის კრას ჩვეულებრივი გამოიყენებული შტამპებით აწარმოებენ, მასთან 1,5 მმ-მდე სისქის ფურცლებს ცივად შტამპავენ, ხოლო დიდი სისქის ფურცლებს კრისათვის ახურებენ 120--130°-მდე.

თერმორეაქტიული პლასტმასის მზა ნაკეთების ხეხა და გაპრიალება ხდება მაუდის ქსოვილზე სასეხი და სპრიალებელი პასტების გამოყენებით, რის შემდეგ საბოლოოდ გაპრიალება მშრალად წარმოებს.

XXXIX თავი

ხის მასალა

§ 108. ზოგადი ცნობები

ხის მასალა ფართოდ გამოიყენება საკონსტრუქციო მასალად მანქანათმშენებლობაში. იგი აგრეთვე ფართოდ გამოიყენება სამსხმელო წარმოებაში მოდელების დასამზადებლად, ქიმიურ და საფეიქრო მრეწველობაში სხვადასხვა აპარატების დასამზადებლად და სხვ.

ხის მასალების ფართო გამოყენება იმით აიხსნება, რომ იგი საკმაოდ მაღალი სიმტკიცით, მცირე წონით, სიიადით და დამუშავების სიადვილით ხასიათდება. ხის მასალის გამოყენების დროს საჭიროა ანგარიში გაეწიოს იმ უარყოფით თვისებებს, რომლებიც მათ ახასიათებს.

ხის მასალა არაერთგვარობით, ზომისა და ფორმის ცვალებადობით და არახანგრძლივი გამძლეობით ხასიათდება. ერთი ჯიშის სხვადასხვა ხის მასალის თვისებები ერთგვარი არ არის, მაგალითად, ფიჭვი არსებობს სხვადასხვა წონისა, სხვადასხვა სიმტკიცისა და სხვ. არაერთგვაროვანია აგრეთვე ერთი ხის სხვადასხვა ნაწილისაგან გამოჭრილი ფიკრების თვისებები და ბოლოს თვით ფიკრის თვისებებიც სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვაა. ასე, მაგალითად, ხის ნაჭერი ადვილად იბობა გრძივად, ხოლო განივად ძნელად.

ხის მასალის ზომისა და ფორმის ცვლა დაკავშირებულია მის ტენიანობასთან ტენიანი ხის მასალა გამშრობისას ზომიანი იკლებს) და

აგებულების არაერთგვარობასთან (გაშრობისას ფიცარი იმ მხარეს ილუნება, საითაც ბოჭკოების განლაგება უფრო თხელია).

ხის მასალის არახანგრძლივი გამძლეობა გამოწვეულია იმით, რომ ტენიანობისა და ტემპერატურული პირობების გარკვეულ ზღვრებში მასზე ხდება სოკოების წარმოქმნა, რომლებიც ცილოვან ნივთიერებებს არღვევენ და მასალა ლობხას განიცდის.

ზემოთ აღნიშნული ხის მასალის უარყოფითი თვისებების ნაწილობრივი აცილება შესაძლებელია, მაგალითად, ფიცრის თვისებების არაერთგვაროვნება შეიძლება გამოსწორდეს თუ ერთი ჯიშის ხის ფიცრის ორ ნაჭერს ერთიმეორეზე დავაწებებთ მათი ბოჭკოების მიმართულების მართობულად.

ხის მასალის ზომისა და ფორმის ცვლის თავიდან აცილება მშრალი მასალის ხელმეორედ დატენიანებისას შესაძლებელია შემცირდეს ლაქსაღებავებით დაფარვის საშუალებით.

ლობის ასაცილებლად ხის მასალას სპეციალურად ამუშავებენ. ამათგან ყველაზე მარტივი საშუალებაა ხის მასალის ჰაერზე ან სპეციალურ საშრობ კამერებში შრობა. უფრო საიმედოა ხის მასალის დაქუშავება სხვადასხვა ქიმიური ნივთიერებით (ქლოროვანი თუთია, სპილენძის შაბიამნის ხსნარი და სხვ.), ე. წ. ანტისექტიკებით (წარმოდგება ბერძნულიდან „ანტი“-წინააღმდეგ „სექტიკოს“ — მღობელი); მაგალითად, თუ ხის ბოძი ჩვეულებრივად 3—5 წელს ძლებს, ანტისექტიკებით დაქუშავების შემდეგ 20—25 წელს ძლებს. ხის მასალის ლობხისაგან დაცვის ერთერთი საშუალებაა აგრეთვე მათი ლაქსაღებავებით დაფარვა.

ამგვარად, ხის მასალის დადებით თვისებებთან ერთად მისი უარყოფითი თვისებების მინიმუმამდე დაყვანით შეიძლება მიღებულ იქნას მრეწველობის სხვადასხვა დარგებში გამოსაყენებელი საკონსტრუქციო მასალა.

§ 104. ხის აგავულება

ხე შედგება ფესვებისაგან, ღეროსა და გვირგვინისაგან. ხის ღერო თავის მხრივ ქერქისა და მერქნისაგან შედგება. ტექნიკური მიზნებისათვის გამოყენება აქვს ხის მერქანს.

მერქნის განივკვეთში შესამჩნევია როგორც წრიული შრეები, ე. წ. წლიური რგოლები (მათი რაოდენობა ხის წლოვანებას შეესაბამება), ისე გულიდან გამომავალი სხივები. ხის შრობის დროს მერქნის სხივების მიმართულებით ბზარები წარმოიქმნება. მერქნის გარე ნაწილს ცილა ეწოდება, ხოლო შიგა ნაწილს გული. ზოგი ხის ჯიშის მერქნის გულის ფერი ცილის ფერისაგან განსხვავდება (მაგალითად, ფიჭვი,

კომპიტი, მუხა და სხვ.), ზოგის არა (მაგალითად, სოკი, ნაძვი). უკანასკნელ შემთხვევაში გულს მწიფე მერქანს უწოდებენ. გულის მექანიკური თვისებები ცილის მექანიკურ თვისებებზე მალალია.

მერქანში შესამჩნევია აგრეთვე როკები. ხშირ ტყეში გაზრდილი ხის მერქანი ნაკლებ როკებს შეიცავს და პერიქით. მერქანში რაც მეტია როკები, მით მისი ხარისხი დაბალია.

მერქანი თავისი ასაკის მიხედვით სხვადასხვა თვისებებით ხასიათდება. ახალგაზრდა ხის მერქანი მალალი მექანიკური თვისებებისაა, მოწიფული ხის ასაკში წარმოქმნილი მერქანი უფრო მაღალი მექანიკური თვისებებით ხასიათდება, ხოლო სიბერის მერქანი, თხელშრეოვნობის გამო დაბალი მექანიკური თვისებებისაა.

106. მერქნის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები და მათი განსაზღვრის მეთოდები

მერქნის ფიზიკური თვისებებია მოცულობითი წონა, ტენიანობა, ფერი, ბზინვარება და სუნი.

მერქნის ტენიანობა ეწოდება მერქანში შემაველ წყლის რაოდენობას. ტენიანობა გამოითვლება პროცენტობით, აბსოლუტურად მშრალი ხის წონიდან, შემდეგი ფორმულით:

$$W = \frac{Q_w - Q_c}{Q_0} 100\%,$$

სადაც W არის მერქნის ტენიანობა,

Q_w — ტენიანი მერქნის ნაჭრის წონა;

Q_0 — აბსოლუტურად მშრალი მერქნის ნაჭრის წონა.

ახლად მოჭრილი ხის ტენიანობა 30%-ზე მეტია. მერქანი ნედლია, როცა მისი ტენიანობა 23% აღემატება, ნახევრადმშრალად ითვლება, თუ ტენიანობა 18—23%-ია და ჰაერზე გამშრალად, თუ ტენიანობა 10—15% უდრის. მერქნის შრობას მოსდევს ზომებში შემცირება, რომელიც ბოჭკოების განლაგების გასწვრივ 0,1—0,3% ზღვრებში იცვლება, ხოლო ბოჭკოებს განლაგების განივი მიმართულებით 3—6% ზღვრებში.

მერქნის მოცულობითი წონა ეწოდება ნიმუშის წონის შეფარდებას იმავე ნიმუშის მოცულობასთან. აქედან გასაგებია, რომ მოცულობითი წონა მერქნის ერთეული მოცულობის წონაა, რომელიც გ/სმ³-ით იზომება.

მერქნის მოცულობითი წონა დამოკიდებულია ტენიანობაზე; რამდენადაც ტენიანობა მეტია, მით მეტია მოცულობითი წონაც. მერქნის მოცულობითი წონას უჩვენებენ მერქნის 15%-ით ტენიანობისას. მაგალითად, ფიჭვის მოცულობითი წონა 0,52 გ/სმ³, მჭხის 0,70 და ა. შ.

მერქნის ფერი, ბზინვარება და სუნის სხვადასხვა ხის ჭიშისათვის სხვადასხვაა, მათ მერქნის ჭიშების გამოსარკვევად იყენებენ.

მერქნის მექანიკური თვისებები ახასიათებენ იმას, თუ როგორ უძლებს მერქანი სკუმშავი, გაჭიმავი, მლუნავი, მგრებავი, ხლეჩვადი ძალების მოქმედებას.

მერქნის მექანიკური გამოცდის პრინციპი ლითონების მექანიკური გამოცდის მსგავსია.

მერქნის ხარისხის კოეფიციენტი. სატრანსპორტო მრეწველობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მერქნის ხარისხის კოეფიციენტის ცოდნას.

მერქნის ხარისხის კოეფიციენტი ეწოდება მერქნის ამა თუ იმ მექანიკური თვისებების ფარდობას იმავე მერქნის მოცულობით წონასთან.

ხარისხის კოეფიციენტი გვიჩვენებს თუ წონასთან შედარებით რომელი მასალა უფრო მაღალი მექანიკური თვისებებით ხასიათდება. კონსტრუქციის ასაგებად რამდენადაც მაღალი ხარისხის კოეფიციენტის მქონე მასალები იქნება გამოყენებული, იმდენად კონსტრუქცია მსუბუქი იქნება.

მერქნის მექანიკურ თვისებებზე დიდი გავლენა აქვს მის შენახვას და შრომას. მერქანს იხანავენ როგორც ხის მრეწველობის საწარმოებში, ასევე უშუალოდ მომხმარებელ ქარხნებში (დახერხილს). შენახვისას ცდილობენ, რომ მერქანმა არ მიიღოს სოკოებით დაავადება, ნაპრალები და დაბრეცვა. ამისათვის მერქანს ამრობენ სპეციალურ ფარდულებში სათანადო წესით დაწყობით. ფარდულებს გვერდით კედლებზე ასაწევი ფარები აქვს, რომლებსაც ზაფხულობით ადებენ. ფარების გაღებით ან დახურვით და მერქნის მასალის დაწყობის მიხედვით შეიძლება შრომის მოწესრიგება. მერქნის მასალა საწყობიდან გადააქვთ სანამზადო საამქროში, სადაც გამოსჭრიან რა ნამზადებს, მათ მკვირვ დასტებად აწყობენ. დასტებად დაწყობა შეიძლება, თუ ნამზადი ამ მდგომარეობაში დღე-ღამეზე მეტი არ რჩება, წინააღმდეგ შემთხვევაში ნამზადების დაწყობას შუა სადებებით ახდენენ, სანამზადო საამქროდან ნამზადები საბოლოო შრომისათვის გადააქვთ სპეციალურ საშრობ კამერებში.

ხის მასალების საწყისი ნედლეული მორებიან. ორი ან ოთხი მხრიდან ჩამოხერხილი ხის ლეროც მორად იწოდება. მორების დახერხვის შედეგად მიიღება ძელები, ფიცრები და ნაგვერდულები.

მერქანი ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე შპონისა და ფირფიცრის (ფანერის) დასამზადებლად.

შპონი ეწოდება მერქნის თხელ ფურცელს, რომელიც მიიღება მერქნის სპეციალური დამუშავებით. შპონის მიღებას ძირითადად მო-

რის რანდვით ან შემოფტქენით აწარმოებენ. რანდვით მიღებული შპონი უმთავრესად მოსაპირკეთებელი სამუშაოებისათვის იხმარება.

მორის შემოფტქენით შპონის მიღებას სპეციალურ ჩარხებზე აწარმოებენ, ამისათვის წინასწარ გამოხარშულ მორს ჩარხის ცენტრებზე ამაგრებენ და აბრუნებენ; გვერდიდან უყენებენ განიერ დანას, რომელიც ფტქენის შპონს. შპონს აშრობენ, ზომებზე სჭრიან და აგზავნიან ქარხნებში ფირფიცრების დასამზადებლად ან უშუალოდ მოსახმარებლად.

ფირფიცარი (ფანერა) ეწოდება ისეთ ფურცლოვან მასალას, რომელიც მზადდება შემოფტქენით მიღებული კენტი რაცხვის შპონის ერთიმეორეზე დაწებებით, შპონების დაწებებას აწარმოებენ ისე, რომ მეზობელი შპონის ბოჭკოები ერთიმეორას მართობული იყოს, ან. ამ შპონებს ალაგებენ ვარსკვლავისებურად. წებოს მასალად იყენებენ ალბუმინის, კაზეინის ან ბაკელიტის ფისებს.

ტექნიკაში ფართო გამოყენება აქვს აგრეთვე ბაკელიტის ფისის ფუძეზე დამზადებულ მერქნის პლასტიკურ მასალებს — ბალინიტს, ლიგნოფონს და სხვ.

× × × × თ ა ვ ი

რეზინის მასალები

რეზინის მასალებს დიდი გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობის ყველა დარგებში და მათ შორის მანქანათმშენებლობაში. ეს აიხსნება იმით რომ რეზინი ხასიათდება კარგი პლასტიკურობით, რხევების შთანთქმის კარგი უნარით, ქიმიური მედეგობით, ცვეთამედეგობით და მაოალი ელექტროგამზოლოების უნარით.

რეზინს იყენებენ თვლების კამერების და საბურავების დასამზადებლად, მილგაყვანილობებში, ელექტროსადენებისათვის, სათბობის ავზების პროტექტირებისათვის და სხვ.

§ 100. ნედლი მასალები რეზინის მისაღებად

რეზინის წარმოებაში მთავარ ნედლ მასალას კაუჩუკი წარმოადგენს. „კაუჩუკი“ ინდურად ხის ცრემლებს ნიშნავს. ამ „ცრემლებს“ იღებენ გვევიას ხის ქერქის დასერვით. მიღებულ სველ რძისებურ წვეწვს ლატექსი (ლატექსი ლათინურად სითხეს ნიშნავს) ეწოდება. ლატექსი კაუჩუკის მომრგვალებულ ნაწილაკებს შეიცავს. ეს სითხე მძრის მქავეით დამუშავებით დედდება, გამოიყოფა კაუჩუკის მსხვილი

ფიქტების მასა, რომელსაც დანარჩენი სითხიდან აცალკევებენ, აზრობენ და ასე იღებენ ბუნებრივ კაუჩუკს.

გვეყიას ხე გაშენებულია ბრაზილიაში, ინდონეზიაში, ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკაში, ცეილონზე, აფრიკაში, სამხრეთ და ცენტრალურ ამერიკაში და სხვა ქვეყნებში.

სსრ კავშირის ტერიტორიაზე გვეყია არ ხარობს, ამიტომ ადრევე გაიშალა მუშაობა, ერთი მხრივ, ბუნებრივი კაუჩუკის მომცემი მცენარეების გამოსაძებნად და მოსაშენებლად და, მეორე მხრივ, ხელოვნური (სინთეზური) კაუჩუკის წარმოების ხერხის დასამუშავებლად.

სსრ კავშირის ტერიტორიაზე აღმოჩენილ იქნა კაუჩუკისმომცემი მცენარეები, რომელთაგან ძირითადად კოკ-საგიზი იქნა მიღებული. იგი ნაპოვნია ტიან-შანის მთებში და ახლა გაშენებულია დიდ ფართობებზე.

ბუნებრივი კაუჩუკის ფერი ღია მიხაკისფერიდან მუქ მიხაკისფერამდე იცვლება. იგი წყალზე მჩატეა ($-0,92$ გ/სმ³ უდრის). კაუჩუკი წყალში არ იხსნება; იხსნება ბენზინში, ბენზოლში და სხვა აქროლად სითხეებში, რის შედეგადაც რეზინის წარმოებაში გამოსაყენებელი წებო მიიღება.

კაუჩუკი პლასტიკურია, ხასიათდება წყალ- და აირგაულწევადობით, დენგაუმტარობით; იგი სითბოსა და მშრალი ჰაერის მოქმედებით ძველდება (მყიდდება და სიმტკიცეს კარგავს), $50-70^{\circ}$ -მდე გახურებით რბილდება და წებოვანი ხდება.

ხელოვნური კაუჩუკი პირველად სსრ კავშირში იქნა მიღებული აკადემიკოს ს. ლებედევის და პროფესორ ბ. ბიზოვის მიერ. 1930 წელს იწყება ხელოვნური კაუჩუკის ქარხნების მშენებლობა. დღეისათვის ხელოვნური კაუჩუკის ჰიღებას უმთავრესად ს. ლებედევის ხერხით აწარმოებენ. ამ ხერხით ხელოვნური კაუჩუკის წარმოებისათვის საჭირო ეთალის სპირტი მიიღება სხვადასხვა იაფი ნედლეულისაგან (კარტოფალი, მერქანი, ნავთობი და სხვ.).

ს. ლებედევის ხერხით ხელოვნური კაუჩუკის მიღების პროცესი ასეთია: ეთლის სპირტს (C_2H_5OH) აორთქლებენ, ორთქლი შედის სპეციალურ აპარატში, ხდება მისი დაშლა დივინილად (C_4H_6) და სხვა პროდუქტებად ($H_2 + 2H_2O$): დივინილს აცალკევებენ დანარჩენი პროდუქტებისაგან და ახდენენ მის პოლიმერიზაციას კაუჩუკის მისაღებად. მიღებულ კაუჩუკს წყლით რეცხენ, აშრობენ, ატარებენ სატკეცში და ფურცლების სახით აწვდიან რეზინის ქარხნებს.

§ 167. რეზინის ნაერთების წარმოების ტექნოლოგია

კაუჩუკს ნაკეთობათა დასამზადებლად არ იყენებენ, რადგან, როგორც აღვნიშნეთ. ტემპერატურის მოქმედებით რბილდება და წებვადი ხდება.

კაუჩუკის გამოყენება შესაძლებელი გახდა XIX საუკუნის ორმოციანი წლებიდან, როდესაც აღმოჩენილი იქნა, რომ გოგირდთან ერთად გაცხელებული კაუჩუკი მაღალი თბომდეგობით ხასიათდება.

კაუჩუკის გოგირდთან ხურების შედეგად მიღებულ პროდუქტს რეზინი ეწოდება, თვით პროცესს — ეულკანიზაცია¹, ხოლო გოგირდს მავულკანიზებელი ნივთიერება. ეულკანიზაციის დროს ადგილი აქვს კაუჩუკისა და გოგირდის ურთიერთქიმიურ ქმედებას. კაუჩუკი, რომელიც 0,5 — 3% გოგირდს შეიცავს, რბილ რეზინს იძლევა, გოგირდის შემცველობის შემდგომი ზრდით რეზინი უფრო მავრდება, ხოლო 25% და მეტი რაოდენობის გოგირდის შემცველობით სრულიად მყარი პროდუქტი — ებონიტი მიიღება.

ებონიტს ამზადებენ წნელების, მილებისა და ფურცლების სახით, იყენებენ ელექტროტექნიკაში და ხელსაწყოების მშენებლობაში. მაღალბარისხოვანი რეზინის მისაღებად მავულკანიზებელ ნივთიერების გარდა კაუჩუკს უმატებენ შემესებებს, დამარბილებლებსა და საღებავებს, განსაზღვრული რაოდენობით და ურევენ.

რეზინის ნარევიში შემესებებს უმატებენ გაიაფებისა და მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით. მაგალითად, შემესები თუთიის ქანკეული რეზინს აძლევს გაჭიმვის დიდ წინააღმდეგობას და დიდ წაგრძელებას, აირის მური — ცვეთამდეგობას, ხოლო ცარიკი, ბარიტი, თაღი და სხვ. რეზინს აიაფებს; სპეციალურად გადამუშავებული ძველი რეზინის ან ახალი რეზინის ნარჩენები სიიაფესთან ერთად ცვეთამდეგობას მატებს და ა. შ.

დამარბილებლები (სტეარინის მყავა, პარაფინი, ვაზელინი და სხვ.) რეზინს სირბილესა და ყინვამდეგობას ანიჭებს.

საღებავებს რეზინისათვის სხვადასხვა ფერის მისაცემად უმატებენ. აღსანიშნავია, რომ ზოგჯერ საღებავი დაძველების პროცესს ანელებს.

რეზინის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი ოპერაციებია:

- კაუჩუკის მექანიკური დამუშავება;
- რეზინის ნარევის შემზადება;
- ნარევისათვის სასურველი ფორმის მიცემა;
- ეულკანიზაცია.

კაუჩუკს მექანიკური დამუშავებისათვის სჭრიან პატარა ნაწილებად, ატარებენ სპეციალური სატყეცი მანქანის ე. წ. კალანდრის (წარმოდგება ფრანგული სიტყვა „კალანდრერიდან“, რაც გაგლინვას ნიშ-

¹ ტერმინი „ეულკანიზაცია“ წარმოდგება ძველი რომაული ცეცხლის ღმერთის ეულკანის სახელიდან და აქვს არა ტექნიკური, არამედ სიმბოლური ხასიათი.

ნავს) გლინებს შორის, რის შედეგადაც კაუჩუკი რბილი, პლასტიკური ხდება.

რეზინის ნარევის შესამზადებლად რბილ კაუჩუკს უმატებენ ყველა მდგენელს, კარგად ურევენ სპეციალურ შემრეველებში, რის შედეგადაც მიიღება ერთგვაროვანი მასა — ნედლი რეზინი. იგი ადვილად იღებს სასურველ ფორმას წნევით. იმის და მიხედვით, თუ რეზინის როგორი ნაკეთების დამზადება სურთ, აწარმოებენ ნედლი რეზინის კალანდრირებას, სხვადასხვა მეთოდით დაყალიბებას და სხვ.

კალანდრირებას მიმართავენ მაშინ, როდესაც სურთ გლუვი ან სახიანი ზედაპირის მქონე რეზინის ფურცლების დამზადება. განუწყვეტელი წნეხის მეთოდით ხდება პროთაილანი რეზინის ნაკეთების მიღება, დაყალიბებით (შტამპვით) იღებენ რთული მოყვანილობის რეზინის დეტალებს (შუასადებები, საიზოლაციო სამაჯურები და სხვ.).

რეზინის უფრო რთული ნაკეთების, მაგალითად, საბურავების, მილების და სხვ. დასამზადებლად წინასწარ ამზადებენ ნედლი რეზინის ცალკეულ ფურცლებსა და ნაწილებს და აგრეთვე ტილოს ნაჭრებს რეზინის ფურცლებს შორის ჩასაყოლებლად, რის შემდეგ გარკვეული თანამიმდევრობით ერთიმეორესთან აწებებენ. ნედლი რეზინისაგან დამზადებულ ნაკეთებს საბოლოოდ ვულკანიზაციას უკეთებენ.

ვულკანიზაციისათვის ნედლი რეზინის ნაკეთს ათავსებენ საველკანიზაციო ქებაში, აცხელებენ $100-150^{\circ}$ -მდე ცხელი ჰაერით ან ორთქლით და აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე რამდენიმე წუთიდან 3 საათამდე. ასეთი სახის ვულკანიზაციას „ცხელ“ ვულკანიზაციას უწოდებენ. არსებობს კიდევ ე. წ. „ცივი“ ვულკანიზაცია, რომელსაც ასე აწარმოებენ. თხელკედლიან რეზინის ნივთებს, რომელშიც წინასწარ არ არის შერეული მავულკანიზებელი ნივთიერება, $0,5-3$ წუთის განმავლობაში უშვებენ სპეციალურ ხსნარში (S_2Cl_2 ბენზინში). ვულკანიზაციის ეს სახე ოთახის ტემპერატურაზე მიმდინარეობს.

ვულკანიზაციის შედეგად რეზინის სისალე, პლასტიკურობა, ცვეთამედეგობა, ელექტროგამხოლოების თვისება. სითბომედეგობა და ქიმიური მედეგობა მაღლდება.

რეზინის ნაკეთებს, რომლებსაც პასუხსაგებ კვანძებში აყენებენ, სისტემატურ კონტროლს უწევენ. ამისათვის რეზინის ფურცლებიდან ან ნაკეთებიდან ამოჭრიან (სტანდარტის მიხედვით) სათანადო ნიმუშებს და აწარმოებენ მათ გამოცდას გაწყვეტა-წაგრძელებაზე, დამკვლელებაზე, დაზიანებაზე, ცვეთაზე და სხვ.

რეზინის ტექნიკური პირობები. ქარხნები რეზინს უშვებენ სათანადო მარკისა და ხარისხის ჩვენებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს დანიშნულებისამებრ მათ სწორად შერჩევას. რეზინის ყველა

ნაკეთს აქვს თავისი ტექნიკური პირობები და სტანდარტები, რომელთა მოთხოვნებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ის.

ტექნიკურ პირობებსა და სტანდარტებში ნაჩვენებია: ნაკეთის ზომები და ზომებზე დაშვებები, წნევა, რომელსაც უნდა უძლებდეს მოცემული ნაკეთი (რეზინის მილები), ქსოვილებთან რეზინის შეკავშირების სიმტკიცე, გაწყვეტის სიმტკიცე, დაძველების კოეფიციენტი, ბენზოლში, გლუკოზის რეზინის წინანამატის პროცენტი და ა. შ.

რეზინის ნაკეთების შენახვის ხანგრძლივობა მოცემულია სათანადო სტანდარტებში, ტექნიკურ პირობებში და სპეციალური შენახვის ინსტრუქციებში.

რეზინის ნაკეთების შენახვისას დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობები: სათავსო უნდა იყოს ბნელი, პერის ტემპერატურა — 5—20°-მდე; ტენიანობა — 40—60%; ნაკეთები უნდა ეწყოს ფიცარნაგებზე; არ შეიძლება რეზინთან ერთად მესხვებს, ტუტეების, გამსხნელების, სათბობისა და ზეთის შენახვა; ხანგრძლივად შენახვის შემთხვევაში საჭიროა ნაკეთების გადაწყობა. სხვადასხვა რეზინის ნაკეთები სხვადასხვა მდგომარეობაში იწყობა: მაგალითად, შლანგები თარაზულად გაშლილ მდგომარეობაში, კაპერები — ფიცარნაგებზე გაშლილად, მცირედ გაბერილ მდგომარეობაში და ა. შ.; ხანგრძლივად შენახვის შემთხვევაში საჭიროა ნაკეთების გადაწყობა და ა. შ.

მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე რეზინის ნაკეთების დაწყობას. სხვადასხვა რეზინის ნაკეთები სხვადასხვა მდგომარეობაში იწყობა: მაგალითად, წელმილები თარაზულად გაშლილ მდგომარეობაში იწყობა, კაპერები — ფიცარნაგებზე გაშლილად, მცირედ გაბერილ მდგომარეობაში და ა. შ.

X X X X I ო ა ზ ი

ლაქსალეზავი, მაცივებელ-საფითი და წებოვანი მასალები

§ 106. ლაქსალეზავი

მანქანათმშენებლობაში ფართოდ იყენებენ ლაქსალეზავ მასალებს როგორც ლითონური, ისე არალითონური (მერქანი, ქსოვილი) ნაწილების დასაფარავად. დაფარვის ეს სახე ფართოდ გავრცელდა იმიტომ, რომ იგი ლითონების კოროზიისაგან დაცვის საუკეთესო საშუალებას წარმოადგენს, მერქანსა და ქსოვილს ლაქსალეზავისაგან იცავს, კონსტრუქციებს გლუვ ზედაპირს და სხვადასხვა ფენით შეღებვის საშუალებას აძლევს. ასეთი დაფარვა ადვილი და იაფია, როგორც საქარხნე, ისე საველე პირობებში.

ლაქსალებავი მასალებით დაფარვისას დასაფარავ მასალაზე უსვამენ ლაქსალებავის რამდენიმე თხელ შრეს, რომლებიც გაშრობისას მტკიცე შექიდიულობის აფსკებს წარმოქმნიან. ლაქსალებავ მასალებს ეკუთვნის ლაქები, მინანქრები, ფითხები და გრუნტები.

დაფარვის დროს პირველი შრე გრუნტია, რომლის დანიშნულებაა დასაფარავ მასალასა და ლაქსალებავით დაფარვას შორის შექიდიულობის წარმოქმნა; მეორე მომდევნო შრე ფითხია, რომელიც ზედაპირის უსწორმასწორობას ასწორებს; მესამე შრე მინანქარია, რომელიც დასაფარავ მასალას საჭირო ფერს აძლევს და მთავარ დამცავ შრეს წარმოადგენს, ხოლო მეოთხე შრე ლაქია, რომელსაც უსვამენ მინანქარს ზედაპირისათვის სიგლუვის მისაცემად.

ჩამოთვლილი ლაქსალებავი მასალები, თავის მხრივ, შედგება სხვადასხვა ნივთიერებისაგან, რომელთაგან უმთავრესია აფსკომომცემები, ე. ი. ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც დაფარვის შემდეგ დასაფარავ ზედაპირზე მშრალ, მყარ და პლასტიკურ აფსკებს წარმოქმნიან.

ლაქსალებავებს სახელი სწორედ ამ აფსკომომცემი ნივთიერების მიხედვით ეძლევა. მაგალითად, მრეწველობაში გამოყენებული ლაქსალებავებია: ზეთის ლაქსალებავები (აფსკომომცემია ზეთი); ქლორვინილისა და პერქლორვინილის ლაქსალებავები (აფსკომომცემებია ქლორვინილისა და პერქლორვინილის ფისები); ნიტროცელულოზის ლაქსალებავები (აფსკომომცემია ნიტროცელულოზის ხელოვნური ფისები).

დიდი გამოყენება აქვს ზეთის ლაქსალებავებს.

ზეთის ლაქსალებავების შემადგენელი ნივთიერებებია: ზეთები, ფისები, საღებავები, მაშრობები (სიკატივები), გამხსნელები და გამათხელებლები, ანუ განჰაზავებლები.

ზეთი, ამ საღებავების მთავარი შემადგენელი ნაწილია. საღებავებისათვის გამოიყენება წინასწარ დამუშავებული სელის, კანაფის და ტუნგოს ზეთები. უკანასკნელი მიიღება ტუნგოს ხის ნაყოფისგან, რომელიც ამიერკავკასიაში ხარობს და საუკეთესო აშრობადობით ხასიათდება.

დაუმუშავებელი ანუ, ნედლი ზეთები ლაქსალებავებისათვის გამოუსადეგარია, რადგან მათი შრობის ხანგრძლივობა 5—7 დღე-ღამეს უდრის. ამ ნაკლის გამოასწორებლად ნედლ ზეთს 130—140°-მდე ხანგრძლივად ადუღებენ. ამუშავებენ თეთრი მიწებით (მაგალითად, გუმბრინით, რომელიც მოიპოვება საქართველოში სოფელ გუმბრის მადამოებში) წყლის, საღებავებისა და ცილოვანი ნივთიერებების მოსაცილებლად და უმატებენ მაშრობ ნივთიერებებს. ასეთი დამუშავების შედეგად მიიღება ლაქსალებავებში გამოსაყენებელი სწრაფშრობადი ზეთი, რომელსაც ო ლ ი ფ ა ეწოდება.

მაშრობი ნივთიერების დანიშნულებაა ლაქსალებავის შრის

გაშრობის პროცესის დაჩქარება. მაშრობებად გამოიყენება, მაგალითად, ტყვიის, მანგანუმისა და კობალტის მარილები.

ფისი ამალებს ლაქსალეზავის სიმტკიცეს, სისალეს, ჭიმოურ მედეგობას და ბზინვარებას. იყენებენ ბუნებრივ (კანიფოლს, ასფალტს) და ხელოვნურ (გლიფტალურ) ფისებს.

ლაქსალეზავებში ფისებიდან უმეტესად გამოყენებულია კანიფოლი, იგი ნატურალური სახით ნაკლებ გამოსადეგია. ლაქსალეზავებისათვის იყენებენ კანიფოლისა და გლიცერინის ერთად ხანგრძლივი ცხელების (280—290°-მდე) შედეგად მიღებულ პროდუქტს (ეთერ-გარპიუსი). ასეთ ფისებს ღია ფერის ლაქებისა და მინანქრების წარმოებისათვის იყენებენ.

ასფალტი მიიღება ნავთობის დამუშავების შედეგად; იგი შავი ფერის მყარი მასაა, იხსნება სკიპიდარში და ცხელ ზეთში. ასფალტი გამოიყენება შავი ლაქების დასამზადებლად.

ხელოვნური ფისი გლიცერინის ორგანული შეყვებით და მუშავებით მიიღება. ასეთი ფისის საფუძველზე დამზადებული ლაქსალეზავები ჩქარა შრობით, აფსკის სიმაგრით, პლასტიკურობით და ელვარებით ხასიათდება.

შემღებავი ნივთიერებები (პიგმენტები) დაფარვას აძლევს სასურველ ფერს და აგრეთვე აუმჯობესებს აფსკის დაცვით თვისებებს. უმთავრესად იყენებენ მინერალურ პიგმენტებს. ასეთებია, მაგალითად, თუთიის თეთრა (ZnO) — თეთრი პიგმენტი, ალუმინის ჰიდრა მოვერცხლისფრო პიგმენტი, თუთიის კრონი — ყვითელი პიგმენტი, ლილა-ლურჯი. ქრომის მწვანე (ქრომის ეანგი) — მწვანე პიგმენტი, მური (აირისა და ნავთობისა) — შავი პიგმენტი, ტყვიის სურიჩი (Pb_3O_4) — წითელი პიგმენტი.

გამხსნელები გამოიყენება ლაქებისა და მინანქრების ნივთიერებათა გასახსნელად; მაგალითად, ზეთის ლაქების გამხსნელებია სკიპიდარი, ლაქის ბენზინი (უაიტსპირტი) და სხვ. სკიპიდარი მიიღება წიწვიანი ხეების ფისის გამოხდით, რომელიც კარგად ხსნის ლაქის ფისებს, ასფალტს, კანიფოლს და ეთერ-გარპიუსს; ლაქის ბენზინი კი მიიღება ნავთობის გამოხდით და იხმარება სკაპიდართან ნარევის სახით.

სათხელებლებს იყენებენ ლაქსალეზავისათვის საჭირო სიბლანტის მისაცემად; სიბლანტე კი დამოკიდებულია დაფარვის ხერხზე, მაგალითად, საკუთრებით დაფარვის დროს სიბლანტე მცირე უნდა იყოს, ხოლო ფოჩით დაფარვისას — მეტი. სათხელებლებია: სკიპიდარი, ლაქის ბენზინი, ბენზოლი და სხვ.

ლაქსალეზავებით დაფარვის პროცესის ოპერაციებია:

ობიექტის დაფარვისათვის მომზადება; ლაქსალეზავებისა და იარაღების მომზადება; დაფარვის წარმოება; საბოლოო მოპირკეთება.

ობიექტის დაფარვისათვის მომზადება გულისხმობს დასაფარავი ზედაპირების ქუქყისაგან, ცხიმებისა და კოროზიის შედეგად მიღებული პროდუქტებისაგან განთავისუფლებას.

მეორე ოპერაციაში ხდება საღებავების გაზავება, ფოჩების, საპკურებლების, საფითხებისა და სხვათა შემზადება;

მესამე ოპერაციის დროს გრუნტვას, შეფითხვას, ზედაპირების ხეხას, მინანქრებით დაფარვასა და გაკრიალებას აწარმოებენ.

ხეხვა წარმოებს როგორც შეფითხის, ისე ლაქებითა და მინანქრებით დაფარვის შემდეგ. მისი მიზანია წარმოქმნილი უსწორმასწორობის მოსპობა. ხეხვის პროცესი მექანიზებულია.

მოპირკეთება დაფარვის პროცესის უკანასკნელი პერიოდია, რომლის მიზანია დაფარვას ხეხვის შემდეგ მისცეს პრიალა სახე. გაპრიალებას სპეციალური მოწყობილობით აწარმოებენ.

თუ საჭიროა საღებავის ძველი ფენის აცლა (მაგალითად, რემონტის დროს), მაშინ ჩვეულებრივ ($CD_{ფ}$) ან სპეციალურ ($CD_{ა}$) ჩამომრეცხებზე იყენებენ $\Lambda\Phi T$ ძლიერი ჩამომრეცხია, მას იყენებენ დიდი ფართობიდან საღებავის ჩამოსარეცხად; მის ზედაპირზე დაფენას საპკურებლით აწარმოებენ. $CC-1$ მარკის ჩამომრეცხი უფრო სუსტია. ხმარობენ მცირე დაფარვის ფართობის ჩამოსარეცხად; ჩამომრეცხების წასმას ფოჩით აწარმოებენ.

§ 100. საზეთი ნივთიერებები

ძლიერი ხახუნის ლითონების გაცვეთას აჩქარებს, რითაც მათი მუშაობის ხანგრძლივობა მცირდება. ხახუნის შესამცირებლად იყენებენ საზეთავ სითხეებს. მოხახუნე ზედაპირებზე წაცხებული საზეთი სითხის შრე ამ ზედაპირებთან მოლეკულურ შექილულობაში შედის, რის გამოც მშრალი ხახუნის იცვლება საზეთი შრეების ხახუნით, ანუ სველი ხახუნით. სველი ხახუნის კოეფიციენტი 50-ჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე მშრალი ხახუნისა.

საზეთი ნივთიერებები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: საზეთის სიბლანტე უნდა უზრუნველყოფდეს მის ზედაპირზე დაკავებას და არ იწვევდეს დამატებით ხახუნს; სიბლანტე არ უნდა იცვლებოდეს ტემპერატურის ცვლით; ზეთის ფეთქების ტემპერატურა დიდი უნდა იყოს, ხოლო შესქელებისა — მცირე; საზეთი არ უნდა შეიცავდეს მინარევებსა და აგრეთვე კოროზიის გამომწვევ ტენსად და მკავეებს; საზეთი არ უნდა ორთქლდებოდეს და არ შრებოდეს.

არჩევენ მინერალური, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის საზეთ ნივთიერებებს.

მინერალური საზეთები მრეწველობაში ყველაზე გავრცელებულია, შიილება ნავთობისა და ქვანახშირისაგან, ხასიათდება სიიათვითა და ეკონომიურობით. მინერალური საზეთებია: ვაზელინი, სათითისტრე

ზეთი, სამანქანო ზეთი, საცილინდრე ზეთი, ავტოლი, სოლიდოლი, ტაოტი, ტექნიკური ვაზელინი და ა. შ.

მცენარეული ზეთებიდან საზეთებად იყენებენ ბაჰის, აბუსალათისა და სელის ზეთებს.

ცხოველურ ზეთებს ეკუთვნის თევზის, ზვიგენისა და სხვ. ცხოველების ცხიმები.

სამანქანო ზეთის მარკებია: A, M, C, Y. იყენებენ ლითონსაქრელი ჩარხების, ჭიხრახნული გადაცემების, დიდად დატვირთული მექანიზმებისა და სხვათა გაზეთვისათვის.

სათითისტრე ზეთი გამოიყენება მცირე სიმძლავრის სწრაფი სვლის ძრავებისთვის, ბურთულა- და გორგოლაქსაკისრებისათვის და სხვ.

ვაზელინს იყენებენ საკოსრებისათვის, საეკრაფი მანქანებისათვის. საკონტროლო-ს.ზომი ხელსაწყოებისათვის და სხვ.

საცილინდრე ზეთი იხმარება დიდ დატვირთვებზე მომუშავე მექანიზმებისათვის და სხვ. ავტოლს იყენებენ ავტომობილის ძრავებისათვის. შესქელებული საზეთები გამოიყენება მძიმედ დატვირთულ და მცირე სიჩქარეებით მომუშავე გადაცემებისათვის და ა. შ.

§ 170. მაცივებელ-საზეთი სითხეები

მაცივებელ-საზეთი სითხეების დანიშნულებაა, ერთი მხრივ, საჭრელი იარაღის გაცივებით მედეგობის ზრდა და დამუშავებული ზედაპირის ხარისხის გაუმჯობესება და, მეორე მხრივ, ბურბუშელის იარაღზე ხახუნის შემცირება, რომელიც, თავის მხრივ, ამცირებს სიმძლავრეს და აღიდებს ჭრის სიჩქარეს. ხეხვის დროს გაცივება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან იგი თავიდან გვაცილებს 2000°-მდე გახურებული ლითონის ნაპცეცების დეტალთან ან იარაღთან შეცხოების შესაძლებლობას.

მაცივებელ-საზეთ სითხეებს უნდა ახასიათებდეს კარგი დასველების უნარი, დიდი სითბოტევადობა და არ იწვევდეს კოროზიას.

მაცივებელ-საზეთ სითხეებს ეკუთვნის წყალი, საპნისა და სოდის წყალხსნარები, ემულსიები, ზეთი და ნავთი.

უმეტესი გამოყენება აქვს ემულსიებსა და ზეთებს (სათითისტრე, სამანქანო).

ემულსია წარმოადგენს წყალ-ზეთის რთულ სისტემას საპნისა და სოდის მცირე რაოდენობის დამატებით. ემულსიაში მინერალური ზეთის უწყვილესი წვეთები იმყოფება შეტივტივებულ მდგომარეობაში; ხასიათდება კარგი გამაცივებელი და საზეთი თვისებებით.

კუთხვილის მოსაჭრელად იყენებენ გოგირდოვან ზეთს, ხეხვისათვის ემულსიებსა და ნავთს. თუჯს, ბრინჯაოსა და თითბერს ამუშავებენ გამაცივებელი სითხის გარეშე.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ცხოველური, მცენარეული და სინთეზური წარმოშობის წებოებს.

ცხოველური წებო მზადდება ცხოველის რძის, სისხლის; ძვლისა და ტყავისაგან. მცენარეული წებო შედგება სახამებლისა და ცილოვანი ნივთიერებებისაგან. სინთეზური წებოები (ფისოვანი წებოები) მიიღება ქიმიურად სხვადასხვა ქიმიკატისაგან (ფენოლი, ფორმალინი და სხვ.). გარე სახის მიხედვით ასხეავენ თხევად ფხვნილისებურ და აფსკისებურ (ფოროვანი ქალაღი ფურცლების ან რულონის სახით, გაუღნითილი წებოთი ან ფისით) წებოს მასალებს.

ცხოველური წარმოშობის წებოებს ეკუთვნის ელატინის, კაზეინის, ალბუმინისა და სხვ. წებოები.

ელატინის წებოს მერქნის შესაწებებლად იყენებენ. ხასიათდება შეერთების შალალი სიმტკიცით, დიდი ჰიდროსკოპულობით, მცირე წყალგამძლეობითა და სოკოვანდებობით.

კაზეინის წებოს მშრალი კაზეინისაგან ლებულობენ. მშრალი კაზეინი მიიღება უცხიმო რძისაგან. კაზეინის წებო, ელატინის წებოსთან შედარებით, გარკვეული უპირატესობით ხასიათდება, მაგრამ ზემოთ აღნიშნული ნაკლოვანება მასაც ახასიათებს.

ალბუმინის წებო შედგება ალბუმინისაგან, რომელიც არსებობს ცხოველთა ს-საღში, კვერცხის ცილაში და სხვ. ამ წებოთი მიღებული შეერთება უფრო წყალგამძლეა კაზეინთან შედარებით, რის გამო ფანერის წარმოებაში იყენებენ.

მცენარეული წარმოშობის წებოებიდან აღსანიშნავია სახამებლის, ცილოვანი ცელულოზის, ეთერისა და სხვ. წებოები.

კარტოფილის, ბრინჯისა და ხორბლის სახამებლის წებოებს წყალგამძლეობა არ გააჩნიათ და იყენებენ ფანერის, ასანთისა და მუყაოს წარმოებაში.

ცელულოზის ეთერის წებო გამოიყენება ქსოვილების, ტყავეულისა და აგრეთვე ამ მასალების მერქანზე მისაწებებლად. ამათგან დიდი გავრცელება აქვს ნიტროწებოს.

სინთეზურ წებოებს იყენებენ სხვადასხვა მასალის შესაწებებლად.

თანამედროვე მანქანათმშენებლობაში დიდი გავრცელება აქვს ისეთ უნივერსალურ წებოებს, რომლებიც ლითონების, მერქნის, პლასტმასების, მარმარილოს, ქარსის, ორგანული და სილიკატური მინის, ფეტრის, ქეჩის, რეზინისა და სხვა მრავალი სახის მასალების შეწებების საშუალებას იძლევიან. ასეთია, მაგალითად, კარბოლინის წებო, რომელიც ხასიათდება შემდეგი მექანიკური თვისებებით: კუმშვის სიმ-

ტყიის ზღვარი 1000—1400 კვ/სმ². გაჭიმვის სიმტკიცის ზღვარი 170—180 კგ/სმ², სისალე 18—20.

ლითონების სიმტკიცე შეწებების დროს აღწევს 350 კგ/სმ².

X X X I I ო ა ვ ი

სილიკატური მასალები

სილიკატები არაორგანული მასალებისაგან მიიღება და ფართოდ გამოიყენება ტექნიკაში.

სილიკატური მასალებია მინა, მინაჩქარა, კერამიკული მასალები და სხვ.

§ 172. არაორგანული მინა

არაორგანული მინა მიიღება მინერალების გაღნობით და გამყარებით. მინა ამორფულია, რაც განსაზღვრავს მის იზოტროპულობას. გახურებისას განსაზღვრულ ტემპერატურულ ინტერვალში მინა რბილდება და შემდეგ გადადის თხევად მდგომარეობაში. ტემპერატურულ ინტერვალს, რომელშიც ხდება მინის დარბილება — დარბილების ინტერვალს ეწოდება. ამ ინტერვალის ქვემოთ მინა მყიდდება, რასაც გამინება ეწოდება. შესაბამისად არჩევენ დარბილების და გამინების ტემპერატურებს.

დარბილების ტემპერატურული ინტერვალის დამოკიდებულია მინის ქიმიურ შედგენილობაზე და იგი საშუალოდ 650—1000°C ზღვრებში მერყეობს, რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო მინა რბილია და მით ნაკეთობათა პლასტიკური დამუშავება ადვილია.

არაორგანული მინის კლასიფიკაცია ხდება ქიმიური შედგენილობის, დანიშნულების და სხვა ნიშნების მიხედვით.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არსებულ მინებს შორის უმეტესად გავრცელებულია ე. წ. სილიკატური მინა SiO_2 -ის ფუძეზე. თუ SiO_2 -ის შემცველობა 99,6—99,9%-ის ზღვრებში იცვლება, ეწოდება კვარცის მინა, რომელიც საუკეთესო მექანიკური თვისებებით ხასიათდება. იგი გამოიყენება ლაბორატორიული ჭურჭლის, მილების და სხვ. დასამზადებლად.

არსებობს აგრეთვე ალუმოსილიკატური (Al_2O_3 და SiO_2), ბორსილიკატური (B_2O_3 და SiO_2) და სხვ. მინები.

დანიშნულების მიხედვით მინის სახეებია: ოპტიკური, რადიაციულმდგრადი, უნამსხვრევო, განმტკიცებული, ძნელდნობადი, თბომედეგი, ქიმიურმედეგი, ელექტროსაიზოლაციო და სხვ.

ობტიკური მინა გამოიყენება ლუპების, ოკულარების, ობიექტივების და სხვ. ნაქეთობათა დასამზადებლად.

განმტკიცებული მინა ხასიათდება გაზრდილი სიმტკიცით სტატიკური და დინამიკური დატვირთვების პირობებში. იგი გამოიყენება ნაქეთობათა დასამზადებლად მანქანათმშენებლობაში, ტრანსპორტზე და სხვ.

რადიაციულ მდგრადი მინა რადიოაქტიური გამოსხივების პირობებში ინარჩუნებს თავის ობტიკურ და მაგნიტურ თვისებებს. გამოიყენება სპეციალური აპარატურისათვის. .

უნამსხვრევო მინა დინამიკური დარტყმების გავლენით იზზარება ნამსხვრევების წარმოქმნის გარეშე. გამოიყენება სატრანსპორტო მოწყობილობის შემინვისათვის.

ძნელდნობადი მინა ხასიათდება დარბილების მაღალი ტემპერატურით; თბომდეგი მინა უძლებს ტემპერატურის მკვეთრ ცვლილებებს.

ქიმიურმდეგი მინა იჩენს ქიმიურ მდგრადობას აგრესიულ ქიმიურ არეებში; ელექტროსაიზოლაციო მინას აქვს მაღალი დიელექტრიკული თვისებები; ფოროვანი მინა ხასიათდება გარკვეული ფორიანობით. მათ იყენებენ შესაფერის საექსპლორატაციო პირობებში.

მინა შემდეგი მექანიკური თვისებებით ხასიათდება.

სიკვრივე ქიმიური შედგენილობის მიხედვით 2,2—8 გ/სმ³ ზღვრებში იცვლება.

პლასტიკურობა მინას არ გააჩნია, ხოლო დრეკადობის მოდული მაღალი აქვს.

მინის გაქიმვის სიმტკიცის ზღვარი დაბალია (< 10 კგძ/მმ²), ხოლო სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე მაღალია (200 კგძ/მმ² აღწევს). მინა ძალიან მყიფეა. მინის სისალე მოოსის სკალით 5—7 ერთეულის ზღვრებში მერყეობს (მიკროსისალე 400—700 კგძ/მმ²).

მინის მექანიკურ თვისებებზე გავლენა აქვს ზედაპირის სისუფთავე და დეფექტებს. მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება შეიძლება თერმული დამუშავებით (მოწვივა და წრთობით).

მოწვა გამოიყენება ძაბვების მოსახსნელად.

წრთობისათვის მინას ახურებენ გამინების ტემპერატურის ზემოთ და შემდეგ სწრაფად აცივებენ ზეთში ან ჰაერის ჰავლში. შედეგად მინის ზედაპირზე წარმოიქმნება მკუმშავი ძაბვები, რაც აუმჯობესებს მის როგორც მექანიკურ თვისებებს ისე თბომდგრადობას.

მექანიკური თვისებები უმჯობესდება აგრეთვე მინის ფურცლების შეწებებით, მაგალითად, პოლქინილბუტაქენით. ასე მიიღება სამფენა (ტრიპლექსი) და მრავალფენიანი მინა.

§ 178. მინანქარი

მინანქარი ეწოდება ფერად მინის მსგავს გაუმჭვირვალე მასას, რომლითაც ფარავენ ლითონის საგნებს კოროზიისაგან დასაცავად ან შექცობისათვის.

მინანქარი მიიღება ლითონების ჟანგეულების (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , B_2O_3 , Na_2O და სხვ.) არჩევენ მინანქრების ორ ძირითად სახეს: გრუნტი, რომელიც დაფარვის დროს პირველ ფენას წარმოადგენს და უნდა გააჩნდეთ ლითონთან მკიდროდ შეწყობების უნარი და დამფარავი, რომლებიც ძირითადი თვისებების მატარებელი არიან.

მინანქრის მისაღებად ნედლი მასალა კვარცის ქვიშა, მინდვრის შპატი, ბორაკი, სოდა, ცარცი, ტიტანის და მაგნიუმის ჟანგეულები, კრიოლიტი და სხვ. კაზში შეაქვთ აგრეთვე საღებავები.

მინანქრის კაზმს აღნობენ $1200-1400^\circ\text{C}$ -ზე, თხევად მასას ასხამენ წყალში გრანულაციისათვის. მიღებულ ფხვნილს ფქვევენ ბურთულა წისქვილებზე და წყლის დამატებით მიიღება არაქანისებური მასა. ასეთი მასით ფარავენ ლითონის ზედაპირს, აშრობენ და ხდება ნაკეთობათა გამოწვა. შედეგად მინანქრის შრე დნება და გამყარების შემდეგ მიიღება გლუვი პრიალა ზედაპირი.

§ 179. კერამიკული მასალები

კერამიკა ეწოდება სუფთა ან მინერალურ და ორგანულ მინარევიბიანი თიხის გამომწვარ ნაკეთობებს.

კერამიკული ნაკეთობები გამოიყენებიან ყოფაცხოვრებაში სამშენებლო და სამეურნეო მასალად და ტექნიკური დანიშნულებისათვის. ამ უკანასკნელი დანიშნულებით გამოიყენება ე. წ. ტექნიკური კერამიკა, ახალი თვისებების საფუძველზე.

ტექნიკური კერამიკის მისაღებად მკირე რაოდენობის თიხის გარდა გამოიყენება სხვადასხვა ჟანგეულები Al_2O_3 , MgO , CaO და სხვ.

ტექნიკური კერამიკა ძირითადად შედგება კრისტალური და აგრეთვე ამორფული ფაზისაგან.

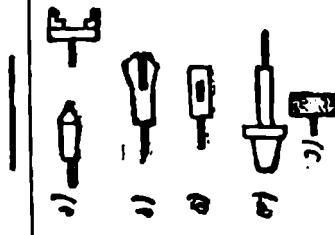
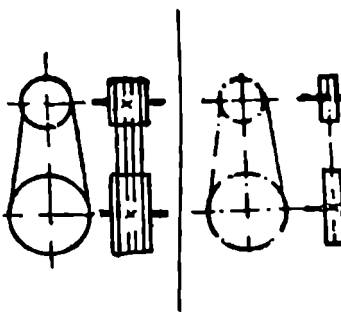
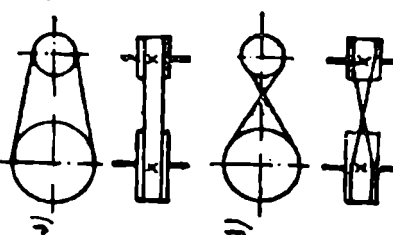
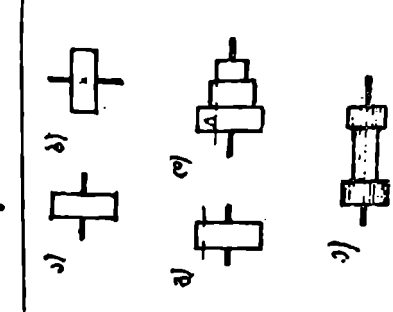
ტექნიკური კერამიკის სიმტკიცე არის გაქვივანზე $10-30$ კგ/მმ², ლუნვანზე — $10-25$ კგ/მმ², კუმშვანზე — $100-500$ კგ/მმ². გაბურებით სიმტკიცე მნიშვნელოვნად ეცემა $500-800^\circ\text{C}$ -დან.

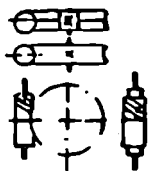
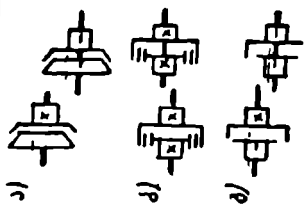
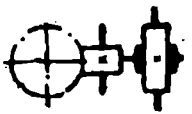
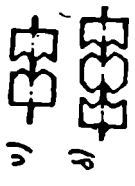



ტექნიკურ კერამიკას იყენებენ მანქანათმშენებლობაში მიკროლიტის (კორუნდი — Al_2O_3) სახით. იგი ხასიათდება მაღალი სისალით ($92-93$ HRA), ცვეთამედეგობით და თბომედეგობით, რის გამო გამოიყენება ფირფიტების სახით საჭრისებზე დასამზადებლად.

კერამიკა გამოიყენება აგრეთვე ტიგლების დასამზადებლად, ატომურ ტექნიკაში, რაკეტულ და რეაქტიულ ტექნიკაში (თბოსაიზოლაციო მასალად) და ფაიფურის სახით მაღალი ძაბვის იზოლატორების დასამზადებლად.

¹ კერამიკა ბერძნულად „კერამოს“ — თიხა, „კერამიკე“ — სამეთუნეო ხელოვნება.

ჩარხებს ამჩავენებს კინმატაჟური სქემებისათვის ძირითად ელემენტების პირობითი აღნიშვნები (გობტ 3405-55-თ)

<p>1. ლილეო</p> <p>2. შპინდელი ა) სახრაბო ჩარხის ბ) რევილვერული ჩარხის გ) საბურღი ჩარხის დ) საფრეზი ჩარხის ე) სახეხი ჩარხის</p>		<p>4. სოლდედური გადაცემა</p> <p>5. ქვეური გადაცემა</p>	
<p>3. დედური გადაცემა ა) პირდაპირი ბრტყელი დედით ბ) ქვარდინი ბრტყელი დედით</p>		<p>6. ცილინდრული კეილანა: ა) ლილეზე თავისუფლად (უქმი) ბ) ლილეზე ურუ სოგმანით გ) ლილვის გასწვრივ სოგმანზე მისრიალუ დ) ლილეზე გამოსაწევი სოგმანით ე) ორმაგი ბლოკი, მილისაზე ხისტი დამაგრებობი</p>	

<p>7. კიახანული გადაცემა</p>		<p>11. ხახუნის კურო: ა) კონუსური ბ) რგოლური გ) დისკური</p>	
<p>8. ხახუნული კბილანა გადაცემა</p>		<p>12. გუნტა კურო: ა) ერთმხრივი ბ) ორმხრივი</p>	
<p>10. კონუსური კბილანა 1—ხისტად სოგმანზე და მგრეუბით 2—მოსრილულ ლილვის გასწვრივ სოგმანზე</p>		<p>13. საქსარო: ა) სრიალის ბ) გორვის რადიალური გ) გორვის საბრკენი</p>	
		<p>14. სეულა ხრახნი ქახით</p>	

ლიტერატურა

1. ანდრიაშვილი ი. ა., «ლითონთა ტექნოლოგია», თბილისი, «განათლება», 1976.
2. ანდრიაშვილი ი. ა., «სახარატო საქმე», თბილისი, «განათლება», 1964.
3. ანდრიაშვილი ი. ა., «საზეინკლო საქმე», თბილისი, «განათლება», 1963.
4. ანდრიაშვილი ი. ა., «ლითონების დამუშავება», თბილისი, «განათლება», 1988.
5. გიორგიძე ე. გ. ჭანელიძე ი. შ., «ლითონთა ტექნოლოგია», თბილისი, «განათლება», 1977.
6. თავაძე ფ. ნ., მემკარაიაშვილი შ. ვ., «ლითონთა ტექნოლოგია», თბილისი, «განათლება», 1970.
7. Арзамасов В. Н., Сидоров И., Косолапов Г. Ф., «Металловедение», М., «Машиностроение», 1986.
8. Безрученко И. И., Зубцов М. Е., Балахница Л. И., «Обработка металлов давлением», «Машиностроение», 1967.
9. Брыцких Е. А., «Технология пластических масс», Л. «Химия», 1974.
10. Гуллев А. П., «Металловедение», М., «Металлургия», 1966.
11. Казакон Н. Ф., Осокин А. М., Шипков А. И., «Технология металлов и других конструкционных материалов», М., «Металлургия», 1976.
12. Кнозоров Б. В., Усова Л. Ф., Тьяков А. В. и др. «Технологии металлов», М., «Металлургия», 1976.
13. Лахти Ю. М. «Металловедение и термическая обработка металлов», М., «Металлургия», 1976.
14. Николаев Г. А., Ольшанский Н. А., «Специальные методы сварки», М., «Машиностроение», 1976.
15. Пронс Г. А., Салогуб Н. А., Рожяцкий И. А. и др., «Технология конструкционных материалов», Киев, «Вяща Школа», 1984.
16. Орлов Б. Л., «Технология и оборудование контактной сварки», М., «Машиностроение», 1975.

ს ა რ ა ჯ ე ბ ი

შესავალი	3
პირველი განყოფილება — მეტალურგია	6
I თავი. თუჯის წარმოება	6
§ 1. შავი ლითონების დახასიათება და მოკლე ისტორიული ცნობები	6
§ 2. თუჯის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა	7
§ 3. რკინის მადანი	0
§ 4. სათბობი	10
§ 5. მდნობი	11
§ 6. ცეცხლგამძლე მასალები	12
§ 7. ბრძმედი	12
§ 8. ბრძმელის პროცესი	15
§ 9. თუჯის ჩამოსხმა	17
§ 10. ბრძმელის პროცესის პროდუქტები	18
II თავი. ფოლადის წარმოება	20
§ 11. ფოლადის მიღების არსი და ხერხები	20
§ 12. ფოლადის მიღება ჟანგბადის კონვერტერში	21
§ 13. ფოლადის მიღება მარტენის ღუმელში	23
§ 14. ფოლადის მიღება ელექტროღუმელში	26
§ 15. მაღალხარისხოვანი ფოლადის წარმოების ახალი მეთოდები	29
§ 16. ფოლადის ჩამოსხმა	30
III თავი. ფერადი ლითონების წარმოება	35
§ 17. სპილენძის წარმოება	35
§ 18. ალუმინის წარმოება	39
§ 19. ტიტანის წარმოება	40
მეორე განყოფილება — ლითონმცოდნეობა	42
IV თავი. ლითონების აგებულება და მათი ანალიზის მეთოდები	42
§ 20. ლითონების კრისტალური აგებულება	42
§ 21. სუფთა ლითონის დაკრისტალების კრიტიკული წერტილები	45
§ 22. ლითონების ანალიზის ფიზიკური მეთოდები	48
V თავი. ლითონთა თვისებები და მათი გამოცდის მეთოდები	52
§ 23. ლითონთა თვისებები	52
§ 24. გაკიშვაზე გამოცდა	53
§ 25. დარტყმაზე გამოცდა	57
§ 26. სისალეზე გამოცდა	58
§ 27. დაღლილობაზე გამოცდა	62
§ 28. ტექნოლოგიური გამოცდები	63
VI თავი. ძირითადი ცნობები შენადნობთა შესახებ	66
§ 29. წარმოდგენა შენადნობის შესახებ	66
§ 30. ორკომპონენტური შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის ცნება და აგების პრინციპი	68
§ 31. შენადნობთა მდგომარეობის I ტიპის დიაგრამა	72
§ 32. შენადნობთა მდგომარეობის II ტიპის დიაგრამა	75
§ 33. შენადნობთა მდგომარეობის III ტიპის დიაგრამა	76
§ 34. შენადნობთა მდგომარეობის IV ტიპის დიაგრამა	78
VII თავი. რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა	79
§ 35. რკინა-ნახშირბადის დახასიათება და შენადნობთა სტრუქტურული შემდგენები	80
§ 36. რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამის თანამედროვე სახე	82
VIII თავი. ნახშირბადოვანი ფოლადები	87
§ 37. შინარეების გავლენა ფოლადზე	87

§ 38. საკონსტრუქციო და სიიარალო ნახშირბადოვანი ფოლალები	88
I X თ ა ე ი. თუჯი	90
§ 39. თეთრი თუჯი	90
§ 40. რუხი თუჯი	91
§ 41. კედადი თუჯი	93
X თ ა ე ი. ფოლადის თერმული დამუშავება	95
§ 42. ფოლადის თერმული დამუშავების თეორიული საფუძვლები	95
§ 43. მოწვა და ნორმალიზაცია	99
§ 44. ფოლადის წრობა	104
§ 45. ფოლადის მოშვება	111
§ 46. ფოლადის თერმული დამუშავების სხვა სახეები; თუჯის თერმული დამუშავება	113
X I თ ა ე ი. ფოლადის ქიმიურ-თერმული და თერმომექანიკური დამუშავება	115
§ 47. დანახშირბადიანება (ცემენტაცია)	115
§ 48. დაზოტება	118
§ 49. დაციანება და დიფუზური დალითონება	119
§ 50. ფოლადის თერმო-მექანიკური დამუშავება	122
§ 51. თერმული საამქროს მოწყობილობანი	122
X I I თ ა ე ი. ლეგირებული ფოლადი	124
§ 52. მლეგირებული ელემენტების ურთიერთობა რკინასა და ნახშირბადთან	125
§ 53. ლეგირებული ფოლადების კლასიფიკაცია და ნიშანდება	126
§ 54. საკონსტრუქციო ლეგირებული ფოლადები	128
§ 55. სიიარალო ლეგირებული ფოლადი	129
§ 56. სწრაფშქრელი ფოლადი	130
§ 57. განსაკუთრებული თვისებების ფოლადები	132
X I I I თ ა ე ი. ფხვნილთა მეტალურგია	134
§ 58. სალი ლითონკერამიკული შენადნობები	134
§ 59. საკონსტრუქციო ლითონკერამიკული მასალები	135
X I V თ ა ე ი. ფერადი ლითონების შენადნობები	137
§ 60. ალუმინი და მისი შენადნობები	137
§ 61. მაგნიუმი და მისი შენადნობები	141
§ 62. სპილენძი და მისი შენადნობები	142
§ 63. ანტიფრიქციული (სასაკისრე) შენადნობები	146
§ 64. ტიტანი და მისი შენადნობები	147
X V თ ა ე ი. ლითონებს კოროზია და მასთან ბრძოლის მეთოდები	149
§ 65. კოროზიის სახეები	149
§ 66. კოროზიისთან ბრძოლის მეთოდები	152
შეხამე განყოფილება — სამსხმელო წარმოება	156
§ 67. ზოგადი ცნობები; სხმულის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ელემენტები	156
X V I თ ა ე ი. მოდელის კომპლექტი და საყალიბე მასალები	158
§ 68. მოდელის კომპლექტი	158
§ 69. საყალიბე და საკოპე ნარეუები	163
§ 70. საყალიბე და საკოპე ნარეუების მომზადება	164
X V I I თ ა ე ი. დაყალიბება	166
§ 71. ხელით დაყალიბება	166
§ 72. თარგული დაყალიბება	170
§ 73. მანქანური დაყალიბება	171
§ 74. სასხმთა სისტემა	174
§ 75. კოპების დამზადება	175
§ 76. ყალიბებისა და კოპების შრობა და აწყობა	176
X V I I I თ ა ე ი. სამსხმელო მასალები და ლუმელები	177
§ 77. სამსხმელო მასალები	177
§ 78. საკაზმე მასალები თუჯის სხმულებისათვის და კაზმის შედგენა	178
§ 79. სამსხმელო წარმოების სადნობი ლუმელები	179

X I X	თ ა ვ ი. სხმულების მიღება	182
§ 80.	ყალიბებში ჩასხმა, სხმულების ამოყრა და გაწმენდა	182
§ 81.	სხმულის წუნის სახეები და მიზეზები	184
X X	თ ა ვ ი. ჩამოსხმის სპეციალური მეთოდები	186
§ 82.	ჩამოსხმა ლითონის ყალიბებში (კოკილსხმული)	187
§ 83.	წნევით ჩამოსხმა	189
§ 84.	ცენტრიდანული ჩამოსხმა	191
§ 85.	გამოსადნობი მოდელების საშუალებით ზუსტი სხმულის მიღება	192
§ 86.	ქერქოვან ყალიბებში ჩამოსხმა	194
§ 87.	უკუქუთით შეწოვის მეთოდით სხმულის მიღება	195
	მეოთხე განყოფილება — ლითონის წნევით დამუშავება	196
X X I	თ ა ვ ი. ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია	197
§ 88.	ცივი ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია რეკრისტალიზაცია	197
§ 89.	დეფორმირებული ლითონის რეკრისტალიზაცია	199
§ 90.	ცხელი ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია	201
§ 91.	ფოლადის ნაშაადების გახურების რეჟიმო წნევით დამუშავების დროს	202
X X I I	თ ა ვ ი. გლინვა	204
§ 92.	ზოგადი ცნობები	204
§ 93.	გლინვის პროცესი	205
§ 94.	საგლინავი ღვანი	208
§ 95.	გლინვის ტექნოლოგიური პროცესი და (წუნი გლინვის დროს)	212
X X I I I	თ ა ვ ი. წნება და ადიდვა	214
§ 96.	წნების პროცესი, მეთოდები და დანიშნულება	214
§ 97.	ადიდვის პროცესი, იარაღები და მოწყობილობა	217
X X I V	თ ა ვ ი. თავისუფალი ჰედვა	219
§ 98.	ზოგადი ცნობები	219
§ 99.	თავისუფალი ჰედვის იარაღები	221
§ 100.	თავისუფალი ჰედვის სამუშაოები	222
§ 101.	სამჰედლო უროები და წნეხები	225
§ 102.	ჰედვისათვის ნაშადის ზომების გაანგარიშება	229
X X V	თ ა ვ ი. შტამპვა	231
§ 103.	ზოგადი ცნობები	231
§ 104.	ნაშტამპის კონსტრუქციის შერჩევა; ნახაზის შედგენა და ნაშადის წონისა და ზომების გაანგარიშება	235
§ 105.	მოწყობილობა შტამპვისათვის	237
§ 106.	ფურცლოვანი შტამპვა	241
	მეხუთე განყოფილება — საშემსრულებლო წარმოება	247
X X V I	თ ა ვ ი. ზოგადი ცნობები შედუღების შესახებ	247
§ 107.	შედუღების არსი და ლითონების შედუღებადობა	247
§ 108.	შედუღების სახეობათა კლასიფიკაცია	248
§ 109.	შენადუღი შეერთების ტიპები, შენადუღი ნაყერების სახეები	250
X X V I I	თ ა ვ ი. ლითონების აირული შედუღება და ჰრა	252
§ 110.	აირული შედუღება, აირები შედუღებისათვის	252
§ 111.	აყტილენურ-ჟანგბადური შედუღების აღი	253
§ 112.	აყტილენურ-ჟანგბადური შედუღების აპარატურა	255
§ 113.	აირული შედუღების ტექნიკა და ტექნოლოგია	261
§ 114.	აირული ჰრა	264
X X V I I I	თ ა ვ ი. ლითონების ელექტრორკალური შედუღება და ჰრა	260
§ 115.	ელექტრორკალური შედუღების სახეები	268
§ 116.	ელექტრორკალის ცნება, ანთება და წვა	270
§ 117.	ელექტრორკალური საშემდუღებლო აპარატურა	272
§ 118.	ელექტროდები	273
§ 119.	ხელით რკალური შედუღების ტექნიკა და ტექნოლოგია	275
§ 120.	ხელით რკალური შედუღების პროგრესული მეთოდები	277
§ 121.	შედუღების ახალი მეთოდები	279
§ 122.	ლითონების ელექტრორკალური ჰრა	282

§ 123. ლითონების რკალური შედუღება დამკველ გარენოში	283
§ 124. აირულექტრული შედუღება	284
§ 125. ავტომატური რკალური შედუღება	286
X X I X თ ა ვ ი. ელექტრო-ტაქტური შედუღება	288
§ 126. ზოგადი ცნობები	288
§ 127. წერტილოვანი შედუღება	289
§ 128. გორგოლაქოვანი შედუღება	290
§ 129. ელექტროკონტაქტური პირაპირი შედუღება	292
X X X თ ა ვ ი. შენადული შეერთებების ნაკლოვანებები და მათი შემო- წმენის მეთოდები	294
§ 130. შენადული შეერთებების ნაკლოვანებები	294
§ 131. შენადული შეერთებების მეთოდები	296
§ 132. საშემდუღებლო წარმოების უსაფრთხოების ტექნიკის შესახებ	298
X X X I თ ა ვ ი. რჩილვა	299
§ 133. რჩილის არსი და გამოყენება.	299
§ 134. რჩილის სახეები	299
შეიქვსე განყოფილება — ლითონების კრით დამუშავება	303
X X X I I თ ა ვ ი. ლითონის კრით დამუშავების საფუძვლები	303
§ 135. კრით დამუშავების ძირითადი სახეები	303
§ 136. საკრისი, საკრისების კლასიფიკაცია	304
§ 137. საკრისის კუთხეები	308
§ 138. კრის ელემენტები და საცალო დრო ჩარხვის შემთხვევაში	310
X X X I I I თ ა ვ ი. მოკლე ცნობები დაშვებებისა და ჩასმების შესახებ	316
§ 139. დამუშავების სიზუსტე და დაშვებები	316
§ 140. ჩასმები და დაშვებების სისტემები	318
§ 141. ზედპირის სისუფთავე	323
§ 142. გადაკემები და გადაკემათა ფარდობები	325
X X X I V თ ა ვ ი. ლითონსაჭრელი ჩარხების ამძრავები	325
§ 143. კრის მოძრაობის ამძრავები	328
§ 144. მიწოდების მოძრაობის ამძრავი მექანიზმები	332
X X X V თ ა ვ ი. ლითონსაჭრელი ჩარხები	335
§ 145. ლითონსაჭრელი ჩარხების კლასიფიკაცია	335
§ 146. სახარტო ჯგუფის ჩარხები	335
§ 147. საბურღი ჯგუფის ჩარხები	345
§ 148. საფრეზი ჯგუფის ჩარხები	349
§ 149. სარანდი და საწელავი ჯგუფის ჩარხები	358
§ 150. სახეხი ჯგუფის ჩარხები	362
X X X V I თ ა ვ ი. ლითონების საზეინკლო დამუშავება. საზეინკლო და- მუშავების ძირითადი სახეები	369
§ 152. ლითონის დამუშავების ელექტრული მეთოდები	369
§ 153. ლითონის ელექტრულ-ნაპერკლური დამუშავება	376
§ 154. ლითონის ანოდურ-მექანიკური დამუშავება	377
X X X V I I თ ა ვ ი. მექანიკური დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი	378
§ 155. ტექნოლოგიური პროცესის ძირითადი ცნებები	378
§ 156. წარმოების ტიპები და საწარმოო პროცესების ორგანიზაცია	380
§ 157. ტექნოლოგიური პროცესის დოკუმენტაცია	381
ზეშვიდე განყოფილება — არალითონური მასალები	384
X X X V I I I თ ა ვ ი. პლასტიკური მასები	385
§ 158. პლასტიკური მასების როლი ტექნიკაში	384
§ 159. პლასტმასების შემადგენელი ნაწილები	385
§ 160. პლასტიკური მასების სახეები და მათი დახასიათება	387
§ 161. პლასტმასების თვისებები	390
§ 162. პლასტმასის დეტალების დამზადების ძირითადი მეთოდები	394

X X X I X თ ა ვ ი. ხის მასალა	399
§ 163. ზოგადი ცნობები	399
§ 164. ხის აგებულება	400
§ 165. შერჩენის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მათი განსაზღვრის მეთოდები	401
X X X X თ ა ვ ი. რეზინის მასალები	379
§ 166. ნედლი მასალები რეზინის მისაღებად	403
§ 167. რეზინის ნაკეთების წარმოების ტექნოლოგია	404
X X X X I თ ა ვ ი. ლაქსაღებავი, გამაცოფებელ-საზეთი და წებოვანი მასალები	407
§ 168. ლაქსაღებავები	407
§ 169. საზეთი ნივთიერებები	410
§ 170. მაცოფებელ-საზეთი სითხეები	411
§ 171. წებოვანი მასალები	412
X X X X I I თ ა ვ ი. სილიკატური მასალები	417
§ 172. არაორგანული შინა	417
§ 173. შინანქარი	415
§ 174. კერამიკული მასალები	415

Андрнашвили Иосиф Адамович

ТЕХНОЛОГИЯ МЕТАЛЛОВ

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

(На грузинском языке)

რედაქტორი ი. გოგუაძე
მხატვრული რედაქტორი ო. მესხია
ტექნორედაქტორი რ. გოგიშვილი
უფრ. კორექტორი ლ. კობახიძე
კორექტორი ე. გაფრინდაშვილი

ИБ № 1969 Учебное издание для техникума

გადაეცა ასაწყობად 11.03.87 წ. ხელმოწერილია დასაბუქლად 26.09.88 წ: ქალაქ ზომა 60×90¹/₁₆. საბუქლი ქალაქი №2. გარნიტურა ვენა. ბუქლევა მალაქ ნაბუქლი თაბახი 26.5. პირობითი სალუბუგატარება 26,63. სალრ-საგამომუქმლ თაბახი 24,42. უე 12118 ტირაჟი 1000 შუეჟ. № 9962.

ტასი 90 კაჟ.

გამომუქმლობა „განათლება“. თბილისი, ორჯონიკიძის ქ. № 50.
Издательство «Ганатлеба», Тбилиси, ул. Орджоникидзе № 50.
1988

საქართველოს სსრ გამომუქმლობათა, პოლიგრაფიისა და წიგნის ვაქრობის საქმეთ სახელმწიფო კომიტეტის ქუთაისის პოლიგრაფიული საწარმოო გაერთიანება ქ. ქუთაისი, ო. კაეკაეაძის პროსპექტი, 33.

Кутаисское полиграфическое производственное объединение
Государственного комитета по делам издательства, полиграфии и
книжной торговли Грузинской ССР
г. Кутаиси, пр. И. Чавчавадзе, 33,