

ა ნ ზ ო რ ღ ა შ ხ ი ა

ნედლეულისა და სამრეწველო მასალების
საკონდემცოდნეობა
ლიონები და ლიონის ნაწარმი
ნაწილი I
(ლექციების კურსი)

34.22

669.I

№ 319

ლექციების კურსი შედგენილია უმაღლესი სასწავ-
ლებლების მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების ეკონომი-
კის სპეციალობის პროგრამის მიხედვით. მასში მოცემულია
ლიონმშობლების საფუძვლები, დახასიათებულია შავი და
ფერადი ლიონებისა და მათი შენადნობების მიღება, ძვი-
სებები, გამოყენება. განხილულია ლიონური ნაწარმის
ასორტიმენტი, ნიშანდება, შეფუთვა, შენახვა.

ლექციების კურსი განკუთვნილია მატერიალურ-ტექ-
ნიკური მომარაგების ეკონომიკისა და დაგეგმვის სპეცია-
ლობის სტუდენტებისათვის.

რედაქტორი დოც. მ. ჯაში

რეცენზენტები: დოც. მ. ჩარქეიშვილი

დოც. ნ. ბენდუქიძე

© თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 1988.

Л-3403010000
M 608(06)-88

თავი I

ლიონმცოდნეობისა და შენადნობების თერ-
მული დამუშავების საფუძვლები

§ I. ლიონის მასალების მნიშვნელობა

სსრკ სახალხო მეურნეობაში და

მათი კლასიფიკაცია

ლიონს თანამედროვე ტექნიკაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს სიმტკიცის, სისაღის, პლასტიკურობის, კოროზიამდებელობის, თერმომდებელობის, მაღალი ელექტრული გამტარობისა და სხვა თვისებების გამო.

ჩვენი ქვეყნის სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგს ლიონს აწვდის სამამულო შავი და ფერადი მეტალურგია. მეტალურგია, როგორც ინდუსტრიის საბაზო დარგი, განმსაზღვრედ როლს ასრულებს ქვეყნის სახალხო მეურნეობის განვითარებაში,

რამდენადაც მეტ ლიონს ვაწარმოებთ, იმდენად მეტი გვექნება დაზგა, მანქანა, ტრაქტორი, სხვადასხვა სახის კონსტრუქცია, ელექტრომომწყობილობა, სახალხო მოხმარების საგნები და ა.შ.

ლიონის რაციონალურმა გამოყენებამ დაარქარა ქვეყნის მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი, გაზარდა სახალხო მეურნეობაში ახალი ტექნიკის დანერგვის მასშტაბი, აამაღლა წარმოების ტექნიკური დონე.

სკკპ და მთავრობა, ითვალისწინებს რა იმას, რომ ლიონების წარმოების მდგომარეობა ბევრად განსაზღვრავს

ქვეყნის ეკონომიკური პოტენციალის განვითარებას, დიდ ყურადღებას. აქცევს მეტალურგიის განვითარებას.

შავი მეტალურგიის პროდუქციის ძირითადი სახეების წარმოების დინამიკა სსრკ სახალხო მეურნეობის განვითარების მე-11 ხუთწლიელში შემდეგნაირი იყო.

შავი მეტალურგიის პროდუქციის ძირითადი სახეების წარმოება /ათას ტონაში/

ცხრილი № I

წლები	თუჯი	ფოლადი	მზა ნაგლინი	ფოლადის მიღები მილ. მეტრში
1981	107766	148445	102969	2640
1982	106723	147165	102306	2590
1983	110453	152514	106443	2711
1984	110893	154238	107299	2738
1985	110000	155000	108000	2747

მეთერთმეტე ხუთწლიელში მნიშვნელოვნად გაფართოვდა და გაიზარდა მზა ნაგლინის პროდუქციის სტრუქტურა. განსაკუთრებული ყურადღება მიექცა ნაგლინის ეკონომიკური სახეების წარმოებას, კერძოდ, 13%-ით გაიზარდა მცირედ ღირებულ ფოლადის ნაგლინის წარმოება. 17%-ით განმტკიცებული, ძირითადად დამუშავებული ნაგლინისა, 35%-ით უფრო ნაგლინი ფურცლისა.

შავი ლითონების ნაგლის წარმოება სას-
ების მიხედვით /ათასი ტონა/

ცხრილი № 2

ნაგლის სახე	წ ლ ბ ი				
	1981	1982	1983	1984	1985
მზა ნაგლი-					
ნი	102969	102306	106443	107299	108274
მამ შორის:					
ხარისხული					
ნაგლი	59199	58571	61647	62257	62782
ფურცლოვანი					
ნაგლი	43017	43019	44028	44288	44747

როგორც ცხედავთ, მეთერთმეტე ხუთწლეულში მნიშვნე-
ლოვნად გაიზარდა შავი მეტალურგიის ძირითადი პროდუქ-
ციის წარმოება და ამით საფუძველი შეიქმნა მეთერთმეტე
ხუთწლეულში ჩვენი ქვეყნის მძიმე მრეწველობის სახალხო
მეურნეობის ეკონომიკის შემდგომ ზრდას.

მეთერთმეტე ხუთწლეულში 1990 წლისათვის გაძვირდა
მზა ნაგლის გამოშვება 116-119 მილიონ ტონამდე გაუმ-
ჯობესდება ლითონპროდუქციის სტრუქტურა. უზრუნველყოფი-
ლი იქნება 50 მილიონი ტონა ფურცლოვანი ნაგლის, 20-
21 მილიონი ტონა მცირედ ლეგიტირებული ფლადის ნაგლი-
სა და 15-16 მილიონი ტონა გასამტკიცებლად დასამუშავე-

ბელი ნაგლინის წარმოება. გაფართოვდება ნავთობის, გაზ-სადენი და საქარბნო ანტიკოროზიული დანაფარიანი სორტამენტის მიღების, ლითონის ნაკეთობათა წარმოება, ათვისებული იქნება 500-მდე ახალი პროფილის ნაგლინის გამოშვება.

ქვეყნის სახალხო მეურნეობის განვითარებაში ასევე უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერად მეტალურგიას. უპირატესი ტემპით განვითარდება სამადნე ბაზა, ალუმინის, ვოლფრამმოლიბდენის, იშვიათი ლითონებისა და კალის მრეწველობა და ლითონის ფხვნილების წარმოება, ათვისებული იქნება 300-მდე ახალი სახეობის ნაკეთობათა გამოშვება. საერთოდ, ფერადი ლითონების გამოშვება გაიზრდება სულ ოცთა 2 მილიონ ტონამდე. უზრუნველყოფილი იქნება 35% სპილენძის, ტყვიისა და ნიკელის წარმოება რესურსდამზოგველი ავტოგენური პროცესების გამოყენებით. შესამჩნევად გაიზრდება თუთიის, ტყვიის, ტიტანის, მაგნიუმის, ალუმინისა და მათი შენადნობების წარმოება.

მეტალურგიული წარმოების პროდუქციას წარმოადგენს სუფთა ლითონები ან ლითონთა შენადნობები.

ლითონები და შენადნობები, მათი თვისებებიდან გამომდინარე, შეიძლება დაჯგუფდეს გარეგნული სახის, დანიშნულების, ღნობის ტემპერატურის, სიმკვრივის, ქიმიური აქტიურობისა და სხვა ნიშნის მიხედვით. ტექნიკაში ფართოდ დამკვიდრდა ლითონთა ტექნიკური კლასიფიკაცია,

რის მიხედვით ლითონები და მათი შენადნობები იყოფა სამ ჯგუფად:

1. შავი ლითონები-რკინა და მისი შენადნობები: ფოლადი და თუჯი.

2. გარდაშავალი ლითონები-ქრომი და მანგანუმი /მეტალურგიის ცალკე დარგად არის გამოყოფილი ფეროშენადნობთა-ფეროქრომის, ფერომანგანუმის, ფეროსილიციუმისა და სხვათა წარმოება/.

3. ფერადი ლითონები- ამ ჯგუფში შედის ყველა სხვა დანარჩენი ლითონი.

ბოლო ხანებში მეტად გავრცელებულია ლითონებისა და მათი შენადნობების დაყოფა ორ დიდ ჯგუფად: შავი ლითონები და ფერადი ლითონები. შავი ლითონები ხასიათდება მუქი რუხი ფერით, აქვს დიდი სიმკვრივე და სიმკვრივე, დნობის მაღალი ტემპერატურა, უმეტეს შემთხვევაში ისინი ხასიათდებიან პოლიმორფიზმით. ფერად ლითონებს უმეტესად ახასიათებს სპეციფიკური ფერი (წითელი, ყვითელი, თეთრი). აქვს მაღალი პლასტიკურობა, შედარებით მცირე სიმკვრივე, დნობის დაბალი ტემპერატურა. სიმკვრივის მიხედვით ფერადი ლითონები ჯგუფდება მსუბუქ და მძიმე ლითონებად. მსუბუქი ჯგუფის ლითონებს, რომელთა სიმკვრივე არ აღემატება 5000 კგ/მ^3 , ეკუთვნის მაგნიუმი, ალუმინი, ტიტანი; მძიმე ჯგუფის ლითონებს, რომელთა სიმკვრივე აღემატება 5000 კგ/მ^3 , ეკუთვნის სპილენძი, კალა, ტყვია, თუთია, კადმიუმი, ცოლფრამი, პლატინა; დნობის ტემპერატურის ნიშნის მიხედვით ლითონები იყოფა

ძნელდროშად და ადვილდროშად ლითონებად. ძნელდროშადს ეკუთვნის ლითონები, რომელთა ღირებულება ტემპერატურა ადგილობრივად რკინის ღირებულებას (1539°C). ამ ჯგუფში შედის ფოლადში, სპილენძი, მოლიბდენი, ტიტანი; ადვილდროშას ეკუთვნის: კალა, ტყვია, თუთია, მაგნიუმი, ალუმინი; ქიმიური აქტივობის (დატანგვის) მიხედვით ლითონებს უყოფენ კეთილშობილ და ჩვეულებრივ ლითონებად. კეთილშობილი ლითონებისათვის დამახასიათებელია მაღალი ქიმიური მდებარეობა და ზედაპირული დამუშავების შემდეგ კარგი გარეგანი სახე. ამ ჯგუფს ეკუთვნის ვერცხლი, ოქრო, პლატინა, ესენი ძირითადად ბუნებაში მოპოვებულია თვითნაბადის სახით; ჩვეულებრივი ან არაკეთილშობილი ლითონები ადვილად იჟანგება და იცვლის გარეგნულ სახეს. ესენია: რკინა, სპილენძი, ალუმინი, თუთია და სხვ. ეს ელემენტები ბუნებაში იწყობება ბუნებრივ ქიმიური შენაერთების სახით მთის ქანებში. სისუფთავის ხარისხის მიხედვით ლითონებს უყოფენ იქნეს ქვე ჯგუფად. პირველ ქვეჯგუფს (მაღალი სისუფთავის) აკუთვნებენ ლითონებს, რომლებიც შეიცავენ მინარევებს I-დან 5%-მდე; მეორე ქვეჯგუფს (საშუალო ტექნიკური სისუფთავის, - 0,1-დან 1 %-მდე; მესამე ქვეჯგუფს (გაზრდილი სისუფთავის) - 0,01-დან 0,1% -მდე; მეოთხე ქვეჯგუფს (მაღალი სისუფთავის) - 0,001-დან 0,01 %-მდე; მეხუთე ქვეჯგუფს (განსაკუთრებულად სისუფთავის) - 0,0001-დან 0,001% -მდე); მეექვსე ქვეჯგუფს /ზისუფთა ლითონები) - მინარევების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,000001% .

ასევე დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ლითონ-
თა შენადნობების - თუჯის, ფოლადის, სპილენძის შენად-
ნობების, ალუმინის შენადნობების შიდაჯგუფურ კლასიფი-
კაციას წარმოების წესის, დანიშნულების, ქიმიური შე-
მადგენლობისა და სხვათა ნიშნების მიხედვით.

§ 2. ლითონებისა და შენადნობების აგებულება და მათი კლასიფიკაცია

ცნება ლითონი შედარებითია. ქიმიური გაგებით ლი-
თონებს ისეთი ქიმიური ელემენტი მიეკუთვნება, რომელთა
თანგეულები ფუძე თვისებების მატარებელია; მაგრამ
აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ისეთი ლითონები, როგორცაა
ტყვია, კალა; ალუმინი ამფოტერული თვისებისაა. ფიზიკუ-
რი გაგებით კი ლითონებისათვის დამახასიათებელი უნდა
იყოს გარეგნული ბზინვა, ჭედალობა, მაღალი თბო და
ელექტროგამტარობა. ტექნოლოგიური თვალსაზრისით კი უნ-
და შექონდეს ლითონებს ჩამოსხმის, ჭედვის, დაწნევის,
გლინვის, გამოწევის, ტვიფრის და სხვა ზემოქმედების
უნარი. მაგრამ ზოგიერთი ლითონი ყველა ამ პირობას ვერ
აკმაყოფილებს, ამიტომ ტექნიკურ ლიტერატურაში ლითონ-
ებს სხვადასხვანაირად განსაზღვრავენ.

ლითონები არაორგანული მარტივი ნივთიერებებია,
რომლებსაც ახასიათებს მაღალი ელექტრო და თბოგამტარო-
ბა, ელექტროგამტარობის უარყოფითი ტემპერატურული კოე-
ფიციენტი, ელექტრომაგნიტური ტალღების არეკვლის კარ-
გი უნარი (ბზინვა და გაუმჭვირვალობა), პლასტიკურობა.
ლითონებს მყარ მდგომარეობაში კრისტალური აგებულება

აქცს. ორთქლისებერ მდგომარეობაში ღიოთნები ერთატომი-
ანია. ატომი შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც დადები-
თად დამუხტული ბირთვი, რომლის ირგვლივ, გარკვეულ
ენერგეტიკულ შრეებზე, მოძრაობს უარყოფითად დამუხტუ-
ლი ნაწილაკები - ელექტრონები. ღიოთნებში ელექტრონთა
რაოდენობა სამი ან სამზე ნაკლებია. ღიოთნის ატომი
ადვილად კარგავს ამ ელექტრონებს და იქცევა დადებით
იონად, სწორედ ღიოთნის ატომები წარმოქმნის ღიოთნურ
ნივთიერებებს. ატომებიდან გამოყოფილი ეს ელექტრონე-
ბი, რომლებიც უკვე არ არიან კავშირში ატომთან, ბევ-
რად თუ ნაკლებად თავისუფლად გადაადგილდებიან ღიო-
თნურ სხეულში და სწორედ ამ თავისუფალი ელექტრონების
მდგომარეობითაა გამოსწვეული ღიოთნთა მაკადრი ელექტრო
და მბონამტარობა, ასევე სხვა თვისებებიც.

ყველა ღიოთნი და ღიოთნთა შენადნობები მყარ მდგო-
მარეობაში კრისტალური აგებულებისაა, წარმოადგენს
კრისტალურ სხეულს. ასეთ სხეულებში ატომები განლაგებ-
ულია სივრცეში მკაცრი წესრიგით, კანონზომიერად და
ქმნიან კრისტალურ მესერს ანუ გისოსს.

ღიოთნი შეიძლება წარმოვიდგინოთ დადებითი იონე-
ბის ჩონჩხის სახით, რომელიც ჩაძირულია „ელექტრონულ
აირში“, ეს უკანასკნელი აწონასწორებს დადებით იონებს
შორის მოქმედი განზიდვის ელექტროსტატიკურ ძალებს და
ამით აყალიბებს მათ მყარ მდგომარეობაში. 197 ცნობი-
ლი ქიმიური ელემენტიდან 85 ღიოთნია, 22 კი - არაღი-
ოთნი ანუ მეტალოიდი.

ტერმინი „ლითონი“ ბერძნული წარმოშობისაა (*lithos* ქვა). შუა საუკუნეებამდე ცნობილი იყო მხოლოდ 7 სახის ლითონი: ოქრო, ვერცხლი, სპილენძი, კალა, ტყვია, რკინა, ვერცხლისწყალი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყველა ლითონს მყარ მდგომარეობაში აქვს კრისტალური აგებულება. საერთოდ ბუნებაში არსებული ყველა მყარი სხეული თავისი აგებულების მიხედვით შეიძლება იყოს ამორფული ან კრისტალური. ამორფულია ისეთი სხეულები, რომელთა ატომების განლაგებას შემთხვევითი ხასიათი აქვს, ხოლო კრისტალური აგებულების სხეულებში ატომები მკაცრი, განსაზღვრული წესითაა განლაგებული.

რენტგენის სხივებითა და მიკროსკოპის საშუალებით გამოკვლეულია, რომ ლითონი შედგება წესიერი ფორმის კრისტალებისაგან, რომლებიც წარმოიშენენ თხევადი ლითონის ნელი და თანდათანობითი გაცივებით. ეს კრისტალები თანდათანობითი გაცივებისას ფლადის სხეულში ნადვის ხის ტოტების მსგავსად განლაგდება მკაცრი სიმეტრიით. კრისტალების ასეთნაირ განლაგებას დენდრიტული აგებულება ეწოდება.

ლითონს აქვს, მარცვლოვანი აგებულება, რაც ქვის კედლის წყობას წააგავს. თითოეული მარცვალი შედგება უწვრილესი განსაზღვრული წესით და რიგით განლაგებული კრისტალებისაგან. საყურადღებოა ის, რომ ლითონებში ატომები უფრო მარტივადაა განლაგებული, ვიდრე მინერალებში. ეს იმიტ აიხსნება, რომ ლითონები ყველა ერთა-

მიანია.

გამდნარ მდგომარეობაში მყოფი ლითონების ატომები უწესრიგოდაა განლაგებული და ატომებს შორის შემაკავშირებელი ძალა საკმაოდ სუსტია, ამიტომ თხევადი ლითონი მოძრავია და ყალიბებს ადვილად აცსებს. შემდგომში კი თხევადი ლითონების თანდათანობითი გაცივებით ატომების მოძრაობისა და გადაადგილების უნარი მცირდება, ვინაიდან შემაკავშირებელი ძალა ატომებს ბოჭავს, ბოლოს მყარდება და ატომძალების მეოხებით ზუსტად განსაზღვრული რიგითა და წესით ერთმანეთის გვერდით განლაგდებიან.

ლითონების კრისტალურ აგებულებაში ატომების ერთობლიობა ქმნის სივრცით მესერს ანუ გისოსს, რომლის კვანძებში მისი ატომებია მოთავსებული, ხოლო თვით მესერი კი თანასწორად დაშორებული პარალელური სიბრტყეებისაგან შედგება.

კრისტალური მესერი ანუ გისოსი რაიმე სწორი გომეტრიული სხეულის მრავალჯერადი განმეორებაა. მესერში ატომების რაოდენობისა და მათი განლაგების მიხედვით ლითონთა უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია კრისტალური მესრების სამი ტიპი:

1. ცენტრირებული კუბის მესერი შეიცავს 9 ატომს. აქედან 8 განლაგებულია კუბის კუთხეებში, ერთი კუბის ცენტრში.

2. ცენტრირებული წახნაკოვანი კუბის მესერი. შეიცავს 14 ატომს. აქედან 8 განლაგებულია კუბის კუ-

ხეობში. 6 - წახნაგების ცენტრში.

3. პექსაგონალური მეხერი შეიცავს 17 ატომს.

ყოველ სიმბრტყეზე ატომთა რაოდენობა სხვადასხვაა, ასევე სხვადასხვაა ატომთა სიმჭიდროვეც, ამიტომ განსხვავებულია მათი თვისებებიც. სხვადასხვა მიმართულების კრისტალის თვისებათა სხვადასხვაობას ანიზოტროპია ეწოდება და ამ თვისებათა მატარებელ ლიონებს ანიზოტროპულ ლიონებს უწოდებენ. ამორფულ ნივთიერებაში კი ატომთა განლაგების უსისტემობის გამო სხვადასხვა მიმართულებით მათი რაოდენობა ერთნაირია, სიმჭიდროვეც თანაბარია, რის გამოც ერთნაირია ნივთიერების თვისებებიც. სხვადასხვა მიმართულებით ამ მოცულობას იზოტროპია ეწოდება.

ლითონი შეიძლება იმყოფებოდეს მყარ, თხევად და აირშიც მდგომარეობაში. ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა ხდება განსაზღვრულ ტემპერატურაზე და ხასიათდება ლიონების თვისებების მკვეთრი ცვლილებით. თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას წარმოიქმნება კრისტალური მესრები, ამ პროცესს ეწოდება კრისტალიზაცია. იგი მიმდინარეობს შესაბამის ტემპერატურულ შუალედებში. იმ ტემპერატურას, რომლის დროსაც სხეული თვის აგრეგატულ მდგომარეობას იცვლის, კრიტიკული ტემპერატურა ეწოდება. სხვადასხვა ლიონს სხვადასხვა კრიტიკული ტემპერატურა აქვს.

აჩრდენ კრისტალიზაციის სამ სახეს - პირველად კრისტალიზაციას, მეორედ კრისტალიზაციასა და რეკრის-

ტალიზაციას.

პირველადი კრისტალიზაცია მიმდინარეობს სხეულის
ახევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლის
დროს. ახევადი მასის ნებისმიერი ცალკეული ადგილებიდან
გამოიყოფა კრისტალიზაციის ცენტრები, რომლებშიც ახე-
ვად მდგომარეობაში მყოფი ატომების განლაგების შესაბა-
მისად, წარმოიშობა სივრცითი მესერო. კრისტალიზაციის
ცენტრებიდან ახევად ლიონში კრისტალები იზრდება, ატო-
მები განლაგდება ურთიერთმიზიდულობის ძალით. რაც უფრო
მეტე კრისტალიზაციის ცენტრები წარმოაქმნება, მით უფრო
წვრილი იქნება კრისტალები - მარცვლები გამყარებულ ლი-
ონში და, პირიქით, რაც უფრო დიდი სისწრაფის იქნება
კრისტალიზაცია, მით უფრო იზრდება კრისტალები.

მეორადი კრისტალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ლი-
ონების მყარ მდგომარეობაში და ლაკავშირებულია გაყი-
ვების შემახვევაში რკინის ერთი მოდიფიკაციიდან მეო-
რეში გადასვლასთან. თუ ცივ მდგომარეობაში ან დაბალ
ტემპერატურაზე ლიონებს წნევით დავამუშავებთ (ჰედვა,
გლინვა, ბრევა და სხვ.), მაშინ გარეშე ძალა არა მარტო
ლიონის გარეგნულ სახესა და ფორმას ცვლის, არამედ
იზღვევა ლიონის კრისტალური ადნაგობა, აგებულება, ცხა-
დია თვისებებიც. ამ მოვლენას რეკრისტალიზაცია ეწოდებ-
ა. თუ ცივად ნაჭედ ლიონს კვლავ გავახურებთ განსაზ-
ღვრული დროის განმავლობაში საჭირო ტემპერატურამდე,
მაშინ ადგილი ექნება შექცევას - პირველად და მეორად
რეკრისტალიზაციას. პირველად რეკრისტალიზაციას ადგი-

ლი ექნება მაშინ, თუ სივად ნაჭიდი ლიონის გახურების ტემპერატურა იწვევს ახადი კრისტალური ცენტრების წარმოქმნას, კრისტალების ზრდას ამიო ლიონის ექვანიკური თვისებებიც იცვლება. მეორადი კრისტალიზაცია პირველადისაგან იმით განსხვავდება, რომ კრისტალების ზრდა იწყება არა ცენტრიდან, არამედ უკვე ზრდაში მყოფი მარცვლები ერთმანეთს უერთდება და ზედაპირი მსხვილ-მარცვლოვანი ხდება. რეკრისტალიზაციის ყველაზე დაბალ ტემპერატურას, რომლის დროსაც ახალი მარცვლები ჩნდება, რეკრისტალიზაციის ტემპერატურა ეწოდება. ეს ტემპერატურა სხვადასხვა ლიონისათვის სხვადასხვაა.

ტემპერატურისა და წნევის ცვლილებისას ერთსა და იმავე ლიონს სივრცითი კრისტალური შესერი იცვლება, ცხადია იცვლება მისი თვისებებიც. ამ მოვლენას ალტროპია ან პოლიმორფიზმი ეწოდება, ხოლო ყოველ ცალკეულ მდგომარეობას ალტროპიული სახესხვაობა ან მოდიფიკაცია. ალტროპიული გარდაქმნები, როგორც წესი, მიმდინარეობს მყარ ლიონში და მათ მეორეული გარდაქმნა ეწოდება. ტემპერატურას, რომლის დროსაც ხდება ერთი მოდიფიკაციიდან მეორეში გადასვლა, ეწოდება პოლიმორფიული გარდაქმნის ტემპერატურა. ალტროპიული ფორმები აღინიშნება ბერძნული ასოებით α , β , γ , δ , რომლებიც ინდექსების სახით ემატება ელემენტის აღმნიშვნელ სიმბოლოს.

§ 3. ლითონური შენადნობების ძირითადი ტიპები

სუფთა ლითონებს, მიუხედავად მათი მთელი რიგი დადებითი საექსპლუატაციო თვისებებისა, ახასიათებს შედარებით მაღალი პლასტიკურობა და სიბლანტე, დაბალი სიმაგრე და სიმტკიცე, ატმოსფერული და ქიმიური მოვლენებისადმი მცირე მდებარეობა, რის გამოც სახალხო მეურნეობის მთელ რიგ დარგებში (მშენებლობაში, მანქანათმშენებლობაში, ტრანსპორტში, სახალხო მოხმარების საგნების წარმოებაში) ძირითადად იყენებენ არა სუფთა ლითონებს, არამედ ლითონთა შენადნობებს.

შენადნობი არის ნივთიერება, რომელიც მიიღება ორი ან მეტი ელემენტის შედნობით. ამ ელემენტებს ეწოდება კომპონენტები შენადნობში ძირითადი ელემენტი აუცილებლად უნდა იყოს ლითონი. ამიტომ მათ ლითონის შენადნობებს უწოდებენ. მაშასადამე, ლითონური შენადნობები ისეთი მასალებია, რომლებიც მიიღებიან ორი ან რამდენიმე გამდნარი ლითონის შეერთებით არალითონურ ელემენტებთან. ლითონურ შენადნობებს, ისევე როგორც ლითონებს, აქვს კრისტალური აგებულება და ატარებს ლითონისთვის დამახასიათებელ ყველა ძირითად თვისებას (ლითონური ბზინვარება, ელექტრო და თბოგამტარობა და სხვ). ამასთანავე, ლითონური შენადნობები ხასიათდება უფრო მაღალი, შეძენილი საექსპლუატაციო თვისებებით (ცვეთადამძლეობა, ზესიმტკიცე და ზესიმაგრე, ანტიკოროზიულობა,

თერმომედეგობა და სხე).

დადგენილია, რომ შენადნობების თვისებები ძირითადად დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ ურთიერთობაშია მათში შემავალი ელემენტები. ეს ელემენტები შენადნობის მიღებისას ერთმანეთში უნდა გაიხსნას. მაგრამ აღსანიშნავია ის, რომ ყველა ლითონი ერთმანეთში ხსნადობის უნარიანობის მიხედვით ერთნაირი თვისებით არ ხასიათდება. ზოგიერთი ლითონი სხვადასხვა პროპორციით იხსნება ერთმანეთში, რის გამოც მიიღება ერთგვაროვანი თხევადი ხსნარი; ზოგიერთი ლითონი ხასიათდება უნარით - შექმნას შენადნობი მხოლოდ განსაზღვრული კონცენტრაციის პირობებში, ხოლო ზოგიერთი ლითონი არც ერთ პირობებში არ იხსნება ერთმანეთში და ცხადია, არც შენადნობი წარმოიქმნება. დადგენილია, რომ ერთი ლითონის მეორეში ხსნადობას განსაზღვრავს კრისტალური მესრების მსგავსება და დნობის წერტილების სიახლოვე.

ლითონური შენადნობების დაჯგუფება ხდება დანიშნულების, ელემენტების შემცველობის რაოდენობის, სპეციალური ელემენტის შემცველობის, სტრუქტურის, შენადნობებისაგან მზა ნაწარმის მიღებისა და სხვა ნიშნების მიხედვით.

დანიშნულების მიხედვით ლითონური შენადნობები არის საერთო და სპეციალური.

ელემენტების (კომპონენტების) რაოდენობის მიხედვით ლითონური შენადნობი არის ორელემენტიანი და რთული (სამელემენტოანი, ოთხელემენტოანი და ა.შ.).

სპეციალური ელემენტის შემცველობის მიხედვით ღიბონურ შენადნობებს ყოფენ ორ ჯგუფად: ლეგირებულ და არალეგირებულ შენადნობებად. პირველ ჯგუფს განეკუთვნება ისეთი შენადნობები, რომლებშიც დამატებით შეტანილია მალეგირებელი ელემენტი გარკვეული ზეთვისების მისანიჭებლად. ამ მალეგირებელი ელემენტის რაოდენობის მიხედვით ეს ჯგუფი იყოფა: დაბალეგირებულ (5 % -მდე), საშუალო ლეგირებულ (5-10 %) და მაღალ ლეგირებულ (10 %-ზე მეტი) შენადნობად. არალეგირებულ შენადნობებს სპეციალური მინარევეები არ აქვს.

შენადნობის ფორმირებაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მასში შემავალი ელემენტების (კომპონენტების) ურთიერთქმედებას, ურთიერთკავშირს. ამ ნიშნის მიხედვით ღიბონთა შენადნობები იყოფა სამ ტიპად: მექანიკური ნარევი, მყარი ხსნარი და ქიმიური ნაერთი.

1. მექანიკური ნარევი ორი ელემენტისაგან (ა და ბ) მაშინ წარმოიქმნება, თუ ისინი მყარ მდგომარეობაში ერთმანეთში არ იხსნებიან და არც ქიმიურ ნაერთს იძლევიან. ასეთ შემთხვევაში მათი გამყარება ხდება კრისტალიზაციის დამოუკიდებელი ცენტრების ჩასახვიით, რის შედეგადაც მიიღება ამ ორი ელემენტის (ა და ბ) მარცვლების მიკრომექანიკური ნარევი. ღიბონები ამგვარ შენადნობში ინარჩუნებს თავის კრისტალურ მესერს.

შენადნობის მიკროსტრუქტურის ანალიზის დროს მიკროსკოპში კარგად ჩანს ორივე ელემენტის კრისტალები.

ასეთი შენადნობის თვისება დამოკიდებულია ამ ორივე ელემენტის თვისებებზე და ამევე დროს გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მათ რაოდენობრივ შეფარდებას. ასეთ მექანიკურ შენადნობს სხვა თვისება. არ ექნება, გარდა მასში შემავალი ელემენტებისათვის დამახასიათებელი თვისებისა.

2. მყარი ხსნარი წარმოიქმნება მაშინ, როცა შენადნობის კომპონენტები ხასიათდება უნარით, რომ გაიხსნან ერთმანეთში როგორც თხევად, ასევე მყარ მდგომარეობაში. მაშინ გამყარების დროს წარმოიქმნება საერთო კრისტალური მესერი, რომელიც წარმოადგენს ან ა, ან ბ ლიონის მესერს. მაშასადამე, ასეთი შენადნობი არის ერთსახიანი (ერთფაზიანი) კრისტალური ნივთიერება, რომელსაც აქვს ერთი ტიპის კრისტალური მესერი. იმ ელემენტს, რომელიც ინარჩუნებს თავისი კრისტალური მესერის ფორმას ეწოდება გამხსნელი, ხოლო ელემენტს, რომლის ატომები შევიდა ამ მესერში ეწოდება გახსნილი. მყარი ხსნარი ორი სახისაა: ჩანაცვლების და ჩანერგვის.

1. ჩანაცვლების მყარ ხსნარში გახსნილი მესერში ზოგიერთი ატომი შეცვლილია, ე.ი. ჩანაცვლებულია გახსნილი ელემენტის ატომით. ჩანაცვლების მყარი ხსნარის წარმოქმნისათვის საჭიროა სამი პირობა: ორივე ელემენტის კრისტალური მესრების შესავსება, ატომთა რადიუსებს შორის მინიმალური განსხვავება და ატომთა ელექტრონული შენების შესავსება.

ასეთი ტიპის შენადნობი ჩვეულებრივად წარმოიქმნება ლითონსა და ლითონს შორის (მაგალითად, სპილენძის შენადნობი ნიკელთან, სადაც გამხსნელია სპილენძი, გახსნილი კი ნიკელი).

2. ჩანერგვის მყარ ხსნარში გახსნილი ელემენტის ატომები თავსდება გამხსნელის ატომებს შორის გამხსნელის კრისტალურ მესერში. ასეთ შემთხვევაში ხსნადობა მხოლოდ განსაზღვრულია. ჩანერგვის მყარი ხსნარის წარმოქმნა შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როცა გახსნილის ატომის სიდიდე მნიშვნელოვნად ნაკლებია გამხსნელის ატომის სიდიდეზე, ასეთი ტიპის შენადნობს გვაძლევს ნახშირბადი, წყალბადი, აზოტი და ბორი რკინაში. მყარი ხსნარების მიკროსტრუქტურა წარმოადგენს ერთგვაროვანი მარცვლების ერთობლიობას. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ჩანაცვლებისა და ჩანერგვის მყარი ხსნარის წარმოქმნისას გახსნილი ელემენტის ატომების განლაგება გამხსნელის კრისტალურ მესერში შემთხვევითია, არაკანონზომიერია.

3. ქიმიური ნაერთი წარმოადგენს ერთმაგ კრისტალურ სხეულს, რომელსაც აქვს თავისი კრისტალური მესერი. მასში კომპონენტების ატომები განლაგებულია თანაზომიერად. ქიმიურად დაკავშირებული თითოეული ელემენტის ატომები წარმოქმნიან კრისტალურ მესერში იკავებს საზღვრულ ადგილებს სრულიად გარკვეული, მუდმივი თანაფარდობით. ამ ახალი ქიმიური შენადნობის კრისტალური მესერი და ყველა თვისება მკვეთრად განსხვავდება ამ შენადნობში შე-

მაცალი ელემენტების კრისტალური მესრებისა. შენადნობის სტრუქტურა წარმოადგენს ერთი და იმავე ქიმიური ნაერთის მარცვლების ერთობლიობას.

§ 4. ლითონური შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამები და მათი კავშირი შენადნობთა თვისებებთან

შენადნობები, სუფთა ლითონებისაგან განსხვავებით, მყარდება არა ერთ მუდმივ ტემპერატურაზე, არამედ ტემპერატურათა ცალკეულ მონაკვეთში. როგორც ეს ზემოთ აღვნიშნეთ, სწორედ გამყარების პროცესში ხდება კრისტალიზაცია, შენადნობთა საბოლოო ფორმირება და მისი თვისებების ჩამოყალიბება. ამიტომ შენადნობთა გამყარების ამ ტემპერატურათა გარკვეულ მონაკვეთს, მის ანალიზს უაღრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ორი ლითონისაგან შეიძლება დამზადდეს ერთმანეთისაგან შედგენილობით განსხვავებული მრავალი შენადნობი. ყოველი შენადნობის თერმული ანალიზის შედეგად აიკვებო დიაგრამები.

შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამები თანდათანობით წარმოადგენს შენადნობში მიმდინარე ყველა გარდაქმნის გრაფიკულ გამოსახვას, ხოლო ეს გარდაქმნები ძირითადად დამოკიდებულია ტემპერატურასა და ელემენტთა კონცენტრაციაზე.

ორელემენტობანი ლითონური შენადნობისათვის მდგომარეობის დიაგრამას აკვებენ ტემპერატურა-კონცენტრაციის

კოორდინატებში. აბსცისთა ღერძზე აღინიშნება კომპონენტების კონცენტრაცია, ხოლო ორდინატთა ღერძზე - ტემპერატურა ცელსიუსის გრადუსებში. უკიდურესი ორდინატები შეესაბამება სუფთა კომპონენტებს. ორკომპონენტიანი შენადნობის საერთო შემადგენლობა აბსცისის ყოველ წერტილზე არის 100 %. მდგომარეობის დიაგრამაზე ყოველი წერტილი უჩვენებს მოცემული კონცენტრაციის შენადნობს ყოველ მოცემულ ტემპერატურაზე.

პრაქტიკულად დიაგრამები იკვება შემდეგნაირადა: ვაძვას ორი პარამეტრი - ტემპერატურა და კონცენტრაცია. ტემპერატურას ვტოვებთ ორდინატზე, ხოლო კონცენტრაციას აბსცისზე. აბსცისის სათავეში პირობით ვიღებთ სუფთა ელემენტს (100 %) და მთელ აბსცისს ვყოფთ 100 ნაწილად. მაშინ ყოველი დანაყოფი შეეფარდება ბ ელემენტის 1 %. შესაბამისი წერტილებიდან აღმართულ მართობებზე ვადმოვიტანთ სათანადო გაცივების მრუდებზე მიღებული გამყარების კრიტიკულ ტემპერატურას. ამგვარად, მიიღება ერთსახელა კრიტიკული წერტილების ორი ჯგუფი: ზედა წერტილები, რომლებიც შეესაბამებიან შენადნობთა გამყარების საწყის ტემპერატურას და ქვედა წერტილები, რომლებიც შეესაბამებიან გამყარების საბოლოო ტემპერატურას. ამ წერტილების შეერთება დიაგრამაზე ვაძლევს ორ ხაზს. ერთი ხაზის ზემოთ ყველა შენადნობი თხევად მდგომარეობაშია, ხოლო მეორე ხაზის ქვემოთ ყველა შენადნობი მყარ მდგომარეობაშია. მიღებულ დიაგრამას ეწოდება შენადნობთა სისტემის მდგომარეობის დიაგრამა (ეს დიაგრამები აგებულია და კონკრეტულადაა გახსნილი

პრაქტიკული სამუშაოების კრებულში).

ვარჩევთ ორკომპონენტიანი შენადნობების მდგომარეობის ოთხი ტიპის დიაგრამას: მექანიკური ნარევი - I ტიპი, განუსაზღვრელი მყარი ხსნარი - II ტიპი, მყარი ხსნარი განსაზღვრული ხსნადობით - III ტიპი და ქიმიური შენადნობი - IV ტიპი.

განვიხილოთ ზუსტად მდგომარეობის დიაგრამების ეს ტიპები, რომელიც საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ კავშირი მათსა და ლითონების შენადნობების თვისებებს შორის.

I. I ტიპის მდგომარეობის დიაგრამა. ამ ტიპს ეკუთვნის შენადნობები, რომლის ორივე კომპონენტი თხევად მდგომარეობაში ერთმანეთში იხსნება, მყარ მდგომარეობაში არ იხსნება და არც ქიმიურ ნაერთს ქმნის, ე.ი. არ ხასიათდება პოლიმორფული გარდაქმნებით. ამ შემთხვევაში წარმოიქმნება მექანიკური ნარევი, რომლის მდგომარეობის დიაგრამის შინაარსი ასეთია: ორივე კომპონენტის (პირიბითა და ბ) გამყარების (დნობის) ტემპერატურა ყველა სხვა შენადნობთან შედარებით მინიმალურია, ე.ი. ადვილადმდნობადია. ამ ტიპის შენადნობები, სუფთა ლითონების მსგავსად მყარდება მუდმივ ტემპერატურაზე და გამყარების დროს მიმდინარეობს ა და ბ ელემენტების კრისტალების ერთდროული ზრდა, ეს კი უზრუნველყოფს მანაბარ განლაგების წვრილმარცვლოვანი შენადნობის შილებას.

იმის გამო, რომ ამ ტიპის შენადნობების დნობის ტემპერატურა სხვა შენადნობებთან შედარებით დაბალია. მათ ევტიქტიკურ შენადნობებს უწოდებენ (წარმოდგება ბერძნულიდან, რაც ნიშნავს ადვილადმდნობადს). განსაზღვრულ ტემპერატურაზე თხევადი ფაზიდან ერთდროულად გამოიყოფა ა და ბ ელემენტების კრისტალები, ერთდროულად წარმოებს მათი კრისტალიზაცია და მიიღება ევტიქტიკური შენადნობი.

ამ ტიპის მდგომარეობის დიაგრამით კრისტალიზაცია ხდება შემდეგი შენადნობების $Zn-Sn$, $Pb-Sn$, $Pb-Ag$, $Ni-Cu$, $Cu-Mn$, $Al-Si$.

2. II ტიპის მდგომარეობის დიაგრამა. ამ ტიპს ეკუთვნის შენადნობები, რომლის ორივე კომპონენტი განუსაზღვრელად იხსნება ერთმანეთში როგორც თხევად, ასევე მყარ მდგომარეობაში და ისინი არ ქმნიან ქიმიურ შენადნობს. ამ შემთხვევაში ყველა შენადნობი ერთნაირია და განსხვავებით პირველი ტიპის მდგომარეობის დიაგრამისაგან მათი გამყარება-კრისტალიზაცია მიმდინარეობს ტემპერატურაზე მონაკვეთში თხევადსა და მყარ ფაზას შორის (ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზებს შორის). გამყარების შედეგად წარმოიქმნება ერთგვაროვანი მყარი ხსნარი, რომლის გამყარება ხასიათდება იმით, რომ ხდება შერჩევითი კრისტალიზაცია, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ გამყარების ყოველ მომენტში გამოკრისტალდება თხევადი ხსნარისაგან განსხვავებული მყარი ხსნარის ნაწილაკები. პირველად გამოკრისტალებული ნაწილაკები წარმოქმნის

პირველი რიგის ღერძებს, შემდეგ გამოკრისტალებული ნაწილაკები - მეორე რიგის ღერძებს და ა.შ. ე.ი. სხვადასხვა ტემპერატურაზე წარმოიქმნება კრისტალები, ამიტომ მყარი ხსნარის კრისტალებს აქვს ცვალებადი ქიმიური შემადგენლობა, რის გამოც შენადნობებს აქვს სხვადასხვაგვარობის კრისტალური აღნაგობა და ამ გავლენას შენადნობის შინაგანი კრისტალური ლიკვიცია ეწოდება. ეს უარყოფითი მოვლენაა, მისი გამოსწორება წარმოებს შემდგომში ლითონის მოწვიმ მაღალ ტემპერატურაზე, რომლის დროსაც ელემენტების დიფუზიის ხარჯზე ხდება ქიმიური შედგენილობის გათანაბრება.

ამ ტიპის მდგომარეობის დიაგრამით კრისტალდება შემდეგი ელემენტების შენადნობები: $Ni-Cu$, $Cu-Au$, $Ag-Au$, $Ni-Au$, $Fe-Cr$ და სხვ.

3. III ტიპის მდგომარეობის დიაგრამა. ამ ტიპს ეკუთვნის შენადნობები, რომელთა ორივე კომპონენტი ხასიათდება ერთმანეთში განუსაზღვრელი ხსნადობით მხევად მდგომარეობაში, განსაზღვრული ხსნადობით მყარ მდგომარეობაში და არ ქმნის: ქიმიურ შენაერთებს. ამ შემთხვევაში საკმე გვაქვს ორ გარემოებასთან: პირველ შემთხვევაში ა ელემენტი გარკვეული რაოდენობით იხსნება ბ ელემენტში და წარმოიქმნება ა_I მყარი ხსნარი. მეორე შემთხვევაში ბ ელემენტი გარკვეული რაოდენობით იხსნება ა ელემენტში და წარმოიქმნება ბ_I მყარი ხსნარი. მაგრამ ა_I და ბ_I მყარ ხსნარებში ა და ბ კომპონენტები ერთმანეთში არ იხსნება და ვლუბულობდ მქა-

ნიკურ ნარეეს არა ა და ბ მარცვლებისა, არამედ ა_I და ბ_I მყარი ხსნარების მარცვლებისა.

ამ ტიპის მდგომარეობის დიაგრამით კრისტალდება შემდეგი ელემენტების შენადნობები: $Cu-Ag, Pb-Sn, Cu-P, Cd-Zn, Sn-Si$ და სხვ.

4. IV ტიპის მდგომარეობის დიაგრამა. ამ ტიპს ეკუთვნის შენადნობები, რომელთა ორივე კომპონენტი ხასიათდება ერთმანეთში განუსაზღვრელი ხსნადობით თხევად მდგომარეობაში, არ იხსნებიან მყარ მდგომარეობაში და ქმნის მტკიცე ქიმიურ შენადრას. ეს ქიმიური ნაერთი სისტემაში ახალი დამოუკიდებელი კომპონენტია.

ამ ტიპის მდგომარეობის დიაგრამით კრისტალდებიან შემდეგი ელემენტების შენადნობები: $Mg-Ca, Mg-Sn, Mg-Zn, Mg-Cu$ და სხვ.

5. რკინა-ნახშირბადის შენადნობის დიაგრამა. ტექნიკაში ყველაზე ფართოდ გამოიყენება რკინის შენადნობები ნახშირბადთან - თუჯი და ფლადი. ეს შენადნობები გარდა ამ ორი კომპონენტისა (Fe და C), შეიცავს მთელ რიგ ელემენტებს, რომელთაგან ძირითადია სილიციუმი (Si), მანგანუმი (Mn), გოგირდი (S) და ფოსფორი (P). მიუხედავად ამისა, ფლადი და თუჯი განიხილება როგორც ორკომპონენტის რკინა-ნახშირბადის ($Fe-C$) შენადნობი. რკინა-ნახშირბადის შენადნობს, რომელიც 1,8 %-მდე ნახშირბადს შეიცავს, ფლადი ეწოდება, ხოლო 1,8 %-ზე მეტს (6,67 %-მდე) შეიცავს - თუჯი. სუფთა რკინას ფერიტს უწოდებენ. რკინა-

ნახშირბადის შენადნობში ნახშირბადს შეუძლია იარსებოს რკინასთან ქიმიური ნერთის - Fe_3C სახით, რომელიც იძლევა რკინის კარბიდს და ეწოდება ცემენტითი, რკინაში ნახშირბადის ჩანერგვის მყარ ხსნარს აუსტემიტით ეწოდება. ცემენტითისა და ფერიტის წერტილი და თხელი ჟირფიტების ნარევის პერლიტი ეწოდება.

ამ ზოგადი მიკროსტრუქტურის ძირითადი განსაზღვრებების შემდეგ გავეცნოთ რკინა-ნახშირბადის შენადნობის მდგომარეობის დიაგრამის შინაარსს. უნდა აღვნიშნოთ, რომ რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა თეორიულ შესწავლასა და მდგომარეობის დიაგრამის აგებას საფუძველი ჩაუყარა რუსმა მეცნიერმა დ. ჩერნოვმა. მან პირველმა აღმოაჩინა კრიტიკული წერტილების, ანუ გარდაქმნების არსებობა ფოლადში.

კოორდინატთა სისტემაში აბსცისთა ღერძზე გადაიზომება შენადნობში შემავალი ნახშირბადის პროცენტული რაოდენობა, ხოლო ორდინატთა ღერძზე - შენადნობის ტემპერატურა. ტემპერატურის ყოველ წერტილზე ცილებზე განსაზღვრული შედგენილობის შენადნობს, ცხადია მისი შესაბამისი თვისებებით. დიაგრამა პირობითად იყოფა ორ ნაწილად მარცხენა და მარჯვენა. დიაგრამის მარცხენა ნაწილს ნახშირბადის კონცენტრაციით 0-დან 2%-მდე აკუთვნებენ ფოლადებს, ხოლო დიაგრამის მარჯვენა ნაწილს ნახშირბადის კონცენტრაციით 2-დან 6,67 %-მდე აკუთვნებენ თუჯებს.

რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში ძირითადი ფა-

ზები და სტრუქტურული შემდგენები შემდეგია:

1. ფერიტი ნახშირბადის მყარი ხსნარია რკინაში. ხასიათდება დაბალი სიმტკიცით და მაღალი პლასტიკურობით.

2. აუსტენიტი ნახშირბადის მყარი ხსნარია რკინის სხვა მოდიფიკაციაში. იგი არამაგნიტური, მაღალპლასტიკური ფაზაა.

3. ცემენტიტი - Fe_3C ნახშირბადისა და რკინის ქიმიური ნაერთია. ნახშირბადის რაოდენობა 6,67 %-მდე ყველაზე საღი და მყიფე ფაზაა.

4. პერლიტი ფერიტისა და ცემენტიტის მიკრომექანიკური ნარევია, მსხვილმარცვლოვანია.

როგორც დავინახეთ, ლითონურ შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა აჩვენებს კავშირს ტემპერატურასა და კონცენტრაციას შორის. დიაგრამის საშუალებით შესაძლებელია ანალიზი გაუკეთდეს წარმოების პროცესში იმ გარდაქმნებს, რომლებიც მიმდინარეობს შენადნობებში ტემპერატურის ან კონცენტრაციის ცვლილებისას. ამიტომ უმჯობესია, რომ დიაგრამის სახესა და შენადნობების თვისებათა შორის უნდა არსებობდეს გარკვეული კავშირი. შენადნობთა გამოყენებისათვის კი დიდი მნიშვნელობა აქვს შენადნობთა ფიზიკურ, ქიმიურ და მექანიკურ თვისებებს და ამ თვისებების დაკავშირებას შენადნობთა კონცენტრაციასთან.

საბჭოთა მეცნიერების მიერ, აკად. ნ.ს. კურნაკოვის

ხელიძვანელობით, დადგენილია, რომ სისტემის შენადნობების თვისებათა ცვლა კონცენტრაციისაგან დაპოკიდებულებით გარკვეული კანონზომიერებით ხდება და მჭიდროდაა დაკავშირებული ლითონთა შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამებთან. ტექნიკაში კარგად არის ცნობილი ნ.კურნაკოვის დიაგრამა, რომელიც განსაზღვრავს ურთიერთდამოკიდებულებას დიაგრამის ტიპებსა და ლითონის შენადნობთა თვისებებს შორის (სიმაგრე, სიმტკიცე, ელექტროწინაღობა და სხვ). მაგალითად, შენადნობები რომელთა კომპონენტები ქმნის მექანიკურ ნარევეს (მდგომარეობის I ტიპი), სიმაგრე და ელექტროწინაღობა იცვლება სწორი ხაზის კანონით. მაგრამ კომპონენტების სტრუქტურის უწყვერღესად დამარცვლისას როგორც აქვს ევტიპტიკური შედგენილობის შენადნობს, ახასიათებს უფრო მეტი სიმაგრე და სიმტკიცე. გარდა ამისა, ევტიპტიკური შენადნობები ხასიათდება მაღალი ტექნოლოგიური თვისებებით, როგორცაა დნობის დაბალი ტემპერატურა, ჩამოსხმისას ისინი კარგად აცხებენ ყალიბებსა და სხვ. შენადნობებს, რომელთა კომპონენტები ქმნის მყარ ხსნარებს ჯანუხზღვრედი ან განსაზღვრული ხსნადობით (მდგომარეობის მე-2-მე-3 ტიპი), სიმაგრე და ელექტროწინაღობა იცვლება მრუდი ხაზის კანონით სხვა კომპონენტის უმნიშვნელო რაოდენობით დამატებისას სუფთა ლითონში საკმაოდ იზრდება სიმაგრე და ელექტროწინაღობა; შენადნობებში ქიმიური შენადნობების წარმოქმნა (მდგომარეობის მე-4 ტიპი) მკვეთრად ცვლის თვისებებს - სიმაგრესა და

ელექტროწინაღობას ასეთი შენადნობები ხასიათდება გაზრდილი მსხვერველბოძით, მცირე პლასტიკური დეფორმაციის უნარით. განსაკუთრებით იზრდება სიმაგრე, როცა შენადნობში იქმნება ქიმიური შენაერთი ლითონებისა ნახშირბადად და აზოტად.

§ 5. ლითონების თერმული დამუშავების სახეები და დანიშნულება

ლითონების შენადნობების თვისებები განისაზღვრება მისი შედგენილობითა და სტრუქტურით (შინაგანი აგებულებით). საგანგებოდ უნდა აღინიშნოს ის, რომ უმეტეს შემთხვევაში ეს სტრუქტურული აღნაგობა უფრო მეტ გავლენას ახდენს ლითონის შენადნობების თვისებებზე, ვიდრე მათი ქიმიური შემადგენლობა. შენადნობთა შინაგანი სტრუქტურული აღნაგობის შეცვლა კი შესაძლებელია გარეგანი ძალების ზემოქმედებით.

შენადნობთა თვისებების გაუმჯობესების ერთ-ერთი მთავარი საშუალებაა მათი თერმული დამუშავება. თერმული დამუშავება წარმოადგენს ლითონებისა და შენადნობის გარკვეულ ტემპერატურამდე გახურების, დაკონების და გაცივების ოპერაციასაა ერთობლიობას, რომლის შედეგად იცვლება მათი სტრუქტურა და შესაბამისად თვისებებიც.

ნებისმიერ შემთხვევაში თერმული დამუშავება დაკავშირებულია იმ გარდაქმნებთან, რომლებიც მიმდინარეობს გახურება-გაცივების პროცესში. თერმული დამუშავების პროცესისას მიმდინარეობს ორი ძირითადი გარდაქ-

მნა ა) გარდაქმნები გახურების დროს და ბ) გარდაქმნები გაცივების დროს.

ა) გახურება თერმული დამუშავების დროს უმეტესად ნელა მიმდინარეობს და გარდაქმნის პროცესში წარმოიქმნება აუსტენიტი. თუ გახურება გადიდებული სიჩქარით ხდება, გარდაქმნები მიმდინარეობს უფრო მაღალ ტემპერატურაზე და მოკლე დროში. აუსტენიტი კრიტიკული ტემპერატურის გადაღახვის მომენტში, ანუ გარდაქმნის დამთავრებისას წერილმარცვლოვანია და შედგენილობით არაერთგვაროვანი. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად ხდება აუსტენიტის პომოკვნიზაცია (გაერთგვაროვნება) და იწყება მარცვლის ზრდა.

ბ) აუსტენიტის ნელა გაცივებით ექვს იწყება გარდაქმნის პროცესი: აუსტენიტი ალტროპული გარდაქმნის გამო გადაღის რკინის სხვა მოდიფიკაციაში, აქ ნახშირბადი დიფუზიით გამოდის რკინის შესრიდან და წარმოიქმნება დამოუკიდებელი ცემენტიტის ჩანარები. მიიღება ფერიტისა და ცემენტიტის მიკრომიქანიკური ნარევი - პერლიტი. თუ აუსტენიტის გაცივება გადიდებული სიჩქარით ხდება, მიიღება გადაცივებადი აუსტენიტი, ამის შემდეგ კი მიმდინარეობს მისი იზოთერმული გარდაქმნა.

თერმულად ისეთი ლითონებისა და შენადნობების დამუშავება შეიძლება, რომლებშიც შესაძლებელია პოლიმორფული გარდაქმნები, მიმდინარეობს დაძველების პროცესი ან რომელთა ცივად წნევით დამუშავების შედეგად წარმოიქმნება ცივნაჭედი.

ლითონებსა და მათ შენადნობებში ჩამოსხმის, წნევიო დამუშავების, შეღულებისა და სხვა ტექნოლოგიური პროცესების შედეგად ირღვევა წონასწორობა მდგომარეობა, წარმოიქმნება შიგა ძაბვები.

ლითონებისა და შენადნობების თერმული დამუშავების საფუძველია პოლიმორფიზმის მოვლენა. პოლიმორფიზმის პირველი შედეგია გადაკრისტალება. როცა ლითონმა შენადნობები გახურების ან გაცივების დროს გარკვეულ კრიზისულ წერტილებს გაივლის, შეიცვლება მათი ატომურ-კრისტალური აღნაგობა. თუ გახურებისას შენადნობში ფაზური გარდაქმნა ხდება, გაცივებისას მიმდინარეობს შექცევადი ფაზური გადაკრისტალების პროცესი, რომელიც დამოკიდებულია გაცივების სიჩქარეზე.

ამ თეორიული საკითხების განმარტების შემდეგ განვიხილოთ თერმული დამუშავების სახეები. ძირითადად ვარჩევთ: მოწვას, ნორმალისაციას, წრფობასა და მოშვებას.

I. მოწვა. ლითონთა შენადნობების შინაგან სტრუქტურულ აღნაგობაში მიმდინარე გარდაქმნების მიხედვით, ვარჩევთ პირველი და მეორე გვარის მოწვას. თერმულ დამუშავებას, რომლის დამოსაყ გაუწონასწორებულ მდგომარეობაში მყოფი ლითონი ან შენადნობი კრიზისულ წერტილზე მაღალ ტემპერატურაზე გახურების, დაყოვნებისა და ნელი გაცივების შედეგად უფრო მდგრად მდგომარეობაში გადადის, პირველი გვარის მოწვა ეწოდება, ხოლო ისეთ თერმულ დამუშავებას, როცა ლითონს ან ლითონის

შენადნობს კრიზისულ წერტილზე მაღალ ტემპერატურაზე ახურებენ, აყოვნებენ და ღუმელთან ერთად ნელა აცივენ ბენ ეწოდება მეორე გვარის მოწვა ანუ ფაზური გადაკრისტალება.

მოწვა შეიძლება იყოს დიფუზური, სრული, არასრული და რეკრისტალიზაციური.

დიფუზურ მოწვას, ანუ პომოგენიზაციას მიმართავენ კრისტალური მარცვლების ქიმიური შედგენილობის გასათანავსწორებლად. ამ მიზნით ლითონს ახურებენ 1000-1100°C ტემპერატურაზე, აყოვნებენ 10-15 საათის განმავლობაში, ხოლო შემდეგ თანდათანობით აცივენ. ამით მიიღება შენადნობის მსხვილმარცვლოვანი სტრუქტურა და იგი მზადაა სრული მოწვის პროცესისათვის.

სრულ მოწვას მიმართავენ წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მისაღებად. ამ მიზნით ლითონს ახურებენ 20-30⁰ზე მაღალ კრიზისულ ტემპერატურაზე, აყოვნებენ და აცივენ. დაყოვნების პროცესში ფერიტულ-პერლიტური სტრუქტურა გარდაიქმნება წვრილმარცვლოვან აუსტენიტად, ხოლო თანდათანობით ვაცივების პროცესში იქმნება სტაბილური წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა პერლიტისა. სრული მოწვის შედეგად ლითონს ეხსნება შინაგანი ძაბვა, უმჯობესდება მექანიკური თვისებები და იძენს ჭირთ კარგად დამუშავების უნარს. ამ მეოლს მიმართავენ საყოფაცხოვრებო მანქანების, ინსტრუმენტებისა და სხვათა წარმოებაში.

არასრული მოწვის შედეგად ცემენტიტის მარცვლები იღებს მომრგვალებულ ფორმას, რომლებიც ნორმალურ სტრუქ-

ტურაში ბადის სახითაა განლაგებული პერლიტის მარცვლები ირგეღივ. ამ მეთოღს მიმარჰავენ სიმაგრის შესამცირებლად, გამოიყენება ინსტრუმენტული ფოლადების საწარმოებლად.

რეკრისტალიზაციური მოწვა სპეციალურ შემთხვევებში ხდება. როგორც ვიცით, ნაკეთობათა ცივი დეფორმაციის დროს ლითონი ცივად ქედადი ხდება. ცივნაქედი ლითონი ხასიათდება გადიდებული სისაღითა და სიმტკიცით, შემცირებული პლასტიკურობითა და სიბლანტიმ. მისი მარცვლები დამსხვრეულია, სტრუქტურა არამდგრადია. ზოგიერთ შემთხვევაში ცივქედიისათვის ლითონს ამ თვისებებს ჩვენ ვანიჭებთ, მაგრამ ზოგჯერ იგი ტექნოლოგიური პროცესის შედეგია, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს მზა ნაწარმზე. ამიტომ მიმარჰავენ რეკრისტალიზაციურ მოწვას. ამისათვის ლითონს ახურებენ, რომლის დროს არამდგრადი ცივნაქედი ლითონის მარცვლების საზღვრებში წარმოებს ახალი კრისტალების ჩასახვა და ზრდა, ე.წ. რეკრისტალიზაცია. რეკრისტალიზაციის შედეგად ლითონში აქსჯება ნორმალური სტრუქტურა თავისი ჩვეულებრივი თვისებებით. ეს მეთოდი გამოიყენება როგორც შეადეური პროცესი მათულის, ლენტის, ბადის, ბაგირის და სხვათა დამზადებისას.

2. ნორმალიზაცია ეწოდება ლითონის ნაკეთობათა თერმოდამუშავების ისეთ სახეს, რდესაც ლითონს ახურებენ კრიტიკულ ტემპერატურაზე 30-50° C - იმ ზევიდ მცირე და-

ყოფნების შემდეგ თავისუფლად აცივებენ პაერზე. ნორ-
მალური წონის შემდეგ ლითონი წერილობრივად და ერთგვა-
როვან აგებულებას იღებს, ხოლო თუ პაერზე სწრაფად გა-
აცივებს, შენადნობი იღებს მაღალ სიბლანტესა და სიმყა-
რეს. შენადნობში ისპობა შენადნობი ძაბვა, მისი სტრუქ-
ტურა სრულყოფილი, ნორმალური ხდება და ლითონი მზადაა
წითლისათვის და შემდგომი მექანიკური დამუშავებისათ-
ვის. ეს მეოთხე გამოყენებულია საოჯახო ჭურჭლის, ინს-
ტრუმენტების, საყოფაცხოვრებო მანქანების დეტალების
დასამზადებლად, ავტომობილების, მოტოციკლების და სხვა-
თა ნაწილების დასამზადებლად.

3. წითობა განსაკუთრებული სახის თერმული დამუშა-
ვებაა და მას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ტექნი-
კაში და ყოფაცხოვრებაში. ისეთ თერმულ დამუშავებას, რო-
ცა შენადნობს ახურებენ კრიზისულ წერტილზე მაღალ ტემპე-
რატურაზე, აყოფენებენ და შემდეგ ისეთი სიჩქარით აცივე-
ბენ, რომელიც არამდგრადი სტრუქტურის წარმოქმნას უზრუნ-
ველყოფს, წითობა ეწოდება. უმეტესად წითობა დაკავშირე-
ბულია ლითონის პოლიმორფულ გარდაქმნებთან და ამის შესა-
ბამისად ვარჩევთ წითობას პოლიმორფული გარდაქმნებითა
და წითობას პოლიმორფული გარდაქმნების გარეშე. თერმულ
დამუშავებას, როცა შენადნობს კრიზისულ წერტილზე მაღალ
ტემპერატურაზე ახურებენ, აყოფენებენ და სწრაფად აცივე-
ბენ (გაცივების პროცესში არ მიმდინარეობს პოლიმორფუ-
ლი გარდაქმნები), შენადნობი კი ოჯახის ტემპერატურაზე
მაღალი ტემპერატურისათვის დამახასიათებელ სტრუქტურას

ინარჩუნებს, ეწოდება წრთობა პოლიმორფული გარდაქმნების გარეშე, ასეთი შენადნობი არამდგრადია და დროთა განმავლობაში გამოიყოფა ჭარბი ფაზა - მიმდინარეობს დაძველების პროცესი. თერმულ დამუშავებას, როდესაც შენადნობში კრიზისულ წერტილზე მაღალ ტემპერატურაზე გახურების, დაყოვნებისა და სწრაფი გაცივების შედეგად ადგილი ექნება ფაზურ გადაკრისტალებას და მიიღება მდგრადი, მაღალი ტემპერატურისათვის დაშლადიანი ბელი სტრუქტურა, ეწოდება ჭეშმარიტი წრთობა, ანუ წრთობა პოლიმორფული გარდაქმნით.

წრთობის მიზანია ლითონის სისალისა და სიმტკიცის გაზრდა. წრთობის პროცესში ძირითადად ვარჩევთ სამ ეტაპს: გახურებას, დაყოვნებასა და გაცივებას.

პრაქტიკაში მიმართავენ წრთობის სხვადასხვა ხერხს, როგორცაა: წრთობა ერთ საცივებელში, წრთობა ორ საცივებელში, საფეხურიანი წრთობა, იზოთერმული წრთობა, წრთობა თვითმომშებით და სიცივით დამუშავება.

წრთობა ერთ საცივებელში ისეთი ხერხია, როცა გახურებული ლითონის ნაკეთობას ჩაძირავენ საწრთობ არეში და იქ აცივებენ ოთახის ტემპერატურამდე. ძირითადად საწრთობ არედ გამოიყენება წყალი.

წრთობა ორ საცივებელში ისეთი ხერხია, როცა გახურებული ლითონის ნაკეთობას პირველად ჩაძირავენ წყალში და შემდეგ გადაიტანენ ზეთში. გაცივების სიჩქარე ამ დროს მცირდება და ინტენსიურად იხსნება ზიდა ძაბვა.

ამ ხერხს წყვეტილ წრთობასაც უწოდებენ.

საფეხურიანი წრთობა წყვეტილი წრთობის სახესხვაობაა. გახურებული ლითონის ნაკეთობას ჯერ გააცივებენ მარლიის აბაზანაში, რომლის ტემპერატურა რამდენჯერმე აღემატება მარტენსიტული გარდაქმნის საწყის ტემპერატურას, ხდება მცირეოდენი დაყოვნება ტემპერატურის გათანაბრებამდე, ხოლო შემდეგ აცივებენ ჰაერზე.

აცივებენ ჰაერზე.

იზოთერმული წრთობა იმაში მდგომარეობს, რომ გახურებული ლითონის ნაკეთობას აცივებენ მარლიის აბაზანაში, რომლის ტემპერატურა რამდენადმე აღემატება კრიზისულ ტემპერატურას. აქ დიდი ხნით დაყოვნების შემდეგად მიმდინარეობს აუსტენიტის სრული გარდაქმნა და მიიღება მადალი სისალისა და საკმაო სიბლანტის შენადნობი.

წრთობა თვითგამოშვებით ძირითადად ხორციელდება მაშინ, როცა საექსპლუატაციო პირობებში ნაკეთის გასწვრივ საჭიროა არააღნაბარი სისალე. ამ შემთხვევაში საცივებელში ჩაძირავენ ნაკეთობის მხოლოდ იმ ნაწილს, სადაც საჭიროა მაქსიმალური სიმტკიცე, ხოლო შემდეგ აყოვნებენ ჰაერზე. სიცივით დამუშავება აუცილებლად უნდა მოხდეს წრთობის შემდეგ. ცინაიდან წრთობილ ლითონში მეტ-ნაკლები რაოდენობითაა ნარჩენი აუსტენიტი, რომელიც ადაბლებს ნაწრთობი ფლადის სისალეს, ამიტომ მის გასაღიღებლად აწარმოებენ სიცივით დამუშავებას 0°C -ის ქვემოთ. ამ დროს ნარჩენი აუსტენიტი განიცდის მარტენსიტულ გარდაქმნას.

ამ ბოლო დროს ტექნიკაში გავრცელებულია ლიონის ნაკეთობის ზედაპირული წრობა, რომლის შედეგადაც მიიღება მაღალი ხიმაგრისა და ცვეთაგამძლეობის მქონე ზედაპირის ნაკეთობა. ნაწარმის ზედაპირულ ფენას ახურებენ წრობის ტემპერატურამდე და შემდეგ სწრაფად აცივებენ. ამ შემთხვევაში ზედაპირს ახურებენ მაღალი სიხშირის დენით. ამისათვის ლიონის ნაკეთობას ათავსებენ ინდუქტორში და ატარებენ დენს. ზედაპირული ფენა რამდენიმე წამში ხურდება 850-950⁰ ზე, ხოლო ამის შემდეგ სწრაფად აცივებენ წყალში.

მაღალი სიხშირის დენით წრობას მიმართავენ ისეთი დეტალების თერმული დამუშავების დროს, რომლებიც ექსპლუატაციის პროცესში დებულობენ დარტყმიან დატვირთვას. ასეთი წესით ნაწრობი ლიონის ნაკეთობის ზედაპირული ფენა არ იტანგება.

4. მოშვება თერმული დამუშავების ბოლო ოპერაციაა. მისი მიზანია ნაწილობრივ მოხსნას სიმაგრე, გაზარდოს სიბლანტე და შენადნობს მისცეს მყარი სტრუქტურა. ვარჩენთ სამი სახის მოშვებას: დაბალს, რომლის მიზანია მხოლოდ ძაბვის მოხსნა არსებული სტრუქტურისა და თვისებების შეუცვლელად; საშუალოს, რომლის მიზანია სტრუქტურისა და თვისებების შეცვლა და მაღალს, რომლის დროსაც იზრდება შენადნობის სიბლანტე სისაღის შემცირების ხარჯზე.

§ 6. ღიფონების ქიმიურ-ფერმული
დამუშავების სახეები და და-
ნიშნულება

მონვა, ნორმალზაცია, წრთობა, მოშვება ზრდის ღიფონური ნაკეთობის ფიზიკურ-მექანიკურ აცისებებს. ეს ჩამოთვლილი ფერმული დამუშავების მეთოდები ცვლის ღიფონის შენადნობის სტრუქტურას და ამის შესაბამისად ფვისებებსაც.

განვიხილოთ ღიფონური ნაკეთობის დამუშავების ისეთი მეთოდი, რის შედეგადაც ღიფონური ზედაპირი მეტად მყარი მიიღება, ხოლო მისი შიგა ნაწილი - გულარი რბილი რჩება და ფვისებები არ იცვლება. ეს ფვისება (მყარი ქერქი და რბილი გულარი) განსაკუთრებით საჭიროა ისეთი ნაკეთობებისათვის, რომლებიც ექსპლუატაციისას ერთდროულად განიცდიან დარტყმით მოქმედებებს- ხახუნს, ცვეთასა და ღუნვას. ამის მიღწევა შეიძლება ქიმიურ-ფერმული დამუშავებით.

ღიფონების და ღიფონური შენადნობების ნაკეთობების ქიმიურ-ფერმული დამუშავება ეწოდება პროცესს, რომლის დროსაც იცვლება ღიფონური ნაკეთობის ზედაპირული ფენის ქიმიური შედგენილობა, სტრუქტურა და ფვისებები. ამას აღწევენ ზედაპირული შრეების გამდიდრებით რაიმე ელემენტებით, კერძოდ, მიმართავენ ამ შრეების გაჯერებას ნახშირბადით, აზოტით, ალუმინით, სილიციუმით, ქრომით და სხვა ელემენტებით, რომლებიც ზედაპირს ანიჭებ-

ბენ ძვირფას გაზრდილ საექსპლუატაციო თვისებებს.

ქიმიურ-თერმული დამუშავებისას საჭიროა ოთხი პირობა: 1. უნდა არსებობდეს სადიფუზიციო ელემენტის აქტიური ატომები, რომლებიც მიიღება ქიმიური ნაერთების დისოციაციით; 2. ადგილი უნდა ჰქონდეს ადსორბაციას, ე.ი. დასამუშავებელი ლითონის ზედაპირი უნდა ითვისებდეს სადიფუზიო ატომებს; 3. ადგილი უნდა ჰქონდეს დიფუზიას, რომლის დროსაც ხდება სადიფუზიო ატომების გადაადგილება დასამუშავებელი ლითონის სიღრმეში; 4. რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს დიფუზური პროცესი, ამიტომ ქიმიურ-თერმული დამუშავებისათვის საჭიროა მაღალი ტემპერატურა.

ქიმიურ-თერმული დამუშავების ძირითადი სახეებია: ცემენტაცია, აზოტირება, ციანირება, დიფუზური მეტალიზაცია.

I. ცემენტაცია ეწოდება ლითონის ზედაპირის გაჯერებას (გამდიდრებას) ნახშირბადით, იმ დონემდე, რომ მისგან შესაძლებელი გახდეს მაღალი ზედაპირული სიმკვარის (სისაღის), გაზრდილი სიმტკიცისა და ცვეთადობის დეტალების მიღება. ამავდროულად ლითონის შიგნით შენარჩუნებულ უნდა იქნეს მაღალი სიბლანტე. ეს შესაძლებელია მხოლოდ დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შემთხვევაში, ამიტომ ცემენტაციით ამუშავებენ მხოლოდ ისეთ დეტალებს, რომლებიც მიღებულია დაბალნახშირბადიან (0,1-0,3 %) 10, 15, 20; 25 მარკის ან დაბალერ-

გირებულ I5, 20 და სხვა მარკის ფლადებისაგან. ასე-
თი ფლადების ნაკეთობაში მაღალი ზედაპირული სიმკვრივის
მიღება შეიძლება ზედაპირის ნახშირბადით გამდიდრები-
ლას 0,8-I,2⁰ მდე. ამ დროს ზედაპირზე მიიღება ზევერტიქ-
ტოიდური ფლადის სტრუქტურა. შრის გარკვეულ სიღრმეში,
ხოლო გულში შერჩენილია გამოსავალი ფლადის სტრუქტურა.
ცემენტაციის სიღრმე იცვლება 0, I-IC მმ-ის საზღვრებში.

ცემენტაცია ხორციელდება მყარ, მხევად და აირად
ნახშირბად-შემცველ არეებში - კარბურიზატორებში.

მყარი ცემენტაცია ხორციელდება საცემენტაციო ყუ-
ბებში 880-950⁰ C-ზე ხის ნახშირის ფენილში (75-80 /)
რომელსაც უმატებენ IO-30 /-მდე რომელიმე სახის ნახ-
შირმეცა მარილებს. პროცესში წარმოიქმნება აქტიური
ნახშირბადი, იგი განიცდის დიფუზიას გახურებული ფლ-
ადის აუსტენიტში - ხდება ზედაპირის მიერ წარმოქმნი-
ლი ნახშირბადის შთანქმე და დიფუზირდება სიღრმეში.
ამით წარმოიქმნება ნახშირბადის გამდიდრებული ზედა-
პირული ფენა.

მხევადი ცემენტაცია ხორციელდება გამდნარ მარილებ-
ში (სოფის, სუფრის მარილისა და სილიციუმის კარბიდის
ნარევეში) 850-950⁰ C-ზე. ზედაპირი უშუალოდ შთანქმევს
სილიციუმის კარბიდისა და სხვა მარილების ნახშირბადს.

აირადი ცემენტაცია ხორციელდება მეთანის ან ნახ-
შირუანგის არეში, რისთვისაც გამოიყენება ბუნებრივი
აირი, გენერატორის აირი, ნაგებობის პროდუქტების ბა-
რლიზის აირები. ქიმიური პროცესი ისეთივეა, როგორც
მყარი ცემენტაციის დროს, მხოლოდ იმ განსხვავებით,

რომ აქ ტემპერატურა შედარებით მაღალია (900-950⁰) და ტემპერატურის ხანგრძლივობაც გაცილებით უფრო ნაკლებია.

ნებისმიერი ხერხით ცემენტაციის შემდეგ ნაკეთობა აუცილებლად საჭიროებს თერმულ დამუშავებას - წამობასა და მოშებას.

2. აზოტირება' ეწოდება სიმაგრის, ცვეთაგამძლეობისა და კოროზიული სიმტკიცის გაზრდის მიზნით აზოტის ლითონის ზედაპირის გაჯერების (გამდიდრების) პროცესს. ასეთ ლითონს დაღლილობის ზღვარიც მაღალი ექნება.

აზოტირება ხორცთაღდება ჰერმეტიკულად დახურულ მუფლებში 500-700⁰ C-ზე ამიაკის არეში. ამ პროცესში ამიაკი იშლება, წარმოიქმნება ატომური აზოტი, ეს კი დიფუზიით შეიჭრება ლითონში და წარმოიქმნება აზოტით გამდიდრებული ზედაპირული ფენა.

ამ მეთოდისათვის დამახასიათებელია ის, რომ ნაკეთობა წინასწარ განიცდის წამობასა და მოშებას, ხოლო აზოტირების შემდეგ არ საჭიროებს თერმულ დამუშავებას. მუშავდება მხოლოდ ლეგირებული ფოლადი.

3. ციანირება ეწოდება დაბალნახშირბადოვან საკონსტრუქციო და საინსტრუმენტო სწრაფმჭრადი ფოლადების ზედაპირის ერთდროულ გამდიდრებას (გაჯერებას) აზოტითა და ნახშირბადით. გაცრელებულია აირადი მაღალტემპერატურიანი და თხევადი დაბალტემპერატურიანი ციანირები.

მაღალტემპერატურიანი ციანირება მიმდინარეობს მეთანის, ნახშირბადისა და ამიაკის აირების ნარევი

750-930⁰ C-ზე. ამ დროს ფოლადში უმთავრესად იხსნება ნახშირბადი. პროცესს იყენებენ საკონსტრუქციო ფოლადის სიმაგრის (სისალის), ცვეთამდეგობისა და დაღლილობის ზღვარის გასადიდებლად. ციანიტების შემდეგ ლითონი საჭიროებს წროობასა და მოშვებას.

დაბალტემპერატურიანი ციანიტება მიმდინარეობს ციანი მარლების აბაზანაში 540-560⁰ C-ზე ამ დროს ხდება ფოლადის ზედაპირის გაჯერება უმთავრესად აზოტით. ასეთ პროცესს ძირითადად მიმართავენ სწრაფმჭრელი ფოლადისაგან დამზადებული იარაღების ცვეთამდეგობის და დაღლილობის გასადიდებლად. ციანიტებამდე ფოლადი გადის თერმულ დამუშავებას. ციანიტების შემდეგ იზრდება ნაკეთობის, ინსტრუმენტების სიმაგრე, სიმტკიცე I, 5-2-ჯერ.

4. დიფუზური მეტალიზაცია ეწოდება ფოლადის ზედაპირის გამდიდრებას (გაჯერებას) ალუმინით, ქრომით, სილიციუმით, ბორით და სხვა ლითონებით. დიფუზური მეტალიზაცია ზრდის ლითონური ზედაპირის ანტიკოროზიულობას, მხურვალმდეგობას, სიმაგრეს, ცვეთამდეგობას.

დიფუზური მეტალიზაცია მიმდინარეობს მყარ, თხევად და აიროვან არეში შედარებით მაღალ 1000-1200⁰ C-ზე და მოითხოვს ხანგრძლივ დროს (25 საათამდე). დიფუზური მეტალიზაციის ძირითადი სახეებია: ალტირება, ქრომირება, სილიცირება და ბორირება.

ა) ალტირების დროს ლითონის ზედაპირს ამდიდრებენ ალუმინით. ალტირება ხორციელდება მყარ, თხე-

ცად და აირად არეში. სადიფუზიო მასალებად გამოყენებულია ფეროალუმინის ან ალუმინის ფხვნილი მყარ მდგომარეობაში ალიტირების დროს. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება აქტიური ალუმინის ატომები, რომლებიც დიფუზიით შეიჭრებიან ფოლადის სიღრმეში. თხევადი ალიტირება ხორციელდება ალუმინის აბაზანაში, აირადი კი სტეციალურ მოწყობილობაში-რეტორტაში, რომელშიც იტვირთება ფეროალუმინის ფხვნილი, ატარებენ ქლორს, მიიღება ალუმინის ქლორიდი, ეს კი მაღალ ტემპერატურაზე იშლება და გამოყოფს ატომურ ალუმინს. ამის შემდეგ იგი დიფუზიით იჭრება ლითონში და მიიღება ალუმინით გაჯერებული (გამდიდრებული) ლითონური ზედაპირი. ასეთი ლითონი მხურვალედ დეგია, იცავს ნაკეთობას უანგვისაგან.

ბ) ქრომირების დროს ლითონის ზედაპირს ამდიდრებენ ქრომით. ქრომირება ხორციელდება მყარ, თხევად და აირად არეში. მყარი ქრომების დროს ნაკეთობის ზედაპირს ამუშავენ ფეროქრომის ფხვნილით. ამისათვის ნაკეთობას ახურებენ $1100-1200^{\circ} \text{C}$ -ზე და აყოვნებენ 10 საათის განმავლობაში შესაბამის არეში. ამ დროს ფხვნილში ბრუნებული ქრომი განიცდის დიფუზიას, შეაღწევს ლითონში და მიიღება მოქრომული ზედაპირი, რომელიც ნაკეთობას ანიჭებს მაღალ ტემპერატურაზე უთანგველობის დეგრადაციას, ზრდის მის სიმკვრივეს და ცვეთადეგობას.

ბ) სილიცირების დროს ფოლადის ნაკეთობის ზედაპირს ამდიდრებენ სილიციუმით. ყველაზე კარგად სილიციუმი იხსნება სილიციუმის ქლორიდში $900-1000^{\circ} \text{C}$ -ზე.

პროცესი ზემოაღწერილი მოვლენების ანალოგიურია.

საერთოდ დიფუზური, მეტალიზაციის პროცესში წარმოებს შესაბამისი მადიფიკირებელი ელემენტების შეღწევა ძირითად ლითონში მაღალ ტემპერატურაზე, ურთიერთმოქმედებენ ეს ელემენტები რკინასთან და ქვნიან მყარ შენადნობს, რაც აუმჯობესებს თვისებებს.

§ 7. ლითონების ძირითადი თვისებები და ამ თვისებათა კვლევის მეთოდები

ლითონებისა და შენადნობების რაციონალურ გამოყენებას სახალხო მეურნეობის მრავალ დარგში განსაზღვრავს მათი თვისებები. ეს თვისებები დამოკიდებულია ლითონის ქიმიურ შემადგენლობაზე, სტრუქტურაზე და მინარევების შემცველობაზე. მაგალითად: თუ სპილენძი შეიცავს 0,1 / ფოსფორს, მაშინ მისი ძირითადი თვისება ელექტროგამტარობა მცირდება 2-ჯერ ხოლო თუ შეიცავს 0,5 / ფოსფორს, მაშინ ელექტროგამტარობა მცირდება 5-ჯერ; თუ ლითონი დამუშავდა თერმულად ან ქიმიურ-თერმულად, მისი ცვეთადობა, სიმტკიცე, სიმტკიცე, ანტიკოროზიონობა და სხვა იზრდება. ასე რომ, ქიმიური შედგენილობა, სტრუქტურის შეცვლა და მინარევების შემცირება ძირითადად განაპირობებს ლითონების თვისებებს და აქედან გამომდინარე, დანიშნულებისამებრ ლითონების გამოყენებას.

ლითონებისა და შენადნობების თვისებები იყოსა 4 ჯგუფად: ფიზიკურ-მექანიკური ქიმიური, ტექნოლო-

გიური და სპეციალური.

ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ჯგუფს განეკუთვნება სიმკვრივე, დნობის ტემპერატურა, თბური გაფართოება, აბორგამტარობა, ელექტროგამტარობა მაგნიტური თვისებები, სიმტკიცე, სიმაგრე, დრეკადობა, პლასტიკურობა, სიბლანტე, დაღლილობა, ცვეთადობა და სხვ.

ქიმიური თვისებების ჯგუფს ეკუთვნის ლითონების შედგენის მუდმივების, ტუბიების, წყლის, ტენიანი ჰაერის, აირებისა და სხვათა შემადგენლობისა და სხვ.

ტექნოლოგიური თვისებების ჯგუფს ეკუთვნის თხელდენადობა, ჩაჯდომა, გაჭიმვა, გადაღუნვა, ჭრილობის დაზიანების შესაძლებლობა, ურთიერთშედეგებასა და მორჩილების შესაძლებლობა, წარმოადობა, პლასტიკურობა, ჰედევის, შედეგების, მორჩილების, დაწნეხვის, ჩამოსხმის უნარი და სხვ.

სპეციალურ თვისებებში იგულისხმება ლითონებისა და შენადნობების განსხვავებულ პირობებში ჩვეულებრივსაგან მაღალ ტემპერატურაზე, მაღალ წნევაზე ან პირობით, დაბალ ტემპერატურასა და წნევაზე ლითონური ნაკეთობის ექსპლუატაციით თვისებები. ასეთი თვისებები მოწოდება სპეციალური დანადგარებიდან და მოწყობილობებიდან.

ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები

I. სიმკვრივე წარმოადგენს მოცულობის ერთეულის მასას. ის დამოკიდებულია მასალის ბუნებაზე, მასში

მინარევებისა და სიცარიელის არსებობაზე. ამ თვისებაზეა დამოკიდებული თბოგამტარობა, სიმაგრე, სიმტკიცე. ლითონი უმეტესობის მასა 7000 კგ/მ^3 აღემატება, მსუბუქი ლითონებისა კი 3000 კგ/მ^3 -ზე ნაკლებია.

2. ლითონების დნობის ტემპერატურა სხვადასხვანაირია და იყოფა ადვილდნობად (700°C -ზე დაბლა) და ძნელადდნობად (700°C -ზე მაღლა) ლითონებად. სხვადასხვა ლითონის დნობის ტემპერატურა მოცემულია მათი მდგომარეობის დიაგრამებში. ამორფული სხეულებისაგან განსხვავებით თითოეულ სუფთა ლითონს აქვს მათი განსაკუთრებული დნობის ტემპერატურა, ხოლო რაც შეეხება შენადნობებს, აქ დნობის ტემპერატურა იცვლება მასში სხვა ნივთიერებების დამატებით. ლითონური შენადნობების უმეტესობას, მაგალითად, რკინის შენადნობებს, დნობის ტემპერატურა აქვს უფრო დაბალი, ვიდრე მასში შემავალ ლითონებს. ამასთანავე ზოგიერთი ფერადი ლითონების შენადნობების, მაგალითად, ალუმინისა და ნიკელის, დნობის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე მასში შემავალი ამ სუფთა ლითონების - ნიკელისა და ალუმინისა. დნობის ტემპერატურას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ლითონებისა და შენადნობების შერჩევაში მათი შემადგომი ცხლად დამუშავებისა და ნაწარმის ჩამოსხმის მიღების შემთხვევაში.

3. თერმულ თვისებებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ლითონის ხარისხის შეფასებისას განსაკუთრებით გამობობა-გაცხელებისა და გატყევის პირობებში.

ამ ზღვებს ეკუთვნის თბოტევადობა, თბოგამტარობა, თბური გაფართოება, თერმული მდებარეობა.

თბოტევადობა ხასიათდება სითბოს იმ რაოდენობით, რომელიც საჭიროა სხეულის გასათბობად $1^{\circ}C$ -მდე ტემპერატურის განსაზღვრულ ინტერვალში. მასალის თბოტევადობით ადგენენ თბური ენერჯიის დანახარჯებს მისი გაცხელებისას.

თბოგამტარობა არის ლითონის უნარი გაატაროს სითბო სხეულის ცალკეულ ადგილებში ტემპერატურათა სხვაობის პირობებში. იგი გამოიხატება თბოგამტარობის კოეფიციენტით. თბოგამტარობა დამოკიდებულია ლითონური შენადნობების ქიმიურ შედგენილობაზე, აგებულების სტრუქტურაზე, ფორმებაზე.

თბური გაფართოება არის ლითონის უნარი ტემპერატურის მატებისას ცვალს თავისი განზომილებანი და გამოსატყვენ ხაზობრივი და მოცულობითი გაფართოების კოეფიციენტით. ამ თვისებას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. მაგალითად, მას იმვალისწინებენ ლითონების სამშენებლო კონსტრუქციების დაბროექტებისას, ცინაიდან ტემპერატურათა ცვლილების შედეგად შესაძლოა დაირღვეს კონსტრუქცია, და პირიქით, შეიძლება ეს თვისება ეფექტურად გამოვიყენოთ რკინა-ბეტონის ნაწარმის წარმოებაში მისი არმატურის ელექტროთერმული მეთოდით გაწვდვით. როგორც აღვნიშნეთ, თერმული გაფართოების მაჩვენებელია ხაზობრივი და მოცულობითი ტემპერატურული კოეფიციენტი. თერ-

მული გაფართოების მოკულობითი კოეფიციენტი გვიჩვენებს მასალის მოკულობის გაზრდის შეფარდებას პირვანდელ მოკულობასთან $I^0 C$ გაცხელების დროს, ხოლო ხაზობრივი კოეფიციენტი მისი სიგრძეების შეფარდებას.

თერმული შედეგობა არის ლითონის უნარი შეინარჩუნოს თავისი აგვისებები ტემპერატურათა მკვეთრი რყვის პირობებში. ზემოთ განხილული თერმული გაფართოების კოეფიციენტი უარყოფითად მოქმედებს მასალის თერმულ შედეგობაზე. თერმული შედეგობა უშუალოდ დაკავშირებულია მასალის ქიმიურ შედგენილობაზე, ერაგვაროვნებაზე, სიმტკიცეზე, დრეკადობის მოდელზე, აბოგამტარობაზე. რამდენადაც დიდია მასალის სიმტკიცე და აბოგამტარობა და ნაკლები თერმული გაფართოება და დრეკადობის მოდელი, მით მაღალია მისი თერმული შედეგობა.

4. ელექტრული აგვისებები ხასიათდება ლითონების უნარით გაატარონ აგვის სხეულში ელექტრული დენი. ამ აგვისებათა ძირითადი მარვენებელია ელექტროგამტარობა და ელექტროწინააღობა.

ელექტროგამტარობა არის ლითონის აგვისება აგვის სხეულში გაატაროს ელექტროდენი. ელექტროგამტარობა დამოკიდებულია ელექტროწინააღობაზე. რამდენადაც ნაკლებია ელექტროწინააღობა, მით მაღალია გამტარობაც. ამ მარვენებლით საერთოდ ყველა მასალა იყოფა გამტარებად, ნახევარგამტარებად და იზოლატორებად. გამტარებს აქვს მკირე ელექტროწინააღობა და მაღალი ელგამ-

ტარობა. მას ეკუთვნის ცერცხლი, სპილენძი და მათი შენადნობები, ალუმინი, ფლადი და სხვ. იზოლატორები ხასიათდება მაღალი ელწინააღობითა და მცირე გამტარობით. მას ეკუთვნის რეზინი, ფაიფური, მინა, პლასტმასა, ასბესტი და სხვ.

გამტარებსა და იზოლატორებს შორის შუა ადგილი უკაცია ნახევარგამტარებს, რომლებიც ჩვეულებრივ პირობებში სუსტად ატარებენ დენს. ისინი გამოიყენება სახალხო მეურნეობაში, მაგალითად, ენერჯის ერთი სახის გარემოში გარდასაკმენლად, ღენის ძალისა და ძაბვის რეგულირებისათვის, ელექტროგამტარების, ელექტროზონრების, კაბელების, სხვადასხვა ელექტროდანადგარის, გასათბობ-გამახურებელი ხელსაწყობის, რადიო-ტელე წარმოებაში და სხვ.

5. მექანიკურ თვისებებს უაღრესად დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ექსპლუატაციის პროცესში ყველა ლითონის ნაკეთობანი განიცდის გარეშე ძალის ზემოქმედებას. ეს ძალა ლითონში იწვევს ძაბვას, ძაბვა კი — ჯერ დეფორმაციას, ხოლო გარკვეულ ზღვარს ზემოთ რღვევას. ამიტომ მექანიკურ თვისებებს დიდი, გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ლითონის მასალების ხარისხის დასადგენად.

მექანიკური თვისებების ძირითადი მაჩვენებელია: სიმტკიცე, სიმაგრე, დრეკადობა, პლასტიკურობა, სიბლანტე, ხახუნისადმი მდგრადობა.

დრეკადობა არის ლიონის უნარი გარეშე ძალის ზემოქმედებისას იცვალს ფორმა, ხოლო ამ ძალის მოხსნის შემდეგ დაუბრუნდეს თავის პირვანდელ მდგომარეობას.

პლასტიკურობა არის ლიონის უნარი გარეშე ძალის ზემოქმედებისას შეიცვალოს ფორმა, ხოლო ამ ძალის მოხსნის შემდეგ ნაწილობრივ ან მთლიანად შეინარჩუნოს ახალი ფორმა;

სიმაგრე არის ლიონის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გარეშე, მასზე უფრო მაგარი საგნის ჩაწნებვას. სიმაგრე დამოკიდებულია ლიონის ქიმიურ შედგენილობასა და სტრუქტურაზე და განსაკუთრებით მოქმედებს ცვეთაზე - შედარებით მაგარი ლიონები ხასიათდება მაღალი ცვეთამდეგობით.

სიმტკიცე არის ლიონის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გამჭიმავ, მკუნთავ, მკუმშავ, მგრეხავ ძალას და განისაზღვრება სიმტკიცის ზღვარიან რღვევამდე.

სიბლანტე არის ლიონის უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს რღვევას დარტყმითი ძალის ზემოქმედების დროს. თუ ლიონი ამ ძალის ზემოქმედებით ირღვევა, მას მსხვრევადი ანუ მყიფე ლიონი ეწოდება, ხოლო ბლანტია ის ლიონი, რომელიც დარტყმითი ძალის ზემოქმედებით არ ირღვევა.

ცვეთავამძლეობა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისებაა ლიონისა. ცვეთაში იკულისხმება ლიონური დეტა-

ღების ზომების შემცირება მოხახუნე ზედაპირზე. ცვეთა ძირითადად ორგვარია: ცვეთა მოხახუნე დეტალებს შორის, რომელსაც კონტაქტურ ცვეთას უწოდებენ, და ცვეთა გამოწვეული რაიმე გარეშე მაგარი საგნის მოძრაობით ლითონის ძირითადი ზედაპირის მიმართ, რომელსაც აბრაზიულ ცვეთას უწოდებენ.

ამა თუ იმ ლითონისა და მათი შენადნობების დანიშნულების მიხედვით გამოყენებისათვის საჭიროა ზოგადად მაინც გავეცნოთ ლითონთა ფიზიკური და მექანიკური თვისებების მიკრო და მაკროსტრუქტურულ ანალიზსა და გამოცდის შედეგებს.

ზოგიერთ შემთხვევაში ლითონის კრისტალური მარცვლები იმდენად მსხვილია (გაეხსენოთ კრისტალიზაციის თვისებებზე), რომ მათი დანახვა შეიძლება შეუიარაღებელი თვალითაც ან მცირე გადიდებით (70-ჯერ). ასეთ აგებულებას მაკროსტრუქტურას უწოდებენ. მაკროსტრუქტურული კვლევა ძირითადად გამოიყენება მარცვლების განლაგებისა და მათი ხასიათის შესასწავლად, ცინაიდან მარცვლების ზომა და განლაგების ხასიათი ლითონს ანიჭებს კონკრეტულ თვისებას. მაკროსტრუქტურული კვლევა ასევე გამოიყენება ლითონის ნამზადის სხვადასხვა წუნის (ჩაჭდომის ნიჟარა, სიფხვიერე, აირის ბუშტები) აღმოსაჩინად, მათზე მინარევების (ფოსფორისა და გოგირდის) არსებობის დასადგენად და სხვ.

ლითონისა და მისი შენადნობების მარცვლების სილიქეს, მათ ფორმასა და ურთიერთგანლაგებას, რომლის

დანახვა მხოლოდ მიკროსკოპში შეიძლება, მიკროსტრუქტურა ეწოდება. მიკროსტრუქტურული კვლევა სპეციალური ელექტრონული მიკროსკოპებით (გადიდება 30 000-ჯერ) წარმოებს.

გაჭიმვაზე გამოცდა ტარდება სპეციალურ დინამომეტრებზე, სადაც განისაზღვრება სიმტკიცისა და პლასტიკურობის შემდეგი ძირითადი მაჩვენებლები.

1. პროპორციულობის ზღვარი გვიჩვენებს მაქსიმალურ ძაბვას, რომლის დროსაც ძაბვა ფარდობით წაგრძელების პირდაპირპროპორციულია.

2. დრეკადობის ზღვარი გვიჩვენებს მაქსიმალურ ძაბვას, რომლის ფარგლებში ადგილი აქვს მხოლოდ დრეკად ეფორმაციას.

პროპორციულობისა და დრეკადობის ზღვარს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, საექსპლუატაციო პირობებში ლითონთა ნაკეთობების ძაბვა არ უნდა აღემატებოდეს ამ მაჩვენებლებს.

3. სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვისას არის მაქსიმალური ძაბვა რღვევის წინ და ფაქტობრივად ნიშნავს ლითონის სიმტკიცეს $\sigma_{\text{ფაქტ}}$ -ში. ამას კიდევ აქვს ორი მაჩვენებელი: ა) ფარდობითი წაგრძელება, რომელიც არის სიგრძის ნამატის შეფარდება პირვანდელ სიგრძესთან და ბ) ფარდობითი შევიწროება, რომელიც არის განივი კვეთის ფარდობითი შემცირების სიდიდის შეფარდება პირვანდელ განივი კვეთთან.

4. დენადობის ზღვარი გვიჩვენებს ძაბვას, რომლის დროს ლითონი განიცდის დეფორმაციას დატვირთვის გაუჩრდელად. ეს მაჩვენებელი ძირითადად გამოყენებულია ლითონების კონსტრუქციების გაანგარიშებისას.

ლითონის დაღლილობასა და გამძლეობას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. საექსპლუატაციო პირობებში მანქანათა ნაწილებისა და კონსტრუქციების უმეტესობა ცვალებადი, ციკლურ დატვირთვისთან შედარებით გააცი- დატვირთვა ჩვეულებრივი დატვირთვისთან შედარებით გააცი-ლებით უფრო მძიმე პირობებს ქმნის ლითონისაფის და რღვევა ხდება სიმტკიცის ზღვარზე გაცილებით უფრო დაბალი ძაბვისას, რაც ლითონის ნაკეთობათა რღვევას იწვევს. ამ მოვლენას ლითონის დაღლილობა ეწოდება, ხოლო დაღლილობისადმი წინააღმდეგობას - გამძლეობა. გამძლეობის ზღვრად მიღებულია ისეთი ძაბვა, რომლის დროსაც ლითონი დაურღვევლად უძლებს ცვალებად ციკლთა მაქსიმალურ რიცხვს. ამ მაჩვენებელს ძირითადად განსაზღვრავენ დიფინამიკური გამოყდით. დინამიკური ეწოდება ისეთ გამოყდას, რომელიც მიმდინარეობს ძალის სწრაფი ზრდითა და განმეორებით.

ლითონის სიმაგრის გამოყდის რამდენიმე ხერხი არსებობს, რომელთაგან ყველაზე მეტად გავრელებულია ორი: 1. სიმაგრის გაზომვა ფლადის ბურთულაკის ჩაწნებით (ბრინელის ხერხი) და 2. სიმაგრის გაზომვა ფლადის ბურთულის ან აღმასის კონუსის ჩაწნების სიგრძის მიხედვით (როყველის ხერხი).

ბრინელის ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ღიოთნის ზედაპირზე ჩაიწნებება გარკვეული დიამეტრის ნაწრობი ფლადის ბურთულა, გაიზომება წარმოქმნილი ანაბეჭდის დიამეტრი და გაიანგარიშება მისი ფართობი, ძალის შეფარდება ფართთან გეაძლევს სიმაგრის ბრინელის ერთულს.

როცველის ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ შედარებით რბილი ღიოთნები გამოიცდება ბურთულით, ხოლო შედარებით მაგარი ღიოთნები აღმასის კონუსით. გამოცვენებულია 100, 150 და 60 კგ-იანი წნევა. სიმაგრის ანათვადი უშუალოდ ხელსაწყოს სკადიდან აიღება, რომელიც 100 ერთულს ითვლის. ბრინელის ან როცველის მაჩვენებლები სტანდარტიზირებულია. ამ მაჩვენებლებს არ უნდა აღემატებოდეს საექსპლუატაციო პირობებში ღიოთნის ნაკეთობათა ძაბვის მაჩვენებელი.

ცვეთამედგობაზე ღიოთნის ნაკეთობის გამოცდის ყველაზე სრულყოფილი მეთოდია გამოცდები იმ რეალურ პირობებში, სადაც მანქანის ნაწილს უხდება მუშაობა, მაგრამ ამის განხორციელება პრაქტიკულად ძალზე რთულია, უმრავლეს შემთხვევაში კმნიან რეალურ პირობებთან ახლოსმდგომ სპეციალურ ხელსაწყობებს და მასზე ცდიან ნიმუშებს სრიალით ხახუნზე, დაგორებით ხახუნზე, აბრაზიულ ხეხვაზე და სხვ. გამოცდის შედეგები განისაზღვრება ზომის ან წონის ცვლილებით. დაუშლელ მანქანაზე დეტალის ცვეთას ხშირად ამოწმებენ ზედაში გადასული ღიოთნის რაოდენობის განსაზღვრითაც.

ტექნოლოგიური თვისებები განისაზღვრება ლითონის უნარის სხვადასხვა მეთოდით. დამუშავებისას. ამ უნარის განსაზღვრას ტექნოლოგიური გამოცდები ეწოდება და ვარჩევთ შემდეგ სახეებს: 1. გამოცდა თხელდენადობაზე - ამით ირკვევა ლითონის უნარი - შეავსოს სამსხმელო ყაღიბი; 2. გამოცდა შეკლებაზე - მოწმდება სხმულებში ძაბვის წარმოქმნის შესაძლებლობა და მათი სიდიდე; 3. გამოცდა გამოჭიმვაზე - ამით ბრკვევენ, აქვს თუ არა ლითონს უნარი მიიღოს დეფორმაცია ცივად დატვირთვის დროს; 4. გამოცდა გადაღუნვაზე ცივ და ცხელ მდგომარეობაში - ამით განსაზღვრავენ ლითონის ნაკეთობას აქვს თუ არა უნარი გაიღუნოს ამა თუ იმ კუთხით; 5. გამოცდა შეღულებით დამუშავებაზე - განსაზღვრავენ, აქვს თუ არა ლითონს შეღულების უნარი; 6. გამოცდა ჭრიდ დამუშავებაზე - განსაზღვრავენ უნარს ჭრიდ დამუშავების შესაძლებლობაზე; 7. გამოცდა შეწრობადობაზე ე.ი. აქვს თუ არა ლითონს წროობის უნარი და სხვ.

ლითონების ქიმიურ თვისებებს, უპირველეს ყოვლისა, განსაზღვრავს მისი ქიმიური ბუნება, რომელიც მუდამ ედება სხვა ელემენტებთან ურთიერთობისას. ლითონთა ურთიერთობა გარემოსთან გამოიხატება იმაში, რომ სხვა ნივთიერებათა გავლენით ლითონი განიცდის ჯერ დაუანგვას, შემდეგ რღვევას - კოროზიას. ამიტომ ლითონის ძირითადი ქიმიური თვისება, რომელიც განსაზღვრავს ლითონის პრაქტიკულ გამოყენებას, კოროზიის მიმართ მდებარეობაა.

წ მ. კოროზია და ლითონების დაცვა

კოროზიისაგან

ლითონებსა და მათ შენადნობებს მთელ რიგ დადებით თვისებებთან ერთად ახასიათებს არსებითი ნაკლი, ისინი ურთიერთობაში შედიან წყლისა და ჰაერის უანგზადთან, გოგირდმჟავასა და სხვა ქიმიურ შენაერთებთან, ცვლებად თვისებები, კერძოდ, კარგავენ სიმტკიცეს, სიმაგრეს, პლასტიკურობას, თბო და ელექტროგამტარობის უნარს, თანდათანობით ირღვევიან. ლითონების ასეთნაირად შეცვლას, რღვევას გარემოს ქიმიური ან ელექტროქიმიური ზემოქმედების შედეგად კოროზია ეწოდება (კოროზია ლითონური სიტყვაა და ნიშნავს რღვევას).

კოროზიის მიზეზია ლითონისა და კოროზიული გარემოსაგან შემდგარი სისტემის თერმოდინამიკური არამდგრადობა, რომელიც გამოწვეულია თვისუფალი ენერგიის ცვლილებით ლითონის გარემოსთან ურთიერთქმედების დროს.

ეს მოვლენა დიდ ზიანს აყენებს სახალხო მეურნეობას. დადგენილია, რომ ყოველწლიურად კოროზიის შედეგად იკარგება მსოფლიოში მოპოვებული ლითონის 8-12 %-ამის გამო ლითონის ძირითადი ქიმიური თვისება, რომელიც მისი პრაქტიკული გამოყენების დროს გააინტერესებს, კოროზიის მიმართ შედეგობაა.

ძირითადად კოროზია არის შემდეგი სახის: მდლიანი, ადგილობრივი, კოროზიული, ლაქები, კოროზიული წყლულები, კოროზიული წერტილები, ზედაპირქვეშა კოროზია,

კრისტალშორისო კოროზია, ტრანსკრისტალები, კოროზიული დასკდომა, კონტაქტური კოროზია.

მთლიანია კოროზია თუ ის ლითონის მთელ ზედაპირს მოიცავს, იგი ორი სახისაა - მანაბარი და არამანაბარი.

მანაბარია კოროზია, თუ რღვევის სიღრმე ყველა უბანზე ერთნაირია, ხოლო არამანაბარია მაშინ, როდესაც რღვევის სიღრმე სხვადასხვაგვარია.

ადგილობრივია კოროზია, როდესაც დაზიანებულია ლითონის ზედაპირის ცალკეული ნაწილები.

კოროზიული ლაქების შემთხვევაში ლითონის რღვევა სხვადასხვა უბანზე ღრმა არაა და მოიცავს ლითონის ზედაპირის შედარებით დიდ ფართობს.

კოროზიული წყლულებსა და წერტილების შემთხვევაში ღრმა რღვევა თავმოყრილია შეზღუდულ ან მცირე უბნებზე.

ზედაპირქვეშა კოროზიის დროს რღვევა იწყება ზედაპირიდან და ძირითადად ლითონის ზედაპირის ქვეშ ვრცელდება, რის შედეგადაც ლითონი ამოიბურცება და შრებად დაიშლება.

კრისტალშორისო რღვევა ლითონების კრისტალების შეხების საზღვარზე მიმდინარეობს. ამ შემთხვევაში ლითონს გარეგნული შეცვლა არ ეტყობა, ხოლო შიგნიდან რღვევის შედეგად გაუარესებისაკენ იცვლება ლითონის მექანიკური თვისებები.

ტრანსკრისტალური კოროზიის დროს კრისტალშორისო რღვევას ემატება თვით ლითონის მარცვლების გახლეჩვა.

კოროზიული დასკდომა გამოწვეულია ლიონებზე გარემოს აგრესიული ძალებისა და მექანიკური ძაბვის ერთდროული მოქმედებით. მექანიკური ძაბვის ხასიათის მიხედვით არჩევენ დასკდომის შემდეგ სახეებს: კოროზია პერიოდულად ცვლადი დატვირთვისას, რომელსაც დაღლილობას უწოდებენ; კოროზია, რომელიც გამოწვეულია სხვა მყარი სხეულით ხეხვის შედეგად, ან იგივე კოროზიული არის ზემოქმედებით, რომელსაც კოროზიულ ეროზიას უწოდებენ.

კონტაქტური კოროზიის დროს უპირატესად კონსტრუქციის ის ნაწილი ირღვევა, რომელიც დამზადებულია უარყოფითი სტაციონარული პოტენციალის მქონე მასალისაგან.

კოროზიული პროცესის მექანიზმის მიხედვით ვარჩევთ ქიმიურ და ელექტროქიმიურ კოროზიას.

ქიმიური ეწოდება ისეთ კოროზიას, რომელიც გამოწვეულია გარემოს ქიმიური ურთიერთობით ლიონთან და გამოიხატება ლიონის უანგბადთან შეერთებაში, რის შედეგადაც ლიონის ზედაპირზე წარმოიქმნება და მანდათან სქედდება და ვრცელდება უანგბადის ფენა. ამ ტროცესს მან არ ახლავს ელექტროდების წარმოქმნა. ქიმიური კოროზიის დროს ლიონის დაუანგვა და კოროზიული გარემოს უანგბადი კომპონენტის აღდგენა მიმდინარეობს ერთდროულად.

ლითონთა ქიმიური კოროზიის პროცესის არსია ლიონის უშუალოდ შეერთება აგრესიული გარემოს შემადგენელ ნაწილებთან, ხოლო მექანიზმი - ლიონის ატომების ან

იონების დიფუზია კოროზიის პროდუქტების შრეში და უანგ-
ბადის იონების ან ატომების შემხვედრი დიფუზია. ასეთი
კოროზია ახასიათებს მშრალი აირების ზემოქმედებას ლი-
თონზე (ჰაერის, სათბობის წვის პროდუქტებისა და სხვ.),
ასევე მხვედადი არაელექტრიკების (ნავთობის, ბენზინის
და სხვ.) ზემოქმედებისას.

ელექტროქიმიური ეწოდება ისეთ კოროზიას, რომელ-
საც თან ახლავს ელექტროდენის წარმოქმნა და პროცესი
მიმდინარეობს მხვედად არეში ან ტენის თანხლებით.

აგრესიული გარემოს ელემენტებისა და ლითონთა
ურთიერთმოქმედების საერთო რეაქცია შედგება ორი პრო-
ცესისაგან: 1. ანოდური, რომლის დროს ლითონის კათიო-
ნები გადადის ხსნარში და 2. კათოდური, რომლის დროს
ხდება იონების მიერ ელექტრონების ასიმილაცია, ანუ
განთავისუფლებული ელექტრონების დამუანგველობით შე-
ბოჭვა.

ელექტროქიმიური კოროზია არის შემდეგი სახის:
კოროზია ელექტროლიტებში, რომელიც მიმდინარეობს ლით-
ონების ნაკეთობებზე ბუნებრივი წყლების (ზღვის, ჩვეუ-
ლებრივი წყლის, მინერალური წყლის) და სხვადასხვა
წყალხსნარის ზემოქმედების დროს; მიწისქვეშა კოროზია,
აქ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს მთხეტიალე დენი; ატ-
მოსფერული კოროზია მიმდინარეობს ჰაერში, აგრეთვე
ნებისმიერ ტენიან აირში; ბიოკოროზია, რომლის დროს
ლითონი ირღვევა მიკრო და მაკროორგანიზმების მიერ

გამოყოფილი პროდუქტების გავლენით, ასევე *აჩრეცებს* რადიაციულ კოროზიას, რომლის დროს ლითონი ირადიაცია რადიოაქტიური გამოსხივების ზემოქმედებით.

როგორც დავინახეთ, საექსპლუატაციო რეალურ პირობებში ლითონებზე მავნედ მოქმედებს გარემოს ელემენტები, ამიტომ ლითონის მედეგობას კოროზიული მოვლენების სადმი დიდი მნიშვნელობა აქვს.

ლითონისა და მისგან მიღებული ნაკეთობების კოროზიამედეგობა დაკავშირებულია კოროზიული პროცესის სისწრაფესთან, ე.ი. რამდენადაც მცირდა კოროზიის სისწრაფე, იმდენად მედეგად ითვლება ლითონი.

კოროზიის სისწრაფეს განიხილავენ შემდეგი მაჩვენებლებით: სიღრმის მაჩვენებელი, მასის ცვლილების მაჩვენებელი და მეტანიკური მაჩვენებელი.

კოროზიის სიღრმის მაჩვენებელი წარმოადგენს ლითონის კოროზიული რღვევის საშუალო ან მაქსიმალურ სიღრმეს დროის ერთეულში. კოროზიამედეგობას ადასტობენ აბაღური შკალით: 1. ბალი - პრაქტიკულად მედეგი, 2-3 - ძალზე მედეგი, 4-5-მედეგი, 6-7 - საშუალო მედეგი, 8-9 - მცირე მედეგი და 10 - არამედეგი.

მასის ცვლილების მაჩვენებელი აღნიშნავს კოროზიის დროს ლითონის მასის ცვლილებას ზედაპირის ერთეულზე განსაზღვრული დროის გავლის, შემდეგ.

კოროზიის მეტანიკური მაჩვენებელი აღნიშნავს ლითონის მეტანიკური თვისებების ცვლილებას კოროზიული პროცესის განსაზღვრული დროის განმავლობაში და გამო-

ისახება პროცენტებში.

ამ მარვენებლებით საზღვრავენ ლიონებისა და მაღან მიღებული ნაკეთობების ექსპლუატაციის ხანგრძლივობას.

ანტიკოროზიული დაცვა ლიონებისა და მათი შენადნობების, ნაკეთობებისა და ნაგებობების კოროზიისაგან დასაცავ ღონისძიებათა კომპლექსია. ცნობილია ანტიკოროზიული დაცვის ორი მთავარი ჯგუფი: ელექტროქიმიური, რომელიც გავლენას ახდენს ლიონის პოტენციალზე ან მის კრიტიკულ მნიშვნელობაზე, და მექანიკური, რომელიც ლიონს გარემოსაგან იცავს დამცავი აფსკიმ.

ლიონებისა და ლიონური ნაკეთობების კოროზიისაგან დასაცავად გამოყენებულია შემდეგი მეთოდი: ლიონის შემადგენლობის შეცვლა; გარემომცველი არეს შემადგენლობის შეცვლა; ელექტროქიმიური დაცვა; ნაკეთობის რაციონალურად კონსტრუირება; თერმული დამუშავება და დამცავი ფენებით დაფარვა.

I. ლიონის შემადგენლობის შეცვლა ლიონის კოროზიისაგან დაცვის ყველაზე რადიკალური მეთოდია. ის მდგომარეობს იმაში, რომ ლიონის შენადნობს უმატებენ ერთ ან ორ მადეგურილებელ ელემენტს, ესენი კი ლიონის ზედაპირზე ქმნიან მკვრივ ფენებს, რომლებიც იცავენ ლიონს კოროზიისაგან. მადეგირებელ ელემენტებად გამოყენებულია ქრომი, ნიკელი, მოლიბდენი, ალუმინი. ელექტროქიმიური კოროზიის დროს ლიონი დეგირებით აქტიური მდგომარეობიდან გადაჰყავთ პასიურში, რის შედეგ-

გადას მის ზედაპირზე წარმოიქმნება ძლიერი დამცავი აფსკი.

გარეშე არის პირობების შესვლა მდგომარეობს იმაში, რომ ამ გარემოსაგან გამოქყავთ ის ნივთიერებები, რომლებიც აჩქარებენ, ქმნიან კოროზიის ხელსაყრელ პირობებს ან შეჰყავთ გარემოში ისეთი ნივთიერებანი, რომლებიც ანელებენ კოროზიულ პროცესს. პირველ შემთხვევაში ლითონურ ნაკეთობას ათავსებენ დახურულ არეში (მაგალითად, პოლიეთილენის ტომრებში) სილიკატოლის თანხლებით. სილიკატს აქვს რა უნარი შეანელოს 35 % ტენი, პაერში (სივრცეში, სადაც ინახება ლითონის ნაკეთობა) მცირდება ტენიანობა და ამით ლითონის ზედაპირზე არ წარმოიშობა სინესტის ფენა, რის გამოც წყდება ელექტროქიმიური კოროზიის პროცესი. ბოლო დროს გავრცელდა ლითონის გარემოს ინჰიბირება, გარემოში შეჰყავთ ინჰიბიტორები (ამინების კარბონატები, კარბონული მტვეების რაული ეთერები), ესენი აცსებენ სივრცეს და ლითონის ზედაპირზე ხდება მათი ადსორბირება და ამით იცავენ ლითონის ზედაპირს კოროზიისაგან.

3. ელექტროქიმიური დაცვა მდგომარეობს ე.წ. პოტენციურების გამოყენებაში. არსი მდგომარეობს იმაში, რომ აგრესიულ არეში ძირითად დეტალთან ერთად ჩაშვებულა უფრო უარყოფითი ელექტროქიმიური პოტენციალის ლითონი, რომელიც ანოდის როლში გამოდის. კოროზიის პროცესში ანოდის ლითონი (ამ შემთხვევაში პოტენციური)

ირღვევა, ის აგრესიულ ზემოქმედებას იღებს თავის თავზე და ამით იცავს ძირითად ღირებულებას. პოტენციურებად იყენებენ აღუზრდელს, კადმიუმს, თუთიას.

4. თერმული დამუშავება სპობს კოროზიის გამომწვევს სტრუქტურულ არაერთგვაროვნებას, ხსნის შინაგან ძაბვას, რითაც გამოირიცხავს ღირებულების მიდრეკილებას კრისტალთშორისო კოროზიისადმი.

5. ნაკეთობის რაციონალური კონსტრუქცია ნიშნავს არა მარტო მაქსიმალურ შესაბამისობას ნაკეთობისა თავის დანიშნულებასთან, არამედ კონსტრუქციაში უნდა იყოს ასევე ვათვალისწინებული ექსპლუატაციის პირობებში ნაკეთობაზე უარყოფითი კოროზიული ზემოქმედებაც. განსაკუთრებით მინიმუმამდე უნდა იყოს დაყვანილი მკვეთრად განსხვავებული ელექტროდული პოტენციალის მქონე ღირებულებების შორის, თუ ასეთი ღირებულების კონტაქტი აუცილებელია, მაშინ ისინი ერთმანეთისაგან უნდა იყოს იზოლირებული. (შუასადებიან დაქსაღებებში დაფარვა).

6. ლეგირების შემდეგ ყველაზე გავრცელებული და ეფექტურია ნაკეთობის დაცვა ღირებულების დაფარვით. მოქმედების ბუნების მიხედვით იგი ორგვარია: ანოდური და კათოდური. კათოდურია ისეთი დაფარვა, რომლის დროს დამცველი ღირებულების პოტენციალი შედარებით უფრო დადებითია, ვიდრე ძირითადი ღირებულებისა. ანოდური დაფარვისათვის კი გამოიყენება ღირებულები, რომელთაც ახასიათებს უარყოფითი ელექტროქიმიური პოტენციალი.

კათოლიკური მეთოდისათვის გამოიყენება ნიკელი, კალა, ტყვია, სპილენძი. ანოლური დაფარვისათვის ძირითადად გამოიყენება თუთია.

ლითონური დაფარვა ხორციელდება შემდეგი მეთოდით: გაღვანური, ცხელი, მოფრქვევით, პლაკირება, ოქსიდირება.

გაღვანური დაფარვა ხორციელდება სპეციალურ აბაზანებში. ატარებენ მუდმივ დენს, რომლის დროს დამცველი ლითონი ელექტროლიტიდან გადადის ლითონის ნაკეთობაზე და თხლად ეფინება მის ზედაპირს. ამასთან ეკუთვნება მონიკელება, მოთუფვა, ქრომირება და სხვ.

ცხელი მეთოდის დროს გამოყენებულია ადვილადდნობადი ლითონი, რომელიც გარკვეულ ტემპერატურაზე ძირითადი ლითონის ზედაპირზე აკეთებს თავის ფენას და იცავს მას გარემოს კოროზიული ზემოქმედებისაგან. ასეთ დროს იყენებენ იმ ლითონებს, რომლებიც არ იჟანგებიან, მაგალითად, კალა (მოკალვა), თუთია (მოთუფიება). ტყვია და ალუმინი.

მოფრქვევით დაფარვას მეთაღიზაციას უწოდებენ. გამდნარ ლითონს დაწნხილი ჰაერის საშუალებით, პულვერიზატორით, აფრქვევენ ლითონის ნაკეთობის ზედაპირზე და იქმნება დამფარავი ფენა. დამფარავ ლითონებად გამოყენებულია ალუმინი, კადმიუმი, ტყვია, კალა, სპილენძი და სხვ.

პლაკირების დროს ლითონის ნაკეთობის ზედაპირს წნევით ფარავენ დამცავი ლითონის თხელი ფურცლით. გა-

მოიყენება როგორც ცხელი, ისე ცივად დამუშავება (გლინ-
ვა, დაწნეხვა). მაღალი წნევის შედეგად ხდება ძირითადი
და დამცავი ლიონების ზედაპირების შეკვრა. დამცავ
ლიონებად გამოყენებულია სპილენძი, ალუმინი, ნიკელი
და სხვ.

ოქსიდირებას აგრეთვე პასივირებასაც უწოდებენ. ამ ჯროს ლი-
ონის ნაკეთობის ზედაპირს ფარავენ თანგულის ძხელი
ფორმით, რაც აფერხებს შემდგომ თანგვას (ძირითადი ლი-
ონის ზედაპირს არა აქვს პაერის თანგვადთან უშუალო
ურთიერთობა). პროცესი ხორციელდება გამდნარი მარილის
აბაზანაში.

ლიონის ნაკეთობის ზედაპირს ასევე ფარავენ არა-
ორგანული და ორგანული წარმოშობის დამცავი ნივთიერე-
ბებით.

ფართო მოხმარების საგნების წარმოებაში არაორგა-
ნულ დამცავ ნივთიერებად ყველაზე მეტად გამოყენებულია
სილიკატური ემაღირება, ხოლო ორგანულ დამცავ ნივთიერე-
ბად ლაქ-საღებავები, პოლიმერული მასალები, საცხი ზე-
თები.

ლაქ-საღებავებითა და საცხი ზეთებით ლიონის ნა-
კეთობის დაცვას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ამ
მზა მასალების ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს.

ლიონის ნაკეთობების ზედაპირული დაფარვის ყველა-
ზე პერსპექტიული მეთოდია მათი დაფარვა პოლიმერული მა-
სალებით, რომელიც პრაქტიკულად უთანგავს ხდის ნაკეთო-

ბას. დამცავ აუქსებად გამოყენებულა კაპრონი, ნეილონი, პოლიპროპილენი, ეპოქსიდური ფისები. ასევე ძვსკებს ახასიათებს ჰიგიენურობა, მადალი ქიმიური მედეგობა, კარგი ელექტროსაიზოლაციო თვისებები.

• ა ვ ი II

თუჯის წარმოება და დახასიათება

§ I. თუჯის წარმოებაში გამოყენებული მასალები

ბუნებაში ღიომონები (გარდა კეთილშობილური ღიომონებისა) სლუთა, თვიმნაბადი სახით იშვიათად გვხვდებან. მათი უმრავლესობა მადნების სახითაა.

მადანი ეწოდება ისეა მთის ქანს, რომელიც შეიცავს რაიმე სასარგებლო ელემენტს განსაზღვრული რაოდენობით. ის წარმოადგენს რაულ ფიზიკურ-ქიმიურ კონკლემენტს, რომელიც სასარგებლო ღიომონი ქიმიური ნაერმის სახით შედის.

ღიომონის ნაკეთობისათვის ნედლ მასაღას წარმოადგენს მადანი. მადანი თავისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებით მკვეთრად განსხვავდება ღიომონური ნაკეთობისაგან და სწორედ ეს განსხვავება ნედლეულსა და ღიომონურ მზა პროდუქციას შორის განაპირობებს ღიომონა ნაკეთობის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის სირაულეს. ღიომონის ნაკეთობის მიღების ტექნოლოგიური პროცესი სხვადასხვა ეტაპზე მოიცავს როგორც ქიმიურ, ასევე მეტალურგურ გარდაქმნებს.

ლითონის ნაკეთობა რომ დაცამზადდეს, უპირველეს ყოვლისა, მადნიდან უნდა მივიღოთ ლითონი ან ლითონა შენადნობები. მადნიდან ლითონის მიღების პროცესს მეტალურგიული პროცესი ეწოდება.

მეტალურგიული პროცესის შედეგად მიიღება რკინა-ნახშირბადის შენადნობები - თუჯი და ფოლადი. ჯერ მიიღება თუჯი, მადნის უშუალო გადამუშავებით, ხოლო მისი მეორადი გადამუშავების პროდუქცია არის ფოლადი.

თუჯის წარმოების ძირითადი საწყისი მასალებით: რკინის მადანი, სანთობი, მდნობი (ფლუსი) და ჰაერი (ჟანგბადი).

I. რკინის მადნები.

რკინის მადნები ეწოდება ისეთ ქანებს, რომლებიც შეიცავენ რკინას სხვადასხვა ქიმიური ნაერთის სახით, უმეტესად ჟანგეულების ან კარბონატის სახით, რაც შეადგენს რკინის მადნის სასარგებლო ნაწილს - სასარგებლო მინერალს. სასარგებლო წიაღისეული, ამ შემთხვევაში რკინის მადანი, გარდა სასარგებლო მინერალისა, ასევე შეიცავს კაემიწას, თიხამიწას, კირს, რომლებსაც ფაქტ ქანს უწოდებენ და, როგორც წესი, მეტალურგიულ პროცესამდე მათ გამამდიდრებელ ფაბრიკებში აცილებენ მადანს. გარდა ამისა, რკინის მადნები შეიცავს აგრეთვე მადნე მინარტეებს - გოგირდსა და ფოსფორს, რომელთა შემცველობა ლითონში აუარესებს საექსპლუატაციო ძვისებებს.

რკინის მადნის ხარისხი განისაზღვრება მასში რკინის რაოდენობით, მისი ალდგენის სიადვილით, ფუჭი ქანის შედგენილობით, მაცნე მინარევების რაოდენობით, მექანიკური სიმტკიცით.

რკინის რაოდენობის მიხედვით არჩევენ მდიდარ და ღარიბ მადნებს. საერთოდ მადნების ასეთნაირად დაყოფა პირობითია და დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა სასარგებლო ელემენტს შეიცავს და როგორ არის გავრცელებული ეს ელემენტი ბუნებაში. მაგალითად, რკინის მადანი მდიდარია, თუ მასში რკინის რაოდენობა 50 %-ს აღემატება, ხოლო სპილენძის მადანი მდიდარია, თუ მასში სპილენძის რაოდენობა 10 %-ს აღემატება. ცხადია, პროცენტული რაოდენობა მცირდება ისეთ იშვიათ ლითონებზე, როგორცაა ვოლფრამი, კადმიუმი, ნიკელი და სხვ.

თუჯის მისაღებად გამოყენებულია შემდეგი რკინის მადნები: მაგნეტიტი, გემატიტი, ღიმონიტი, სიდერიტი და მანგანუმის მადანი.

მაგნიტური რკინაქვა რკინას შეიცავს Fe_2O_4 ჟანგულის (მაგნეტიტის) სახით. იგი ეკუთვნის მდიდარ მადანს, რკინას შეიცავს საშუალოდ 50-60 %-ს. ახასიათებს მაგნიტური თვისებები, მკვრივია, რის გამოც ძნელად ალდგენადია, ჭასიათდება გოგირდის მაღალი შემცველობით ($1,5-2,0 \%$). ძირითადი საბადოებია ურალში, ასევე კურსკთან, ცნობილი მაგნიტური ანომალის სახელწოდებით.

წითელი რკინაქვა რკინას შეიცავს Fe_2O_3 თან-
გეულის (გემარტივის) სახით. ეკუთვნის მდიდარ მადანს,
რკინას შეიცავს საშუალოდ 60-65 %-ს. ახასიათებს მცირე
სიმკვრივე, ამიტომ უფრო ადვილად ალსადგენია. მავ-
ნე მინარევებს - უოსფორსა და გოვირდს შედარებით მცირე
რაოდენობით შეიცავს. ძირითადი საბადოებია კრივოი-
როგში, შუა ურალსა და სიმბირში.

მურა რკინაქვა რკინას შეიცავს $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$
წყალუბანგის (ლიმონიტის) სახით. განეკუთვნის ღარიბ
მადანს, რკინას შეიცავს 50 % მდე. ის მცირე სიმტკი-
ცის, ფოროვანი მადანია, ამიტომ კარგი ადგენალია.
მავნე მინარევებს შეიცავს ნაკლებად. ძირითადი საბა-
დოებია ქერში, სამხრეთ ურალზე. განსაკუთრებით ალსა-
ნიშნავია ორსკხალილოვას საბადო, რომლის მადანი ასე-
ვე შეიცავს ნიკელსა და ქრომს და მისი გადამუშავებით
მიიღება ბუნებრივად ლეგირებული თუჯი.

შპატური რკინაქვა რკინას შეიცავს რკინის შპატის
(სიდერიტის) სახით. ეკუთვნის ღარიბ მადანს, რკინას
შეიცავს 40 %-მდე. მას რკინის კარბონატულ მადანსაც
უწოდებენ. ხასიათდება ცვალებადი სიმტკიცით, ნაკლე-
ბად შეიცავს მავნე მინარევს - ფოსფორს. ძირითადი სა-
ბადოებია ურალზე, კიროვისა და სვერდლოვსკის ოლქში.

მანგანუმის მადანი გამოყენებულია გამოდნობილ
თუჯებში მარგანეცის შემცველობის გაზრდისათვის და
რაც ძირითადია - სპეციალური თუჯის - ფეროშენადნობის
მისაღებად (ფეროშენადნუმის, კრიალა თუჯის). მარგა-

ნების მდიდარი საბადოებია (მანგანუმის შემცველობა 55-57 % -მდე) კიათურასა და ნიკოპოლში.

სასაქონლო ლიონის მაღლების მიღება. საბაჟიებიდან ამოღებული რკინის მაღლები მეტალურგიული პროცესით წაყენებული მოახოვნების უმეტესობას ვერ პასუხობენ, ამიტომ მეტალურგიულ გადაამუშავებამდე მიწის წიაღიდან ამოღებული მაღანი წინასწარ მუშავდება.

არსებობს მაღლის წინასწარი დამუშავების შემდეგი მეთოდების: მაღლის მსხვრევა, კლასიფიკაცია ნატეხოვნების მიხედვით, გამდიდრება და შეტეხობა, ანუ აგლომერატის, კონცენტრატების მიღება. ამ ოპერაციების შემდეგ წიაღიდან ამოღებულ რკინის მაღლებს მიეყვება სასაქონლო სახე და უშუალოდ დაიწყება მამგან ლიონების გამოღნობა.

მაღლის მსხვრევას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, ცინაიდან მეტალურგიული პროცესი საჭიროებს გარკვეული ზომის თანაბარნატეხოვან მაღლებს. დიდი ნატეხები აძენლებს პროცესს ღუმელში, რაც უფრო დიდია ეს ნატეხი, მით უფრო ხანგრძლივი და რთულია მისი გადაამუშავება. წვრილნატეხოვანი მაღანი კი იძლევა შედარებით მჭიდრო ნაყარს, რაც აძენლებს ღუმელში აირების გავლას და პროცესი რთულდება. ამიტომ მაღლებს სპეციალურ სამსხვრელებზე ამსხვრევენ და ღებლობენ სტანდარტული ზომის ნატეხოვნებს. ვარჩევთ მსხვილ (50-100 მმ), საშუალო (10-50 მმ), წვრილ (2-10 მმ) და წმინდად ამსხვრეულ (0,1 მმ) მაღლებს. უნდა აღინიშნოს

ნოს, რომ მადნების ასემაიკრად დაჯგუფება ზომების მიხედვით პირობითია, იცვლება და ის ძირითადად დამოკიდებულია ბრძმედების (ლუმელების) მუშაობის პრინციპზე.

მადნის გამდიდრება. როგორც აღვნიშნეთ, რკინის მადნები, გარდა სასარგებლო ელემენტებისა, ასევე შეიცავს ფუჭ ქანს და მავნე ნივთიერებებს. გამდიდრება ნიშნავს სასარგებლო ლითონის ხვედრითი შემცველობის გაზრდას ფუჭი ქანისა და მავნე მინარევების შემცირებით. გამდიდრება ხდება გარეცხვით, მაგნიტური სეპარაციით, გამოწვიით, ფლოტაციით, გამოცხვით და სხვ.

გარეცხვა გამდიდრების ყველაზე მარტივი ხერხია. წყლის ჭვავლის საშუალებით ხდება ფუჭი ქანის (თიხის, ქვიშის) მოშორება, ცხადია ქიმიური რეაქციები არ მიმდინარეობს. ფუჭი ქანის გარკვეული რაოდენობით მოშორების შედეგად კონცენტრატში იზრდება სასარგებლო ლითონის რაოდენობა.

მაგნიტური სეპარაცია მდგომარეობს იმაში, რომ დამსხვრეული მადნიდან სეპარატორის საშუალებით გამოიყოფა მაგნიტური დამაგნიტების უნარის მქონე რკინა, ცალკე გამოიყოფა არამაგნიტური ნაწილაკები, რომლებიც მთლიანად ფუჭი ქანია. მაგნიტური ნაწილაკები წარმოქმნის კონცენტრატს, რომელიც ფუჭ ქანთან ერთად შეიცავს სასარგებლო ლითონს გადიდებული რაოდენობით.

გამოწვის მიზანია განსაზღვრულ ტემპერატურაზე

ტენის, ვოგირდის, ფოსფორისა და სხვა აქროლადი ნივთიერებების მოცილება. ეს ზრდის მადნის ფაროვნებასა და ალდგენილობას.

ფლოტაცია დამყარებულია ნივთიერებათა დასველების სხვადასხვა უნარზე. ამ მეოთხის დროს წყალში ქიმიური რეაგენტების შეტანით ფუჭი ქანის ნაწილაკები სველდება და იძირება, ხოლო სასარგებლო ელემენტის ნაწილაკები არ სველდება და ამოტივტივდება. სწორედ ეს ამოტივტივებული მასა არის კონცენტრატი - გამდიდრებული მადანი. ამ მეოთხით ძირითადად გამდიდრებენ ფერადი ლითონების მადნებს.

შეცხოვა გამდიდრების მეტად ეფექტური მეოთხია. წვრილნატეხიდან ან მტვრისებურ საკაზმე მასალებს ერთ-მანეთში შეაცხოვენ და ღებულობენ აგლომერატს. ეს კი ერთიანი ფაროვანი ცხოხილი მასაა, რომელიც უზრუნველყოფს ღუმელების გაცილებით უფრო სრულყოფილ, თანაბარ მუშაობას.

2. საბოზი

რკინის მადნებიდან ლითონის მიღების ძირითადი წესია პირმეტალურგიული პროცესი, რომელსაც სჭირდება სითბოს დიდი რაოდენობა. სითბო კი ძირითადად მიიღება საბოზის წვის შედეგად, ელექტროენერჯიის თბურ ენერჯიად გარდაქმნის ან ეგზოთერმული რეაქციების შედეგად.

საბოზი წარმოადგენს ორგანული წარმოშობის ისეთ ნივთიერებას, რომელიც შედგება ნახშირბადის, წყალბადის, უანგბადის, აზოტისა და გოგირდისაგან. ამათგან

საწვავი ელემენტებია ნახშირბადი, წყალბადი და გოგირდი.

საბოზის მთავარი მახასიათებელია მისი აბონარიანიობა. აბონარიანიობა ეწოდება საბოზის ერთეულის (I კგ მყარი ან I მ³ აირადი) წვის შედეგად გამოყოფილი სიმბოს რაოდენობას კილოკალორიებში.

წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ბუნებრივ და ხელოვნურ საბოზს, ხოლო აგრეგატიული მდგომარეობის მიხედვით - მყარ, თხევად და აირად საბოზს.

ბუნებრივ მყარ საბოზს ეკუთვნის მუშა, ტორფი, ქვანახშირი, თხევადს - ნავთობი, აირადს - მეთანი.

ხელოვნურ მყარ საბოზს ეკუთვნის ხის ნახშირი, კოქსი, თხევადს - მაზუთი, აირადს - კოქსის აირი, ბრძმედის აირი, გენერატორის აირი.

მეტალურგიაში ბუნებრივი საბოზი შედარებით ნაკლებად არის გამოყენებული, ძირითადად მიიყენებენ სხვადასხვა სახის ხელოვნური საბოზის გამოყენებას, მათგან მნიშვნელოვანია კოქსი.

კოქსი ქვანახშირის მშრალი (ლპაერო) გამოხდის პროდუქტია. იგი მაღალხარისხოვანი საბოზია და ფართოდ გამოყენება მეტალურგიაში. მისი აბონარიანიობაა 6000-7000 კაღ/კგ, ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით. მიიღება კოქსვადი ქვანახშირისაგან სპეციალურ საკოქსო დანადგარებში. მისი ძირითადი ნაკლია ის, რომ შეიცავს გოგირდს. საუკეთესოდ ითვლება კლუნეტკის ქვანახშირიდან მიღებული კოქსი, რომელიც შეიცავს 0,5-0,6 % გოგირდსა

და 12-13 % ნატარს, ღონეცკის კოქსი შესაბამისად 1,6
1,8 % გოგირდს და 9-10 % ნატარს, ყარაგანდისა - 1 %-
მდე გოგირდსა და 16 %-მდე ნატარს.

ხის ნახშირი ხის მშრალი (უშაერო) გამოხდის პრო-
დუქტია. ახასიათებს საკმაოდ მაღალი თბონარჩანობა -
7000-7500 კალ/კგ. ნაკლებად შეიცავს გოგირდსა და ნა-
ტარს, საუკეთესო სათბობია, მაგრამ ძვირი უდრება (თა-
ნამედროვე ბრძმელები საჭიროებს დიდი რაოდენობით სა-
ბობს, ხის ნახშირის გამოყენება გამოიწვევს ტყის დაუნ-
დობელ გარეხვას), რის გამოც საკმაოდ შეზღუდულია მისი
გამოყენება.

მაზუთი ნავთობის დამუშავების მძიმე ფრაქციება. გა-
მოიყენება როგორც სათბობი, ხასიათდება მაღალი თბონა-
რჩანობით (9500-10500 კალ/კგ), არ შეიცავს გოგირდს,
თიქვის უტენო და უნაყრა.

კოქსის აირი მიიღება ქვანახშირის დაკოქსვის შე-
დეგად, როგორც თანმხლები პროდუქტი. მისი თბონარ-
ჩანობაა 400-4500 კალ/მ².

ბრძმედის აირი ბრძმედული პროცესის (თუჯის წარმო-
ების) თანმხლები პროდუქტია. მისი თბონარჩანობაა
850-950 კალ/მ³.

გენერატორის აირი მიიღება ბუნებრივი სათბობის
არასრული წვის შედეგად სპეციალურ დანადგარებში - აირ-
გენერატორებში. მისი თბონარჩანობაა 1200-1400 კალ/მ³.

3. მდნობი (ფლუსი)

რკინის მადნის გამდიდრების მიუხედავად, მასში დი-

დი რაოდენობით მაინც რჩება ფუჭი ქანი. ამიტომ ღუმელში, რუცა-რკინა გამოიყოსთა თავისი უანგეულისაგან, შემდეგ საჭირო ხდება მისი გამოლაღკვევება ფუჭი ქანისაგან, ამისათვის საჭიროა ფუჭი ქანი გადავიყვანოთ თხევად მდგომარეობაში, უმეტეს შემთხვევაში კი მადნის წუღი ქანის დნობის ტემპერატურა ძალიან მაღალია და საჭირო ხდება დნობის ტემპერატურის შემცირება. ამას აღწევინ ღუმელში სპეციალური მასალის შეტანით, რომელსაც მდნობს უწოდებენ.

ამასთან ერთად, მდნობის საშუალებით ხდება ფუჭი ქანისა და დნობის პროცესში წარმოქმნილი უანგეულებისა და მადნის შემცველი მავნე მინარეგების ერთიან სისტემაში გადაყვანა, რომელსაც წიდას უწოდებენ.

მდნობისა და ფუჭი ქანის ურთიერთმოქმედება დამყარებულია შევებათა და ფუძეთა ურთიერთობაზე. თუ ფუჭი ქანი შევება ხასიათისაა, მდნობად გამოიყენება შევება მასალები (კვარცი). რკინის მადანი უმეტესად ხასიათდება შევება ფუჭი ქანით, ამიტომ ძირითად მდნობად გამოიყენება კირქვა ($CaCO_3$).

შაერის საჭიროა საბზობის წვისათვის. შაერის უანგბადი წვაეს საბზობის ნახშირბადს. მეტალურგიულ პროცესებში ჩვეულებრივად აწვდიან არა უანგბადს, არამედ შაერს.

ბრძმეფული პროცესის ნორმალურად წარმართვისათვის ღუმელში უბერავენ ცხელ, შაერს. ბოლო დროს გამოყენებულია შაერის შეშერვის უფრო ეფექტური წესი - უანგბადით

გამდიდრებული ჰაერის შებერვა, რაც სრულყოფს ბრძმე-
დულ პროცესს. უანგბადით გამდიდრებული ჰაერის შებერ-
ვას მრავალი უპირატესობა აქვს. მაგალითად, იგი ზრდის
ტემპერატურას ღუმელში, აუმჯობესებს ალდგენის პირო-
ბებს, ამცირებს აზოტის რაოდენობას ჰაერში, ეს კი
ხელს უწყობს სითბოს შენარჩუნებას.

§ 2. ბრძმედული პროცესის ფიზიკურ- ქიმიური საფუძვლები

თუჯის წარმოება მიმდინარეობს სპეციალურ ღუმელში,
რომელსაც ბრძმედი ჰქვია. ბრძმედი შახტური ტიპის ღუ-
მელია, რომელიც შიგნიდან ამოგებულია შამოტის აგურით
და ჩასმულია მდლიანად ფლადის გარსაცმში.

ბრძმედი განუწყვეტიელი მოქმედების ღუმელია, მას-
ში საკერძო მასალების ატანა ჩამტვირთავ აპარატთან
ხდება სპეციალური ამწე მოწყობილობით, რომლის საშუ-
ალებითაც ბრძმედული პროცესის საწყისი მასალები (კოქ-
სი, მადანი და მდნობი) რიგრიგობით იტვირთება.

საწყისი მასალების განსაზღვრული თანამიმდევრობი-
თა და რაოდენობით ბრძმედში შეტანას კაზმის შექმნა
ეწოდება. როდესაც კაზმს შეადგენენ, ბრძმედში შეჰყავთ
წვისათვის საჭირო ჰაერი. ჰაერს წინასწარ ახურებენ
900-1200⁰ C-მდე სპეციალურ ჰაერსახურებელში, რომელ-
საც კაუპერი ეწოდება.

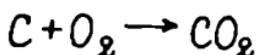
როგორც აღვნიშნეთ, ბრძმედი განუწყვეტიელი მუშაო-
ბის ღუმელია და იგი მუშაობისას ყოველთვის საცხეა.

კაზმის ყოველი კერძი (თანამიმდევრობით განსაზღვრული დროის შემდეგ ჩაყრის გამო) თავდაპირველად ხვდება ბრძმედის ზედა არეში, სადაც ტემპერატურა ქვედა არესთან შედარებით დაბალია. შემდეგ ეს კერი ქვემოთ იწვეს და თანდათანობით გადადის უფრო მაღალტემპერატურულ არეში. ქვემოდან ზევით მოძრაობს (კაზმის კერძები კი მოძრაობენ ზემოდან ქვევით) ბრძმეში წარმოქმნილი ცხელი აირები. კაზმისა და აირის შემხვედრი მოძრაობისას ხდება კაზმის თანდათანობითი მზადება დნობისათვის, დაბოლოს, ბრძმედის ყველაზე ქვედა არეში, სადაც ტემპერატურა მაქსიმალურია, მიმდინარეობს საბოლოო დნობა.

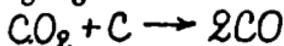
ბრძმედული პროცესი მექანიკური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მოვლენების რთული კომპლექსია, რომლის შედეგად მადნებისა, მფნობისა და სათბობისაგან ლებულობენ თუჯს, წიდას და ბრძმედის აირს.

ბრძმედში ჩატვირთული საკაზმე მასალები განიცდის მთელ რიგ ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებს, რომელიც მოიცავს შემდეგ ეტაპებს: სათბობის წვა, მადნის კომპონენტების დაშლა, რკინის აღდგენა, მადანში შემაველი სხვა ელემენტების აღდგენა, რკინის დანახშირბაჟიანება, შეწიდვა.

I. სათბობის წვა. ბრძმედში შებერილი ცხელი ჰაერის უნებადი წვავს კოქსის ნახშირბადს და წარმოქმნება ნახშირორჟანგი:



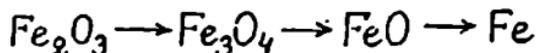
ამ რეაქციის შედეგად გამოიყოფა სიბზის დიდი რაოდენობა. წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი ზევით მოძრაობისას ხვდება გაეარვარებული კოქსის ნახშირბადს და წარმოიქმნება ნახშირჟანგი:



წარმოქმნილი ნახშირჟანგი ბრძმედული პროცესის ძირითადი ალდგენელია, სწორედ ის ალდგენს რკინას მისი ტანგეულეებიდან.

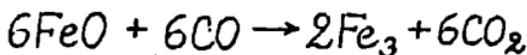
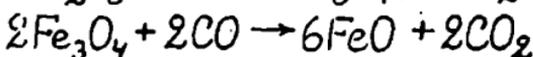
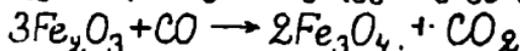
მადნის კომპონენტების დაშლა. გამოყოფილი აირების ტემპერატურის გავლენით, რომელიც აღწევს $150-450^{\circ}C$ მდე, ზღმელის ზედა არეში მიმდინარეობს მოსამზადებელი პროცესი, რაც მდგომარეობს ბრძმედში ჩაყრილი საწყისი მასალებიდან ტენის, აქროლადი ნივთიერებებისა და აირების გამოყოფაში. პირველად $100-200^{\circ}$ -ზე გამოიყოფა ტენი, შემდგომ $300-400^{\circ}$ -ზე იწყება საკრისტალიზაციო წყლის გამოყოფა და აორთქლება. უფრო ქვემოთ, მალატემპერატურაზე ხდება საზობისაგან აქროლადი ნივთიერებების გამოყოფა (ფოსფორისა და გოგირდის), ასევე მადნის კარბონატების დაშლის შედეგად წარმოიქმნება დამატებით ბრძმედის აირი.

3. რკინის ალდგენა. ეს ბრძმედული პროცესის ძირითადი ეტაპია. რკინის ალდგენა მისი ტანგეულეებიდან მიმდინარეობს რკინის მადალი ტანგეულეებიდან უფრო დაბალ ტანგეულეებში გადასვლით. სქემატურად ეს ასე გამოისახება:



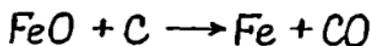
რკინის უანგეულების (მაღნების) აღდგენა სუფთა

რკინამდე მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციებით:



ასევე მიმდინარეობს რკინის აღდგენა მყარი ნახ-

შირბადით. ენდოთერმული რეაქციით:

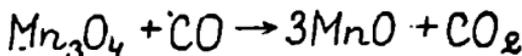
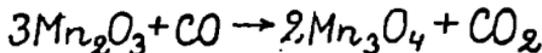
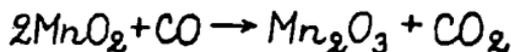


აღდგენილი რკინა ცომისებურ მდგომარეობაშია.

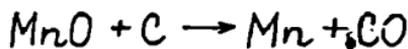
4. დანარჩენი ელემენტების აღდგენა. ცინაიდან ბრძ-
მედში მიმდინარეობს აღდგენითი რეაქციები, რკინის უან-
გეულებიდან მის აღდგენასთან ერთად, პარალელურად ხდე-
ბა შადანში არსებული სხვა ელემენტების აღდგენაც მათი
უანგეულებიდან.

რკინის მაღნებიდან და თვით მარგანეცის მაღნიდან:

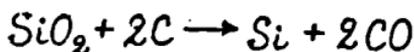
მანგანუმის აღდგენა მიმდინარეობს რეაქციებით:



შაშასადამე, მიიღება მანგანუმის უანგი, ხოლო მის-
გან მანგანუმის აღდგენა ხდება მყარი ნახშირბადით:



მაღნიდან სილიციუმის აღდგენა მიმდინარეობს მყარი
ნახშირბადით ენდოთერმული რეაქციით:

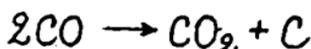


ფოსფორის გამოყოფა მადნიდან ხდება რეაქციით:

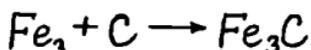


ასევე მათ პარალელურად ხდება სხვა ელემენტების აღდგენა. ყვილა აღდგენილი ელემენტი იხსნება თუჯში.

5. რკინის დანახშირბადიანება. აღდგენილი რეაქციების შედეგად რკინა აღსდგა თავისი ენგულგობიდან და გამოიყო სუფთა სახით. მაგრამ, ამდევ დროს, ხდება თავისუფალი ნახშირბადის გამოყოფა რეაქციით:



მიღებული თავისუფალი ნახშირბადი დიფუზიით შეიჭრება რკინაში და ახდენს მის დანახშირბადიანებას, ფაქტობრივად წარმოიქმნება თუჯი:



6. წილის წარმოქმნა. ბრძმედის კაზში შეყვანილი მდნობი (ფლუსი) კირქვა, რომელსაც ერთიან არალითონურ სისტემაში - წიდაში გადაჰყავს რკინის მადანში არსებული ფუჭი ქანი (კატემიწა, მიხამიწა, კირქვა) აღუდგენელი ელემენტები და კოქსის ნაცარი.

§ 3. თუჯის კლასიფიკაცია, თვისებები, სახეები და გამოყენება

თუჯი ბრძმედში რკინის მადნის გადამუშავების შედეგად მიღებული პირველადი პროდუქციაა. ის რკინა-ნახშირბადის შენჯდნობია, რომელიც პრაქტიკულად შეიცავს 2-5% ნახშირბადს. გარდა ნახშირბადისა, თუჯში ასევე შედის გარკვეული რაოდენობით სიღრჩუმი, მან-

განუმი, გოგირდი, ფოსფორი და სხვა ელემენტები.

თუჯის კლასიფიკაცია ხდება მრავალი ნიშნის მიხედვით და თითოეული საკლასიფიკაციო ჯგუფი არსებითად გამოხატავს თუჯის გამოყენებას კონკრეტული დანიშნულებისათვის.

დანიშნულების მიხედვით ბრძმედში გამოდნობილი თუჯი იყოფა გადასამუშავებელ, სამსხმელო და სპეციალურ თუჯად. გადასამუშავებელი და სპეციალური თუჯი განკუთვნილია ფოლადის მისაღებად, ხოლო სამსხმელო თუჯი გამოიყენება სხვადასხვა ნაწარმის სხმულების მისაღებად. სპეციალურს, ანუ ბრძმედის ფეროშენადნობებს, როგორცაა ფერომანგანუმი, ფეროსილიციუმი, იყენებენ ფოლადისა და თუჯის განტანგვისა და ლეგირებისათვის.

სამსხმელო თუჯის თვისებები განისაზღვრება ნახშირბადით, რომელიც შეიძლება იყოს თუჯში გრაფიტის ფორმით ან ცემენტიტის, ანუ რკინის კარბიდის სახით. თუჯს, რომლის სტრუქტურაში ნახშირბადი გრაფიტის სახითაა, რუხი თუჯი ეწოდება, ხოლო თუ ცემენტიტის, ანუ კარბიდის (Fe_3C) სახით - თეთრი თუჯი.

იმის გამო, რომ რუხი თუჯი ნახშირბადას შეიცავს მდლიანად ან ნაწილობრივ გრაფიტის სახით, მას განსაკუთრებული თვისებები აქვს. რუხი თუჯის სტრუქტურა განიხილება, როგორც ლათინური არე, რომელშიც განლაგებულია გრაფიტის ჩანარები.

რუხი თუჯის ლათინური არეს სტრუქტურა დამოკიდე-

ბულია გრაფიტის სახით არსებული ნახშირბადის რაოდენობაზე. სტრუქტურის ამ ნიშნით ვარჩევთ სამი სახის რუხ თუჯს: 1. თუ რუხ თუჯში შემავალი ნახშირბადი მდლიანად გრაფიტის სახით არის, მაშინ ლიონური არე სუფთა ფირფიტას წარმოადგენს და ასეთ თუჯს ფერიტული ჯგუფის თუჯი ეწოდება; 2. თუ რუხ თუჯში შემავალი ნახშირბადი ნაწილობრივ არის გრაფიტის სახით, ხოლო დანარჩენი ცემენტის სახით, მაშინ ლიონური არე სუფთა პერლიტს წარმოადგენს და ასეთ თუჯს პერლიტური ჯგუფის თუჯი ეწოდება; 3. თუ რუხ თუჯში ლიონური არეს სტრუქტურა ფერიტ-პერლიტურია, მაშინ ასეთ თუჯს ეწოდება ფერად-პერლიტური ჯგუფის თუჯი.

რუხი თუჯის ერთ-ერთი მთავარი ელემენტია სილიციუმი, რომელიც ხელს უწყობს ნახშირბადის გამოყოფას გრაფიტის სახით. საერთოდ, რუხი თუჯის თვისებები დიდად არის დამოკიდებული ნორმალურ მინარევებზე. მართალია, სილიციუმი ძირითადი გრაფიტზემქმნელი ელემენტია, მაგრამ, ამავდროს, იგი ადიდებს რკინის სისაღესა და სიმტკიცეს, მისი რაოდენობა თუჯში შეიძლება იყოს 0,5-4,5 %, მანგანუმი ამცირებს გოგირდის მავნე გავლენას, ამავდროს თუჯს აძლევს მაღალ სიმტკიცეს, მისი რაოდენობა 1 % არ აღემატება; ფოსფორი ადიდებს თუჯის თხელდენადობას, რაც სხმულის მიღების პროცესში მნიშვნელოვანი თვისებაა, ამავდროს ფოსფორის შემცველობა გარკვეულ რაოდენობამდე ზრდის თუჯის ცვეთამდებობას.

მისი დიდი რაოდენობით გამოყენება არ შეიძლება, რადგან მსხვერვალობას ანიჭებს ლითონს, ფოსფორის რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,8 - 0,8 $\frac{0}{100}$ -ს.

რუხი თუჯის ნიშანდება (მარკირება) ხდება მისი მექანიკური თვისებების გათვალისწინებით. სტანდარტის მიხედვით რუხი თუჯი გამოდის II მარკის: C200, C212-28 და ა.შ. C2 44-64-ე მარკა აღინიშნება ასოებით C2 (წარმოადგება რუსულიდან - რუხი თუჯი). ასოების შემდგომ, ორი წყება რიცხვიდან, პირველი უჩვენებს თუჯის სიმტკიცეს გაჭიმვისას, ხოლო მეორე - ღუნვისას. მარკის თუჯისათვის მექანიკური სიმტკიცე არ არის გათვალისწინებული.

რუხი თუჯი გამოიყენება მზა ნაწარმისა და სხვადასხვა დეტალის, კონსტრუქციების ჩამოსასხმელად, ცინაიდან მას აქვს მაღალი სამსხმელო თვისება. გამდნარ მდგომარეობაში (აქვს შედარებით დაბალი ღნობის ტემპერატურა) რუხი თუჯი ხასიათდება მაღალი თხელდენადობით, რაც ხელს უწყობს ყალიბის კარგად შევსებას. კარგად მუშაობს კუმშვაზე, ადვილად ამცირებს ვიბრაციას, ადვილად მუშავდება ჭრილ. ასეთი კარგი ტექნოლოგიური თვისებების გამო ფართოდ გამოიყენება მანქანათმშენებლობაში, კერძოდ, ასხამენ დგარებს, ცილინდრებს, საკისრების კორპუსებს, სხვადასხვა რთული ფორმის დეტალებს, ასევე მისგან ამზადებენ საკანალიზაციო მილებს, საყოფაცხოვრებო დანიშნულების მრავალ ნაწარმს.

თეორ თუჯს (მცირესილიციუმიანს) უმაჯრესად ფოლადის გადასამუშავებლად იყენებენ. ის ხასიათყება მაღალი სიმაჯრითა და სიმყიფით. გამოჯნობილი თუჯის 80 % ამ სახის თუჯზე მოდის.

თუჯის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით ფარჯო გაჯრცვლება პოვა მისმა მოდიფიკაციაში. თვისებების გაუმჯობესება (მოდიფიკაცია) მიმდინარეობს ორი გზით: ლათინური არის სტრუქტურის გაუმჯობესებობითა და გრაფიტის ჩანარებების ფორმის შეცვლით. ამისათვის თუჯს ამუშავებენ მოდიფიკატორებით. მოდიფიკატორად ფარჯოდ გამოიყენება ფეროსილიციუმი.

მოდიფიცირებული რუხი თუჯის მარკა აღინიშნება **MCZ** -ით (წარმოდგება რუსულიდან - მოდიფიცირებული რუხი თუჯი). მაგალითად, გამოდის მარკა **MCZ 28-48**, სადაც რიცხვები გვიჩვენებს სიმტკიცეს და თუ შედარებთ ჩვეულებრივი რუხი თუჯის შესაბამის მარკას, დავინახავთ, რომ ამ უკანასკნელის სიმტკიცე უჯრო მეტია. ასევე მოდიფიკატორად გამოიყენებულა მაგნიუმი, რომელიც იწვევს გრაფიტის ჩანარების მომრგვალებას. ასეთ თუჯს უწოდებენ მაღალი სიმტკიცის თუჯს და აღნიშნავენ მარკას ასოებით **BZ** (მაღალი სიმტკიცის თუჯი). სტანდარტის მიხედვით ასეთი თუჯი გამოდის 9 მარკის: **BZ 38-17**, **BZ 45-5**, **BZ 50-15** და ა.შ. **BZ 120-4** მდო. ასეთი მარკის თუჯები გამოიყენება ყველაზე მნიშვნელოვანი ღებრებების საწარმოებლად.

სასურველი ფორმის გრაფიკის ჩანაწერების მიღება შეიძლება ასევე თეთრი თუჯის მოწვიმ. თეთრი თუჯის სხმულის დამუშავებელ ან ნეიტრალურ ატმოსფეროში მოწვივის შედეგად ცემენტის იშლება ფერიტად და გრაფიტად, რომლის კრისტალებიც მომრგვალებული ბუდეებისა და ფიფქების ფორმას იღებს. ასეთ თუჯს ქვედადი თუჯი ეწოდება. ლითონური ფუძის სტრუქტურის მიხედვით ქვედადი თეთრი თუჯი არის ფერიტული, პერლიტული და ფერიტულ-პერლიტური. ქვედადი თუჯს აღნიშნავენ ასოებით KZ (ქვედადი თუჯი) და სტანდარტის მიხედვით გამოდის შემდეგი მარკის: $KZ 30-6, KZ 33-8$ და ა.შ. $KZ 63-2-მცე$.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, თუჯის მარკირებისას უმატებენ შესაბამის, განსაკუთრებულ აღნიშვნებს: სამსხმელო თუჯს აღნიშნავენ რუსული ასო Λ (სარამოსხმელო), გადასამუშავებელს - ასო Π (გადასამუშავებელი); თუ თუჯი მიღებულია კოქსზე, უმატებენ ასო K (კოქსი), ხოლო თუ მიღებულია ხის ნახშირზე, - ასო \mathcal{D} (ხის). თუჯის თითოეული მარკა მინარევი ელემენტების (სილიციუმი, მანგანუმი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვ.) გავალისწინებით რყოფა ჯგუფებად, კლასებად და კატეგორიებად. თუ თუჯი ლეგირებულია, მაშინ მარკას ემატება მალეგირებელი ელემენტის სახელწოდების პირველი ასო, მაგალითად: მარკა $ZH 19 X 3$ ნიშნავს თუჯს, რომელიც შეიცავს 19% ნიკელს და 3% ქრომს.

თუჯის სპეციალური სახეა ფეროშენადნობის არის რკინის შენადნობი სილიციუმთან, მანგანუმთან, ქრომთან,

ნიკელთან და სხვა ლითონებთან. შესაბამისად ატარებს
მათ სახელწოდებას - ფეროსილიციუმი, ფერომანგანუმი,
ფეროქრომი და ა.შ. გამოყენებულია ფოლადის წარმოებაში
მისი ლეგირებისათვის. ყველაზე გავრცელებულია ფერო-
მანგანუმი და ფეროსილიციუმი.

თ ა ე ი III

ფოლადის წარმოება და დახასიათება

§ I. ფოლადის წარმოებაში გამოყენებული მასალები და მიღების მეთოდები

ფოლადი წარმოადგენს დეფორმირებად (ჰქედად) რკინის
შენადნობს ნახშირბადად (2 %-მდე) და სხვა ელემენტებთან. ის შავი მეტალურგიის უმნიშვნელოვანესი პრო-
დუქტია. ფოლადის წარმოების მასშტაბი მნიშვნელოვნად
განსაზღვრავს ქვეყნის ტექნიკურ-ეკონომიკურ დონეს.

ფოლადი ძირითადად მიიღება თუჯისაგან. აგრეთვე
საწყის მასალად გამოიყენება ლითონის ჯარდი და ნაწი-
ლობრივ რკინის მადანი.

იმის გამო, რომ ფოლადში ნახშირბადისა და სხვა
ელემენტების შემცველობა შეჟარებით ნაკლები უნდა
იყოს ვიდრე თუჯში, ამიტომ მასში შემავალი ელემენტებ-
ის რაოდენობა უნდა ამოიწვას განგვიითი დნობით.

ძირითადად ვარჩევთ ფოლადის მიღების სამ წესს:

1. ფოლადის გამოდნობა კონვერტერულ ღუმელებში, ანუ
კონვერტერული მეთოდი; 2. ფოლადის გამოდნობა მარტენის
ღუმელში, ანუ მარტენის მეთოდი და 3. ფოლადის

გამოღობა ელექტროლუმებში.

I. ფოლადის მიღება კონვერტერში

კონვერტერი წარმოადგენს მსხლის ფორმისმაგვარ ფურცლოვანი რკინის ღუმელს, რომელიც შიგნიდან ამოგებულია გარკვეული თვისების მქონე ციციხეგამძლე მასალით. ღუმელს აქვს პორიზონტული ღერძის მიმართ შემობრუნების საშუალება. ასეთი ტიპის ღუმელებში ფოლადის მიღების არსი მდგომარეობს შემდეგში: კონვერტერში (ღუმელში) ხახიდან ჩაასხამენ თხევად თუჯს. ჩასხმისთანავე იწყება ჰაერის ბერვა. ჰაერის უანგბადი შედის ქიმიურ რეაქციაში თუჯში გახსნილ ელემენტებთან და წარმოიქმნება უანგეულები, ე.ი. ხდება ელემენტების ამოწვა და მათი გადასვლა წიდაში, ნახშირბადის უანგეულები კი აირების სახით გამოიყოფა. ბოლოს მივიღებთ რკინა-ნახშირბადის შენდნობს, რომელშიც თუჯში შემავალი ელემენტების რაოდენობა დაყვანილი იქნება მინიმუმამდე.

იმისდამიხედვით, თუ როგორი ხასიათის რეაქციები მიდის ღუმელში და რა სახის ციციხეგამძლე მასალითაა იგი ამოგებული, ვარჩევთ ბესემერისა და თამასის პროცესებს.

ა) ბესემერის პროცესი

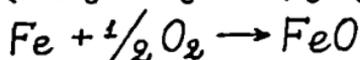
ბესემერის ღუმელი ფურცლოვანი რკინისაგან დამზადებული ჭურჭელია, რომელიც შიგნიდან ამოგებულია მტაცა ხასიათის ციციხეგამძლე მასალით - დინასით.

ბესემერის პროცესისათვის საკაზმე მასალად გამოყენებული გამდნარი გადასამუშავებელი თუჯი, რომელიც ხასიათდება სილიციუმის მაღალი შემცველობით, ხოლო გოგირდისა და ფოსფორის უმნიშვნელო რაოდენობით. ბესემერისათვის საკაზმედ გამოყენებული თუჯის ქიმიური შემადგენლობა უკვე წინასწარ არის განსაზღვრული თუჯის ბრძმედში მიღების დროს და გამოდის სპეციალური მარკის $\chi 5$ (ბესემერის თუჯი), რომელშიც ნახშირბადის რაოდენობა 4 %-მდეა, მანგანუმისა 0,5-0,8 %-მდე, გოგირდისა - 0,06 %-მდე, ფოსფორისა - 0,07%-მდე, სილიციუმისა - 1,75 %-მდე.

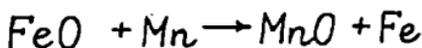
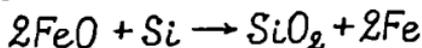
მაშასადამე, ბესემერის თუჯს ჩაბახამენ ღუმელში და ჩახხმისას გამდნარ თუჯის ტემპერატურა ჩვეულებრივ $1250-1300^{\circ}$ -ია. გამდნარ თუჯში ჰაერის მოხვედრისთანავე იწყება ჟანგვის ქიმიური, ეგზოთერმული რეაქციები.

ბესემერის პროცესი პირობითად იყოფა სამ პერიოდად.

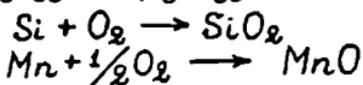
პირველ პერიოდში, რომელსაც შეწიდვის პერიოდს უწოდებენ, მიმდინარეობს რკინის დაჟანგვა:



წარმოქმნილი რკინის ქვეჟანგი იხსნება ლითონში და ამოწვავს თუჯში არსებულ ელემენტებს მანგანუმსა და სილიციუმს:

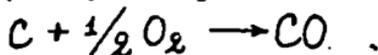


თავიდანვე მიმდინარეობს ჰაერის ტანგბადის მი-
ერ ამ ელემენტების დატანგვა :



წარმოქმნილი ტანგეულები ლითონში არ იხსნება და
წიდაში გადადის.

მეორე პერიოდში ძირითადად ნახშირბადი იტანგება,
ვინაიდან უკვე პირველ პერიოდში სილიციუმი და მანგა-
ნიუმი უკვე მთლიანად ამომწვარია :



წარმოქმნილი ნახშირტანგი ლუმელის ხახიდან გარეთ
გამოდის და იწვის კაშკაშა ალით. ამიტომ ამ პერიოდს
აღის პერიოდსაც უწოდებენ. როცა აღი უმნიშვნელო იქნე-
ბა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნახშირბადი მაქსიმალურად
ამომწვარია.

მესამე პერიოდში იწყება რკინის ინტენსიური ამოწ-
ვა და ლუმელის ხახიდან გამოიყოფა კვამლი. ამ პერიოდს
კვამლის პერიოდსაც უწოდებენ, ეს პერიოდი უნდა იყოს
ხანმოკლე; რათა არ დაიკარგოს რკინა დიდი რაოდენობით.

დნობის შეწყვეტა ხდება ბერვის შეჩერებით. დნობა
12-15 წუთს გრძელდება.

ბესემერის პროცესმა, რომელიც 1855-1856 წლებში
შემოიღეს და ავტორის გვარს ატარებს, უაღრესად პროგ-
რესული როლი შეასრულა ფლადის წარმოებაში. ბესემერის
პროცესის შემოღებამდე ფლადის მიღება ხდებოდა ალქმედ
ელემენტებში, სადაც ტემპერატურა საჭიროზე დაბალი იყო,

რის გამოც ფოლადი მიიღებოდა ცომისებრ მდგომარეობაში, ეს მნიშვნელოვნად აძნელებდა ფოლადის შემდგომ დამუშავებას. ბესემერის პროცესში კი რეაქცია ეგზოთერმულია, განსაკუთრებით სილიციუმის წვის შედეგად გამოიყოფა დიდი სითბო - 208850 კალორია, მანგანუმის წვის შედეგად 96720 კალორია, რაც უზრუნველყოფს ლუმელში 1600⁰-მდე ტემპერატურას.

ბესემერის პროცესს ახასიათებს მნიშვნელოვანი ნაკლი - შეუძლებელია მანვე მინარეების ფოსფორისა და გოგირდის ამოწვა.

ბ) თომასის პროცესი

როგორც ზემოთ დავინახეთ, თუჯში შემავალი გოგირდი-სა და ფოსფორის ამოწვა ბესემერის ლუმელში შეუძლებელი იყო, რადგანაც ამისათვის საჭიროა ფუძე წიდა, ხოლო მთავა ამონაკიან ბესემერის ლუმელში ასეთი წილის შემქმნელი მდნობის შეტანა არ შეიძლება. ეს პრობლემა გადაწყვიტა თომასმა 1878 წელს და პროცესი ატარებს ავტორის სახელს.

თომასის კონვერტერი ამოგებულა ფუძე ხასიათის ცეცხლგამძლე მასალით - დოლომიტით. ამის საშუალებით მდნობა მიმდინარეობს ფუძე ხასიათის წილის წარმოქმნით, რაც უზრუნველყოფს ფოსფორისა და გოგირდის მოცილებას. მაგრამ აქაც პროცესი საჭიროებს განსაზღვრული ქიმიური შემადგენლობის თუჯს - საკაზმე თუჯი მცირე რაოდენობით უნდა შეიცავდეს სილიციუმს (ბესემერის მეთოდში კი პი-

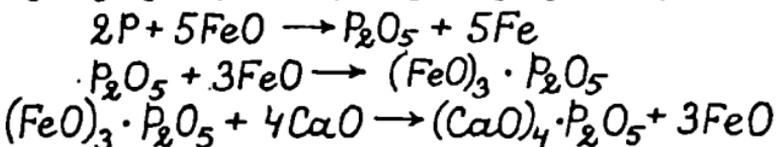
რქი), რათა არ მოხდეს ქიმიური რეაქცია წარმოქმნილ სილიციუმის ორჟანგსა და ფუძე ამონაგვადან - დოლომიტის შორის. გარდა ამისა, თომასის პროცესის დროს სიბზოს დიდი რაოდენობის წყაროა ფოსფორის ამოწვა, ამიტომ ფოსფორის რაოდენობა შედარებით უფრო მეტი უნდა იყოს (ბესემერის მეთოდის მიხედვით კი სიბზოს წყაროა სილიციუმის ამოწვა). ამიტომ თომასის პროცესისთვის უკვე წინასწარ არის დამზადებული ბრძმედებში სპეციალური თუჯი, რომლის მარკირება ხდება ასოებით (თომასის თუჯი), და შეიცავს 0,2 %-მდე სილიციუმს, 1,3 %-მდე მანგანუმს, 2 %-მდე ფოსფორს, 0,08 %-მდე გოგირდს.

თომასის კონვერტერში დნობის წინ ჩაყრიან მდნობს - კირს და მერე ჩაასხამენ თუჯს. პროცესი აქაც სამი პერიოდისაგან შედგება:

პირველ პერიოდში მიმდინარეობს სილიციუმის, მანგანუმისა და სხვა ელემენტების ამოწვა და მათი შეწიღვა.

მეორე პერიოდში აქაც ხდება ნახშირბადის ამოწვა.

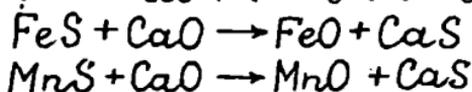
მესამე პერიოდში მიმდინარეობს ფოსფორის წვა:



როგორც ცხედავთ, მდნობის საშუალებით ფოსფორი

გადადის წიდაში. ასევე წიდაში გადადის გოგირდი:

92



საერთოდ, კონვერტირულ დნობას ახასიათებს ისეთი დადებითი თვისება როგორცაა დნობის მცირე ხანგრძლივობა, მაღალი მწარმოებლურობა, დანადგარის სიმარტივე, არ საჭიროებს სათბობს. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მიღებული ფოლადი იაფია. მაგრამ კონვერტირულ დნობას აქვს ნაკლიც: საკაზმე მასალა-თუჯი უნდა იყოს აუცილებლად თხევად მდგომარეობაში, სხვა საკაზმე მასალის გამოყენება შეუძლებელია, თუჯის ქიმიური შემადგენლობა ძალზე შეზღუდულია, ჰაერის ბერვის გამო ფოლადი დიდი რაოდენობით შეიცავს აზოტს, რაც მნიშვნელოვნად აუარესებს მის თვისებებს.

ბ) უანგბად-კონვერტირული დნობა

მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნებში ორმოცდაათიანი წლებიდან დაიწყეს ფოლადის უანგბად-კონვერტირული დნობა. ამ მეთოდს მთელი რიგი უპირატესობანი აქვს ბენემერიისა და თომასის მეთოდებთან შედარებით, სახელობრ: ჰაერის მაგივრად ხდება უანგბადის შებერვა, ამიტომ ფოლადში არ გადადის აზოტი, რომელიც მთელ რიგ უარყოფით თვისებებს ანიჭებს: სიბზოს დაკარგვა მინიმუმამდეა დაყვანილი და ეგზოთერმული რეაქციის შედეგად გამოყოფილი სიბზო საკმარისია ნებისმიერი ქიმიური შედგენილობის თუჯის გადასამუშავებლად; ამ მეთოდით სიბზოს მატება იმდენად დიდია, რომ შესაძლებელი ხდება თუჯში 30 %-მდე ფოლადის ჯარბის დამატებაც, ასევე კაზმს უმატებენ რკინის მადანსაც (5-8 %-მდე).

ამჟამად ჩვენთან მხოლოდ თანგზაფის ბერვაზე მომუშავე კონვერტერების აგება ხდება. ქიმიური რეაქტივები, ელემენტების ამოწვა ასეთი ტიპის აუზებებში ისე მიმდინარეობს, როგორც ბესემერისა და თომასის კონვერტერებში.

ფოლადის მიღება მარტენის წესით

ფოლადზე დიდმა მოთხოვნილებამ გამოიწვია მისი გამოდნობის მეთოდების სწრაფი სრულყოფა. როგორც ეს ზემოთ აღვნიშნეთ, პირველად ფოლადის გამოდნობა ძირითადად წარმოებდა ჩვეულებრივ აღქმედ ღუმელებში, სადაც ტემპერატურა არ აღემატებოდა 1400°C ტხადია ამ წესს აქონდა თავისი ნაკლი და შემდეგში ეს მეთოდი შეცვალა ბესემერისა და თომასის მეთოდებმა, რომლებმაც დიდი როლი შეასრულეს მეტალურგიაში. მიუხედავად ამისა არც ეს მეთოდები არ იყო დაზღვეული ნაკლისაგან.

იმის გამო, რომ გარეშე საბოთი არ იყო გამოყენებული, ერთადერთი საკაზმე მასალა - თუჯი აუცილებლად თხევად მდგომარეობაში უნდა ყოფილიყო; საკაზმე თუჯი აუცილებლად გარკვეული ქიმიური შემადგენლობისა უნდა ყოფილიყო; დნობის მცირე ხანგრძლივობის გამო მერტად გაძნელებული იყო ფოლადის ქიმიური შემადგენლობის მართვა და საჭირო, განსაზღვრული ქიმიური შემადგენლობის ფოლადის მიღება. ყველა ეს ნაკლოვანება მოხსნეს ე და პ მარტენებმა 1865 წელს და დაიწყო ახალი ერა ფოლადის წარმოებაში.

მარტენის ღუშელი წარმოადგენს რეგენერატორული ტიპის ალქმედ ღუშელს. სიბოძს წყარო აქ გარეშე საბოძობია, უმეტესად გამოყენებულია კოქსი და ბრძმედის აირი, ასევე ბუნებრივი აირი და ნათობგადამუშავების საწვავი მასალები. კაზმი შეიძლება იყოს ნებისმიერი ქიმიური შედგენილობისა, ამასთან როგორც მხევადი, ისე მყარი.

მარტენის ღუშელი შეიძლება მუშაობდეს როგორც მთავა, ისე ფუძე პროცესით. პირველ შემთხვევაში ღუშელს ამოაგებენ დინასით. ხოლო მეორე შემთხვევაში მაგნიზიტით, არჩევანი დამოკიდებულია საკაზმე მასალებზე.

მარტენის წესით ფლადის წარმოებაში საწყის მასალებად გამოყენებულია თუჯი (მყარი, მხევადი), ფლადის ჯართი, რკინის მადანი, მდნობი, ფეროშენადნობები.

ჩვენ ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ მარტენის პროცესი შესაძლებლობას იძლევა, რომ გადაამუშავდეს ყოველგვარი ქიმიური შედგენილობის თუჯი. ბრძმედში გამოიღობილი ZM1 და ZM2 მარკის მარტენის თუჯები გამოყენებულია მარტენის ფუძე ღუშელებში გადასამუშავებლად, ხოლო მაღალხარისხული თუჯები, რომლებიც ნაკლებად შეიცავენ გოგირდსა და ფოსფორს - მთავა ღუშელებში; ფლადის ჯართი უნდა იყოს გაბარიტული, ვრთან პაკეტირებად ან ბრიკეტირებად, ასუფთავებენ მიქანიკური მინარევებისაგან; მდნობად ფუძე პროცესის ღუშელებში გამოყენებულია კირქვა, ხოლო მთავა პროცესის ღუშელებში - კვარცის ქვიშა; რკინის მადანი გამოყენებულია მინარევი-

ბის დასაუბრებლად; ფეროშენადნობები გამოყენებულია ფოლადისათვის საჭირო მომატებული თვისებების მისანიჭებლად, პროცესში ფოლადის დაუბნობისათვის.

საკაზმე მასალების მიხედვით არჩევენ მარტენის წესით ფოლადის გამოდნობის სამ სახეს.

1. ჯართული პროცესი - ასეთ შემთხვევაში კაზმი ძირითადად შედგენილია ფოლადის ჯართისაგან (30-50 % თუჯი, 70-50 % ჯართი). 2. მადნური პროცესი - ამ შემთხვევაში კაზმი ძირითადად შედგენილია მხოლოდ გამდნარი თუჯისაგან. ამ შემთხვევაში იშვიათად მიმართავენ; 3. ჯართ-მადნური პროცესი - ამ შემთხვევაში კაზმი ძირითადად შეიცავს თუჯს, ხოლო დანარჩენი ჯართია და მადანი. მდნობად გამოყენებული კირქვა. ეს პროცესი მიდის ფუძემონაკიან ლუმელში და უწოდებენ ფუძე ჯართ-მადნურ პროცესს. ამჟამად ეს ყველაზე გავრცელებული მეთოდია.

მარტენის პროცესის დროს თუჯში შემავალი იტემენტების ამოწვა და თუჯის ფოლადად გადადნობის არსი კონვერტირული მეთოდით ფოლადის მიღების ანალოგიურია.

3. ფოლადის ნიღება ელექტროლუმელებში

აკადემიკოსმა ე.პეტროვმა 1802 წელს აღმოაჩინა რა ელექტრორკალი, ერთდროულად დაასაბუთა ლითონების გამოდნობის შესაძლებლობა ელექტროლუმელებში. პრაქტიკულად ამ გამოგონების სამრეწველო გამოყენება იწყება 1900 წლიდან.

ელექტროლუმინაციაში ფლუორის წარმოება ხასიათდება მრავალი უპირატესობით, კერძოდ, მიიღება მკვლავ ტემპერატურა, ეს კი შესაძლებლობას იძლევა, ამოიწვას სრულიად მავნე ელემენტები - ფოსფორი და გოგირდი. ასევე, მაღალი ტემპერატურის წყალბით, ელექტროლუმინაციაში აღწერილი ღირებულებების ფლუორს, რომელსაც ახასიათებს ძნელდნობადობა; ელექტროლუმინაციაში არ გამოიყენება გარეშე საფარები, რაც უზრუნველყოფს დანების სისუფთავეს; მიიღება მაქსიმალურად გაუმჯობესებული შენადნობები, რომლებშიც მინარევების შემცველობა მინიმუმამდეა დაყვანილი; ელექტროლუმინაცია გამოიყენება წარმოების ყველა რეჟიმისათვის.

ელექტროლუმინაცია ხორციელდება რკალურ და ინდუქციურ ღუმელებში.

რკალური ღუმელი აიკვება მუდმივ და ფუძე ამონაგომ, რაც ფუძე და მუდმივ პარალელის წარმოების საშუალებას იძლევა. კაზმად ძირითადად გამოიყენება ფლუორის ჯარი, ასევე თუჯი, რკინის ან მანგანუმის მადანი. ფუძე ღუმელში მდნობად გამოიყენებულა კირი, ხოლო მუდმივ ღუმელში - კვარცი.

ინდუქციური ელექტროლუმინაცია გამოიყენება მაღალხარისხული ფლუორების გამოსადნობად. ეს ღუმელი იძლევა მუდმივ და ფუძე პარალელის წარმართვის შესაძლებლობას. საკაზმე მასალები იკვირება, რაც რკალურ ელექტროლუმინაციაში. თავისებურება ისაა, რომ აქ შეიძლება გამოდგეს ძა-

ლიან მცირე ნახშირბადოვანი ფოლადი, რაც არ ხერხდება რკალურ დუმილებში გრაფიტის ელექტროდების არსებობის გამო.

თუჯის ფოლადად გადადნობის ქიმიური რეაქცია ზემოაღწერილი მეთოდების ანალოგიურია. უნდა აღინიშნოს, რომ ელექტროდნობის შედეგად მიიღება შედარებით უფრო მაღალხარისხოვანი ფოლადი. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა ე.წ. ფოლადის ელექტროწიფური გადადნობისა. ეს ხერხი მდგომარეობს იმაში, რომ ჯერ ფოლადს ადნობენ და მის გამდნარ წვეთებს ატარებენ გამდნარი წიჯის ფენაში (ლითონური თხევადი მასა ჭადის არალითონური თხევადი მასის ფენაში). წიჯის ფენაში გავლისას ფოლადი განიცდის რადიაციურებას და მიიღება მაღალხარისხოვანი ფოლადი.

§ 2. ფოლადის ჩამოსხმა და სხმულის აკუმულირება

გამდნარი ლითონის ჩამოსხმა ერთ-ერთ რთულ, საბასუბისმგებლო ოპერაციას წარმოადგენს. ჩამოსხმის სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ეს პროცესი შეზღუდულია დროის ფარგლებში: ჩამოსხმა უნდა დაიწყოს ფოლადის თითოეული მარკის განსაზღვრულ ტემპერატურაზე და უნდა დამთავრდეს იმაზე უფრო ადრე, ვიდრე ტიხტეში და ბოყვებში ლითონი გასივდებოდეს იმ ტემპერატურამდე, როცა მისი თხელდნადობა არ იქნება საკმარისი სხმულების, ზოდების, შოთების მისაღებად. თუ ეს რეჟიმი არ იქნება დასული, მივიღებთ წუნთან ზოდებს, შოთებს, სხმულებს, რაც თავს იჩენს მზა პროდუქციის წარმოებაში.

ა) ჩამოსხმა

საღნობი ავრეგატიდან თხევად ფლადს გამოუშეებენ ფლადსამსხმელო ციხეში. ციხევი არის ღიონის ჭურჭელი, რომელიც შიგნიდან ცეცხლგამძლე მასალითაა ამოგებული. ციხევიდან ფლადი ჩაისხმება ბოყეებში. ბოყევი სხვადასხვა ზომისა და ფორმის თუჯის ჭურჭელია. რომელშიც ასხამენ გამდნარ ფლადს და მისი გამყარების შემდეგ იღებენ ფლადის ზოდებს. ბოყეების კონსტრუქცია დამოკიდებულია გამოდნობილი ფლადის სახესა და მისი შემდგომი დამუშავების თავისებურებაზე. მაგალითად, საგლინავი ზოდები ოხკუახა ან კვადრატულია, საჭედი ზოდები - მრგვალწახნაგა ან წრიული ფორმისაა. სწორკუახედოვანი ზოდი იხმარება ფლადის ფრცღების საგლინავად, ხოლო კვადრატული - ხარისხული პროფილის ნაწარმის საგლინავად.

არჩევენ ფლადის ჩამოსხმის ოთხ სახეს: ზემოდან, სიფონური, უწყვეტი და ცაკუშური. ზემოდან ჩამოსხმის დროს ყოველი ბოყევი ღვას ცალკე ქვესაჯგამზე და ციხევიდან ივსება ცალ-ცალკე. სიფონური ჩასხმის დროს რამდენიმე ბოყევი ღვას ერთ ქვესაჯგამზე და ციხევიდან ცენტრალური მილით და შორიზონტალური მილებით ქვემოდან ივსება (ზიარჭურჭლების პრინციპი), მაშასადამე ერთდროულად შეიძლება რამდენიმე ათეული ბოყევის ავსება; უწყვეტი ჩამოსხმა მიმდინარეობს სპეციალურ დანადგარზე, სადაც მიიღება ე.წ. უწყვეტი ზოდი, რომელიც ჯერ კიდევ ცხელი

იჭრება საჭირო სიგრძის ნამზადად, ვაკუუმში ფოლადის ჩამოსხმა ამცირებს ლითონში აირების რაოდენობას (რომლებიც სხმულში სიტარიელეს ქმნიან) და აუმჯობესებს მის ხარისხს. ამისათვის გამდნარი ფოლადით სავსე ციხებს ათავსებენ ვაკუუმ-დანადგარში. ვაკუუმის გავლენით ფოლადში გახსნილი აირების რაოდენობა მინიმუმამდე მცირდება და მიიღება მაღალხარისხოვანი სხმული.

ბ) სხმულის აგებულება

ბოყვში ჩასხმული ფოლადის გამყარება მიმდინარეობს კრისტალების ზრდით კრისტალიზაციის ცენტრების ირგვლივ და ექვემდებარება კრისტალიზაციის ზოგად კანონებს.

ბოყვში ჩასხმის შემდეგ ფოლადი გამყარებას იწყებს ბოყვის კედლებიდან, რადგან აქ გაცივება მაქსიმალური სიჩქარით ხდება. ამ უბანზე წარმოიქმნება კრისტალიზაციის ცენტრების დიდი რაოდენობა, რაც განაპირობებს წინაღობარყვლოვან სტრუქტურას, ამ წერილი მარცვლების ერთობლიობას ზოდის ქერქი ჰქვია.

სხმულის ქერქის წარმოქმნის შემდეგ ლითონი ჩაუდობას (შეკლებას) იწყებს, რის გამოც ის ცილდება ბოყვის კედელს და მისი გაცივება ნელდება - კრისტალიზაციის პროცესი გრძელდება უკვე ცენტრის, გულის მიმართული. აქ გაცივება შედარებით ნელა ხდება, ადგილი აქვს შედარებით მსხვილმარცვლოვანი კრისტალების წარმოქმნას, რომელსაც ზოდის გულს უწოდებენ.

საერთოდ ფოლადის სხმულს სხვადასხვა ნაწილის განვიხარება დამოკიდებულია ფოლადის ქიმიურ შედგენილობაზე, ჩასხმის ტემპერატურაზე, აცხების სიჩქარესა და სხვ.

ფოლადის ზოდისადვის დამახასიათებელია ქიმიური არაერთგვაროვნება. რაც აუარესებს მისგან მიღებული ლითონის ნაკეთობის ხარისხს. დადგენილია, რომ რაც უფრო ნელა მყარდება ზოდი, მით უფრო ადვილად ხდება არაღიფონური მინარევების დაფარვა და, პირიქით, რკა-რი გაცივების დროს მინიმუმამდეა დაყვანილი ქიმიური არაერთგვაროვნება.

ფოლადის ზოდისადვის ასევე დამახასიათებელია ე.წ. სიცარილე. თხევადი ფოლადი გამყარების დროს მოცულობაში იკლებს (მ $\frac{1}{2}$ -მდე). როგორც აღვნიშნეთ, მისი გამყარება იწყება ბოჟვის კედლებიდან და ნელ-ნელა შიღის ზრდის გულისაკენ. იმ ადგილას, სადაც ლითონი სულ ბოლოს გამყარდა, მიიღება ლითონით შეუვსებელი ადგილი და წარმოიქმნება სიცარილე. ასევე სიცარიელის ახლოს თავს იყრის არაღიფონური ელემენტები, ესენი ზოდის ქერქის ქვეშ, მაღულადაა განლაგებული და ცხადია უარყოფითად მოქმედებს ასეთი ზოდისაგან მიღებული მზა ნაკეთობის თვისებებზე.

§ 3. ქიმიური შედგენილობის გავლენა ფოლადზე და მისი კლასიფიკაცია

ა) ქიმიური შედგენილობა

ფოლადი რკინა-ნახშირბადის შენადნობია. ნახშირ-

ბადის შემცველობა ფოლადში იცვლება პროცენტის მეასე-
დი წილიდან $2,14 \frac{1}{2}\%$ -მდე. ე.ი. ფოლადი რკინა-ნახშირბა-
დის შენაჯნობია $0,01 - 2,14 \frac{1}{2}\%$ -მდე ნახშირბადის შემც-
ველობით. ნახშირბადის გარდა, ყოველ ფოლადში აუცილებ-
ლად არის მარგანეტის, კემიწის, ფოსფორის, გოგირდის,
წყალბადის, აზოტისა და ენგბადის ნარევი, რომლებიც
ფოლადში ხვდება დნობის პროცესის დროს. ცხადია, ყოველი
ეს ელემენტი თავისებურ გავლენას ახდენს ფოლადის ხა-
სიაზე.

ფოლადში შემავალ ყველა ელემენტს შორის ნახშირბა-
დი ძირითადი ელემენტია, რომელიც განსაზღვრავს ფოლად-
ის სტრუქტურასა და თვისებებს, მის ქუევას წარმოება-
სა და ექსპლუატაციაში. ფოლადში, რაც ნაკლებია ნახშირ-
ბადი, მით მეტია მისი პლასტიკურობა, სიბლანტე, ხოლო
ნაკლებია სიმაგრე, სიმტკიცე და პიროქით, ნახშირბადის
მომატებით იზრდება სიმაგრე, სიმტკიცის ზღვარი იზრ-
დება ნახშირბადის $0,8-0,9 \%$ -მდე შემცველობისას, ხოლო
ნახშირბადის შემდგომი ზრდით ეს თვისება მცირდება და
ასრევე კლებულობს ფოლადის პლასტიკური თვისებები. ეს
გამოწვეულია იმიტომ, რომ ნახშირბადის მომატებით იზრ-
დება მეორადი ცემენტიტის რაოდენობა, რომელიც წარმო-
ადგენს მყიფე შემადგენელს. ამიტომ პრაქტიკულად გამო-
ყენებულია ის ფოლადი, რომლებიც შეიცავენ ნახშირბადს
არა უმეტეს $1,4 \%$.

ფოლადი ნორმალური მინარტევის სახით შეიცავს მარ-
განეტს (მანგანუმს) $0,4\%$ -დან $0,8 \%$ -მდე. ეს სასარგებ-

ლო მინარეცია, ის იხსნება ფერიტში, ზრდის ლიონის სიმტკიცეს, სიმაგრეს. ამავ დროს ამცირებს ლიონში არსებული მავნე მინარეცის გოგირდის ზემოქმედებას, ასევე მანგანუმი ასრულებს განმეანგველის როლს, რიდაც ამცირებს მაღალ ტემპერატურაზე ფოლადის მსხვრევალობას.

ფოლადი ასევე შეიცავს სილიციუმს, როგორც სასარგებლო მინარეცს. ისიც იხსნება ფერიტში და ფოლადს ანიჭებს მაღალ სიმაგრესა და სიმტკიცეს. მისი შემცველობა უნდა იყოს 0,17-0,5 % -ის ფარგლებში.

ფოსფორი ფოლადის უმრავლესობისათვის წარმოადგენს მავნე მინარეცს. მისი შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,05 %. ფოსფორი ამცირებს ფოლადის პლასტიკურობას, ანიჭებს სიმყიფეს, განსაკუთრებით დაბალ ტემპერატურაზე. ფოსფორი იხმარება მხოლოდ განსაზღვრული რაოდენობით. 0,06 %-დან - 0,15 %-მდე შემცველობისას იგი აუმიჯობებს ფოლადის ქრიბ და მუშაების უნარს.

გოგირდი ფოლადში მავნე მინარეცია, ის ანიჭებს ლიონს სიმყიფეს (მსხვრევალობას) განსაკუთრებით მაღალ ტემპერატურაზე, ამიტომ მისი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,05 %-ს.

ჟანგბადი ფოლადში მავნე მინარეცია. ის შედის ფოლადში სხვადასხვა ელემენტის - რკინის, მანგანუმის, სილიციუმისა და სხვათა თანგულის სახით. ცდის ფოლადის სიმკვრივეს, ქმნის შინაგან დაბაბეებს. მისი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,05 %-ს.

ბ) კლასიფიკაცია

ფოლადის კლასიფიკაცია ხდება სხვადასხვა ხისხის მიხედვით, შათ შორის ძირითადია: ქიმიური შედგენილობა, დანიშნულება, მიღების წესი, გაყვანვის ხარისხი, თვით ხარისხი, სტრუქტურა.

1. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ ნახშირბადოვან ფოლადსა და ლეგირებულს. ნახშირბადოვანს უწოდებენ ფოლადებს, რომლებიც ძირითად შემადგენელ ელემენტად შეიცავენ ნახშირბადს და ლითონის თვისებები ძირითადად მასზეა დამოკიდებული. ლეგირებულს უწოდებენ ფოლადებს, რომელთა შემადგენლობაში, გარდა ნახშირბადოვანი ჩვეულებრივი ფოლადის შემადგენლობისა, ასევე შეჰყავთ ერთი ან რამდენიმე სპეციალური ელემენტი განსაზღვრული თვისებების მისანიჭებლად.

2. დანიშნულების მიხედვით არჩევენ საკონსტრუქციო, საიარაღო (საინსტრუმენტო) და სპეციალურ ფოლადებს. საკონსტრუქციო ფოლადი შეიცავს 0,08 - 0,85 % ნახშირბადს, კარგად მუშავდება წნევით და ჭრით. გამოყენებულია სხვადასხვა კონსტრუქციის, მანქანების ნაწილების, სამშენებლო და სატრანსპორტო საქმეში და სხვ.

საიარაღო (საინსტრუმენტო) ფოლადი ნახშირბადს შეიცავს უფრო მეტი რაოდენობით (0,7 - 1,35 %). გამოირჩევა მაღალი სიმაგრითა და ცვეთამედეგობით. მათგან ძირითადად მზადდება ინსტრუმენტები და საერაოდ ისეთი ნაწარმი, რომელთაც ექსპლუატაციის დროს ესაჭიროებათ სიმაგ-

რე, სიმტკიცე და დრეკადობა.

სპეციალურ ფოლადს ეკუთვნის უხანგავი, არამაგნიტური, ცეცხლმედეგი, ცვეთამედეგი და სხვა სახის ფოლადები. ასეთი ფოლადები ძირითადად შეიცავს ქრომს (არა უმცირესი 12 %). ან ქრომსა და ნიკელს. მათგან მზადდება მანქანების, აპარატების მნიშვნელოვანი დეტალები.

3. წარმოების (მიღების) წესის მიხედვით არჩევენ კონვერტერულ (ბესემერის და თომასის) მარტენისა და ელექტროფოლადებს.

4. განუხანგვის ხარისხის მიხედვით ფოლადი იყოფა მშვიდ, ნახევრადმშვიდ და მდულარე ფოლადებად.

ცინაიდან უანგბადი მაცნე მინარევია და ლითონს აძლევს შინაგან დაძაბულობას, ხდება ფოლადის განუხანგვა ფეროსილიციუმით, ფერომანგანუმით და ალუმინით. მშვიდი ფოლადი მიიღება ამ სამივე ელემენტის შეყვანით ფოლადში; ნახევრადმშვიდი ფოლადი კი - ორი ელემენტის შეყვანით, ხოლო მდულარე ფოლადი ერთი ელემენტის (ფეროსილიციუმის) შეყვანით. მდულარე ფოლადი ხასიათდება მაღალი პლასტიკურობით.

5. ხარისხის (გოგირდისა და ფოსფორის შემცველობის რაოდენობის) მიხედვით არჩევენ ჩვეულებრივი ხარისხის, ხარისხული, მაღალი ხარისხის ფოლადებს. მაღალი ხარისხის ფოლადებში დასაშვებია გოგირდი არა უმეტეს 0,02 % და ფოსფორი არა უმეტეს 0,025 %. ხარისხულ ფოლადებში

დასაშვებია ორივე ელემენტი არა უმეტეს 0,04 %, ჩვეულებრივი ხარისხის ფოლადებში დასაშვებია გოგირდი 0,08 %-მდე და ფოსფორი 0,09 %-მდე.

„ § 4. ფოლადის ასორტიმენტი და მარკირების პრინციპები

ფოლადის ასორტიმენტი აერთიანებს ორ დიდ ჯგუფს - ნახშირბადოვან და ლეგირებულ ფოლადებს. თითოეული ეს ჯგუფი შეიცავს საასორტიმენტო ქვეჯგუფებს, სახეებს, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქიმიური შედგენილობით, მიღების წესით, ხარისხით, რაც განაპირობებს მათ სპეციფიკურ გამოყენებას.

ა) ნახშირბადოვანი ფოლადები

ამ ჯგუფში შემავალ ფოლადებს ჰყოფენ ნახშირბადის შემცველობის, დანიშნულებისა და ხარისხის ნიშნის მიხედვით. ნახშირბადის რაოდენობის მიხედვით არის დაბალნახშირბადოვანი (ნახშირბადი 0,25 %-მდე), საშუალო ნახშირბადოვანი (0,25 - 0,65 %-მდე) და მაღალნახშირბადოვანი (0,65 - 1,4 %) ფოლადები; დანიშნულების მიხედვით ნახშირბადოვანი ფოლადები იყოფა საკონსტრუქციო და საინსტრუმენტო (საიარაღო) ფოლადებად; ხარისხის მიხედვით იყოფა საკონსტრუქციო ჩვეულებრივი ხარისხის ნახშირბადოვანი, საკონსტრუქციო ხარისხული ნახშირბადოვანი და ხარისხული და მაღალი ხარისხული საიარაღო ნახშირბადოვან ფოლადებად.

2. ჩვეულებრივი ხარისხის საკონსტრუქციო ნახშირ-

მაღალფენი ფლადი სახელმწიფო სტანდარტის - **ГОСТ**
180-71-ის მიხედვით გამოდის **A**, **B** და **B** ჯგუფების. **A**
 ჯგუფში შენამდელ ფლადებს უნდა აქონდეს გარანტირებული
 მექანიკური თვისებები. მათი მარკირება ხდება ასო **СТ**
 და რიგითი ნომრით, სულ გამოდის 6 მარკის: **СТ0, СТ1,**
СТ2 . . . СТ6 ციფრის მატებით იზრდება ამ მარკის ფლადის სიმტკიცე. ამ ჯგუფის ფლადები გამოიღობიან
 კონვერტრებში ან მარტენის ლუმელებში, და აქვს განსაზღვრული ქიმიური შედგენილობა. მარკა აღინიშნება იმავე
 ასოებით და სათანადო რიცხვით, მხოლოდ მარკის წინ ეწერება
 ფლადის წარმოების ხერხის აღმნიშვნელი ასო **M** (მარტენის) ან **K** (კონვერტერის). გამოდის 6 მარკის: **МСТ0,**
МСТ1 МСТ6 და **КСТ0...КСТ6** ასეთი მარკის ფლადებში ქიმიური შედგენილობა უნდა იყოს ისეთი, როგორც ეს მოცემულია შესაბამის სტანდარტებში: მაგ. **МСТ5** მარკის ფლადი შეიცავს: ნახშირბადს 0,28-0,37 %, მანგანუმს 0,50-0,80 %. სილიციუმს 0,17-0,37 %, გოგირდს 0,055 %, ფოსფორს 0,05 %. სხვა მარკები სხვა რაოდენობით შეიცავს ამ ელემენტებს. **B** ჯგუფში შემადგენელ ფლადს აქვს გარანტირებული როგორც მექანიკური თვისებები, ასევე ქიმიური თვისებებიც და უმანადება წინა ორი ჯგუფის მონაცემებს. მარკირებას ემატება ასო **B**. მაგალითად, **ВМСТ1, ВМСТ2**

A ჯგუფის ფლადები გამოყენებულია ცივად მექანიკური დამუშავებით ღებლების მიზანდებლად, **B** ჯგუფის ფლადები კი ღებლების ცხელი მექანიკური დამუშავების დროს. **B** ჯგუფის ფლადები განსაკუთრებით გამოი-

ყენება შედეგებით დეტალების წარმოების დროს.

2. ხარისხული საკონსტრუქციო ნახშირბადოვანი ფოლადი სახელმწიფო სტანდარტის - ГОСТ 1050-60 მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: პირველ ჯგუფში შედის ფოლადები, რომლებიც მარგანეც შეიცავს ნორმალური რაოდენობით (0,8 %-მდე). ფოლადებს აღნიშნავენ ციფრებით: 05, 08, 10... 80, 85. მარკაში ნაჩვენებია ნახშირბადის საშუალო რაოდენობა პროცენტის მეასედებით და მას შესაბამისი ციფრები უჩვენებს. მაგალითად, ფოლადი ციფრით 50 შეიცავს ნახშირბადს 0,47 - 0,55 % მეორე ჯგუფში შედის ფოლადები, რომლებიც შეიცავენ მარგანეც გაზრდილი რაოდენობით (1,2 %-მდე). ასეთი ფოლადები გამოდის II მარკის - 15 П - დან 70 П - ე (ასო П უჩვენებს მარგანეცის გაზრდილ შემცველობას).

ხარისხული საკონსტრუქციო ნახშირბადოვანი ფოლადები არალითონურ მინარეცებს ფოსფორსა და გოგირდს, შეიცავს უმნიშვნელო რაოდენობით (არა უმეტეს 0,04 %). ამ ჯგუფის ფოლადები გამოიყენება ისეთი დეტალებისა და კონსტრუქციების დასამზადებლად, რომლებიც ექსპლუატაციის დროს განიცდიან დარტყმით ზემოქმედებას და საჭიროებენ გაზრდილ სიმაგრესა და სიმტკიცეს.

3. ხარისხული საინსტრუმენტო (საიარაღო) ნახშირბადოვანი ფოლადები სახელმწიფო სტანდარტის ГОСТ 1435-74 მიხედვით გამოდის 8 მარკის. მარკა აღინიშნება ასო У - თი (ნახშირბადოვანი) და ციფრით, რომელიც უჩვენებს ნახშირბადის შემცველობას პროცენტის მეათედ-

ბით. საერთოდ ამ ჯგუფის ფოლადები წალაღნახშირბადა-
ნია და მას შეიცავენ 0,7 / -დან 1,3 / -მდე. მაგალითად,

7 მარკის ფოლადი ნახშირბადს შეიცავს 0,65-0,74^o/_o.
მანგანუმს 0,20-0,40^o/_o, სილიციუმს 0,15-0,35^o/_o, გო-
გირდს -0,03^o/_o. ფოსფორს -0,035^o/_o. ეს ყველაზე დაბალი
მარკაა, ხოლო ყველაზე მაღალი მარკა 13 შეიცავს:
ნახშირბადს 1,25 - 1,35^o/_o; მანგანუმს 0,15-0,35^o/_o,
სილიციუმს 0,15-0,35^o/_o, გოგირდს 0,03^o/_o, ფოსფორს 0,035^o/_o.
ამ ჯგუფის ფოლადები ფოსფორსა და გოგირდს შეიცავს უფ-
რო მცირე რაოდენობით, ვიდრე საკონსტრუქციო ფოლადები.
ისინი გამოიღობიან ელექტროლუმებში.

4. მაღალხარისხული საინსტრუმენტო (საიარაღო) ნახ-
შირბადოვანი ფოლადები იგივე სტანდარტით გამოდის 8
მარკის, მარკის რიცხვს უმატებენ ასო A, ეს მაღალ-
ხარისხოვნობის მაჩვენებელია, რაც გულისხმობს შავნე
მინარეცების - ფოსფორისა და გოგირდის განსაკუთრებით
მცირე რაოდენობას (0,02^o/_o-მდე). მაგალითად, ყველაზე
დაბალი მარკა Y7A შეიცავს: ნახშირბადს 0,85 - 0,74^o/_o,
მანგანუმს 0,15 - 0,30^o/_o, სილიციუმს 0,15 - 0,30^o/_o,
გოგირდს 0,020^o/_o. ფოსფორს 0,030 /; ხოლო ყველაზე მაღალ-
ლი მარკა Y13A შეიცავს: ნახშირბადს 1,25 - 1,35^o/_o,
გოგირდს 0,20^o/_o და ფოსფორს 0,30^o/_o. ამ ჯგუფის ფოლად-
ები განსაკუთრებით გამოიყენება მჭრელი დეტალების
დასამზადებლად (საჭრისების, ბურღების, სახრახნების,
ფრეზების, ხერხებისა და სხვ.

ბ) დეგირებული ფოლადები

ზემოთ განხილული ნახშირბადიანი ფოლადები თავისი თვისებებით ყოველთვის ვერ აკმაყოფილებს თანამედროვე ტექნიკის გაზრდილ მოთხოვნილებებს, ამიტომ უფრო ფართო გამოყენება პოვა დეგირებულმა ფოლადმა.

დეგირებული ეწოდება ისეთ ნახშირბადიან ფოლადებს, რომლებშიც სპეციალურად შეჰყავთ ერთი ან რამდენიმე მაღდეგირებელი ელემენტი გარკვეული გაზრდილი თვისების მისანიჭებლად. მაღდეგირებელ ელემენტებს განეკუთვნება ქრომი, ნიკელი, მolibდენი, ვოლფრამი, მანგანუმი, სილიციუმი, ვანადიუმი, ტიტანი, ალუმინი და სხვ. თითოეული ელემენტი ფოლადს ანიჭებს განსაზღვრულ თვისებებს, კერძოდ, მარგანეცი ზრდის ფოლადის სიმტკიცეს, ჰრით თვისებებს, ცვეთამდეგობას; სილიციუმი ზრდის სიმაგრესა და სიმტკიცეს, კოროზიისადმი მედეგობას, ცეცხლგამძლეობას; ქრომი აუმჯობესებს მექანიკურ თვისებებს, ადიდებს სიმტკიცეს ცვეთამდეგობას, კოროზიისადმი მედეგობას (უბანგველობას); ნიკელი ზრდის დრეკადულ თვისებებს, სიმტკიცეს, ანტიკოროზიულობას, ცეცხლმედეგობას; ვოლფრამი, მolibდენი, ტიტანი ფოლადში ნახშირბადთან ურთიერთმოქმედებით ქმნის კარბიდებს, რომლებიც მაღალ ტემპერატურაზე ზრდიან სიმაგრეს, სიმტკიცესა და ცვეთამდეგობას; ისინი გამოყენებიან მჭრელი იარაღების საწარმოებლად.

დეგირებული ფოლადების მარკებს აღნიშნავენ ასო-

ციფრობრივი სისტემით. ასობითა და ციფრების პირობითი აღნიშვნა უჩვენებს ქიმიურ შემადგენლობას, დანიშნულებას, მაღვირებელ ელემენტებს.

მაღვირებელი ელემენტების აღნიშვნისათვის შემოღებულია მათი რუსული დასახელების პირველი ასო და მარჯვნივ ამ ელემენტებს გამობატავენ შემდეგი ასობითი მარჯანები - Γ , სილიციუმი - C , ქრომი - X , ნიკელი - H , ცოლფრამი - B , მოლიბდენი - M , ვანადიუმი Φ , ტიტანი - T , ალუმინი - A , სპილენძი - Q , კობალტი - K , სირკონიუმი - U , ბორი - P .

მარკის წინ ორი ციფრი უჩვენებს ნახშირბადის რაოდენობას პროცენტის მეთაღებში, ერთი ციფრი კი პროცენტის მეთაღებში. ციფრების შემდეგ იწერება მაღვირებელი ელემენტის აღნიშვნელი ასო. თუ ასოს შემდეგ რიცხვი არ არის, ეს იმას ნიშნავს, რომ ფოლადში ეს ელემენტი 1%-მდეა, თუკი რიცხვი არის, იგი უჩვენებს ამ ელემენტის რაოდენობას პროცენტებში. თუ მარკის ბოლოს არის ასო A , ეს იმას ნიშნავს, რომ ფოლადი მაღალნახრისხივანია. მაგალითად, 35X ζ MA მარკის ფოლადი ნახშირბადს შეიცავს 0,35%, ქრომს - 2%, მოლიბდენს 1/ და არის მაღალნახრისხივანი; 9X მარკის ფოლადი ნახშირბადს შეიცავს 0-9%, 1 / ქრომს და 1,4% სილიციუმს. გარდა ამისა, შემოღებულია კიდევ ზოგიერთი პირობითი აღნიშვნები, როგორცაა UX - სასაკისრე ფოლადია, P - სწრაფმჭრელი ფოლადია, Q - ელექტროუღებელია, A - ავტომატური ფოლადია და სხვ.

ღეგირებული ფოლადების ასორტიმენტის დაჯგუფება წარმოებს ძირითადად სამი ნიშნით: ქიმიური შემადგენლობა ღეგირების ხარისხი და დანიშნულება. ქიმიური შედგენილობით აჯგუფებენ ქრომოვანი, ქრომნიკელოვანი, ქრომნიკელმოლიბდური და ა.შ. ღეგირების ხარისხის მიხედვით არჩევენ დაბალღეგირებულს (ელემენტი შედის არა უმეტესი $2,5 - 3\%$), საშუალო ღეგირებულს ($3 - 10\%$) და მაღალღეგირებულს (10% -ზე მეტს), დანიშნულების მიხედვით არის 3 ჯგუფის: საკონსტრუქციო, საინსტრუმენტო და განსაკუთრებული თვისების ღეგირებული ფოლადები.

I. საკონსტრუქციო ღეგირებულ ფოლადებს ახასიათებს მაღალი სიმტკიცე, პლასტიკურობა და სიბლანტე. ისინი გამოიყენება მანქანის დეტალების, დაზგების, მექანიზმების, კონსტრუქციებისა და სხვათა საწარმოებად. გამოყენების მიხედვით ისინი იყოფიან სამშენებლო, მანქანათმშენებლობის, საზამბარე, სასაკისრე ფოლადებად.

საზამბარე-სარესორო ღეგირებული ფოლადები დიბხანს ინარჩუნებს დრეკადულ თვისებებს. სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 1459-69 გამოდის შემდეგი მარკის: 65 Г, 50С2, 60С2, 70С3А, 55СГ და სხვ. ძირითადად გამოიყენება ზამბარების, რესორების დასამზადებლად, ასევე ფართო მოხმარების საქონლის წარმოებაში.

სასაკისრე ღეგირებულ ფოლადებს ახასიათებს მაღალი სიმტკიცე, დატვირთვის ამტანობა, გაზრდილი ცვეთამდეგობა. სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 801-60 გამოდის შემდეგი მარკის: ШХ6, ШХ9, ШХ15, ШХ

15CГ (ციფრები უჩვენებს ქრომის რაოდენობას პროცენტის მეთოდებში).

სამშენებლო ლეგირებული ფოლადი ძირითადად დაბალ-
ლეგირებულია, იგი იწარმოება ხარისხულთ ნაგლინის, ფურც-
ლების, მილის სახით. მათ მოეხმობება გაზრდილი სიმტკიცე
და შელუღებალობა. ძირითადი მარკებია: 10XCH \emptyset ,
15XCH \emptyset გამოიყენება შენადული და მოქლონური შეერთებე-
ბის სამშენებლო კონსტრუქციების საწარმოებლად; 15ГC,
25Г2C, 30XГC-იყენებენ რკინა-ბეტონის არმირებისათ-
ვის და სხვ.

2. საინსტრუმენტო ლეგირებული ფოლადები გამოირჩე-
ვა მაღალი სიმაგრით, ცვეთამდეგობითა და, რაც მთავა-
რია, ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ინარჩუნებენ
თავის განზომილებებს. ამ მოახლოვნებს პასუხობს ქრომი-
ვანი (X, 13X) და ქრომვოლფრამმარგანეციანი (X13Г)
მარკის ფოლადები, რომლებიც შეიცავენ I - I, I4 / ნახ-
შირბადს.

ამ ჯგუფის ფოლადები ძირითადად გამოყენებულია საჭ-
რელი და დარტყვით-სატვიფრავი ინსტრუმენტების საწარ-
მოებლად. სახელმწიფო სტანდარტია ГОСТ 19265-73 გამო-
დის შემდეგი მარკის: P 9, P 18, P 18K5Φ2, X, 11X,
13X, 9XC, XB5 ფოლადებია. დიუსემით-საცვიფრავ იარაღს
მოეხმობება მაღალი სიმაგრე, სიმტკიცე, ცვეთამდეგო-
ბა, ინსტრუმენტი მუშაობს ცივ ღიონთან. ამისათვის
გამოიყენება XГ, X12, X12M მარკის ფოლადე-
ბი; მცირე ზრუნვით ვრისათვის ინსტრუმენტის საწარმო-

ებლად გამოყენებულია X, 11X, 13X, 9XC მარკის ფოლადები, ხოლო სწრაფმკრედი იარაღისათვის P 18 K5Φ2 მარკის ფოლადი.

3. განსაკუთრებული თვისების ფოლადებსა და შენადნობებს ძირითადად ეკუთვნის უთანგავი ფოლადი, მაღალი ელექტროწინააღობის ფოლადი და განსაკუთრებული ფიზიკური თვისებების მქონე შენადნობები.

ა) უთანგავ ფოლადებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ტექნიკასა და საყოფაცხოვრებო პირობებში. ისინი არ იუანგებინან არც ატმოსფერულ პირობებში და არც მასალების, მთავების, ტუბებისა და სხვა აგრესიული გარემოს მიმართ. ასეთი ფოლადების ძირითადი მალეგირებელი ელემენტებია ქრომი და ნიკელი ამის შესაბამისად გამოდის ქრომოვანი და ქრომნიკელიანი ფოლადები. სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 5632-72 გამოდის ქრომოვანი უთანგავი ფოლადები შემდეგი მარკის: 08X13, 12X13, 20X13, 30X13, 40X13 და სხვა (რამდენადაც ნაკლებია ნახშირბადის რაოდენობა, იმდენად მეტია კოროზიამდებლობა). ამავე სტანდარტით გამოდის ქრომნიკელიანი უთანგავი ფოლადები შემდეგი მარკის: 12X18H9T, 17X 18H 9, 04X 18H 10, 08X 18H 10T და სხვ. ორივე სახის უთანგავი ფოლადი განსაკუთრებით გამოიყენება ფართო მოხმარების საგნების საწარმოებლად.

ბ) მაღალი ელექტროწინააღობის შენადნობში ძირითადი მალეგირებელი ელემენტების ქრომისა და ნიკელის

გარდა, შეფის მოლიბდენი, ტიტანი, ალუმინი და სხვ. ამ შენადნობებს ნიქრომებს უწოდებენ და სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 5632-72 გამოდის შემდეგი მარკის: ХН80ТБЮ, ХН70ВМТЮ, ХН77ТЮР და სხვ.. ამ შენადნობების ნიქრომების ძვირუას ფეისებას წარმოადგენს ის, რომ მათ ახასიათებს მაღალი ელექტროწინააღობა და მაღალი სიმტკიცე დაჯანგვისადმი მაღალ ტემპერატურაზე ($1000 - 1150^{\circ}\text{C}$). ამიტომ ნიქრომებს იყენებენ სადენებისა და ლენტების საწარმოებლად გამათბობელ ელემენტებში, ელექტრომრეწველობაში.

გ) განსაკუთრებული ფიზიკური ფეისებების შენადნობებს აკუთვნებენ ინვარს, პლატინიტს და ელინვარს.

ინვარი რკინის შენადნობია ნიკელთან (36 / ნიკელი). ახასიათებს უმნიშვნელო თბური გაფართოების კოეფიციენტი. გამოიყენება ისეთი ზუსტი ხელსაწყოების წარმოებაში, რომლებიც არ უნდა იცვლიდნენ თავიანთ განზომილებას ტემპერატურის ცვლილების დროს.

პლატინიტი რკინის შენადნობია ნიკელთან, რომელშიც ნიკელი 48% -ია. მას აქვს ისეთივე გაფართოების კოეფიციენტი, როგორც პლატინასა და მინას. გამოყენებულია მავთულების საწარმოებლად, ელექტროდებლად ელექტროწინააღობის ნათურებში, რადიოდებლად, ელექტროვაკუუმური ხელსაწყოებისა და სხვათა წარმოებაში.

ელინვარი რკინის შენადნობია ქრომისა და ნიკელთან, გავრუელებულია მარკა $H 36 X B$. აქვს თბური გაფარ-

თეობის დაბალი კოეფიციენტი და ტემპერატურის ცვლილებიას ინარჩუნებს დრეკადულ ზვისებებს. გამოიყენება საათის ზამბარების, კამერტონებისა და ზუსტი ხელსაწყოების დეტალების საწარმოებლად.

თ ა ვ ი IV

ფერადი ლითონები და შენადნობები

რკინის შენადნობები ნახშირბადადთან - ფოლადი და თუჯი ტექნიკასა და საყოფაცხოვრებო პირობებში ყველაზე ფართოდ გამოიყენება. მთმარებული ლითონების 90 $\frac{0}{100}$ შავი ლითონებია. ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნობების გამოყენების სფერო დღითიდღე იზრდება. მანქანათმშენებლობაში ფერადი ლითონებიდან განსაკუთრებით გამოიყენება მსუბუქი ლითონები - ალუმინი და მაგნიუმი, მძიმე ლითონებიდან - სპილენძი და მისი შენადნობები (ბრინჯაო და თიბერკი); ზოგიერთი ფერადი ლითონი შეუცვლელია ელექტროტექნიკაში (სუფთა სპილენძი, სუფთა ალუმინი, ცოლფრამი, ტიტანი და სხვ.); იშვიათი ფერადი ლითონები ფართოდ გამოიყენება ფოლადის წარმოებაში; ფართო მთმარების საგნების წარმოებაში სულ უფრო მატულობს ფერადი ლითონების შენადნობების გამოყენება.

საერთოდ ტექნიკასა და ყოფაცხოვრებაში გამოყენებული ფერადი ლითონებიდან ძირითადია სპილენძი, ალუმინი, მაგნიუმი, ტიტანი, ნიკელი და ქრომი.

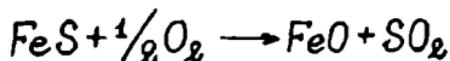
§ 1. სპილენძი და მის საფუძველზე

მიღებული შენადნობები

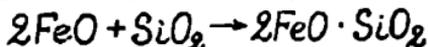
ა) მიღება

სპილენძი ბუნებაში აციანაბადი სახით იშვიათია, ის ძირითადად მთის ქანში სულფიდებისა და ტანგულუბის სახითაა. სულფიდური მადნებიდან სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს კოლჩედანს ($CuFeS_2$), სპილენძის კრიალას (CuS_2). ხოლო ტანგულუბიდან კუპრიტს (CuO) და შალახიტს. სპილენძის მადნებში სპილენძი ქიმიურად არის დაკავშირებული გოგირდთან, ტანგბალსა და სხვა ელემენტებთან, მადანში სპილენძის შემცველობა ძალზე ცოტაა (1-6%), ამიტომ მადნიდან მისი მიღება რთულია. იგი მიიღება შემდეგი თანამიმდევრობით.

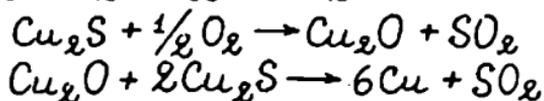
1) შახტური ტიპის ლუმელებში ან ალქმედ ჯუმელებში, რომლის კაზმი ძირითადად სპილენძის მადანია, მიმდინარეობს დნობა, რის შედეგად წარმოიქმნება სპილენძის სულფიდის Cu_2S და რკინის სულფიდის FeS შენადნობი (შტეინი) და წიდა, რომელშიც გადადის ფუჟი ქანი მდნობთან ერთად; 2) გამდნარ შტეინს ასხამენ ჭუძე ხასიათის კონვერტერულ ლუმელში და შაერის შებერვით წარმოებს შტეინში შემავალი გოგირდის დატანგვა და ცალკე გამოყოფა:



წარმოქმნილი რკინის ქვიტანგი იწილება მდნობით:



მაზსადაამე რჩება მარტო სპილენძის სუფთი, რომლისგანაც მიიღება სუფთა სპილენძი:



ასე მიღებულ სპილენძს შავი პქეია და მისი სისუფთავეა 98,5 - 99,0%. ეს სპილენძი ტექნიკაში არ გამოიყენება, საჭიროა მისი შემდგომი გაწმენდა-რაფინირება; 3) რაფინირება მდგომარეობს იმაში, რომ აღქმედ ლუმედში მაღალ ტემპერატურაზე ჰაერბერვის საშუალებით ამოიწვება მინარევები და მიიღება 99,6 - 99,7%-იანი სისუფთავის სპილენძი. იგი გამოიყენება ტექნიკაში და სპილენძის შენადნობების მისაღებად; 4) საჭიროების მიხედვით, ამის შემდეგ ხდება მისი ელექტროლიზური რაფინირება, რომლითაც მიიღება უშაღლესი სისუფთავის სპილენძი (99-999%).

ბ) თვისებები

სპილენძი არის პლასტიკური, წითელი-მოვარდისფრო ფერის ლითონი. მისი სიმკვრივეა 8 900 კგ/მ³, დნობის ტემპერატურა 1083⁰ C.

სპილენძის მნიშვნელოვანი თვისებაა მაღალი ელექტრო და თბოგამტარობა, ის ამ თვისებით ცერცხლის შემდეგ პირველია. ის თიქმის მშრალ ჰაერზე არ იტანგება, მაგრამ სწრაფად იტანგება ტენიან პირობებში და მაღალ ტემპერატურაზე. ტექნოლოგიური თვისებებიდან აღსანიშნავია ის, რომ სპილენძი ადვილად ქმნის შენადნობებს სხვა ელემენტებთან. ის კარგად მუშავდება

გლინვიმ, დატვიფერიმ. საკვერი პროდუქტების შედეგებთან ქმნის ტოქსიკურ შენაერაბეს.

სპილენძის თვისებები არსებითად იცვლება, თუ მასში თუნდაც უმნიშვნელო რაოდენობით არსებობს სხვა ელემენტები, კერძოდ, ალუმინი, სტიბიუმი, დარიშხანი, ფოსფორი. ისინი მნიშვნელოვნად ამცირებენ ელექტროგამტარობას, ხოლო ტყვია, კადა, კადმიუმი ამცირებს მის პლასტიკურობას. მაგალითად, თუ სპილენძში არსებობს $0,5\%$ ფოსფორი, მისი ელექტროგამტარობა მცირდება 5-ჯერ. სახელმწიფო სტანდარტით -ГОСТ 859-66 ჩენი სამშულო მრეწველობა უწევს IO მარკის სპილენძის MOO (99,99 /Cu)-დან M4 (99 % Cu)-მდე. სუფთა სპილენძის ძირითადად იყენებს ელექტრო და რადიო მრეწველობა, რაც უწევს სახალხო მეურნეობის სხვა დარგებს, სპილენძი ძირითადად გამოყენებულია მისი შენადნობების სახით.

გ) სპილენძის შენადნობები

მანქანათმშენებლობასა და ფართო მოხმარების საგნების წარმოებაში ძირითადად გამოყენებულია სპილენძის შენადნობები - თითბერი და ბრინჯაო, მელხიორი და ნეიზილბერი.

თითბერი სპილენძის შენადნობია თუთიასთან. გარდა ამისა, ის შეიცავს სხვადასხვა ელემენტსაც, რომლის მიხედვით არჩევენ ორკომპონენტის და მრავალკომპონენტის თითბრებს. პრაქტიკული გამოყენება აქვს იმ თითბერს, რომელიც თუთიას შეიცავს 45 %-მდე. ორკომპო-

ნენტიან ან მარტივ თითბერს აღნიშნავენ Λ ასოთი (რუსულად თითბერი) და ციფრებით, რომლებიც აღნიშნავენ სპილენძის საშუალო რაოდენობას შენადნობში პროცენტებში. თითბერს, მიქანიკური თვისებების გასაუმჯობესებლად, ასევე უმატებენ მალეგირებელ ელემენტებს მარგანეცს (M), რკინას (KC), ნიკელს (H), კალას (O), ტყვიას (C) და სხვ. ამიტომ ასეთი თითბერის მარკირების დროს (ასეთ თითბრებს მრავალკომპონენტია ანებს უწოდებენ) ასოებს ემატებათ მალეგირებელი ელემენტების სახელწოდების პირველი ასოები და ასევე მათი შემცველობის ციფრები, მაგალითად: $\Lambda 80$ მარკა აღნიშნავს, რომ ასეთი თითბერი ერთკომპონენტია (მარტივი), რომელიც შეიცავს 80% სპილენძს ხოლო მარკა $\Lambda KC 80-3-3$ ნიშნავს, რომ შეიცავს სპილენძს - 80%, სალიციუმს - 3%, ტყვიას - 3%. სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 1020-68 გამოჯის დეფორმირებადი და საჩამომსხმელო თითბერი. დეფორმირებადს ეკუთვნის მარტივი თითბრები $\Lambda 96$, $\Lambda 90$, $\Lambda 85$, $\Lambda 80$, $\Lambda 70$, $\Lambda 68$, $\Lambda 63$ და $\Lambda 60$ და ლეგირებული თითბერები, რომლებშიც მალეგირებელი ელემენტები 2%-მდე, ასეთებია $\Lambda AKC 60-I-I$, $\Lambda A 77-2$ და სხვ.; საჩამომსხმელო თითბრებს ეკუთვნის ისეთი შენადნობები, რომლებიც მალეგირებელ ელემენტებს 3%-ზე მეტს შეიცავენ. ასეთებია $\Lambda A 67-2-5$; $\Lambda KC 80-3-3$; $\Lambda MC 58-2-2$ და სხვ.

თითბერს ფართო გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში, აგრეთვე საკისრების, კბილანების, მავთულის,

რადიატორების მიწების, კონდენსატორებისა და სხვათა წარმოებაში.

ბრინჯაო სპილენძის შენადნობია კალსთან, ალუმინთან, სილიციუმთან, ბერილიუმთან, რკინასთან და სხვა ელემენტებთან. ბრინჯაო ატარებს ამ პალეგირებული ელემენტების სახელწოდებას. მარკას აღნიშნავენ ასო *Br* (ბრონზა) და ციფრებით, რომლებიც უჩვენებენ პალეგირებული ელემენტების შემცველობას პროცენტებში. ვარჩევთ კალიან, ალუმინიან, სილიციუმიან, ბერილიუმიან და სპეციალურ ბრინჯაოს.

სახელმწიფო სტანდარტების მიხედვით კალიანი ბრინჯაო იყოფა ორ ჯგუფად, დეფორმირებადი და სამსხმელო. სტანდარტის - *ГОСТ 5017-74* მიხედვით გამოდის დეფორმირებული ბრინჯაო, რომელიც შეიცავს კალს 5-6 %-მდე, შემდეგი მარკის: *Br0φ4* - 0,25; *Br0ყ1* - 3; *Br0ყ4-4-2*, სტანდარტის - *ГОСТ 613-65* მიხედვით გამოდის სამსხმელო ბრინჯაო შემდეგი მარკის: *Br0ყС* 5-5-5; *Br0ყС4-4-17* და სხვ. კალიანი ბრინჯაო ხასიათდება ანტიკოროზიული თვისებებით, კერძოდ, მუშავდება ჭრიბ, გამოყენებულია საკისრების წარმოებაში.

სპეციალური ბრინჯაო (ე.ი. სპილენძის შენადნობი ელემენტებთან გარდა კალსი) იწარმოება სახელმწიფო სტანდარტის - *ГОСТ 493-54* მიხედვით შემდეგი მარკის: დეფორმირებადი *BrA 5*, *BrA 7*, *BrAXC 9*, *BrAXCM 9-2* და სხვ. ესენი გამოიჩევიან მაღალი პლასტიკურობით, კარ-

გად მუშავდებიან დაწეხვით, გლინვით. მათგან ამზადებენ მიღებს, დენტებს. ნ^რА 5 მარკის ბრინჯაოსაგან ასხამენ მონეტებს. ბერილიუმის ბრინჯაო ნ^რბ 2 გამოყენებულია ზამბარების, მემბრანების წარმოებაში; სამსხმელო ბრინჯაოს ეკუთვნის ნ^რАЖ9-4, ნ^რАЖМ10-3, 1, 5. ამათ ახასიათებს მაღალი კოროზიამდებობა, სიმტკიცე, სიმაგრე. გამოიყენება კბიდანების, საკისრების და სხვადასხვა წარმოებაში.

მექანიკო სპილენძის განსაკუთრებული შენადნობია ნიკელთან. მასში ნიკელი არის 18-20 /, დანარჩენი სპილენძია. მას აქვს ვერცხლის ფერი, ხასიათდება მაღალი კოროზიამდებობით, კარგად მუშავდება. მისგან ამზადებენ ჰურჭელებს, საიუვიღერო ნაწარმს, ფარმ მობ-მარების ჰედურ ნაწარმს. ასევე გამოიყენება მონეტების, სამედიცინო ხელსაწყოებისა და ზუსტი ხელსაწყოების საწარმოებლად. გამოდის МН - 19 მარკის.

ნიზილბერი სპილენძის შენადნობია ნიკელსა და თუთიასთან, სადაც ნიკელი 13-16 /, თუთია - 18-22⁰/₁₀₀, ხოლო დანარჩენი სპილენძია. მას აქვს ღამაზი მოვერცხლისფერო-მოღურჯო ფერი. ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით, დრეკადობით, კოროზიასადმი მდებობით. გამოიყენება ნაწარმის მოვერცხლისფერის, ზუსტი ხელსაწყოების ჰურჭელების, მხატვრული ნაწარმისა და სხვადასხვა წარმოებაში. გამოდის МН4-15 მარკის.

სპილენძისა და ნიკელის შენადნობები ქმნის განსაკუთრებულ შენადნობებს, რომელთაც ტექნიკაში უწოდებენ

ელექტროტექნიკურ სპილენძ-ნიკელის შენადნობებს. ამას ეკლავინის კონსტანტანი, ნიკელონი და მანგანიანი. ესენი ხასიათდებიან მაღალი ელექტროწინაღობითა და არ იცვლებიან მაღალ ტემპერატურაზე. მათ იყენებენ რეოსტატების, გამათბობელი ხელსაწყოებისა და ზუსტი ელექტროსაზომი ხელსაწყოების წარმოებაში.

§ 2. ალუმინი და მის საფუძველზე მიღებული შენადნობები

ა) მიღება

ალუმინი ბუნებაში მოიპოვება მთის ქანში ძირითადად ტანგულის (Al_2O_3) და ტანგულის ჰიდრატის ($Al(OH)_3$) სახით. სამრეწველო მადნებია ბოქსიტები, ნეფელინი და კაოლინი. ამათგან ძირითადია ბოქსიტები, რომლებიც ალუმინს შეიცავენ $Al(OH)_3$ -ის სახით. ბოქსიტების ძირითადი შედგენილობაა თიხამიწა (Al_2O_3) და რამდენადაც მეტს შეიცავს, მით მდიდარია მადანი. ალუმინის მიღება მადნებიდან სამ ეტაპს მოიცავს: მადნიდან თიხამიწის მიღება; თიხამიწიდან ალუმინის მიღება და ალუმინის რაფინირება. ა) გამოტუტვიმ ბოქსიტებიდან მიიღება თიხამიწა.

ბ) ამის შემდეგ მოქმედებენ წყლით, ხდება ჰიდრატის გამოკრისტალდება და მიიღება ალუმინის ჰიდროჟანგული;

გ) მიღებულ ჰიდროჟანგს შემდეგში ახურებენ ღუმელში მაღალ ტემპერატურაზე (1200° -მდე) და იღებენ თიხამიწას;

დ) მიღებული თიხამიწისაგან ელექტროლიზით იღებენ ალუმინს. ელექტროლიზი მიმდინარეობს მხეცად კრიოლიტში 1000°C ტემპერატურაზე, კათოდზე დაილექება მხეცადი ლითონური ალუმინი, უანგზაფი კი განიშუხტება ნახშირის ანოდით, ე) თიხამიწის ელექტროლიზით მიღებული ალუმინი არ არის სუფთა, ის შეიცავს ლითონურ და არალითონურ მინარევებს და აირებს. ამათ მოსაცილებლად მიმარავენ ქლორით რაფინირებას და მიიღება 99,5 - 99,8 $\frac{0}{100}$ სისუფთავის ალუმინი; უფრო მაღალი სისუფთავის ალუმინის მისაღებად აწარმოებენ ალუმინის ელექტროლიზს და იღებენ 99,99 $\frac{0}{100}$ სისუფთავის ალუმინს.

ბ) თვისებები

ალუმინი მსუბუქი, მოფერცბლისფერო თეთრი ლითონია. მისი სიმკვრივეა 2700 კგ/მ^3 , დნობის ტემპერატურა 695° . ის კარგად მუშავდება ცხელ და ცივ მდგომარეობაში წნეხით, ხასიათდება მაღალი ელექტროგამტარობით (სპილენძთან შედარებით აქვს $65,5 \frac{0}{100}$). ალუმინი ატმოსფერული, წყლის; ამიაკის, გოგირდოვანი აირების და სხვათა მიმართ მდებრია, პრაქტიკულად არ ურთიერდებოქმედებს ორგანულ მუავებთან, საცემბ პროდუქტებთან, ანტიკოროზიულია.

ალუმინის თვისებებზე არსებით გავლენას ახდენს მასში არსებული მინარევები, კერძოდ, მაგნიუმი, და მანგანუმი ამცირებს ელექტროგამტარობას და თბოგამტარობას, რკინა შესამჩნევად ამცირებს ანტიკოროზიულ

124

უნარს, სილიციუმი - პლასტიკურობას. ამიტომ ალუმინის კლასიფიკაცია ხდება მისი სისუფთავის ნიშნის მიხედვით. სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ II069-74 მიღებულია ალუმინის მარკირება აგანსაკუთრებული სისუფთავის - A 999, მაღალი სისუფთავის - A 995, A-99, A-97, A-95; ტექნიკური სისუფთავის - A 85, A 8, A 7, A 6, A 5, A 0, A AE . ასოს შემდეგი ციფრები უჩვენებს ალუმინის რაოდენობას პროცენტის მეთოდში ან მეთოდში 99 %-ის ზეცით. მაგალითად, მარკა A 97 ნიშნავს, რომ მასში ალუმინი არის 99,97 %; თუ მარკაში აღნიშნულია ასო E, ეს ნიშნავს, რომ ეს მარკა გამოიყენება ელექტრომაგნიტური წარმოებაში.

სუფთა ალუმინი ძირითადად გამოიყენება ელექტროტექნიკაში, კვების მრეწველობის აპარატურისა და დანადგარების წარმოებასა და სხვა დარგებში.

გ) ალუმინის შენადნობები

პრაქტიკაში ფართოდ არის გავრცელებული ალუმინის საფუძველზე მიღებული შენადნობები. შენადნობში მალეგირებელი ელემენტების შეტანით საგრძნობლად უმჯობესდება ალუმინის თვისებები (მაგალითად, ტექნიკურ ალუმინს ახასიათებს დაბალი სიმტკიცე, სიმაგრე და საკონსტრუქციო მასალად მისი გამოყენება არ ხერხდება). ალუმინის შენადნობები ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით და კარგი ტექნოლოგიური თვისებებით.

ჩვენი სამამულო მრეწველობა უშეცხვად იყენებს ალუმინის შენადნობებს

და სამსხმელო ალუმინის შენადნობებს. სასელეწიფო სტანდარტით - ГОСТ 4784-74 გამოდის განმტკიცებული და განუმტკიცებელი დეფორმირებადი ალუმინის შენადნობები. განუმტკიცებელ შენადნობებს ეკუთვნის ალუმინ-მანგანუმისა და ალუმინ-მაგნიუმის სისტემის შენადნობები. ალუმინის შენადნობს მარჯანეცთან აღნიშნავენ ასოებით AMu , ის შეიცავს I-I,6 % მანგანუმს. ალუმინის შენადნობს მაგნიუმთან აღნიშნავენ ასოებით - AMg -ის შეიცავს 2 - 6 % მაგნიუმს: $AMg2, AMg4, AMg6$.

განმტკიცებულ დეფორმირებადი ალუმინის შენადნობებს ამუშავებენ ისეთი მალეგირებული ელემენტებით, რომელთაც აქვთ ორგანული ხსნადობა გასურების დროს. ძირითადი წარმომადგენელია დურალუმინი. ის არის ალუმინის შენადნობი სპილენძთან. დურალუმინის შენადნობების მარკირება ხდება ასო D და ციფრებით, რომლებიც უჩვენებენ შენადნობის ნომერს: $D1, D6, D16, D18, D19$. ამ შენადნობებში ძირითადი მალეგირებელი ელემენტია სპილენძი, რომელიც 3,8 %-დან 4,8 %-მდეა, მაგნიუმი - 0,4-დან 2,3 %-მდე და მარჯანეცი 0,4-დან 0,6 %-მდე. მათი განმტკიცება ხდება თერმული დაჰუნავეებით. დურალუმინის ტიპის შენადნობებს, კარგი ტექნოლოგიური თვისებების გამო (კარგად მუშავდება ცხელ და ცივ მდგომარეობაში), ფართო გამოყენება აქვს მშენებლობაში, ავიაციაში, ფართო მოხმარების საგნების წარმოებაში და სხვ.

სახელმწიფო სტანდარტის - ГОСТ 2685-75 მიხედვით გამოდის 5 ჯგუფის სამსხმელო აღუშინის შენადნობი: პირ-მოდ ჯგუფს ეკუთვნის შენადნობები, რომლებიც დევირებულა მაგნიუმით - АЛ 13, АЛ 18, АЛ 22 და სხვ. მეორე ჯგუფი დევირებულა სილიციუმით - АЛ 2, АЛ 4, АЛ 43, АЛ 9, АЛ 9B; მესამე ჯგუფი - სპილენძით - АЛ 7, АЛ 7B, АЛ 19; მეოთხე ჯგუფი სპილენძითა და სილიციუმით - АЛ 3, АЛ 5, АЛ 6 და სხვ. მესხუე ჯგუფი - სილიციუმით, თუთიით, მაგნიუმით - АЛ 1, АЛ 11, АЛ 16B, АЛ 17B და სხვ. ამ მარკირებაში АЛ ნიშნავს სამსხმელო აღუშინს, სოლო ციფრები რიგიობის მიმნიშნებულა.

ზემოდასახელებული სამსხმელო შენადნობებიდან ყველაზე გავრცელებულა „აღუშინი-სილიციუმის“ სისტემის შენადნობები, რომლებსაც სილუმინებს უწოდებენ (შეიღავენ; სილიციუმს 4 - 13⁰/₆-მდე).

სამსხმელო აღუშინის შენადნობები ფარაოდ გამოიყენება საჭოფაცხოვრებო მანქანების დეტალების, ავტომობილების დეტალების, ინსტრუმენტებისა და სხვადასხვა პროფილის ნაკეთობადა საწარმოებულად.

§ 3. ადვილდნობადი და ძნელდნობადი

შენადნობები და მათი გამოყენება

ადვილდნობად შენადნობებში სხვადასხვა შეფარდებით შედის ტყვია, კალა, თუთია, მაგნიუმი და სხვა ფერადი ლითონები.

ტყვია ღია რუსი ფერის მოლურჯო ელფერის ლითონია.

მისი დნობის ტემპერატურაა 327°C . ხასიათდება მაღალი ანტიკოროზიული თვისებებით, განსაკუთრებით მკვება არეში. გამოყენებულია ადგილ დნობად შენადნობებში როგორც ძირითადი ელემენტი.

კალა მოვერცხლისფრო თეთრი ფერის ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 232°C . იგი ყველაზე რბილი და პლასტიკური ლითონია. ატმოსფერულ პირობებში ხასიათდება მაღალი ანტიკოროზიული თვისებებით და ამ თვისებებით უახლოვდება კეთილშობილ ლითონებს. მკვება არეში თანდათანობით იხსნება. ის შედეგია საკვები პროდუქტების მოქმედების მიმართ, არ ქმნის ტოქსიკურ შენადნობებს, რის გამოც ფართოდ გამოიყენება საოჯახო ჭურჭლის ზედაპირის დასაფარავად, საკონსერვო ქილების საწარმოებლად. ის ასევე ტექნიკაში გამოიყენება, როგორც სარჩილავი მასალა. კალა მალეგირებელი ელემენტიცაა და გამოყენებულია თიბრისა და ბრინჯაოს მისაღებად.

ფუთია თეთრი მორუხო ფერის ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 419°C . ხასიათდება მცირე სიმტკიცით. ანტიკოროზიული თვისებისაა. იხსნება მკვებებში, ტუტეებში და ქმნის ტოქსიკურ შენადნობებს. სახელმწიფო სტანდარტით - $\text{ГОСТ} 3640-75$ გამოდის 6 მარკის. გამოყენებულია როგორც მალეგირებელი ელემენტი თიბრის, ნეიზილბრის წარმოებაში; ასევე ფართოდ არის გამოყენებული ფოლადის ფურცლოვანი მასალების ზედაპირის დასაფარავად (ფურცლოვანი ფოლადის), მთავარიებული საოჯახო ჭურჭლის წარმოებაში, აგრეთვე სამსხმელო თვისების-

მქონე შენადნობების წარმოებაში.

მაგნიუმი ალუმინზე უფრო მსუბუქი ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 651°C . სუფთა მაგნიუმის მარკებია $M1$ (99,9 % მაგნიუმი) და $M2$ (99,7 % მაგნიუმი). ხასიათდება დაბალი სიმტკიცით და სიმაგროთ. მაგნიუმი ალუმინთან, თუთიასთან და მანვანუმთან ქმნის კარგი თვისებების მქონე დეფორმირებად და სამსხმელო შენადნობებს. მაგნიუმის შენადნობები შეიცავს 10 % -მდე ალუმინს, 3 % -მდე თუთიას და 2 % -მდე მანვანუმს. სამსხმელო შენადნობებია $MA4$ და $MA5$ მარკის შენადნობები, ხოლო დეფორმირებადი (წნევიმ დასამუშავებელი) შენადნობებია $MA1, MA2, MA3, MA4$ და $MA5$ მარკის შენადნობები. ამ შენადნობების ძირითადი ნაკლი ისაა რომ ისინი შედარებით მცირე ანტიკოროზიულით ხასიათდებიან.

ადვილად დნობადი ლითონები ქმნის სპეციალურ ჯგუფს-სარჩილავ შენადნობებს, რომლებიც გამოიყენებიან ნაწარმის სხვადასხვა ლეტალის მისარჩილავად (შესაერობლად). ყველაზე მეტად გავრცელებულია კალსა (62 %) და ტყვიის (38 %) შენადნობი, რომლებიც ეკუთვნიან რბილ შენადნობებს (დნობის ტემპერატურაა $200-400^{\circ}$). მაგარ შენადნობებს, რომელთა დნობის ტემპერატურა 400° -ზე ზევიაა. ეკუთვნის სპილენძისა და ვერცხლის საფუძველზე მიღებული შენადნობი. ყველაზე მეტი პრაქტიკული გამოყენება აქვს შენადნობს, რომელიც შეიცავს 45 % ვერცხლს, 30 % სპილენძს, 25 % თუთიასა და 0,1 %

9. ა.ლაშვია

ტყვიას. ეს გამოირჩევა მაღალი სიმტკიცით, გაზრდილი ოლექტროგამტარობითა და პლასტიკურობით. გამოდის მავთულების სახით.

ძნელდნობად შენადნობებში სხვადასხვა შეფარდებით შედის ცოლფრამი, მოლიბდენი, ტიტანი, ქრომი, ვანადიუმი და სხვ.

ქრომი რუხი ფერის მაგარი ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 1910°C . გამოირჩევა ატმოსფერულ პირობებში მაღალი ანტიკოროზიული თვისებით. ფართოდ გამოიყენება როგორც მალეგირებელი ელემენტი თუჯისა და ფოლადის წარმოებაში, რომელიც ზრდის ფოლადის სიმაგრეს, ცვეთადეგობას, ჭრით დამუშავებას. ასევე გამოყენებულია ფართო მოხმარების საგნების ზედაპირის დასაფარვად, ტყვიის ჯარივლებაში, ქსოვილების შესაღებავად.

ცოლფრამი თეთრი ფერის, ყველაზე ძნელდნობადი ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 3410°C . ხასიათდება ძალზე მაღალი ანტიკოროზიული თვისებით. ფართოდ არის გამოყენებული სპეციალური დანიშნულების ლეგირებული ფოლადების წარმოებაში. ის შეუყვლედი ლითონია ელექტრონათურების წინაღობის მავთულების (ლითონის ძაფების) წარმოებაში, რადიო-ელექტროტექნიკაში, რენდგენოტექნიკაში.

მოლიბდენი მოცერცხლისფრო თეთრი ფერის ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 2692°C . მისგან მიღებული შენადნობები გამოყენებულია რადიო და ელექტროტექნიკაში.

ტიტანი მოცერცხლისფრო თეთრი ფერის ლითონია. მისი დნობის ტემპერატურაა 1655°C . ტიტანი და მისი შენად-

ნობები ხასიათდება მაღალი მექანიკური ფეისებებით. ტიტანის შენადნობები, რომლებშიც ასევე შედის ქრომი, ალუმინი, ვინატრიუმი, მოლიბდენი, მანგანუმი გამოიყენება ფურცლოვანი ნამზადების, ნაგლინის, მავთულების წარმოებაში. მისგან მიღებული ნაწარმი ხასიათდება მაღალი ანტიკოროზიულობითა და სიმტკიცით. ფართო გამოყენება აქვს ქიმიურ და საავიაციო მრეწველობაში.

§ 4. ლითონური ფხვნილის მასალები

ამ ბოლო დროს ლითონური ნაკეთობის წარმოებაში ფართო გამოყენება პოვა ლითონის ფხვნილებმა. ფხვნილების მეტალურგია, ანუ ლითონკერამიკა ეწოდება ლითონის ნაკეთობის მიღების ისეთ წესს, როდესაც მზა ნაწარმი მიიღება ამა თუ იმ ლითონის ფხვნილის დაწნეხვისა და მისი შემდგომი შეცხობით.

ლითონის ფხვნილები გამოყენებულია იმ შემთხვევაში, როცა მზა ნაწარმის მიღება ძნელია ჩამოსხმით, დაწნეხვით და სხვა მეთოდებით. მეტალკერამიკით მიიღება მზა ნაწარმი, რომელიც ზუსტი ზომებისა და სუფთა ზედაპირის გამო შემდგომ დამუშავებას არ საჭიროებს.

ამ წესით ფართო გამოყენება პოვა, უპირველეს ყოვლისა, რკინის, სპილენძის, ვოლფრამის, მოლიბდენის, კობალტის, ნიკელის, ასევე მაღალღეგირებული ფოლადების ფხვნილებმა.

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით რკინის ფხვნილები იყოფა 5 ჯგუფად: ПЖ1, ПЖ2... ПЖ5, სადაც П - ნიშნავს

ფხვნილს, \mathcal{K} - რკინას, ციფრები ურცენებს ჯგუფის ნომერს. ნომრები ძირითადად ურცენებს ელემენტების შემცველობას. გრანულომეტრული შედგენილობით ფხვნილებს ყოფენ 4 ჯგუფად: \mathcal{K} - მსხვილი, \mathcal{C} - საშუალო, \mathcal{M} - წვრილი, \mathcal{OM} - ძალიან წვრილი.

პრაქტიკაში ფართო გამოყენება აქვს მაღალღეგირებული ფოლადების ფხვნილებს. ასეთი ფხვნილები გამოდის სხვადასხვა მარკისა და ისინი ერამანეთისაგან განსხვავდებიან ქიმიური შედგენილობით, ძირითადად, თვის ლეგირებული ფოლადების მარკებით. მაგალითად, ფხვნილის მარკა $\mathcal{N}X\ 18\ H\ 15-I$ ნიშნავს, ეს არის ფხვნილი $X\ 18\ H\ 15$ მარკის ფოლადისა (ე.ი. ქრომნიკელიანი ფოლადი, სადაც ქრომი არის 18 %, ნიკელი 15 %), ხოლო ტირეს შემდეგი ციფრი I ურცენებს ჯგუფს. ეს ფხვნილები გამოყენებულია კოროზიამდეგი ნაკეთობის, მანქანების ნაწილების, ხელსაწყოების, მავთულების, მიღების და სხვადასხვა წარმოებაში.

ასევე ფხვნილისებრი შენადნობები მზადდება ფოლადის, ფერომანგანუმის, ფეროქრომის, თუჯის ბურბუშელოს და კოქსის ფხვნილებისაგან. განსაზღვრული შედგენილობის ფხვნილისაგან იღებენ შენადნობს, რომელსაც შიადნობენ მანგანუმის სწრაფმცვეთად ნაწილებს, მჭრელ, მხეხავ, ინტენსიურად მომუშავე ნაწილებს და ამით ზრდიან მექანიკურ, სპეციფიკურ თვისებებს 15-20 %-ით. ასეთ შენადნობებს ეკუთვნის ცოკარი და სტალინიტი. სტა-

ლინიტში შედის: ქრომი 16-20 %, ნახშირბადი 8-10 %, მანგანუმი 13-17 %, სილიციუმი 3 %, ხოლო დანარჩენი რკინაა. ცოკარის შემადგენლობაში შედის: ცოლფრამი 86 %, ნახშირბადი 9-10 %, სილიციუმი 0,5 %, რკინა 2,5 %.

თ ა ვ

ფოლადის ნაგლინის სორტამენტი

§ I. ნაგლინის წარმოების არსი

მეტალურგიული ქარხნები ფოლადს უშეებს ნაგლინის სახით. გლინვა ეწოდება წნევით დამუშავების პროცესს, რომლის დროსაც სასურველი ფორმის მისაღებად დასამუშავებელ ლითონს ატარებენ ორ მბრუნავ გლინს შორის და მიმდინარეობს დეფორმაციის პროცესი. გლინის შედეგად შეიძლება მივიღოთ როგორც მზა ნაკეთობა (მილი, რელსი, კოჭი და სხვ.), ისე ნამზადი, რომლის შემდგომი დამუშავებით (ჭედვით, ტვიფვრით, ტიდვით, ჭრით) მიიღება მზა ნაწარმი.

გავრცელებულია გრძივი, განივი და ირიბი გლინვა. გრძივი გლინვისას ლითონის დეფორმაცია მიმდინარეობს ორ ერთმანეთის პარალელურ ერთი მიმართულებით მბრუნავ გლინს შორის. განივი და ირიბი გლინვით ეტეხილობენ მბრუნავი სხეულების ფორმის ნამზადს. განივი გლინვისას ნამზადი ბრუნავს თავისი ღერძის გარშემო, რაც ლითონის განიცად დამუშავების საშუალებას იძლევა. ირიბი გლინვის დროს გლინების ღერძები ნამზადის ღერძ-

თან გარკვეულ კუთხეს ქმნიან. განივი გლინვით ამზადებენ კბილანებს, ხრახნებს. ირობი გლინვით უმეტესად ამზადებენ უნაკერო მიღებს, ბურთულებს, ღერძებსა და სხვ.

მოწყობილობას, რომელზეც გლინვის პროცესი ხორციელდება, საგლინავი ღვანი ეწოდება. გლინი არის გლუვი და დაკალიბრებული. გლუვი გლინი ძირითადად ლითონური ფურცლისა და ლენტის გლინვისათვის გამოიყენება, ხოლო დაკალიბრებული გლინი კი ფასონური პროფილის მისაღებად. თვით საგლინავი ღვანი გამოსაშვები პროდუქციის სახეობის მიხედვით ზემდეგია: ხარისხული ღვანი, რომელიც გამოიყენება ხარისხული და ფასონური პროფილის გლინვისათვის; ფურცელსაგლინი ღვანი, რომელიც გამოიყენება ცივ და ცხელ მდგომარეობაში ლითონის ფურცლოვანი გლინვისათვის; მავთულსაგლინი ღვანი, რომელიც გამოიყენება მავთულის გლინვისათვის; მილსაგლინი ღვანი, რომელიც გამოიყენება უნაკერო (მთლიანი) და ნაკერიანი (შედუღებული) მიღების მისაღებად; სპეციალური დანიშნულების ღვანი, რომელიც გამოიყენება პერიოდული პროფილის ნაკეთობის მისაღებად.

გლინვის ხარისხი დიდადაა დამოკიდებული ლითონის პლასტიკურ თვისებებზე. გასაგლინი ლითონის ტემპერატურის მიხედვით არჩევენ. ცხელსა და ცივ გლინვას, სადაც ცხელ გლინვას უპირატესობას ანიჭებენ.

§ 2. ფოლადის ნაგლინის სასაქონლო

კლასიფიკაცია

ფოლადის ნაგლინს აჯგუფებენ სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით, მათგან ძირითადია: ნომენკლატურა, დანიშნულება, გლინვის სახე, დამუშავების მეთოდი, მასალის სახე, განზომილებანი, ზედაპირული დამუშავება, მიწოდების მდგომარეობა.

ნომენკლატურის მიხედვით ვარჩევთ ხარისხულსა და ფურცლოვან ნაგლინს (თითოეულ ჯგუფს აქვს კლასიფიკაციის სპეციფიკური ნიშნები, რომლებიც აღინიშნება ამ ჯგუფების სორტამენტის განხილვის დროს).

დანიშნულების მიხედვით ნაგლინი არის საერაო და სპეციალური დანიშნულების.

გლინვის სახის მიხედვით არის მარტივი (უბრალე) და ფასონური;

დამუშავების მეთოდის მიხედვით არის ცხლად გაღლინული, ცივად გაგლინური, ჰედეით, დაწნეხვით, დატვიფრით და დაკალიბრებული.

მიწოდების მდგომარეობის მიხედვით არის თერმულად დამუშავებული და თერმულად არადამუშავებული.

მასალის სახის მიხედვით არის ფოლადის, ალუმინის, თიბრის, მეღბიორის, ეოლფრამისა და სხვა ლითონების შენადნობების ნაგლინი.

ზედაპირული დამუშავების მიხედვით არის მოთუული, მოკალული, მონიკელეებული, მოქრომული, არადიონური დაფარვის - შეღებილი, ემაღირებული, პოლიმერული მასა-

ლები დაფარული (ეს ნიშანი ძირითადად ეხება უკვე მზა ნაწარმს).

§ 3. ფოლადის ნაგლინის სორტამენტი

ნაგლინი მზადდება სხვადასხვა განივკვეთის, რომელსაც პროფილს უწოდებენ. სხვადასხვა სახისა და ზომის პროფილის ნაგლინს სორტამენტი ჰქვია.

ფოლადის ნაგლინის სორტამენტი ძირითადად მოიცავს ხარისხულ ნაგლინსა და ფურცლოვან ნაგლინს.

I ხარისხული ნაგლინი

ხარისხულ ნაგლინს აკუთვნებენ მრგვალ, ნახევრად-მრგვალ, კვადრატულ, ექვსწახნაგოვან, სამკუთხედ, ოვალურ და სხვა პროფილის ნაწარმს. პროფილი შეიძლება იყოს მარტივი გეომეტრიული ფორმის და ფასონური ფორმის. ხარისხულ ნაგლინს ფოლადისაგან ამზადებენ გლინვით, ხოლო ფერადი ლითონებისაგან გლინვით, დაწნეხვითა და სხვა მეთოდებით. მისი სორტამენტი შეიცავს შემდეგ სახეებს:

I) ცხლად გლინული მრგვალი პროფილის ფოლადი - დამუშავების მიხედვით გამოდის თერმულად დაუმუშავებელი, თერმულად დამუშავებული (ემატება ასო T), მოპირსალეზული (ემატება ასო H), ასევე გახეხილი ან გაპირალეზული. ამ პროფილის ფოლადი გამოყენებულია მძიმე რიგი ნაკეთობების ვრცელ დამზადებისათვის, როგორცაა ლიდვაკები, გლინები, მილისები, კბილანები, რგოლები და სხვ. იგი გამოდის სხვადასხვა სიგრძის წნელის ან ხვეულის სახით.

2) ცხლად გლინული კვადრატული პროფილის ფოლადი გამოდის 5-200 მმ-იანი გვერდებით. მზადდება ჩვეულებრივი ხარისხული ნახშირბადოვანი ფოლადისაგან და მცირეღებვირებული ფოლადისაგან. მრეწველობა მომხმარებელს აწვდის 3-10 მეტრი სიგრძის წნელის სახით, ხოლო მაღალღებვირებული ფოლადისაგან დამზადებულს - 1,5-6 მეტრი სიგრძის წნელებს. ამ პროფილის ნაგლინი გამოყენებულია სწორკუთხა და კვადრატული ფორმის ნაკეთობების, სარჭელის, სოგმანების დასამზადებლად.

3) მრგვალი და კვადრატული პროფილის ჰიდრომი მიღებული ნაგლინი გამოდის (40-200 მმ დიამეტრის) და (40X40-დან 200X200 მმ) 0,75 - 1,5 მეტრის წნელების სახით.

4) კუთხოვანი პროფილის ფოლადის ნაგლინი გამოდის თანაბარგვერდებიანი და არათანაბარგვერდებიანი. თანაბარგვერდებიანი პროფილის ნაგლინი, რომელიც მზადდება ნახშირბადოვანი ფოლადისაგან, გამოდის 1-10 მმ-ის სისქის, არათანაბარგვერდებიანი პროფილისა კი 1,5-10 მმ სისქის, ხოლო ვანი აქვს 25-200 მმ. იგივე პროფილის ნაგლინი, დამზადებული მცირეღებვირებული ფოლადისაგან, გამოდის 16-200 მმ. სიგანის და 1-10 მმ. სისქის. საერთოდ კუთხოვანი პროფილის ნაგლინი გამოდის 4-12 მეტრი სიგრძის.

5) შველერები მზადდება როგორც ცხლად გლინული, ასევე ცივად გლინული ფოლადისაგან. ცხლად გლინული შველერები გამოდის 40-400 მმ. სიმაღლის, 32-115 მმ სიგანის და 4-8 მმ. სისქის, სიგრძე 4-დან 13 მეტ-

რამდენა. ცივად გლინული შველერები გამოდის 30-200 მმ სიმაღლის, 10-200 მმ სისქის და 4-12 მეტრი სიგრძის.

ზემოდასახელებული ფასონური პროფილის ხარისხული ნაგლინი განკუთვნილია კოჭების, შემდული ჩარჩოებისა და სხვა ლითონკონსტრუქციების წარმოებაში.

6) სპეციალური პროფილის ნაგლინი (სეგმენტური, თანკუთხედოვანი) მოიცავს დამთავრებული ფორმის პროფექციას, როგორცაა რელსები, ბანდაეი (არტახი თელის), ვაგონის თვლები და სხვ.

! ფერადი ლითონების ხარისხული ნაგლინი მზადდება ალუმინის, სპილენძის, თიბრის, ბრინჯაოს, ნიკელისა და მაგნიუმისაგან. ძირითადი სახეებია:

1) ალუმინისა და მისი შენადნობებისაგან ამზადებენ კვადრატის, ექვსწახნაგოვანი, კუთხედების, შველერების, ტრაპეციისა და სხვა პროფილის წნელებს, რომელთა განზომილება შემდეგნაირია: 5-10 მმ დიამეტრისა - I-6 მეტრამდე; 50-150 მმ დიამეტრისა - 0,5-4 მეტრამდე; 150-230 მმ დიამეტრისა - 0,5-3 მეტრამდე; 230 მმ დიამეტრის ზევით - 0,5-1,5 მეტრამდე. უშვებენ AM მარკას თერმული დამუშავების გარეშე, AM 2 და AM 24 მარკები მუშავდება ცხელი გლინით, AM₂3 მუშავდება ცივი გლინით. დურალუმინის მარკები - 2 I, 2 I6, 2 I9 მუშავდება წრთობით.

2) M 1, M 2, M 2, M 3 მარკის სპილენძის წნელები დამუშავების მიხედვით არის დაწნეხვით, გაჭიმვით და ცხელი გლინით მიღებული. პროფილის მიხედვით არის მრგვა-

ლი, კვადრატული, ექვსწახნაგოვანი. გაჭიმული მრგვალი, კვადრატული და ექვსწახნაგოვანი პროფილის ნაგონის დიამეტრია 3-500 მმ; მრგვალი დაწეხილი პროფილის ნაგონის დიამეტრია 20-150 მმ; მრგვალი, ცხლად გაგონილისა 32-100 მმ. წნელები მზადდება შემდეგი სიგრძის: 4მ მმ-მდე დიამეტრისა 2-5 მეტრი; 40-დან 80 მმ-მდე დიამეტრისა 1-4 მეტრამდე; 100 მმ დიამეტრის ზევით 1-3 მეტრამდე.

3) სპილენძის მრგვალი გლინულა განკუთვნილია ელექტროტექნიკური მრეწველობისათვის. მრგვალ გლინულას ამზადებენ ჩამოსხმით 5 ზომისას: 7,7; 7,2; 8., 9 და 10 მმ დიამეტრის.

4) თიბრის წნელებს ამზადებენ გაჭიმვით და დაწეხვით. პროფილის მიხედვით არის მრგვალი, კვადრატული, ექვსწახნაგოვანი. წნელების დასამზადებლად გამოყენებულია $\Lambda 63$, $\Lambda C 59-I$, $\Lambda C 62-I$ ΛXCM_{49-C-I} მარკის თიბერი. თიბრის წნელები მზადდება 3-160 მმ დიამეტრის.

5) ბრინჯაოს წნელებს ამზადებენ გაჭიმვით. მრგვალი, კვადრატული და ექვსწახნაგოვანი პროფილით. გამოყენებულია $BpAM_{4} 9-2$, $BpAXC 9-4$, $BpAXC 10-4-4$ მარკის ბრინჯაო. ბრინჯაოს წნელების დიამეტრია 5-160 მმ, სიგრძე 0,5-5 მეტრი.

ასევე გამოდის ტიტანის, ვოლფრამის, ნიკელის, მაგნიუმისა და სხვა ლითონების და მათი შენადნობების სხვადასხვა პროფილის სორტამენტი.

ფოლადისა და ფერადი ლითონების ხარისხული ნაგ-
ღინის სორტამენტი სტანდარტიზირებულია, შესაბამის
სტანდარტებში მოცემულია ნაწარმის სახე, ფორმა, გან-
ზომილება, დამუშავების სიზუსტე.)

2. ფურცლოვანი ნაგღინი

ფურცლოვანი ნაგღინი სხვადასხვა სისქის, სიგანი-
სა და სიგრძის სწორკუთხედოვანი ლითონის ფურცლებია.
ამას ეკუთვნის ასევე ფურცლოვანი რელინური ფოლადი.
ფურცლოვან ნაგღინს, ხარისხული ნაგღინისაგან განსხვა
ვებით, უმეტესად იღებენ ცივად გღინულს. მას ახასი-
ათებს ზედაპირული დამუშავების უფრო მეტი სიზუსტე,
დაფარულია თუთიით, კალაით, კადმიუმით და არალითონური
დაფარვით.

ლითონის სახის მიხედვით არის ფურცლოვანი ფოლადი,
ალუმინის, სპილენძის, თიბრის, მძიმე და მსუბუქი ლი-
თონების ფურცლები. თავის მხრივ ფოლადის ფურცლები
იყოფა ბრტყელ და ფიგურულ ფურცლებად.

ფურცლოვანი ნაგღინი გამოყენებულია მისგან დატ-
ვიფერით სხვადასხვა დეტალისა და კონსტრუქციის მისა-
ღებად, ხოლო გოფირებული ფურცლები გამოიყენება სამ-
შენებლო (სახურავი) მასალების წარმოებაში.

ფურცლოვან ფოლადს ლებულობენ ხარისხული ფოლადის
სხვადასხვა მარკისაგან (08-დან 65,7-0), ჩვეულებრი-
ვი ხარისხის ფოლადისაგან (СТ0, СТ1, СТ2 და სხვ.),
ასევე ლეგირებული ფოლადისაგან (20X, 40X, 45X).
ფურცლოვან ფოლადს ფურცლების სისქის მიხედვით ყოფენ

სქელფურცლოვან (4-60 მმ) და თხელფურცლოვან (4 მმ-ზე მცირე) ნაგლინად. ნაგლინის მიწოდება ხდება ცალკეული ფურცლების სახით, რომელიც პაკეტებშია ჩაწყობილი ან ფურცლების დახვევით რულონებში.

ფურცლოვანი ნაგლინის ასორტამენტი შეიცავს შემდეგ სახეებს:

I) ცხლად გლინული ფურცლოვანი ფოლადი მზადდება 0,5-160 მმ სისქის ფურცლებად, მისი სიგანაა 500 მმ, ან მეტი, ასევე გამოდის რულონებში. რულონი თხელფურცლოვანი და სქელფურცლოვანი ნაგლინის ტიპობები სხვადასხვანაირია და ინტერვალი მათ შორის მილიმეტრის მეთაველებშია.

ფოლადის მარკებისაგან დამოკიდებულებით, რომლისგანაც მზადდება ფურცლები, სქელფურცლოვან ნაგლინებს უშეებენ 4-160 მმ სისქისას და ამზადებენ ჩვეულებრივი ხარისხის ფოლადებისაგან (08, 10, 15, 20 მარკის) დიგრებული ფოლადებისაგან დამზადებული (20X, 40X, 38XA, 45X) ფურცლების სისქეა 4-25 მმ, სხვა მარკის ფოლადებისაგან დამზადებული ფურცლის სისქე 4-დან 60 მმ-მდეა. 60 მმ-მდე სისქის ფურცლები მზადდება თერმოდამუშავებით, ხოლო 60 მმ-ზე ზევით სისქის ფურცლები უშეებენსად გამოდის თერმულად დაუშუშავებელი.

ცხლად გლინული ფურცლოვანი ფოლადი, რომელიც გამოდის რულონებში, ამზადებენ 1,2-დან 7,0 მმ-მდე სისქის და 10-დან 12 მმ-მდე სისქის, ხოლო სიგანე 500-3200მმ.

2) ცივად გლინული ფურცლოვანი ფოლადი, რომლის სისქეა 0,5-5 მმ. გამოდის ფურცლების სახით, ხოლო 0,5-3 მმ. სისქისა - რულონებში. მისი სორტამენტი შეიცავს სხვადასხვა ტიპობის: 0,5-4,8 მმ-დან 0,5-5,0 მმ. სისქის, სიგანე 500-3200 მმ, სიგრძე 1,76 მეტრი.

3) თბელფურცლოვანი სახურავის ფოლადი მზადდება როგორც ცხელი, ასევე ცივი გლინით. გამოყენებულია თბელფურცლოვანი მოთუთული ფოლადის მისაღებად, ასევე საოჯახო ჭურჭლის დასამზადებლად. თბელფურცლოვან სახურავის ფოლადს უშვებენ ცალკეული ფურცლების სახით, რომლის სისქეა 0,35-0,8 მმ, სიგანე 510-1000 მმ, სიგრძე 710-2000 მმ. ეს ფურცლები იჭრება შემდეგი ზომის 710X1420, 750X1500, 1000X2000 მმ. ფურცლების ზედაპირის მდგომარეობის მიხედვით არის ორი სახის: CTK-I და CTK-2, სადაც *AmC* ფოლადია, *T* - თბელფურცლოვანი, *K* - სახურავის. თბელფურცლოვანი სახურავის ფოლადი გამოდის რულონებშიც.

4) მოთუთული თბელფურცლოვანი ფოლადი მზადდება ცივად გლინული თბელფურცლოვანი ფოლადისაგან ორივე მხრიდან ცხელი მეოთხით მოთუთვით. ნომხმარებელი მასღებულობს ცალკეული ფურცლების ან რულონების სახით. გამოყენებულია დეტალების ცივად დატვიფრისათვის. იგი არის ძირითადად 0,5-1,5 მმ სიგრძისა და 710-1500 მმ სიგანის.

5) სქელფურცლოვანი ცხლად გლინული ორფენოვანი ფოლადი გამოირჩევა მაღალი ანტიკოროზიულობით. შედგება ძირითადი ფენისაგან (ნახშირბადოვანი ან მტირღეტირებული ფოლადისაგან) და უთანგავეი ფოლადისაგან ან ნიკელისაგან. გამოდის 12 ტიპობრივი ზომის - 4-დან 160 მმ-მდე სისქის.

6) სამფენოვანი ცხლად გლინულ ფურცლოვანი ფოლადი შედგება ორი გარე მაგარი ფენისაგან და შუა რბილი ფენისაგან. შუა ფენა მზადდება 5C 2, 10, 15 მარკის ფოლადისაგან, გარე ფენები კი 5C 60 მარკის ფოლადისაგან. არის ფურცლებისა და ნაგლინი ზოდების სახით 7, 8 9 და 10 მმ. სისქის.

7) ცხლად გლინული დაღარულ ფურცლოვანი ფოლადი მზადდება CT 0, CT 1, CT 2 მარკის ფოლადისაგან. გამოდის 2, 5; 3; 4; 6; 8 მმ-ის სისქის, სიგანე აქვს 600, 710, 800, 900, 1000, 1250 და 1400 მმ, სიგრძე 2000, 2500, 3200, 4000 და 6300 მმ.

ფერადი ლითონებიდან ალუმინის სპილენძისა თიბრისა და სხვათა შენადნობებისაგან ამზადებენ ფურცლოვან ნაგლინს, რომლის სორტამენტი შეიცავს შემდეგ ძირითად სახეებს:

1) ალუმინისა და მისი შენადნობების ფურცლები მზადდება A 0, A 5, A 20, A 21, A 6 მარკის ალუმინისა და AlMg, AlMg3, AlMg5, 212 მარკის შენადნობებისაგან. იგი ხარისხის მიხედვით გამოდის ჩვეულებრივი და გაზრდილი ხარისხის.

დამუშავების მიხედვით არის ცხლად გლინული (თერ-
მულად დაუმუშავებელი), გამომწვარი, მოპირსაღებული,
წრთობილი, კომბინირებული. მომხმარებელი ამ სახის
ნაგლისს ღებულობს სხვადასხვა ტიპური ზომებით, სადაც
დამუშავების თითოეულ სახეს აქვს თავისი ტიპოზომი.
მაგალითად: AM_4 მარკის შენადნობებისაგან დამზადე-
ბული ფურცელი გამოდის 0,5 - 0,7 მმ. სისქის; 0,8-
3 მმ სისქის; 3,1-10 მმ სისქის. ფურცლების სიგანე
არის 500-1500 მმ, AM_4 მარკის შენადნობისაგან მი-
ღებული ცხლად გლინული ფურცლები გამოდის 0,5-100 მმ.
სისქის, 400-1500 მმ. სიგანის; წრთობილი ფურცლები
გამოდის 0,5-1,9 მმ. და 2,0-10 მმ. სისქის;

2) ალუმინის კილიტა არის ალუმინის ფურცელი. რომ-
ლის სისქეა 0,1 მმ-მდე. დანიშნულების მიხედვით არის
საკვების (შესაფერი) და სპეციალური დანიშნულების
(ტიქნიკური). შესაფუთი ფურცლები მზადდება $A2I$,
 $A5$, $A6$ მარკის ალუმინისაგან. ზედაპირული დამუშა-
ვების მიხედვით არის გლუვი, გალქული, შეღებილი. ყვე-
ლა სახის კოლიტა გამოდის 5. ტიპობრივი ზომის რულონებ-
ში, რომლის გარე დიამეტრია 100-დან 400 მმ-მდე.

ტიქნიკური კილიტა გამოყენებულია ელექტროტიქნი-
კურ მრეწველობაში კონდენსატორების ჰიდროაქსოლაციისა-
ვის. ესეც გამოდის რულონებში, რომლის დიამეტრი 100მმ-
მდეა.

3) სპილენძის ფურცლები მზადდება $M1$, $M2$, $M3$
მარკის სპილენძისაგან. ფურცლები მზადდება ცხლად

გლინული. და ცივად გლინული. ცხლად გლინული სპილენ-
ძის ფურცლების სისქვა 3-25 მმ, სიგანე-670-3070მმ,
სიგრძე-1070-6770 მმ. ცივად გლინული ფურცლები მზად-
დება 0,4-12 მმ. სიგრძის, რომლის სიგანეა 400-2000
მმ, სიგრძე კი 600-2000 მმ.

4) ცივად გლინული სპილენძის ქილიტა გამოყენებუ-
ლია ტექნიკური შიშნებისათვის. ასეთი ქილიტის სისქვა
0,4-2,2 მმ, სიგანე- 400-600 მმ, სიგრძე 500-2000 მმ.
გამოღის რულონებში, რომლის გარე დიამეტრია არა უმცირეს
100 მმ-სა.

5) თიბრის ფურცლები მზადდება № 68, № 59-1
და № 90 მარკის თიბრისაგან. ცხლად გლინული ფურცლე-
ბი გამოღის 5-25 მმ სისქის, ცივად გლინული კი 0,4-
12 მმ. სისქის. გამოღის რულონებში.

ასევე მრეწველობა უშვებს თუთიის, ცოლფრამის, ტი-
ტანის, მოლიბდენის და სხვათა შენადნობების ფურცლებს.

ფურცლოვანი ნაგლინის სორტამენტი სტანდარტიზირებუ-
ლია და მათი ხარისხული და ტექნიკური მაჩვენებლები
უნდა პასუხობდეს სტანდარტებსა და ტექნიკურ პირობებს.

თ ა ე ი VI

სამრეწველო დანიშნულების ლითონის

ნაწარმის ასორტიმენტი

§ I მიღები

მიღები წარმოადგენს. ღრუ ცილინდრებს, რომელთა
სიგრძე მნიშვნელოვნად აღემატება დიამეტრს. მათ სა-

წარმოებლად გამოყენებულია როგორც ნახშირბადოვანი და ლიგირებული ფოლადები, ისე ფერადი ლითონები და შენადნობები.

მიღების დაჯგუფება ხდება სხვადასხვა ნიშნით, მათგან ძირითადია: დანიშნულება, მასალა, ზომა, წარმოების წესი, ზედაპირული დაფარვა. დანიშნულების მიხედვით არჩევენ საერთო და სპეციალური დანიშნულების მიღებს; მასალის მიხედვით არის ნახშირბადოვანი და ლიგირებული ფოლადების, ალუმინისა და მისი შენადნობების, სპილენძისა და მისი შენადნობების, თითბრის, ბრინჯაოს; მიღის დამზადება შეიძლება გლინით, შედუღებით, გამოწნევით ან ადიდვით; გამოყვანის ხერხის მიხედვით არჩევენ უნაკერო (მთლიანგლინული) და ნაკერო (შედუღებულ) მიღებს; გლინით მიღებული მილი შეიძლება იყოს ცივად გლინული და ცხლად გლინული; გარე დიამეტრის მიხედვით არის დიდი, საშუალო და მცირე ზომის მიღები (0,32-4,8 მმ დიამეტრის); კედლის სისქის მიხედვით არის სქელკედლიანი, თხელკედლიანი და განსაკუთრებით თხელკედლიანი. სიგრძე შეიძლება იყოს სხვადასხვა. მიღის კედლის სისქე და სიგრძე დამოკიდებულია წარმოების წესსა და დანიშნულებაზე; ფოლადის უნაკერო მილი ცხელი გლინით მზადდება გარე დიამეტრით 25-800 მმ, კედლის სისქით 2,5-75 მმ და სიგრძით 4-12,5 მეტრი; ფოლადის ცივნაგლინი მილი არის გარე დიამეტრით 1,0-200 მმ, კედლის სისქით 0,1-12 მმ. და

სიგრძით 1,5-9 მეტრი; წყალსადენისა და აირსადენის ნაკერიანი (შედლებული) მილი არის გარე დიამეტრით 13,5-165 მმ, კედლის სისქით 2,25-4,5 მმ და სიგრძით 4-12 მეტრი; დიდი მილი გამოდის გარედიაშეგარე 426-1420 მმ, კედლის სისქით 4-16 მმ და სიგრძით 8-20 მეტრი.

საერთო დანიშნულების მილები მისი ხარისხული მაჩვენებლების მიხედვით იყოფა 5 ჯგუფად: *A* - მექანიკური თვისებების ნორმირებით; *B* - ქიმიური თვისებების ნორმირებით; *B* - მექანიკური და ქიმიური თვისებების ნორმირებით; *Г* - ქიმიური შედგენილობის ნორმირებით და თერმულ დამუშავებაზე მექანიკური თვისებების კონტროლით; 2 - ჰიდრავლური წნევის ნორმირებით (ქიმიური და მექანიკური თვისებები არ არის ნორმირებული).

საერთო დანიშნულების მილების ასორტიმენტი ძირითადად შეიცავს ფლადის უნაკერო, ელექტროშედლებული, წყალსადენ, აირსადენ, მაღალეგირებული ფლადის მილებს.

1) ფლადის უნაკერო ცივად გლინული და ადიდვით მიღებული მილები მზადდება ჩვეულებრივი ხარისხის *СТ0, СТ1, СТ2, СТ3* მარკის და ნახშირბადოვანი ხარისხული ფლადისაგან. მისი გარე დიამეტრია 1,0-2000 მმ, კედლის სისქე - 0,1-12 მმ და სიგრძე - 1,5-9 მეტრი.

2) ფლადის ცხლად გლინული უნაკერო მილები მზად-

დება ნახშირბადოვანი და მცირე ლეგირებული ფოლადები-
საგან. მისი გარე დიამეტრია 25-800 მმ, კედლის სის-
ქე - 2,5-75 მმ სიგრძე - 4-12 მეტრი.

3) ფოლადის ელექტროშედულებული მიღები მზადდება
სწორი და სპირალური ნაკერიით. სწორნაკერიანი მიღების
დიამეტრია 8-162 მმ, კედლების სისქე - 1,0-16 მმ.
სიგრძე - 1,5-8 მეტრი; სპირალური ნაკერიანი მიღების
დიამეტრია 150-1420 მმ. ნაკერი აქვს როგორც შიგნით,
ისე გარეთ.

4) ფოლადის წყალსადენი და გაზსადენი მიღები ნა-
კერი მიღებია, შეიძლება იყოს მოთუთული ან მოთუთვის
გარეშე. მას ამზადებენ ჭრილით ან ჭრილის გარეშე. კედ-
ლების სისქის მიხედვით ყოფენ მსუბუქ, ჩვეულებრივ და
გაზრდილი წონის მიღებად. მაგალითად, ერთი და იგივე
დიამეტრის მქონე მიღებიდან მსუბუქს აკუთვნებენ მიღებს,
რომელთა კედლების სისქე არის 2,5 მმ, ჩვეულებრივს -
2,8 მმ. და გაზრდილს 3,2 მმ. ამ ტიპის მიღების გარე
დიამეტრია 6,0 - 150 მმ, კედლების სისქე - 1,8-4 მმ,
სიგრძე - 4-12 მეტრი.

5) საერთო დანიშნულების მაღალლევგირებული ფოლადის
მიღები დამზადებულია უთანგავი ფოლადებისაგან. გამოდის
ნაკერიანი (ელექტროშედულებული), რომლის დიამეტრია 8-
102 მმ, კედლების სისქე - 1,0-4 მმ, სიგრძე 1,5-8
მეტრი.

6) სპეციალური დანიშნულების ფოლადის პრეციპიტული
მიღები ჩვეულებრივი მიღებისაგან განსხვავდება დამ-
148

ზადების ზედმიწევნითი სიზუსტით. გამოდის ცხლად გლი-
ნული და ცივად გლინული. ცხლად გლინული მიღების გარე
დიამეტრია 25-325 მმ, კედლების სისქე 2,5-50 მმ,
სიგრძე - 4,8 მეტრი. ცივად გლინული მიღების გარე დი-
ამეტრია 5-710 მმ, კედლების სისქე - 0,2-32,0 მმ და
სიგრძე 4-9 მეტრი.

7) ბიმეტალური უნაკერო კოროზიამდეფი მიღები -
ცივად გლინული და ადიდვით მიღებული მიღებია, რომელ-
ბის შეღებებიან გარე და შიდა ფენებისაგან. გარე ფენა
დამზადებულია ხარისხული ნახშირბალოვანი ფოლადისაგან,
ხოლო შიდა ფენა დამზადებულია სპილენძისაგან. მისი
გარე დიამეტრია 6-370 მმ, კედლების სისქე - 1,5-10
მმ სიგრძე 7 მეტრამდეა.

რაც შეეხება ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნო-
ბებისაგან მიღებულ მიღებს, მათ აქვს შედარებით მცო-
რე დიამეტრი და უფრო მაღალი ანტიკოროზიულობა. მათი
ასორტიმენტი შეიცავს შემდეგ ძირითად სახეებს:

1) ალუმინის მიღები ძირითადად განკუთვნილია საერ-
თო დანიშნულებასათვის. ამზადებენ $AMu, d1, 2$
16 მარკის ალუმინისაგან - გლინვით, ადიდვით და დაწ-
ნევით. ტექნიკაში განსაკუთრებით გამოყენებულია ღურ-
ალუმინის მიღები. გამოდის სხვადასხვა ტიპობრივი ზო-
მის, რომელიც დამოკიდებულია ძირითადად დამზადების
წესზე. მაგალითად, ღურალუმინისაგან დაწნევით მიღე-
ბული მიღების გარე დიამეტრია 120 მმ, კედლების სისქე -
5 მმ, ხოლო ადიდვით ან გამოწველით მიღებული მიღების

გარე დიამეტრია 120 მმ, კედლების სისქე - 5 მმ, ხოლო ადიდეთ ან გამოწველით მიღებული მიღების დიამეტრია 22 მმ, სისქე - 1,5-5 მმ. სხვადასხვა შედგენილობის შენადნობისაგან მიღებულ მიღებს სხვადასხვა ზომა აქვს.

..2) სპილენძისა და მისი შენადნობების მიღები გამოდის სხვადასხვა ტიპობის და დამოკიდებულია წარმოების შემთხვე. გამოჭიმვით და ცივად გლინული მრგვალი კვეთის $M_i I, M_z, M_z p$ მარკის სპილენძისაგან დაზადებულ მიღებს აქვს 3-300 მმ. დიამეტრი, 1500-6000 მმ. სიგრძე. იგივე მიღებს, დაწნევი მიღებულს აქვს 30-280 მმ. დიამეტრი და 1-6 მეტრი სიგრძე. ამ ჯგუფის მიღები გამოიყენება ელექტროტექნიკურ და მანქანათმშენებლობის მრეწველობაში.

დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვს გამოჭიმვით მიღებულ სპილენძის სწორკუთხედოვან და კვადრატული კვეთის მიღებს. ისინი გამოიყენებიან ელექტრული მანქანების სტატორების გრაგნილისადვის. მათი სისქეა 1-15 მმ. გამოდის ხვეულების ან ნაკვეთის სახით.

სპილენძის მიღების სორტამენტში ასევე შედის: უთანგბადო სპილენძის მრგვალი კვეთის მიღები, რომელიც გამოიყენებულია ვაკუუმის მრეწველობაში, გამოდის დაწნეხილი, ცივად ნაგლინი და გამოჭიმვით მიღებული, რომელთა დიამეტრია 75-300 მმ, სიგრძე - 0,5-6 მეტრი; რადიატორის მიღები გამოდის მრგვალი და პროფი-

ლერი, 4-II მმ დიამეტრის, 0,15-0,2 მმ სისქის, გამოდის ხვეულის სახით; კაპილარული მილები მზადდება გამოჭიმვით, უშვებენ A და B ჯგუფის მილებს. A ჯგუფის მილების დიამეტრია 1,2-დან 2,5 მმ-მდე სისქე 0,15-0,7 მმ. სიგრძე 10 მეტრამდე. B ჯგუფის მილების დიამეტრია 2-2,1 მმ სისქე 0,15-0,7 მმ. გამოყენებულია მაცივრების, ხელსაწყოების წარმოებაში.

3) თიბრის მილები მზადდება გამოჭიმვით და დაწნეხვით. გამოდის საერთო და სპეციალური დანიშნულების. $\Lambda 63, \Lambda 68, \Lambda 070$ -I მარკის თიბრისაგან დაწნეხვით მიღებულ მილებს აქვს 3-100 მმ დიამეტრი. მათ ფართო იყენებენ მანქანათმშენებლობაში. განსაკუთრებით მცირე ზომის სპეციალური დანიშნულების თიბრის მილებს ეკუთვნის რადიატორის, კაპილარული და თბელკედლიანი მილები. რადიატორის მილებს ამზადებენ 96 მარკის თიბრისაგან და აქვს 4-8 მმ დიამეტრი. სისქე 0,15-0,7 მმ. კაპილარულ მილებს ამზადებენ $\Lambda 96$ მარკის თიბრისაგან გამოჭიმვით და მათი დიამეტრია 1,2-2,5 მმ, სისქე 0,15-0,7 მმ. თბელკედლიანი მილები მზადდება $\Lambda 68, \Lambda 63$ მარკის თიბრისაგან და გამოდის 1,5-28 მმ დიამეტრის და 0,15-0,7 მმ სისქის. გამოყენებულია მანქანათმშენებლობაში, ხელსაწყოთმშენებლობაში, მაცივრების მრეწველობაში.

4) ბრინჯაოს მილებს აწარმოებენ $\text{BrA}\mathcal{X}\text{CM}\mathcal{U} 10-3-1,5$ და $\text{BrA}\mathcal{X}\text{CH}10-4$ მარკის ბრინჯაოსაგან და მათი დიამეტ-

რია - 42-300 მმ. 5-50 მმ სისქე - 5-50 მმ. სიგრძე - 500 - 400 მმ.

5) სპილენძ-ნიკელის შენადნობების მიღები გამოდის ორი სახის-მელხიორის სითბოგამცემი მიღები და სხვა შენადნობების მიღები. პირველი სახის მიღებს ამზადებენ მელხიორისაგან გამოჭიმვით ან ცივი გლინვით. მათ ძირითადად იყენებენ სითბოგამცემი აპარატების წარმოებაში. მისი დიამეტრია 10-50 მმ. სისქე 0,8-4,0 მმ. სიგრძე - 0,5 მეტრი, *МНЖС-4* მარკის შენადნობისაგან გამოჭიმვით და დაწნეხვით მიღებული მიღები გამოიყენება გემთშენებლობის მრეწველობაში და გამოჭიმვით მიღებული მიღების დიამეტრია 6-260 მმ, სისქე - 1,0-10 მმ. სიგრძე 3-5 მეტრი. დაწნეხვით მიღებული მიღების დიამეტრი კი - 115-275 მმ, სისქე-25,0-60,0 მმ.

მიღებს დიდი გამოყენება აქვს სახალხო მეურნეობაში, ამიტომ მის ხარისხს მაღალ მოთხოვნებს უყენებენ. ძირითადი მოთხოვნებია დამზადების სიზუსტე, მაღალი საექსპლუატაციო და მექანიკური თვისებები.

მიღების ფორმა, განზომილება, დიამეტრის ზომა სისქის მაჩვენებლები არ უნდა აღემატებოდეს სტანდარტით დაშვებულ ნორმებს. მიღები უნდა იყოს პერფექტული და მტკიცე. მიღების ძირითადი ლითონის მექანიკური თვისებები უნდა პასუხობდეს შესაბამისი მარკის ლითონისა და შენადნობის ტექნიკურ ნორმებს. მიღები უნდა უძლებდეს მოღუნვაზე და წნევაზე შესაბამისი

სახელმწიფო სტანდარტებით გათვალისწინებულ საუფელ გამოცდებს. მიღები უნდა იყოს სწორი, თანაბრად გამო-
პრილი. არ უნდა უქონდეს შეერილები, ადგილობრივი სიმრუ-
დე არ უნდა აღემატებოდეს ნორმას. მიღოს კედლების
სისქე უნდა იყოს თანაბარი, გარე და შიდა ზედაპირი
უნდა იყოს სწავთა, არ უნდა უქონდეს ბუშტი, ნივარა,
აჭსკი, ნაოჭი, ბზარი. ამ საერთო მოთხოვნებს გარდა,
მიღები უნდა პასუხობდეს სპეციფიკურ მოთხოვნებს, რომ-
ლებიც გამომდინარეობენ მათი დანიშნულებიდან და სა-
ექსპლუატაციო პირობებიდან, მაგალითად, საკისრებისათ-
ვის განკუთვნილი ფლადის მიღების მიკროსტრუქტურა
უნდა შედგებოდეს თანაბრად განაწილებული წერილმარც-
ვლოვანი პერლიტისაგან.

მიღების ყოველგვარი ტექნიკური პარამეტრები და ხა-
რისთვის მარცენებლები მოლემულია შესაბამის სახელმწი-
ფო სტანდარტებში, რაც განიხილება პრაქტიკულ-დაბორა-
ტორიული მეთადინეობის დროს.

§ 2. მათეულები

მათეულს უწოდებენ მცირე სისქის ლითონის გრძელ
ღეროებს. მას ფმზადებენ სხვადასხვა მარკის ფლადები-
სა და ფერადი ლითონებისაგან გლინეით და ადიფეით. ფე-
რადი ლითონებისაგან მათეულებს ასევე იღებენ ლითონური
ფხენილისაგან.

მათეულებს აჯგუფებენ სხვადასხვა ნიშნის მიხედვით,
მათგან ძირითადია; მასალა, დანიშნულება, განივი კვე-
თის ფორმა, განზომილება, ქიმიური შედგენილობა, მერ-

მული დამუშავება, პლასტიკური დეფორმაცია, მექანიკური
თვისებები, ზედაპირული დამუშავება.

მასალის მიხედვით არჩევენ ნახშირბადოვანი, კონს-
ტრუქციული, საინსტრუმენტო, ლეგირებული და სპეციალური
ფლადებისაგან, მიღებულ მაცოლებს, აგრეთვე ალუმინისა
და მისი შენადნობისაგან, სპილენძისა და მისი შენად-
ნობისაგან, თიბრისაგან, ნიჟილბერიისაგან, ნიკელისა-
გან, ვოლფრამისაგან, ბრინჯაოსაგან.

დანიშნულების მიხედვით მაცოლები არის საკონს-
ტრუქციო, საინსტრუმენტო, ზამბარის, არმატურის, საბა-
გირე, ჯაჭვების, ცივად გამოწნეხილი და სხვ. ცივად
გამოწნეხილი მაცოლები გამოყენებულია ლურსმნების,
ხრახნების, ქანჩებისა და სხვა სამაგრი ნაწარმის და-
სამზადებლად; საკონსტრუქციო მაცოლები გამოყენებულია
მანქანების, ხელსაწყოების, დეტალების დასამზადებლად;
ცალკე არის ჯგუფი, რომელიც აერთიანებს მაცოლებს
კავშირგაბმულობის საშაერო და საკომუნიკაციო ბაზების
შესაერთებლად.

განივი კვეთის ფორმის მიხედვით არის მრგვალი,
ბრტყელი მომრგვალებული წახნაგი, კვადრატული, სწორ-
კუთხა, სამწახნაგა, ექვსწახნაგა, ოვალური, სეგმენ-
ტური, სექტორული, ტრაპეციული, პერიოდული და სპეცია-
ლური პროფილის მაცოლები.

ზომის მიხედვით არჩევენ 6 ქვეჯგუფის მაცოლებს:
განსაკუთრებით მსხვილი (სისქე 8 მმ-ზე მეტი), მსხვი-
ლი (6-8 მმ), საშუალო (1,6-6 მმ.), წვრილი (0,4-

1,0 მმ.), უწვრილესი (0,1-0,4 მმ.), განსაკუთრებით უწვრილესი (0,1 მმ-ზე მცირე).

ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არჩევენ დაბალ, საშუალო და მაღალნახშირბადოვანი და დაბალ, საშუალო და მაღალღებურული შენადნობების მაცთულებს.

თერმული დამუშავების მიხედვით არის თერმულად დაუმუშავებელი, მოშვებული, გამომწვარი, წრთობილი, პატენტირებული.

პლასტიკური დეფორმაციის სახის მიხედვით არის ცივად გაჭიმული, ცივად გლინული, ცხლად გლინული.

წყვეტაზე, რღვევაზე დროებითი წინააღმდეგობის სიდიდის მიხედვით არის დაბალი მედეგობის, შემცირებული, ნორმალური, გაზრდილი და განსაკუთრებით მაღალი სიმტკიცის მაცთულები.

ზედაპირული დამუშავების მიხედვით მაცთულებს ჰყოფენ შემდეგ სახეებად: გაპრობებული, გაშლიფული, ღია, შავი, დაფარული, ოქსიდირებული. ზედაპირი შეიძლება იყოს დაფარული თუთიით, კალაით, სპილენძით, ტყვიით, ქრომიით, ნიკელით, ალუმინით, პოლიმერული ნივთიერებებით.

მაცთულების ასორტიმენტი მოიცავს შემდეგ ძირითად სახეებს:

1) საერო და ნიშნულების დაბალნახშირბადოვანი მაცთული შეიძლება იყოს დაბალი, შემცირებული და ნორმალური სიმტკიცის. მზადდება ხვეულების სახით. 0,16-0,25 მმ-იანი დიამეტრის მაცთულის ხვეულის მასა არ უნდა

ადემატებოდეს I კგ. 0,28-0,55 მმ-იანი დიამეტრის
შავფერის ხვეულის მასა იქნება 2 კგ. 5 კგ - როცა
შავფერის დიამეტრია 0,6-1,0 მმ; 8 კგ როცა დიამეტრ-
ია 1,1-2,2 მმ 10 კგ როცა დიამეტრია 2,2-3,5 მმ; 15
კგ როცა დიამეტრია - 4,0-10 მმ. ასეთი შავფერი გამო-
ყენებულია კაბელებში დენგამტარი ძარღვებისათვის და
მანქანების სხვადასხვა კვანძისათვის. უწებენ ზედაპი-
რული დაფარვის გარეშე და მოთეთიბულს. მომხმარებლე-
ბი მას იღებენ 0,5; 1; 4; 10 და 20 კგ-იან ხვეულებში.

2) ფლადის შავფერი სივადე გამოწნეხისათვის მზად-
დება 10, 15, 20, 25, 30 და CT 2 ან CT 3 მარკის ფო-
ლადებისაგან. ასევე შეიძლება ამზადდეს დაბალეგირე-
ბული და საშუალო ეგირებული ფლადისაგან. ასეთ შავფერს
აქვს მრგვალი ჭრილი, მიღებულია სხელი გლინვით, სივადე
გაჭიმვით ან დაკალიბრებით. ამზადებენ ღიას ან ოქსი-
ფირებულს, განსაკუთრებით მსხვილ, მსხვილ და საშუალო
ზომის შავფერებს. მომწოდებელი მას აწედას 30 კგ-იან
ხვეულებში (დიამეტრი 5 მმ-მდე) და 40 კგ-იან ხვეულებ-
ში (დიამეტრი 5 მმ-ზე მეტი).

3) საკონსტრუქციო ფლადისაგან მიღებულ შავფერს
ამზადებენ 08, 10, 15, 20 მარკის მსირედეგირებულ ფო-
ლადებისაგან, ასევე საშუალო ეგირებული ხარისხული
ფლადისაგან, რომელიც არ საჭიროებს თერმულ დამუშავე-
ბას. მრგვალი ჭრილის, სივადეგლინული 0,32-10 მმ დია-
მეტრის შავფერს ამზადებენ დაბალნახშირბადოვანი ფლად-
ისაგან, ხოლო 0,32-7 მმ. დიამეტრის შავფერს საშუალო

ღეგირებული ფლადისაგან. მათეულებს აწვდიან 4, 12, 20, 25; 30 კგ. მასის ხვეულებში (მასა დამოკიდებულია მათეულის ჟიამეტრზე).

4) მრგვალი ჭრილის საღერსმნე მათეული შეიძლება იყოს სივად გამოჭიმული ან სივად გლინული, მზადდება დაბალი ან საშუალო ნახშირბადოვანი ჩვეულებრივი ხარისხის ფლადებისაგან, ზედაპირული დაფარვის გარეშე (ღია ან ოქსიდირებული), ან დაფარული (მოაუქული). უშეებენ წვრილ, საშუალო, მსხვილ და განსაკუთრებით მსხვილ მათეულებს.

5) საჯატვე მათეული მრგვალი ჭრილის დაბალ ნახშირბადოვანი სივად გამოჭიმული მათეულია. უშეებენ ზედაპირული დაფარვის გარეშე და განზომილებიანი ისეთივე აქვს, როგორც საღერსმნე მათეულებს.

6) ფლადის ზამბარის მრგვალ მათეულს თერმულად ამუშავებენ, ამზადებენ 65 ΓA, 50 XΦA და სხვა მარკის ფლადებისაგან. გამოყენებულია ზამბარების სანარმოებლად და გამოდის 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0 და ა.შ. 5,0 და 5,5 მმ-მდე დიამეტრის. აწვდიან 10, 15, 20 და 25 კგ-იანი მასის ხვეულებში.

ზამბაროვანი საყელურებისათვის გამოყენებულია კვადრატული, სწორკუთხელოვანი და ტრაპეციული ჭრილის მათეულები. მათ ამზადებენ 65, 70, 3,13, მარკის ფლადებისაგან. აწვდიან 8, 20, 30 კგ მასის ხვეულებში.

7) ფლადის საბაგირე მათეული სპეციალურად სივად ვაჭიმული, მრგვალი, სწორკუთხა ან ტრაპეციული ჭრილის

მავთულია, რომელიც განკუთვნილია ბაგირების დასამზადებლად. გამოდის თერმულად დაუმუშავებელი ან გამომწვარი მას, როგორც წესი, ამზადებენ ლეგირებული ფოლადებისაგან. არის დაფარული ზედაპირით ან დაუფარავი; წვრილი, საშუალო, მსხვილი და განსაკუთრებით მსხვილი ზომის. შეიძლება იყოს შემცირებული, ნორმალური, გაზრდილი და მაღალი სიმტკიცის. მზადდება ხვეულებში ან კოჭებზე დახვეული.

8) ფოლადის მავთული ბადისათვის მრგვალი, კვადრატული, სწორკუთხა და ტრაპეციული ჭრილის ცივად გაჭიმული, ცივად და ცხლად გლინული მავთულია. ამზადებენ საინსტრუმენტო, დაბალნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ფოლადებისაგან, ასევე ლეგირებული და სხვა მარკის ფოლადებისაგან. ზედაპირული დამუშავების მიხედვით არის დია, ამოჭიმული, ოქსიდირებული, მოთუთული, მოკალული. მექანიკური თვისებების მიხედვით უშვებენ დაბალი, შემცირებული, ნორმალური და გაზრდილი სიმტკიცის ძალზე უწვრილეს და საკმაოდ მსხვილ მავთულებს.

9) ლეგირებული ფოლადის მავთულები ფართოდ გამოიყენება მანქანათმშენებლობაში, ხელსაწყოების წარმოებაში. 15 მარკის ფოლადისაგან მიღებული მავთული გამოყენებულია საკისრებისათვის, ბურთულების, გორგოლაჭის და რგოლების საწარმოებლად. ამზადებენ ცივად გამოსჭიმულს, რომლის დიამეტრია 1,4-16 მმ. გამოდის ხვეულების 6 წნელების სახით, რომლის სიგრძეა 2,5-4 მეტრი.

10) მაღალლეგირებული, კოროზია და ცეცხლმედეგი ფო-

ლადის მაცთვლები მზადდება $9 \times 18, X 28, X 18 H 9$

მარკის ფლადებისაგან. შეიძლება იყოს მოპირსაღებული ან თერმულად დამუშავებული. ზედაპირი გაშლილული (გახეხილი) ან გაპრიალებული აქვს. დიამეტრია $0,2-6$ მმ. გამოდის ხვეულებში ან კოჭებზე დახვეული. გამოყენება კოროზია და ცეცხლმედეგი ნაწარმის დასამზადებლად.

II) პრეციზიული შენადნობების მაცთვლები მზადდება დეფორმირებადი მაღალღეგირებული რკინის, რკინა-ნიკელის და რკინა-ნიკელის-კობალტის საფუძველებზე მიღებული შენადნობებისაგან. ამზადებენ სხვადასხვა ტიპოზომის მაცთულს და ეს ზომები დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი მარკის შენადნობებისაგან არის იგი დამზადებული. მაგალითად $36 H . 29 HK$ მარკის შენადნობისაგან მიღებული მაცთული გამოდის $0,1-0,5$ მმ დიამეტრის, $48 H X$ -საგან $0,3-3,5$ მმ. დიამეტრის, ასევე გამოდის $0,5-1,0$ მმ. დიამეტრის არის ხვეულებში ან კოჭებზე დახვეული.

ფართო გამოყენება აქვს. ფრადი ლითონებისა და მათი შენადნობებისაგან მიღებულ მაცთვლებს. მათი სორტამენტი შეიცავს შემდეგ ძირითად სახეებს:

I) ალუმინის მაცთული ცივი გამოწნებისათვის მზადდება $A 2 C$ მარკის ალუმინისაგან და $AM 4, AM 2 2, AM 2 5 \Pi$ მარკის ალუმინის შენადნობებისაგან. გამოყენებულია ცივად გამოწნეული ნაწარმის მისაღებად. გამოდის $1,4-10$ მმ. დიამეტრის ხვეულები.

2) ალუმინის შესაღული მავთული მზადდება გამოყენებით და წნევის ქვეშ. გამოდის 0,8-12 მმ. დიამეტრის, გამოდის კოჭებზე დახვეული.

3) სპილენძის მავთულის სორტამენტი მრავალფეროვანია და მასში შედის მრგვალი, სწორკუთხა კრილის, შესაღული და სხვა სახის მავთულები. მრგვალი კრილის მავთული გამოყენებულია სადენებსა და ზონრებში დენგამტარი ძარღვების საწარმოებლად. სპილენძის მრგვალ მავთულს ამზადებენ ცივად გამოჭიმულს, რომლის დიამეტრია 0,09-10 მმ. შესაღულ მავთულს, რომელიც მიიღება ცხელი გლინვით და რომლის დიამეტრია 1,2-8,0 მმ აწვდიან ხვეულებში ან კოჭებზე დახვეულს.

4) თიბრის მავთულები ძირითადად მზადდება *AC59-1, A68, A63* მარკის თიბრისაგან. გამოდის მრგვალი, კვადრატული და ექვსწახნაგა კრილის მავთულები. მრგვალი კრილის მავთულების დიამეტრია 0,1-12 მმ. კვადრატული და ექვსწახნაგას დიამეტრია 3-12 მმ. დიამეტრის განზომილების მიხედვით მავთულები არის ნორმალური და გაზრდილი სიმტკიცის. ასეთი მავთულები ძირითადად გამოყენებულია ელექტროტექნიკურ მრეწველობაში.

საერთოდ, მექანიკური დვისებების მიხედვით, სარჩევან ელექტროტექნიკური მავთულების 4 ჯგუფს; მაგარ (T), ნახევრადმაგარ (MT), რბილ (M), ძლიერი და სიმტკიცის (TP) მავთულებს. *A 63* მარკის თიბრისაგან ამზადებენ ასევე მავთულებს, რომლებიც განააგ ცივი გამოწნეებით აწარმოებენ ხრახნებს, ლურსმნებს, ქანჭებსა და

სხვა სამაგრ ნაწარმს. მათი დიამეტრია 1,0-10 მმ. AC 63-3 მარკის თიხისაგან (ტყვიის თიხური) ამზადებენ 0,45-12 მმ. დიამეტრის ნორმალური და გაზრდილი სიმტკიცის შავთლებს, რომლებიც გამოიყენებიან ხელსაწყოებისა და საათების წარმოებაში.

5) ნეიზილბერის შავთული *MH4* 15-20 მარკის ნეიზილბერის შენადნობისაგან ცივად გამოქიმილი მრგვალი ქრილის შავთულია. მისი დიამეტრია 0,1-5 მმ. იგი ნორმალური სიმტკიცისაა. გამოდის კოჭებზე დახეული.

6) ნიკელის შავთულებს ამზადებენ *HN2*, *HN3*, *HN4* მარკის ნიკელისაგან. მათი დიამეტრია 0,3-დან 12 მმ-მდე. დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვს ნიკელის შენადნობებისაგან მიღებულ შავთულებს, - 0,05-5 მმ. შეიძლება იყოს მაგარი არ რბილი, გამომწვარი ან გამოუწვავი.

7) ბრინჯაოს შავთული პრაქტიკული გამოყენება აქვს სილიციუმ-მარგანეცისა და ბერილიუმის საფუძველზე მიღებულ შენადნობებს. *BrKM43* მარკის ბრინჯაოსაგან მიიღება მრგვალი და კვადრატული ქრილის ცივად გამოქიმილი შავთული, რომლის დიამეტრია 0,1-10 მმ. გამოყენებულია დრეკადი დეტალების საწარმოებლად, გამოდის ნორმალური და გაზრდილი სიმტკიცის. *BrN2* მარკის (ბერილიუმის) ბრინჯაოსაგან ცივი გაჭიმვიდ ამზადებენ 0,05 - 12,0 მმ დიამეტრის შავთულებს, ისინი გამოიყენებიან მანქანათმშენებლობაში მაღალხარისხული დეტალებისა და ზამბარების საწარმოებლად.

8) ნიქრომული მავთულები ქრომ-ნიკელის შენადნობისაგან მიღებული მრგვალი ჭრილის მცირე ზომის მავთულებია. ისინი მიიღებიან $\times 20H80$ და $\times 15H60$ მარკის შენადნობისაგან. მიკროზომის მავთულების ნომინალური დიამეტრია 0,009 - 0,4 მმ. გამოყენებულია ხელსაწყოების, გამაბობელი ელემენტების საწარმოებლად.

9) ვოლფრამის მავთული ვოლფრამის ფხვნილისაგან გაჭიმვით მიღებული მავთულია. მისი დიამეტრი საკმაოდ მცირეა 10-1500 მკმ. ახვევენ კოჭებზე. გამოყენებულია სინათლის წყაროსა და ელექტრული ხელსაწყოების წარმოებაში.

თანამედროვე ტექნიკა წარმოუდგენელია მავთულების გამოყენების გარეშე, ბმითი ძირითადი მოთხოვნებია მისი ქიმიური შედგენილობის, სტრუქტურის და მექანიკური ფიზიკური თვისებების შესაბამისობა დანიშნულებასთან. მავთულებს უნდა ჰქონდეს ისეთი შემადგენლობა და სტრუქტურა, რომ უზრუნველყვოდ მათგან მიღებული ნაწარმის სიმტკიცე, სიმავრე და ფუნქციონალური თვისებები. ზოგადად კი მავთულებს, რომლებიც განკუთვნილია დენის გასატარებლად, მოეთხოვება მაღალი ელექტროგამტარობის უნარი, ხოლო გამაბობელი ელემენტების საწარმოებლად მავთულებს მოეთხოვება მაღალი წინაღობა, სეცხლმედეგობა და საკმაო პლასტიკურობა; საერთო დანიშნულების თერმულად დაუშვებელი მავთულები რღვევის (გაწყვეტის გარეშე) გარეშე უნდა უძლებდეს არანაკლებ 4-ჯერ გადუნებას, მავთულის ზედაპირზე არ უნდა იყოს

ტანგი, გაჩხაპნილი, გაბზარული ადგილები, კოჭვებზე, წნელებზე, ხვეულებზე მაცთურები უნდა იყოს სწორი რიგით განლაგებული და თავისუფლად უნდა შეიძლებოდეს მათი გადმოხვევა.

§ 3. მაცთურის ბადე

ბადე წარმოადგენს სიგრძივი და განივი მიმართულების მაცთურების ურთიერთგადახლართვითა და შეგრეხვით მიღებულ ლითონურ ტილოს, რომელიც შედგება განსაზღვრული ზომისა და ფორმის უჯრედებისაგან. ბადის საწარმოებლად გამოყენებულია, როგორც ნახშირბადოვანი და ლეგირებული ფლადები, ისე ფერადი ლითონები და მათი შენადნობები.

ბადის სტრუქტურა და სახე ძირითადად დამოკიდებულია ლითონური ტილოს შექმნაში მონაწილე ორი სისტემის მაცთურისაგან - ქსელისა და მისაქსელის მაცთურისაგან. ბადის სიგრძივი მიმართულების მაცთურს უწოდებენ ქსელის (ძირითადი) მაცთურებს, ხოლო განივი მიმართულების მაცთურებს - მისაქსელს. ძირითადი, ანუ ქსელის მაცთური შეიძლება იყოს ერთი ან რამდენიმე შეგრეხილი მაცთურისაგან შემდგარი ე.წ. მაცთურების ნართის სახით. ლითონური ტილო მიიღება სწორედ ამ ორი მაცთურის ურთიერთგადახლართვით ერთი ან ორი მაცთურის გამოტოვებით.

ბადეებს აჯგუფებენ დანიშნულების, წარმოების მეთოდის, უჯრედების ფორმის, ზომის, ლითონის სახის, მაცთურის განივი ჭრილის ფორმის, ზედაპირული დაფარვის ნიშნების მიხედვით.

დანიშნულების მიხედვით ბადე არის საერთო და სპე-

ციალური დანიშნულების. საერთო დანიშნულების ბაღე გამოყენებულია სითხეების ფილტრაციისათვის, ფხვიერი ნაწილაკების გასაცრელად, მთელი რიგი გადაღობებისათვის. სპეციალურს აკუთვნებენ მანქანების, აგრეგატების მოწყობილობების ისეთ ძირითად ნაწილებს, როგორცაა მანქანების მუშაობა ქაღალდის წარმოებზე მრეწველობაში, წისქვილკომბინატებში, ასევე დიდი გამოყენება აქვს რკინა-ბეტონისა და არმირებული მინის წარმოებაში.

წარმოების მეთოდის მიხედვით ბაღე არის: ქსოვილური, რომელიც მიიღება ორი მავთულის ურთიერთგადახლართვით (ტილოს ან სარკის ხლართვით), ნაქსოვი, რომელიც მიიღება მრგვალი ან ბრტყელი სპირალებისაგან ყოველი მომდევნო სპირალის წინასთან გადახლართვით (ტრიკოტაჟული ტილოს, ქსოვილის მსგავსია); გრებილი, რომელიც მიიღება თითოეული მავთულის შებერებვით გვერდით განლაგებული ორი მავთულიდან ერთ-ერთთან. ჰვრიტული, რომელიც მიიღება ფასონური ჰრილის ცეცხლიკისაგან; შედუღებული და ნაკრები, რომლებიც მიიღებიან წინასწარ დეფორმირებული მავთულების შედუღებით.

უჯრედების ფორმის მიხედვით არის კვადრატული, სწორკუთხედიანი, რომბისებრი, ექვსწახნაგა და ტრაპეციისფორმიანი უჯრედოვანი ბაღეები.

უჯრედების ზომის მიხედვით ბაღეები იყოფა მცირე-ზე უწვრილესი ბაღედ რომლის უჯრედის ფართობი 0,025 მმ²-მდე; უწვრილეს ბაღედ, რომლის ფართობი 0,025-დან 0,25 მმ²-მდე; წვრილ ბაღედ-0,25-დან 1 მმ²-მდე; საშუალო ბა-

დედ, რომლის ფართობი 25 მმ²-მდე; მსხვილი ბადე, რომლის ფართობი 25-დან 625 მმ²-მდე, განსაკუთრებით მსხვილ ბადედ, რომლის ფართობი 625 მმ²-ზე ზევით.

ლითონების სახეების მიხედვით არჩევენ ბადეებს, მიღებულს ლეგირებული და ნახშირბადოვანი (დაბალ, საშუალო და მაღალლეგირებული და ნახშირბადოვანი) ფოლადებისაგან, ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნობებისაგან. ლითონის მდგომარეობის მიხედვით ბადე შეიძლება დამზადდეს როგორც მოპირსაღებული, ისე მომწვარი მაცეთლისაგან.

განივი ქრილის ფორმის მიხედვით ბადე შეიძლება იყოს მრგვალი, კვადრატული, ტრაპეციული, რუსული ტე ასოს მსგავსი, ბრტყელი და პერიოფული პროფილის მაცეთლებისაგან დამზადებული.

მაცეთლის ზედაპირის მდგომარეობის მიხედვით ბადე შეიძლება იყოს ღია ფოლადის მაცეთლის, შავი ფოლადის მაცეთლის, ამოკმული ფოლადის მაცეთლის, მთლიანი: ფოლადის მაცეთლის, მოკალული ფოლადის მაცეთლის და პლასტიკით დაფარული მაცეთლის.

ფოლადის მაცეთლების ბადეების სორტამენტი მოიცავს საერთო და სპეციალური დანიშნულების ბადეებს. საერთო დანიშნულების ბადეებს ეკუთვნის:

1) ქსოვილური ბადე, რომელსაც ღებულობენ ქსელისა და მისაქსელის მაცეთლების ურთიერთგადახლართვით თითო მაცეთლის გამოტოვებით. მათ ამზადებენ კვადრატული და სწორკუთხედოვანი უჯრედებით. კვადრატულ უჯრედიანს ამ-

ზადებენ დაბალნახშირბადოვანი მომწვარი და ლეგირებული მომწვარი მავთულებისაგან. უჯრედების ზომაა 0,04-200 მმ, ასეთი მავთულის დიამეტრია 0,03-3,0 მმ. მავთულის ზედაპირი შეიძლება იყოს მოთუთული, მოკაღლი და ღია.

2) „სემიანკას“ ტიპის ბადე - გამოყენებულია სოფლის მეურნეობაში, ტექნოლოგიურ მრეწველობაში და სხვა დარგებში ფხვიერი, მარცვლოვანი სხეულების გასაცრელად განსაცალკევებლად. ის ტილოს ხლართით (გადახლართვა თითო მავთულის გამოტოვებით) ნაქსოვი მავთულების ქსოვილური ტილოა, რომლის მისაქსელში გატარებულია თითო მავთული, ხოლო ქსელში ნართი და შედგება სამი მავთული-საგან. მზადდება ორი ტიპის: მსუბუქი, ქსელისა და მისაქსელის მავთულებს აქვს ერთნაირი დიამეტრი და მძიმე, როცა მისაქსელის მავთულის დიამეტრი უფრო მეტია, ვიდრე ქსელისა. გამოდის სხვადასხვა ტიპოზომის ბადე, რომლის სიგრძივი მავთულების დიამეტრია 0,4-0,8 მმ, ხოლო მისაქსელისა 0,4 - 2,0 მმ. ამ ტიპის ბადეს ამზადებენ მცირე ლეგირებულ, მომწვარი, ღია ფლადის ან მოთუთული მავთულისაგან.

3) სარტის ხლართიანი ფლადის მავთულის ბადეს აქვს კვადრატული უჯრედები, გამოყენებულია ფხვიერი სხეულების გასაცრელად, სიმსხოს მიხედვით შადი დახარისხებისათვის, გამორეცხვისა და ფილტრაციისათვის, გასაშრობად და სხვ. ამზადებენ მცირე ნახშირბადოვანი, მომწვარი ღია ფლადის მავთულისაგან ან ლეგირებული $12X 18H 9T$ და $12X 18H 10T$ მარკის ფლადის მავ-

თლისაგან. მიიღება ქსელისა და მისაქსელის მავთულე-
ბის ურთიერთგადახლართვიმ ყოველი ორი მავთულის გამო-
ტოვებით. ამიტომ ასეთი ტიპის ბადე კონსტრუქციულად
განსხვავდება ჩვეულებრივი ტილოს ხლართი ნაკსოვი მავ-
თულის ბადისაგან, სადაც ქსელისა და მისაქსელის მავთუ-
ლები ეხლართება თითო მომდევნო მავთულის გამოტოვებით.
გამოდის სხვადასხვა ტიპოზომის ბადე, რომლის სიგრძეც
მავთულების დიამეტრია 0,20 - 0,50 მმ, ხოლო მისაქსე-
ლისა 0,22 - 0,55 მმ, უჯრედების ზომა კი არის 0,25 -
1,0 მმ.

4) ფოლადის მავთულების ერთმაგარ გადახლართულ ბა-
დეს აქვს კვადრატული და რომბისებური უჯრედები, ზედა-
პირი შეიძლება იყოს დაფარული ან დაფარვის გარეშე. პირ-
ველს ამზადებენ მცირე ნახშირბადოვანი მოთუული მავთუ-
ლებისაგან, ხოლო მეორეს უმეტესად ლეგირებული ფოლადის
ღია მავთულებისაგან. მათ იყენებენ გადაღობვისათვის,
ფხვიერი მასალების გასაცრელად და სხვ. რომბისებური
უჯრედოვანი ბადე გამოყენებულია კონცეიერული საშრობე-
ბისათვის. კონსტრუქციული დანისებურება ის არის, რომ
ამ ტიპის ბადეები მზადდება ბრტყელი სპირალების გადახ-
ლართვიმ, რომლებიც ქმნიან კვადრატულ და რომბისებურ
უჯრედებს. უჯრედების ზომად მიღებულია მანძილი გადახ-
ლართულ მავთულებს შორის, რომლებიც ქმნიან უჯრედებს.
კვადრატული უჯრედების ბადეებს უშვებენ სხვადასხვა
ტიპოზომებით. კერძოდ, უჯრედების ზომა 10-100 მმ-მდე,
მავთულების დიამეტრია 1,6-5,0 მმ; რომბისებური უჯრედ-

დების ბადეების ზომაა 3,0-15,0 მმ, მაცთულების დიამეტრია 1,0-3,0 მმ.

5) **ჭვრეტული ცეცხლრიკოვანი ბადე** მზადდება ფასონური ჭრილის მაცთულებისაგან, გამოყენებულია ფხვიერი მასალების დასაჯგუფებლად სიმსხოს მიხედვით, ფილტრაციისათვის, გამოსარცხად და გასაშრობად. ჭვრეტული ბადეები თავისთავად წარმოადგენს ბრტყელ ქარტას (ტილოს) გლუვი სამუშაო ზედაპირით, რომელიც შექმნილია უაღკოვლი ფასონური ჭრილის მაცთულების ცეცხლრიკებისაგან და დამაკრებულია ჯა შეერთებულია შემაერთებელი სარტყებით. ასეთ ბადეებს ამზადებენ ნახშირბადოვანი მომწვარი ფოლადების ან მაღალღეგირებული ფოლადების მაცთულებისაგან და უშვებენ ორი ტიპისას: **У** - წვრილჭვრეტულს და **Ш** ფართეჭვრეტულს. ბადე ხასიათდება ჭვრეტის ზომით და მაცთულების დიამეტრით. გამოდის შემდეგი ტიპოზომის ბადე: ჭვრეტის სიგანე 0,09-20,0 მმ-მდე და მაცთულის დიამეტრია 2,2-7,5 მმ-მდე.

6) **ფოლადის დართული მაცთულის ბადეს** აქვს კვადრატული უჯრედები, გამოყენებულია მადნების, კოქსის და სხვადასხვა ფხვიერი სამშენებლო მასალის გასაცრელად. მათ ამზადებენ დაბალნახშირბადოვანი მოპირსაღებული, მაღალნახშირბადოვანი და მაღალღეგირებული ფოლადის მაცთულებისაგან. ქსელისა და მისაქსელის მაცთულებს მათი გადახლართვის ადგილებში აქვს დაპარვის ღუნვა. ასეთი ბადეების უჯრედების ზომაა 4,0-25,0 მმ, მაცთულების დიამეტრია 1,6-6,0 მმ-მდე.

ბადეების წარმოებაში ასევე გამოიყენება ფერადი ლითონები, მაგრამ მათი ასორტიმენტი ფლადის ბადეებთან შედარებით ძალზე მცირეა, გამოყენებულია თითბრის, ფოსფოროვანი ბრინჯაოს, პლტინის, ნიკელის, მობლბდენის მავთულები. ასეთი ბადეების ტიპობომები და დანიშნულება ისეთივეა, როგორც ფლადებისაგან მიღებული ბადეებისა.

ბადეების ხარისხისადმი მოთხოვნები მაღალია და ის რეკლამენტირებულია შესაბამისი სტანდარტებით. ხარისხისადმი მოთხოვნები განისაზღვრება მათი დანიშნულებით, მავთულის სახით, მავთულის ქიმიური შედგენილობით, მექანიკური და სხვა თვისებების მარევენებლებით. ყველა ტიპის ბადე უნდა იყოს მტკიცე და მოსახერხებელი ექსპლუატაციისათვის. ბადის ტიპობომები უნდა შეესაბამებოდეს სახელმწიფო სტანდარტების მოთხოვნებსა და ტექნიკურ პირობებს, კერძოდ: ქსელისა და მისაქსელის მავთულების გადახლარვა უნდა იყოს მტკიცე და სწორი; დაუშვებელია ხლართვის გამოტოვება და წყვეტიანობა; ბადის უჯრედებს უნდა აქონდეს სწორი ფორმა, არ უნდა იყოს დეფორმირებული; ქსელისა და მისაქსელის მავთულების ჭიმვადობა უნდა იყოს თანაბარი; დაუფარავი (თუ მოთუთულია ან მოკალელი, ან შეღებილი), ან ატკევილი ადგილები დაუშვებელია;

ბადის ტილოში ცალკეული ელემენტების გადანაცვობა, გადაადგილება დაუშვებელია; ქვერტულ ბადეებში შემავრთებელი სარკების დიამეტრი უნდა იყოს თანაბარი;

შედულებულ ბაღებში ქსელისა და მისაქსელის მაცდულების ყველა გადაფარვა უნდა იყოს შედულებული; ყველა ტიპის ბადის ზედაპირი უნდა იყოს სუფთა, დაუბინძურებელი, ყოველგვარი ბზარისა და ნაჩხაპნის გარეშე. სხვა კონკრეტული მოთხოვნები და ხარისხული მაჩვენებლები მოცემულია შესაბამის სახელმწიფო სტანდარტებსა და ტექნიკურ პირობებში.

§ 4 მაცდულის ბაგირი

ბაგირი ღიოთნის ღუნვადი ნაწარმია, რომელიც მიღებულია მაცდულების დაწნით, გადახლართვით ან შეგრები-
ვით. ბაგირი შედგება მაცდულების ხვეულისა და ცენტრალური მაცდულისაგან ან ხვეულისა და გულარისაგან, რომლებიც ხვეული, გაჯაგრებილი მაცდულები ან ღერობია.

ბაგირის საწარმოებლად გამოყენებულია ძირითადი და დამხმარე მასალა. ძირითად მასალად იხმარება საშუალო და მაღალნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ხარისხული, საინსტრუმენტო ნახშირბადოვანი და ლეგირებული ფოლადებისაგან მიღებული მაცდულები. ფერადი ღიოთნებისაგან უმეტესად გამოყენებულია სპილენძის, ნიკელისა და ვოლფრამის შენადნობებისაგან მიღებული მაცდულები. გულარის დასამზადებლად, გარდა ღიოთნის მაცდულებისა, ასევე გამოიყენება მცენარეული და მინერალური წარმოშობის ბოჭკოები (სელი; ბამბა, აზბესტი), პლასტმასები, პოლიმერები. დამხმარე მასალებად გამოყენებულია ე.წ. ინდუსტრიული საცხი ნივთიერებები, რომლებიც ბაგირს იცავენ კოროზიისაგან. ჯერ ღებულობენ ღიოთნურ ნარძს, შემდეგ კი

მავთულების შეგრებვით ან გადახლართვით, დაწნით ფე-
ბულობენ დაწნულ, შეგრებნილ ბაგირებს. მავთულების შეგ-
რებვის ხასიათის მიხედვით არის ცალმხრივიანი, უფარე-
დინა და კომბინირებული დაგრებვით მიღებული დაწნული
ბაგირები. ცალმხრივად შეგრებნილ ბაგირებში მავთულების
შეგრებვა (დახვევა) ხდება ერთი მიმართულებით, რის
გამოც ბაგირს აქვს დიდი საყრდენი ზედაპირი, განირ-
ჩევა კარგი დრეკადობით. უფარედინა შეგრებვით მიღ-
ებულ ბაგირებში ნართის ურთიერთშეგრებვა მიმდინარეობს
ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით, რაც უზრუნველ-
ყოფს ამ სახის ბაგირების სიმტკიცესა და სიმაგრეს.

დახვევის მიმართულების მიხედვით არჩევენ მარც-
ხენა და მარჯვენა დახვევის ბაგირებს და შეიძლება იყოს
ერთმაგი, ორმაგი, სამმაგი, ოთხმაგი და ა.შ. შეგრებ-
ვის ბაგირი. დანიშნულების მიხედვით ბაგირი იყოფა
საზიდი - ამწევი (აღამიანების გადასაყვანი და ტვირ-
თის საზიდი) ΓA და სატვირთო - Γ , სააფიაციო, საარ-
მატურო. მავთულების ნექანიკური თვისებებიდან გამომ-
დინარე, ბაგირებს ამზადებენ უმაღლესი მარკის მავთუ-
ლისაგან (B), პირველი (I) და მეორე (II) მარ-
კის მავთულისაგან. მავთულების ზედაპირული დაჭარბის
მიხედვით ბაგირებს აკეთებენ ღია და მოთუთული მავთუ-
ლებისაგან, რომელიც გათვალისწინებულია მსუბუქი საშუ-
შაოსადგის, ხოლო CC - გათვალისწინებულია მძიმე სა-
მუშაოებისადგის.

ფლადის ბაგირების სორტამენტი და კონსტრუქცია მრავალფეროვანია და ბაგირების სახეები ერთმანეთისაგან ძირითადად განსხვავდება შეგარების სახით, ნართის რაოდენობით, ნართში მავთულების რაოდენობითა და დიამეტრით. მაგალითად, ერთნართიანი სპირალური ბაგირები გამოდის შემდეგი კონსტრუქციის: $1\&7(1+6)$, $1\times 13(1+6+12)$; $1\times 37(1+6+12+18)$ და ა.შ. კონსტრუქციებში პირველი ციფრი უჩვენებს ნართის რაოდენობას, მეორე ციფრი მავთულების რაოდენობას ნართში, ფრჩხილებში პირველი ციფრი უჩვენებს ერთ ცენტრალურ მავთულს, მეორე - პირველ ფენაში მავთულების რაოდენობას, მესამე - მეორე ფენაში მავთულების რაოდენობას, მეოთხე - მესამე ფენაში მავთულების რაოდენობას და ა.შ.

ბაგირებისათვის, როგორც წესი, გათვალისწინებულია თითოეული მავთულის გამგლევი ძალა და ასევე მშლიანად ბაგირის გამგლევი ძალა, ასევე გათვალისწინებულია გაგლევისადმი დროებითი წინააღმდეგობა, სწორედ ამით ხდება ბაგირების მარკების დაჯგუფება (ტექნიკური მარკებლები მოცემულია შესაბამის სტანდარტებსა და ტექნიკურ პირობებში). ბაგირების ასორტიმენტი უეცავს შემდეგ ძირითად სახეებს:

1) ფლადის მოუღობიარი სპირალური ბაგირი ერთი ნართით დაწნული ბაგირია, სატვირთო დასიჭნულებისათვის, აქვს ნართში მავთულების სიგრძივი (ხაზობრივი) შეხება. უშვებენ შემდეგი ზომის ბაგირებს: ბაგირის დიამეტრი

0,65-11,5 მმ; ცენტრალური მავთულის დიამეტრი 0,24-4,00 მმ; ფენაში შემავალი 6 მავთულის დიამეტრი 0,22-3,8 მმ; ბაგირში ყველა მავთულის განივჭრილის ფარობია 0,22-80,0 მმ². გამგლეჯი ძალის მიხედვით ბაგირები გამოდის შემდეგი 9 ჯგუფის. 12, 14, 16, 17, 18, 20, 22, 24 და 26.

ბაგირების მიწოდებას აქვს თავისი სპეციფიკური წესი. უნდა უკონდეს აღნიშნული აუცილებლად დიამეტრი, დანიშნულება, მავთულების მარკა, შეგრების მეთოდი და მიმართულება, სამარკო ჯგუფი. მაგალითად, სახელმწიფო სტანდარტის ГОСТ 3062-61 მიხედვით ბაგირი 6, 10-Г-В-Н-16-0 ნიშნავს; ბაგირი არის 6, 10 მმ. დიამეტრის, სატვირთოა (Г), დაზადებულია უმაღლესი მარკის მავთულისაგან (В), დაგრების არ იშლება (Н), გამგლეჯი ძალის ჯგუფია 16,0.

2) ფლადის ამწევი დახურული ბაგირი სპირალური ბაგირია, აქვს ზეტის (Z) ფორმის მავთულები ერთ ფენაში, X ფორმის მავთულები ერთ, ორ და სამ ფენაში. 20-33 მმ. დიამეტრის ბაგირები მზადდება ერთ ფენად X ფორმის მავთულებისაგან, 50 მმ. დიამეტრის ბაგირი კი სამ ფენად. უშვებენ სამი სამარკო ჯგუფის (გამგლეჯი ძალისადმი წინააღმდეგობის მიხედვით) ბაგირებს, 14, 15 და 16.

3) კრმაგი შეგრების ფლადის ბაგირს აქვს მრავალი ნართის კონსტრუქცია 12 36 (1 7 7/7 14), ეს არის 12-ნართიანი ბაგირი. შეიძლება იყოს ადამიანისა და

ტვირთის გადასაცემანი-გადასაზიდი და სატვირთო. ამ ჯგუფის ბაგირების ძირითადი ზომებია: ბაგირის დიამეტრი 36-65 მმ, ცენტრალური მავთულის დიამეტრი ნართში 1,40-2,20 მმ, პირველი ფენის მავთულის დიამეტრი 1,05-1,80 მმ, მეორე ფენის მავთულისა 0,80-1,30 მმ, მესამე ფენისა 1,3-2,2 მმ; ყველა მავთულის განივჭრილის ფართობი 635,94-1847,86 მმ²; სამარკო ჯგუფია 14, 16, 17, 18 და 20. ამ ჯგუფის ბაგირების ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტში - ГОСТ 16827-71.

4) ფლადის ბრტყელი ბაგირი გამოდის 8 4 7 (1 6) კონსტრუქციის. ის არის ორი სახის - ადამიანების გადასაცემანი და სატვირთო. ბაგირი შედგება ოთხი შეიშმავებულიანი ნართის 8 რიგისაგან. ბაგირები არის შემდეგი განზომილების: სიგანე 72-119 მმ; 32 ცენტრალური მავთულის დიამეტრი 1,3-2,1 მმ; ფენებში 192 მავთულის დიამეტრი 1,2 2,0 მმ. ყველა მავთულის განივჭრილის ფართობი 259,62-714,0 მმ². ამ სახის ბაგირების 5 სამარკო ჯგუფია: 14, 16, 17, 18, 20. ამ ჯგუფების ბაგირების ტექნიკური მაჩვენებლები მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტში ГОСТ 3091-69.

5) ფლადის საავიაციო ბაგირი გამოყენებულია თვითმფრინავების მართვის სისტემაში. ამზადებენ ორი ტიპის ბაგირს: ორმაგი შეგრებვის 6X7 (1+6)+(1+6) კონსტრუქციის და ორმაგი შეგრებვის. 6X19(1+6+12) კონსტრუქციის. დამზადებულია მოთუთული, უმაღლესი მარკის

მავთულსაგან ან უთანგავი ფლადის მავთულსაგან. მათი სამარკო ჯგუფია 20. ძირითადად გამოდის 2,50 მმ. დიამეტრის. ამ ჯგუფის ბაგირების ტექნიკური მარცენებლები მოყვებულია სახელმწიფო სტანდარტში ГОСТ 2172-71.

ბაგირები უნდა იყოს მაღალხარისხოვანი. მათი ხარისხის ძირითადი მარცენებლებია მაღალი სიმტკიცე, დრეკადობა, პროპორციულობა, ცალ-ცალკე და ერთად მავთულების წინააღმდეგობა გაგლეჯვისადმი, საიმედოება ექსპლუატაციაში. ყველა ეს მარცენებელი განუხრელად უნდა შეესაბამებოდეს შესაბამისი სტანდარტებისა და ტექნიკური პირობების მოთხოვნებს.

ბაგირების მექანიკურ თვისებებს ამოწმებენ გაჭიმვის, გრეხილობით და მოღუნვით. ასევე ბაგირის დიამეტრი, ცენტრალური და ფენაში შემავალი მავთულების დიამეტრი, ყველა მავთულის განივჭრილის ფართობი, მავთულების შეგრესვის რაოდენობა უცილობლად უნდა შეესაბამებოდეს დადგენილ ნორმატივებს. დაუშვებელია ბაგირში წყვეტილი, ზედაპირად გადაგრეხილი, მოტეხილი მავთულების არსებობა. მავთულების ზედაპირი უნდა იყოს სუფთა დაუთანგავი, ყოველგვარი: ბზარისა და ნარჩაპანის გარეშე.

§ 5. ჯაჭვი

ლითონის ჯაჭვი წარმოადგენს გაჭიმულ ან შეკრული პროფილის (კონტურის) ნაკეთს, რომელიც შედგება ერთმანეთთან შეერთებული ერთნაირი რგოლებისაგან. ჯაჭვი

გამოყენებულია მანქანათმშენებლობაში, მშენებლობაში, ტრანსპორტზე და სხვა დარგებში. ჯაჭვს ასევე დიდი გამოყენება აქვს საყოფაცხოვრებო-სამეურნეო დანიშნულების საქონლის წარმოებაში.

ჯაჭვის საწარმოებლად გამოყენებულია დაბალნახშირბადოვანი ცივად გლინული ფლადის მავთულები, ასევე *СТЗУ* მარკის სპეციალური ფლადის მავთული და კონსტრუქციული ფლადების მავთული.

ჯაჭვის წარმოების მეთოდის სპეციფიკურია და ძირითადად მდგომარეობს იმაში, რომ მავთულებს ან მავთულების წნელებს ჭრიან განსაზღვრული სიგრძის ღეროებად, მიღებულ ღეროებს ღუნავენ და მათ დაბოლოებებს აერაბენ შედუღვით, ქედეით ან სხვა მეთოდით; მიღებულ რგოლებს აერთიანებენ ერთ, მთლიან ჯაჭვად.

ჯაჭვს ძირითადად აჯგუფებენ დანიშნულების, კონსტრუქციის, მასალისა და ზომების მიხედვით.

დანიშნულების მიხედვით ჯაჭვს ყოფენ წვეადი, ამძრავი, სატრანსპორტო, ღუზების ჯაჭვებად, ასევე დაზგებზე, მანქანებსა და შექანიზმებში გამოყენებულ ჯაჭვებად. ჯაჭვს დიდი გამოყენება აქვს სოფლის მეურნეობაში, ყოფაცხოვრებაში,

კონსტრუქციის მიხედვით არჩევენ ფირფიტოვან (მილისის ან გორგოლაჭის), ანკესისებურ, სახსარისებურ და სხვა ფორმის ჯაჭვებს.

წვეადი ჯაჭვი შედარებით მრავალფეროვანია კონსტრუქციისა და მუშაობის პირობების მიხედვით. წვეადი

ჯაჭვის რგოლებში ფინებს ამზადებენ პარალელური სწორი წახნაგებით. ბრტყელი ფირფიტების ბოლოებში გაბურღადენ ცილინდრული ფორმის გამჭოლ ნახერებებს, რომლებშიც ჩაწნესავენ შესაბამისი რაოდენობის ფასონურ, ცილინდრულ შემაერთებელ ღიღვაკს და შილის.

ამძრავი ჯაჭვები კონსტრუქციით ნაკლებად განსხვავდება წვეადი ჯაჭვების კონსტრუქციისაგან. ამძრავი ჯაჭვის რგოლებში ფინებს ამზადებენ რვიანის ფორმის კონტური.

წვეადი და ამძრავი ჯაჭვების სორტამენტი ძირითადად უკუფდება ტიპოზომების მიხედვით. მაგალითად, სოფლის მეურნეობის მანქანებისთვის განკუთვნილი ჯაჭვი შეიქმნას ამძრავი გორგოლაჭის 13 ტიპობრივი ზომის ჯაჭვს.

ჯაჭვის ასორტიმენტი ძირითადად შეიქმნას შემდეგ სახეებს:

1) ამძრავი ანკესური ჯაჭვს ამზადებენ დატვიფრული რგოლებისაგან, რომელთა ზომა 30 მმ ბიჯისათვის არის 2,5 მმ, ხოლო 38 მმ ბიჯისათვის - 3,2 მმ.

2) ღუზის ჯაჭვს ამზადებენ საშუალო ნახშირბადოვანი სპეციალური *CT34* მარკის ცხელი გლინგით მიღებული ფლადისაგან შედუღების ან ჭედვის შემთხვევაში. უშვებენ 80 მმ-მდე დიამეტრის ღუზების ჯაჭვებს.

3) რგოლურ ჯაჭვს აქვს მრგვალი რგოლები, გამოყენებულია ტრანსპორტზე, ხე-ტყის, სამამადნო მრეწველობაში.

4) განზომილების ჯაჭვი რგოლების ერთობლიობა

რომლებიც ქმნიან წაკეთილ კონტურს. გამოოყენებიან დაზგებზე სხვადასხვა დეტალის ზედაპირის ზომების განსასაზღვრად.

§ 6. სამაგრი ნაწარმი

ამ ჯგუფის ნაწარმს მიეკუთვნება ლითონის ნაკეთობანი, რომლებსაც იყენებენ მშენებლობაში, წარმოებაში, ყოფა-ცხოვრებაში ლითონის, ხის, პლასტმასისა და სხვა საგნების ან მათი ნაწილების შესაერთებლად, ასევე საოჯახო საგნების, ხელსაწყოების საჭიროებისათვის, სამშენებლო კონსტრუქციებისათვის და სხვ.

სამაგრი ნაწარმი მზადდება დაბალნახშირბადოვანი რემულტბრივი ხარისხის ფლადის მავთულებისაგან და წნელოვანი ნაგლინისაგან. კვანძებისა და კონსტრუქციების საბასუხისმგებლო დეტალების შესაერთებლად გამოყენებულია საშუალო ნახშირბადოვანი ან ლეგირებული ფლადისაგან მიღებული წნელოვანი ნაგლინი. სამაგრი ნაწარმს ასევე ამზადებენ თიბრისაგან, სპილენძისაგან, ალუმინისაგან და სხვა ფერადი ლითონების შენადნობისაგან.

დანიშნულების მიხედვით სამაგრი ნაწარმს უკოფენ ორ ჯგუფად - საერთო და სპეციალური დანიშნულების ნაწარმად; დადარგის ნიშნის მიხედვით არის დაღარული ან გლევი ნაწარმი; დამზადების სიზუსტის მიხედვით არჩევენ უხეში, ნორმალური და გაზრდილი სიზუსტით დამზადებულ ნაწარმს; მასალის მიხედვით არჩევენ ფლადის, თიბრის, სპილენძის და ა.შ. ლითონებისაგან დამზადებულ ნ

ულ ნაწარმს. საკლასიფიკაციო ნიშნებია ზომები, დამზადების შეიშლი და სხვ.

სამაგრო ნაწარმის ასორტიმენტი ფართოა და პრაქტიკულად ყველაზე მეტად გამოყენებულია შემდეგი სახეების: ხრახნი, ჭანჭიკი, ქანჩი, წყირო, სარტი, სოგმანი, საყელური, ჭალიბყურა, ლურსმანი, მოქლონი.

1) ხრახნი ცილინდრული ღეროა, რომელიც დადარულია, ღეროს ერთ მხარეზე აქვს თავი (ქული) გაკეთებული, ხოლო მეორე ბოლო ჩაღრმავებულია. მათი დაჯგუფება ხდება თავების ფორმის, ბიჯების ზომის, ღეროს სიგრძის და დაბოლოების ფორმის მიხედვით. ეს ნაირსახეობა და განზომილებანი მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტში - ГОСТ 1759-70. ყველაზე მეტი პრაქტიკული გამოყენება პოვა დასაყენებელმა ხრახნმა, რომელსაც აქვს ცილინდრის ფორმის თავი და ასევე ცილინდრული დაბოლოება, რომლის ბიჯის სიგრძეა 3-25 მმ. ასევე შეიძლება აქონდეს ხრახნს ბრტყელი, კონუსური და ჩაბურღული ბოლოები. დასაყენებელი ხრახნი კონუსური დაბოლოებით გამოდის 2-50 მმ სიგრძის, ცილინდრული დაბოლოებით - 6-50 მმ სიგრძის, ხოლო ჩაბურღილი დაბოლოებით 4-50 მმ სიგრძის.

დასაყენებელი ხრახნები, რომელსაც აქვთ ექვსწახნაგოვანი და კვადრატული თავები და ცილინდრული დაბოლოებანი, გამოდის 12-100 მმ სიგრძის (აქვს მსხვილი და წვრილი ბიჯები). დასაყენებელი კვადრატულთაგანანი ხრახნი, რომელსაც აქვს მომრგვალებული დაბოლოება, გამოდის 14-100 მმ სიგრძის, ცილინდრულთაგანანი ხრახნი,

რომელსაც აქვს ბრტყელი კონუსური დაბოლოება და ექვსწახნაგოვანი ჩაღრმავება, გამოდის 10-100 მმ სიგრძის და აქვს წვრილი და მსხვილი ბიჯები.

2) ჭანჭიკი წარმოადგენს ცილინდრულ ღეროს, რომლის ბოლო ნაწილი დაღარულია და დამაგრებისათვის საჭიროა ქანჩის მოხრახნვა. იმისათვის, რომ მჭიდროდ დამაგრდეს ქანჩის ქვეშ ათავსებენ საყელურს ან ჭილიბყურას, რომელიც გამოორიხავს ქანჩის თვითგამოხრახნვას.

ფლადის ჭანჭიკებს ამზადებენ უხეში, ნორმალური და გაზრდილი სიზუსტით. გაზრდილი სიზუსტით დამზადებული ჭანჭიკები ხასიათდება ზომებში მინიმალური გადახრით და შესაბამისი დიამეტრებით გამოდის 18-200 მმ სიგრძის. მაგალითად, 6 მმ დიამეტრის ჭანჭიკის სიგრძეა 18, 20, 22 და 25 მმ. აქვს ექვსწახნაგა თავი, ღარის ბიჯის მიხედვით არის წვრილი და მსხვილბიჯიანი ღარები.

უხეში სიზუსტის ჭანჭიკი თავის ფორმის მიხედვით არის 1 ნახევრადმრგვალი და „ცრუთავიანი“. ნახევრადმრგვალთავიანი ჭანჭიკი გამოდის ორნაირი: ერთი 20-200 მმ სიგრძისა და 6-24 მმ ნომინალური დიამეტრის, ხოლო მეორე, რომელსაც აქვს გადიდებული ნახევრადმრგვალი თავი, გამოდის 25-200 მმ სიგრძის; „ცრუთავიანი“ ჭანჭიკის სიგრძეა 25-200 მმ. ჭანჭიკი კონუსურთავიანი ჭანჭიკის სიგრძეა 40-100 მმ. ჭანჭიკების ნაირსახეობა და განზომილებანი მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტში - ГОСТ 1759-70.

3) ქანჩი ხრახნული შეერთების დეტალია, რომელსაც აქვს დაღარული ნახვრეტი. იგი გამოიყენება მანქანების, კონსტრუქციების, ხელსაწყოებისა და სხვათა დეტალების შესაერთებლად. ქანჩი ჩაიხრახნება ჭანჭიკის ღარში ან სარჭის ღარში. ქანჩს უნდა აქონდეს ისეთი ფორმა, რომ კარგად მოერგოს ქანჩის გასაღებს.

ამზადებენ სხვადასხვა კონსტრუქციის ქანჩს, იგი შეიძლება იყოს ექვსწახნაგა, ოთხწახნაგა, მრგვალი, გასქელებული, ხუფისებური და სპეციალური კონსტრუქციის. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ექვსწახნაგა ქანჩის სახე. იგი არის მყარად დამკვრის. სპეციალური დანიშნულების ქანჩი გამოყენებულია ხელსაწყოებისა და მანქანების მრეწველობაში სპეციალური დეტალების, კვანძების შესაერთებლად. ყველა ქანჩი კომპლექტდება შესაბამისი პროფილისა და ზომის ჭანჭიკით.

4) წკირი (ჭტიჭტი) წარმოადგენს განსაზღვრული სიგრძის მრგვალ ღეროს, რომელიც განკუთვნილია ორი ერთმანეთთან მიერთებული უძრავი დეტალის დასამაგრებლად. ფორმის მიხედვით გამოდის ცილინდრული და კონუსური. ცილინდრული საერთო დანიშნულების წკირები გამოდის 2,5-280 მმ სიგრძის და 0,005-50 მმ დიამეტრის. ცილინდრული ნაჭდევი წკირი გამოდის 4-120 მმ სიგრძის, ხოლო იგივე ჩაბურღილი ბოლოებით 6-200 მმ სიგრძის. კონუსური საერთო დანიშნულების წკირი გამოდის 4-280 მმ სიგრძის და 0,6-50 მმ დიამეტრის. შიგნიდან რკინის კონუსური წკირი გამოდის 25-280 მმ სიგრძის. ასევე

გამოღის ზამბარის ცილინდრული და კონუსური წყირები.

5) მოქლონი წარმოადგენს ცილინდრულ ღეროს, რომელსაც ერთ მხარეზე აქვს თავი, ხოლო ცხელი ან ცივი მეთოდით ხდება მეორე დაბოლოების დაყოფა, რაც კრავს, ამაგრებს ღიბონის ფურცლებს, საღებებს. გამოიყენება ისეთი დეტალების შესაერთებლად, გასამაგრებლად, რომლებიც შემდეგში არ განცალკევდებიან (არ დაიშლებიან). თავის ფორმის მიხედვით მოქლონი შეიძლება იყოს მრგვალი, ნახევრადმრგვალი და ბრტყელი. მზადდება ნახშირბადოვანი ფოლადისაგან, ალუმინისაგან, სპილენძისაგან, თიბრისაგან, ფოლადის მოქლონის სიგრძეა 2-180 მმ, დიამეტრია 1-36 მმ, ხოლო სპილენძის მოქლონს აქვს 4-50 მმ სიგრძე და 2-9 მმ დიამეტრი. მოქლონი ფორმისა და ზომის მიხედვით უნდა შეესაბამებოდეს სახელმწიფო სტანდარტის - ГОСТ 10304-70 მოთხოვნებს.

6) ლურსმანი ფართოდ გავრცელებული სამაგრი ნაწარმია, რომელიც ძირითადად გამოიყენებულა ხის ნამზადის შესაერთებლად - დასამაგრებლად. ლურსმანის ძირითადი პარამეტრებია ღერის სიგრძე და დიამეტრი. მას ამზადებენ უმეტესად ჩვეულებრივი ხარისხის მცირენახშირბადოვანი ფოლადისაგან, ასევე უჟანგავი ფოლადისაგან და ფერადი ღიბონებისაგან.

დანიშნულების მიხედვით ლურსმანი არის სამშენებლო, ტოლის, სახურავის, მოსაპირკეთებელი, ტარის, დეკორატიული, შიფერის, შპალერის, გემამშენებლობისა და სხვა ტექნიკური დანიშნულებისათვის.

ლურსმნის ზომა და ფორმა უნდა შეესაბამებოდეს სახელმწიფო სტანდარტით - ГОСТ 283-63 მოახონებებს. საპ-
 შენებლო ლურსმანი გამოდის კონუსისებური და ბრტყელა-
 ვიანი. პირველს აქვს 32-250 მმ სიგრძე. ხოლო მეორეს
 8-50 მმ სიგრძე. ტოლის ლურსმანი გამოყენებულია ტო-
 ლის, რუბეროიდის (ბიტუმიდან სახურავი მასალების) და-
 სამაგრებლად ხის ნამზადთან. განირჩევა ღეროს თავის
 დიდი დიამეტრით. გამოდის 20-40 მმ სიგრძის და 2-3 მმ
 დიამეტრის. სახურავის ლურსმანი გამოვალისწინებულია
 სახურავი ფურცლოვანი ფოლადის ხის სახურავის ცხურთან
 დასამაგრებლად. ახასიათებს ღეროს დიდი სისქე (3,5 მმ)
 და მცირე სიგრძე (40 მმ). უშვებენ ორი ტიპის - მრგვალ
 და ფასონურ ლურსმნებს; მოსაპირკეთებელი ლურსმანი გა-
 მოყენებულია ფირფიცრებისა და სხვა მოსაპირკეთებელი
 დეტალების დასამაგრებლად. გამოდის 8-10 მმ სიგრძის
 და 0,8-2 მმ დიამეტრის; დეკორატიული ლურსმანი გამო-
 ყენებულია კარებზე, ავეჯზე, ჩემოდნებსა და სხვა ნა-
 წარმზე ტყავისა და მისი შემცველების დასამაგრებლად.
 ღეროს თავის ფორმის მიხედვით უშვებენ მრგვალ, კვადრატულ
 და ფასონურ ლურსმნებს. ამზადებენ 20 მმ-მდე სი-
 გრძისა და I, 2 მმ-მდე დიამეტრის დეკორატიულ ლურსმნებს;
 შპალერის ლურსმანი გამოყენებულია ძირითადად რბილი
 ავეჯის წარმოებაში, კერძოდ, ავეჯის ხის ნაწილებზე
 ავეჯის ქსოვილების დასამაგრებლად. ამზადებენ 8-25 მმ
 სიგრძის და I, 6-2 მმ დიამეტრის ლურსმანს; ტარის ლურსმა-
 ნი. გამოყენებულია ხის ტარის წარმოებაში და გამოდის

25-80 მმ სიგრძის და 1,6-3 მმ დიამეტრის პრეტყელაფი-
ანი ლურსმანი;

ოიფერის ლურსმანი გამოყენებულია ამ სახურავი მა-
სალის ხის დეტალებზე დასამაგრებლად. მზადდება 36 და
90 მმ სიგრძის, შესაბამისად 3 და 4 მმ ღეროს დიამეტ-
რისა და 8 და 12 მმ ღეროს თავის დიამეტრის ლურსმნები.

ლურსმანს ასევე ამზადებენ ფერადი ლითონებისაგან
და მათი შენადნობებისაგან. განსაკუთრებით დიდი გამო-
ყენება აქვს გემთშენებლობაში სპილენძის ლურსმანს, იგი
მზადდება 20-100 მმ სიგრძისა, ღეროს დიამეტრია 2-5 მმ.

სამაგრი ნაწარმის ხარისხისადმი მოახლოვნები გათვა-
ლისწინებულია ამ ჯგუფში შემავალი ნაწარმის შესაბამის
სტანდარტებში და მათი მექანიკური თვისებები - ფორმა,
ზომა, ზედაპირული დამუშავების სიზუსტე უნდა პასუხობ-
დეს სტანდარტების ტექნიკურ პირობებს. საერთოდ კი სა-
მაგრმა ნაწარმმა უნდა უზრუნველყოს დეტალების ერთმა-
ნეთთან მტკიცე, ურღვევი შეერთება-დამაგრება. ნაწარმზე
ღარები უნდა იყოს სუფთა; ყოველგვარი ანაგლეჯისა და
შვერილის გარეშე, ბოლომდე უნდა აქონდეს სწორი ფორმა;
ნაწარმის ზედაპირზე დაუშვებელია რაიმე მექანიკური და-
ზიანება; ლურსმანს უნდა აქონდეს მაღალი მედეგობა და
ტყვიითი ზემოქმედებისადმი, დარტყმისას არ უნდა იკლუნე-
ბოდეს და ამავდროულს უნდა აქონდეს საკმარის სიბლანტე.
ლურსმანის ღეროს უნდა აქონდეს მკაცრი პერპენდიკულარუ-
ლი მდგომარეობა ღეროს თავის საყრდენი ზედაპირის მი-
მართა და უნდა შეებარებოდეს მის ცენტრში.

თ ა ვ ი VII

ლითონის ნაწარმის შეფუთვა, ნიშანდება,
ტრანსპორტირება და შენახვა

ლითონური ნაწარმის (მეტეზის) ნიშანდება, შეფუთვა, ტრანსპორტირება და შენახვა ხდება შესაბამისი სტანდარტებისა და ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით.

როგორც წესი, ყველა ნაწარმზე, ძალზე წეროლი ნაკეთობის გამოკლებით, აღნიშნავენ დამამზადებელი საწარმოს სასაქონლო ნიშანს და საცალო ფასს, ხოლო ატესტაციაგავლილ პროდუქციას უკეთდება ხარისხის სახელმწიფო ნიშანი. ნიშანდების წესი განისაზღვრება ნაწარმის მიღების ტექნოლოგიური პროცესით და ზედაპირული დამუშავების მეთოდით. მაგალითად, ჩამოსხმით მიღებული ნაწარმს ნიშანდება უკეთდება ჩამოსხმის პროცესში, დატვიფრით მიღებულ ნაწარმს - დატვიფრის პროცესში. ემაღირებული ნაწარმის ნიშანდება ხდება სხვა ფერის ემაღლის ტრაფარეტით მისი შემდგომი გამოწვიით. შეღებილი ნაწარმის ნიშანდება ხდება გამოურეცხავი კონტრასტული საღებავით. რაც შეეხება რძული ფორმის ნაწარმს, მისი ნიშანდება ხდება ჯერ ლითონის ფირფიტაზე და მერე მას ამაგრებენ ნაწარმის კორპუსის გარკვეულ ადგილზე.

ნიშანდებაში მოცემული უნდა იყოს ნაწარმის დასახელება, ხარისხი, მარკა, არტიკული, ფასი, სახელმწიფო სტანდარტის ნომერი, დამამზადებელი საწარმოს სახელწოდება და მისამართი, ტექნიკური კონტროლის განყოფილების აღნიშვნა, სპეციფიკური ტექნიკური პარამეტრები,

დამზადების წელი და სხვა მაჩვენებლები.

ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს ლითონის ნაწარმის თვისებების შენარჩუნებაზე არსებით გავლენას ახდენს მათი სწორად შეფუთვა, ტარის შერჩევა. შესაფუთად გამოყენებულია სხვადასხვანაირი ყუბები, კონტეინერები, რომლებიც დამზადებულია ხისგან, ლითონისაგან, პლასტმასისაგან, მუყაოს ქაღალდისაგან, ასევე დამზადრე ე.წ. შიგა შესაფუთი მასალები, როგორცაა ქაღალდი, ქსოვილი, ფენები და სხვ.

შიდა შეფუთვისათვის გამოყენებულია სპეციალური შესაფუთი ქაღალდი, პარაფინებული და ინჰიბირებული ქაღალდები. შიდა შეფუთვის შემდეგ მთლიან შეფუთვას უკეთებენ ნიშანდების შტამპს, აწებებენ ან მიასკენიან იარაღებს, ხოლო შემდგომ ტრანსპორტირებისათვის ათავსებენ ტის ყუბებში.

სხვადასხვა ლითონის ნაწარმს შესაბამისად ფრთხილად მაგალითად, სახურავის თხელფურცლოვან ფოლადს აწვდიან ფურცლებად, ეს ფურცლები იფუთება შეკვრად ან რულონებში. ფურცლების შეკვრას შემოახვევენ თხელფურცლოვანი ფოლადი და შეკრვენ ფოლადის ლენტით. თითოეულ შეკვრაში ფურცლების რაოდენობა სტანდარტული უნდა იყოს - ერთი შესაფუთი ადგილის მასა არ უნდა აღემატებოდეს 5 ტონას, თუმცა მიმღები ორგანიზაციის თანხმობით შეიძლება იყოს მეტიც. თუ ხელით ხდება დატვირთვა, მაშინ ერთი შეკვრის მასა არ უნდა აღემატებოდეს 80 კგ. თითოეულ შეკვრას უნდა ექონდეს თავისი იარაღი შემდეგი აღნიშვნით: საწარ-

მოს დასახელება, სასაქონლო ნიშანი, ფლადის მარჯა, ჯგუფი, ფურცლის მასა და ზომა, შეკვერის მასა-ნეტო და ბრუტო, ტექნიკური კონტროლის დამდა.

საერთოდ დიდი მასის მქონე ლითონის ნაწარმის შეფუთვას ყოფენ ორ ჯგუფად - ბარიერული ანუ შიდა და სატრანსპორტო შეფუთვა. ბარიერული შეფუთვის დანიშნულებაა ნაწარმამდე არ დაუშვას ან შეანელოს წყლის ორქლის, აგრესიული აირების და სხვა მავნე ნივთიერებების შეღწევა და შეუნარჩინოს ნაწარმის ზედაპირს საცხი ზეთები და საერთო შეზეთვა. ბარიერული შეფუთვისათვის გამოყენებულა პარაფინებული ქაღალდი, ინჰიბირებული ქაღალდი, პოლიეთილენის აფსკი ან პოლივინილქლორიდის პაკეტი. შეფუთვაზე კეთდება მარკირება, ანუ ნიშანდება, სადაც აღნიშნავენ ტექსტს, მომწოდებლის პირობით აღნიშვნას, მიმღების დასახელებასა და მისამართს, შეფუთული ნაწარმის ტრანსპორტირებისა და შენახვის წესებსა და პირობებს.

ლითონური ნაწარმის ტრანსპორტირების პირობები დაცოფილია სამ კატეგორიად: საშუალო, მაგარი და ძალიან მაგარი. საშუალო პირობებს ეკუთვნის ნაწარმის გადაზიდვა რკინიგზით დახურული ვაგონებით ან დახურული ავტომანქანებით; მაგარ კატეგორიას ეკუთვნის ნაწარმის გადაზიდვა რკინიგზის ღია ბაქნით ან ღია ავტომანქანით, გემის ტრიუმებში. ძალიან მკაცრ პირობებს ეკუთვნის ნაწარმის ტრანსპორტირება გემის ღია ბაქანზე (ზღვის წყლისაგან მაინც უნდა იყოს დაცული).

ხარისხის და საერთოდ ლიონური ნაწარმის სასა-
ქონლო სახის შენარჩუნებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს
მათი შენახვის ოპტიმალური პირობების დაცვას. ეს პი-
რობები მოცემულია სახელმწიფო სტანდარტში - IS150-69.
იმის მიხედვით, თუ ატმოსფერო რამდენად შეიცავს აქტიურ-
კოროზიულ აგენტებს ლიონის ნაწარმის შენახვის პირობე-
ბი დაყოფილია ოთხ კატეგორიად, რბილი, საშუალო, მაგა-
რი და ძალიან მაგარი. შენახვის რბილი პირობები ნიშ-
ნავს იმას, რომ ნაწარმი ინახება ისეთ შენობაში, სადაც
ხდება ატმოსფეროს პარამეტრების რეგულირება; საშუალო
კატეგორიის შენახვის დროს ნაწარმი ინახება გაუმთბარ
დახურულ შენობაში ან ღია ხახურავის ქვეშ მშრალ პაერზე
სატრანსპორტო ტარაში; მაგარი კატეგორია ნიშნავს ნაწარ-
მის შენახვას ღია ცის ქვეშ სატრანსპორტო ტარაში, ხოლო
ძალიან მაგარი - ნაწარმის შენახვას ტროპიკულ ნესტიან
პაერზე.

ლიონის ნაწარმის შენახვის ყველა ამ ოთხი კატე-
გორიის სპეციფიკური ტექნიკური მარკენებლები მოცემუ-
ლია შესაბამის სტანდარტებში. ზოგადად კი ტემპერატურა
უნდა იყოს შენობაში 12-18⁰, ჰაერის შეფარდებითი ტე-
ნიანობა 65-70%. ტემპერატურის მკვეთრი მერყეობა არ
არის დასაშვები, რათა არ უნდა მოხდეს ტენის კონდენ-
საცია ნაწარმის ზედაპირზე, რაც შემდგომში იწვევს კო-
როზიას. შენობა უნდა იყოს სუფთა, კარგად უნდა ნიაფ-
დებოდეს. სასურველია ნაწარმი ინახებოდეს სახეობის,
ტიპოზომების, ხარისხებისა და სხვა საკლასიფიკაციო

ნიშნის მიხედვით. ეს ამბვე დროს გააადვილებს ნაწარმის სწორად გაცემას საწყობიდან.

ლიტერატურა

1. სკკპ XXVI ყრილობის მასალები, გამომცემლობა „საბჭოთა საქარველო“, აბ., 1981 წ.
2. საბჭოთა კავშირის კომუნისტური პარტიის XXVII ყრილობის მასალები, „საბჭოთა საქარველო“, აბ., 1986.
3. ე. გ. ი. ო რ გ ი ძ ე, ლიონთა ტექნოლოგია, აბ., „სოფნა“, 1961 წ.
4. ე. გ. ი. ო რ გ ი ძ ე, ი. ჯ ა ნ ე ლ ი ძ ე, ლიონთა ტექნოლოგია, აბ., „განათლება“, 1973 წ.
5. მ. ჩ ა რ ე ქ ი შ ვ ი ლ ი, სამრეწველო საქონელმთოდნეობა, აბ., „სოფნა“, 1964 წ.
6. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია, ტ. 5, 6.
7. მეტალურგიის ტერმინოლოგია, აბ., 1969 წ.
8. Народное хозяйство СССР в 1984 г.
9. Народное хозяйство СССР в 1985 г.
10. В о л к о в а Т.Н., Товароведение металлов, металлических изделий и руд, М., 1973г.
11. З а й ц е в В.Г., Е щ е н к о В.Ф., Товароведение хозтоваров, М., Экономика, т.2, 1978г.
12. Промышленные материалы, изд. "Высшая школа", М., 1981г.
13. Технология металлов, Машгиз, М., 1959г.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

თავი I. ლითონმცოდნეობისა და შენადნობე-

ბის თერმული დამუშავების საფუძვლები...3

1. ლითონის მასალების მნიშვნელობა სსრკ სახალხო მურწნეობაში და მათი კლასიფიკაცია3
2. ლითონებისა და შენადნობების აგებულება და მათი კლასიფიკაცია 9
3. ლითონური შენადნობების ძირითადი ტიპები 16
4. ლითონური შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამები და მათი კავშირი შენადნობათა თვისებებთან. 21
5. ლითონების თერმული დამუშავების სახეები და დანიშნულება 30
6. ლითონების ქიმიურ-თერმული დამუშავების სახეები და დანიშნულება 39
7. ლითონების ძირითადი თვისებები და ამ თვისებათა კვლევის მეთოდები 45
8. კოროზია და ლითონების დაცვა კოროზიისაგან.... 57

თავი II. თუჯის წარმოება და დახასიათება 67

1. თუჯის წარმოებაში გამოყენებული მასალები 67
2. ბრძმედული პროცესის ფიზიკურ-ქიმიური საფუძვლები 77
3. თუჯის კლასიფიკაცია, თვისებები, სახეები და გამოყენება 81

თავი III. ფლადის წარმოება და დახასიათება. 87

1. ფლადის წარმოებაში გამოყენებული მასალები და

მიღების შედეგები	87
2. ფოლადის ჩამოსხმა და სხშულის აგებულება	
3. ქიმიური შედგენილობის გავლენა ფოლადზე და მისი კლასიფიკაცია	101
4. ფოლადის ასორტიმენტი და მარკირების პრინციპები	106
თავი IV. ფერადი ლითონები და შენადნობები ...	
1. სპილენძი და მის საფუძველზე მიღებული შენადნობები	117
ალუმინი და მის საფუძველზე მიღებული შენადნობები	123
3. ადვილდნობადი და ძნელდნობადი შენადნობები და მათი გამოყენება	127
4. ლითონური ფხენილის მასალები	131
თავი V. ფოლადის ნაგლინის სორტამენტი	
1. ნაგლინის წარმოების არსი	133
2. ფოლადის ნაგლინის სასაქონლო კლასიფიკაცია	135
3. ფოლადის ნაგლინის სორტამენტი	136
თავი VI. სამრეწველო დანიშნულების ლითონის ნაწარმის ასორტიმენტი	
1. მიღები	145
2. მავთულები	153
3. მავთულის ბადე	163
4. მავთულის ბაგირი	170
5. ჯაჭვი	175
6. სამაგრი ნაწარმი	178
თავი VII. ლითონის ნაწარმის შეფუთვა, ნიშანდება, ტრანსპორტირება და შენახვა	
ლიტერატურა	189

АНЗОР НЕКТАРОВИЧ ЛАШВИЯ
Товароведение сырья и промышленных материалов
Металлы и металлические изделия
часть I
(курс лекций)
(на грузиноком языке)
Издательство Тбилисского университета
Тбилиси 1988

გამომცემლობის რედაქტორი ლ. ბ ა ხ ტ ა ძ ე
კორექტორი ი. მ ა რ ა ბ ე ლ ი

სელმოწერილია დასაბეჭდად 27.05.88. უე 07878.
საბეჭდო ქალაღი 60484 პირობითი ნაბეჭდი
თბახი I². სააღრ.-საგამომც.თბახი 6,45
ტირაჟი 500 შეკვეთის № 217 ფასი 25 კაპ.

თბილისის უნივერსიტეტის გამომცემლობა,
თბილისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პრესპექტი, 14.

Издательство Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 14.

თბილისის უნივერსიტეტის სტამბა,
თბილისი, 380028, ი. ჭავჭავაძის პრესპექტი, 1.

Типография Тбилисского университета,
Тбилиси, 380028, пр. И. Чавчавадзе, 1.