

შადუღება

შედგენა

სახელმძღვანელო შედგენილია და გამოცემულია ა(ა)იპ „ინფრასტრუქტურის მშენებელთა ასოციაციის“ და გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) საგრანტო ხელშეკრულების შესაბამისად, მიმდინარე პროექტის, „კერძო სექტორის განვითარება და პროფესიული განათლება სამხრეთ კავკასიაში“ ფარგლებში.

წინამდებარე გამოცემაში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორებისეულია და შეიძლება არ ასახავდეს ა(ა)იპ „ინფრასტრუქტურის მშენებელთა ასოციაციის“ და გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების თვალსაზრისს.

ყველა უფლება დაცულია. სახელმძღვანელოს არცერთი ნაწილი (ტექსტი, ილუსტრაცია თუ სხვ.) არანაირი ფორმით და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის და შემდგენელის ნებართვის გარეშე.

სახელმძღვანელოს შედგენაში მონაწილეობდნენ:

ავტორი: პარმენ ყიფიანი

რედაქტორ-რეცენზენტი: ვახტანგ ბალავაძე

საგანმანათლებლო რესურსი გასაგებად და სრულყოფილად, ლაკონურად არის ჩამოყალიბებული. წარმოდგენილ ნაშრომში მოცემული რჩევები ადვილად გასაგებია და გამოადგებათ როგორც პროფესიულ სტუდენტებს/მსმენელებს, ასევე, პროფესიული განათლების მასწავლებლებს, მოკლევადიანი პროგრამების მსმენელებს და პრაქტიკოს სპეციალისტებს.

მომზადებული სახელმძღვანელო დიდ დახმარებას გაუწევს შედუღების დარგში დასაქმებულ ყველა: ტექნიკოსს, სამუშაოთა მწარმოებელს და სხვა კვალიფიცირებულ მუშას.

დიზაინერი: ვერა პაპასკირი

GIZ Georgia 2023. საავტორო უფლებები დაცულია. გამოცემულია საქართველოში Copyright

GIZ Georgia 2023. All rights reserved. Manufactured in Georgia



სარჩავი

შ ე ს ა ვ ა ლ ი	5
თავი 1. შედეგების ძირითადი ხარხების კლასიფიკაცია	7
თავი 2. დნობით ელექტრონიკური შედეგები	9
2.1. დნობით შედეგების ძირითადი სახეების მოკლე დახასიათება	9
2.1.1. ხელით ელექტრონიკური შედეგები.....	10
2.1.2. დამცავ აირებში შედეგები.....	12
2.1.3. ფლუისის საფარში შედეგები.....	13
2.1.4. ელექტრონიკური შედეგები.....	14
2.1.5. არგონირებული შედეგები.....	15
2.1.6. პლაზმური შედეგები და ჭრა.....	16
2.1.7. ელექტრონიკური შედეგები.....	19
2.1.8. ლაზერული შედეგები.....	20
2.2. შედეგების აბაზანის წარმოქმნა და ნაკერის ლითონის კრისტალიზაცია	21
2.3. თერმული გავლენის ზონის წარმოქმნა და აგებულება	23
2.4. დნობით შედეგების პროცესის ტექნოლოგიური თავისებურებანი	25
2.4.1. ხელით ელექტრონიკური შედეგები	25
2.4.2. დამცავ აირებში შედეგები.....	28
2.4.3. წყალქვეშა შედეგები.....	33
თავი 3. აირული შედეგები და ჭრა	37
თავი 4. ლითონების რჩილვა. პროცესის არსი	45
4.1. რჩილვის დროს გამოყენებული მასალები	47
4.2. რჩილვის ტექნოლოგია და მეთოდები	49
თავი 5. კლასტრების შედეგები	56
5.1. კლასტრების ზოგადი დახასიათება და თვისებები	56
5.2. კლასტრების აგებულება და თვისებები	56
5.3. კლასტრების შედეგების მეთოდები	58
5.3.1. გახურებული აირით შედეგები.....	59
5.3.2. გახურებული იარაღით შედეგები.....	60
5.4. ხახუნით შედეგები	64
5.5. ულტრაბგერითი შედეგები	64
5.6. მაღალი სიხშირის დენებით შედეგები	67
5.7. გამოსხივებით შედეგები	67
თავი 6. მასალის შედეგები კონსტრუქციების დასაფუძვლებლად	69
6.1. ლითონური მასალები. ლითონთა თვისებების კლასიფიკაცია	69
6.1.1. ლითონთა ფიზიკური თვისებები.....	69
6.1.2. ლითონის ქიმიური თვისებები.....	70
6.1.3. ლითონების მექანიკური თვისებები.....	71
6.1.4. ლითონის ტექნოლოგიური თვისებები	72
6.2. ლითონებისა და მათი შენადნობების შედეგებადობა	73
6.3. შედეგების ძაბვები და დეფორმაციები	75
6.4. ძაბვების და დეფორმაციების შემცირების გზები	79

თავი 7. შენადული შეერთება და მათი დახასიათება	82
7.1. შენადული შეერთების მიმართ წყენებული მოთხოვნები.....	82
7.2. შენადული შეერთებისა და ნაკერის ტიპები.....	83
7.3. შედუღების რეჟიმის პარამეტრების გავლენა ნაკერის ზომებზე.....	91
7.4. პირაპირა ნაკერების შესრულების ტექნიკა.....	92
7.5. კუთხური ნაკერების შესრულების ტექნიკა.....	94
7.6. შედუღების რეჟიმების შერჩევა და ნაკერის შესრულების ტექნიკა სხვადასხვა სივრცულ მდებარეობაში.....	95
თავი 8. დაფაქტაბი შენადული შეერთება	98
8.1. ცხელი (კრისტალიზაციური) ბზარები.....	99
8.2. ცივი ბზარები.....	102
8.3. ფორები შენადულ ნაკერში.....	103
8.4. არალითონური ჩანართები შენადულ ნაკერში.....	103
8.5. წილური ჩანართები, გაწვა, კრატერები და შენადული შეერთების სხვა დეფექტები.....	104
თავი 9. საშემდუღებლო მასალები	105
9.1. საშემდუღებლო მავთულები და დეროები.....	106
9.2. ფხვნილგულა მავთული.....	107
9.3. საშემდუღებლო ელექტროდები.....	108
9.3.1. ელექტროდების დანაფარის სახეები.....	111
9.4. დამცავი აირები.....	111
თავი 10. საშემდუღებლო მოწყობილობა	113
თავი 11. ნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ფოლალების შედუღების	120
თავი 12. ლაგირაბული ფოლალების შედუღების ტექნოლოგია	126
12.1. დაბალტეგირებული ფოლალების შედუღება.....	126
12.2. საშუალოტეგირებული ფოლალების შედუღების თავისებურებანი.....	128
თავი 13. თუჯების შედუღების ტექნოლოგია	131
თავი 14. ლითონების თერმული დამუშავება	137
14.1. შენადნობების თერმული დამუშავების ტექნოლოგია.....	141
14.2. ფაზები და სტრუქტურული მდგენელები რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში.....	142
14.3. თერმული დამუშავების სახეები.....	144
თავი 15. ლითონებისა და მათი შენადული შეერთების ხარისხის კონტროლი	148
15.1. მრღვევი და ურღვევი კონტროლის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია.....	148
15.2. ვიზუალურ-ოპტიკური (ვო) კონტროლი (გარეგანი დათვალიერება).....	148
15.3. ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპია.....	150
15.4. კონტროლის მაგნიტური მეთოდები და მათი ფიზიკური საფუძვლები.....	154
15.4.1. მაგნიტურფხვნილური მეთოდი.....	155
15.4.2. მაგნიტოგრაფიული მეთოდი.....	156
15.5. კაპილარული დეფექტოსკოპია.....	158
თავი 16. ჯანმრთელობის დაცვა და შრომის უსაფრთხოება საშემდუღებლო ადგილზე	160
16.1. უსაფრთხოების ტექნიკა საშემდუღებლო საშემოების შესრულებისას.....	164
16.2. პირველი დახმარება საწარმოში.....	165
თავი 17. დარგობრივი კომუნიკაცია	173

შესავალი

შენობა-ნაგებობებში გამოყენებულ სამშენებლო კონსტრუქციებში ყოველწლიურად იზრდება ლითონის კონსტრუქციების წილი, მათი საიმედოობის (სიმტკიცე, სიხისტე, მდგრადობა), ეკონომიურობის, სამუშაოების შესრულების სისწრაფის და სხვა მაჩვენებლების გამო.

ლითონის კონსტრუქციების დამზადებისას გამოყენებული შეერთებების ტიპებიდან (ჭანჭიკებით, მოქლონებით, შედუღებით), სამშენებლო კონსტრუქციების 80%-მდე, შედუღებით მზადდება.

შენადმი კონსტრუქციების ხარისხი და საიმედოობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შემდუღების კვალიფიკაციაზე, განსაკუთრებით ბოლო წლებში, როდესაც მშენებლობაში მკვეთრად გაიზარდა გამოყენებული თხელკედლიანი კონსტრუქციების წილი. შემდუღების პროფესია იმ პროფესიული კადრების ჩამონათვალში შედის, რომელთა დეფიციტს განიცდის სამშენებლო სფერო.

ლითონის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული არსებული და ახალი მასალები, განახლებული საშემდუღებლო მოწყობილობა, შედუღების ხერხების და მეთოდების სრულყოფა, შედუღების ტექნოლოგიებში ახალი ტენდენციების ჩამოყალიბება, შემდუღებისაგან ითხოვს კვალიფიკაციის მუდმივ ამაღლებას.

საგანმანათლებლო პროგრამის მიზანია, კვალიფიციური შემდუღების მომზადება, რომელიც შეძლებს მშენებლობაში და არამარტო მშენებლობაში გამოყენებული კონსტრუქციების შედუღების ტექნოლოგიის მიხედვით დამზადებას, საშემდუღებლო და დამხმარე მოწყობილობასთან მუშაობას, შედუღების პროცესში წარმოქმნილი პრობლემების გადაწყვეტაში მონაწილეობის მიღებას, კომპეტენციის ფარგლებში, და მოტივირებული იქნება მუდმივად იმაღლებდეს კვალიფიკაციას

და ისწრაფვოდეს პროფესიული თვალსაზრისით წინსვლაზე. ასევე, იღებდეს საბაზო ცოდნას, რომელიც მას გამოადგება შემდეგ საფეხურზე სწავლის გაგრძელების შემთხვევაში.

ამასთან, ის შეძლებს დამსაქმებელთან კომპეტენციის ფარგლებში კომუნიკაციას, მშენებლობის სფეროში გამოყენებული ლითონის კონსტრუქციების დამზადებისა და შემდგომი უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის.

შემდუღებელი შეიძლება დასაქმდეს მშენებლობის დარგის ყველა მიმართულებით, როგორც სახელმწიფო, ისე – კერძო სტრუქტურებში, რომელთა საქმიანობაც დაკავშირებული იქნება ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებასთან, სარეკონსტრუქციო და სარემონტო სამუშაოებთან.

ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებისას გამოყენებული ზოგადი განმარტებები და ტერმინები

ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებისას უდევქტო შენადმი შეერთების მისაღებად, პროცესში მონაწილე ყველა ადამიანი უნდა იყენებდეს ერთნაირ ტერმინებს და ჰქონდეთ ერთნაირი განმარტება. ქვემოთ მოყვანილია ხშირად გამოყენებული ზოგიერთი ტერმინი.

- **ძირითადი ლითონი** – ლითონის კონსტრუქციის დასამზადებლად გამოყენებული მასალაა.
- **საელექტროდე ლითონი** – გამოყვანილი ნაწიბურების შესავსებად და შენადმი ნაკერის მისაღებად გამოყენებული მასალაა.
- **მისართი ლითონი** – უდნობი ელექტროდით შედუღებისას რკალში დამოუკიდებლად მიწოდებული ლითონის დეროა.

- **შენადუდი ნაკერი** – შესაერთებელი დეტალების ის უბანია, რომელიც წარმოიქმნა შედულების პროცესში ნაწიბურების გადნობისა და კრისტალიზაციის შედეგად.
- **თერმული გავლენის ზონა** – ძირითადი ლითონის ის უბანია, რომელიც შედულების პროცესში არ დნება, მაგრამ განიცდის სტრუქტურულ ცვლილებებს.
- **შენადუდი შეერთება** – არადასაშლელი შეერთებაა, რომელიც მოიცავს შენადუდ ნაკერსა და ნაკერმიმდებარე თერმული გავლენის ზონას.
- **შედნობის ზონა** – ნაკერმიმდებარე ზონისა და შენადუდი ნაკერის სასაზღვრო ზონაა, რომელშიც ლითონი იმყოფება თხევად-მყარ მდგომარეობაში.
- **შედულების აბაზანა** – შენადუდი ნაკერის ნაწილია, რომელიც შედულების პროცესში თხევად მდგომარეობაშია.
- **ნაკერის ლითონი** – შენადნობი, რომელიც წარმოიქმნება ძირითადი ლითონის გადნობის ან ძირითადი და საელექტროდე ლითონის გადადნობის, შერევისა და დაკრისტალების შემდეგ.
- **კრატერი** – შედულების აბაზანაში რკალის წვისას წარმოქმნილი ჩაღრმავებული ადგილია.
- **დადულება** – გაცვეთილი დეტალის გეომეტრიული ფორმის აღსადგენად მის ზედაპირზე ლითონის გარკვეული ფენის დადება.
- **ნაწიბური** – შესადულებელი დეტალის ნაწილია, რომელიც შედულების პროცესში დნება.
- **ცერობი** – ნაწიბურის გამოყვანის კუთხეა, რომელიც შესადულებელი დეტალის სისქეზეა დამოკიდებული და საჭიროა დეტალების მთელ სისქეზე შესადულებლად.
- **დრეჩო** – დაშორებაა აკრებილ შესადულებელ დეტალებს შორის, ნაკერის უკანა მხარის უკეთ ფორმირებისათვის.
- **დაბლაგვება** – გამოყვანილი ნაწიბურის ცერობის ნაწილია, შედულების პროცესში გამდნარი ლითონის შედულების აბაზანიდან გადინების ალბათობის შესამცირებლად.
- **სტანდარტი (standard)** – მხარეთა თანხმობის საფუძველზე დამუშავებული და უფლებამოსილი ორგანოს მიერ დამტკიცებული ნორმატიული დოკუმენტია, რომელშიც ხანგრძლივი მოხმარებისათვის განსაზღვრულია წესები, მახასიათებლები ან ზოგადი პრინციპები, რომლებიც შეეხება სხვადასხვა სახის საქმიანობას, ან მის შედეგს. ამ დოკუმენტის ამოცანას მოცემულ არეში მოწესრიგებულობის საუკეთესო ხარისხის მიღწევა წარმოადგენს.

1. შედულების ძირითადი ხერხების კლასიფიკაცია

კონსტრუქციების წარმოების თანამედროვე ეტაპზე შედულების მრავალი ხერხი და მეთოდი გამოიყენება, რომელთა კლასიფიკაცია, ძირითადად, შედულებისათვის გამოყენებული ენერჯისა და შედულების ზონაში ლითონის მდგომარეობის მიხედვით ხდება. სტანდარტის მიხედვით, შედულება კლასიფიცირებულია ფიზიკური, ტექნიკური და ტექნოლოგიური ნიშან-თვისებების მიხედვით.

ფიზიკური ნიშან-თვისებების, ანუ გამოყენებული ენერჯის მიხედვით შედულება 3 ჯგუფად იყოფა: თერმული, მექანიკური და თერმომექანიკური.

თერმულ კლასს მიეკუთვნება:

- რკალური, აირული, ელექტროწიდური, ელექტრონულსხივური, პლაზმური, ლაზერული შედულება.

მექანიკურ კლასს მიეკუთვნება:

- ცივი, აფეთქებით, ულტრაბგერით, ხახუნით, მაგნიტურ-იმპულსური შედულება.

თერმომექანიკურ კლასს მიეკუთვნება:

- კონტაქტური, დიფუზიური, აირწნეხური, თერმიტულ-წნეხური შედულება.

ტექნიკური ნიშან-თვისებების, ანუ შედულების მეთოდების მიხედვით, არსებობს ხელით შედულება, ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედულება. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ავტომატიზირებული შედულებაც.

ხელით შედულებისას, როგორც ელექტროდის ჩამაგრება დამჭერში, ისე მისი მანიპულირება, შედულების მთელი პროცესის განმავლობაში, შემდულების მიერ ხდება.

ნახევრად ავტომატური შედულებისას, მექანიზირებულია საელექტროდ მავთულის მიწოდება შედულების ზონაში, ხოლო შედულების პროცესში სანთურით მანიპულირება შემდულების მიერ ხდება.

ავტომატური შედულების დროს, როგორც მავთულის მიწოდება შედულების ზონაში, ისე შედულების პროცესი მექანიზირებულია და შემდულების (ოპერატორის) მოვალეობაში შედის მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარება და ნაკერის დაწყებისა და დამთავრებისას დანადგარის ჩართვა და გამორთვა.

ტექნოლოგიური ნიშან-თვისებების მიხედვით, პროცესი ასევე 3 ჯგუფად იყოფა:

- შენადული შეერთების ფორმის მიხედვით – პირაპირა, კუთხური, ტესებრი, პირგადადებითი, ტორსული;
- დენის სახეობისა და პოლარობის (პირდაპირი, შებრუნებული) მიხედვით – ცვლადი დენით, მუდმივი დენით, პირდაპირი პოლარობის დენით, უკუპოლარობის დენით;
- ელექტროდის სახის მიხედვით – დნობადი ელექტროდით შედულება, უდნობი ელექტროდით შედულება.

ლითონის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული შედულების ხერხებიდან, ყველაზე მეტად გამოიყენება დნობით რკალური შედულების სახეობები, რომლებიც, თავის მხრივ, კლასიფიცირდება შემდეგი ნიშნების მიხედვით:

- შედულების აბაზანის ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვის ხერხის მიხედვით:
 - შედულება დაფარული ელექტროდებით;
 - ფლუსის ქვეშ შედულება;
 - თვითდამცავი ფხვნილგულა მავთულით შედულება;

■ შედეგების ძირითადი ხარხების კლასიფიკაცია

- დამცავ აირებში შედეგება;
- ვაკუუმში შედეგება.
- პროცესის ავტომატიზაციის ხარისხის მიხედვით:
 - ხელით შედეგება;
 - ნახევრად ავტომატური შედეგება;
 - ავტომატური შედეგება.
- შედეგების აბაზანის გარემოსაგან დაცვის საშუალების მიხედვით:
 - აირადი დაცვით;
 - წილური დაცვით;
 - აირწილური დაცვით.
- ელექტროდის მასალის სახეობის მიხედვით:
 - უდნობი ელექტროდებით;
 - დნობადი ელექტროდებით.

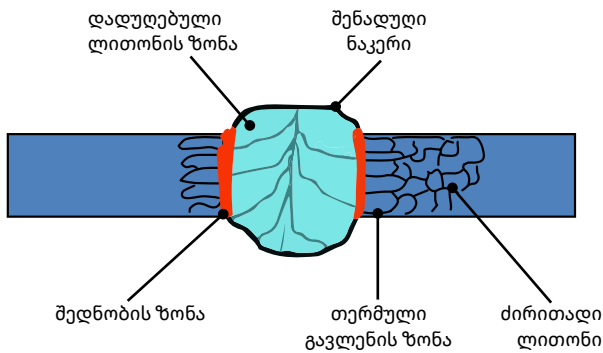
2. დნობით ელექტრული შედულება

2.1. დნობით შედულების ძირითადი სახეების მოკლე დახასიათება

შედულება ტექნოლოგიური პროცესია და ის უზრუნველყოფს არაგასართი შეერთების მიღებას ლითონებისაგან, მათი შენადნობებისაგან და არალითონებისაგან.

არაგასართ მონოლითურ შეერთებას, რომელიც შედულების პროცესში წარმოიქმნება შენადნულ შეერთებას უწოდებენ.

დნობით ელექტრორკალური შედულებისას, შენადნული შეერთების ქვეშ იგულისხმება საკუთრივ შენადნული ნაკერი, თერმული გავლენის ზონის ლითონი და ძირითადი ლითონი, რომელსაც შედულების პროცესში ცვლილება არ განუცდია.



სურათი 1. შენადნული შეერთების შედგენილობა

დნობით შედულებით შეიძლება შევავროთ ლითონის კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოყენებული თითქმის ყველა ლითონი და შენადნობი, პრაქტიკურად, ნებისმიერი სისქით. შესაძლებელია აგრეთვე სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობისა და მექანიკური თვისებების ლითონების შედულება.

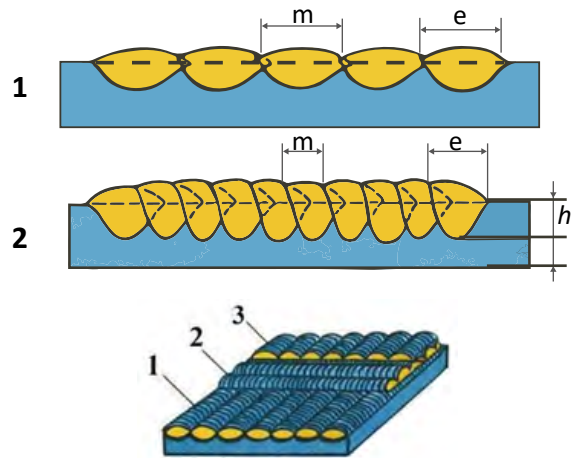
დნობით ელექტრული შედულებისას, სითბოს წყაროს წარმოადგენს ელექტრული დენი. დნობით ელექტრული შედულების ხერხებს შორის ყველაზე მეტად გამოყენება ჰპოვა ელექტრორკალურმა, ელექტროწიდურმა, ელექტრონულსხივურმა და ლაზერით შედულებამ.

ელექტრორკალური შედულებისას, შესაძლებელი დეტალების გახურება და დნობა ხორციელდება

რკალური განმუხტვისას გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე. შენადნული კონსტრუქციების დამზადების თანამედროვე ეტაპზე, დნობით ელექტრული შედულების სხვადასხვა ხერხებს შორის, წამყვანი პოზიცია დნობით ელექტრორკალურ შედულებას უჭირავს და, შესაძლებელია, მომავალში ამ ხერხის სრულყოფამ კიდევ უფრო გაზარდოს მისი გამოყენების არეალი.

შენადნული კონსტრუქციების დამზადების პროცესში, დნობით ელექტრორკალური შედულების ხერხის გამოყენებისას, სითბოს წყარო, უმრავლეს შემთხვევაში, გადაადგილება ნაკეთობის გასწვრივ, რაც საშუალებას იძლევა, შევადულოთ კონსტრუქციები, პრაქტიკულად, ნებისმიერი ზომებით.

დნობით შედულებას მიეკუთვნება ლითონების დადუღებაც, რომელმაც საკმაოდ ფართო გამოყენება ჰპოვა. დადუღების არსი მდგომარეობს გაცვეთილი დეტალების გომეტრიული ზომების ადგენაში, სხმული დეტალების დეფექტების გამოსწორებაში, ნაკეთობის ზედაპირზე ისეთი ფენების დადებაში, რომლებიც განსაკუთრებული თვისებებით ხასიათდებიან (მაგალითად, ცვეთამდეგობის ან კოროზიამდეგობის ამაღლება) და სხვა.



სურათი 2. 1. ლილვაკების დადუღების სქემა: m – დადუღების ბიჯი; e – ნაკერის სიგანე; h – ჩადნობის სიღრმე. 2. რამდენიმე შრით დადუღების სქემა: 1. პირველი შრე; 2. მეორე შრე; 3. მესამე შრე.

2.1.1. ხელით ელექტრორკალური შედუღება

ელექტრორკალური შედუღების ყველა ხერხისა და მეთოდის შემთხვევაში, შესაძლებელი დეტალების ლითონის გახურება და დნობა ხორციელდება ელექტროდებს შორის წარმოქმნილი რკალური განმუხტვით. რკალური განმუხტვის წარმოქმნისა და შენარჩუნებისათვის საჭირო ენერგია მიიღება ცვლადი ან მუდმივი დენის კვების წყაროსაგან. პრაქტიკაში შედარებით ფართო გავრცელება მოიპოვა პირდაპირი მოქმედების რკალმა, როდესაც რკალი ანთებულია შესაძლებელ დეტალსა და ელექტროდს შორის. შედარებით ნაკლები გამოყენება ჰპოვა ირიბი მოქმედების რკალმა, როდესაც რკალი ანთებულია 2 ელექტროდს შორის.



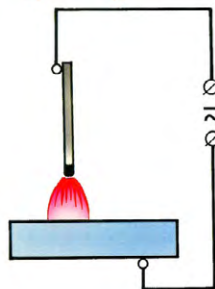
სურათი 3. 1. კვების წყარო; 2. დამიწების კაბელი; 3. ელექტროდის დამჭერი; 4. მომჭერი; 5. სამემულელო კაბელი.

სურათი 4. შედუღების წრედი

რკალური განმუხტვის მიმდინარეობა ელექტროდებსა და დეტალებს შორის:

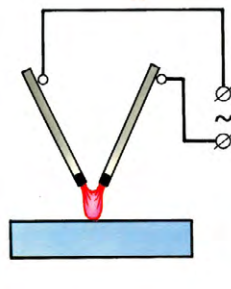
ა

პირდაპირი მოქმედების



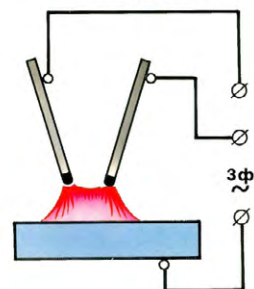
ბ

ირიბი მოქმედების



გ

კომბინირებული

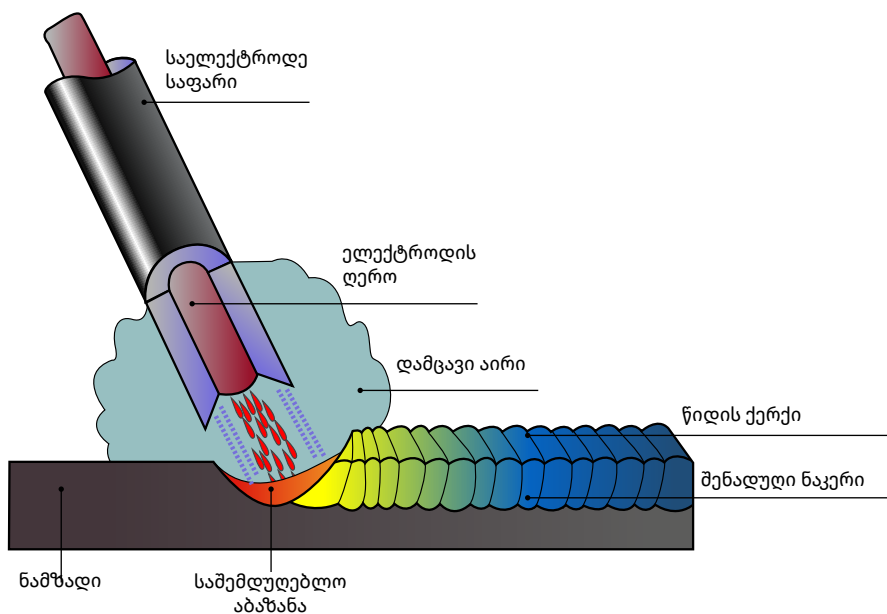


- ა) ელექტროდსა და ნაკეთობას შორის (გამოიყენება – რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდებით, უდნობი ელექტროდით დამცავ აირებში შედუღებისას, ფლუსის საფარში დნობადი ელექტროდით ან დამცავ აირებში შედუღებისას);
- ბ) ორ ელექტროდს შორის (გამოიყენება – შედუღების სპეციალური სახეებისას და ატომურ-წყალბადური შედუღებისა და დადუღებისას);
- გ) ორი რკალური განმუხტვა წარმოიქმნება ელექტროდებსა და ნაკეთობას შორის, შესაძებ განმუხტვა – ელექტროდებს შორის (გამოიყენება – სპირალურნაკერი-ანი მილების შედუღებისათვის, ფლუსის ქვეშ, ავტომატური შედუღების დროს).

ხელით ელექტრორკალური შედუღება შეიძლება განხორციელდეს როგორც დნობადი, ისე უდნობი ელექტროდებით. უდნობი ელექტროდით (ნახშირის, ვოლფრამის) შედუღების შემთხვევაში, შენადული ნაკერის წარმოქმნა ხდება ძირითადი ლითონის ან ძირითადი ლითონისა და მისართი ლითონის დნობის ხარჯზე. ელექტროდის მასალა

არ მონაწილეობს ნაკერის წარმოქმნაში. ნახშირის უდნობი ელექტროდით შედუღებისას, რკალის კვება ხორციელდება პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენის კვების წყაროსაგან (ელექტროდი შეერთებულია კვების წყაროს უარყოფით, ხოლო ძირითადი ლითონი – დადებით პოლუსთან). ნახშირის ელექტროდით შედუღება კვების წყაროთი შებრუნებული

პოლარობით (ძირითადი ლითონი მიერთებულია დადებით, ხოლო ელექტროდი – უარყოფით პოლუსთან), პრაქტიკულად, არ გამოიყენება ელექტროდის გადახურების გამო. ვოლფრამის ელექტროდით შედუღებას ახორციელებენ პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენის კვების წყაროსა ან ცვლადი დენის კვების წყაროსაგან, აბაზანის აუცილებელი დაცვით, ინერტული აირებით ელექტროდის დაჟანგვის თავიდან ასაცილებლად.



სურათი 5. ხელით რკალური შედუღება დნობადი დაფარული ელექტროდით.

დნობადი ელექტროდით ხელით ელექტროორკალური შედუღებისას რკალის კვება ხორციელდება ცვლადი ან მუდმივი დენის კვების წყაროდან. დნობადი ელექტროდით შედუღება პირდაპირი მოქმედების რკალით წარმოადგენს დნობით ელექტროორკალური შედუღების ძირითად ხერხს.

დნობადი ელექტროდით შედუღება პირდაპირი მოქმედების რკალით შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც მისართი ლითონის გარეშე, ისე მისართი ლითონით, რომელიც რკალის ზონაში მიეწოდება ხელით ან მექანიზირებულად, მავთულის სახით.

შედუღების პროცესი შედგება რიგი თანმიმდევრული ოპერაციებისაგან, რომელთა შესრულების შედეგად, ხდება ნაკერის ლითონის ფორმირება. როგორც წესი, ამ ოპერაციებს მიეკუთვნება: რკალის ანთება და დაჭრა; ელექტროდით მანუპულირება, ნაკერისათვის საჭირო ფორმის მისანიჭებლად; ელექტროდის გადაადგილება ნაწიბურების გასწვრივ; შედუღების მიმართულების შერჩევა და სხვა.

ხელით ელექტროორკალური შედუღების ყველა ჩამოთვლილი ოპერაცია ხორციელდება შემდუღებლის მიერ ხელით და არაა გამოყენებული რაიმე დამატებითი მექანიზმები.

ელექტროორკალური შედუღებისას, აქტიურად მიმდინარეობს შედუღების თხევადი აბაზანის ურთიერთქმედება ჰაერის ჟანგბადსა და აზოტთან, რაც შედუღების აბაზანის ქიმიური შედგენილობის შეცვლას და მექანიკური თვისებების გაუარესებას იწვევს, ამიტომ, აუცილებელია, შედუღების აბაზანის დაცვა ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან. ამის საშუალებას კი იძლევა საელექტროდე მავთულის ზედაპირზე დატანილი სპეციალური ნარევი. დაფარული ელექტროდით შედუღებისას, ღეროს დნობასთან ერთად, გამდნარი დაფარვა, ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, წარმოქმნის შედუღების აბაზანის აირულ, წიდურ ან აირწიდურ დაცვას. რკალის გადაადგილებასთან ერთად, ხდება აბაზანის თანდათან გაცივება, გამდნარი ლითონის

კრისტალიზაცია და ნაკერის ფორმირება. ელექტროდის ლითონის ღეროს ზედაპირის გამდნარი დაფარვა კი ნაკერის ზედაპირზე ამოტივტივდება და გაცივების შედეგად წიდის ქერქს წარმოქმნის. ხშირ შემთხვევაში, ელექტროდის დაფარვაში შედის ელემენტები, რომლებიც ნაკერის ლითონის ლეგირებას ახდენენ. ელექტროდის დიამეტრზე დამოკიდებულებით, დნობადი დაფარული ელექტროდები მზადდება სიგრძით 250-450 მმ.

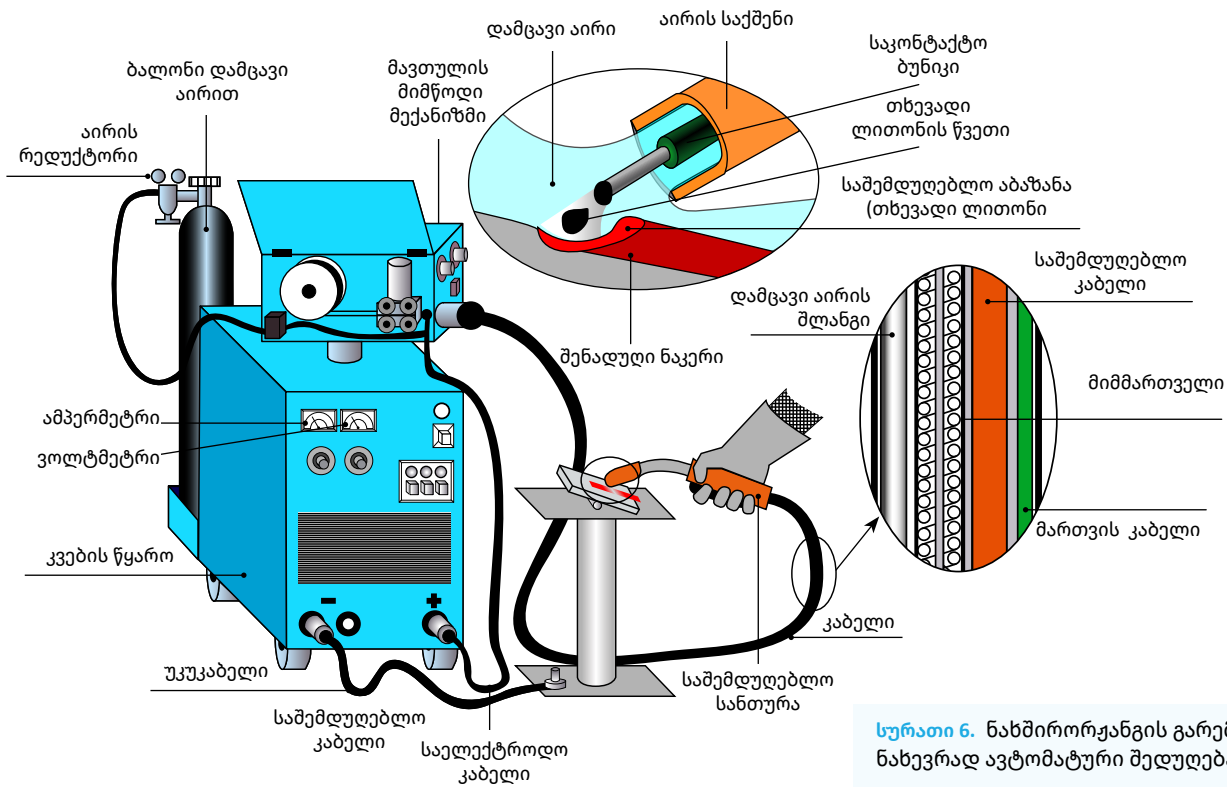
როგორც აღინიშნა, დნობადი ელექტროდით ხელით ელექტროორკალური შედუღება ყველაზე მეტად გავრცელებული შედუღების ხერხი და მეთოდია. მოწყობილობის სიმარტივისა და შედუღების შესაძლებლობის გამო, ყველა სივრცულ მდებარეობაში, თუმცა, მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ შენადული ნაკერის ხარისხი დამოკიდებულია შემდუღებლის კვალიფიკაციაზე.

2.1.2. დამცავ აირებში შედუღება

დამცავ აირებში შედუღება ელექტროორკალური შედუღების ერთ-ერთი ძირითადი ხერხია. შედუღების პროცესი ხორციელდება როგორც დნობადი ელექტროდის (საელექტროდ მავთულის), ისე უდნობი

ელექტროდის (ვოლფრამის, ნახშირის) გამოყენებით და პროცესი ხორციელდება როგორც ხელით, ისე – ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედუღების მეთოდებით. შედუღების აბაზანის დაცვა ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან ხორციელდება დამცავი აირების გამოყენებით. შესაძლებელი დეტალების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, დამცავი აირები შეიძლება იყოს როგორც ინერტული, ისე – აქტიური.

ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, რკალის ზონაში მავთულის მიწოდების პროცესი მექანიზირებულია, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური მიმწოდებელი მექანიზმი. საშემდუღებლო თავით მანიპულირება, შედუღების რეჟიმების უზრუნველყოფა, ნაკერისათვის საჭირო ფორმის მიცემა და რკალის გადაადგილება შესაძლებელი დეტალების ნაწიბურების გასწვრივ, ხორციელდება ხელით, შემდუღებლის მიერ. შედუღებას აწარმოებენ როგორც მთლიანი კვეთის საელექტროდ, ისე ფხვნილგულა მავთულით. მიმწოდებელი მექანიზმიდან საშემდუღებლო მავთულის მიწოდება რკალის ზონაში ხორციელდება მოქნილი შლანგების მეშვეობით. ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, უმრავლეს შემთხვევაში გამოიყენება საშემდუღებლო მავთული დიამეტრით 2 მმ-მდე.



სურათი 6. ნახშირორქანის გარემოში ნახევრად ავტომატური შედუღება

ავტომატური შედულებისას, რკალის ანთების და დაჭერის ოპერაციები ხორციელდება საშემდულებლო თავაკის დახმარებით, ხოლო რკალის გადაადგილება შესადულებელი ნაწიბურების გასწვრივ – საშემდულებლო ურიკით. შემდულებელი (ოპერატორი) არ იღებს უშუალო მონაწილეობას ნაკერის წარმოქმნაში და ახორციელებს მხოლოდ პროცესის მართვას, დამხმარე მოწყობილობის (მართვის პულტი) საშუალებით. დნობადი ელექტროდით ავტომატური შედულება ხორციელდება მთლიანი კვეთის საელექტროდე მავთულით დიამეტრით 1-6 მმ.

ავტომატური შედულებისას, უზრუნველყოფილია შედულების რეჟიმების (დენის ძალა, ძაბვა, შედულების სიჩქარე) მუდმივობა, რაც უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის ხარისხის ერთგვაროვნებას მთელ სიგრძეზე.

ნახევრად ავტომატურ პროცესთან შედარებით, ავტომატური შედულება ნაკლებად მობილურია. მოსამზადებელი საშუაოები დიდ დროს მოითხოვს. ხშირ შემთხვევაში, საჭიროა დამატებითი მოწყობილობა, შესადულებელი დეტალების ასაკრებად, ამიტომ, ავტომატური შედულების გამოყენება გამართლებულია დიდი სიგრძის ნაკერების შესასრულებლად.

ისე როგორც ხელით ელექტრორკალური შედულებისას, აქაც გამდნარი ლითონის დასაცავად, ჟანგბადისა და აზოტისაგან, საჭიროა, შედულების აბაზანის დაცვა. შედულების აბაზანის დაცვა ხორციელდება შესადულებელი დეტალების ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, როგორც აქტიური (ნახშირორჟანგი და სხვა), ისე ინერტული (არგონი, ჰელიუმი) აირების დახმარებით. ზოგიერთ შემთხვევაში, რკალის წვის სტაბილურობისა და გამდნარი ლითონის გამხეფვაზე დანაკარგების შესამცირებლად, გამოიყენება ინერტული და აქტიური აირების ნარევი, მაგალითად, ნახშირორჟანგის და არგონისა.

2.1.3. ფლუსის საფარში შედულება

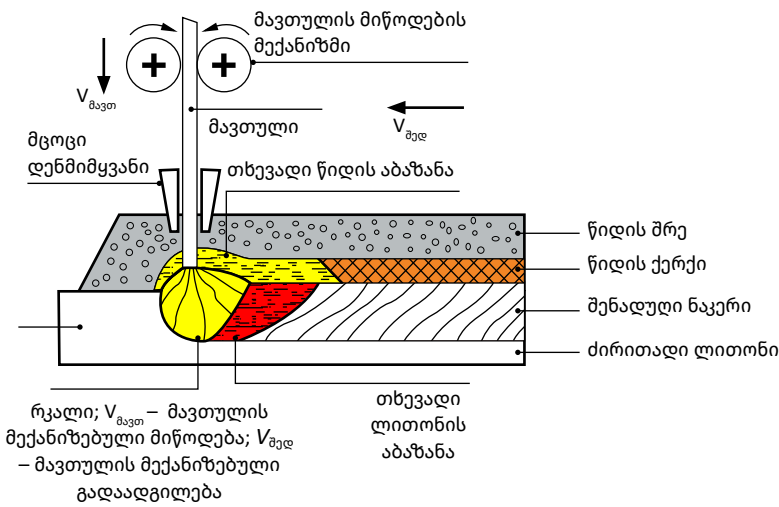
ფლუსის საფარში შედულებისას, რკალი იწვის საელექტროდე მავთულსა და ძირითად ლითონს შორის. შედულების პროცესში, გრანულირებულ მასას – ფლუსს, იგივე დანიშნულება აქვს, რაც დამფარავ

მასას ელექტროდებში და დამცავ აირებს – ის იცავს შედულების აბაზანას ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან და, ზოგიერთ შემთხვევაში, ახდენს ნაკერის ლითონის ლეგირებას. ფლუსის მიწოდება შედულების ზონაში საშემდულებლო მავთულისაგან დამოუკიდებლად ხდება. შედულების პროცესში, ნაკერის გამდნარი ლითონი ყველა მხრიდან დაფარული უნდა იყოს 40-50 მმ სისქის ფლუსის ფენით.



სურათი 7. ავტომატური რკალური შედულება ფლუსის ქვეშ

რკალის მიერ გამოყოფილი სითბოს ზემოქმედებით დნება შესადულებელი დეტალების ნაწიბურები, საელექტროდე მავთული და ფლუსის ნაწილი, რომელიც უშუალოდ რკალის ზონას ეკვრის და, შედეგად, წარმოიქმნება შედულების აბაზანა. რკალის გადაადგილების შესაბამისად, ხდება შედულების აბაზანის კრისტალიზაცია და წარმოიქმნება შენადული ნაკერი. გამდნარი ფლუსი კი ამოტივტივდება შედულების აბაზანის ზედაპირზე და გაცივებისას, წარმოქმნის წიდის ქერქს. ფლუსის ის ნაწილი, რომელიც არ გამდნარა, შეიძლება გამოყენებული იქნას ხელახლა. აღსანიშნავია, რომ შესაბამისი დამუშავების შემდეგ, შესაძლებელია, წიდის ქერქის გამოყენებაც ფლუსში შერევით (30%-მდე), თუმცა შეიძლება ადგილი ექნეს რკალის წვის სტაბილურობის დარღვევას. არსებობს ფლუსის საფარში შედულების ორი მეთოდი: ნახევრად ავტომატური და ავტომატური.



სურათი 153. ავტომატური რკალური შეღებვა ფლუსის ქვეშ.

იმის გამო, რომ ნახევრად ავტომატური შეღებვის დროს, ვერ ხერხდება ნაკერის ლითონის წარმოქმნის პროცესზე თვალყურის დევნება, ფლუსის საფარის გამო, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს შეღებვის ღერძიდან გადახრას, ნაწიბურების არათანაბარ დნობასა და, შედეგად, დეფექტების წარმოქმნას, შენადულ ნაკერში, რის გამოც, ნახევრად ავტომატური შეღებვა ფლუსის საფარში იშვიათად გამოიყენება.

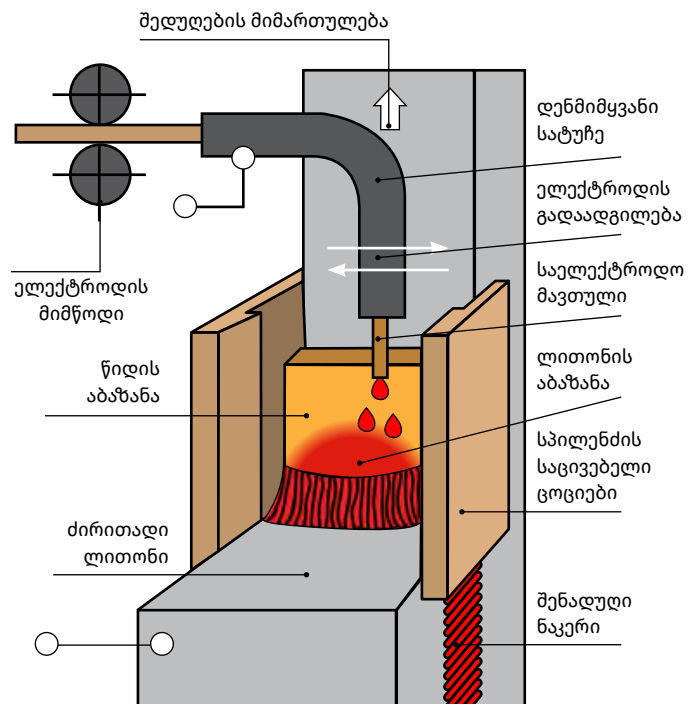
ნაკერის ლითონის ფორმირება და ხარისხი ფლუსის საფარში ავტომატური შეღებვისას უკეთესია, ვიდრე ხელით ელექტრორკალური და დამცავ აირებში შეღებვისას, თუმცა შეღებვის ამ ხერხის გამოყენება, შესაძლებელი დეტალების 15 გრადუსზე მეტი კუთხით დახრის შემთხვევაში, არაა სასურველი, რადგან ადგილი აქვს შეღებვის აბაზანიდან წილისა და გამდნარი ლითონის გაღინებას.

2.1.4. ელექტროწიდური შეღებვა

ელექტროწიდური შეღებვის გამოყენება ხდება დიდი სისქის დეტალების შესაღებლად იქ, სადაც შეღებვის სხვა ხერხების გამოყენება გარკვეულ სირთულეებთანაა დაკავშირებული და არაეკონომიურია.

ელექტროწიდური შეღებვისას, რკალი წარმოიქმნება საელექტროდო მავთულსა და შესაძლებელ დეტალებს შორის და გამოყოფილი სითბო აღნობს ფლუსს, რომლის გარკვეული რაოდენობით გადნობის შემდეგ, ხდება რკალის ე.წ. შუნტირება და პროცესი გადადის წიდურში.

ელექტროწიდური შეღებვისას, ენერჯის ძირითადი ნაწილი, რომელიც ხარჯდება ლითონის გახურებასა და გადნობაზე, უზრუნველყოფილია იმ სითბოს ხარჯზე, რომელიც გამოიყოფა გამდნარი წილის ჩაკეტილ მოცულობაში – წიდურ აბაზანაში დენის გავლის შედეგად. წიდური აბაზანა წარმოიქმნება ფლუსის გადნობის გზით, რომლითაც შევსებულია სივრცე, ძირითადი ლითონის ნაწიბურებსა და სპეციალური წყლით გასაგრილებელ მოწყობილობას – მცოცავებს შორის, რომლებიც მჭიდროდ არიან მიკრული შესაძლებელ დეტალებზე.



სურათი 8. ელექტროწიდური შეღებვის პროცესის სქემა

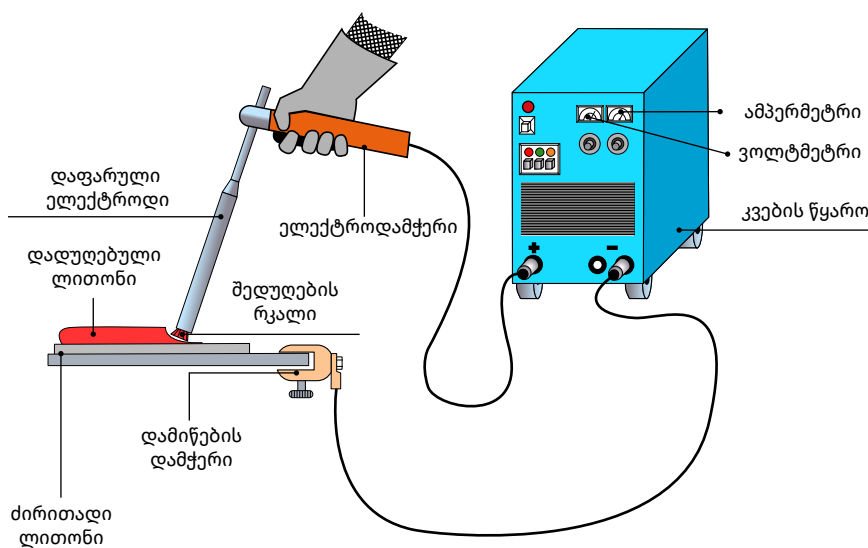
წილური პროცესის უზრუნველსაყოფად, საჭირო ენერჯიის მიწოდება ხდება ცვლადი ან მუდმივი დენის კვების წყაროსაგან, რომელიც შეერთებულია შესაძლებელ დეტალებთან და ელექტროდთან. ელექტროდი განთავსებული უნდა იყოს წილური აბაზანის შუაში, ან მოძრაობდეს ერთი შესაძლებელი დეტალის ზედაპირიდან მეორისაკენ.

შედულების პროცესში, გამდნარი ელექტროდის ლითონი და ძირითადი ლითონი მიედინება წილური აბაზანის ძირისაკენ და წარმოქმნის შედეგების აბაზანას. სითბოს წყაროს გადაადგილების შესაბამისად, ხდება შედეგების აბაზანის ლითონის კრისტალიზაცია, გამდნარი წილა კი, რომელიც ლითონის აბაზანის ზემოთაა, საიმედოდ იცავს გამდნარ ლითონს ჰაერის მავნე ზემოქმედებისგან.

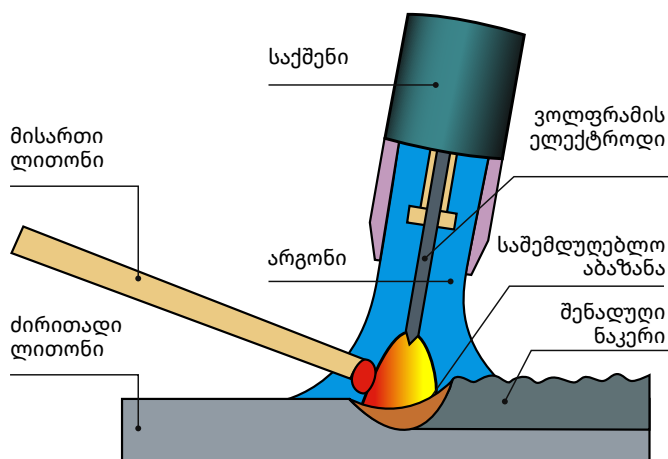
2.1.5. არგონრკალური შედეგება

არგონრკალური შედეგება – ეს არის რკალური შედეგება, რომლის დროს, დამცავ აირად გამოიყენება ნეიტრალური გაზი არგონი. არსებობს არგონრკალური შედეგება უდნობი (ნახშირის, ვოლფრამის) და დნობადი ელექტროდებით. არგონრკალური შედეგება ვოლფრამის ელექტროდით, შეიძლება ხდებოდეს ხელით ან ავტომატურად. ასევე, აღნიშნული მეთოდით შედეგება შეიძლება წარმოებდეს მისართი მავთულის მიწოდებით, ან – მის გარეშე. არგონრკალური შედეგება ძირითადად განკუთვნილია 4 მმ-ზე ნაკლები სისქის ლითონების შესაძლებლად. ლითონების უმრავლესობის შედეგება ხდება პირდაპირი პოლარობის მუდმივ დენზე. ალუმინის, მაგნიუმის და ბერილიუმის შედეგებას ცვლად დენზე აწარმოებენ.

სურათი 9. არგონრკალური შედეგება დნობადი ელექტროდით



სურათი 10. არგონრკალური შედეგება უდნობი ვოლფრამის ელექტროდით



2.1.6. პლაზმური შედუღება და ჭრა

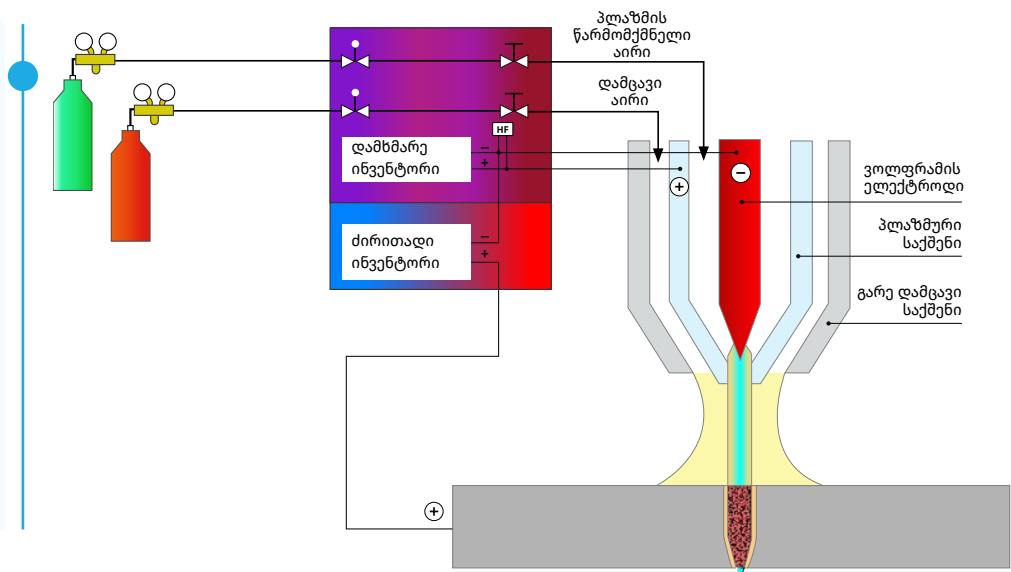
პლაზმური შედუღება – ეს არის ლითონების დნობით შედუღება, რომლის დროსაც, გახურება ხდება შეკუმშული იონიზირებული აირის (პლაზმის) მიმართული ნაკადის მეშვეობით. აღნიშნული ტექნოლოგია ცნობილია გასული საუკუნის 80-იანი წლებიდან და ამჟამად მნიშვნელოვნადაა განვითარებული.

ასე, მაგალითად, დამუშავდა ინვენტორული პროგრამირებადი კვების წყაროები, მნიშვნელოვნად

იქნა შემცირებული პლაზმოტრონის გაბარიტები, გაფართოვდა ტექნოლოგიური შესაძლებლობანი, მოწყობილობა აღარ გამოჰყოფს ძლიერ ხმაურს, რომელიც ადრე თან ახლდა შედუღებას.

პლაზმური შედუღების სამრეწველო კვების წყარო შედგება ორი ინვენტორისაგან – დამხმარესა და ძირითადისაგან. ამის გამო (სხვა მიზეზებთან ერთად) პლაზმური კვების წყაროები არგონრკალურებზე უფრო ძვირადღირებულია. მაგრამ ამასთანავე მათ უფრო მეტი უპირატესობა გააჩნია არგონრკალურ შედუღებასთან შედარებით.

სურათი 11. პლაზმური შედუღების კლასიკური სამრეწველო აპარატის სქემა



დამხმარე ინვენტორის მეშვეობით, ხდება რკალის ანთება ვოლფრამის ელექტროდსა და საქმენს შორის, რომელიც შემდეგ გამოიბეჭდება და მუშაობას იწყებს ძირითადი ინვენტორი. ის კი უკვე უზრუნველყოფს შედუღების პროცესის წარმართვასა და რეგულირებას. სწორედ მცირეამპერიანი (3-15 ა) დამხმარე რკალის არსებობის გამო, **ანთება პლაზმაზე ყოველთვის სტაბილურად ხორციელდება, არგონრკალური შედუღებისაგან განსხვავებით.** განსაკუთრებით, ეს შეინიშნება ალუმინის შედუღებისა და მოთუთიებული ფოლადების შედუღება/რჩილვისას, როდესაც არგონრკალური შედუღებისას, ელექტროდი იწყებს რღვევას და ხდება დაბინძურება. პლაზმის გამოყენებისას კი, **ელექტროდის მედეგობა 30-40-ჯერ უფრო მაღალია**, რადგან ელექტროდი „ეფარება“ პლაზმურ საქმენს და, გარდა ამისა, ხდება მისი შემოქრევა შეკუმშული არგონის აირით.

პლაზმური საქმენის არსებობისა და შეკუმშული არგონის მიწოდების გამო, შედუღების რკალი იკუმშება და ხდება ვიწრომიმართული და არა თავისუფლად წვადი, როგორც არგონრკალური შედუღებისას, ამიტომ, ზოგჯერ, პლაზმურ შედუღებას „შეკუმშული რკალით არგონრკალურ შედუღებას“ უწოდებენ. იმის შედეგად, რომ არგონრკალური შედუღებისას, რკალი თავისუფალია, ჩნდება პრობლემები, როდესაც პირგადადებითი ნაკერისას, რკალი გადადის ზედა ნაწიბურზე, იგივე ხდება პირაპირა შედუღების დროსაც, როცა ერთი ფურცელი, დაჭერილ მდგომარეობაში, მეორეზე მაღლა აღმოჩნდება – ამ შემთხვევაში მიიღება გაწვა ან შეუდუღებლობა. პლაზმის გამოყენებისას, გაწვა ან შეუდუღებლობა ხდება რკალის შეკუმშვის გამო.

ანუ, მარტივად რომ ვთქვათ, პლაზმური შედუღება ეს არის უფრო მაღალ დონემდე დაყვანილი არგონრკალური შედუღება

შეერთებების ხარისხის მიხედვით, პლაზმური შედულებას სამართლიანად უკავია ადგილი, არგონრკალურ და ლაზერულ შედულებას შორის.

განსხვავებები სხვა სახეების შედულებებისაგან.

პლაზმური შედულების გამოყენება საშუალებას იძლევა გადაწყვეტილი იქნას ისეთი საკითხები როგორებიცაა: მხეფებისა და ფორების წარმოქმნა, შედულებლობა და საშემდულებლო მავთულის დიდი ხარჯი, უდნობი ელექტროდის დაზიანება და ნაკეთობის დაბრეცვა.

სურათი 12. პლაზმური შედულების მთავარი განსხვავებები არგონრკალურისა და ნახევრად ავტომატური შედულებებისაგან

პლაზმური შედულების სახეებია:

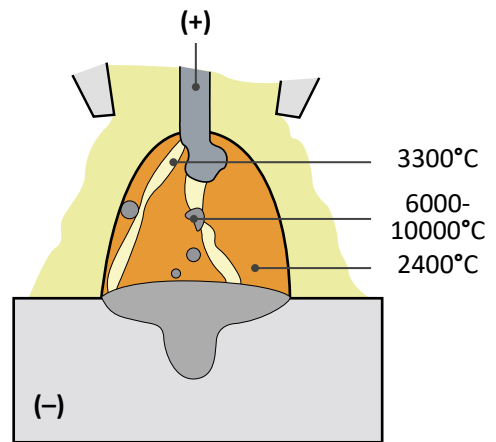
ნაკერული პლაზმური შედულება და წერტილოვანი პლაზმური შედულება.

უჟანგავი ფოლადები; დაბალნახშირბადიანი ფოლადები; მოთუთიებული ფოლადები; ტიტანი; სპილენძი, ბრინჯაო, თითბერი; ალუმინის შენადნობები; მოთუთიებული ფოლადებისათვის ასევე შესაძლებელია პლაზმა-რჩილვის პროცესის გამოყენება.

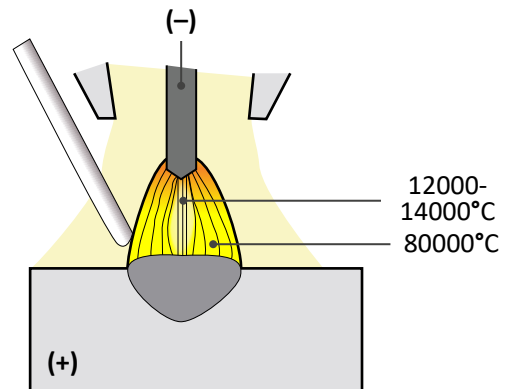
პლაზმური შედულების ტექნოლოგიის უპირატესობანი:

- შედულების პროცესის მწარმოებლურობის 2-3-ჯერ ამაღლება, შედულების სიჩქარე 4 მ/წთ-მდე;
- შენადული ნაკერების ხარისხის ამაღლება, ნაკერები უფრო ვიწროა, შესაძლებელია შედულება ნაკერის გაძლიერების მიღებით და მის გარეშე;

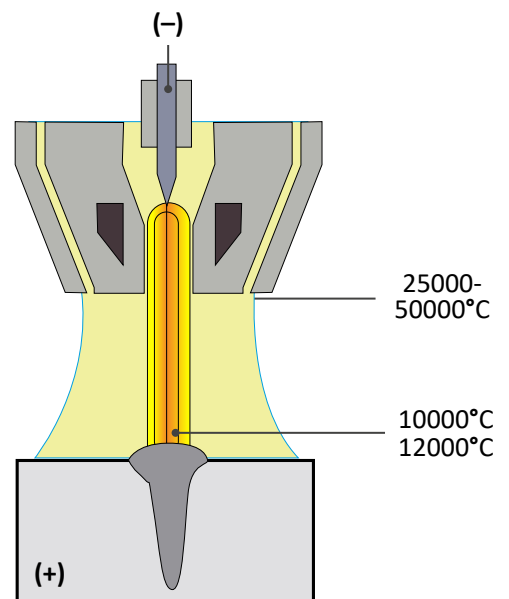
ნახევრად ავტომატური შედულება დნობადი ელექტროდით (MIG/MAG)



არგონრკალური შედულება არადნობადი ელექტროდით (TIG)



პლაზმური შედულება



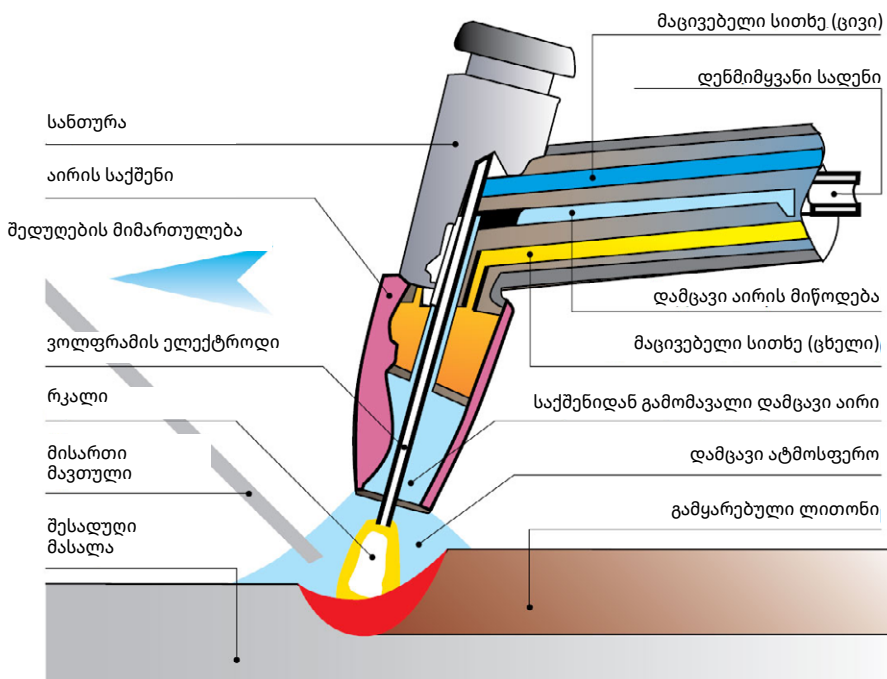
- გაშხეფვის არარსებობა, განსხვავებით ნახევრად ავტომატური MIG/MAG შედუღებებისაგან და საშემდუღებლო მავთულის დიდი ეკონომია, რადგან შედუღება ხდება ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე;
- თერმული გავლენის მცირე ზონა, რაც მიიღწევა რკალის მექანიკური შეკუმშვით, პლაზმური საქშენით; ამის შედეგად, ხდება ძირითადი ლითონის უმნიშვნელო გახურება და მინიმუმიზირებულია დაბრეცვა შედუღების დროს და მის შემდეგ;
- ღრმა ჩადნობა პირაპირა შეერთებაში, შედუღება შემდწევი რკალით **8 მმ-მდე სისქისა ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე**. MIG და TIG შედუღებასთან შედარებით, პლაზმურ შედუღებას არ გააჩნია კონკურენტები ხარისხისა და მწარმოებლურობის მიხედვით 3-დან 8 მმ-მდე სისქეების დიაპაზონში;
- ნაკერების გლუვი ზედაპირი, რომელიც არ მოითხოვს დამატებით დამუშავებას;
- ძირითადი რკალის ანთების მაღალი საიმედოობა, რასაც უზრუნველყოფს დამატებითი რკალის არსებობა;
- შენადულ შეერთებაში ვოლფრამის ჩანართების არარსებობა;
- სახარჯო მასალების მაღალი მედეგობა.

პლაზმური ჭრა. მეთოდის თავისებურებანი და უპირატესობები.

არსებობს ლითონების ჭრის მრავალი ხერხი. პლაზმური ჭრა სწრაფი პროცესია და შედარებით მცირე ხარჯებთანაა დაკავშირებული. პლაზმური ჭრის სპეციალური მოწყობილობის სიმძლავრე და, შესაბამისად, მწარმოებლურობა 6-7-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე ტრადიციული აირალური სანთურისა. განაჭრის ხარისხი არ ჩამოუვარდება ლაზერული ტექნოლოგიით მიღებულს.

ლითონების პლაზმური ჭრისას, საქრისის როლში გვევლინება პლაზმური ჭავლი – იონიზირებული გავრვარებული აირის ჩქაროსნული ნაკადი. პლაზმა წარმოადგენს კონცენტრირებულ სითბოს წყაროს, რომლის ტემპერატურა შეიძლება 30000°C აღწევდეს. ამის ხარჯზე, შესაძლებელია ისეთი ლითონების ჭრა, რომელსაც ვერ უზრუნველყოფს ჩვეულებრივი ჟანგბადით საქრელი სანთურა.

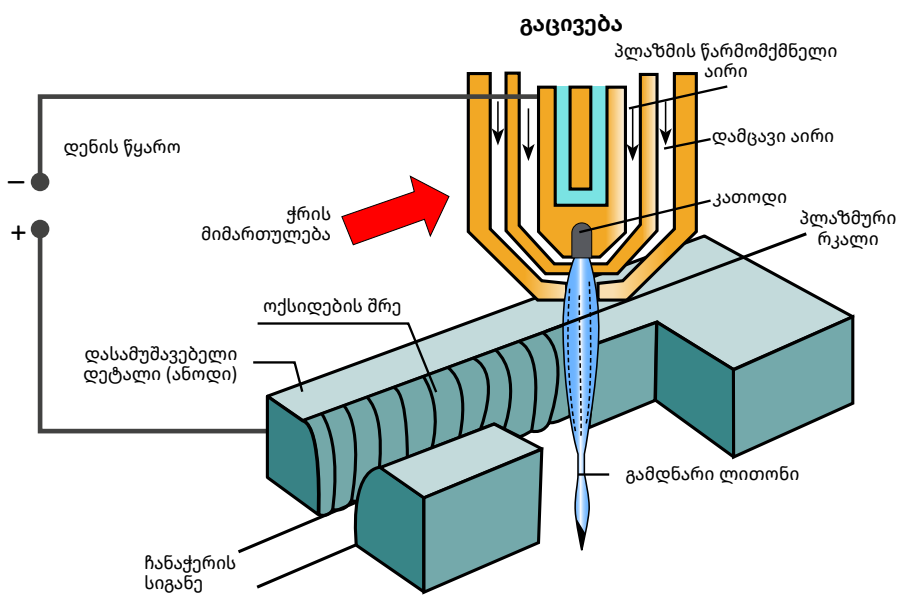
მაღალტემპერატურული და მაღალი სიჩქარის პლაზმური რკალის (ან ჭავლის) წარმოქმნისათვის, გამოიყენება პლაზმოტრონი – პლაზმის გენერატორი.



სურათი 13. დამცავი აირით არგონით პლაზმური ჭრა პლაზმოტრონის მეშვეობით

თავდაპირველად ხდება მუშა ელექტრული რკალის ფორმირება – მისი ტემპერატურა დაახლოებით 5000°C აღწევს. შემდეგ აპარატის საქმში მიეწოდება აირი, რომელიც განიცდის იონიზაციას ელექტრულ რკალთან ურთიერთქმედებისას და გარდაიქმნება მაღალტემპერატურულ პლაზმად.

გარდა მაღალი ტემპერატურისა (30000°C) პლაზმური ნაკადი დიდი სიჩქარით მოძრაობს – 500-1500 მ/წმ-ში. ასეთი მახასიათებლების მქონე რკალის (ან ჭავლი) სშუალებით შესაძლებელია 200 მმ-მდე სისქის ლითონების ჭრა.



სურათი 14. დამცავი აირით არგონით პლაზმური ჭრა პლაზმოპლაზმური საჭრელის მოწყობა

პლაზმური ჭრის ძირითადი უპირატესობები შემდეგია:

- **უნივერსალობა.** შეიძლება სხვადასხვა მასალებისა (შავი და ფერადი ლითონების, მათი შენადნობების, ლეგირებული და სხვა ფოლადების) და ნაკეთობების (ფურცლების, მილების, პროფილებისა და სხვა) ჭრა.
- **ოპერატიულობა.** მცირე და საშუალო სისქის (50 მმ-მდე) ელემენტების ჭრისას, ჭრის სიჩქარე 25-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე აირალური ჭრისას.
- **ხარისხი.** მაღალი ხარისხის განაჭრი მიიღება – პლაზმის ნაკადი გამოდევნის განაჭრის ზონიდან ზედმეტ ნაღობს, ამიტომ ნაწიბურებზე თითქმის არ რჩება ქანგულები და ხიწვი. ამასთანავე, პლაზმის მაღალი კონცენტრაციის ხარჯზე, ლითონი ვიწრო ზონაში ხურდება და უშუალოდ განაჭრის საზთანაც კი არ ხდება თბური დაბზვისა და დეფორმაციების წარმოქმნა.

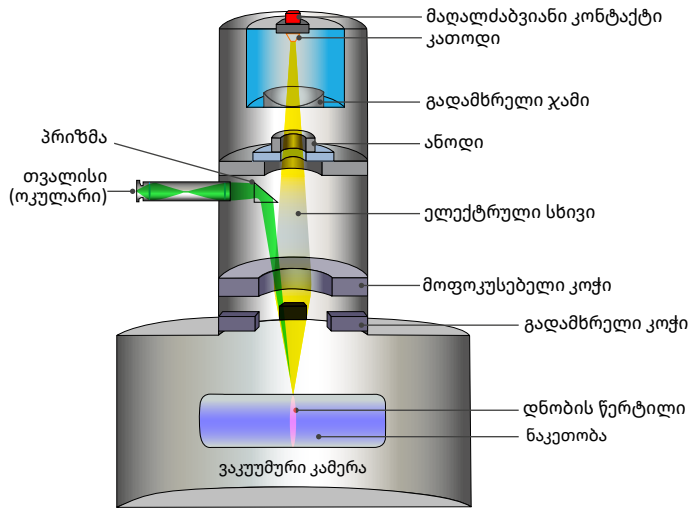
- **სიზუსტე.** პლაზმური მოწყობილობის მეშვეობით, შეიძლება სწორხაზოვანი და მრუდწირული განაჭრების მიღება, ნახვრეტების ამოჭრა, მათ შორის, რთული ფორმის ნახვრეტებისა.
- **ეკონომიურობა.** ლითონის პლაზმური ჭრის ღირებულება ბევრადაა დამოკიდებული გამოყენებული გაზის ღირებულებაზე; ლითონის ნაკეთობათა უმრავლესობისათვის მისაღებია აბსოლუტურად უფასო ჰაერის გამოყენება.

2.1.7. ელექტრონულსხივური შედულება

შედულების ამ ხერხის გამოყენებისას, ძირითადი ლითონის გახურებისა და გადნობისთვის გამოიყენება ენერგია, რომელიც მიიღება ვაკუუმში ლითონის ზედაპირის ინტენსიური დაბომბვით სწრაფად მოძრავი ელექტრონებით. შესაძლებელი დეტალების ზედაპირზე მოხვედრისას, ელექტრონები მუხრუჭებიან და ხდება კინეტიკური ენერგიის თბურ ენერგიად გარდაქმნა.

ელექტრონულსხივური შედუღებისას, შესაძლებელი დეტალები თავსდება სპეციალურ ჰერმეტიკულ კამერაში, რომლისგანაც ტუმბოს საშუალებით, ამოტუმბულია ჰაერი და წარმოქმნილია ვაკუუმი. კამერაში მოთავსებული დეტალი სპეციალური

მექანიზმის საშუალებით გადაადგილდება შედუღების სიჩქარით. შედუღება კი ხორციელდება „ელექტრონული სხივით“, რომელიც ფოკუსირებული ელექტრონების ნაკადს წარმოადგენს.



სურათი 15. ელექტრონულ-სხივური შედუღების სქემა

მოწყობილობის კომპლექსს, რომელიც ემსახურება ელექტრონული სხივის ფორმირებას და ფოკუსირებას, შედუღების ელექტრონულ ქვემეხს უწოდებენ.

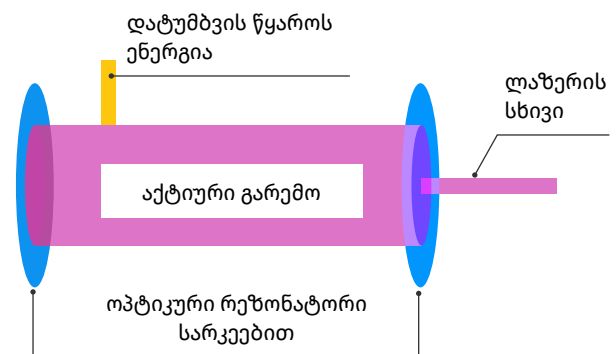
შედუღების პროცესში, კინეტიკური ენერგია გარდაიქმნება თბურ ენერგიად, რომელიც შესაძლებელი დეტალების გახურებისა და გადნობისთვის იხარჯება. სითბოს წყაროს გადაადგილების შედეგად, ხდება შედუღების აბაზანის ლითონის კრისტალიზაცია და ნაკერის წარმოქმნა. ელექტრონულსხივური სითბოს წყაროს მაღალი კონცენტრაცია უზრუნველყოფს ვიწრო და ღრმა ნაკერისა და ვიწრო ნაკერმიმდებარე ზონის მიღებას. შედუღების ამ ხერხის გამოყენებისას, ნაკერს ხანჯლის ფორმა აქვს.

ლაზერი სამ ძირითად კომპონენტს შეიცავს:

- აქტიურ გარემოს (მყარი, თხევადი, აიროვანი ან პლაზმური);
- დატუმბვის სისტემას;
- ოპტიკურ რეზონატორს.

2.1.8. ლაზერული შედუღება

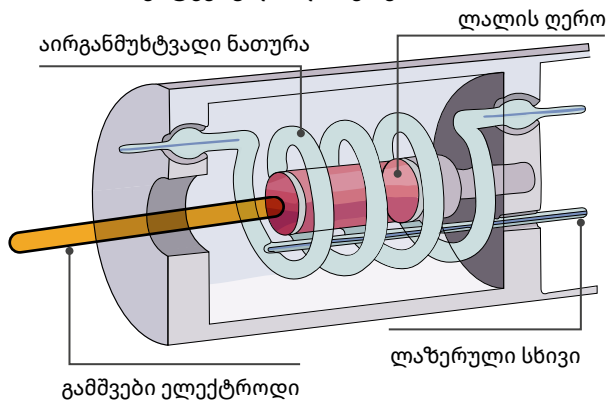
შედუღების ამ ხერხის გამოყენებისას, შესაძლებელი დეტალების გახურება და გადნობა ხორციელდება მძლავრი სინათლის სხივით, რომლის მიღება ხდება თხევადი, აირული ან მყარი გამომსხივებლისაგან. გამომსხივებლიდან გამოსული საჭირო ფორმის სხივის სამართავად იყენებენ სპეციალურ ოპტიკურ სისტემას.



სურათი 16. ოპტიკური რეზონატორის სქემა

ლაზერის ტიპი განისაზღვრება აქტიური გარემოს აგრეგატული მდგომარეობით, ამიტომ ლაზერები იყოფა შემდეგ ძირითად ტიპებად: ⇔

1. მყარი სხეულის ლაზერები;
2. აირული ლაზერები;
3. ლაზერები საღებავებზე;
4. ქიმიური ლაზერები;
5. ნახევრად გამტარული ლაზერები;
6. ლაზერები თავისუფალ ელექტრონებზე;
7. რენტგენული ლაზერები.

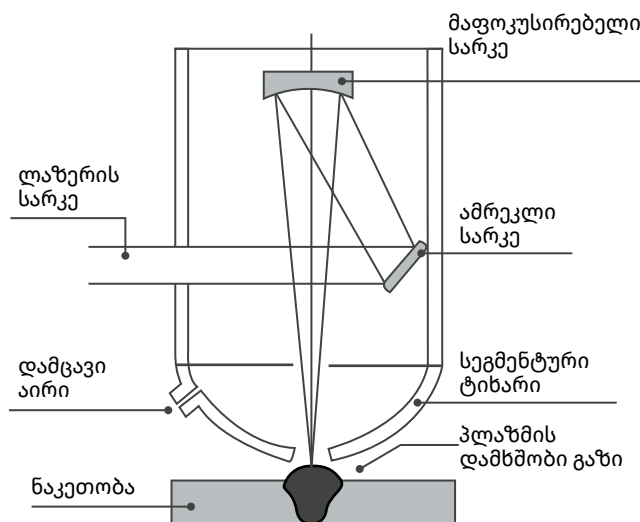


სურათი 17. ლალის ლაზერი – პირველი მყარი სხეულის ლაზერი

პირველი მყარი სხეულის ლაზერი 1960 წელს შექმნა ამერიკელმა ფიზიკოსმა თეოდორ მაიმანმა. მან გამოიყენა ლალი – Al_2O_3 . ლალის ცილინდრის დიამეტრი 4 მმ-დან 20 მმ-მდეა, სიგრძე კი – 30 მმ-დან 200 მმ-მდე. ნახევრად გამჭვირვალად და ამრეკლი სარკეები წარმოიქმნება კარგად გაპრიალებულ ლალის ღეროს ტორსებზე, რომლებზეც დატანილია ვერცხლის ნაერთის ფენები.

2.2. შედულების აბაზანის წარმოქმნა და ნაკერის ლითონის კრისტალიზაცია

დნობით შედულებისას, შესაღებელი დეტალების ნაწიბურები და საელექტროდე ლითონი დაიყვანება თხევად მდგომარეობამდე. უდნობი ელექტროდით შედულების შემთხვევაში კი დნება მხოლოდ ძირითადი ლითონი. გამდნარი ძირითადი და საელექტროდე ლითონი ერევა ერთმანეთს და წარმოქმნის საერთო შედულების აბაზანას, რომელიც მუდმივად მოძრაობს რკალის გადაადგილების შესაბამისად და შემოსაზღვრულია, ერთი მხრიდან, შესაღებელი დეტალების გამდნარი უბნებით და მეორე მხრიდან – ადრე წარმოქმნილი შენადული ნაკერით.



სურათი 18. ლაზერული შედულების სქემა

განსხვავებით ელექტრონულსხივური შედულებისაგან, ლაზერული შედულებისას ვაკუუმი არაა საჭირო და შედულება შეიძლება ვაწარმოოთ ჰაერზე. შესაძლებელია შედულება ვაწარმოოთ გენერატორიდან მომორებით. ლაზერული შედულებისათვის დამახასიათებელია ძირითადი ლითონის ვიწრო და ღრმა ჩადნობა. ლაზერული და ელექტრონულსხივური შედულებით მიღებული ნაკერები ერთმანეთის მსგავსია. მაგრამ, ლაზერული შედულებით ძირითადად აღუდებენ მცირე სისქის ნაკეთობებს, რაც დაკავშირებულია ოპტიკური სხივის ენერჯიის დაკარგვასთან ნივთიერებაში მოხვედრისას.

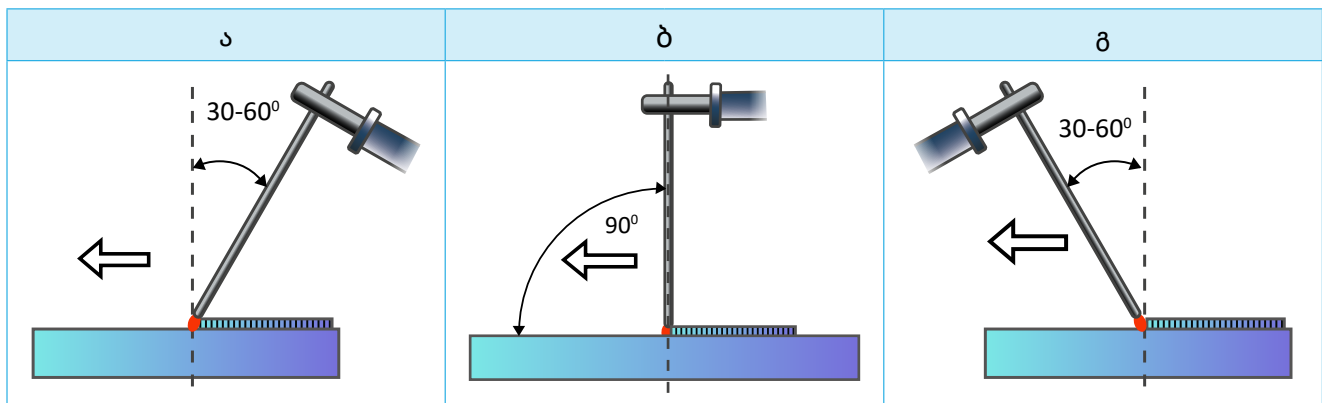
ელექტრორკალური შედულებისას, დნობადი სივრცე შეიძლება, პირობითად, ორ უბნად გავყოთ: **სათავო**, სადაც ხდება ძირითადი და საელექტროდე ლითონის დნობა და **დაბოლოების**, სადაც განლაგებულია შედულების აბაზანა და იწყება კრისტალიზაციის პროცესი. შედულების აბაზანის ფორმა, რკალური პროცესებისას, ხასიათდება მისი სიგრძით, სიგანით, სიღრმითა და სისქით (ჩადულების სიღრმე და ნაკერის გაძლიერება ერთად).

შედულების აბაზანის მოცულობა შედულების ხერხისა და მეთოდის, შედულების რეჟიმების მიხედვით

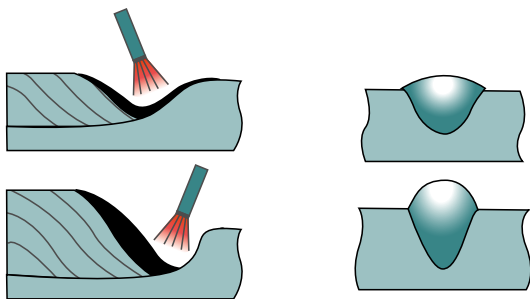
■ დნობით ელექტრული შეღებვა

შეიძლება იცვლებოდეს 0,1 სმ³-დან 10 სმ³-მდე. შეღებვის აბაზანის ზომების (მოცულობის) შერჩევა ხდება შესაბამისი დეტალების ზომისა და შენადუდი ნაკერის სივრცული მდებარეობის მიხედვით. შეღებვის აბაზანას ელიფსური – წაგრძელებული ფორმა აქვს. შეღებვის რეჟიმებსა და პირობებზე დამოკიდებულებით, განიკვეთში აბაზანას შეიძლება სხვადასხვა ფორმა ჰქონდეს. რკალური შეღებვისათვის დამახასიათებელია ფორმა, რომელიც ნახევარწრეს უახლოვდება. შეღებვის

პროცესში წარმოქმნილი რკალის წნევა იწვევს გამდნარი ლითონის განდევნას აბაზანიდან, რკალის ჩაყვინთვას ძირითად ლითონში და, შედეგად, ჩაღებვის სიღრმის გაზრდას, თუ შეღებვა მიმდინარეობს კუთხით უკან. იმ შემთხვევაში, თუ შეღებვა მიმდინარეობს კუთხით წინ, რკალის წნევით გამდნარი ლითონი გაიტყორცნება აბაზანის წინ და, შედეგად, ჩაღებვის სიგრძე შემცირდება. მიმართულებას კუთხით წინ იყენებენ თხელკედლიანი კონსტრუქციების შეღებვისას.



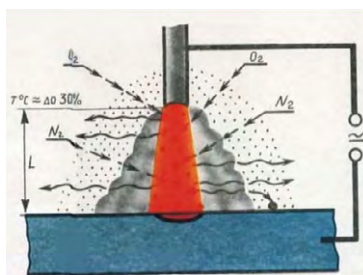
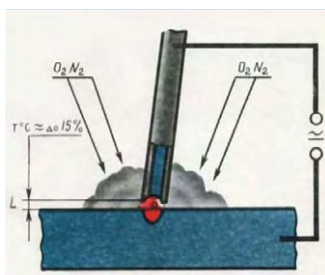
სურათი 19. ელექტროდის მდგომარეობა დნობადი ელექტროდით ელექტრორკალური შეღებვისას: ა) კუთხით წინ; ბ) მართი კუთხით; გ) კუთხით უკან.



სურათი 20. შეღებვის მიმართულების გავლენა ჩაღებვის სიღრმეზე: ა) შეღებვა კუთხით წინ; ბ) შეღებვა კუთხით უკან.

მოკლე რკალი

გრძელი რკალი



სურათი 21. რკალის სიგრძის გავლენა ხელით რკალური შეღებვისას.

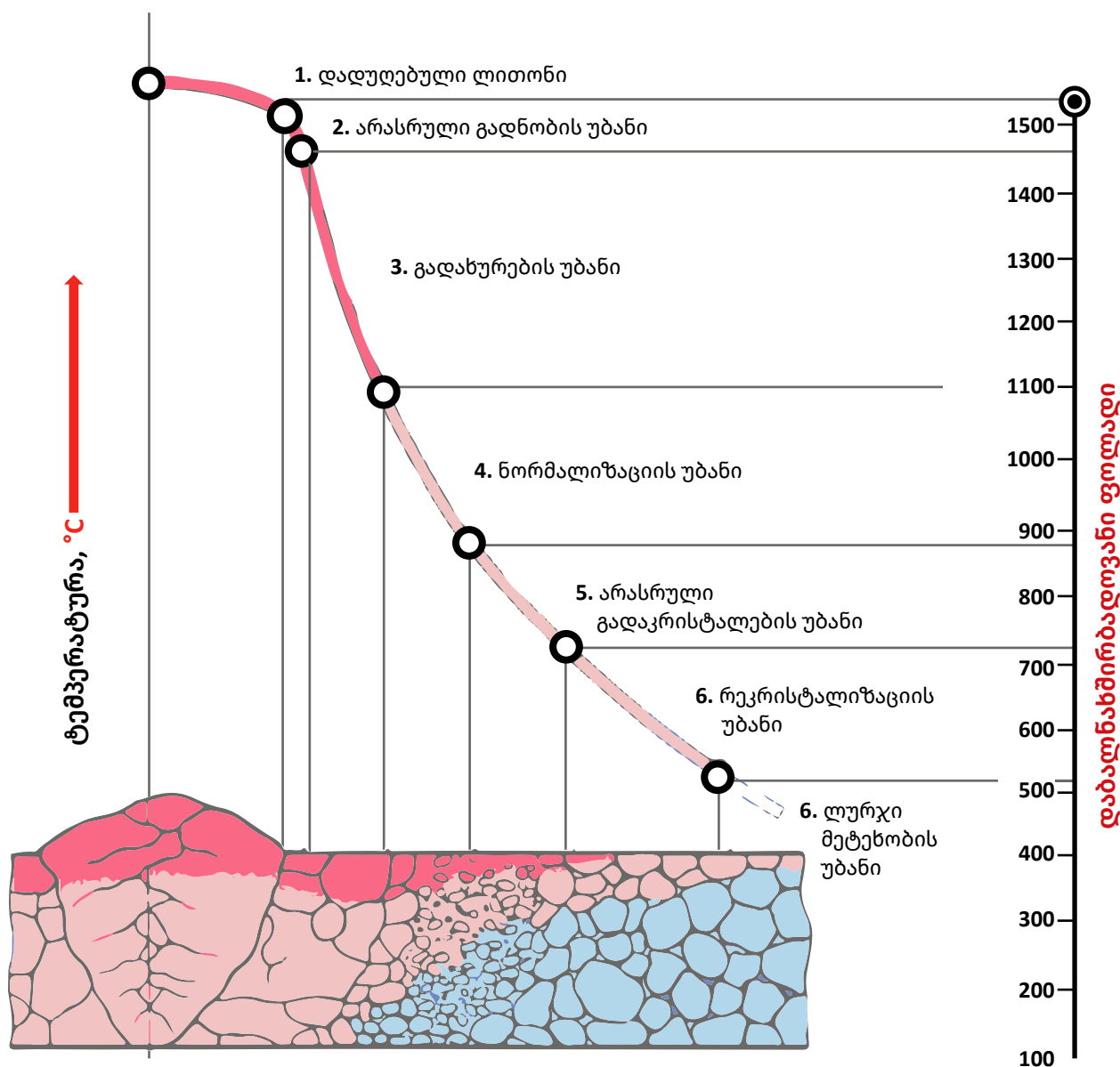
შეღებვის აბაზანის ლითონის გადასვლას თხევადი მდგომარეობიდან მყარში, პირველადი კრისტალიზაცია ეწოდება. პირველადი კრისტალიზაციის

შემდეგ ოთახის ტემპერატურამდე გაცივებისას, ლითონი განიცდის გადაკრისტალებას, რომელსაც მეორად კრისტალიზაციას უწოდებენ.

2.3. თერმული გავლენის ზონის წარმოქმნა და აგებულება

დნობით შედეგებისას, სითბო, რომელიც გამოიყოფა შედეგების კვების წყაროდან, ვრცელდება ძირითადი ლითონის იმ უბნებზე, რომლებიც შენაღულ ნაკერს ესაზღვრებიან. ამ უბნების გახურებისა და შემდგომი გაცივების გამო, იცვლება მათი სტრუქტურა და თვისებები. ძირითადი ლითონის უბანს, რომელიც გახურდა შედეგების პროცესში,

მაგრამ არ განუცდია დნობა და განიცადა სტრუქტურული ცვლილებები, თერმული გავლენის ზონა ეწოდება. ხშირად ამ ზონას ნაკერმიმდებარე ზონასაც უწოდებენ. ძირითადი ლითონის ნაკერმიმდებარე ზონა თბურ ზემოქმედებასთან ერთად, როგორც წესი, განიცდის პლასტიკურ დეფორმაციას.



სურათი 22. თერმული გავლენის ზონის სხვადასხვა უბნები.

თერმული გავლენის ზონის სხვადასხვა უბნების გახურების ტემპერატურა იცვლება ზღვრებში ძირითადი ლითონის დნობის ტემპერატურიდან, საწყის ტემპერატურამდე (გარემოს ტემპერატურა). თერმული გავლენის ზონის ზომები და აგებულება დამოკიდებულია ძირითადი ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე და თბოფიზიკურ მახასიათებლებზე, აგრეთვე შედუღების თერმულ ციკლზე.

თერმული გავლენის ზონა დნობით ელექტრული შედუღების ყველა ხერხის აუცილებელი თანამგზავრია და, ხშირ შემთხვევაში, დეფექტების წარმოქმნის თვალსაზრისით, ეს ზონა უფრო საშიშია, ვიდრე შენადული ნაკერი. ამ ზონის სიგანე საკმაოდ დიდ ზღვრებში იცვლება და დამოკიდებულია შედუღების ხერხზე, შედუღების რეჟიმებზე, ძირითადი ლითონების ზომებზე, ქიმიურ შედგენილობაზე და სხვა ფაქტორებზე. თერმული გავლენის ზონის პირველი უბანი უშუალოდ ეკვრის ნაკერის ლითონს და ძირითადი ლითონი ამ უბანზე იმყოფება თხევად-მყარ მდგომარეობაში. ნაკერმიმდებარე ზონის პირველ უბანს, რომელიც ნაკერის ლითონს ესაზღვრება, შედნობის ან გარდამავალ ზონას

უწოდებენ. გარდამავალი ზონის უბანი გადამწყვეტ გავლენას ახდენს შენადული კონსტრუქციის მუშაუნარიანობაზე. ამ უბანზე შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ბზარების წარმოქმნას, მყიფე რღვევას და სხვა. თერმული გავლენის ზონის სიგანე დამოკიდებულია სითბოს წყაროს ბუნებაზე, ძირითადი ლითონის თვისებებსა და ზომებზე, შედუღების რეჟიმებზე და სხვა.

მრავალგავლიანი შედუღების შემთხვევაში, ნაკერმიმდებარე ზონა განლაგებულია არამარტო ძირითად ლითონში, არამედ ნაკერის ლითონშიც. შედუღების პროცესის თბური და დეფორმაციული ზემოქმედების შედეგად, შეიძლება გაუარესდეს თერმული გავლენის ზონის თვისებები ძირითადი ლითონის თვისებებთან შედარებით.

შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად დამუშავებული ტექნოლოგიური პროცესი უნდა უზუნველყოფდეს ნაკერმიმდებარე ზონის ფორმირების ოპტიმალურ პირობებს და ამ ზონის ლითონის ისეთ ხარისხს, რომელიც უზრუნველყოფს შენადული კონსტრუქციების მუშაუნარიანობას.

2.4. დნობით შედულების პროცესის ტექნოლოგიური თავისებურებანი

2.4.1. ხელით ელექტრორკალური შედულება

ხელით ელექტრორკალური შედულება შეიძლება განხორციელდეს როგორც დნობადი, ისე უდნობი ელექტროდით. შედულების ხერხის შერჩევა შესაძლებელია დეტალების ზომების და ქიმიური შედგენილობის მიხედვით ხდება.

ხელით ელექტრორკალური შედულება დაფარული დნობადი ელექტროდით ლითონების შედულების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ხერხი და მეთოდია, სამემდულებლო მოწყობილობის სიმარტივისა და შედულების შესაძლებლობის გამო, ყველა სივრცულ მდებარეობაში.

იმის გამო, რომ ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით შედულება ხდება დამცავი აირის – არგონის გარემოში, შედულების ეს ხერხი განხილული იქნება დამცავ აირებში შედულების თავში.

დაფარული ელექტროდით შეიძლება შედუდდეს ნებისმიერი სისქის შავი და ფერადი ლითონები, ასევე სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის შენადნობები. დაფარულ ელექტროდებს ფართო გამოყენება აქვთ გაცვეთილი დეტალების გეომეტრიული ზომების დადულებით აღდგენაში.

ხელით ელექტრორკალური შედულების ტექნოლოგიური თავისებურებანი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შესაძლებელი დეტალების სისქეზე, ნაკერის სიგრძესა და ტიპზე.

ხელით ელექტრორკალური შედულებისას, დაფარული ელექტროდებით სამუშაოს ძირითად მოცულობა სრულდება 2-6 მმ დიამეტრის ელექტოდებით. გამოიყენება 100-400 ა დენის ძალა, რკალის ძაბვა იცვლება 18-30 ვ-ის ზღვრებში. ელექტროდის დიამეტრის ზრდასთან ერთად, იზრდება შედულების დენის ძალის სიდიდე, რაც ელექტროდის დამჭერის გახურებას და შედულების პროცესის მართვის გართულებას იწვევს (იზრდება შედულების აბაზანის მოცულობა). გარდა ამისა, შედულების უბანზე მუშაობისას, მიუხედავად გამწოვი ვენტილაციისა, რთულდება შემდულებლის მუშაობის პირობები.

ამიტომ, ძირითადად, დაფარული ელექტროდებით ხელით ელექტრორკალური შედულებისას, გამოიყენება ელექტროდები დიამეტრით 3-5 მმ და 250 ა-მდე დენის ძალა, რაც კომფორტულს ხდის შემდულებლის მუშაობას.

დაფარული ელექტროდით შედულების პროცესში, ადგილი აქვს გამდნარი ლითონის გაშხეფვასა და აორთქლებას. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია ელექტროდში დენის სიმკვრივეზე, დაფარვის სახეზე, შედულების რეჟიმებზე და იცვლება 5-10%-ის ფარგლებში. მნიშვნელოვანია, რომ ელექტროდის სიგრძის 10-15% იკარგება გამოყენებული ნარჩენის სახით და ჯამური დანაკარგი საშუალოდ 20%-ს შეადგენს. გარდა აღნიშნულისა, შრომის დანახარჯები იზრდება გაშხეფებული ლითონის მოსაშორებლად შესაძლებელი დეტალის ზედაპირიდან. აღნიშნული დანაკარგები გათვალისწინებული უნდა იქნას კონსტრუქციის დამზადების ვადებისა და ელექტროდის ხარჯის ანგარიშისას. კიდევ უფრო იზრდება დანაკარგები ლითონის გაშხეფვაზე დენის ძალის მნიშვნელოვანი ზრდისას. უარესდება ნაკერის ლითონის ფორმირება და შეიძლება ადგილი ექნეს შეუდულებლობას ძირითად ლითონსა და ნაკერის ლითონს შორის.

შედულების რეჟიმები. დნობით რკალური შედულების ყველა ხერხის და მეთოდის გამოყენებისას შენადნული ნაკერის ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შედულების რეჟიმების სწორ შერჩევაზე და უზრუნველყოფს ნაკერის ხარისხის ერთგვაროვნებას მთელს სიგრძეზე. შედულების რეჟიმის პარამეტრებია:

- შედულების დენის ძალა, $a - I_{შედ}$;
- რკალის ძაბვა, $z - U_{რკ}$;
- შედულების სიჩქარე, მ/სთ - $V_{შედ}$;
- ელექტროდის დიამეტრი, მმ - d .
- გარდა აღნიშნულისა, მნიშვნელოვანია დენის სახეობის (ცვლადი, მუდმივი) და პოლარობის (პირდაპირი, შებრუნებული) შერჩევა.

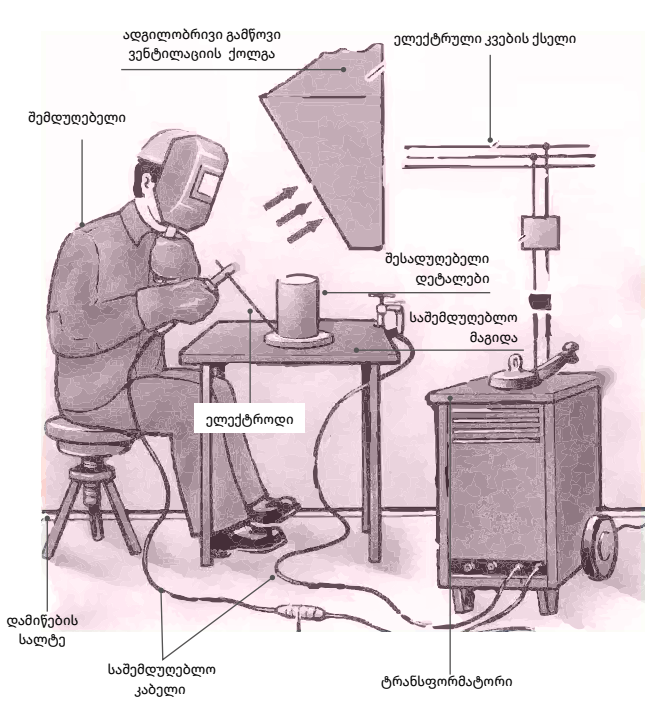
შედულების რეჟიმებში მითითებულ დენის ძალას მეორად დენის ძალას უწოდებენ. პირველადს

(მოკლე შერთვის) უწოდებენ დენის ძალას, რომელიც რკალის ანთების პროცესში მოქმედებს 2-3 წამის განმავლობაში, არასტაბილურია და ეს დენის ძალა დაახლოებით 2-ჯერ აღემატება დენის ძალის იმ სიდიდეს, რომელიც შედუღების პროცესში გამოიყენება.

შედუღებით დამზადებული კონსტრუქციის ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ როგორაა მოწყობილი და აღჭურვილი შემდუღებლის სამუშაო ადგილი. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას.

შედუღების პოსტი. შემდუღებლის სამუშაო ადგილს, რომელიც სხვადასხვა საშემდუღებლო

სამუშაოებისთვისაა გათვალისწინებული, საშემდუღებლო პოსტი უწოდება და ის შეიძლება იყოს როგორც უძრავი, ისე მოძრავი. სასურველია შემდუღებლის პოსტი განლაგებული იყოს დამხმარე და ამკრებ საშემდუღებლო სამარჯვებთან ერთად. შედუღების კვების წყარო რაც შეიძლება ახლოს უნდა იყოს განლაგებული შემდუღებლის მაგიდასთან, რადგან საშემდუღებლო კაბელის დაგრძელების შემთხვევაში, ძაბვა ეცემა საშემდუღებლო რკალში და რთულდება შედუღების პროცესი. საშემდუღებლო კაბელის დაგრძელება შესაძლებელია დიდი სიმძლავრის და მრავალპოსტიანი კვების წყაროს გამოყენების შემთხვევაში.



სურათი 23. ტიპური საშემდუღებლო პოსტის საერთო ხედი.

შემდუღებლის პოსტი მოიცავს: შედუღების კვების წყაროს, შემდუღებლის მაგიდას, ელექტროდის დამჭერს, გამწოვ კამერას, საშემდუღებლო სადენებს, საშემდუღებლო ჩაფხუტსა და დამხმარე ინსტრუმენტებს. მცირე ზომის დეტალების შედუღებისას, პოსტის მოწყობა ხდება 2x2 მ ფართის კაბინაში, რომლის სიმაღლე 2 მეტრზე მეტი უნდა იყოს. რამდენიმე კაბინის მოწყობის შემთხვევაში, ისინი ერთმანეთისაგან იზოლირებული უნდა იყოს და თითოეული უზრუნველყოფილი უნდა იყოს 80 ლუქსი განათებით და ადგილობრივი ან საერთო გამწოვი ვენტილაციით. პოსტი აღჭურვილი უნდა იყოს ლითონის

მაგიდით, რომლის სიმაღლე იმაზეა დამოკიდებული შემდუღებელი ფეხზე დამდგარი მუშაობს თუ დამჯდარი. ზოგიერთ შემთხვევაში, პოსტი მაგიდის ნაცვლად შეიძლება მანიპულატორით, მაბრუნით ან სხვა მექანიკური მოწყობილობით იყოს აღჭურვილი. საშემდუღებლო პოსტის ძირითადი მოწყობილობა შედუღების კვების წყაროა. ხელით რკალური შედუღებისათვის ყველაზე მეტად გავრცელებული კვების წყაროებია ტრანსფორმატორი და გამმართველი. საამქროებში დიდი ზომის ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებისას გამოიყენება მრავალპოსტიანი კვების წყარო ბალასტური რეოსტატებით.

ბალასტური რეოსტატი აყალიბებს კვების წყაროს ვარდნით მახასიათებლებს და შემდუღებელი მისი დახმარებით არეგულირებს შედუღების დენს საფეხურებრივად.

შემდუღებლის დამხმარე ხელსაწყო-იარაღებია: ელექტროდის დამჭერი, შემდუღებლის ნიღაბი, საშემდუღებლო კაბელები, ჩამჭერები, შემდუღებლის სათვალე, კუთხის სახეხ-საჭრელი ხელსაწყო და შემდუღებლის სხვა ინსტრუმენტები. კაბელის დახმარებით ელექტროდის დამჭერი მიერთებულია შედუღების კვების წყაროსთან და მისი დანიშნულებაა ელექტროდის დამაგრება, მასთან შედუღების დენის მიყვანა და შედუღების პროცესი შემდუღებლის მიერ ელექტროდით მანიპულირება. ის უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ მოთხოვნებს: ელექტროდის სწრაფად ჩამაგრებას ძალისხმევის გარეშე, ადვილად უნდა ხდებოდეს ელექტროდის ნაძვწის მოშორება, საიმედოდ უნდა აფიქსირებდეს ელექტროდს. ელექტროდდამჭერი უნდა იყოს მსუბუქი და მოხერხებული, მტკიცე და ადვილად არ იღებდეს მექანიკურ დაზიანებას. ელექტროდის დამჭერებს აწარმოებენ 125, 200, 250, 315, 400 და 500 ამპერი ნომინალური დენისათვის. მისი მასა შეიძლება იცვლებოდეს 0,35 კგ-დან 0,75 კგ-მდე. ელექტროდდამჭერი მზადდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ელექტროდის ჩამაგრების ხერხის მიხედვით და არსებობს ჩანგლისებრი, ხრახნისებრი, ბერკეტული და სხვა ელექტროდდამჭერები. ყველა კონსტრუქციის ელექტროდდამჭერის დეტალები დამზადებული უნდა იყოს ელექტროსაიზოლაციო მასალებისაგან.

საშემდუღებლო კაბელები. კაბელები საჭიროა კვების წყაროდან ელექტროდდამჭერამდე და ნაკეთობამდე დენის მისაყვანად. კვების წყაროდან ელექტროდდამჭერამდე დენის მისაყვანად, გამოიყენება მოქნილი კაბელი, ხოლო **ტკაბელი**, რომელიც ნაკეთობას აერთებს კვების წყაროსთან, შეიძლება იყოს ხისტი და ნაკლები ღირებულების. სასურველია, რომ ელექტროდის დამჭერთან მიერთებული კაბელის სიგრძე 3 მეტრზე მეტი არ იყოს. საშემდუღებლო კაბელის კვების შერჩევა ხდება შედუღების დენის დასაშვები დატვირთვის შესაბამისად 5-7 ა/მმ². კაბელების კვების წყაროსთან მიერთება ხდება ბუნიკებისა და ქუროების დახმარებით. საშემდუღებლო სადენის ნაკეთობასთან მისაერთებლად, გამოიყენება ზამბარისებრი ან ხრახნისებრი

მომჭერები, რომლებშიც სადენები ძირითადად მაგრდება მექანიკურად. ხანგრძლივი მუშაობისას, კაბელი და ელექტროდდამჭერი ხურდება. ამის თავიდან ასაცილებლად, კაბელის ისეთი კვითი უნდა შეირჩეს, რომელიც 80°C ტემპერატურას გაუძლებს.

შემდუღებლის ნიღაბი (ფარი, მუზარადი) გამოსხივებისაგან თვალების დასაცავად, აღჭურვილია სინათლის შუქფილტრებით. შედუღების პროცესში, შუქფილტრის დაცვა ლითონის შხეფებისგან, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ორგანული მინის ფირფიტებით, რომელთა მეცვლა ხდება პერიოდულად, მასზე მოხვედრილი შხეფების რაოდენობის მიხედვით.

შემდუღებლის ინსტრუმენტები – ჯაგრისი, ჩაქუჩი, ლოჯი, კუთხის სახეხ-საჭრელი და სხვა გამოიყენება როგორც შედუღების წინა მოსამზადებელი სამუშაოების შესრულების დროს, ისე შედუღების პროცესში და მისი დამთავრების შემდეგ. შემდუღებლის კომფორტულად მუშაობისათვის, მის დასაცავად გამოსხივების და გამდნარი წილის და ლითონის შხეფებისაგან გამოიყენება სპეციალური ტანსაცმელი – შარვალი, ქურთუკი, ხელთათმანი და ყელიანი ფეხსაცმელი.

დნობადი დაფარული ელექტროდით ხელით ელექტროორკალური შედუღება შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც კუთხით წინ, ისე კუთხით უკან. იმ შემთხვევაში, თუ შესაძლებელი დეტალების სისქე მცირეა (3 მმ-დე), მაშინ უმჯობესია შედუღება წარმოებდეს კუთხით წინ. იმ შემთხვევაში, თუ შესაძლებელი დეტალების სისქე 3 მმ-ზე მეტია, მაშინ აუცილებელია შედუღება კუთხით უკან.

შედუღების ძაბვების და დეფორმაციების შესამცირებლად, სხვადასხვა სიგრძის ნაკერები სრულდება სხვადასხვა თანმიმდევრობით.

ერთგავლიანი მოკლე ნაკერების შემთხვევაში (300 მმ-მდე), შედუღებას აწარმოებენ დასაწყისიდან დამთავრებამდე, უწყვეტად. თუ ნაკერის სიგრძე 1000 მმ-მდეა, ძაბვებისა და დეფორმაციების შესამცირებლად, მას ადუღებენ 2 ნაწილად, ცენტრიდან ნაკერის ბოლოებისაკენ ან უკუსაფეხურებრივი ხერხით. იმ შემთხვევაში, თუ ნაკერის სიგრძე 1000 მმ-ზე მეტია, მას ყოფენ რამდენიმე უბნად, სიგრძით 100-300 მმ. თითოეული უბნის შედუღებას აწარმოებენ შენადული ნაკერის საერთო მიმართულების

საწინააღმდეგოდ. ერთფენიანი (ერთგავლიანი) ნაკერების შესრულებამდე, აუცილებელია ლითონის დეტალების ყურადღებით გაწმენდა და აკრება შედუღებისათვის, ელექტროდის ზუსტი გადაადგილება ნაკერის ღერძის გასწვრივ და შედუღების სტაბილური რეჟიმების შერჩევა უდუღებელი შენადული ნაკერის მისაღებად. წინააღმდეგ შემთხვევაში, პრაქტიკაში, ტექნიკური მიზანშეუწონლობის მიუხედავად, იყენებენ მრავალგავლიან შედუღებას, რომლის დროსაც, დუღებები, რომლებიც წარმოიქმნებიან ერთ-ერთ ფენაში, შეიძლება გამოსწორდეს მომდევნო ფენების შესრულებისას.

მრავალფენიანი შედუღებისას, ძაბვებისა და დეფორმაციების შემცირების მიზნით, ნაკერის ლითონისა და ნაკერმიმდებარე ზონის გაცივების სიჩქარის შემცირებისა და ბზარების წარმოქმნის აღბათობის შესამცირებლად, იყენებენ შედუღებას სექციებით, კასკადებით და გორაკებით. ამ მეთოდების არსი კარგად ჩანს ქვემოთ წარმოდგენილ სქემებში და ნახაზებში. თითოეული საფეხურის ზომა ძირითადი ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზეა დამოკიდებული და 300-600 მმ-ის ზღვრებში მერყობს. ყოველ მომდევნო ფენას ადუღებენ წინა ფენაზე, რომელიც ჯერ კიდევ არ გაცივებულა და ცხელია. ამ დროს ნაკერის ლითონის და ნაკერმიმდებარე ზონის გაცივების სიჩქარე არც ისე დიდია, რადგან ძირითადი ლითონის გახურება ყოველი ფენის დადებისას იგივეა, რაც წინასწარი გახურება მომდევნო ფენის შედუღების წინ. ყველაზე ცუდ მდგომარეობაში იმყოფება პირველი ფენა, ამიტომ საფეხურის სიგრძე და შედუღების რეჟიმი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ მეორე ფენის დადებისას, პირველმა ვერ მოასწროს გაცივება 200°C ტემპერატურაზე ქვემოთ.

შედუღების დენის შერჩევას, ელექტროდის მიწოდება და დნობა შედუღების ზონაში უნდა ხდებოდეს თანაბრად და უწყვეტად. თუ დენის ძალის მნიშვნელობა დიდია, ელექტროდი დნება სწრაფად და შემდუღებელი ვერ ასწრებს მის მიწოდებას ზონაში, რის გამოც რკალი ქრება და ყოველი ჩაქრობის შემდეგ, საჭიროა რკალის ხელახლა ანთება. დენის ძალის დაბალი მნიშვნელობის შემთხვევაში, ხურდება და დნება მხოლოდ ელექტროდი და გამოყოფილი სითბო შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურების გასაღობად არაა საკმარისი. ორივე შემთხვევაში, ადგილი აქვს დუღებების წარმოქმნას

(შედუღებლობა, წყვეტილი ნაკერი და სხვა).

ელექტროდი, მისი დნობის სხვადასხვა ეტაპზე, სხვადასხვა სიჩქარით დნება: საწყის ეტაპზე დიდი წინაღობის გამო დნება ნელა, ელექტროდის სიგრძის შემცირებასთან ერთად, მცირდება წინაღობა და იზრდება ელექტროდის დნობის სიჩქარე. აუცილებელია, რომ შემდუღებელმა ელექტროდის დნობის სიჩქარის გათვალისწინებით, მიაწოდოს ელექტროდი შედუღების ზონაში. შენადული ნაკერის შესრულების პროცესში, ელექტროდის შესაცვლელად რკალის ჩაქრობისას (შეწყვეტისას), ნაკერის ბოლოში წარმოიქმნება ჩაღრმავებული ადგილი – კრატერი, რომელშიც თავს იყრის მავნე მინარევები, რომელთა გავლენითაც, კრატერში წარმოიქმნება ბზარი. ელექტროდის შეცვლის შემდეგ, რკალის ხელახლა ანთება უნდა მოხდეს შედუღების დამთავრების ადგილიდან 15-20 მმ-ით უკან წარმოქმნილი კრატერის გადასაღობად.

2.4.2. დამცავ აირებში შედუღება

დამცავ აირებში შედუღება შეიძლება როგორც დნობადი, ისე უდნობი ელექტროდებით. შედუღების აბაზანის დასაცავად, გამოიყენება როგორც აქტიური, ისე ინერტული აირები ან მათი ნარევი და დამოკიდებულია შესადუღებელი დეტალების ქიმიურ შედგენილობაზე. შედუღებას აწარმოებენ როგორც ხელით, ისე ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედუღებით.

ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით ხელით შედუღება ინერტულ აირში – არგონში

ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით ხელით ინერტულ აირში – არგონში შედუღებისას, როგორც რკალის ანთება, ისე მისართი ლითონის მიწოდება რკალის ზონაში და სანთურის გადაადგილება შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურების გასწვრივ, ხდება ხელით.

თხელკედლიანი შენადული კონსტრუქციების დამზადებისას, უჟანგავი ფოლალების, ფერადი ლითონებისა და მათი შენადნობებისაგან ყველაზე უფრო ხშირად გამოიყენება ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში შედუღება.

შესაღებელი დეტალების ნაწიბურებისა და მისართი ლითონის გახურება და დნობა, რომლის დახმარებითაც ხდება ნაკერის ლითონის ფორმირება, ხორციელდება ელექტროლი რკალის წვის შედეგად წარმოქმნილი მაღალი ტემპერატურის ხარჯზე. არგონი, ამ შემთხვევაში, ასრულებს შედეგების აბაზანის დაცვის ფუნქციას. იმ შემთხვევაში, თუ შესაღებელი დეტალების სისქე ძალიან მცირეა, მისართი ლითონი არ გამოიყენება და ნაკერის ფორმირება ხდება ნაწიბურების გამდნარი ლითონის ხარჯზე.

ლეგირებული ფოლალებისა და ფერადი ლითონების უმრავლესობას აქვთ გარკვეული თავისებურებანი, რაც გამდნარი ლითონის ჰაერთან (ჟანგბადთან) ურთიერთობაში მდგომარეობს. ამ დროს, ეს ლითონები აქტიურად იჟანგებიან, რაც უარყოფითად მოქმედებს ფორმირებული შენადული ნაკერის ხარისხზე – მიიღება დაბალი სიმტკიცის შენადული ნაკერი ფორმებით. განსაკუთრებით უარყოფითი გავლენა აქვს ჰაერს ფერადი ლითონების შედეგების პროცესზე. ჰაერში შემავალი ჟანგბადის ხარჯზე ლითონები იწყებენ წვას.

ლეგირებული ფოლალების და ფერადი ლითონების შედეგებისას, ოპტიმალურ გადაწყვეტილებად, რომელიც საშუალებას იძლევა დაცული იქნას შენადული შეერთება ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან, დამცავი აირის – არგონის გამოყენებაა. არგონი მნიშვნელოვნად მძიმეა ჰაერზე (40 %-მდე), რის გამოც, ის განსაკუთრებული სიმსუბუქით გამოდევნის ჰაერს შედეგების ზონიდან და ქმნის შედეგების აბაზანის საიმედო დაცვას. არგონი თავისი ბუნებით ინერტული აირია და, პრაქტიკულად, არ რეაგირებს გამდნარ ლითონთან და აირებთან, რომლებიც შეიძლება იყოს რკალის წვის ზონაში. გარდა ამისა, არგონში შებრუნებული პოლარობის დენით შედეგებისას, გათვალისწინებული უნდა იყოს ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი: აირის ატომებს, ამ შემთხვევაში, ადვილად შორდება ელექტრონები, რომელთა ნაკადი აირულ გარემოს გადააქვევს დენგამტარ პლაზმად.

ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში შედეგების ტექნოლოგია რთულია და შედეგების უფრო მაღალ კვალიფიკაციას საჭიროებს, ვიდრე დაფარული დნობადი ელექტროდით შედეგებისას.

შედეგების წინა მოსამზადებელი სამუშაოები შესაღებელი დეტალების გაწმენდით იწყება.

მიუხედავად იმისა, რომ ვიზუალურად შეიძლება არ ჩანდეს დეტალის ზედაპირზე კოროზია და ჭუჭყი, მაინც არის საჭირო შესაღებელი დეტალების გაწმენდა. შედეგების პროცესში, შედეგებელმა უნდა იმუშაოს მინიმალური რკალის სიგრძით. გრძელი რკალის შემთხვევაში, ფორმირდება ფართე და მცირე სიღრმის ნაკერი, ასეთი შეერთების ხარისხი არაა დამაკმაყოფილებელია, ამიტომ ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით შედეგებისას, სასურველია, ვოლფრამის ელექტროდის წვერი ახლოს იყოს შესაღებელი დეტალის ზედაპირთან ნაკერის ტიპის გათვალისწინებით (პირაპირა, კუთხური), თუმცა შეიძლება ესეც არ იყოს საკმარისი იმისათვის, რომ ნაკერი მივიდოთ ვიწრო და ღრმა. მაღალი ხარისხის შენადული შეერთების მისაღებად, საჭიროა, ელექტროდი გადაადგილებოდეს მხოლოდ გრძივი მიმართულებით, შესაღებელი დეტალების ნაწიბურების გასწვრივ ისე, რომ არ ხდებოდეს ელექტროდის გვერდზე გადახრა და განივი მოძრაობები. ამ მიზეზის გამო, შედეგებელს უნდა ჰქონდეს „მყარი ხელი“. სხვა შემთხვევაში, მცირე გადახრამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს შენადული ნაკერის ხარისხის გაუარესება. ვოლფრამის ელექტროდი და მისართი ლითონი საჭიროა განლაგებული იყოს შედეგების ზონაში და არ უნდა ხდებოდეს მათი წინ და უკან მოძრაობა. თუ შედეგებელი ამოძრავებს ელექტროდს ან მისართ ლითონს წინ და უკან, ირღვევა შედეგების აბაზანის არგონით დაცვა და შეიძლება შედეგების აბაზანაში ჟანგბადი მოხვდეს. მისართი ლითონი შედეგების ზონაში უნდა მიეწოდებოდეს მდოვრედ და თანაბრად, წინააღმდეგ შემთხვევაში, გამდნარი ლითონის გაშხეფვა მნიშვნელოვნად იზრდება და ნაკერის ხარისხი უარესდება. მისართი ლითონის მიწოდება შედეგების ზონაში უნდა ხდებოდეს კუთხით ვოლფრამის ელექტროდის წინ, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ნაკერი მიიღება არათანაბარი და უსწორმასწორო ზედაპირით. არ არის რეკომენდირებული შედეგების პროცესის მკვეთრად დაწყება და დამთავრება, რადგან შედეგების ზონაში შეიძლება ჟანგბადი მოხვდეს. ამის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროა, შედეგების პროცესის დაწყებამდე 15-20 წამით ადრე მოხდეს არგონის მიწოდება, ანალოგიურად, პროცესის დამთავრების შემდეგ უნდა გაგრძელდეს არგონის მიწოდება 5-10 წამის განმავლობაში.

შედულების რეჟიმების შერჩევაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შენადული შეერთების ხარისხი. შედულების რეჟიმები, ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში შედულებისას, თავისი არსით, შედულების დენის სახისა და პოლარობის შერჩევაა. შედულების რეჟიმის შერჩევა შესაძლებელი დეტალების ინდივიდუალურ მახასიათებლებზეა დამოკიდებული. თუ შესაძლებელია ფოლადის კონსტრუქცია, საჭიროა, შერჩეული იყოს მუდმივი დენი პირდაპირი პოლარობით. თუ საჭიროა ალუმინის ან მისი შენადნობის შედულება, გამოყენებული უნდა იყოს მუდმივი დენი, შებრუნებული პოლარობით ან ცვლადი დენი.

დენის სახეობისა და პოლარობის შერჩევის შემდეგ, საჭიროა, დენის ძალის სიდიდის შერჩევა. რეჟიმის ამ პარამეტრის შერჩევა ხდება შესაძლებელი დეტალების სისქისა და ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით. ყველა შემთხვევაში აღნიშნული პარამეტრი ურთიერთკავშირშია და დამწყები შემდუღებელი დენის ძალის შერჩევას იწყებს პრაქტიკული გამოცდილებით, კონკრეტული სამუშაოს შესრულებისას. თუმცა, საწყის ეტაპზე, სასურველია, შემდუღებელმა ისარგებლოს ქვემოთ მოყვანილი ცხრილით.

ცხრილი 1. ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით ხელით შედულებისას, შედულების დენის ძალის სიდიდის შერჩევა

შესადული ფურცლის სისქე, მმ	ელექტროდის და მისართი მავთულის დიამეტრი, მმ	დენის სახეობა	შედულების დენი, ა	ძაბვა, ვ	შედულების სიჩქარე, სმ/წთ	არგონის ხარჯი. დმ ³ /წთ
1,0	2/1,6	ცვლადი	35-75	12-16	15-33	2,5-3,0
1,0	2/1,6	მუდმივი, პირდაპირი პოლარობ.	30-60	11-15	12-28	2,5-3,0
1,5	2/1,6	ცვლადი	45-85	12-16	14-31	2,5-3,0
1,5	2/1,6	მუდმივი, პირდაპირი პოლარობ.	40-75	11-15	9-19	2,5-3,0
4,0	4/2,5	იგივე	85-130	12-15	–	10,0

განსხვავებით დნობადი ელექტროდით ხელით ელექტროორკალური შედულებისაგან, ვოლფრამის ელექტროდის რკალის ანთება შესაძლებელი დეტალების ზედაპირთან შეხებით არაა რეკომენდირებული. ელექტროდი შესაძლებელ დეტალებთან შეხებისას, აქტიურად დნება და ჭუჭყიანდება, ამიტომ არგონში ვოლფრამის ელექტროდით შედულებისას, რკალის ანთებისათვის, საჭიროა დამატებითი მოწყობილობა (ოსცილატორი), რომელიც მიერთებულია კვების წყაროსთან. ნაკერის

მაღალი ხარისხის უზუნველსაყოფად, საჭიროა არგონის ხარჯის ზუსტად განსაზღვრა, შესაძლებელი დეტალების ფორმისა და ნაკერის ტიპის გათვალისწინებით. იმისათვის, რომ არ მოხდეს დამცავი აირის გადახარჯვა, სასურველია, არგონი მიეწოდებოდეს ლამინარული მდოვრე დინების სახით. დაუშვებელია შედულების ზონაში როგორც აირის არასაკმარისად, ისე ზედმეტი რაოდენობით მიწოდება. ორივე შემთხვევაში, ხდება შედულების აბაზანის დაცვის დარღვევა და, შედეგად, შენადულ

შეერთებაში დეფექტები წარმოიქმნება. ვოლფრამის ელექტროდის საქმენში ჩამაგრების წინ, საჭიროა მისი მომზადება, რაც მისი ბოლოსათვის კონუსის ფორმის მიცემას გულისხმობს.

შედულების სხვა ხერხების მსგავსად, ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით შედულების ხერხსაც გააჩნია უპირატესობა და ნაკლოვანებები.

უპირატესობებია:

- გახურების დაბალი ტემპერატურა და აბაზანის მცირე მოცულობა, რაც საშუალებას იძლევა შევინარჩუნოთ შესადულებელი დეტალების ფორმა და ზომები.
- დამცავი აირი არგონი, ჰაერზე მძიმეა და საიმედოდ იცავს შედულების აბაზანას.
- საშუალებას იძლევა შედუდდეს სხვადასხვა სახის დეტალები, რომელთა შედულება სხვანაირად ვერ ხერხდება.
- მაღალია შენადული ნაკერის ხარისხი.
- მცირეა გამდნარი ლითონის გამხეფვა და შესადულებელი დეტალების დაბინძურება.

ნაკლოვანებებია:

- გამჭოლი ქარის შემთხვევაში, უარესდება შედულების აბაზანის დაცვა.
- რთულია საშემდულებლო მოწყობილობა.
- რთულია შედულების რეჟიმების შერჩევა, სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის ლითონების შესადულებლად.

ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედულება აქტიური და ინერტული აირების გარემოში

ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში ხელით შედულებასთან შედარებით, უფრო ფართოდ გამოიყენება ნახევრად ავტომატური შედულება როგორც აქტიური, ისე ინერტული აირების გარემოში.

შედულების აბაზანის საიმედოდ დაცვა ერთ-ერთი მთავარი პირობაა უდეფექტო შენადული შეერთების მისაღებად და ეს შესაძლებელია მხოლოდ შენობაში მოწყობილ საშემდულებლო უბანზე. სავსე პირობებში ან სამონტაჟო სამუშაოების შესრულებისას, გათვალისწინებული უნდა იყოს პირობები შედულების ზონის ჰაერის ნაკადისაგან დასაცავად. აირული დაცვის ეფექტურობაზე გავლენას ახდენს შენადული შეერთების ტიპი, შესადულებელი დეტალების ზედაპირის ზომა და შედულების სიჩქარე.

შედულების ზონის და აბაზანის ჰაერის მავნე შემოქმედებისაგან საიმედოდ დასაცავად, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს საქმენის დამორებას შესადულებელი დეტალების ზედაპირიდან. საქმენის ახლო განლაგება ნაკეთობასთან ზრდის გამხეფილი ლითონით საქმენის დაბინძურებას, ხოლო დიდ მანძილზე დამორება იწვევს შედულების ზონის დაცვის დარღვევის საშიშროებას. საქმენის განლაგება ნაკეთობის მიმართ დამოკიდებულია შენადულის შეერთების ტიპზე, ნაკეთობის განლაგებაზე საქმენის მიმართ, ნაკეთობის ზომებზე და სხვა.

დამცავი ინერტული აირების გარემოში შედულება საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება, თუმცა შედულების ამ ხერხის სერიოზულ ნაკლად ითვლება ინერტული აირების მაღალი ღირებულება და დეფიციტი. ამიტომ, შედულების ამ ხერხის გამოყენება, ძირითადად, ლეგირებული ფოლადების და ფერადი ლითონების შედულებისას ხდება.

შედარებით უფრო ფართოდ გამოიყენება ჰჰოვა ნახშირორჟანგში შედულებამ, თუმცა შედულების ამ ხერხსაც აქვს ნაკლი – საელექტროდო ლითონის გამხეფვის მაღალი ხარისხი, ლითონის დანაკარგები და შესადულებელი დეტალების ზედაპირის დაბინძურება. ამ ნაკლის გამოსასწორებლად, ხშირად იყენებენ ნახშირორჟანგის და არგონის ნარევის (82% CO₂ +18% Ar), რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს რკალის წვის სტაბილურობას და ამცირებს დანაკარგებს გამხეფვაზე.

ხარისხიანი შენადული შეერთების მისაღებად, მნიშვნელოვანია, შედულების რეჟიმების სწორად შერჩევა, შესადულებელი დეტალების სისქისა და ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით. დამცავ აირებში შედულებისას, შედულების რეჟიმის პარამეტრებია: შედულების დენის ძალა I_{შედ}, ძაბვა V_{შედ},

ელექტროდის დიამეტრი $d_{ელ}$, შედუღების სიჩქარე $V_{შედ}$, დამცავი აირის ხარჯი.

დამცავ აირებში შედუღება ხორციელდება 22-34 ვ ძაბვის მნიშვნელობისას. ძაბვის მნიშვნელობის ამ შუალედში, უზრუნველყოფილია შედუღების აბაზანის საიმედო დაცვა ჰაერისაგან და მცირდება საელექტროდუ ლითონში შემავალი ელემენტების ამოწვა. დნობადი ელექტროდით დამცავ აირებში შედუღებისას გამოიყენება მთლიანი კვთის და ფხვნილგულა საელექტროდუ მავთულები, დიამეტრით 1-4 მმ.

შედუღების დენის ძალა იცვლება 70-700 ამპერის ფარგლებში. ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, სანთურის გადახურების თავიდან ასაცილებლად, სასურველია, დენის ძალის მნიშვნელობა არ აღემატებოდეს 300 ამპერს.

დამცავ აირებში შედუღებისას, მნიშვნელოვანია დენის სახისა და პოლარობის სწორად შერჩევა დამცავი აირის და ელექტროდის ტიპის მიხედვით.

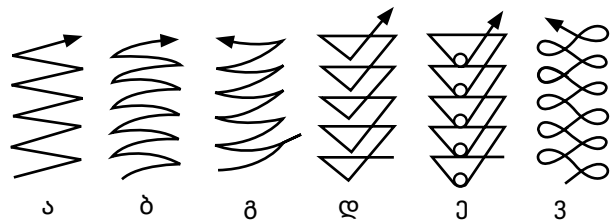
ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში შედუღებას აწარმოებენ პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენით, დნობადი ელექტროდით შედუღებისას – შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით ან ცვლადი დენით.

ნახშირორჟანგში შედუღება ძირითადად ხორციელდება დნობადი ელექტროდით შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით. ნახშირორჟანგში შედუღება ძირითადად ხორციელდება ნახევრად ავტომატური შედუღების მეთოდით და მისი გამოყენება შესაძლებელია ყველა სივრცულ მდებარეობაში შედუღებისას.

ავტომატური შედუღების დროს როგორც მავთულის მიწოდება შედუღების ზონაში, ისე შედუღების პროცესი – მექანიზებულია, თუმცა მოსამზადებელი სამუშაოების ხანგრძლივობის გამო მისი გამოყენება ხელსაყრელია მხოლოდ დიდი ზომის ნაკერების შესრულებისას.

ავტომატური შედუღების დროს როგორც მავთულის მიწოდება შედუღების ზონაში, ისე შედუღების პროცესი – მექანიზებულია, თუმცა მოსამზადებელი სამუშაოების ხანგრძლივობის გამო მისი გამოყენება ხელსაყრელია მხოლოდ დიდი ზომის ნაკერების შესრულებისას.

დამცავ აირებში შედუღების ტექნოლოგია. დამცავ აირებში ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედუღებისას, შენადუდი შეერთების ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შედუღების ტექნიკა, შედუღების აბაზანის აირული დაცვის საიმედოობა, ლითონის გაცივების სიჩქარე, ნაკერის ფორმირება და, ასევე, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სანთურის შესადუღებელი დეტალების ზედაპირიდან დაშორებაზე, მისი დახრის კუთხეზე და მოძრაობის ხასიათზე.



სურათი 24. ელექტროდის ბოლოს განივი მოძრაობების ძირითადი სქემები:

ა, ბ, გ – ჩვეულებრივი ნაკერებისას; დ, ე, ვ – ნაკერებისას ნაწიბურების გაძლიერებული გახურებით.

დამცავ აირებში შედუღება გამოიყენება ყველა სივრცულ მდებარეობაში განლაგებული დეტალების შესადუღებლად. შედუღების დაწყების წინ, აუცილებელია, დამცავი აირის ხარჯის რეგულირება და შედუღების დაწყებამდე 20-30 წმ-ით ადრე მისი გამოშვება, შლანგებში არსებული ჰაერის გამოსადევნად. ამ პირობის დარღვევის შემთხვევაში, დიდია შენადუდ ნაკერში ფორების წარმოქმნის ალბათობა.

რკალის ანთება, ნახშირორჟანგში შედუღებისას, 200 ა-ზე მეტი დენის შემთხვევაში, არ წარმოადგენს სირთულეს, მაგრამ რკალის ანთების წინ ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ელექტროდის შვერის სიგრძე სატუჩედან 40-45 მმ-ზე მეტი არ იყოს. უფრო დიდი შვერის შემთხვევაში, შეიძლება ადგილი ექნეს ნაკერის დასაწყისის ცუდ ფორმირებას და ფორიანობას. დენის ძალის ამ მნიშვნელობისას, უკეთესია შედუღება მოკლე რკალით. დენის ძალის 200-500 ა მნიშვნელობისას – რკალის სიგრძე უნდა იყოს 4 მმ-ის ფარგლებში. რკალის სიგრძის გადიდება იწვევს გაშხეფვის ინტენსიურობის გაზრდას და მალეგირებული ელემენტების ამოწვას. შედუღების პროცესში, სანთურის მოძრაობისას,

რკალი უნდა იყოს ძირითად ლითონზე ან შედუღების აბაზანის და ძირითადი ლითონის საზღვარზე. რკალის შეჩერება შედუღების აბაზანის ზონაში, ზრდის გაშეფვის ინტენსივობას და იწვევს ფორების წარმოქმნას შენადულ ნაკერში. ისე, როგორც ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას, დნობადი ელექტროდით დამცავ აირებში ქვედა მდგომარეობაში ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, სანთურა დახრილი უნდა იყოს 10-15⁰-ით, შესადუღებელი დეტალების მიმართ კუთხით წინ ან უკან. უპირატესობა ენიჭება შედუღებას კუთხით უკან, ამ შემთხვევაში შედუღების აბაზანა უფრო საიმედოდაა დაცული და მიიღება მაღალი ხარისხის და ღრმა ნაკერი.

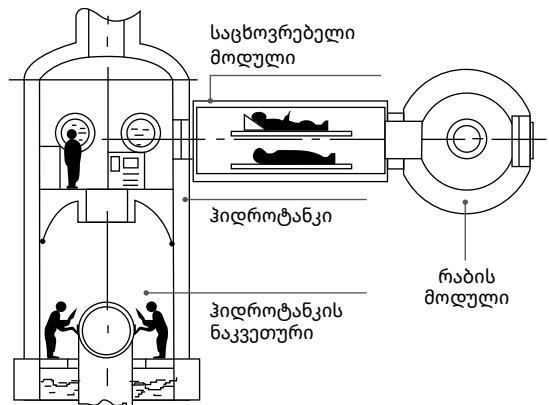
1-2 მმ სისქის დეტალების ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, სანთურით განივ რხევებს არ აწარმოებენ, შედუღება ხდება რკალის მაქსიმალურად შესაძლებელი დიდი სიგრძით და შედუღების დიდი სიჩქარით, რაც უზრუნველყოფს შენადული ნაკერის მაღალ ხარისხს. სანთურის დახრის კუთხე ნაკეთობის მიმართ 30-45⁰ უნდა იყოს. დიდი სისქის დეტალების პირაპირა შედუღებისას, გამოიყენება შედუღების იგივე ხერხები, რაც დაფარული ელექტროდებით ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას.

შედუღების რეჟიმების შერჩევა და შედუღების ტექნიკა სხვადასხვა სივრცული მდებარეობისთვის, წარმოდგენილია ცალკე თავში.

2.4.3. წყალქვეშა შედუღება

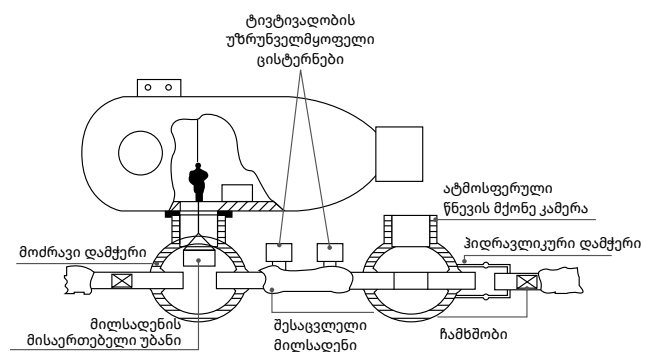
ბოლო პერიოდში, მნიშვნელოვნად გაიზარდა მოთხოვნა წყალქვეშა შედუღების ხერხის გამოყენებაზე, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების, სპეციალური ტექნიკური კონსტრუქციების, მილსადენების, პლატფორმების, დამბების მშენებლობის, მონტაჟისა და სარემონტო სამუშაოების შესასრულებლად. ლითონების წყალქვეშა შედუღება შეიძლება შესრულდეს რამდენიმე ხერხით და, ზოგადად, ის შეიძლება გაიყოს 2 ნაწილად – მშრალი და სველი შედუღება, რომლებიც ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ტექნოლოგიური თვალსაზრისით.

მშრალი შედუღება გულისხმობს სპეციალური მოწყობილობის გამოყენებას, რომელიც საშუალებას იძლევა შეიქმნას პირობები, სადაც შემდუღებელს ექნება საშუალება გამოიყენოს ისეთი მასალები და მოწყობილობა, რომელთა გამოყენება ხდება ჩვეულებრივ პირობებში. ასეთ აღჭურვილობას შეიძლება მივაკუთვნოთ წყალქვეშა კამერები, ბოქსები, ზარხუფები.



სურათი 25. წყალქვეშა ბაროკომპლექსის სქემა.

გარდა ჩასაყვინთი ზარხუფისა, შეიძლება ჩასაყვინთი აპარატის გამოყენება, რომელსაც გააჩნია მყვინთავის გამოსასვლელი რაბის მოწყობილობა. ქვემოთ წარმოდგენილია სისტემის საერთო ხედი, რომელშიც გამოყენებულია ნორმალური ატმოსფერული წნევის მქონე საშემდუღებლო-სამონტაჟო კამერები.

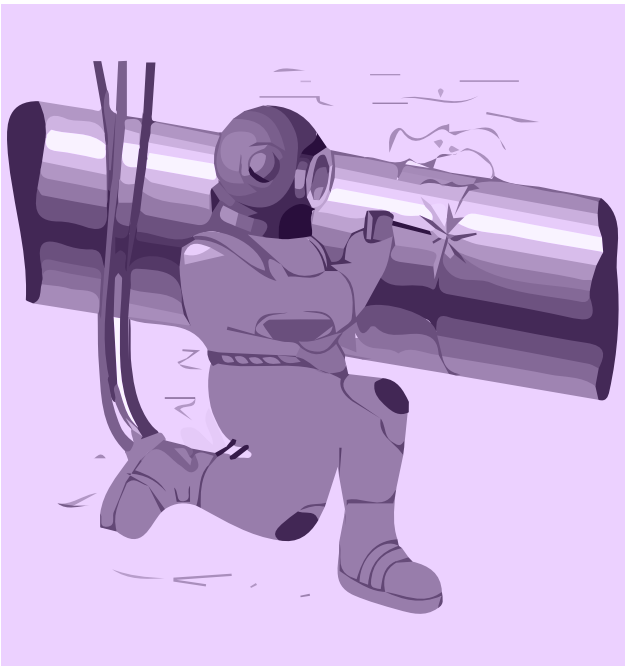


სურათი 26. ნორმალური წნევის მქონე ღრმა წყალქვეშა კამერების სისტემა.



სურათი 27. წყალქვეშა მშრალი შეღებვა

სველი შეღებვისას, სამუშაოები სრულდება უშუალოდ წყლის გარემოში. ამ შემთხვევაში, საჭიროა სპეციალური ელექტროდები წყალქვეშა შეღებვისათვის. წყალქვეშა შეღებვა შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც ხელით, ისე ნახევრად ავტომატური შეღებვით.



სურათი 28. ლითონების შეღებვა და ჭრა წყალქვეშა

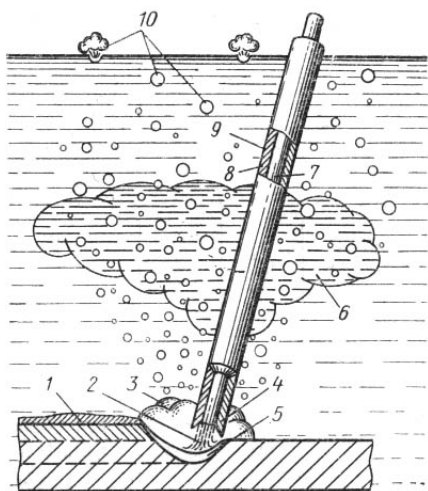
სველი შეღებვის ტექნოლოგია გამოიყენება უფრო ხშირად, ვიდრე მშრალი შეღებვა, რადგან მისი გამოყენება დაკავშირებულია დიდ ფინანსურ დანახარჯებთან და სამუშაო ადგილის მოწყობის ხანგრძლივობასთან.

წყალქვეშა მშრალ შეღებვას აქვს 2 სახე:

- შეღებვა წყალქვეშა კამერებში (კესონებში). ეს ტექნოლოგია ითვალისწინებს კამერის ჩაყვინთვას წყალში. კესონი ჰერმეტიკულად ემაგრება სამუშაოს შესრულების ადგილს. შემდგომში სამუშაო ასრულებს კამერის შიგნით, რომელიც შევსებულია ჰაერით და, წყლის გამოდევნით, შექმნილია ატმოსფერული წნევა. ამ ხერხით შეღებვითი ნაკერის მთავარი ღირსებაა ხარისხი და დარტყმითი სიბლანტის კარგი მაჩვენებელი.
- შეღებვა წარმოებს მობილურ მშრალ ბოქსში (ჰიპერბარიული შეღებვა). შეღებვის ამ ხერხისათვის ჰიდროსკოპი ნაწილობრივ ან მთლიანად დამზადებულია გამჭირვალე მასალისაგან და, ისე როგორც წინა შემთხვევაში, მჭიდროდ უნდა იყოს მიმაგრებული სამუშაო ადგილზე და უზრუნველყოფდეს ჰერმეტიკობას. გამჭირვალე კედლები უზრუნველყოფენ კონტროლს შენაღდ ნაკერზე.

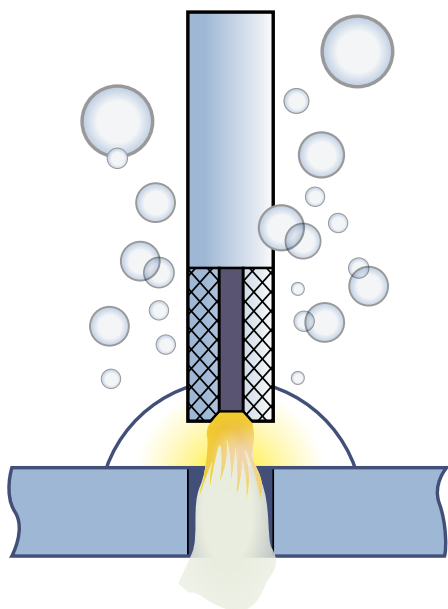
შეღებვის ტექნიკა, თავისი არსით, არ განსხვავდება ჩვეულებრივი შეღებვისაგან ჰაერზე, მაგრამ, უმრავლეს შემთხვევაში, სარემონტო და სამონტაჟო სამუშაოებისას, შეღებვა მიმდინარეობს უშუალოდ წყალში. ამ შემთხვევაში შემდგომში სკაფანდრით უნდა ჩაყვინთოს წყალში 50 მეტრზე მეტ სიღრმეზე. სველი შეღებვა ხასიათდება გარკვეული თავისებურებებით: წყალქვეშა შეღებვა ითვლება ძნელ და სახიფათო საქმიანობად შემდგომებისათვის, რადგან შემდგომში იმყოფება დენგამტარ გარემოში. პროცედურას აქვს სხვა თავისებურებებიც:

- რკალის ანთების სირთულე;
- შენაღდ შეერთებას აქვს უხეში ტალღური ზედაპირი;
- აორთქლებული აირები ამღვრევენ წყალს და აუარესებენ მხედველობას;
- შენაღდი შეერთება ხასიათდება დაბალი დარტყმითი სიბლანტით;
- შეღებვისას, საჭიროა დენის ძალის გაცილებით მეტი მნიშვნელობა, ვიდრე ჰაერზე შეღებვისას.



სურათი 29. წყალქვეშა შედუღებისას რკალის წვის სქემა:

1. წიდა; 2. რკალი; 3. აირის ბუშტი რკალის ირგვლივ (წყალბადი, საელექტროდო საფარის დაშლის პროდუქტები, რკინის ორთქლი, წყლის ორთქლი, ნახშირბადის ოქსიდი, აზოტი და სხვა); 4. საჩეხი; 5. შედუღების აბაჯანა; 6. მღვრიე ღრუბელი (რკინის ორთქლის და საელექტროდო საფარის მასალის კონდენსატი); 7-ლითონის ღერო (ელექტროდი); 8. საელექტროდო საფარი; 9. წყალმუდწევი საფარი; 10. აირის ბუშტულაკები.



სურათი 30. წყალქვეშა ჭრისას რკალის წვის სქემა:

1. გასაჭრელი ლითონი; 2. რკალი; 3. საჩეხი; 4. საელექტროდო საფარი; 5. ელექტროდის ღერო; 6. აირის ბუშტი; 7. მღვრიე ნაწილაკები; 8. ორთქლიანი ბუშტი; 9. ლითონის მხეფები.

წყალში შედუღებისას, რკალი იწვის აირულ ბუშტუკში, რომელიც მდებარეობს ელექტროდის ტორსზე და რომელიც წარმოქმნილია წყლის აორთქლების და დაშლის შედეგად, ელექტროდის დაფარვის პროდუქტებით და ლითონის ორთქლით. ელექტროდის ბოლოზე აირული ბუშტუკის შენარჩუნებას ხელს უწყობს ქუდი, რომელიც წარმოქმნილია ელექტროდის დაფარვის უფრო ნელი გადნობით. ბუშტუკის აირი ძირითადად წყალბადისაგან შედგება, ეს კი ხელს უწყობს ნაკერის ლითონის წყალბადით გაჯერებას, შედეგად კი ფორების წარმოქმნას და პლასტიკურობის შემცირებას. ამიტომ, აუცილებელია, ელექტროდის დაფარვის დაცვა წყალბადით გაჯერებისაგან.

წყალქვეშა შედუღებისას, გარკვეული სიძნელებები დაკავშირებულია ელექტროდის დაფარვასთან,

რადგან ტენი იწვევს მის დაშლას და ელექტროდი შედუღებისათვის გამოუსადეგარი ხდება. ელექტროდის დაფარვის წყალმუდწევალობა, განსაკუთრებით ზღვის მარილიან წყალში მუშაობისას, აუცილებელია შედუღების დენის გაქონვის შესამცირებლად, რომელმაც შეიძლება რამდენიმე ათეულ ამპერს მიაღწიოს. ამ მიზეზის გამო, წყალში შედუღებისას იყენებენ სპეციალურ ელექტროდ-დამჭერებს, რომლებიც იზოლირებულია მთელს ზედაპირზე. ელექტროდებს საფარის წყალმუდწევალობას ანიჭებენ ზედაპირის სპეციალური წყალგაუმტარი ნაზავით (მაგალითად, პარაფინით). ელექტროდის ნორმალურად დამზადების შემთხვევაში, რკალი იწვის ისე, როგორც ჰაერზე.

შესასრულებელი სამუშაოების სიდრმის ზრდასთან ერთად, იზრდება შედუღების დენის ძალისა და

ძაბვის მნიშვნელობები, ჰაერზე შედუღებასთან შედარებით. 4-5 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის დენის ძალის მნიშვნელობა 200-250 ა-ის ფარგლებშია, ხოლო ძაბვის მნიშვნელობა 5-6 ვ-ით მეტია, ვიდრე ჰაერზე შედუღებისას, მაგრამ არ უნდა იყოს 35 ვ-ზე მეტი, შემდუღებლის უსაფრთხო მუშაობის უზრუნველსაყოფად. ცვლადი დენის გამოყენების შემთხვევაში, რკალი იწვის სტაბილურად, მაგრამ ნაკერის ხარისხი არაა დამაკმაყოფილებელია. მუდმივი დენის შემთხვევაში, რკალის წვა ნაკლებად სტაბილურია ტენიან გარემოში მუშაობის გამო, მაგრამ ნაკერის ხარისხი უკეთესია.

წყალქვეშა შედუღება შესაძლებელია ყველა სივრცულ მდებარეობაში. წყალქვეშ შედუღებისას, მხედველობა გაუარესებულია რკალის აირების კონდენსატის წარმოქმნის გამო. გარდა აღნიშნულისა, შედუღების პროცესში, შემდუღებლის არამყარი მდგომარეობის გამო, რთულია რკალის სტაბილურად დაჭერა, განსაკუთრებით, სწრაფი დინების შემთხვევაში. ასეთ პირობებში, გაცილებით რაციონალურია შედუღება დაყრდნობით. ამავე მიზეზით, უკეთეს შედეგს იძლევა კუთხური ნაკერები ნაღებით და ტესებრი შეერთებები, რადგან ნაწიბურები ელექტოდის გადაადგილებისას მიმმართველის როლს ასრულებენ.

ქვედა მდგომარეობაში დაყრდნობით შედუღებისას,

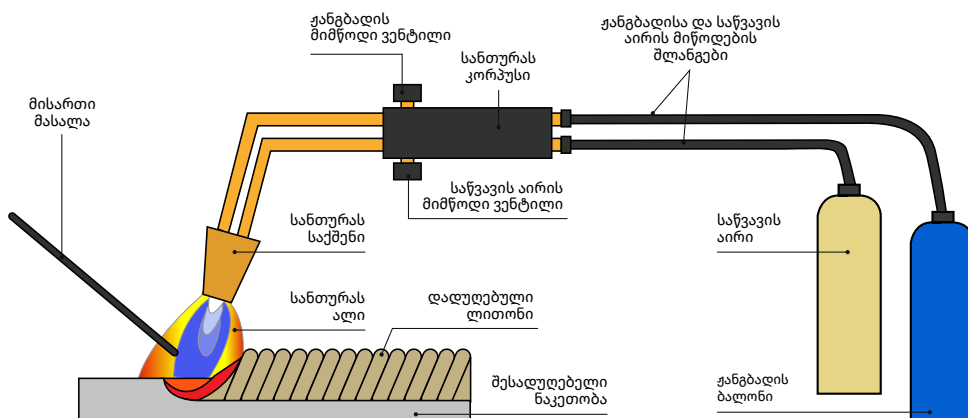
ელექტროდი დახრილი უნდა იყოს შედუღების მიმართულებით 60-70°-ით, ხოლო ვერტიკალური და ჭერული ნაკერების შესრულებისას – 35-40°-ით. კარგ შედეგს იძლევა ვერტიკალური ნაკერების ზევიდან ქვევით შედუღება.

დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შენადუდი ნაკერის ლითონი დამაკმაყოფილებელი ქიმიური შედგენილობით და მექანიკური თვისებებით ხასიათდება, ხოლო წრთობადი ფოლადების შენადუდი შეერთების თვისებები გაუარესებულია წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნით, წყლით სწრაფი გაცივების გამო.

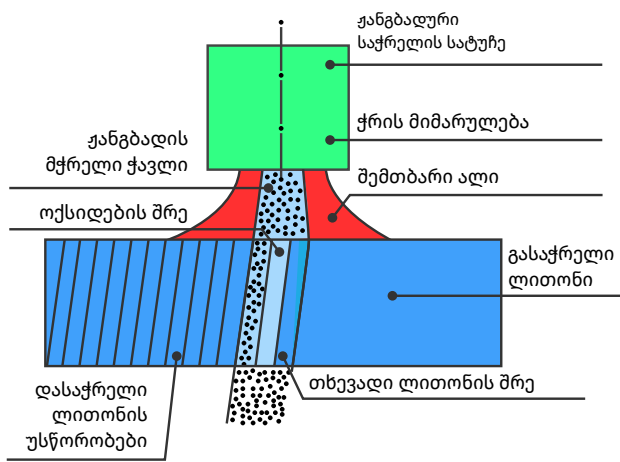
ხელით შედუღების ხერხის გარდა, წყალქვეშა შედუღება შეიძლება ვაწარმოოთ ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით არგონში ან საელექტროდე მავთულით, დამცავ აირებში. ამ შემთხვევაში, რკალი იწვის ბუმბტში, რომელიც წარმოიქმნება დამცავი აირით საქშენის არეში. ვოლფრამის უდნობი ელექტროდით შედუღებას აწარმოებენ ხელით, ხოლო დნობადი საელექტროდე მავთულით დამცავ აირებში – ნახევრად ავტომატური შედუღებით. ნაკერის ხარისხი ვოლფრამის ელექტროდით შედუღებისას უკეთესია, ვიდრე დნობადი საელექტროდე მავთულით. ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, მავთულის მიმწოდ მექანიზმს ათავსებენ წყალშეუღწევ კონტეინერში და ისევ ჩაუშვებენ წყალში.

3. აირული შედულება და ჭრა

ლითონების აირული შედულება და ჭრა შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ლითონკონსტრუქციების დასამზადებლად. ეს ისეთი ტექნოლოგიური პროცესია, რომლის დროსაც, ხდება დასამუშავებელი ელემენტების ნაწიბურების გადნობა, წნევის ქვეშ მიწოდებული აირების წვის დროს წარმოქმნილი მაღალი ტემპერატურების ხარჯზე.



სურათი 31. ლითონების აირული შედულების სქემა



სურათი 32. ლითონების აირული ჭრის სქემა

ნაკერის ფორმირებისათვის გამოიყენება დამატებითი მისართი ლითონის ღერო. ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ ლითონების აირული შედულება და ჭრა სრულდება ცხელი აირული ნარევის და თხევად მდგომარეობაში მყოფი დასამუშავებელი მასალის ურთიერთქმედების ეგზოთერმული რეაქციის ხარჯზე.

მაღალტემპერატურული აირული ალის მიღების ხერხი დამუშავებული იყო XIX საუკუნის ბოლოს და აირული შედულება აცეტილენისა და ჟანგბადის გამოყენებით (ასევე სხვა აირებისა, მაგალითად, წყალბადის) იმ პერიოდში წარმოადგენდა

ლითონკონსტრუქციების შეერთების ძირითად ხერხს. მოგვიანებით, ელექტრორკალური და სხვა სახის შედულების მეთოდების სწრაფი განვითარების გამო, აირული შედულების როლი წარმოებაში შემცირდა.

ამჟამად, აირულ შედულებას გამოიყენებენ თხელკელდიანი ფოლადის ნაკეთობათა აღსადგენად; თუჯის, ფერადი ლითონებისა და პლასტმასების დეტალების დასადულებლად და ბზარების შესაკეთებლად. აირული ალი გამოიყენება ფოლადის ნაკეთობათა ადგილობრივი წრთობისათვის და, ასევე, დეტალების რჩილვისათვის.

ცხრილი 2. ქვემოთ ცხრილში წარმოდგენილია საწვავი აირები, რომლებიც გამოიყენება ჟანგბადთან ნარევი და მათი გამოყენების არეები.

აირი	ნორმალური ალის ტემპერატურა ჟანგბადთან წვისას, °C	გამოყენების არე
აცეტილენი	3150	ყველა ლითონის შეღებვა, ჭრა და ზედაპირული წრთობა
წყალბადი	2100	2 მმ-მდე სისქის ფოლადების, თუჯების, ალუმინის და მისი შენადნობების შეღებვა, ასევე ჭრა
კოქსის აირი	2200	ადვილდნობადი ფერადი ლითონების შეღებვა, ჭრა, რჩილვა
ნავთობის აირი	2300	2 მმ-მდე სისქის ფოლადების, თუჯების, ალუმინის და მისი შენადნობების შეღებვა, ასევე ჭრა და რჩილვა
ბუნებრივი აირი (მეთანი)	1850	ადვილდნობადი ლითონების შეღებვა, ჭრა, რჩილვა
ნავთის ორთქლი	2500	ჭრა, რჩილვა და ზედაპირული წრთობა
პროპან-ბუტანის ნარევი	2050	თუჯის, ფერადი ლითონების შეღებვა, ჭრა, რჩილვა და ზედაპირული წრთობა

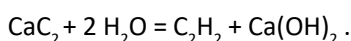
ჟანგბადთან ნარევი გამოყენებული საწვავი აირების წვისას, ალის ტემპერატურა ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე იგივე აირების ჰაერთან ნარევიში.

აირული შეღებვისათვის გამოიყენება სამი ხარისხის ჟანგბადი:

- პირველი ხარისხის – სისუფთავით 99,7%;
- მეორე ხარისხის – სისუფთავით 99,5%;
- მესამე ხარისხის – სისუფთავით 99,2%.

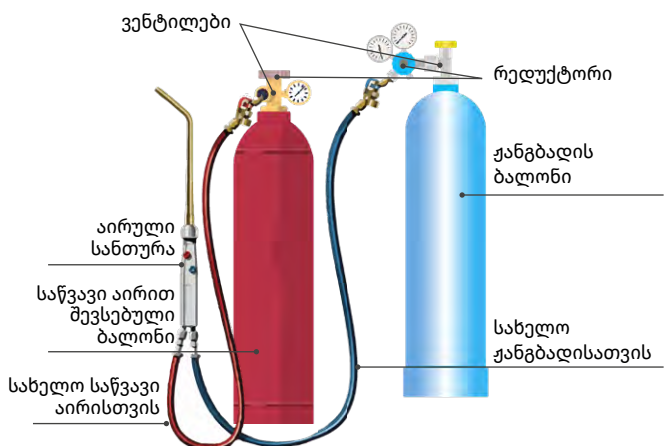
აირულ მდგომარეობაში მყოფი ჟანგბადი მიეწოდება ფოლადის ბალონებში წნევით 15 მპა. ზეთებთან კონტაქტისას, ხდება ჟანგბადის აფეთქება. ზემოთ მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს, რომ აცეტილენურ-ჟანგბადურ ალს ყველაზე მაღალი ტემპერატურა აქვს – 3150°C, ამიტომ, მიუხედავად იმისა, რომ აცეტილენი 15-20-ჯერ უფრო ძვირადღირებულია, ვიდრე სხვა საწვავი აირები, მან მიიღო ყველაზე ფართო გავრცელება აირული შეღებვისა და დაღუღებისას.

აცეტილენი მიიღება კალციუმის კარბიდის წყალთან ურთიერთქმედებისას. ამ დროს მიიღება აიროვანი აცეტილენი C₂H₂ და ჩამქრალი კირი Ca(OH)₂ რეაქციით:



აირად მდგომარეობაში აცეტილენი, წნევის 0,2 მპა-მდე და ტემპერატურის 450...500°C-მდე მომატებისას, ასევე, ჟანგბადთან ნარევიში აცეტილენის 2,8-93%-მდე შემცველობისას, ან ჰაერთან ნარევიში აცეტილენის შემცველობისას 2,2-81%-მდე, აფეთქებასაფრთხიანია.

ბალონები საწვავი აირებისათვის. აცეტილენის ტრანსპორტირება ფოლადის ბალონებით ხდება 1,9 მპა წნევის ქვეშ. ბალონები ივსება სპეციალურ საწარმოებში. აცეტილენის მოხმარება ბალონებიდან ამარტივებს მომსახურებას და ამადლებს შეღებვის და დაღუღების პროცესების მწარმოებლურობას.



სურათი 33. ჟანგბადისა და საწვავი აირის ბალონები

ყოველ აირის ბალონს თავისი ინდივიდუალური პასპორტი გააჩნია, რომელშიც მითითებულია მისი ტექნიკური პარამეტრები. გარდა ამისა, ყველა ბალონი რეგულარულად გადის ტესტირებას და

შემოწმებას, რომლის შედეგები აუცილებლად უნდა იქნას ნაჩვენები ამ პასპორტში. ის დამაგრებულია ბალონის კორპუსზე ყელის ქვეშ.

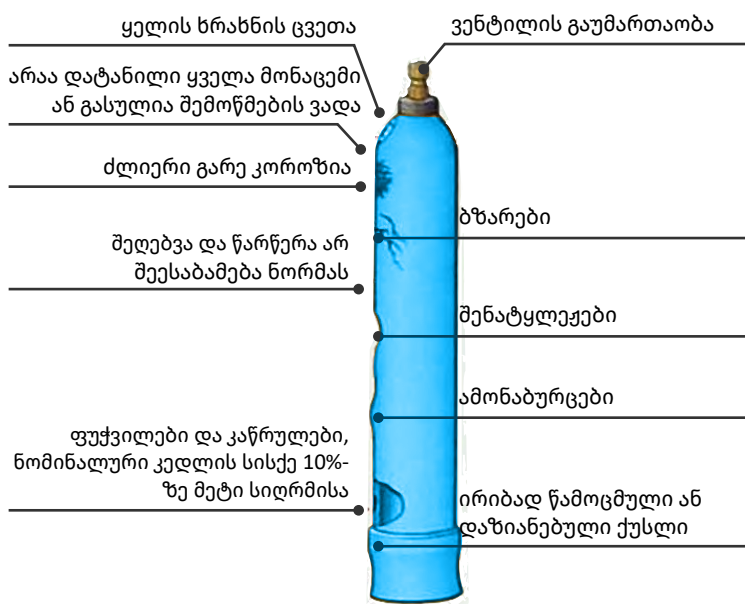
ცხრილი 3. ყოველი აირის ბალონს თავისი ფერი შეესაბამება. ყველაზე ხშირად გამოყენებული აირების ბალონების ნიშანდობა მოყვანილია ქვემოთ ცხრილში.

აირი	ბალონის ფერი	წარწერის ფერი	ზოლის ფერი
ჟანგბადი	ცისფერი	შავი	–
პროპანი	წითელი	თეთრი	–
აცეტილენი	თეთრი	წითელი	–
ნახშირჟანგი	შავი	ყვითელი	–
აზოტი	შავი	ყვითელი	ყავისფერი
არგონი	რუხი	მწვანე	მწვანე
ნავთობის გაზი	რუხი	წითელი	–

უნდა ითქვას, რომ ბალონები საკმაოდ მძიმეა. ეს განსაკუთრებით საგრძნობია მათი გადატანისას. ამიტომ, ლითონების შედეგებისა და ჭრის მოწყობილობის შემადგენლობაში შედის ბალონების გადასატანი ურიკა. გარდა ბალონების გადატანის

გამარტივებისა, პროცესი უფრო უსაფრთხო და ეფექტური ხდება.

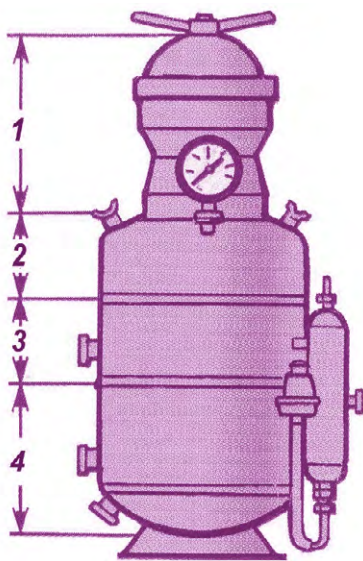
სტანდარტში მოყვანილია ბალონის დაზიანებები, რომელთა არსებობის შემთხვევაში, დაუშვებელია მათი ექსპლუატაცია.



სურათი 34. ბალონის გარეგანი დაზიანებები, რომელთა გამო ის უნდა იქნას დაწუნებული:

აცეტილენის გენერატორები

აცეტილენს დებულობენ სპეციალურ აპარატებში, რომელთაც აცეტილენის გენერატორები ეწოდება. ისინი განსხვავდებიან მწარმოებლურობით, აგებულებით (მოწყობით) და კალციუმის კარბიდის წყალთან ურთიერთქმედების რეგულირების სისტემით.

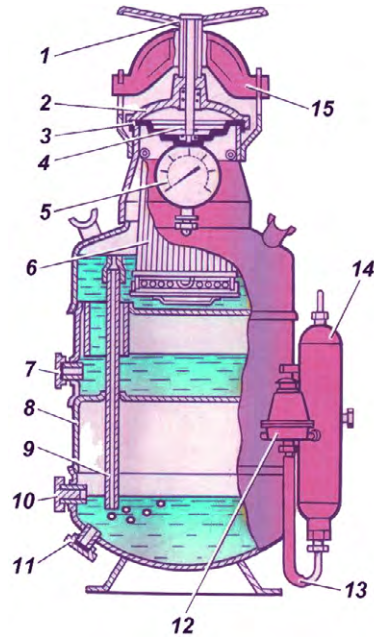


სურათი 35. აცეტილენის გენერატორის შემადგენელი ნაწილები:

- 1. ხახა;
- 2. აირწარმომქმნელი;
- 3. გამომძეველები;
- 4. აირსაგროვი (სარეცხელა).

გენერატორების მწარმოებლურობა შეადგენს: 0,5; 0,75; 1,25; 2,5; 3,5; 5; 10; 20; 40; 80; 160 და 320 მ³/სთ-ში აცეტილენს. განასხვავებენ გადასატან მოძრავ და სტაციონარულ გენერატორებს. კალციუმის კარბიდის წყალთან ურთიერთქმედების რეგულირების სისტემის მიხედვით, არსებობს შემდეგი სისტემის გენერატორები: „კარბიდი წყალში“, „წყალი კარბიდში“, „გამომძევების“, კომბინირებული – „წყალი კარბიდზე და გამომძევების“, „მშრალი“.

ქვემოთ ნახაზზე, მაგალითისათვის, ნაჩვენებია АСП-10 მარკის აცეტილენის გენერატორის მოწყობა კვეთში.



სურათი 36. აცეტილენის გენერატორის მოწყობა კვეთში:

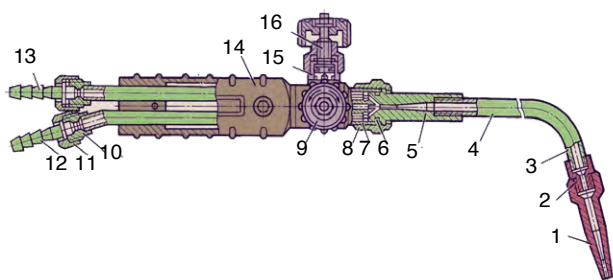
- 1. ხრახნი;
- 2. თავსახური;
- 3. მემბრანა;
- 4. ზამბარა;
- 5. მანომეტრი;
- 6. კალათა;
- 7,11. შტუცერი;
- 8. კორპუსი;
- 9. გადასასხმელი მილაკი;
- 10. საკონტროლო საცობი;
- 12. მცველი სარქველი;
- 13. მლანგი;
- 14. მცველი საკეტი;
- 15. ტრავერსა.

აირწარმომქმნელი შეერთებულია გამომძეველებთან გადასასხმელი მილყელით, ხოლო აირსაგროვთან — გადასასხმელი მილაკით (9). კორპუსი დასურულია თავსახურით (2) და მისი ჰერმეტიზაცია მემბრანით (3) ხდება. ხრახნის (1) მობრუნებით სახურავი (2) ეკვრის ხახას. ტრავერსა (15) შეიყვანება კაკვების ყუნწებში. თავსახურთან შეერთებულია მოძრავი ჭოკი მხრეულით, რომელზეც დაკიდებულია ჩასატვირთი კალათა (6). როცა კალციუმის კარბიდიან კალათას ჩაუშვებენ წყალში, წარმოიქმნება აცეტილენი, რომელიც გადასასხმელი მილაკით (9) მიეწოდება აირსაგროვში, ხდება მისი გაცივება, გარეცხვა და ის მცველი საკეტის გავლით მიეწოდება სანთურაში.

როცა აცეტილენის ამოღება მცირდება და ხდება გენერატორში წნევის გადიდება, წყალი აირწარმომქმნელიდან გამოიღვანება გამომძეველებში, დასველებული კალციუმის კარბიდის მოცულობა მცირდება და ამის შედეგად, მცირდება აირის

წარმოქმნაც. როდესაც იზრდება აცეტილენის ამოღება და მცირდება წნევა, მიმდინარეობს უკუპროცესი. გენერატორში წნევის დასაშვებზე მეტად გადიდებისას, ხდება მცველი სარქველის (12) ამუშავება და აცეტილენი ატმოსფეროში გამოიშვება. მცველი საკეტი (14) საჭიროა აცეტილენის გენერატორის აფეთქების თავიდან აცილებისათვის, უკუდარტყმის წარმოქმნის შემთხვევაში. უკუდარტყმას უწოდებენ აირსაშემდუღებლო სანთურას ან სანთურას შიგნით საწვავი ნარევის უეცარ წვას.

აირსაშემდუღებლო სანთურა. აირსაშემდუღებლო სანთურაში ხდება აცეტილენისა და სხვა საწვავი აირების შერევა, ჟანგბადთან საჭირო პროპორციით. არსებობს უინჟექტორო და ინჟექტორული ტიპის სანთურები. ყველაზე დიდი გავრცელება ჰპოვა ინჟექტორული ტიპის სანთურებმა.

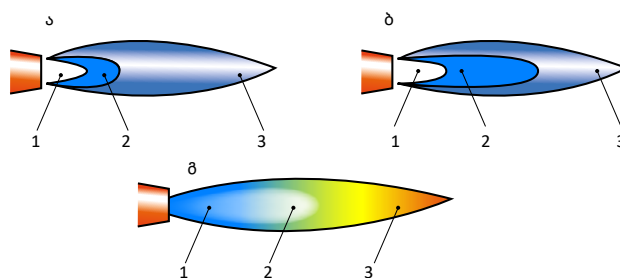


სურათი 37. ინჟექტორული ტიპის აირსაშემდუღებლო სანთურის მოწყობა:

1. სატუჩე; 2. სატუჩის ნიჰელი; 3. ბუნიკი; 4. მილისებრი სატუჩე; 5. შემრევი კამერა; 6. რეზინის რგოლი;
7. ინჟექტორი; 8,11. სახსრიანი ქანჩი; 9. აცეტილენის ვენტილი; 10. შტუცერი; 12. აცეტილენის ნიჰელი;
13. ჟანგბადის ნიჰელი; 14. სახელური; 15. ჩობლის სატენი; 16. ჟანგბადის ვენტილი.

სანთურაში აცეტილენი მიეწოდება ნიჰელით (12), ჟანგბადი კი – ნიჰელით (13). სანთურას იკავებენ სახელურით (14), აცეტილენის მიწოდება რეგულირდება ვენტილით (9), ჟანგბადისა – ვენტილით (16). სანთურას კორპუსის შიგნით განთავსებულია ინჟექტორი (7), რომლის ნახვრეტში შემრევი კამერაში (5) მიეწოდება ჟანგბადი 0,1-0,4 მპა წნევით. ჟანგბადის ჭარბი წნევა ქმნის გაუხშობებას, რის გამოც, აცეტილენი შედის შემრევი კამერაში ინჟექტორის გარე მხრიდან. შემრევი კამერაში ხდება ჟანგბადისა და აცეტილენის შერევა, ნარევი მიეწოდება ბუნიკით (3) და მას სატუჩიდან (1) გამოსასვლელზე ცეცხლს უკიდებენ.

აირული შედუღების ტექნოლოგია. მისართი მასალა შეირჩევა შესაღუღებელი ლითონის შედგენილობის მიხედვით. სანთურას სიმძლავრესა და ბუნიკის ნომერს ირჩევენ შესაღუღებელი ლითონის სისქის მიხედვით. აირსაშემდუღებლო ალი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს შენადუდი ნაკერის ხარისხს. ჟანგბადისა და აცეტილენის თანაფარდობის ცვლილებით, მიიღება ნორმალური (აღმდგენი, თანაფარდობით 1 : 1-დან 1 : 1,3-მდე), მჟანგავი ან დამანახშირბადიანებელი ალი.



სურათი 38. აცეტილენურ-ჟანგბადური ალის სახეები:

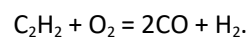
- ა. ნორმალური; ბ. მჟანგავი; გ. დანახშირბადიანებელი;
1. ბირთვი; 2. აღმდგენი ზონა; 3. ჩირადლანი.

აღმდგენ ალში შეიმჩნევა ჟანგბადის სიჭარბე, რომელიც ძლიერ ჟანგავს საშემდუღებლო აბაზანის ლითონს, ხელს უწყობს ფორიანობასა და შენადუდი ნაკერის დაბალ ხარისხს. დამანახშირბადიანებელ ალს ყვითელი ფერი და წაგრძელებული მჭვარტლავი ჩირადლანი აქვს. ასეთ ალში ჭარბი აცეტილენია და შედუღებისას ის ახდენს საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის დანახშირბადიანებას.

ნორმალური ალი ხელს უწყობს საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის განჟანგვას და ხარისხოვანი შენადუდი ნაკერის მიღებას. როგორც წესი, ამ ალს იყენებენ შედუღებისათვის.

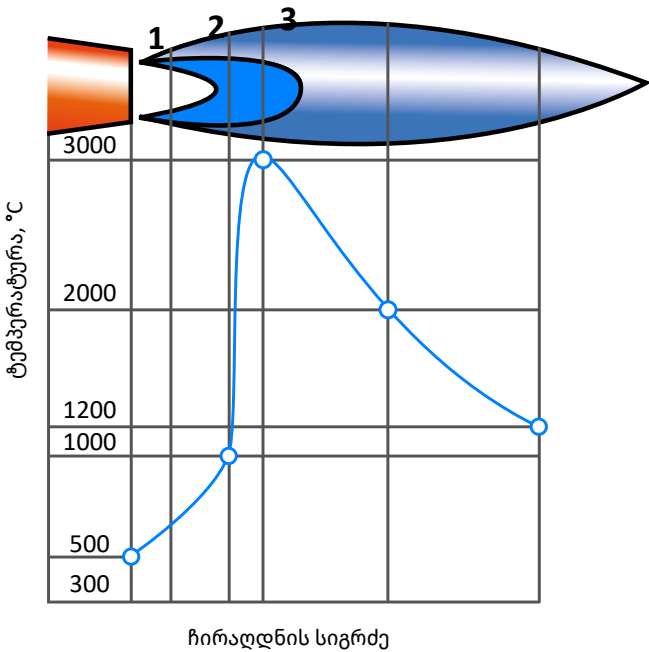
ბირთვი წარმოადგენს ალის ყველაზე კაშკაშა ნაწილს, რომელიც შედგება ნახშირბადის გავარვარებული ნაწილაკებისაგან. ბირთვის გარე ნაწილში ხდება მათი წვა. ბირთვის ტემპერატურა არ აღემატება 1200°C-ს.

აღმდგენ ზონას, ბირთვთან შედარებით, აქვს უფრო მუქი ფერი და შედგება ნახშირბადის ჟანგისა და წყალბადისაგან, რომლებიც წარმოიქმნებიან აცეტილენის წვისას:



ბირთვისაგან 2-4 მმ მანძილზე, ამ ზონის მაქსიმალური ტემპერატურაა 3150°C და ამიტომ, ალის ამ ნაწილით ახდენენ შესადუღებელი ლითონის გაღობას. შედუღებისას, ალი არა მარტო აღნობს ლითონს, არამედ იცავს საშემდუღებლო აბაზანას გარემომცველი ჰაერის ჟანგბადისა და აზოტისაგან, ამიტომაცაა საჭირო, რომ გამდნარი ძირითადი ლითონი და მისართი მავთულის ბოლო ყოველთვის იმყოფებოდნენ ალის აღმდგენ ზონაში.

ალის გარე ნაწილს ჩირადანი ეწოდება. მას წაგრძელებული კონუსისებრი ფორმა აქვს და შედგება ნახშირორჟანგისა და წყლის ორთქლისაგან, რომლებიც წარმოიქმნებიან ალის აღმდგენი ზონის ნახშირჟანგისა და წყალბადის წვისას.



სურათი 39. ნორმალური აცეტილენ-ჟანგბადური ალის აგებულება და მასში ტემპერატურის განაწილება:
1. ბირთვი; 2. აღმდგენი ზონა; 3. ჩირადანი.

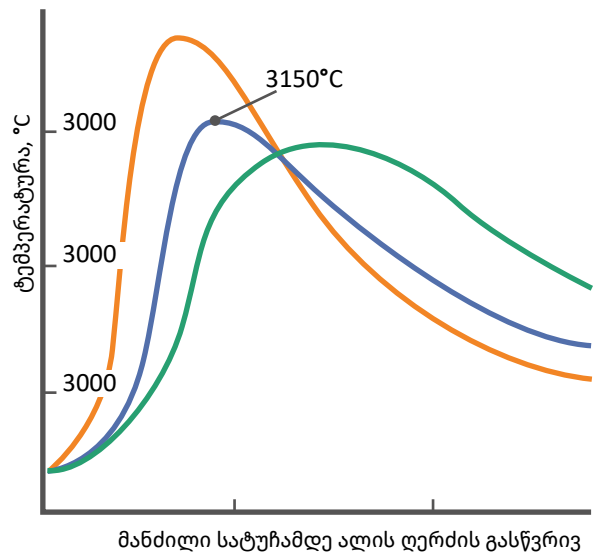
აირული შედუღების უპირატესობებია:

შედარებით მარტივი და იაფი მოწყობილობა, შედუღებისას, შესაძლებელია ფართო ზღვრებში ვცვალოთ ალის სიძლიავე, შედგენილობა და მისი მიმართულება.

აირული შედუღების ნაკლოვანებებს წარმოადგენს:

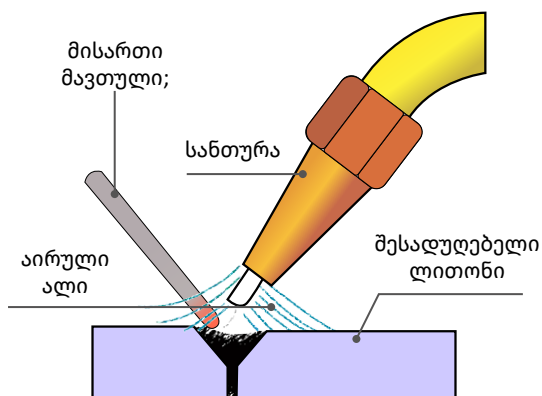
ელექტრორკალურ შედუღებასთან შედარებით, პროცესის უფრო დაბალი მწარმოებლურობა, რადგან გამოსაყენებელი აირების ღირებულება უფრო მაღალია, ვიდრე ელექტროენერჯის ღირებულება, აირული შედუღების თვითღირებულება უფრო მაღალია, ვიდრე ელექტრორკალურისა

ქვემოთ ნახაზზე ნაჩვენებია სხვადასხვა სახის ალის ტემპერატურათა ცვლილება.



სურათი 40. ტემპერატურის ცვლილება სხვადასხვა სახის ალში:
ლურჯი ფერით-ნორმალური; მწვანე-დანახშირბადიანებული; ნარინჯისფერით-მჟანგავი

ლითონის გაღობის სიჩქარე დამოკიდებულია სანთურას სატუჩის შესადუღებელი ლითონის ზედაპირის მიმართ დახრის კუთხეზე. ყველაზე დიდი სიჩქარე შეინიშნება შესადუღებელი ლითონის ზედაპირის მიმართ სანთურას სატუჩის პერპენდიკულარული განლაგებისას, მინიმალური კი (ძალიან თხელი და ადვილდნობადი ლითონების შედუღება) – სატუჩის თითქმის პარალელური განლაგებისას.



სურათი 41. აირული სანთურისა და მისართი მავთულის განლაგება:

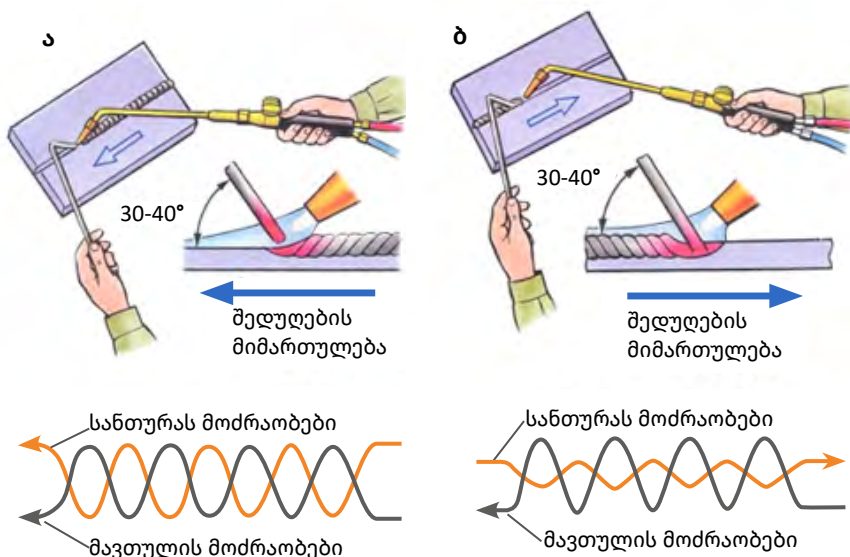
1. მისართი მავთული;
2. სანთურა;
3. აირული ალი;
4. შესადულებელი ლითონი

სანთურის ალს შესადულებელ ლითონზე ისე მიმართავენ, რომ ლითონის ნაწიბურები იმყოფებოდნენ ალის აღმდგენ ზონაში 2-6 მმ მანძილზე ალის ბირთვის ბოლოდან. მისართი მავთულის ბოლოს

ათავსებენ აღმდგენ ზონაში ან შეჰყავთ შედულების აბაზანაში.

არსებობს **აირული შედულების მარჯვენა და მარცხენა ხერხები**. მარჯვენა ხერხისას სანთურა გადაადგილდება მარცხნიდან მარჯვნივ, მისართი მავთული მიჰყვება სანთურას (ქვემოთ, ნახ.ა). ამ დროს მავთულის ბოლო ჩაძირულია შედულების აბაზანაში და მისი სპირალისებრი მოძრაობების საშუალებით ხდება თხევადი ლითონის არევა იმისათვის, რომ გაიოლდეს ჟანგულებისა და წილების მოცილება. ეს ხერხი გამოიყენება 3 მმ-ზე მეტი სისქის ნაწიბურებგამოყვანილი ლითონების შემთხვევაში.

მარცხენა ხერხი გამოიყენება თხელკედლიანი (სისქით 3 მმ-მდე) ნაკეთობების და ადვილდნობადი ლითონებისა და შენადნობების შედულებისას (ქვემოთ, ნახ.ბ). მარცხენა ხერხისას, სანთურა გადაადგილდება მარჯვნიდან მარცხნივ, მისართი მავთული კი – ალის წინ, რომელიც მიმართულია შესადულებელ ნაწიბურებზე. ამ დროს, მავთულის ბოლო უნდა იმყოფებოდეს აღმდგენ ზონაში.

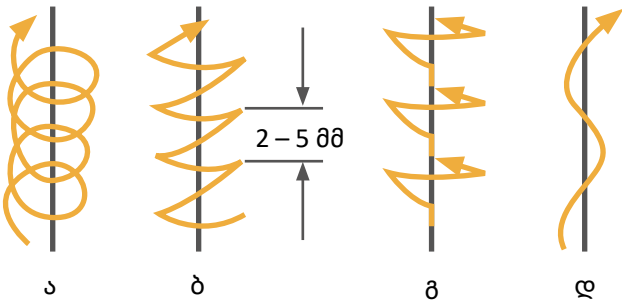


სურათი 42. ნაკერების შესრულების ხერხები აირული შედულებისას:
ა. მარჯვენა; ბ. მარცხენა

შესადულებელი ნაკეთობის სისქის მიხედვით, გამოიყენება სანთურას მოძრაობის შემდეგი ხერხები: ნახევარმთვარის, ნაკერის ღერძის გასწვრივ ალის შეჩერებით, უმნიშვნელო რხევებით, მარყუჟისებრად.

საშუალო სისქის ფურცლების შედულებისას, გამოიყენება სანთურას მოძრაობები: ნახევარმთვარისებრი და მარყუჟისებრი.

დიდი სისქის კონსტრუქციების შედულებისათვის, გამოიყენება სანთურას მოძრაობები ნაკერის ღერძის გასწვრივ ალის შეჩერებით, მცირე სისქის ფოლადისათვის – უმნიშვნელო რხევებით.



სურათი 43. აირული სანთურას მოძრაობების ხერხები:

ა. მარყუჟისებრად; ბ. ნახევარმთვარისებრად; გ. ღერძის გასწვრივ ალის შეჩერებით; დ. უმნიშვნელო რხევებით.

აირული შეღებვის შესრულება შესაძლებელია დეტალების ნებისმიერ სივრცულ მდებარეობაში – ქვედა, ვერტიკალურ, ჰორიზონტალურ, ჭერისულ.

უსაფრთხოების საკითხები აირული შეღებვისას

აღვნიშნოთ აირული შეღებვისას რამდენიმე ყველაზე მნიშვნელოვანი რეკომენდაცია, რომელთა დაუცველობა მძიმე შედეგებს იწვევს:

- სამუშაოები უნდა ვაწარმოოთ მშრალი სქელი ხელთათმანების გამოყენებით;
- თუ სამუშაოები დატენიანებულ სათავსოში უნდა წარიმართოს, აპარატისა და შემღებლისათვის საჭიროა მშრალი ფიცარნაგის გამოყენება, რომელზეც კიდევ რეზინის ნოხი უნდა იქნას დაგებული;
- შეღებვა სათავსოში შეიძლება მხოლოდ მისი ვენტილირების შემთხვევაში;
- ანთებული ჩირაღდნისას, აცეტილენის სუნის შეგრძნებისთანავე, მყისიერად უნდა იქნას გადაკეტილი ბალონების ონკანები და შემოწმდეს შეერთებები;
- საჭიროა, სანთურას საწურტელის პერიოდული გაწმენდა ლითონის მხეფებისაგან, რადგან შეიძლება მოხდეს უკუდარტყმა – შლანგების შევსება აცეტილენ-ჟანგბადის ნარევით და მათი აფეთქება;
- განსაკუთრებული მოთხოვნები წაყენება გენერატორებს, რადგან ისინი განსაკუთრებით ფეთქებადსაშიშია:



- გენერატორების გამოყენება დასაშვებია მხოლოდ ინსტრუქციაში მითითებული ტემპერატურების დროს;
- პერიოდულად უნდა შემოწმდეს რედუქტორის მუშაობის ეფექტურობა, რომელიც გამოსასვლელზე აცეტილენის სხვადასხვა წნევებისას, შეიძლება მუშაობდეს სხვადასხვა სიზუსტით;
- აგრეგატი პერიოდულად უნდა შემოწმდეს ნაპერწკლების ყრაზე, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც რიგი დეტალებისა დამზადებულია ფოლადებისაგან და არა ნაპერწკალუსაფრთხო ბრინჯაოსაგან;
- უნდა კონტროლდებოდეს და დროულად იქნას აღმოფხვრილი ჰაერის შეწოვა ატმოსფეროდან, აცეტილენის გენერატორის შიგნით;
- არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება მცველი სარქველის მოხსნა;
- გადასატანი ტიპის გენერატორების ექსპლუატაცია მხოლოდ ღია სამშენებლო მოედნებზეა დასაშვები, ან მოკლე ხნით – კარგად ვენტილირებად სათავსოებში;
- მანძილი შეღებვის ადგილიდან გენერატორამდე 10 მ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. არ დაიშვება გადაადგილებადი მოწყობილობების განთავსება ღია ალის წყაროების მახლობლად, ასევე, უწყვეტად მომუშავე ტექნიკის მახლობლად – ვენტილატორების, ტუმბოების, კომპრესორების

4. ლითონების რჩილვა. პროცესის არსი

რჩილვა ეწოდება ნამზადების დაუშლელი შეერთების მიღების პროცესს, რომლის დროს, ხდება მათი გახურება დნობის ტემპერატურაზე უფრო დაბალ ტემპერატურამდე. შეერთება მიიღება ნამზადებს შორის ღრეჩოს შევსებით გამდნარი სარჩილით და წარმოქმნილი ნაკერის ლითონის კრისტალიზაციის გზით. შეერთების წარმოქმნა ძირითადი ლითონის გადნობის გარეშე ნაკეთობის შემდგომი დაშლის საშუალებას იძლევა (მაგალითად, დეტალების შეცვლის შემთხვევაში).

სარჩილები წარმოადგენენ რთული შედგენილობის ფერადი ლითონების შენადნობებს.

მისარჩილი მასალების ზედაპირებიდან ჟანგულების მოსაცილებლად გამოიყენებენ სპეციალურ სარჩილავ ფლუსებს.

მირჩილვით შესაძლებელია ყველა სახის ნახშირბადიანი და ლეგირებული ფოლადის, სალი შენადნობების, ფერადი ლითონების, რუხი და ჭედადი თუჯების შეერთება.

მირჩილვის დროს (შედულებისგან განსხვავებით), დნება მხოლოდ მისართი შენადნობი – სარჩილი, ხოლო მისარჩილი მასალების ზედაპირებსა და სარჩილს შორის მიმდინარეობს კომპონენტების ურთიერთგახსნის პროცესი.

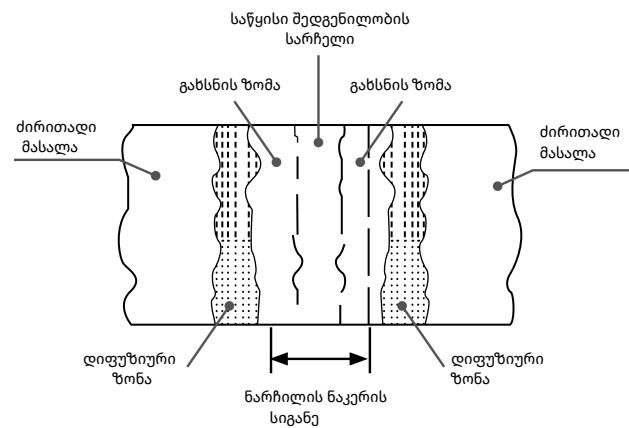
მტკიცე და საიმედო შეერთების ფორმირება დამოკიდებულია ურთიერთმოქმედი ლითონების ქიმიურ შედგენილობაზე, შედულების ტემპერატურასა და ხანგრძლივობაზე, რაც განსაზღვრავს ფიზიკურ-ქიმიურ და დიფუზიურ პროცესებს, რომლებიც ხდება სარჩილსა და ძირითად ლითონს შორის. რაც უფრო მაღალია პროცესის ტემპერატურა და მისი ხანგრძლივობა, მით უფრო დიდია ორმხრივი დიფუზიის ხარისხი გამდნარ სარჩილსა და ძირითად ლითონს შორის და მით უფრო მაღალია შესაერთებელი ნაწილების მექანიკური სიმტკიცე. გარდა ამისა, ნარჩილი შეერთების სიმტკიცე დამოკიდებულია შესაერთებელ ნაწილებს შორის არსებულ ღრეჩოს ზომაზე. მცირე ღრეჩოს შემთხვევაში, კაპილარული ძალების გავლენით, სარჩილის შეღწევადობა უმჯობესდება, რის შედეგადაც, ნარჩილი

შეერთების დროებითი წინააღმდეგობის მნიშვნელობა უფრო მეტია, ვიდრე თვით სარჩილის დროებითი წინააღმდეგობის მნიშვნელობა.

სარჩილი მტკიცედ არის დაკავშირებული შესაერთებელ ზედაპირთან მხოლოდ მაშინ, როცა კარგად ასველებს მას. ამისათვის ზედაპირი კარგად უნდა გაიწმინდოს ჭუჭყისგან. ამიტომ რჩილვისას იყენებენ სპეციალურ მასალებს – ფლუსებს. შეერთების ხარისხი დამოკიდებულია რჩილვის მეთოდის სწორ არჩევანზე, გამოყენებულ ძირითად და დამხმარე მასალებზე და რჩილვის პროცესზე.



სურათი 44. ზედაპირზე სარჩილის მოქმედების სქემა:
 ა. სარჩილი არ ასველავს ზედაპირს და მირჩილვა შეუძლებელია;
 ბ. სარჩილი ასველავს ზედაპირს და ხდება მირჩილვა.



სურათი 45. ნარჩილი შეერთებების სტრუქტურა.

ოქსიდების ფენის მოხსნის მექანიზმების მიხედვით, რჩილვის პროცესები იყოფა ფლუსიან და ფლუსის გარეშე რჩილვის მეთოდებად.

ფლუსით რჩილვის დროს, ფლუსი მონაწილეობას დებულობს მისარჩილი ზედაპირების გასუფთავებასა და ნარჩილის ფორმირებაში.

ფლუსის გარეშე რჩილვისას, რჩილვა ხდება ინერტულ აირებში, ვაკუუმში გამოყენების დროს.

რჩილვის და შედუღების პროცესების განსხვავება

მიუხედავად იმისა, რომ რჩილვასა და შედუღებას შორის არსებობს მსგავსება, მათ შორის არის შემდეგი განსხვავებები:

1. რჩილვის დროს, როგორც ზემოთ აღინიშნა, არ ხდება ძირითადი ლითონის გაღნობა – დნება მხოლოდ სარჩილი. შედუღების დროს კი დნება როგორც შესადუღებელი, ასევე მისართი მასალა. ე.ი. მირჩილული ნაკერი წარმოიქმნება მისარჩილი დეტალების ნაწიბურების გაღნობის გარეშე.
2. რჩილვისას ნაკერის წარმოქმნა მიმდინარეობს გამდნარი სარჩილით შესაერთებელ ზედაპირებს შორის, კაპილარული დრეჩოს შევსებისა და ლითონების ურთიერთდიფუზიის შედეგად.
3. შეერთების სიმტკიცე რჩილვისას უფრო დაბალია, ვიდრე შედუღებისას, მაგრამ მრავალ შემთხვევაში, სავსებით საკმარისია კონკრეტული ნაკეთობებისათვის.

ამასთანავე, რჩილვას გააჩნია რიგი უპირატესობანი შედუღებასთან შედარებით:

1. იძლევა სხვადასხვაგვარი ლითონებისა და ლითონის არალითონთან შეერთების შესაძლებლობას.

2. რადგან გახურების ტემპერატურა რჩილვისას მნიშვნელოვნად უფრო დაბალია შედუღებასთან შედარებით, რჩილვისას არ წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი ნარჩენი დეფორმაციები და არ ხდება დაბრეცვა, არ იცვლება შესაერთებელი დეტალების სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები.
3. მრავალი მირჩილული შეერთება შესაძლებელია დავშალოთ, რაც მნიშვნელოვანია აწყობასა და შეკეთებისთვის ხელსაწყომშენებლობაში.
4. აღსანიშნავია რჩილვის ტექნოლოგიური პროცესის სიმარტივე, კარგი პირობები პროცესის მექანიზაციისა და ავტომატიზაციისათვის, მაღალი მწარმოებლურობა განსაკუთრებით მასობრივ წარმოებაში.

რჩილვის პროცესის ნაკლოვანებები

- 1) ნარჩილი შეერთების დაბალი სიმტკიცე აგლექაზე და ძვრაზე, რაც განპირობებულია მისარჩილი ლითონის სირბილით.
- 2) მაღალტემპერატურული რჩილვის დროს შესასრულებელი ოპერაციების სირთულე.
- 3) ნარჩილი პირგადადებით შეერთების შესრულება დაკავშირებულია მასალების დიდ ხარჯთან.
- 4) რიგი სარჩილების დამზადებისას, საჭიროა დეფიციტური კომპონენტების (ვერცხლი, ოქრო, კალა და სხვა) გამოყენება.

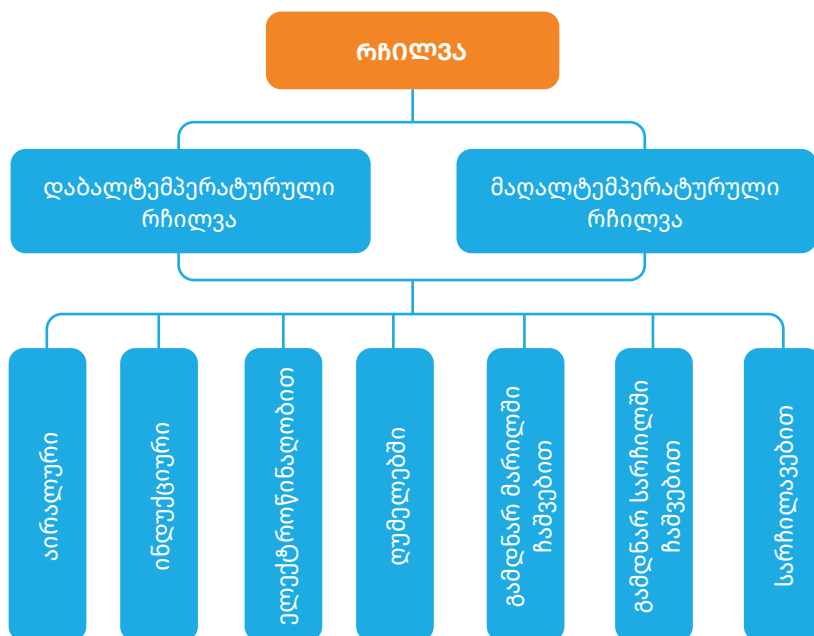
4.1. რჩილვის დროს გამოყენებული მასალები

რჩილვისას გამოყენებული მასალები იყოფა ძირითად და დამხმარე მასალებად. ძირითადი მასალებია სარჩილები, ხოლო სარჩილი ფლუსები, ინერტული აირები, ვაკუუმი და ზოგიერთი სხვა დამხმარე მასალებია.

სარჩილების კლასიფიკაცია ხორციელდება მრავალი კრიტერიუმის მიხედვით, რომელთაგან

მთავარია ქიმიური შედგენილობა და დნობის ტემპერატურა. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, კლასიფიკაცია ხორციელდება ძირითადი ქიმიური ელემენტების შედგენილობის მიხედვით (კალა-ტყვია, სპილენძ-თუთია, ვერცხლი, სპილენძი, პალადიუმი და სხვა).

სურათი 154. რჩილვის მეთოდების კლასიფიკაცია ტემპერატურის მიხედვით



რჩილვის მეთოდების კლასიფიკაცია ტემპერატურის მიხედვით

ძირითადი მოთხოვნები სარჩილებისადმი შემდეგია:

1. სარჩილების დნობის ტემპერატურა მინიმუმ 50...100°C-ით უფრო დაბალი უნდა იყოს, ვიდრე მისარჩილი მასალების დნობის ტემპერატურა.
2. უნდა უზრუნველყონ ლითონის კარგი დასველება და დეტალებს შორის დრეჩოს კარგი დასველება და შევსება.
3. წარმოქმნას მტკიცე, პლასტიკური და კოროზიამდევი ნაკერები.

4. სარჩილების წრფივი გაფართოების კოეფიციენტები ბევრად არ უნდა განსხვავდებოდნ მისარჩილი მასალების გაფართოების კოეფიციენტებისაგან.

სარჩილები ორ ჯგუფად იყოფიან: რბილი (450°C-ზე დაბალი) და სალი (450°C-ზე მაღალი).

დაბალტემპერატურული რჩილვა იძლევა დაბალ მექანიკურ სიმტკიცეს და გამოიყენება დაბალ ტემპერატურებზე და მცირე ვიბრაციულ დატვირთვებზე მომუშავე დეტალებისათვის. ამ ჯგუფში ყველაზე გავრცელებულია კალა-ტყვიის სარჩილები (კალა სუფთა სახით არ გამოიყენება). ციფრები დასახელებაში კალის შემადგენლობას აღნიშნავენ: ПOC-18 (~18% კალა, დანარჩენი ~82% – ტყვია)

– გამოიყენებენ არასაპასუხისმგებლო დეტალების რჩილვისათვის; ПОС-30 და ПОС-40 – ნაკერებისათვის, რომელთაც მოეთხოვება საკმარისი სიმტკიცე და საიმედოობა, ПОС-50 და ПОС-61 – დეტალებისათვის, რომელთა ნაკერებს კოროზიამდეღებობა მოეთხოვება.

მაღალტემპერატურული რჩილვა გამოიყენება მაღალ ტემპერატურაზე მომუშავე მტკიცე ნაკერებიანი დეტალების მისაღებად. მათ მიეკუთვნება: სპილენძის, სპილენძ-თუთიის, თითბურის, ალუმინისა და ვერცხლის სარჩილები. სპილენძ-თუთიის სარჩილებია (პირველი ციფრი აღნიშნავს სპილენძის შემცველობას, დანარჩენი შედგენილობაში ჯამურად არის თუთია და მცირე რაოდენობით მინარევები): ПМЦ-36 (34-36% სპილენძი, 61,4-66% თუთია, 0,5% ტყვია, 0,1%-მდე რკინა) – თითბურის ნაკეთობათა სარჩილავად; ПМЦ-48 – სპილენძის შენადნობებისათვის, რომლებიც არ განიცდიან დარტყმით დატვირთვებს და ღუნვას; ПМЦ-54 – სპილენძის, ბრინჯაოს და ფოლადების რჩილვისათვის, რომლებიც არ განიცდიან დარტყმით დატვირთვებს.

ადვილდნობად სარჩილებს ასევე მიეკუთვნება ვერცხლის შემცველი სარჩილები (ПСрО 10-90, ПСрОСγ 8, ПСрМО 5, ПСрОС 3.5-95, ПСр 3, ПСр 3Кд, ПСр2 და ა.შ.), რომელიც ვერცხლს მცირე რაოდენობით შეიცავენ (1-10%), ასევე – კალას, ტყვიას ან კადმიუმს. სპილენძი ან თუთია გამოიყენება როგორც მალეგირებული ელემენტები ადვილდნობადი ვერცხლის სარჩილებისათვის. ამ სარჩილების დნობის მაქსიმალური ტემპერატურაა 183°C-დან 342°C-მდე.

დაბალტემპერატურული ვერცხლის სარჩილები გამოიყენება სპილენძის, ნიკელის და სპილენძ-ნიკელის შენადნობების რჩილვისათვის, რომლებიც მუშაობენ ყველა კლიმატურ პირობებში ზედაპირების საღებავებით და სხვა საფარებით დაცვის გარეშე.

მაღალი დნობის ტემპერატურაიან სარჩილებს, რომელთა დნობის ტემპერატურა აღემატება 1100°C, მიეკუთვნება **სპილენძისა** და **პალადიუმის** ფუძეზე შექმნილი სარჩილები.

სუფთა განუხრული M0, M1 მარკის **სპილენძი** ძალიან ფართოდ გამოიყენება ნახშირბადიანი და ლეგირებული ფოლადების, ნიკელის და მისი შენადნობების მისარჩილად. ის კარგად ასველებს ფოლადს და იშლება მასზე, აქვს უფრო მაღალი

სიმტკიცე, ვიდრე საშუალო დნობის ტემპერატურების სარჩილებს, მაღალი გამტარობა და ნაკლებად დეფიციტურია, ვიდრე ვერცხლი. სპილენძით რჩილვის ტემპერატურა 1100-1200°C ფარგლებშია.

სპილენძის სხვა ელემენტებთან ურთიერთქმედების თავისებურებები შესაძლებელს ხდის მის ფუძეზე სარჩილების შექმნას, რჩილვის ტემპერატურის ფართო დიაპაზონით (700-1200°C). მაგალითად, სპილენძის შენადნობი პალადიუმთან და ნიკელთან იწვევს სპილენძის სარჩილის დნობის ტემპერატურის უწყვეტ ზრდას.

მაღალ ტემპერატურაზე მომუშავე დეტალების რჩილვისათვის გამოიყენებენ სპილენძის სარჩილებს 2,5-10% Fe-ის შემცველობით (დნობის ტემპერატურით 1180-1230°C) ან 20-30% Fe-ის შემცველობით (1200-1230°C). სარჩილია 75% Cu-ის და 25% Ni-ის შემცველობით ($t_{\text{დნ}}=1205^{\circ}\text{C}$) გამოიყენება ვოლფრამის და მოლიბდენის რჩილვისათვის. პალადიუმი ქმნის მყარი ხსნარების უწყვეტ სერიას მრავალ ლითონთან (Ag, Cu, Au, Fe, Co, Ni და სხვა).

სარჩილებში, რომელთა ძირითადი ელემენტი **პალადიუმია**, დნობის ტემპერატურა 810°C-დან 1552°C-მდეა. პალადიუმის სარჩილები ასევე გამოიყენება კერამიკისა და გრაფიტის რჩილვისათვის ფოლადისა და მხურვალმტკიცე ლითონებთან. სარჩილის შედგენილობაში შედის 60% Pd და 40% Ni.

შენადნობი **ლითიუმით** და **ბორით** გამოიყენება გრაფიტის რჩილვისათვის მხურვალმტკიცე ლითონებთან – Mo, W ან მათ შენადნობებთან.

პალადიუმსა და **ტიტანზე** დაფუძნებულ სარჩილებს აქვთ დნობის ტემპერატურა 1440°C, ხოლო ასეთ ნარჩილ შეერთებებს შეუძლია 1640°C ტემპერატურამდე მუშაობა.

ფლუსები

ძირითადი მოთხოვნა ნარჩილი შეერთების მიმართ – ეს არის კარგი ფიზიკური კონტაქტის შექმნა სარჩილსა და შესაერთებელი დეტალების ზედაპირებს შორის. ამიტომ, მნიშვნელოვანია, რომ ნამზადების ნაწიბურებზე არ წარმოიქმნას ჟანგულების აფსკი. სწორედ ამ მიზნის მიღწევას ემსახურება ფლუსების გამოყენება რჩილვის პროცესში.

ფლუსების კლასიფიკაცია ხორციელდება რამდენიმე კრიტერიუმის მიხედვით, რომელთაგან მთავარია სარჩილის შედგენილობა და თვისებები. ფლუსები შეიძლება იყოს:

- აქტიური და ნეიტრალური;
- გახურების დაბალი და მაღალი ტემპერატურით;
- მყარი, პასტისმაგვარი, თხევადი, ქელეების სახით.

ამჟამად ლითონების რჩილვისათვის გამოყენებული ფლუსებისაგან ყველაზე გავრცელებულია

ბორის მჟავა და მისი ნატრიუმის მარილი (ბორაკი), ქლოროვანი თუთია, კოლოფონი და ორთოფოსფორმჟავა. აღსანიშნავია, რომ კოლოფონი იწვევს ისეთი ლითონების ოქსიდების მოცილებას, როგორებიცაა სპილენძი, ვერცხლი, კალა და ფართოდ გამოიყენება შეერთებების რჩილვისათვის მაშინ, როდესაც ნაკეთობის რეცხვა რჩილვის შემდეგ არ შეიძლება (კოლოფონის ნარჩენი არ იწვევს კოროზიას). გარდა ამისა, როგორც ფლუსი, გამოიყენება კოლოფონის სპირტიანი ხსნარი, ასევე ქლორიდების ($ZnCl_2$ და სხვა), ანილინის ($C_6H_5NH_2$) და ორგანული ნივთიერებების დანამატები.

4.2. რჩილვის ტექნოლოგია და მეთოდები

რჩილვის ტექნოლოგია მასალების შეერთებისათვის გამოყენების სიხშირით მეორე ადგილზეა, შედულების შემდეგ. მაგრამ არსებობს დარგები, სადაც სხვადასხვა მიზეზების გამო, შეუძლებელია შედულების გამოყენება და რჩილვას ალტერნატივა არ აქვს. აღნიშნული სამართლიანია მრეწველობის შემდეგი დარგებისათვის:

- ელექტრონული მართვის პლატების წარმოება;
- სამაცივრო მოწყობილობაში, სპილენძის მილაკებს, ტრანსპორტის რადიატორების თბომცვლელებს აერთებენ მხოლოდ რჩილვით;
- ცუდად შედულებადი მაღალტემპერატურული შეერთებების მისაღებად;
- საავიაციო მრეწველობაში, თვითმფრინავების გარსების შუალედური შრის შეერთებისათვის, რომელსაც ფიჭისებრი სტრუქტურა აქვს, რჩილვას გამოიყენებენ.

რჩილვის ტექნოლოგიის გამოყენება ხდება იმ შემთხვევებში, როდესაც არ ხერხდება ისეთი

შეერთების მეთოდების გამოყენება როგორებიცაა შედულება, შეწებვა, ჭანჭიკური და მოქლონებით შეერთება.

რჩილვის რეჟიმის ძირითადი პარამეტრებია:

- რჩილვის ტემპერატურა;
- გახურების სიჩქარე;
- დაყოვნების დრო;
- კუმშვის ძალა (მეთოდებისათვის წნევის გამოყენებით);
- გაცივების სიჩქარე.

ხარისხიანი შეერთებების მისაღებად, დიდი მნიშვნელობა აქვს დეტალების ერთმანეთის მიმართ დაფიქსირებას, რაც საჭიროა განსაზღვრული ზომის ღრეჩოს მისაღებად. ამისათვის შესაძლებელია როგორც დასაშლელი (დეტალების აწყობა სამარჯვებში, ჩაწნება), ასევე დაუშლელი (აწყობა წერტილოვანი კონტაქტური ან რკალური მეთოდებით და სხვა) შეერთებების გამოყენება.

ა	ბ	
		<p>სურათი 46. ნარჩილი შეერთებების კონსტრუქციების რეკომენდირებული (ა) და არასასურველი (ბ) ვარიანტები.</p>

ნარჩილი შეერთებები და მათი ტიპები. მირჩილული შეერთება არის რჩილვის შედეგად მიღებული მირჩილული სტრუქტურის ელემენტი, რომელიც კრისტალიზდება რჩილვის დროს. შეერთების ტიპები შეიძლება იყოს პირაპირა, პირგადადებითი, ტესებური (კუთხური), შემხები.

<p>პირაპირა</p>	<p>პირგადადებით</p>
<p>ტასებრი</p>	<p>შეხებით</p>

სურათი 47. ნარჩილი შეერთებების სახეები ნაკერის პირობითი აღნიშვნით.

რჩილვის ტექნოლოგიის ძირითადი ოპერაციები

ნარჩილი შეერთების მიღების პროცესი რამდენიმე ეტაპისაგან შედგება:

1. მისარჩილი შეერთების წინასწარი მომზადება;
2. შესაერთებელი დეტალების გახურება მათი დნობის ტემპერატურაზე უფრო დაბალ ტემპერატურამდე;
3. შესაერთებელი დეტალების ზედაპირებიდან ჟანგულების აფსკების მოცილება ფლუსის საშუალებით;
4. მისარჩილ დეტალებს შორის ღრეჩოში თხევად მდგომარეობაში მყოფი სარჩილის შეყვანა;
5. მისარჩილ დეტალებსა და სარჩილს შორის ურთიერთქმედების პროცესის მიმდინარეობა;
6. მისარჩილ დეტალებს შორის ღრეჩოში მყოფი სარჩილის კრისტალიზაცია.

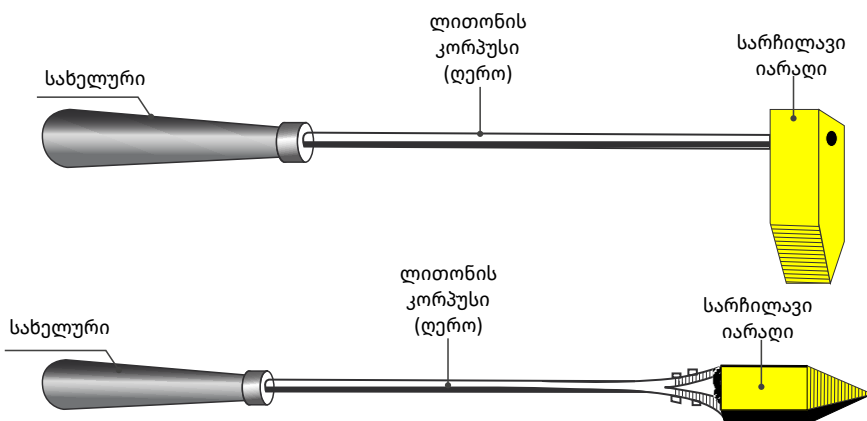
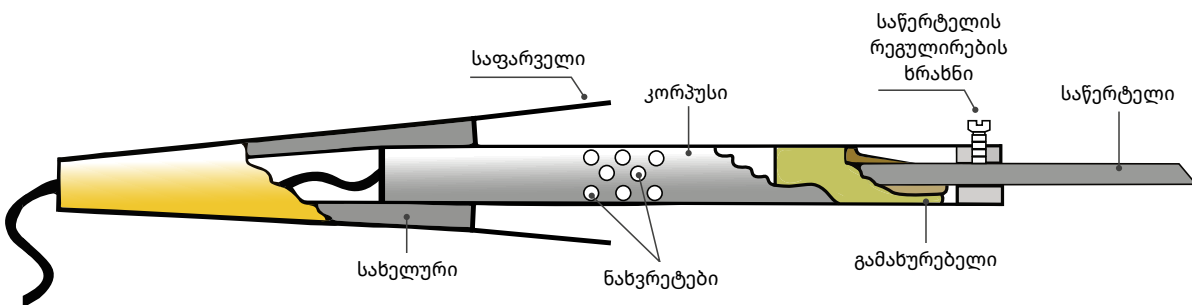
გამახურებელი საშუალებები რჩილვისას

სხვადასხვა სახის რჩილვის მეთოდისათვის, რომლებიც გამოიყენება მრეწველობაში, არსებობს სპეციალური მოწყობილობა დეტალებისა და სარჩილების გასახურებლად. ყველაზე მარტივია და ხშირად გამოიყენება სარჩილაკები და სანთურები.

სარჩილაკები გამოიყენება ისეთი სამუშაოების შესასრულებლად, რომლებიც მიმდინარეობს დაბალი ტემპერატურებისას (450°C-ზე ნაკლები). სარჩილაკების თანამედროვე მოდელები აღჭურვილია ტემპერატურების რეგულირების მექანიზმით. ისინი გამოიყენება ოქროსა და სხვა რბილი მასალების რჩილვისათვის.

გახურების ხერხის მიხედვით სარჩილაკები სამ ჯგუფად იყოფა:

- ელექტრული სარჩილაკები;
- უწყვეტი შეთბობით;
- პერიოდული შეთბობით.



სურათი 49. მუდმივი მოქმედების სარჩილაკის მოწყობა

სურათი 48. პერიოდული მოქმედების სარჩილაკის მოწყობა:

- ა. კუთხური (ჩაქუჩისებრი);
- ბ. სწორი (ტორსული);

სანთურები. არსებობს აირული და პლაზმური სანთურები. მათში გამოიყენება მხოლოდ ერთი სახის საწვავი – ბუნებრივი აირი. სანთურები განსხვავდებიან მხოლოდ ალის სიდიდით. ისინი მათალტემპერატურულ

რეჟიმში სამუშაოდაა განკუთვნილი, რაც ძნელდობადი ლითონების რჩილვის საშუალებას იძლევა. სანთურების ნაკლოვანებას წარმოადგენს ალის ტემპერატურის რეგულირების სირთულე.

სარჩილავების ოპტიმალური ნაკრები	თუ არ არის საჭირო მიკროჩიპებთან მუშაობა	აირული სარჩილავი-ნათურა

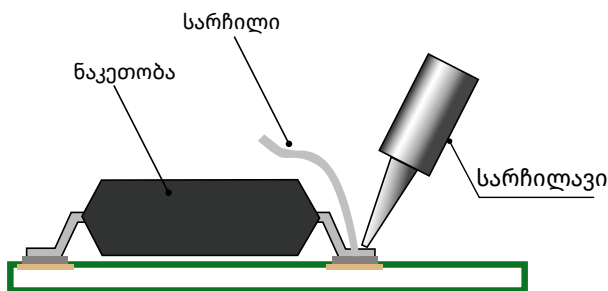
სურათი 50. სარჩილავების სახესხვაობები და აირული სანთურა

<ol style="list-style-type: none"> 16-20 ვტ მიკროსქემებისთვის ნაბეჭდი დაფა; 40-50 ვტ სადენებისთვის და დაკიდული მონტაჟისთვის; 8-150 ვტ მცირე ზომის ლითონკონსტრუქციების აწყობისთვის 	<ol style="list-style-type: none"> 25 ვტ რადიოდეტალების რჩილვისთვის; 60-65 ვტ უხეში სამუშაოებისთვის; 300-400 ვტ ლითონური პროფილების და დიდი სისქის ფოლადის რჩილვისთვის 	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

რჩილვის მეთოდები

რჩილვის პროცესის და ტექნოლოგიის თავისებურებების მიხედვით, არსებობს სარჩილავებით, კაპილარული, დიფუზიური, კონტაქტურ-რეაქტიული, რეაქტიულ-ფლუსური და რჩილვა-შედუღება.

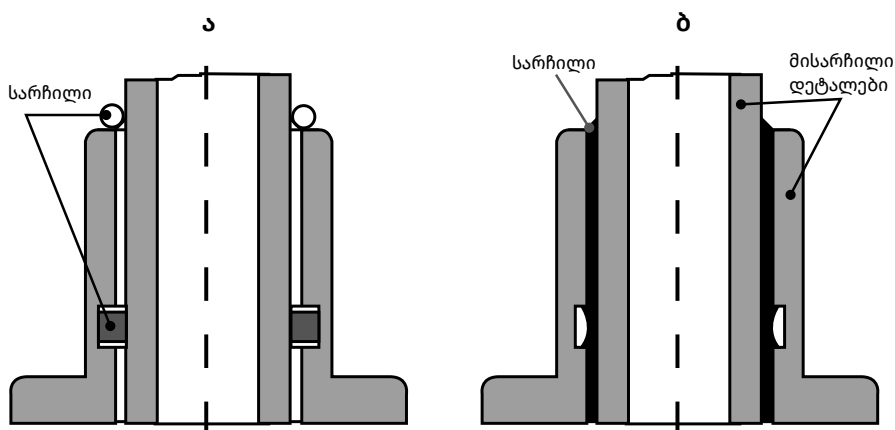
სარჩილავით რჩილვისას ძირითადი ლითონი ცხელდება, სარჩილი კი დნება სარჩილავის მიერ ლითონის მასაში გამოყოფილი სითბოს მოქმედების შედეგად. დაბალტემპერატურული რჩილვისათვის გამოიყენება სარჩილავი უთოები პერიოდული და უწყვეტი გათბობით და სხვა.



სურათი 51. სარჩილავით რჩილვის პროცესის სქემა

ექსპლუატაციის დროს, პერიოდული გათბობის სარჩილავი პერიოდულად თბება სითბოს გარე წყაროდან. უწყვეტი გათბობისათვის გამოიყენება ელექტროსარჩილავი უთოები. პერიოდული და უწყვეტი გაცხელების მქონე სარჩილავი უთოები, უფრო ხშირად, გამოიყენება შავი და ფერადი ლითონების ფლუსით რჩილვისათვის დაბალტემპერატურული სარჩილებით, 300-350°C-ზე დაბალი დნობის ტემპერატურით.

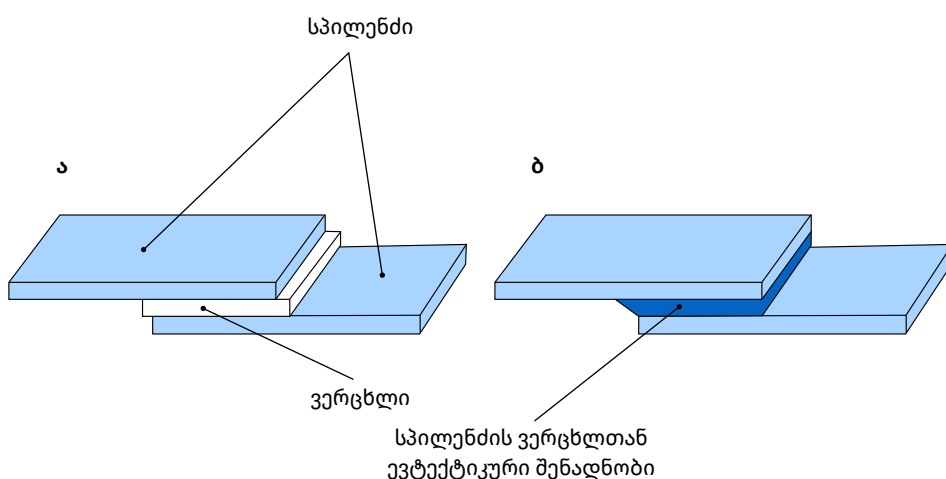
კაპილარული რჩილვის დროს, სარჩილი ავსებს ღრეჩოს შესაერთებელ ზედაპირებს შორის და რჩება მასში კაპილარული ძალების ხარჯზე. შეერთება წარმოიქმნება ფუძის თხევად სარჩილში გახსნისა და ხსნარის შემდგომი კრისტალიზაციის შედეგად. ასეთ ხერხს მიმართავენ, როდესაც საჭიროა პირგადაღებით შეერთება. თუმცა, კაპილარული მოვლენები თან ახლავს ყველა სახის რჩილვის პროცესებს.



სურათი 52. კაპილარული რჩილვის სქემა:
ა. რჩილვამდე; ბ. რჩილვის შემდეგ.

კონტაქტურ-რეაქტიული რჩილვა. ამ დროს, შესაერთებელ ლითონებს შორის ან შესაერთებელ ლითონებსა და სხვა ლითონის შრეს შორის, კონ-

ტაქტური დნობის შედეგად, წარმოიქმნება შენადნობი, რომელიც ავსებს ღრეჩოს და კრისტალიზაციის დროს წარმოიქმნება ნარჩილი შეერთება.



სურათი 53. კაპილარული რჩილვის სქემა:
ა. რჩილვამდე; ბ. რჩილვის შემდეგ.

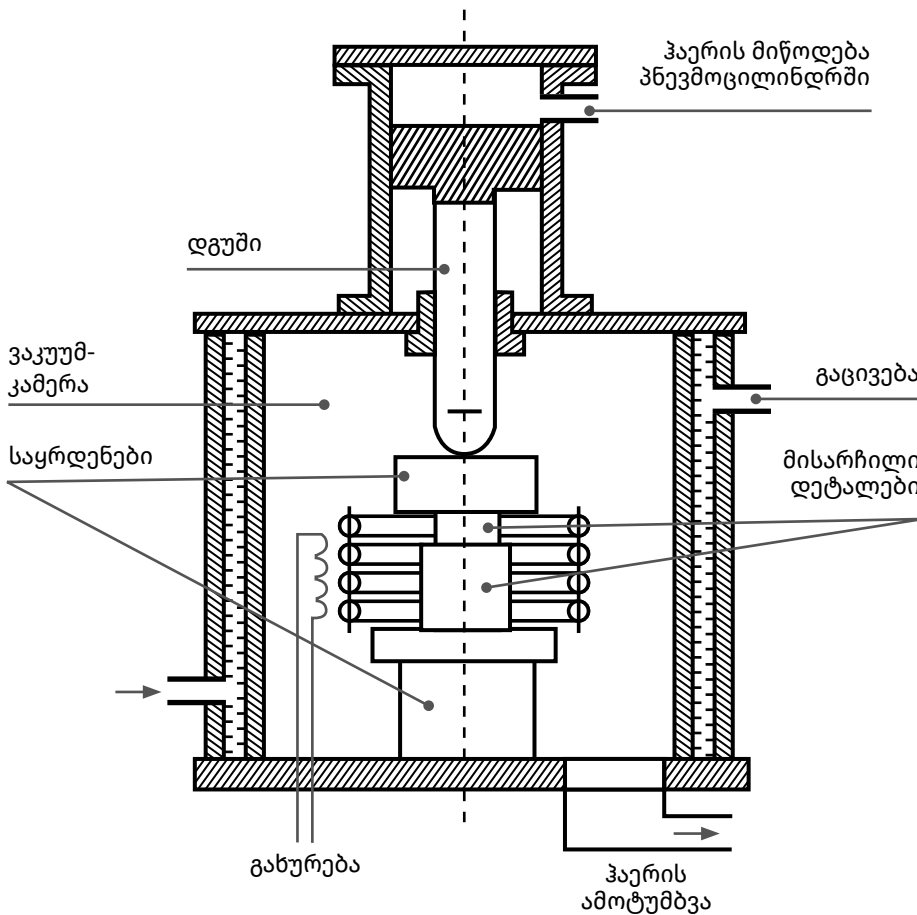
დიფუზიური რჩილვა. ეს პროცესი ვაკუუმურ დანადგარში წარმართება, სადაც ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე სარჩილის დნობის ტემპერატურა. პროცესი შემდეგნაირად სრულდება:

1. ზედაპირებს ასუფთავებენ ქანგულებისაგან, რადგან უმნიშვნელო გაჭუჭყიანებაც ძლიერ უშლის პროცესის ნორმალურ მსვლელობას.
2. დეტალებს ათავსებენ ვაკუუმურ დანადგარში, რაც უზრუნველყოფს ლითონების დაცვას დაქანგვისაგან ტექნოლოგიური პროცესის მსვლელობისას.
3. ზედაპირებზე დაიტანება სარჩილი და ზოგიერთი ლითონის თხელი ფენა. ამ ლითონის შერჩევა, რომელიც შემაკავშირებელს წარმოადგენს შეერთებაში, დამოკიდებულია მისარჩილი დეტალების მასალის თვისებებზე. ამისათვის ხშირად გამოიყენებენ ვერცხლს,

ოქროს, სპილენძს. შუალედური შემაკავშირებლის მიღება ზედაპირზე შესაძლებელია ელექტროლითური დალექვის გზით.

4. შესაერთებელი კილიტის სისქე 0,01 მმ-ს შეადგენს.
5. შეიქმნება განსაზღვრული წნევა, რომელიც ხელს უწყობს დიფუზიურ პროცესებს. წნევის ძალა დამოკიდებულია დეტალისა და შუალედური შემაკავშირებლის მასალაზე. შემდეგ ხდება გახურება და დიფუზიის პროცესი უზრუნველყოფს რჩილვას.

ასეთი ტექნოლოგია უზრუნველყოფს მაღალხარისხოვანი შეერთებების მიღებას. დიფუზიური რჩილვისას, საჭიროა ხანგრძლივი დაყოვნება ნარჩილი ნაკერის წარმოქმნის ტემპერატურაზე და პროცესის დასრულების შემდეგ – დაყოვნება სარჩილის სოლიდუსის უფრო დაბალ ტემპერატურაზე.



სურათი 54. დიფუზიური რჩილვის სქემა:

1. დგუმი;
2. ვაკუუმ-კამერა;
3. საყრდენები;
4. მისარჩილი დეტალები.

მასალების რჩილვის თავისებურებანი

როგორც ცნობილია, რჩილვით შეიძლება სხვადასხვაგვარი ლითონების და მათი შენადნობების შეერთება. ამიტომ რჩილვის ტექნოლოგიები შეიძლება განსხვავდებოდნენ. ზოგიერთ შემთხვევაში, რჩილვის გამოყენება გაძნელებულიც კი შეიძლება იყოს.

ფოლადი. უნდა აღინიშნოს, რომ ფოლადის ნამზადების რჩილვა შესაძლებელია მხოლოდ კალის ფუძიანი სარჩილებით. თუთიის შემცველი მასალები ამისათვის არ გამოდგება, რადგან მათ მცირე დასველებადობა ახასიათებთ. ფოლადების რჩილვის ტექნოლოგია შემდეგ მოქმედებებს მოიცავს:

ლითონის ნაწიბურებს ასუფთავებენ გაჭუჭყიანებისაგან. შემდეგ ამუშავებენ ზუმფარით ან ლითონის ჯაგრისით, რითაც ხდება ოქსიდური აფსკის მოცილება. აწარმოებენ ზედაპირების გაუცხიმოების პროცესს, ნებისმიერი გამხსნელის საშუალებით. მიმდინარეობს ნამზადების აწყობა 2-3 მმ ღრეჩოს უზრუნველყოფით. ხდება ნამზადების გახურება სარჩილავით ან სხვა სახურებელი იარაღით. გახურების ზონაში ემატება ფლუსი, შემდეგ – სარჩილი. პროცესის დასრულების შემდეგ ხდება ფლუსის და სარჩილის ნარჩენების მოცილება.

თუჯი. რჩილვით შესაძლებელია მხოლოდ რუხი ან ჭედადი თუჯის შეერთება. თეთრი თუჯი არ ირჩილება. თუჯის რჩილვა ორი პრობლემის გადაწყვეტაზეა დაფუძნებული. პირველია თუჯის ცუდი დასველებადობა, მასში გრაფიტის დიდი შემცველობის გამო. მისი გადაწყვეტა იოლია: რჩილვის წინ საჭიროა ზედაპირების დამუშავება ბორის მკავით. მეორე პრობლემა მდგომარეობს იმაში, რომ გახურების პროცესში ლითონში ხდება მისი სტრუქტურის ცვლილება, ამიტომ თუჯის რჩილვა რეკომენდირებულია არა უმეტეს +750°C ტემპერატურისას.

ტიტანი. ტიტანის რჩილვა ერთ-ერთი ყველაზე რთული პროცესია. ამ ლითონის ზედაპირზე განლაგებულია ფენა, რომელიც გაჯერებულია ატმოსფერული გაზებით. მისი მოცილება უნდა მოხდეს ან ამოჭმის, ან სილაჭავლური ხერხით. თუმცა, ამის შემდეგაც, ზედაპირზე რჩება ოქსიდური აფსკი.

შეერთება რომ ხარისხოვანი იყოს, რჩილვას ან ვაკუუმში აწარმოებენ, ან არგონში, ან სპეციალური

ფლუსების გამოყენებით. ბოლო ვარიანტი არ იძლევა მაღალი ხარისხის შეერთების მიღების გარანტიას, თანაც უნდა იქნას დაცული ტემპერატურული რეჟიმი (800-900°C). გამოიყენება ვერცხლის ან ალუმინის სარჩილები. კალისა და ტყვიის სარჩილებს იშვიათად გამოიყენებენ, რადგან თვით ტიტანთან ისინი ცუდად ერთდებიან. თუმცა რჩილვამდე ტიტანის ნამზადის ზედაპირზე კალისა ან ტიტანის შრის დატანისას, შეიძლება საკმაოდ კარგი ხარისხის ნარჩილი შეერთების მიღება.

სპილენძი. როცა საჭიროა სპილენძის ან მისი შენადნობისაგან დამზადებული ნაკეთობის რჩილვა, რჩილვის ხერხისა და იარაღების შერჩევა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, როგორებიცაა: დეტალების ზომა, მასა, შედგენილობა, გაითვალისწინება დატვირთვაც, რომელმაც უნდა იმოქმედოს ნარჩილ შეერთებებზე. სპილენძის რჩილვა შესაძლებელია მრავალი ცნობილი მეთოდით. ყველაზე ფართო გავრცელება ჰქონდა სპილენძის რჩილვის რამდენიმე ხერხმა: სარჩილავით, აირული სანთურით, გამდნარ სარჩილში ჩაშვებით და ღუმელებში რჩილვამ.

უსაფრთხოების ტექნიკა რჩილვის შესრულებისას:

- აკრძალულია გაუმართავი იარაღებითა და სამარჯვებით სარგებლობა;
- აკრძალულია იარაღების და იარაღის გახურებულ ნაწილებზე დაუცველი ხელით შეხება;
- დაუშვებელია რჩილვის ადგილთან ახლოს დახრა;
- სამუშაო უნდა სრულდებოდეს გამწოვი ხუფის ქვეშ;
- მისარჩილი ნაკეთობის ფიქსაციისათვის საჭიროა ბრტყელტუჩების ან მსგავსი იარაღის გამოყენება;
- ძნელდნობად სარჩილებთან მუშაობისას, უნდა იქნას გამოყენებული ხელთათმანები და სათვალე;
- სამუშაოს დასრულების შემდეგ, საჭიროა ხელეების გულმოდგინედ საპნით დაბანა.

5. კლასტმასების შედუღება

5.1. კლასტმასების ზოგადი დახასიათება და თვისებები

პლასტმასები წარმოადგენს სინთეზურ მასალებს, რომლებიც მიიღება ორგანული და ელემენტორგანული პოლიმერების საფუძველზე. პლასტმასების თვისებები განისაზღვრება იმ პოლიმერების თვისებებით, რომლებიც მათ ფუძეს წარმოადგენენ.

პლასტმასები მაღალმოლეკულური (პოლიმერული) ორგანული ნივთიერებებია, რომელთა სინთეზირება ჩვეულებრივ დაბალმოლეკულური ნაერთებიდან (მონომერებიდან) ხდება (მაგალითად, პოლიეთილენის მიღებას ხდება მონომერი ეთილენისაგან).

პლასტმასები მიიღება როგორც მაღალმოლეკულური ბუნებრივი მასალების (ცელულოზა და სხვა) ქიმიური მოდიფიცირებით, ასევე ბუნებრივი მინერალური ნედლეულისაგან (ნავთობი, ბუნებრივი აირი, ქვანახშირი).

თერმოპლასტები და რეაქტოპლასტები

ყველა პლასტმასები პირობითად შეიძლება დაჯიშოს ჯგუფებად. პოლიმერებს, რომლებიც დარბილებას განიცდის ბლანტ-დენად მდგომარეობამდე გახურებისას, ამ მდგომარეობაში აქვთ დენადობა და არ განიცდიან ქიმიურ ცვლილებებს, თერმოპლასტებს უწოდებენ. ასეთი პლასტმასები გაცივებისას

ისევ მყარდებიან. ეს პროცესი შეიძლება მრავალჯერ განმეორდეს. თუმცა არსებობს გამონაკლისებიც, როდესაც ტემპერატურა, რომლის დროს პლასტმასა იწყებს დაშლას, უფრო დაბალია, ვიდრე დარბილების ტემპერატურა. პლასტმასა ვერ ასწრებს დინებას იმიტომ, რომ ხდება მისი დაშლა ქიმიურ მდგენელებად.

თერმოპლასტიკური მასალებისაგან განსხვავებით, არსებობს სხვა კლასის პოლიმერები, ე.წ. თერმორეაქტიული მასალები ანუ რეაქტოპლასტები, რომლებსაც მაღალი თერმოსტაბილურობა ახასიათებთ. ასეთი ნივთიერებები წარმოადგენენ სამგანზომილებიან ქსელებს, შემდგარს მჭიდროდ დაკავშირებული მაკრომოლეკულებისაგან, რომლებსაც უკვე არ გააჩნიათ არც გადნობის, და არც ხსნადობის უნარი. კავშირების დარღვევა შესაძლებელია მხოლოდ ძალიან მაღალი ტემპერატურების ან აგრესიული ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედებით. როდესაც რეაქტოპლასტებიდან ამზადებენ ნაკეთობას, მათში გახურების შედეგად შეუქცევი ცვლილებები წარმოიქმნება და ისინი კარგავენ ბლანტდენად მდგომარეობაში გადასვლის უნარს, რის გამოც უფრო მაღალ ტემპერატურებამდე გახურებისას იწყება მათი დესტრუქცია (დაშლის პროცესი). ამის გამო თერმოპლასტების შედუღება, მაგალითად, გახურებით შეუძლებელია.

5.2. კლასტმასების აგებულება და თვისებები

ქიმიური თვისებები. ქიმიური ქცევის თვალსაზრისით, პოლიმერები თავიანთი მონომერების (ცალკეული მოლეკულები) მსგავსი არიან. ნახშირწყალბადები ეთილენი $H_2C=CH_2$, პროპილენი $H_2C=CH-CH_3$ და სტიროლი $H_2C=CH-C_6H_5$ განიცდიან მიერთებით პოლიმერიზაციას, რა დროსაც წარმოიქმნება, შესაბამისად, პოლიეთილენი, პოლიპროპილენი და პოლისტიროლი.

პლასტმასების შედგენილობაში შედის რამდენიმე

კომპონენტი: შემაკავშირებლები, შემვსებები, პლასტიფიკატორები და სხვა. აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს შემაკავშირებელი. ისეთი მარტივი პლასტმასა, როგორცაა პოლიეთილენი მთლიანად ერთი შემაკავშირებელი ნივთიერებიდან შედგება.

შემვსებები წარმოადგენენ ორგანული და არაორგანული წარმოშობის მყარ მასალებს. ისინი ანიჭებენ პლასტმასებს სიმტკიცეს, სისალეს, თბომდეგობას, ასევე ზოგიერთ სპეციალურ თვისებებს, მაგალითად, ანტიფრიქციულ ან, პირიქით, ფრიქციულ

თვისებებს. გარდა ამისა, შემვსებებს შეუძლიათ ჩაჯდომის თავიდან აცილება წნეხვისას.

პლასტიფიკატორები წარმოადგენენ არააქროლად სითხეებს დაბალი გაყინვის ტემპერატურით. პოლიმერში გახსნისას პლასტიფიკატორები ამალაქებენ მის პლასტიკურ დეფორმაციის უნარს. მათი შეყვანით იზრდება მადალელასტიკური მდგომარეობის ტემპერატურული არე, მცირდება პლასტმასების სიხისტე და სიმყიფის ტემპერატურა.

როგორც პლასტიფიკატორები გამოიყენება რთული ეთერები, დაბალმოლეკულური პოლიმერები და სხვა. პლასტიფიკატორები უნდა იყოს პლასტიკურები ექსპლუატაციის პირობებში. გარდა ამისა, ისინი ზრდიან პლასტმასების ყინვამდეგობასა და ცეცხლმდეგობას.

სტაბილიზატორები ზრდიან პლასტმასების ხანგამძლეობას. სინათლის სტაბილიზატორები ხელს უშლიან ფოტოჟანგვას.

გამამყარებლები ცვლიან პოლიმერების სტრუქტურას. უფრო ხშირად გამოიყენება გამამყარებლები, რომლებიც აჩქარებენ პოლიმერიზაციას. მათ მიეკუთვნება ზოგიერთი ლითონის ოქსიდები, უროტროპინი და სხვა.

სპეციალური ქიმიური დანამატები შეიყვანება სხვადასხვა მიზნებისათვის: მაგალითად, ძლიერი ორგანული მხამი – ფუნგიციდი – ხელს უწყობს პლასტმასის დაცვას ფორისაგან და ტროპიკების პირობებში – მწერების მიერ შეჭმისაგან.

საზეთი ნივთიერებები (სტეარინმჟავა, ოლეინმჟავა) გამოიყენება პლასტმასების მოწყობილობაზე მიკვრის თავიდან ასაცილებლად ნაკეთობათა წარმოებისა და ექსპლუატაციის დროს.

პლასტმასებს ახასიათებს შემდეგი დადებითი თვისებები:

- დაბალი სიმკვრივე (ჩვეულებრივ 1,0-1,8 გ/სმ³, ზოგიერთ შემთხვევებში – 0,02-0,04 გ/სმ³);
- მაღალი კოროზიული მედეგობა, არ განიცდიან ელექტროქიმიურ კოროზიას, მათზე არ მოქმედებს სუსტი მჟავები და ტუტეები. არსებობს პლასტმასები, რომლებიც მედეგია კონცენტრირებული მჟავებისა და ტუტეების მოქმედების მიმართ;

- მაღალი დიელექტრიკული თვისებები;
- კარგად იღებება ნებისმიერ ფერებში. ზოგიერთი გამჭვირვალე პლასტმასები ოპტიკური თვისებებით არ ჩამოუვარდება მინებს;
- ფართო დიაპაზონის მექანიკური თვისებები. პოლიმერის ბუნებისა და შემვსებების მიხედვით ისინი შეიძლება იყოს სალი და მტკიცე ან მოქნილი და ღრუკადი;
- ანტიფრიქციული თვისებები, რომელთა გამო პლასტმასები შეიძლება ანტიფრიქციული შენადნობების (კალოვანი ბრინჯაოების, ბაბიტების და სხვა) სრულფასოვან შემცვლელებათ იქნას გამოყენებული. მაგალითად, პოლიამიდური სრიალის საკისრები ხანგრძლივად მუშაობენ შეზეთვის გარეშე;
- მაღალი თბოსაიზოლაციო თვისებები. როგორც წესი, ყველა პლასტმასები ცუდად ატარებენ სითბოს. მაგალითად, ისეთი თბოიზოლატორების თბოგამტარობა, როგორებიცაა ქაფპლასტები და ფოროპლასტები, თითქმის 10-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ჩვეულებრივი პლასტმასებისა;
- მაღალი ადგეზიული თვისებები;
- კარგი ტექნოლოგიური თვისებები. პლასტმასის ნაკეთობათა დამზადება უნარჩენო ტექნოლოგიებით ხდება (ბურბუშელის მოხსნის გარეშე) – ჩამოსხმით, წნეხით, ფორმირებით დაბალი წნეხების გამოყენებით ან ვაკუუმში;
- პლასტმასებს შეუძლია მუშაობა შედარებით დაბალ ტემპერატურებზე (-70°C-მდე), ცალკეულ შემთხვევებში – კრიოგენული ტემპერატურებისას;
- თერმოპლასტების შესაერთებლად შეიძლება ყველა ცნობილი მეთოდების გამოყენება – ხრახნებით, მოქლონებით, შეწებვით და შედუღებით. ყველაზე პერსპექტიული შედუღებაა, რადგან ყველაზე უკეთესად ექვემდებარება მექანიზაციას, უზრუნველყოფს შეერთების მაღალ ხარისხს, ამცირებს ოპერაციების შრომატევადობას და ა.შ.

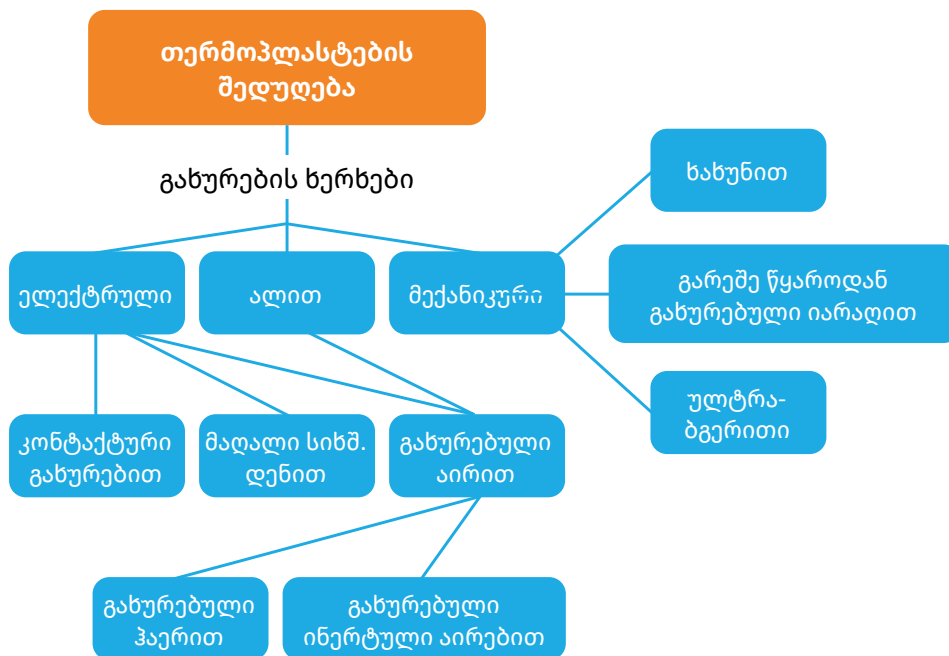
კლასტმასების ნაკლოვანებებს შეიძლება მივაკუთვნოთ:

- დაბალი თბომდეგობა (100-120°C). თუმცა ამჟამად შექმნილია პლასტმასები ზედა ტემპერატურული ზღვარით 300-400°C-მდე;
- პლასტმასების ნაკლია მათი მცირე სისალე, მიღრეკილება დაძველებისადმი, ცოცვადობა, მცირე მედეგობა დიდი სტატიკური და დინამიკური დატვირთვებისადმი;
- რეაქტოპლასტების შედუღება მხოლოდ სპეციალური ხერხებითაა შესაძლებელი.

5.3. კლასტმასების შედუღების მეთოდები

თერმოპლასტების შეერთების ყველაზე საიმედო მეთოდია შედუღება. ის გამოიყენება სხვადასხვა ტევადობების, ავზების, რთული კონსტრუქციების, საყოფაცხოვრებო ნაკეთობების, სათამაშოების დამზადებისას, საავტომობილო პლასტმასების შეკეთებისას და სხვა.

არსებობს თერმოპლასტების შედუღების რამდენიმე ხერხი. მათი კლასიფიკაცია მოყვანილია ნახაზზე.

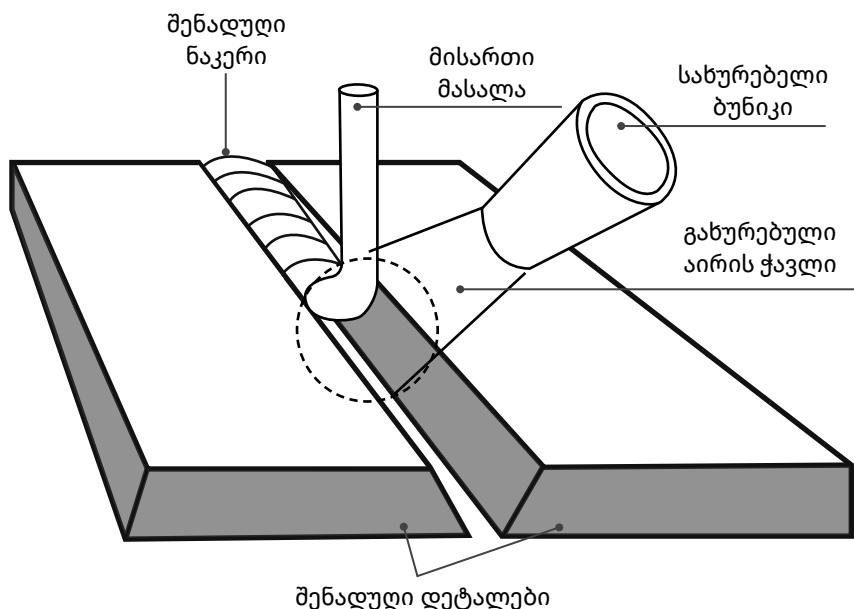


სურათი 155. თერმოპლასტების შედუღების ხერხების კლასიფიკაციის სქემა.

5.3.1. გახურებული აირით შედგება

ამ მეთოდის დროს გახურებული აირი ახურებს შესაძლებელი მასალისა და მისართი ღეროს ზედაპირებს. ხდება წნევის მოდება და გაცივების შემდეგ

მიიღება მონოლითური შენაღული შეერთება. მეთოდის თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ სითბო მიეწოდება უშუალოდ შესაერთებელ ზედაპირებთან, თანმიმდევრულად ნაკერის ერთი უბნიდან მეორისაკენ.



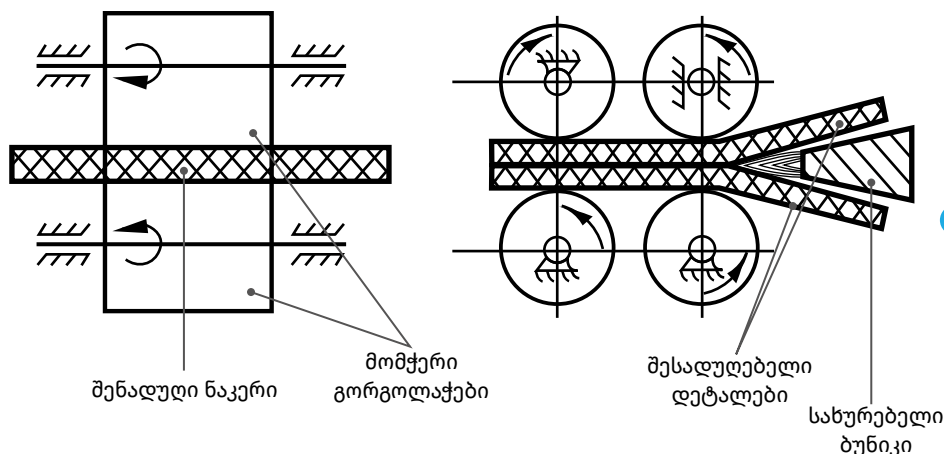
სურათი 55. გახურებული აირით მისართი მასალის გამოყენებით შედგების სქემა.

თანმიმდევრულად შედგების გარდა, შესაძლებელია შედგება ნაკერის მთელს ზედაპირზე, ერთდროულად. გახურებული აირით შედგება შეიძლება მისართი მასალის გამოყენებით და მის გარეშე. ამ მეთოდით შესაძლებელია პრაქტიკულად ნებისმიერი ზომისა და ფორმის დეტალების შეერთება, რომლებიც დამზადებულია პოლივინილქლორიდისაგან, პოლიმეთილმეთაკრილატისაგან, პოლისტიროლისაგან, პოლიამიდებისაგან. შესაძლებელია ნებისმიერი სივრცითი მდებარეობის ნაკერების შედგება, თუმცა მიზანშეწონილია ნაკერის ქვედა

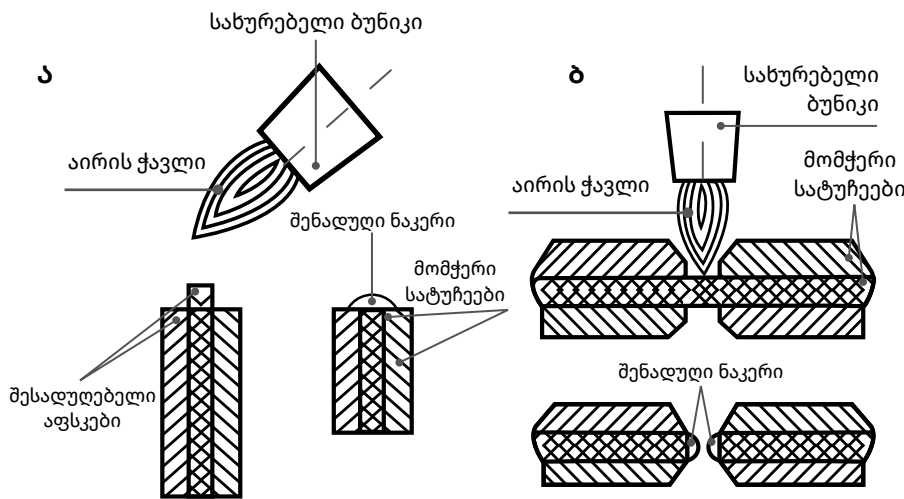
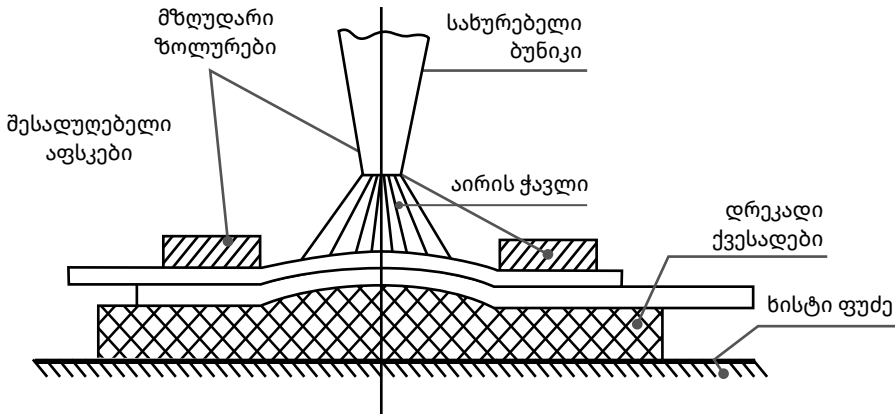
და ჰორიზონტალური მდებარეობა. დეტალების სისქეები იმყოფება 1,5-მმ-დან 30 მმ-მდე ზღვრებში.

აღსანიშნავია, რომ მისართი მასალის გარეშე მიღებული შეერთებების სიმტკიცე უფრო მაღალია, ვიდრე მისართი მასალის გამოყენებით მიღებულისა და აღწევს ძირითადი მასალის სიმტკიცის 80-90%-ს, ამასთან, მასალის კუთრი სიბლანტე თითქმის არ მცირდება.

მეთოდის ნაკლოვანებას წარმოადგენს დაბალი მწარმოებლურობა და მაღალი ღირებულება.



სურათი 56. გახურებული აირით მისართი მასალის გამოყენების გარეშე შედგების სქემა.



სურათი 57. გახურებული აირით აფსკის მასალის მისართი დეროს გამოყენების გარეშე შედგენის სქემა.

სურათი 58. გახურებული აირით აფსკის შედგენის სქემა ნაწიბურების მომზადებით (ა) და ნაწიბურების მომზადების გარეშე (ბ).

5.3.2. გახურებული იარაღით შედგენა

ეს ხერხი ყველაზე უნივერსალურია თერმოკლასტებისაგან დამზადებული აფსკების, ფურცლების, მილების, ზოლურების, პროფილების და სხვათა შესადლებლად. ჩვეულებრივ შედგენისას მისართი მასალა არ გამოიყენება.

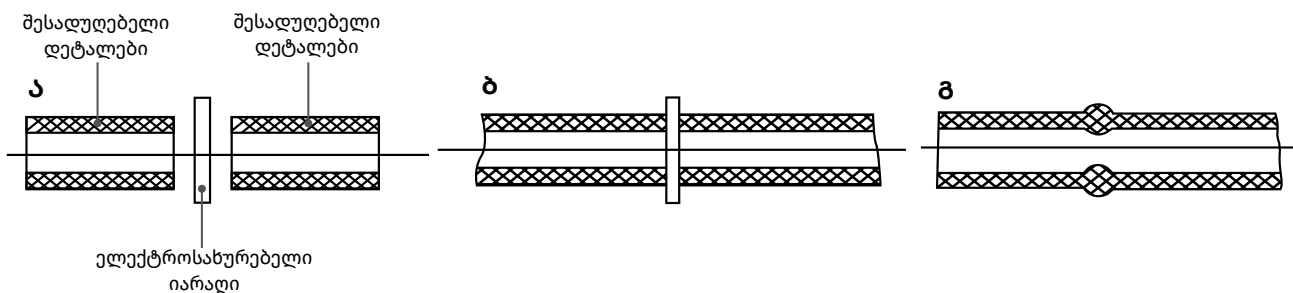
შესაერთებელი ზედაპირების გასახურებლად გამოიყენება სხვადასხვა ფორმის ლითონის იარაღები, გახურება კი შეიძლება ვაწარმოოთ მათი უშუალო შეხებით შესაერთებელ ზედაპირებთან (პირდაპირი გახურება, რომელიც ძირითადად გამოიყენება სალი დეტალების შესაერთებლად) ან სითბოს მიყვანით გარე მხრიდან დეტალის მთელს

სისქეზე (ირიბი გახურება, გამოიყენება აფსკებისა და თხელი ფურცლების შესადლებლად).

სწარმოებს გახურებული დეტალების წნევის მოდებით დაწნევა, შემდეგ კი მათი გაცივება. თუ კი სითბო გარე მხრიდან მიეწოდება, სახურებელი იარაღი ერთდროულად გამოიყენება შესაერთებელი დეტალების დაწნევისათვისაც. დეტალების გახურება როგორც ერთმხრივი, ასევე ორმხრივი შეიძლება იყოს. განვიხილოთ ამ მეთოდის რამდენიმე სახესხვაობა.

ა) პირაპირა შედგენა

ნაკერის შესრულება ნებისმიერ სივრცულ მდებარეობაშია შესაძლებელი. დუღდება 2 მმ-ზე მეტი სისქის დეტალები. შედგენის ხანგრძლივობა შეადგენს 60 წმ-ზე მეტს.



სურათი 59. პირაპირა შედულების პროცესების თანმიმდევრობა გახურებული იარაღით შედულებისას:

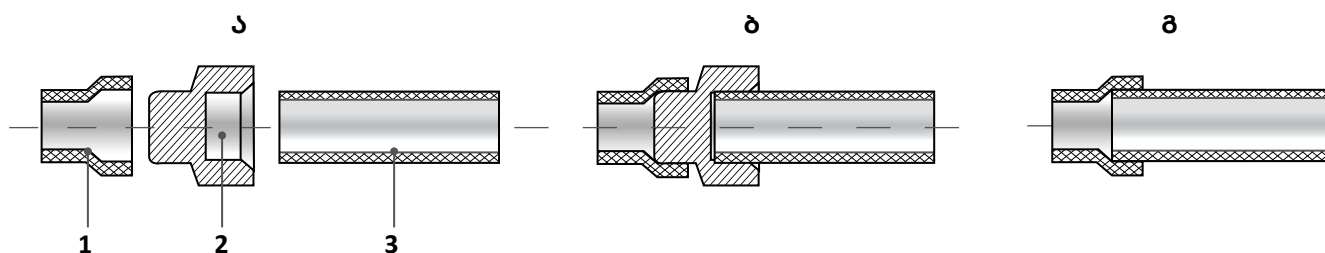
- ა. დეტალების და გახურებული იარაღის საწყისი მდებარეობა;
- ბ. შესადულებელი ზედაპირების შემოღობვა;
- გ. მზა შენადული შეერთება;

გახურების წყარო ელექტრული დენია (ელექტროწინალობით გახურება) ან ცხელი აირის (პროპანის) ალი.

ბ) ჩასოლვით შედულება

სრულდება ნებისმიერ სივრცით მდებარეობაში, გამოიყენება ხელით (ნაკეთობათა სისქეები 2 მმ და

მეტი) და მექანიზირებული (მილები დიამეტრით 50 მმ-მდე) შედულება და სხვა. შესადულებელია სხვადასხვა სახის თერმოპლასტების შედულება – პოლიეთილენის, პოლიპროპილენის და სხვა. გახურების წყარო ელექტრული დენია (ელექტროწინალობით გახურება) ან ცხელი აირის (პროპანის) ალი.



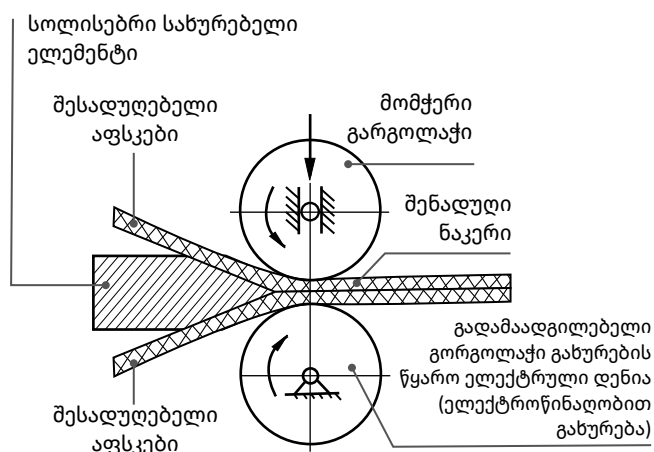
სურათი 60. ჩასოლვით შედულების სქემა:

- ა. დეტალების და სახურებელი იარაღის საწყისი მდებარეობა;
- ბ. შესადულებელი დეტალების ზედაპირების შემოღობვა;
- გ. ნაკეთობის მზა შენადული შეერთება.

გ) გახურებული სოლით შედულება

ამ მეთოდით შესადულებელია 0,5-10,0 მმ სისქის დეტალების შედულება (ხელით შედულება), 0,1-2,0 მმ სისქის დეტალების შედულება შეიძლება მექანიზირებული ხერხით. ნაკეთობა შეიძლება იყოს – კილიტა, ჰიდროსაიზოლაციო მასალა, საფარის მქონე ქსოვილები და სხვა, რომლებიც დამზადებულია პოლივინილქლორისაგან, პოლიეთილენისაგან, პოლიამიდებისაგან და სხვა.

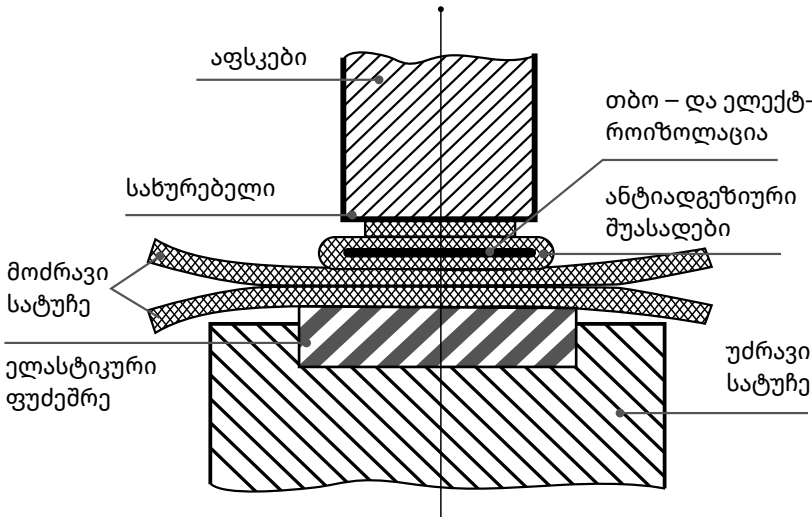
სურათი 61. გახურებული სოლით აფსკების პირგადადებითი შედულების სქემა.



დ) თერმოიმპულსური შედუღება

ხორციელდება მცირეინერციული სახურებელი ელემენტებით, რომლებშიც ტარდება ხანმოკლე, მაგრამ ძლიერი დენის იმპულსები. სახურებელ ელემენტად გამოიყენება დიდი ელექტროწინაღობის მქონე ლითონის ზოლურა, რომელიც ხურდება

ელექტრული დენის იმპულსებით და შესაძლებელ ლითონს ახურებს წამების წილის განმავლობაში. შეერთებას აწარმოებენ ენერჯის ერთი ან ორმხრივი მიყვანით. ელექტრული დენის იმპულსებს შორის შუალედებში, შენადული ნაკერი ცივდება წნევის ქვეშ. შეერთებისათვის საჭირო წნევა იქმნება ზოლურებზე დამატებითი სამარჯვებით.



სურათი 62. პოლიმერული აფსკების თერმოიმპულსური შედუღების სქემა.

შეიძლება 0,01-0,2 მმ სისქის დეტალების შედუღება ერთმხრივი იმპულსით, 0,01-0,4(0,5) მმ სისქის დეტალების შედუღება – ორმხრივი იმპულსით; დუღდება კილიტა, თხელი ქაღალდი, ალუმინის კილიტა და სხვა. ასევე, დეტალები, დამზადებული პოლივინილქლორისაგან, პოლიეთილენისაგან, პოლიამიდებისაგან და სხვა.

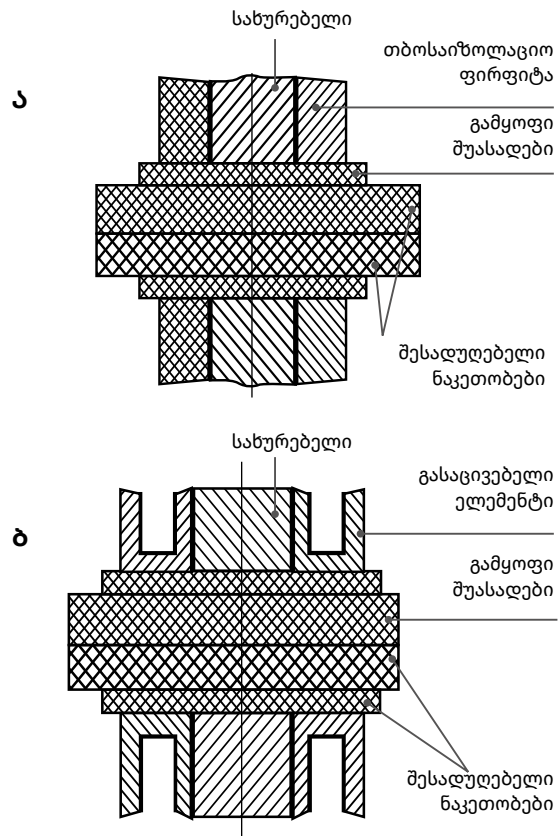
გახურების წყარო ელექტრული დენია (ელექტროწინაღობით).

არსებობს ხელით და მექანიზირებული მოწყობილობები თერმოიმპულსებით შედუღებისათვის.

ე) კონტაქტურ-თბური შედუღება დაწნეხვით

0,01-0,2 მმ სისქის ნაკეთობების შედუღებას აწარმოებენ ერთმხრივი გახურებით, ხოლო სიქით 0,01-0,4 მმ – ორმხრივი გახურებით. დუღდება კილიტა, თხელი ქაღალდი, ალუმინის საფარის მქონე კილიტა და სხვა, ასევე დეტალები დამზადებული სხვადასხვა სახის პლასტმასებისაგან.

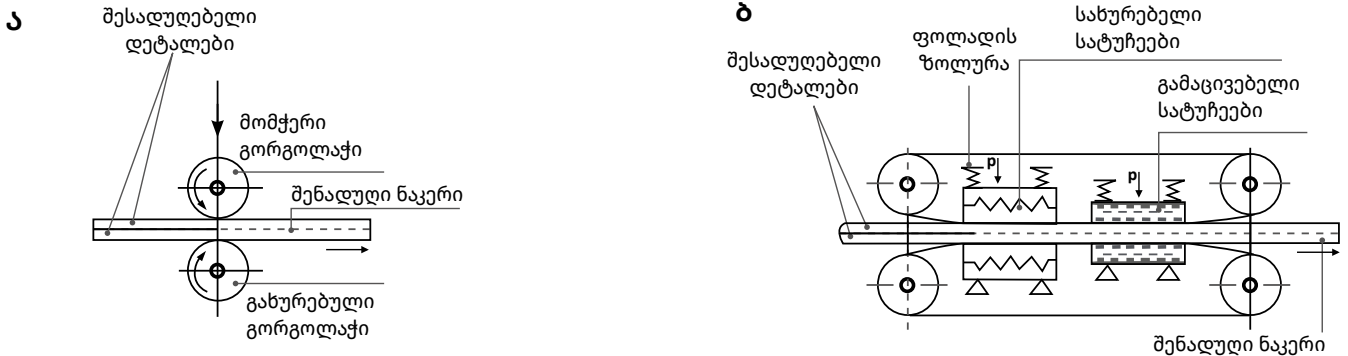
გახურების წყარო ელექტრული დენია (გახურება ელექტროწინაღობით).



სურათი 63. შედუღება დაწნეხვით სახურებელი იარაღით ნაკერის გვერდითი ზონების გაცივების გარეშე (ა) და გაცივებით (ბ).

ვ) გორგოლაჭოვანი შედულება

ჩადნობით უწყვეტი ნაკერების მისაღებად, შედულება შეიძლება მიმდინარეობდეს გორგოლაჭოვანი ამ ზოლურიანი სქემით.



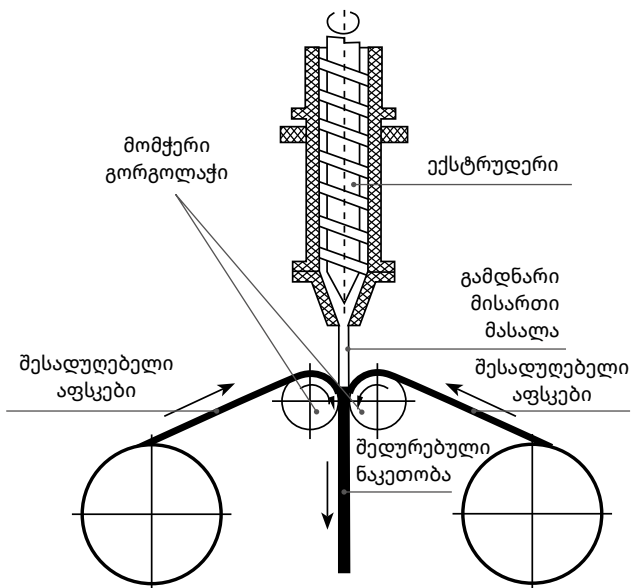
სურათი 64. სახურებელი იარაღით უწყვეტი შედულების სქემა ირიბი გახურებისას:

ა. გორგოლაჭოვანი შედულება; ბ. ზოლურიანი ორმხრივი შედულება.

გორგოლაჭოვანი შედულებისას (ა), ხდება გორგოლაჭებს შორის შესადულებელი დეტალების გადაადგილება. ერთი გორგოლაჭი წამყვანია, მეორე კი ასრულებს გახურებული იარაღის ფუნქციას.

ზოლურიანი შედულებისას (ბ) ხდება შესადულებელი დეტალების წატაცება მოძრავი უსასრულო ფოლადის ზოლურების მიერ და დეტალები გადაადგილებიან გახურებისა და გაცივების ზონების გავლით.

აღნიშნული მეთოდების გამოყენებით, ხდება პოლიმერული აფსკების შეერთება, როდესაც საჭიროა მნიშვნელოვანი სიგრძის უწყვეტი ნაკერის მიღება.



ზ) ნადნობით შედულება

ნადნობით შედულებამ ფართო გავრცელება მიიღო სიმარტივის, მაღლი მწარმოებლურობის, ფართო ტექნოლოგიური შესაძლებლობებისა და შენადული შეერთებების მაღალი ხარისხის გამო.

შედულება შეიძლება ვაწარმოოთ უწყვეტი და პერიოდული სქემებით.

შედულების უწყვეტი სქემისას მისართი მასალა სახურებელი მოწყობილობიდან გამოდის უწყვეტად, ხოლო პროცესის წარმართვისას, პერიოდული სქემის მიხედვით, მისართი მასალა პერიოდულად მიეწოდება დეტალებს შორის ღრეჩოში, რომლებიც მოთავსებულია ყალიბში ან დაჭერილია სამარჯვში.

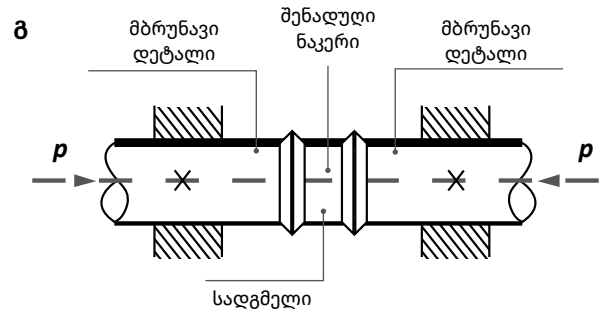
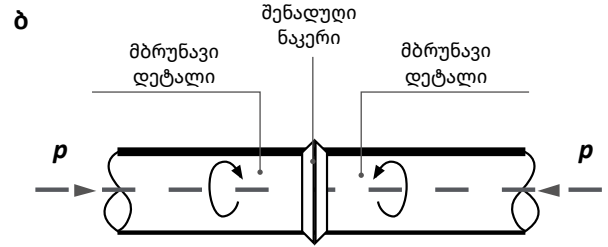
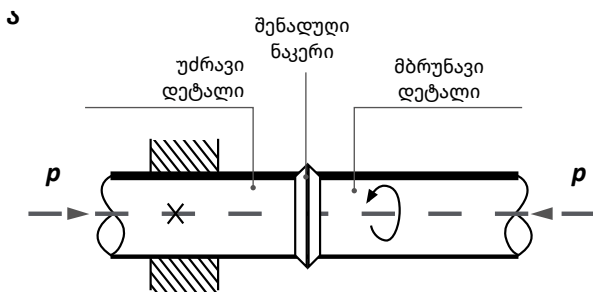
სურათი 65. ექსტრუზიით მიღებული ნადნობით შედულების სქემა.

ნადნობით შედულება მიზანშეწონილია შესრულებდეს ნაკერში ნადნობის მაღალი სიჩქარით მიწოდებისას და მისი მაქსიმალური მასისას, რადგან ამ შემთხვევაში, მისართი მასალა ნაკლებ სითბოს კარგავს და მისი გახურება უფრო დაბალ ტემპურატურებამდეა შესაძლებელი.

5.4. ხახუნით შედგენა

ხახუნით შედგენის თავისებურებას წარმოადგენს შედგენის მცირე დრო (რამდენიმე წამი), სითბოს ლოკალური გამოყოფა, შენადული ნაკერის მაღალი სიმტკიცე, შედგენის შესრულების შესაძლებლობა

ზედაპირების წინასწარი გასუფთავების გარეშე, მათ შორის ზედაპირებისა, რომლებსაც აქვთ ოქსიდური აფსკი და სხვადასხვაგვარი ჩანართები.



სურათი 66. ხახუნით შედგენის სქემები:

- ა. ერთი დეტალის ბრუნვით;
- ბ. ორი დეტალის ბრუნვით;
- გ. შუალედური სადგმელის ბრუნვით.

ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ხახუნით შედგენის სქემა ერთი დეტალის ბრუნვით. ამ მეთოდის უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ დეტალების კონტაქტის ადგილზე ხახუნისას ხდება ყველა ზედაპირული აფსკის დაშლა, რომლებიც არსებობს ზედაპირებზე შედგენის პროცესის დაწყებამდე.

ეთილენი, პოლივინილქლორიდი. პოლიამიდები, პოლისტიროლი, ზოგიერთი ფთოროპლასტი. შესაძლებელია არა მარტო ერთგვაროვანი, არამედ სხვადასხვა სახის პლასტიკის შედგენა.

შედგენის პროცესში ნადნობი პირაპირებში დაცულია ატმოსფეროს ზეგავლენისაგან, რის გამოც, გამორიცხულია აქტივირებულ მდგომარეობაში მყოფი მაკრომოლეკულების ჟანგვის პროცესები.

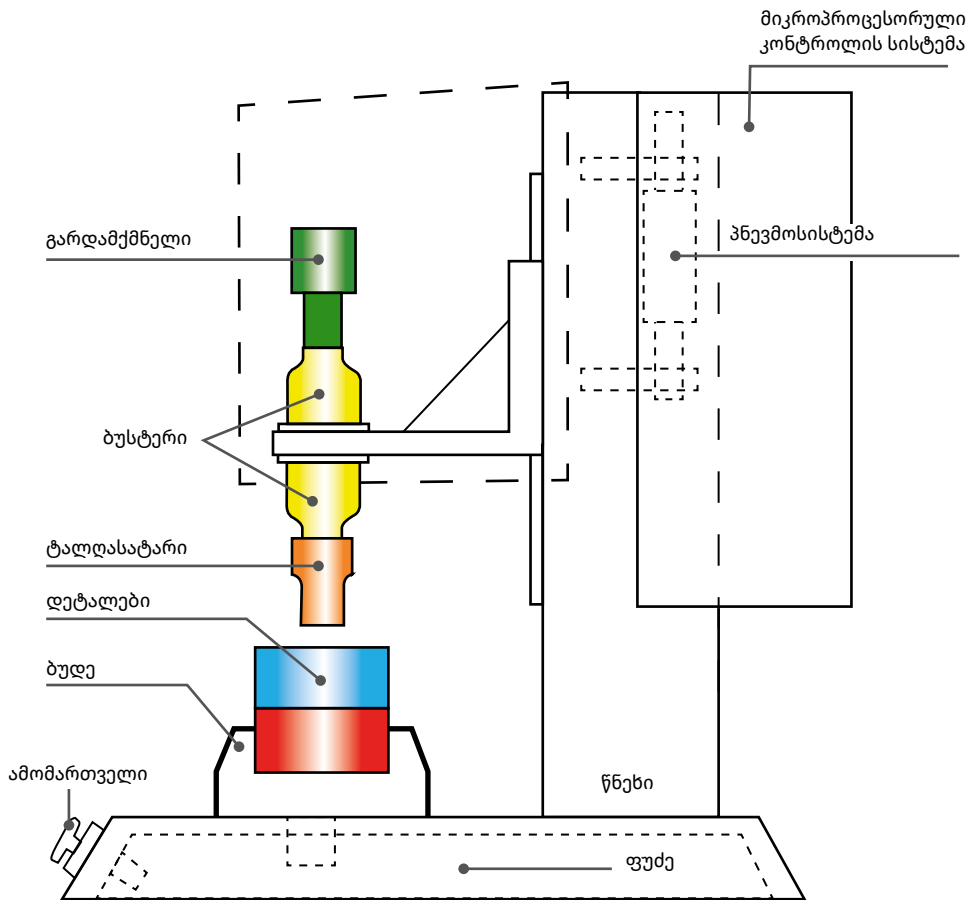
აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება სხვადასხვა ფორმის დეტალების შესადგენად: ბრუნვის სხეულის ფორმისა, ასევე რომელთა შესაერთებელი ზედაპირები ერთ სიბრტყეშია განთავსებული, მაგალითად, მცირე და საშუალო დიამეტრის მილების, წყალსადენის არმატურის, სანტექნიკური ნაკეთობების, რეზერვუარების და სხვა.

ხახუნით შედგენით კარგად ერთდებიან პოლი-

5.5. ულტრაბგერითი შედგენა

ულტრაბგერითი შედგენა – ეს არის დაუშლელი შეერთებების მიღების მეთოდი, რომლის დროს, განსაზღვრული სიხშირის ელექტრული რხევები გენერატორის მეშვეობით იცვლება იარაღის

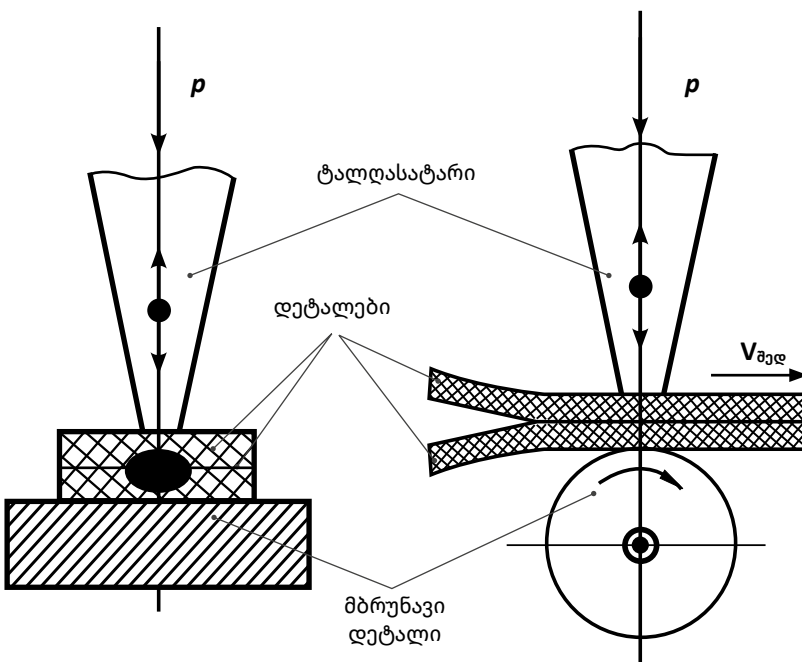
(ტალდასატარის) მექანიკურ რხევებად, რომლებიც მიიყვანება შესადგენელი დეტალების ზედაპირებთან. რხევების სიხშირე საშუალოდ 50 კჰც-მდეა.



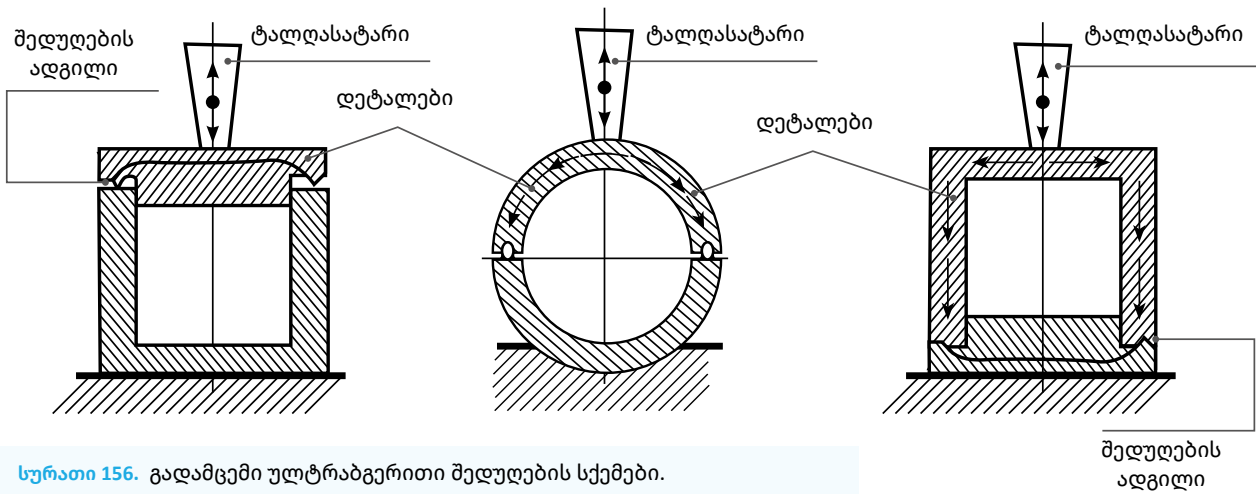
სურათი 67. პლასტმასების ულტრაბგერითი შედუღების დანადგარის სქემა

გენერატორის ელექტროენერგია გარდაიქმნება მექანიკურ რხევებად (ვიბრაციებად) კონვერტერში. შემდეგ რხევები გადაეცემა ბუსტერში (რხევების მაძლიერებელი) და მისგან ტალღასატარში,

რომლიდანაც გადაეცემა შესაღუღებელ დეტალებს. ენერგიის გადაცემის ადგილის მიხედვით, არსებობს ორი სახის პლასტმასების ულტრაბგერითი შედუღება: კონტაქტური და გადამცემი.



სურათი 68. კონტაქტური ულტრაბგერითი შედუღების სქემები: ა. წნეხური; ბ. ნაკერული.



სურათი 156. გადამცემი ულტრაბგერითი შედუღების სქემები.

გადამცემი ულტრაბგერითი შედუღებისას, ტალღასატარი უნდა იქნას განლაგებული შესადუღებელი დეტალების სიმეტრიის ღერძზე. მანძილი, რომელზედაც შესაძლებელია ულტრაბგერითი ტალღების ენერჯის შეყვანა, დამოკიდებულია მასალების დრეკად თვისებებზე და აღწევს 10 მმ-დან 250 მმ-მდე. ამიტომ, ზოგჯერ, გადამცემ ულტრაბგერით შედუღებას „შორეულს“ ან „დისტანციურს“ უწოდებენ.

ამ მეთოდით შედუღების დროს, ხურდებიან მხოლოდ კონტაქტში მყოფი შესადუღებელი დეტალების უბნები. შედუღების პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: ერთ-ერთ დეტალს ათავსებენ ფუძის ბუდეში, ხდება მეორე დეტალის პირველზე დადება და ისინი იკუმშებიან მოწყობილობის საშუალებით განსაზღვრული ძალვით (კარგი კონტაქტის დასამყარებლად). შემდეგ ხდება ულტრაბგერების მიწოდება. წარმოქმნილი პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად, ხდება დეტალების ზედაპირული ფენების ურთიერთდიფუზია, წარმოიქმნება საერთო ზონა – შენადული ნაკერი. შედუღების დრო წამების წილებიდან რამდენიმე წამამდე შეიძლება შეადგენდეს.

ულტრაბგერითი შედუღების უპირატესობანი:

- პლასტმასების ულტრაბგერითი შედუღებისათვის, ლითონების იგივე მეთოდით შედუღებისაგან განსხვავებით, არ არის საჭირო მაღალი ტემპერატურები და დიდი ძალების მოღება;

- პლასტმასების ულტრაბგერითი შედუღებისათვის, ლითონების იგივე მეთოდით შედუღებისაგან განსხვავებით, არ არის საჭირო მაღალი ტემპერატურები და დიდი ძალების მოღება;
- არ ხდება ელექტრული დენის გატარება დეტალებში;
- არ გამოიყენება დამხმარე მასალები;
- შედუღების პროცესის სიჩაფე;
- არ გამოიყოფა მავნე ნივთიერებები შედუღებისას;
- შედუღების პროცესის პარამეტრების კარგი კონტროლის შედეგად, უზრუნველყოფილია შენადული შეერთების მაღალი ხარისხი;
- შესაძლებელია უმრავლესი სახის პლასტმასების, ხელოვნური ტყავის, ქსოვილების და სხვათა შედუღება.

აღსანიშნავია, რომ ულტრაბგერითი შედუღება დაინერგა მზის ელემენტების, ლითიუმ-იონური აკუმულატორული ბატარეების წარმოებისათვის, რომლებიც ელექტრომობილებში გამოიყენება.

ულტრაბგერითი შედუღების რეჟიმის ოპტიმალური პარამეტრები დამოკიდებულია შესადუღებელი მასალების თვისებებზე, სისქეზე, ნაკეთობის ფორმასა და სხვა ფაქტორებზე და ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში დგინდება ექსპერიმენტულად. მნიშვნელოვანია უზრუნველყოფილი იყოს სამი ძირითადი პარამეტრის ოპტიმალური თანაფარდობა:

- დრო – ულტრაბგერითი რხევების ზე-მოქმედების ხანგრძლივობა;
- რხევების ამპლიტუდა – რხევების პროცესში წანაცვლებათა სიდიდე;
- დეტალებზე მომჭერი ძალვის სიდიდე.

შერჩეული რეჟიმის შეფასებას აწარმოებენ შენადული შეერთების სიმტკიცის მაჩვენებლების მიხედვით. გარდა ამისა, მოწმდება შენადული შეერთებების ჰერმეტიულობა, დეფორმაციები და სხვა მახასიათებლები.

5.6. მაღალი სიხშირის დენებით შედეგა

მაღალი სიხშირის ეწოდება დენებს, რომელთა სიხშირე 10000ჰც-ზე მეტია. მათი მიღება ხდება ელექტრონული მოწყობილობების საშუალებით. თუ გამტარს მოვათავსებთ კოჭის შიგნით, რომელშიც გადის მაღალი სიხშირის დენი, მაშინ გამტარში წარმოიქმნება ე.წ. გრიგალური დენები. ისინი ახურებენ გამტარს. გახურების სიჩქარის და ტემპერატურის რეგულირება იოლია კოჭაში დენის ცვლით.

მაღალი სიხშირის დენებით შედეგა – ეს არის დაუშლელი შეერთებების მიღების მეთოდი, რომლის დროს შესადულებელი ლითონების გახურება ხდება მაღალი სიხშირის დენებით.

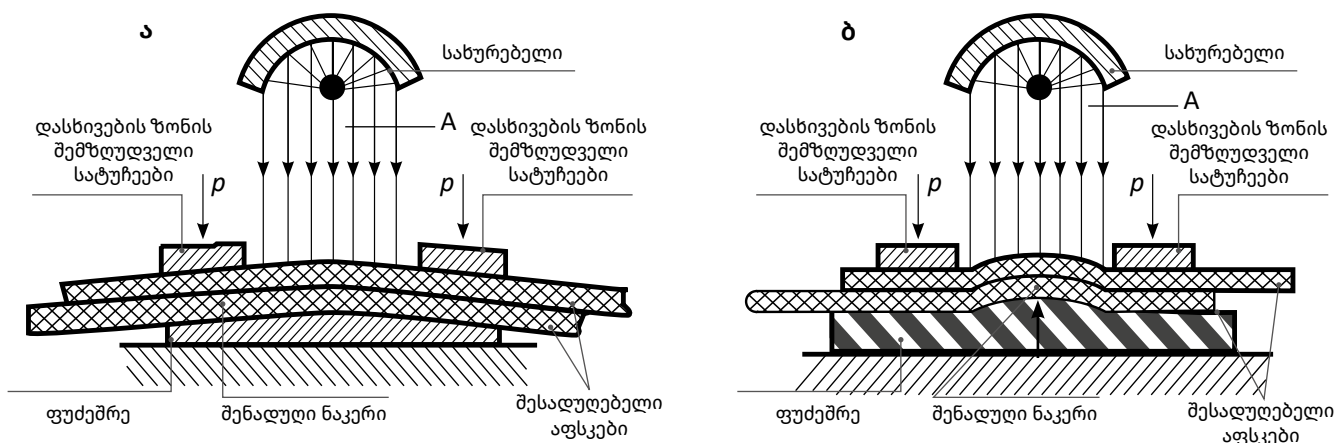
მაღალი სიხშირის დენებით შედეგების გამოყენება უკეთესია მაშინ, როდესაც მნიშვნელოვანია გახურების მაღალი სიჩქარით თანაბარი გახურების მიღება, ნაკერის მასალის სწრაფი გაცივება, ასევე ნაკერის სიგრძეზე სითბოს რაოდენობის ზუსტი დოზირება. ასეთი მოთხოვნები წაყენება დიდი რაოდენობით ნაკეთობების დამზადებისას სხვადასხვა სახის პლასტმასებიდან და ფთოროპლასტების აფსკებიდან.

მაღალი სიხშირის დენების მოქმედების პრინციპი დაფუძნებულია ფერომაგნიტური მასალების თვისებაზე გახურდეს ცვლად ელექტრომაგნიტურ ველში გრიგალური დენების ზემოქმედებისას.

5.7. გამოსხივებით შედეგა

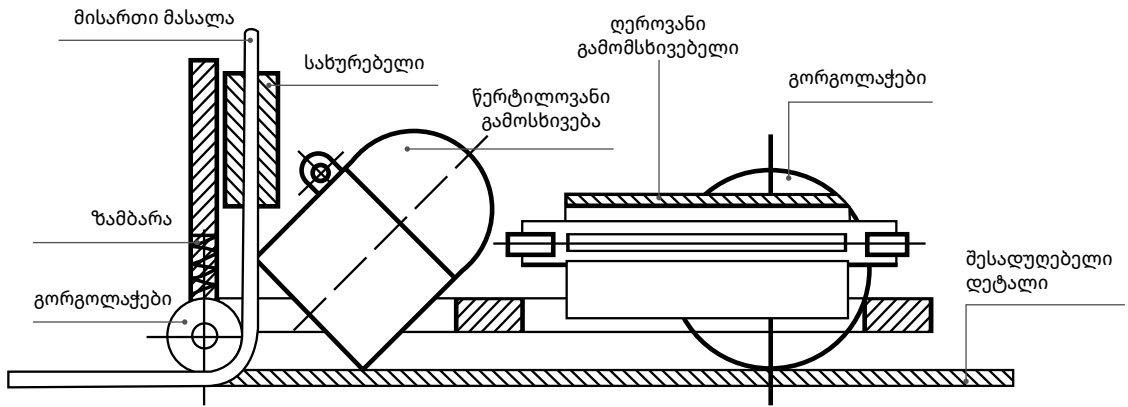
მეთოდი გამოირჩევა იმით, რომ გახურების პროცესში არ ხდება გამომსხივებლის ზედაპირსა და გასახურებელ დეტალების ზედაპირებს შორის პირდაპირი კონტაქტი, ასევე შესაძლებელია გახურების რეჟიმების მართვა ფართო ზღვრებში, რისთვისაც

უნდა ვაწარმოოთ გამოსხივების (ინფრაწითელი, ლაზერის) სიმძლავრის და შესადულებელი მასალის შთანთქმის უნარის ცვლა. ძირითადად ხდება აფსკების შედეგა რამდენიმე სქემით, შეერთების ზონაში წნევის შექმნის პრინციპის მიხედვით.



სურათი 69. ინფრაწითელი გამოსხივებით შედეგა:

ა. ხისტ ქვესადებზე შედეგა; ბ. დრეკად ქვესადებზე შედეგა; A. ინფრაწითელი სხივი; P. მომჭერი ძალა.



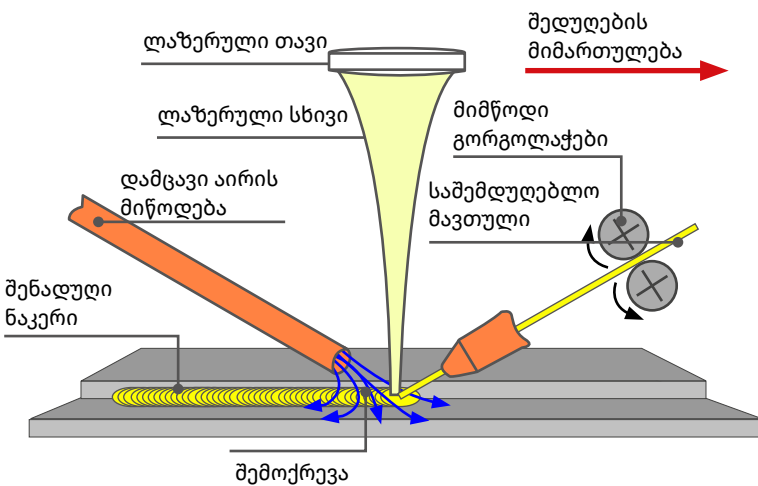
სურათი 70. ფურცლოვანი თერმოპლასტის გამოსხივებით შედუღების სქემა მისართი მასალის გამოყენებით.

ლაზერული შედუღება

ლაზერის სხივით პლასტმასების შედუღებისას შესაერთებელი ზედაპირების გახურება მიიღწევა ლაზერის სხივური ენერჯის თბურში გადასვლის შედეგად იმ ადგილზე, სადაც ხდება სხივის ფოკუსირება. ფოკუსირების წერტილში წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი სიმძლავრე, რასთვისაც სხივი სპეციალური ლინზების საშუალებით იკრიბება ვიწრო კონად, რომლის დიამეტრი მილიმეტრის მეთაედ წილებს შეადგენს. უწყვეტი მოქმედების CO₂-ლაზერი, სიმძლავრით 1 კვტ საშუალებას იძლევა

ფოკალურ ლაქაში დიამეტრით 0,1 მმ მივიდოთ თბური სიმძლავრის სიმკვრივე 3x10 ვტ/მმ². ლაზერული შედუღება ეფექტურია თხელი 1 მმ-მდე სისქის პოლიეთილენის აფკების შეერთებისათვის. შედუღების სიჩქარე აღწევს 3,3-4 მ/წმ-ში.

აღნიშნული მეთოდი გამოიყენება თითქმის ყველა სახის თერმოპლასტის შედუღებისათვის. ზოგიერთ პლასტმასაში, რომლებსაც მცირე გამჭოლობა გააჩნიათ ლაზერული გამოსხივებისათვის, მისი გამოსხივების შთანთქმის უნარის ასამაღლებლად მათში ხშირად ჭვარტლს ამატებენ.



სურათი 71. პოლიმერული ფურცლების შედუღება ლაზერული გამოსხივებით

6. მასალის მანადური კონსტრუქციების დასამზადებლად

6.1. ლითონური მასალის მანადური კონსტრუქციების კლასიფიკაცია

ლითონები და მათი შენადნობები მნიშვნელოვანი საკონსტრუქციო მასალებია შენადური კონსტრუქციების დასამზადებლად. მასალის სწორად შესარჩევად კონკრეტული კონსტრუქციის დასამზადებლად აუცილებელია ლითონის თვისებების ცოდნა.

ლითონური მასალების თვისებები მრავალფეროვანია და დაყოფილია შემდეგ ჯგუფებად: ფიზიკური, ქიმიური, მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებები.

ფიზიკური თვისებები გვჩვენებს ლითონის დამოკიდებულებას ამა თუ იმ ფიზიკურ მოვლენასთან. ფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება კუთრი წონა, დნობის ტემპერატურა, თბოგამტარობა, ელექტროგამტარობა, სითბური გაფართოება, ფერი და სხვა.

ქიმიური თვისებები ვლინდება ლითონის ნაკეთობებზე სხვადასხვა გარემოს მოქმედების დროს. ქიმიურ თვისებებს მიეკუთვნება ლითონთა უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს ამა თუ იმ გარემოს ქიმიურ და ელექტროქიმიურ ზემოქმედებას ნორმალურ და მაღალ ტემპერატურაზე.

მექანიკური თვისებები ვლინდება ლითონის ნაკეთობაზე გარე ძალის მოქმედების პირობებში. მექანიკური თვისებები ეს არის თვისებათა ერთობლიობა, რომელიც განსაზღვრავს ლითონის უნარს, წინააღმდეგობა გაუწიოს მასზე გარედან მოდებული ძალის მოქმედებას. მექანიკურ თვისებებს მიეკუთვნება: სიმტკიცე, სისალე, დრეკადობა, სიბლანტე, პლასტიკურობა, სიმყიფე და სხვა.

ტექნოლოგიური თვისებები მქადავდება ლითონური მასალის დამუშავების პროცესში. ტექნოლოგიურ თვისებებს მიეკუთვნება სამსხმელო თვისებები, ჭედადობა, შედუღებადობა, მჭრელი იარაღით დამუშავების უნარი და სხვა.

6.1.1. ლითონთა ფიზიკური თვისებები

სიმკვრივე და კუთრი წონა

ერთიდაიგივე მოცულობის სხვადასხვა ნივთიერებას სხვადასხვა მასა (წონა) აქვს. მაგალითად, 1 კუბური სანტიმეტრი სპილენძის მასა 8,9 გრამია, ალუმინის – 2,7 გ; რკინის – 7,8 გ. და ა.შ.

სხეულის მასის ფარდობას მის მოცულობასთან სიმკვრივე ეწოდება. სიმკვრივე დაკავშირებულია კუთრი წონასთან. კუთრი წონა არის ნივთიერების წონის ფარდობა მოცულობასთან. თუ ვიცით ლითონის კუთრი წონა და ამ ლითონისგან დამზადებული ნაკეთობის მოცულობა, შეიძლება აუწონავად განვსაზღვროთ ნაკეთობის წონა;

$$P = \gamma \cdot V,$$

სადაც V – ნაკეთობის მოცულობა; γ – კუთრი წონა.

დნობის ტემპერატურა

ყველა ლითონი, როგორც კრისტალური აგებულების სხეული, განსაზღვრულ ტემპერატურაზე, მყარი მდგომარეობიდან თხევად მდგომარეობაში გადადის. ამ ტემპერატურას დნობის ტემპერატურა ეწოდება. თითოეულ ლითონს თავისი განსაზღვრული დნობის ტემპერატურა აქვს. წმინდა (სუფთა) ლითონისგან განსხვავებით, შენადნობი დნება არა ერთ განსაზღვრულ ტემპერატურაზე, არამედ – ტემპერატურათა შუალედში. ლითონებისა და შენადნობების დნობის ტემპერატურა მნიშვნელოვანი ფიზიკური მახასიათებელია და მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს კონსტრუქციების შედუღებით დამზადების დროს.

თბოგამტარობა.

თბოგამტარობა ეწოდება ლითონის უნარს, გაატაროს სითბო, გახურება-გაცივების დროს. რაც უფრო მეტია ლითონის თბოგამტარობა, მით უფრო სწრაფად და თანაბრად ხურდება იგი, ხოლო გაცივებისას, სწრაფად გასცემს სითბოს.

საუკეთესო თბოგამტარობა აქვს ვერცხლს, თუ მის თბოგამტარობას პირობით ერთეულად მივიღებთ, მაშინ ზოგიერთი სხვა ლითონის თბოგამტარობა შემდეგი სიდიდეებით გამოისახება:

- სპილენძი – 0,9
- ალუმინი – 0,5
- რკინა – 0,16
- ქრომნიკელიანი ფოლადი – 0,10
- ქრომიანი უჟანგავი ფოლადი – 0,06
- ვერცხლის წყალი – 0,03

შედარება ნათელყოფს, რომ საუკეთესო თბოგამტარობა აქვს ვერცხლს, სპილენძს, ალუმინს. ლეგირებული ფოლადები კი ცუდი თბოგამტარობით ხასიათდებიან.

ელექტროგამტარობა და ელექტროწინაღობა.

ელექტროგამტარობა ეწოდება ლითონის უნარს, გაატაროს ელექტრული დენი. სხვადასხვა ლითონს სხვადასხვა ელექტროგამტარობა აქვს. კარგი ელექტროგამტარობის ლითონები (სპილენძი, ალუმინი) გამოყენებულია ელექტროსადენების დასამზადებლად. პრაქტიკაში ზომავენ არა ელექტროგამტარობას, არამედ მის შებრუნებულ სიდიდეს – ელექტროწინაღობას.

ელექტროწინაღობა არის ლითონის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს მასში ელექტრული დენის გავლას. ელექტროწინაღობა მოძრავი ელექტრონების იონებთან და ატომებთან შეჯახების შედეგია. ელექტროწინაღობის საზომი ერთეულია – ომი.

სითბური გაფართოება

სხვადასხვა ნივთიერება, მათ შორის ლითონი, გახურებისას ფართოვდება, გაცივებისას კი იკუმშება.

გახურებისას სხეულის ხაზოვანი ზომების ცვლილებას – სითბური ხაზოვანი გაფართოება ეწოდება. სითბური გაფართოების სხვადასხვაობა ხასიათდება ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტით, რომელიც გამოსახავს ლითონის თავდაპირველი ზომის გადიდების ხარისხს ტემპერატურის 1 გრადუსით აწევსას. ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტის ზომა არის 1/გრად.

თუ ვიცით ხაზოვანი გაფართოების კოეფიციენტი, შეიძლება გაანგარიშდეს ნაკეთობის სიგრძე, ნებისმიერი ტემპერატურისას.

6.1.2. ლითონის ქიმიური თვისებები

ლითონის ფიზიკური თვისებების განხილვისას, ვლინდება, რომ პროცესები მიმდინარეობს ლითონის შეუცვლელად. მაგალითად, ლითონის გახურება ან მასში ელექტროდენის გავლა არ იწვევს ლითონის ქიმიურ გარდაქმნას.

ქიმიური მოვლენების დროს კი ხდება ლითონის გარდაქმნა სხვა ნივთიერებად, რომელსაც სრულიად სხვა თვისებები აქვს. ლითონთა დიდი ნაწილი გარემომცველი გარემოს გავლენით, განიცდის ქიმიურ გარდაქმნას – თანდათანობით რღვევას, რასაც კოროზია ეწოდება. ამ მოვლენის მაგალითებია თუჩის, რკინის, ფოლადის ნაკეთობების ჟანგვა ჰაერზე; სპილენძისა და ბრინჯაოს ნაკეთობებზე ჟანგულის მწვანე შრის წარმოქმნა; მაღალი ტემპერატურის პირობებში, მომუშავე ფოლადის ნაკეთობების ზედაპირზე ხენჯის გაჩენა და სხვა.

ლითონი კოროზიულად მედეგია, თუ იგი კარგად ეწინააღმდეგება აგრესიულ გარემოს. ერთიდაიგივე ლითონი სხვადასხვანაირ გარემოში სხვადასხვა მედეგობას იჩენს. მაგალითად, ალუმინი მედეგია ჰაერის და მტკნარი წყლის გარემოში, მაგრამ არ არის მედეგი ტუტეებისა და ზოგიერთი მჟავას ხსნარში, ასევე – ზღვის წყალში. ფოლადისა და თუჩის კოროზიული მედეგობის გასაღივებლად, მათში შეაქვთ ქრომი, ნიკელი, ტიტანი და სხვა ელემენტები. ლითონური მასალის ქიმიური თვისებების ცოდნა საშუალებას იძლევა, სწორად იქნას შერჩეული მასალა ამა თუ იმ კონსტრუქციების და ნაკეთობების დასამზადებლად.

6.1.3. ლითონების მექანიკური თვისებები

ლითონის კონსტრუქციებზე და სხვადასხვა დანიშნულების დეტალებსა და ნაკეთობებზე, მათი მუშაობის დროს, მოქმედებს გარედან მოდებული ძალები – დატვირთვა, რომელიც მათი დანიშნულების (მუშაობის პირობების) მიხედვით, სხვადასხვანაირია. დატვირთვის ხასიათი დიდ გავლენას ახდენს ლითონური მასალის „ქცევაზე“. ამ დატვირთვის პირობებში, ვლინდება ლითონური მასალების მექანიკური თვისებები და ეს თვისებებია: სიმტკიცე, დრეკადობა, პლასტიკურობა, სიბლანტე, სისალე და სხვა.

კონსტრუქციების და განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედეგებით დამზადება შეუძლებელია მათი ქიმიური შედგენილობისა და მექანიკური თვისებების გათვალისწინების გარეშე. ეს მაჩვენებლები ლითონს თან ახლავს

მომწოდებელი ქარხნიდან მომხმარებელამდე (შემკვეთამდე).

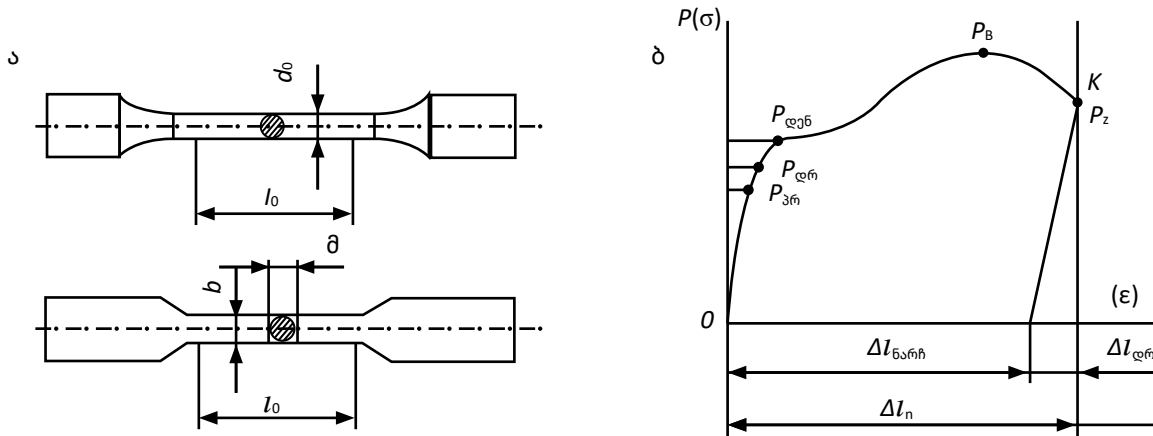
სხვადასხვა დანიშნულების კონსტრუქციების შედეგებით დამზადებისას, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მექანიკური თვისებების შემდეგ მაჩვენებელს: სიმტკიცეს, დრეკადობას, პლასტიკურობასა და სისალეს.

სიმტკიცე – არის ლითონის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს დატვირთვას მოქმედების დაუნგრევლად. სიმტკიცის მახასიათებლებს განეკუთვნება რღვევის დროებითი წინაღობა (σ_B), დენადობის ზღვარი (სდენ) და სხვა.

დრეკადობა – არის ლითონის უნარი, აღიდგინოს თავისი პირვანდელი ფორმა, დატვირთვის მოქმედების მოხსნის შემდეგ.

პლასტიკურობა – არის ლითონის უნარი მთლიანობის დაურღვევლად შეიცვალოს ფორმა და შეინარჩუნოს იგი დატვირთვის მოხსნის შემდეგ.

სურათი 72. ლითონის სტანდარტული ნიმუშების (ა) გაჭიმვაზე გამოცდის დიაგრამა (ბ): $P_{პრ}$ – პროპორციულობის ზღვარი; $P_{დრ}$ – დრეკადობის ზღვარი; $P_{დენ}$ – დენადობის ზღვარი; P_B – სიმტკიცის ზღვარი.



მიღებული გრაფიკის მიხედვით, განისაზღვრება ძაბვები, ნიმუშის დეფორმირების სხვადასხვა პარამეტრის შემთხვევაში, ფორმულით:

$$\sigma = P/A_0,$$

სადაც P – ძალვა, ნ; A_0 – ნიმუშის განივი კვეთის საწყისი ფართობი, მ² ან მმ². ტექნიკურ ლიტერატურაში გამოიყენება განზომილება მპა-ში; 1 ნ/მმ² = 1 მპა.

ლითონების პლასტიკური თვისებების ძირითადი მახასიათებლებია:

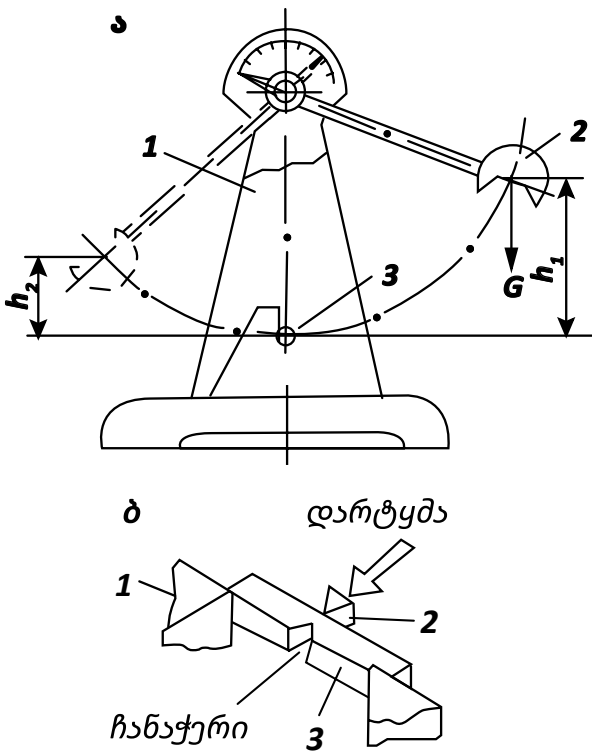
$$\delta = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot 100\% - \text{ფარდობითი წაგრძელება};$$

$$\psi = \frac{A_0 - A_{ყელი}}{A_0} \cdot 100\% - \text{ფარდობითი შევიწროება}.$$

როგორც ცნობილია, ლითონები ექსპლუატაციის პირობებში განიცდიან სტატიკურ, დინამიკურ და

ციკლურ დატვირთვებს. ნაკეთობა შეიძლება კარგად მუშაობდეს სტატიკურ დატვირთვაზე, მაგრამ დინამიკურ დატვირთვას (დარტყმას) ვერ გაუძლოს. ამიტომ ახდენენ ლითონთა არამარტო სტატიკურ, არამედ დინამიკურ (დარტყმით) გამოცდას. დინამიკური გამოცდის საშუალებით, შეიძლება გამოვლინდეს ლითონის სიბლანტე და სიმყიფე.

სიბლანტე ეწოდება ლითონის უნარს, წინააღმდეგობა გაუწიოს სწრაფად მზარდ (დარტყმით) დატვირთვას. სიბლანტის საპირისპირო თვისებას **სიმყიფე** ეწოდება. შეიძლება დავადგინოთ ლითონის მიდრეკილება მყიფე რღვევის მიმართ გამოცდებით ქანქარიან ურნალზე.



სურათი 73. დარტყმით სიბლანტეზე გამოცდის სქემა:

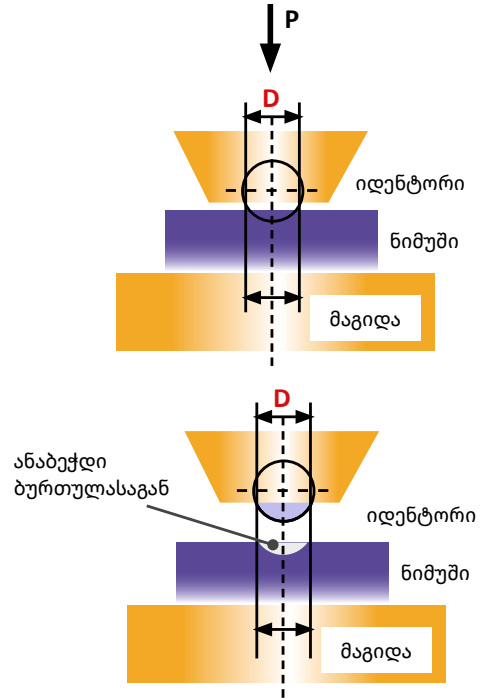
ა. ქანქარიანი ურნალი; ბ. ურნალზე ნიმუშის განლაგების სქემა; 1. კორპუსი; 2. ურნალი; 3. ნიმუში.

სისალე – არის ლითონის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს მასში სხვა უფრო სალი სხეულის შეჭრას. სისალეს და მის გაზომვას მრავალი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან სისალე გამოხატავს ლითონის ბევრ მუშა თვისებას – ჭრის უნარს, ცვეთამედეგობას და სხვა. გარდა ამისა, სისალის მიხედვით, შეიძლება ვიმსჯელოთ ლითონის სხვა მექანიკურ თვისებებზე.

სისალის გაზომვა შეიძლება მზა ნაკეთობებზე.

არსებობს სისალის გაზომვის 3 მეთოდი:

- ბრინულის მეთოდი, როქფელის მეთოდი და ვიკერსის მეთოდი.



სურათი 74. სისალის გაზომვა ბრინულის მეთოდის მიხედვით

ზოგჯერ ლითონის მექანიკური თვისებების (სიმტკიცე, სისალე, დარტყმითი სიბლანტე) ცოდნა საკმარისი არ არის, ამიტომ მიმართავენ გამოცდის სპეციალურ მეთოდებს – გამოცდას კუმშვაზე, გრუნაზე, ღუნვაზე და დაღლილობაზე.

6.1.4. ლითონის ტექნოლოგიური თვისებები

ტექნოლოგიური თვისებები ეწოდება ლითონური მასალის სხვადასხვა მეთოდით – ჩამოსხმით, ჭედვით, გლინვით, შეღებვით და ჭრით დამუშავების უნარს. ტექნოლოგიური თვისებები ლითონური მასალის ფიზიკურ-ქიმიური და მექანიკური თვისებების ერთობლიობით განისაზღვრება და ვლინდება ლითონური მასალის ამა თუ იმ მეთოდით დამუშავების პროცესში. მაგალითად, ჩამოსხმის მეთოდით დამუშავებისას, სხმულის ხარისხზე გავლენას ახდენს ლითონის სამსხმელო თვისებები – თხევადდენადობა, ჩაჯდომა, ლიკვაციისადმი მიდრეკილება.

თხევადდენადობა – არის გამდნარი ლითონის მიერ ყალიბის ღრუს შევსებისა და, აქედან გამომდინარე, სრულყოფილი მოყვანილობის სხმულის წარმოქმნის უნარი. ლითონის თხევადდენადობა დამოკიდებულია მის ქიმიურ შედგენილობასა და ჩამოსხმის ტემპერატურაზე, რაც უფრო გადახურებულია თხევადი ლითონი, მით მეტია თხევადდენადობა. შენადნობის ზოგი მინარევი ზრდის თხევადდენადობას, ზოგიერთი – ამცირებს.

ჩაჯდომა ეწოდება თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლის დროს, ლითონის მოცულობის შემცირებას. ჩაჯდომის შედეგად, სხმულის ხაზოვანი ზომები ყალიბის ზომებთან შედარებით კლებულობს.

ლიკვაცია ეწოდება სხმულის განიკვეთის სხვადასხვა უბანში შენადნობის ქიმიური შედგენილობის სხვადასხვაობას, რომელიც წარმოიქმნება სხმულის გამყარების პროცესში.

სხვადასხვა ლითონურ მასალას ჩამოთვლილი თვისებების (თხევადდენადობა და სხვა) სხვადასხვანაირი მაჩვენებელი აქვს. მაგალითად, რუხი თუჯი საკმაოდ მაღალი სამსხმელო თვისებებით გამოირჩევა, ფოლადს კი საკმაოდ ცუდი სამსხმელო თვისებები აქვს.

ჭედადობა. წნევით დამუშავების (ჭედვის, გლინვის, ტვიფრვის და სხვა) დროს, მნიშვნელობა აქვს ლითონის ჭედადობას, ესე იგი, ლითონის უნარს

დაუნგრევლად დამუშავდეს წნევით. ჭედადობა დამოკიდებულია მასალის პლასტიკურობაზე.

წნევით დამუშავების უნარი, როგორც ცივ, ისე ცხელ მდგომარეობაში, მეტნაკლებად მრავალ ლითონს აქვს. მაგალითად, ცივ მდგომარეობაში კარგად იჭედება და იგლინება ტყვია, ზოგიერთი მარკის თითბერი, ალუმინის ზოგიერთი შენადნობი. ფოლადი წნევით კარგად მუშავდება ცხელ მდგომარეობაში. თუჯი და ზოგიერთი მარკის ბრინჯაო სიმყიფის გამო, წნევით არ მუშავდება.

შედუღებადობა. ტექნიკაში ერთ-ერთი ფართოდ გავრცელებული ტექნოლოგიური პროცესია შედუღება, რომლის დანიშნულებაცაა ლითონის ცალკეული ნაწილების შეერთება. შედუღებადობა არის ლითონის უნარი, წარმოქმნას მტკიცე და უდეფექტო შენადუდი შეერთება.

შედუღებადობაზე გავლენას ახდენს ლითონის ქიმიური შედგენილობა და მექანიკური თვისებები.

ჭრით დამუშავებადობა – ლითონური მასალის ერთ-ერთი მთავარი ტექნოლოგიური თვისებაცაა, რადგან ლითონის ნაკეთობების დიდი უმრავლესობა საბოლოოდ ლითონსაჭრელ ჩარხზე ჭრით მუშავდება. ჭრით დამუშავებადობა არის ლითონის უნარი, დამუშავდეს მჭრელი იარაღით, რათა ლითონის ნაკეთობას მიეცეს განსაზღვრული ფორმა, საჭირო სიზუსტის ზომები და სათანადო სისუფთავის ზედაპირი.

6.2. ლითონებისა და ათი შენადნობების შედეგადობა

ნაკეთობების შედეგებით დასამზადებლად გამოყენებული ძირითადი ლითონის თვისებას, შედეგების დადგენილი ტექნოლოგიის დროს წარმოქმნას შენადუდი შეერთება, რომელიც ნაკეთობის კონსტრუქციით და ექსპლუატაციით განსაზღვრულ მოთხოვნებს პასუხობს, შედეგადობა ეწოდება.

შედუღებადობა არ ითვლება ლითონის ან შენადნობის განუყოფელ ნაწილად, ისე, როგორც მექანიკური თვისებები. ძირითადი ლითონის ტექნოლოგიურ მახასიათებლების გარდა, შედეგადობას განსაზღვრავს შედეგების ხერხი და რეჟიმები, სამედეგებლო მასალების შედგენილობა, შენადუდი

კვანძის კონსტრუქცია და ნაკეთობის ექსპლუატაციის პირობები.

ძირითადი ლითონის მარკაზე და კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობებზე დამოკიდებულებით იცვლება მაჩვენებლების ერთობლიობა, რომლებიც განსაზღვრავენ შედეგადობის მაჩვენებელს, მაგალითად: დაბალნახშირბადიანი ფოლადებისაგან დამზადებული სტატიკურ დატვირთვაზე მომუშავე შენადუდი კონსტრუქციების შემთხვევაში, ცნებაში „კარგი შედეგადობა“ იგულისხმება ძირითადი ლითონის ტოლფასი შენადუდი შეერთების მიღება დეფექტების გარეშე და პლასტიკურობის

შემცირების გარეშე, ნაკერმიმდებარე ზონაში შედუღების ჩვეულებრივი ტექნოლოგიის პირობებში. ნაკერისა და ნაკერმიმდებარე ზონის ლითონი მოცემულ შემთხვევაში უნდა იყოს მედეგი მყიფე მდგომარეობაში გადასვლაზე კონსტრუქციის ექსპლუატაციის ტემპერატურაზე და ძაბვების ისეთი კონცენტრაციის მიმართ, რომელიც გამოწვეულია კონსტრუქციის კვანძის ფორმით.

რთულ პირობებში მომუშავე კონსტრუქციების დასამზადებლად, სულ უფრო მეტად გამოიყენება მაღალი სიმტკიცის საკონსტრუქციო მასალები, რომელთაც მოეთხოვებათ მუშაუნარიანობის მაღალი მაჩვენებელი, რის გამოც, იზრდება იმ მაჩვენებლების რაოდენობა, რომლებიც შედის ცნებაში „შედუღებადობა“.

შედუღებადობის შეფასებას, როგორც წესი, აწარმოებენ არა აბსოლუტური სიდიდის მიხედვით, არამედ ადრე გამოყენებული მასალების ან ძირითადი მასალის თვისებებთან შედარებით. შედუღებადობაზე გამოცდის შედეგებს თვლიან დამაკმაყოფილებლად იმ შემთხვევაში, თუ ისინი შეესაბამებიან იმ ნორმატივებს, რომლებიც შეესაბამება პროდუქციის მოცემული სახის ტექნიკურ მონაცემებს.

საშემდუღებლო წარმოების განვითარების საწყის ეტაპზე, ყველა მასალა და შენადნობი, მათი შესაძლებლობის მიხედვით წარმოქმნან აუცილებელი და საკმარისი ხარისხის შენაღული შეერთება, გაყოფილი იქნა 3 ჯგუფად – კარგი, დამაკმაყოფილებელი და არადამაკმაყოფილებელი შედუღებადობით. ბოლო პერიოდში, მასალებისა და შენადნობების მიმართ გაზრდილი მოთხოვნების გამო, შედუღებადობის ხარისხის მიხედვით, ფოლადები იყოფა 4 ჯგუფად: კარგად, დამაკმაყოფილებლად, შეზღუდულად და ცუდად შედუღებადი. ამასთან, ფოლადის შედუღებადობის შეფასების კრიტერიუმად ითვლება მისი მიდრეკილება ბზარების წარმოქმნისაკენ და შენაღული ნაკერის მექანიკური თვისებების ძირითადი ლითონის მექანიკურ თვისებებთან შედარებით.

კარგად შედუღებადი ფოლადები უზრუნველყოფენ შენაღული შეერთების მაღალ ხარისხს, რისი მიღწევაც შესაძლებელია შედუღების რეჟიმების ფართო დიაპაზონში ნებისმიერ ტემპერატურაზე წინასწარი, თანმხლები და შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავების გარეშე.

დამაკმაყოფილებლად შედუღებადი ფოლადები შეიძლება დეფექტების გარეშე შედუღდეს გარემოს დადებითი ტემპერატურის (+5°C-დან) პირობებში. შენაღული შეერთების ხარისხი მიიღწევა სპეციალური საშემდუღებლო მასალებისა და შედუღების რეჟიმების ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევით. ამ ჯგუფის ფოლადები ექვემდებარება თერმულ დამუშავებას შედუღებამდე და შედუღების დამზადების შემდეგ, რომელიც დამოკიდებულია ფოლადის მარკასა და შენაღული ნაკეთობის დანიშნულებაზე.

შეზღუდულად შედუღებული ფოლადი ამჟღავნებს მიდრეკილებას ბზარების წარმოქმნისადმი. შედუღების რეჟიმები შერჩეული უნდა იყოს ვიწრო ზღვრებში ფოლადის მარკის და ნაკეთობის ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით. მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია შესაბამისი საშემდუღებლო მასალების გამოყენებით. ასეთი ფოლადების შედუღება შესაძლებელია მხოლოდ გარემოს დადებითი ტემპერატურის პირობებში. უდეფექტო შენაღული შეერთების მისაღებად, აუცილებელია წინასწარი თანმდევი გახურება და შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავება.

ცუდად შედუღებადი ფოლადებს განსაკუთრებული მიდრეკილება აქვთ ბზარების წარმოქმნისადმი როგორც ნაკერში, ისე ნაკერმიმდებარე ზონაში. ამ ჯგუფის ფოლადების გამოყენება არ ხდება შენაღული სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად, რადგან გატარებულმა ტექნოლოგიურმა ღონისძიებებმა შეიძლება ვერ უზრუნველყონ უდეფექტო შენაღული შეერთების მიღება.

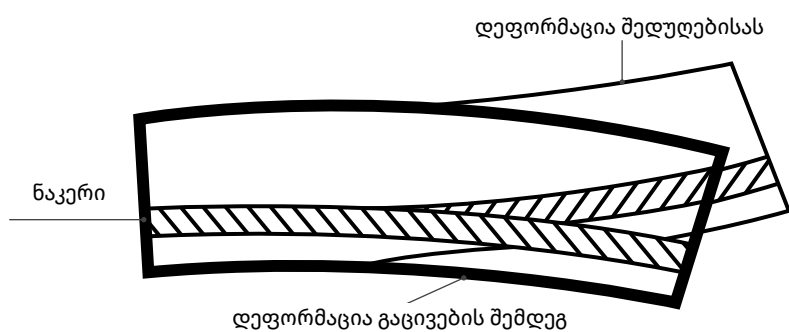
შენაღული კონსტრუქციების დიდი ნაწილი მზადდება ნახშირბადოვანი ფოლადებისაგან, რომლებშიც შედუღებადობის და მექანიკური თვისებების ძირითადი განმსაზღვრელი ნახშირბადია.

ფოლადები ნახშირბადის 0,25%-მდე შემცველობით, კარგი შედუღებადობით ხასიათდებიან. ნახშირბადის 0,25-0,50%-ის ფარგლებში – დამაკმაყოფილებელი შედუღებადობით, 0,50-0,60%-ის ფარგლებში – შეზღუდული შედუღებადობით, 0,6%-ზე მეტი ნახშირბადის შემცველობის შემთხვევაში, ფოლადებს შენაღული კონსტრუქციების დასამზადებლად არ იყენებენ ცუდი შედუღებადობის გამო. თუმცა გაცვეთილი დეტალების გეომეტრიული ზომების დადუღებით აღდგენისას, შეიძლება ძირითად ლითონში იყოს ნახშირბადის შემცველობა 0,80%-მდე.

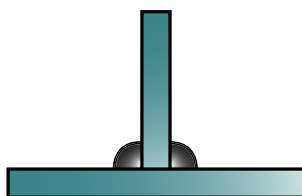
6.3. შედულების ძაბვები და დეფორმაციები

შენადულ კონსტრუქციებში კონცენტრირებული სიტბოს წყაროს ზემოქმედებით გამოწვეული ადგილობრივი არათანაბარი გახურების შედეგად, წარ-

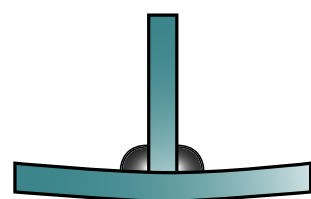
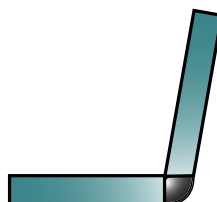
მოიქმნება დროებითი და ნარჩენი შედულების ძაბვები და დეფორმაციები.



შედულებამდე



შედულების შემდეგ

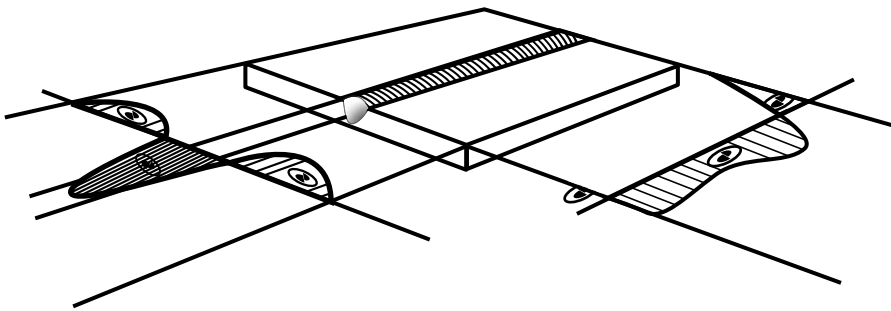
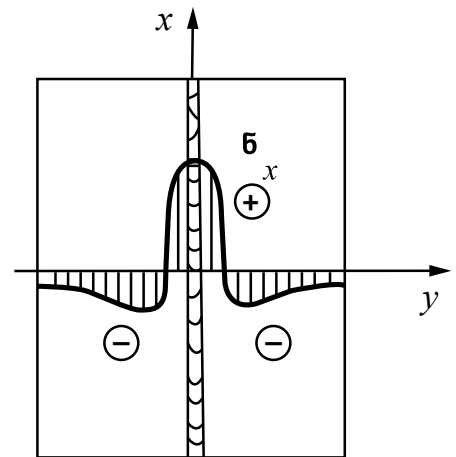


სურათი 75. კუთხური ნაკერის შედულების დროს და მისი გაცივების შემდეგ წარმოქმნილი დეტალის დეფორმაციები

სურათი 76. შენადული შეერთებების დეფორმაციები შედულების შემდეგ.

დაბვა ეწოდება შინაგან ძალას, რომელიც მოქმედებს სხეულის განივი კვეთის ერთეულ ფართობზე. იმ შემთხვევაში, თუ შედეგების დაბვები მიაღწევენ ლითონის დენადობის ზღვარს, მაშინ ისინი გამოიწვევენ პლასტიკურ დეფორმაციას და, შედეგად, კონსტრუქციის ფორმისა და ზომების ცვლილებას, ანუ დეფორმაციას.

სურათი 157. ფირფიტაზე ნაკერის ზონაში σ_x გრძივი ნარჩენი დაბვების განაწილება



სურათი 77. ნარჩენი შედეგების გრძივი და განივი დაბვების განაწილება პირაპირა შეერთებაში.

გარე და შიგა ძალების ზემოქმედებით გამოწვეულ მყარი სხეულის ფორმისა და ზომის ცვლილებებს, დეფორმაცია ეწოდება. იმ შემთხვევაში, თუ სხეულის ფორმისა და ზომის აღდგენა ხდება ძალის ზემოქმედების შემდეგ, დეფორმაცია დრეკადია, ხოლო თუ ძალის მოხსნის შემდეგ სხეული არ დაუბრუნდება თავის პირვანდელ (საწყის) მდგომარეობას, მაშინ დეფორმაცია ნარჩენი ანუ პლასტიკურია.

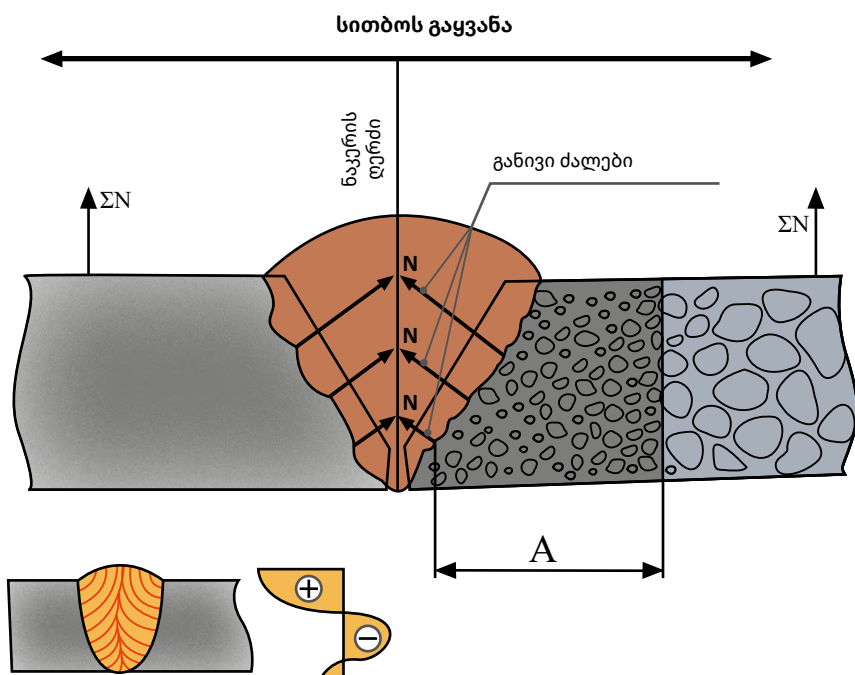
დეფორმაციის სიდიდე განისაზღვრება მოდებული ძალვით. რაც მეტია ეს ძალვა, მით მეტია დეფორმაციის სიდიდე. ძალვის სიდიდეზე დასკვნა კეთდება დაბვის მიხედვით, რომელიც სხეულში მის მიერაა გამოწვეული. შეიძლება ითქვას, რომ დაბვასა და მის მიერ გამოწვეულ დეფორმაციას შორის არსებობს პირდაპირი კავშირი.

შედეგების ნარჩენი დაბვები ან, როგორც მათ უწოდებენ, შედეგების დაბვები წარმოიქმნებიან

ლითონის გაფართოების ან კუმშვის გაძნელების გამო, რაც გამოწვეულია იმით, რომ გახურებული უბანი ყველა მხრიდან შემოსაზღვრულია ცივი ლითონით. ცივი ლითონის ზომები კი არავითარ ცვლილებას არ განიცდიან. გარდა ამისა, რეაქტიული ნარჩენი დაბვები წარმოიქმნებიან შესაძლებელი დეტალების ჩამაგრების გამო, რაც ასევე ხელს უშლის გაფართოება-კუმშვის ნორმალურ პროცესს.

შენაღვი შეერთებებში ასევე ხდება სტრუქტურული დაბვების წარმოქმნა, რომლებიც შედეგების პროცესში ნაკერმიმდებარე ზონაში კრიტიკულ ტემპერატურაზე მაღლა გახურებისას, მიმდინარე სტრუქტურული გარდაქმნების შედეგია. ასეთი დაბვები წრთობადი ფოლალების შენაღვი შეერთებებში წარმოიქმნება.

შედეგების შემდეგ ნაკერმიმდებარე ზონაში მარტენსიტული სტრუქტურა წარმოიქმნება.



სურათი 78. წრთობადი ფოლადებისა და სხვა შენადნობების სტრუქტურული (ფაზური) გარდაქმნები თერმული გავლენის ზონაში: **A** – ლითონის მოცულობის შემცირების (შუკლების) უბანი.

კონსტრუქციების შედეგებით დამზადებისას, დეფორმაციის გამომწვევი ძირითადი მიზეზებია:

- ლითონის არათანაბარი გახურება და გაცივება;
- ცვლილებები ლითონის სტრუქტურაში;
- გამდნარი ლითონის ჩაჯდომა გაცივების შემდეგ.

შედეგების პროცესში, სითბოს წყაროს გადაადგილების შედეგად, თხევადი ლითონის მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას, ხდება დადუღებული ლითონის ჩაჯდომა, რაც შემდეგნაირად აიხსნება: ლითონი, გამყარებისას, კრისტალიზაციის პროცესში უფრო მჭიდრო ხდება, რის გამოც მისი მოცულობა კლებულობს. ჩაჯდომით გამოწვეული დაბლა იზრდება მანამ, სანამ ლითონი გაჭიმვას დაიწყებდეს. თუ ლითონის პლასტიკურობა არასაკმარისია, წარმოიქმნება ბზარები. შეიძლება ითქვას, რომ, თუ დეფორმაციის სიდიდე მეტია, ვიდრე მასალის პლასტიკურობა, ბზარები წარმოიქმნება და, პირიქით, თუ მასალის პლასტიკურობა მეტია, ბზარების წარმოქმნა არ ხდება.

დაბვებსა და დეფორმაციებს, რომლებიც წარმოიქმნება არათანაბარი გახურება-გაცივების შედეგად, თბური ან თერმული ეწოდება. ლითონის

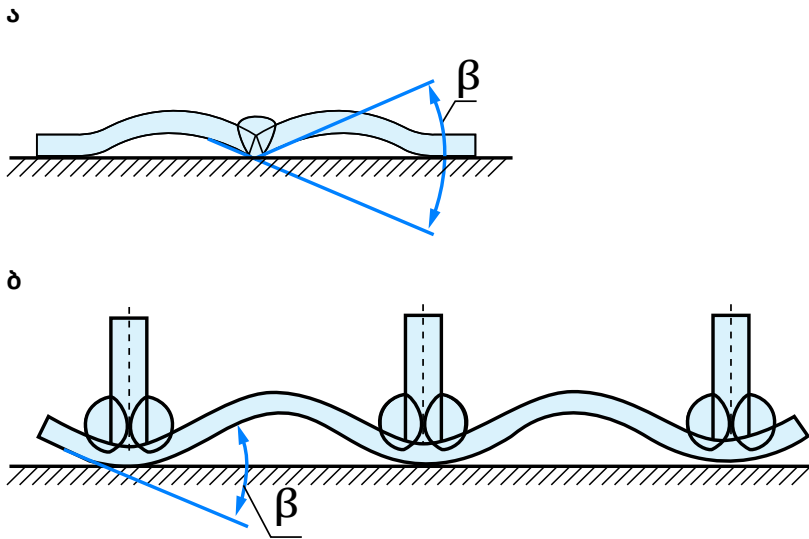
გაფართოება დამოკიდებულია მისი გახურების და წრფივი გაფართოების კოეფიციენტზე. წრფივი გაფართოების კოეფიციენტის ამალეებული მნიშვნელობისას, ნარჩენი დაბვების სიდიდე იზრდება და რაც უფრო მაღალია ტემპერატურა, მით უფრო დიდია მისი მნიშვნელობა.

შედეგებისას, დეფორმაციის სიდიდეზე გავლენას ახდენს ლითონის თბოგამტარობა. რაც უფრო მაღალია თბოგამტარობა, მით უფრო ნაკლებია დეფორმაციის სიდიდე. მაგალითად, შედეგებისას ნაკლები თბოგამტარობის და წრფივი გაფართოების მაღალი კოეფიციენტის მქონე უჟანგავი ფოლადის დეფორმაცია მეტია, ვიდრე უკეთესი თბოგამტარობის და წრფივი გაფართოების შედარებით მაღალი კოეფიციენტის მქონე დაბალნახშირბადიანი ფოლადისა.

ზოგადად, წარმოქმნილი დაბვებიდან გაცილებით მეტი მნიშვნელობა იმ დაბვებს აქვს, რომლებიც ნაკეთობის გაცივების პროცესში წარმოიქმნება. თუ ისინი ნაკერის ღერძის გასწვრივ მოქმედებენ, მაშინ მათი გავლენა შენადნული შეერთების სიმტკიცეზე არ იგრძნობა, ხოლო უფრო საშიშია ის დაბვები, რომლებიც ნაკერის ღერძის მართობულად მოქმედებენ. მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ ბზარები როგორც შენადნულ ნაკერში, ისე ნაკერმიმდებარე ზონაში.

შედულებისას, დეფორმაცია და მასთან დაკავშირებული ძაბვები დამოკიდებულია გახურებული ლითონის ზონაზე: რაც უფრო მეტი მოცულობის

ლითონი ხურდება, მით უფრო ძლიერია დეფორმაცია და ნაკეთობის დაბრეცვა.



სურათი 79. დეფორმაციები (დაბრეცვა), რომლებიც წარმოიქმნება თხელფურცლოვანი ფურცლების პირაპირა შედულებისას (ა) და ფურცელზე სიხისტის წიბოების მიღურებისას (ბ).

შენადული ნაკერის ზომა (სიგრძე) და ადგილმდებარეობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დეფორმაციის სიდიდეზე. ნაკერის სიგრძის ზრდასთან ერთად დეფორმაციის სიდიდეც იზრდება. რთული კონფიგურაციის და სხვადასხვა ტიპის და კვეთის ნაკერებში ასევე დიდია შედულების ნარჩენი ძაბვების მნიშვნელობა.

ნარჩენი ძაბვების სიდიდე და ხასიათი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ძირითადი და საშემდგომელო მასალების ქიმიურ შედგენილობაზე, მის სისქეზე, შედულების რეჟიმებზე, ნაკერის ფორმასა და ტიპზე, ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობაზე. ამ ფაქტორების გავლენა განსაკუთრებით იგრძნობა თხელკედლიანი კონსტრუქციების დამზადებისას. შესადულებელი დეტალების სისქის გაზრდით იზრდება სიხისტე და, შედეგად, დეფორმაცია მცირდება.

შენადული კონსტრუქციის ზომებისა და ფორმის ცვლილება, ზოგიერთ შემთხვევაში, ამცირებს მის მუშაუნარიანობას და აფუჭებს გარეგნულ სახეს. იმ შემთხვევაში, თუ ნარჩენი დეფორმაციები მიადწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს, მას შეუძლია გამოუსწორებელი წუნი გამოიწვიოს. ამიტომ აწყობა-შედულების ტექნოლოგიის დამუშავებისას საჭიროა გათვალისწინებული იქნას ღონისძიებები ნარჩენი ძაბვების შესამცირებლად იმ სიდიდემდე, რომელიც არ აისახება კონსტრუქციის მუშაუნარიანობაზე და გარეგან სახეზე და არ გაართულებს მისი ცალკეული ელემენტების აკრებას. იმ შემთხვევაში, თუ ნარჩენი დეფორმაციის სიდიდე დასაშვებზე მეტია, უნდა მოხდეს კონსტრუქციის წუნის გამოსწორება, რაც საკმაოდ შრომატევადი პროცესია.

6.4. ძაბვების და დეფორმაციების შემცირების შუაბი

შედულების ძაბვების და დეფორმაციების სიდიდეზე და ხასიათზე გავლენას მრავალი ფაქტორი ახდენს. ზოგიერთი მათგანი მნიშვნელოვნად ამცირებს ნარჩენი ძაბვების და დეფორმაციების გავლენას შენადუდი ნაკეთობების მუშაუნარიანობაზე. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი, რომელთა გამოყენება შემდუღებლისათვის სირთულეს არ წარმოადგენს.

შედულების ხერხი და მეთოდი

შედულების დეფორმაციის სიდიდეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კვების წყაროს სითბოს კონცენტრაცია. სითბოს წყაროს მაღალი კონცენტრაცია ხელს უწყობს იმ ზონის შევიწროებას, რომელიც პლასტიკურ დეფორმაციას განიცდის და ასევე კონსტრუქციის (ნაკეთობის) დეფორმაციის მნიშვნელობის შემცირებას.

ერთიდაიგივე გრძივი ენერჯის შემთხვევაში, ფლუსის საფარში და ხელით რკალური შედუღების ხერხის შედარებისას, სითბოს წყაროს მაღალი სიჩქარით გადაადგილების გამო, ფლუსის საფარში შედუღებისას, წარმოიქმნება ნარჩენი დეფორმაციები ნაკლები სიდიდით. ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდის მნიშვნელობის შემცირება ასევე შეიძლება ხელით ელექტრორკალური შედუღების ხერხის შეცვლით დამცავ აირებში, ნახევრად ავტომატური ან ავტომატური შედუღებით. დამცავ აირებში ნახევრად ავტომატური შედუღების გამოყენება საშუალებას იძლევა გამარტივდეს თხელკედლიანი კონსტრუქციების შედუღებით დამზადების ტექნოლოგია და შემცირდეს შედუღების შემდგომი კონსტრუქციის გასწორებაზე საჭირო ხარჯები.

შედულების რეჟიმები

შედულების ძაბვების და ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდე და ხასიათი პირდაპირ კავშირშია შედუღების გრძივ ენერჯისთან, რომელიც შედუღების რეჟიმებით განისაზღვრება და დამოკიდებულია ნაკერის ან ნაკერთა ფენის კვეთზე. ნაკერის კვეთის ან ფენების რიცხვის გაზრდა იწვევს ნარჩენი დეფორ-

მაციების მნიშვნელობის შესამჩნევ ზრდას. შენადუდ კონსტრუქციაში ნარჩენი ძაბვების მინიმალური მნიშვნელობის უზრუნველსაყოფად, საჭიროა შერჩეული იქნას შედუღების რეჟიმების მაქსიმალურად მცირე დასაშვები პარამეტრები. ამასთანავე, ნაკერის კვეთი უნდა იყოს მინიმალური, კონსტრუქციის სიმტკიცის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით. ნაკერის კვეთის შემცირების თვალსაზრისით, საუკეთესო შედეგს იძლევა ნაწიბურების ორმხრივი გამოყვანა.

შესადუღებელი დეტალების გახურების გავლენა

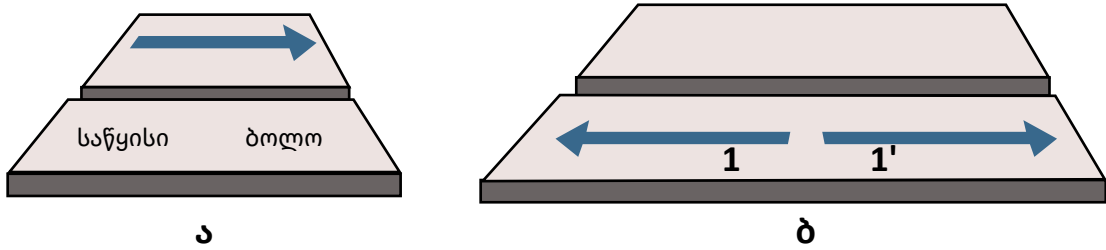
შესადუღებელი დეტალების წინასწარი ან თანმხლები გახურებისას, მნიშვნელოვნად მცირდება ტემპერატურათა სხვაობა შენადუდი შეერთების სხვადასხვა უბნებს შორის, რის გამოც, მცირდება დეფორმაცია. დადგენილია, რომ შესადუღებელი დეტალების 250°C-მდე გახურებისას, შედუღების ნარჩენი ძაბვების სიდიდე 30-35%-ით მცირდება. გახურების კიდევ უფრო მაღალი ტემპერატურისას მიიღწევა ძაბვების კიდევ უფრო მეტად შემცირება, თუმცა ეს მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ფოლადში ნახშირბადის შემცველობაზე. მნიშვნელოვან ეფექტს იძლევა თანმხლები გახურების გამოყენებაც. შედუღების დროს, შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც საერთო, ისე ადგილობრივი თანმხლები გახურება. საერთო გახურებას მიმართავენ მცირე ზომის დეტალების ან დაბალპლასტიკური მასალების შემთხვევაში, მაგალითად, თუჯის შემთხვევაში. ხშირ შემთხვევაში, წინასწარი და თანმხლები გახურების შემდეგ აღარაა საჭირო კონსტრუქციის შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავება (მოშვება).

შესადუღებელი დეტალების ჩამაგრება და ნაკერის შესრულების თანმიმდევრობის გავლენა

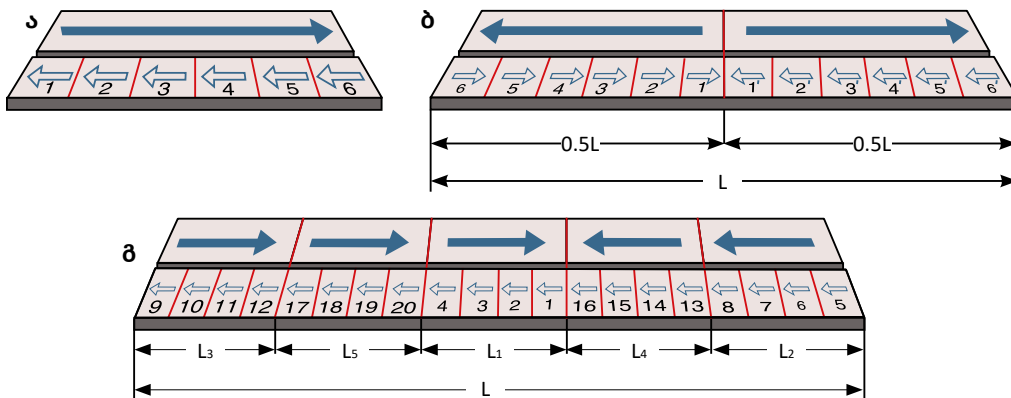
შედუღების დროს წარმოქმნილი ძაბვების და ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდეზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობა მის სიგრძეზე. ყველაზე ღიდი მნიშვნელობა

ნარჩენ დეფორმაციებს აქვთ, როდესაც ნაკერის დადება ხდება დასაწყისიდან დაბოლოებამდე დიდი შესვენებების გარეშე. ხელით შედუღებისას, ნარჩენი დეფორმაციების შესამცირებლად, ნაკერს ჰყოფენ ორ ნაწილად და შედუღებას იწყებენ შუა ნაწილიდან ბოლოებისაკენ. ეს მეთოდი განსაკუთრებით ეფექტურია, როდესაც სამუშაოს ასრულებს

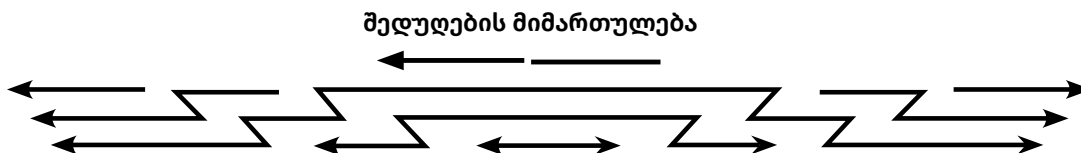
ორი შემდუღებელი. უკუსაფეხურებით შედუღებისას თითოეული საფეხურის ზონის შერჩევა მნიშვნელოვნად ამცირებს დეფორმაციას. ამ ხერხის გამოყენებისას, საჭიროა ნაკერის სიგრძის დაყოფა ისეთ მონაკვეთებად, როდესაც ყოველი მომდევნო უბნის შედუღებისას ტემპერატურა 200-300°C იყოს.



სურათი 80. მოკლე (ა) და საშუალო სიგრძი (ბ) ნაკერების შესრულების ხერხები (მთლიანი ისრებით ნაჩვენებია შედუღების მიმართულება)

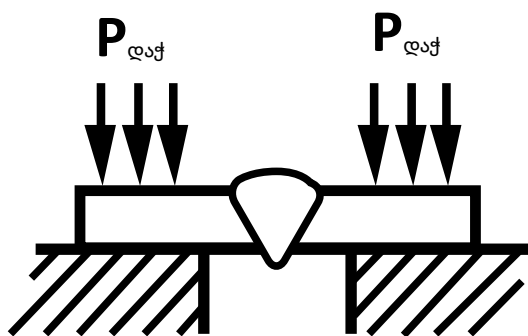
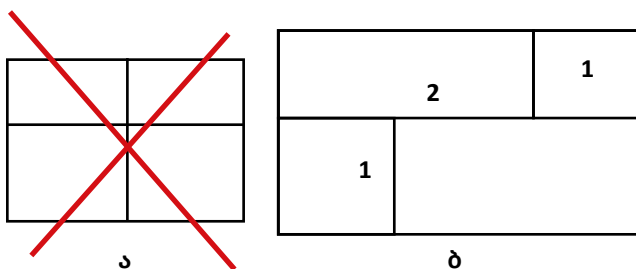


სურათი 81. გრძელი ნაკერების შესრულების ხერხები: ა. უკუსაფეხურებრივი (შედუღების მიმართულება არ ემთხვევა უბნების შედუღების მიმართულებას); ბ. უკუსაფეხურებრივი (შუა ნაწილიდან ბოლოებისაკენ); გ. უკუსაფეხურებრივი (გაფანტვით) (მთლიანი ისრებით ნაჩვენებია შედუღების მიმართულება)



სურათი 82. ორი შემდუღებლის მიერ კასკადით შედუღება (მთლიანი ისრებით ნაჩვენებია შედუღების მიმართულება)

აღსანიშნავია ასევე შენადული ნაკერების განლაგებისა და მათი რაოდენობის მნიშვნელობა, რომლებიც შესასრულებელია შედეგების პროცესის დროს დაუშვებელია, რომ კონსტრუქციებში::



ნარჩენი დეფორმაციების შემცირების ეფექტურ ხერხს წარმოადგენს შესადულებელი დეტალების სამარჯვში ჩამაგრება. ჩამაგრებულ მდგომარეობაში დეფორმაციის შემცირება იმით აიხსნება, რომ მაღალ ტემპერატურაზე გახურების დროს

- მცირე ფართზე განლაგებული იყოს ზედმიწევნით ბევრი ნაკერი;
- შენადული ნაკერების გადაკვეთა იყოს გათვალისწინებული.

სურათი 83. ნაკერების განლაგება კონსტრუქციაში:

- ა. დაუშვებელია ნაკერების გადაკვეთა;
- ბ. სწორად შესრულებული ნაკერები (1 და 2 ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობა).

სურათი 84. შესადულებელი ნამზადების ხისტი ჩამაგრება სამარჯვში

მიმდინარეობს პლასტიკური დეფორმაცია. შედეგებისას, ამ ხერხს მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როდესაც კონსტრუქცია მზადდება ისეთი ბლანტი მასალებისაგან, რომლებსაც ბზარების წარმოქმნისადმი მიდრეკილება არ აქვს.

7. შენადული შეერთებები და მათი დახასიათება

7.1. შენადული შეერთებების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები

შენადული შეერთებების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები იცვლება და კონკრეტდება ნაკეთობის ტიპის და დანიშნულების მიხედვით. ამიტომ მათ მიმართ წაყენებული მოთხოვნები არ შეიძლება ფორმულირდებოდეს ზოგადი სახით, თუმცა ნებისმიერი შენადული შეერთების მიმართ წაყენებული უნდა იყოს საკმარისი მუშაუნარიანობის მოთხოვნები, მინიმალური შრომის დანახარჯების გათვალისწინებით.

შენადული შეერთების საკმარის მუშაუნარიანობაში ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში, იგულისხმება საკმარისი სიმტკიცე. ამტანობა და მდგრადობა მოცემული დატვირთვის პირობებში.

შენადული შეერთების სიმტკიცე განისაზღვრება შენადული ნაკერის და ნაკერმიმდებარე ზონის მექანიკური თვისებებით. მყიფე მდგომარეობაში გადასვლის მიმართ წინააღმდეგობით, ნაკერების ზომით და კონფიგურაციით, დეფექტების არსებობით და ზომებით.

ნაკერის ლითონის მიმართ წაყენებული პლასტიკურობის და სიმტკიცის მახასიათებლების მოთხოვნები შენადული შეერთების ტიპის და კონსტრუქციის მუშაობის პირობების მიხედვით, სხვადასხვაა.

შენადული შეერთებების მიმართ წაყენებული ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა ძირითადი ლითონის ტოლფასი მექანიკური თვისებების უზრუნველყოფა, დეფექტების გარეშე.

ნაკერის სხმული ლითონისა და ნაკერმიმდებარე ზონის ლითონისათვის შედეგების შემდგომ პერიოდში აღნიშნული მოთხოვნების შესრულება საკმაოდ რთულია და საჭიროებს ტექნოლოგიური პროცესის გართულებას (წინასწარი და თანმხლები გახურება, შედეგების შემდგომი თერმული დამუშავება და სხვა) და სპეციალური საშემდგომლო მასალების გამოყენებას, ზოგიერთ შემთხვევაში კი ისეთი მოთხოვნების შესრულებას, როგორცაა წინააღმდეგობის ამაღლება ფორების და ბზარების

წარმოქმნის მიმართ და ნაკერის გაძლიერება და სხვა.

პირაპირა ნაკერების შესრულებისას უნდა იყოს უზრუნველყოფილი დეტალების მთელ სისქეზე ჩადუღება და ნაკერის გაძლიერების ფორმა მდოვრე გადასვლით ნაკერის ლითონიდან ძირითად ლითონზე. ნაკერის ლითონიდან ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლა დადებითად მოქმედებს შენადული შეერთების სიმტკიცეზე, ღინამიკური დატვირთვის პირობებში, ღუნვაზე მუშაობისას და სხვადასხვა ტექნოლოგიური ოპერაციების შესრულების პროცესზე. კუთხური ნაკერებისათვის კი ოპტიმალურად ითვლება ნაკერის ზედაპირის ჩადუნული ან სწორი ზედაპირი ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლით.

ნაკერის ლითონიდან ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლა უზრუნველყოფს ძაბვების კონცენტრაციის შემცირებას, შედეგად მნიშვნელოვნად იზრდება კონსტრუქციის ამტანუნარიანობა. ნაკერის ლითონის ამობურცული ფორმა არასასურველია სიმტკიცის და ეკონომიურობის თვალსაზრისით, ასევე არარაციონალურად იხარჯება საელექტროდე ლითონი.

შენადული შეერთების სიმტკიცეზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ბზარები, ჩადუღებლობა, ნაკერმიმდებარე ზონის სიმყიფე და შედეგების პროცესში წარმოქმნილი სხვა დეფექტები. ამიტომ შედეგების ტექნოლოგიის დამუშავების პროცესში, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთი საშემდგომლო მოწყობილობის, მასალების, შედეგების ხერხის და რეჟიმის შერჩევას, რომლის დროსაც, მინიმალური იქნება დეფორმაციების წარმოშობის ალბათობა.

შენადული შეერთების ფორმის და ზომების ცვლილებას, რომელიც გამოწვეულია შედეგების პროცესში წარმოქმნილი დეფორმაციებით, შეუძლია მნიშვნელოვნად შეცვალოს მისი მუშაობის

პირობები და გამოიწვიოს ძაბვების მნიშვნელოვანი ზრდა. შედეგების პროცესში, დაბრეცილი დეტალების გასწორება საკმაოდ შრომატევადი პროცესია და მნიშვნელოვნად ზრდის დამზადებული ნაკეთობის ღირებულებას. ამიტომ, აწყობა-შედულების

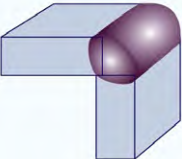
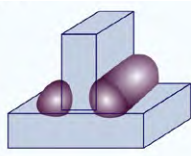
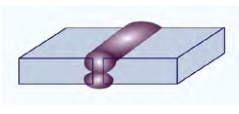
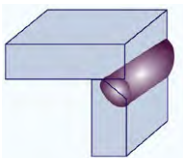
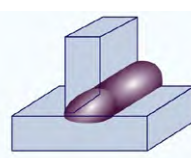
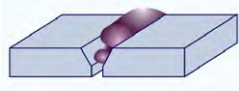
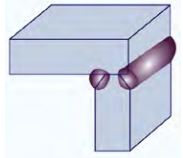
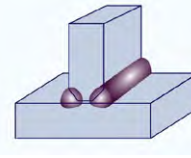
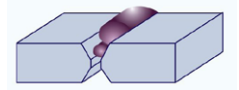

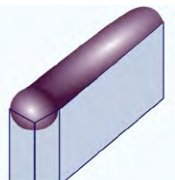
ტექნოლოგიური პროცესის დამუშავებისას საჭიროა, რომ მაქსიმალურად მცირე იყოს ნაკერის კვეთი და ნაკერმიმდებარე ზონის ზომები, ნაკერის მაღალი ხარისხის შენარჩუნების გათვალისწინებით.

7.2. შენადული შეერთებისა და ნაკერის ტიპები

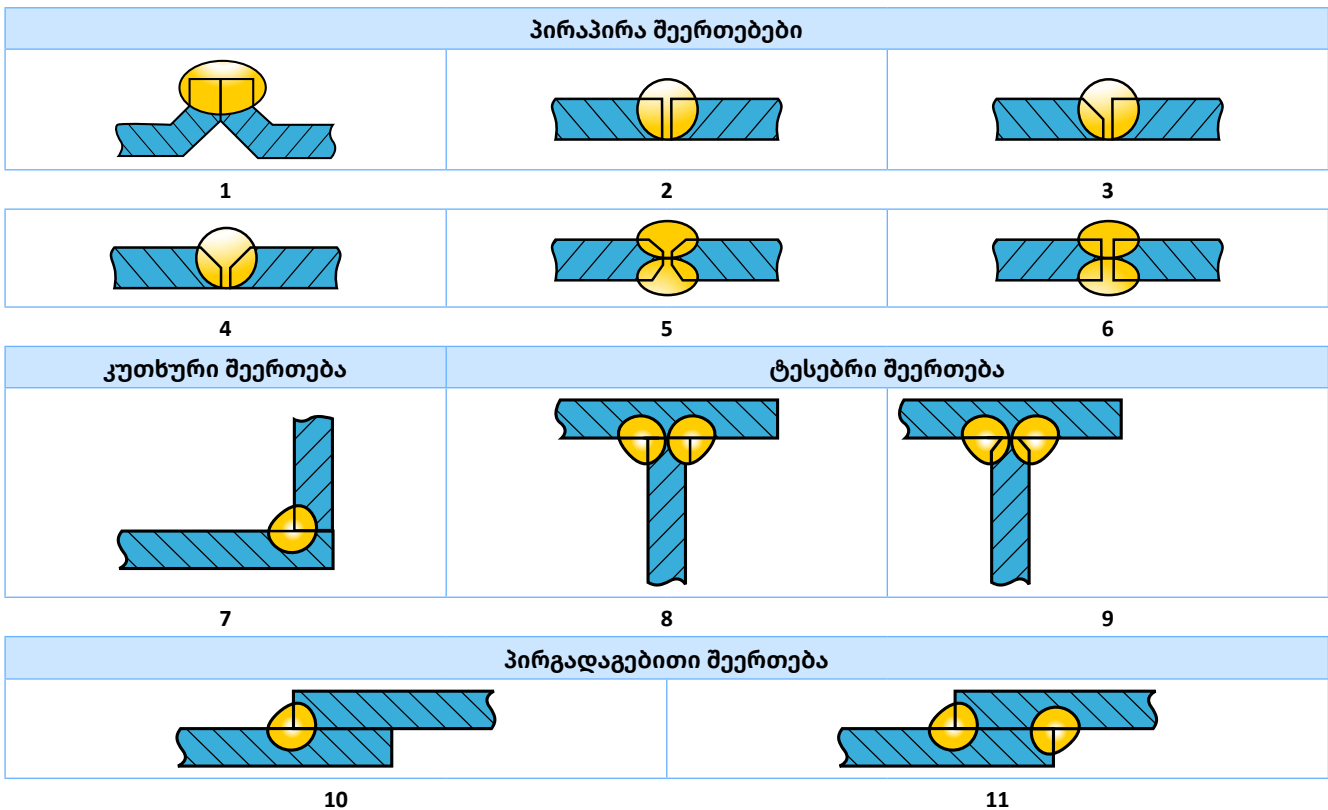
შენადული შეერთება ეწოდება ორი ან რამდენიმე დეტალის დაუშლელ შეერთებას, შესრულებულს შედეგებით. შენადულ შეერთებაში შედის შენადული ნაკერი და მასთან მომიჯნავე ნაკერმიმდებარე ზონა (თერმული გავლენის ზონა), რომელიც

შედულების პროცესში არ დნება, მაგრამ განიცდის სტრუქტურულ ცვლილებებს.

შესადულებელი დეტალების ურთიერთგანლაგების მიხედვით, არსებობს შენადული შეერთებების შემდეგი სახეები: პირაპირა, ტესებრი, პირგადადებით და კუთხური.

შენადული ნაკერების ძირითადი ტიპები		
ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე		
		
ერთი ნაწიბურის გამოყვანით		ნაწიბური V-სებრი გამოყვანით
		
ერთი ნაწიბურის ორმაგი გამოყვანითა და გამოყვანით		ნაწიბური X-სებრი გამოყვანით
		
პირგადადებითი		ტორსული
ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე		
		

სურათი 85. შენადული შეერთებების სივრცული გამოსახულება.



სურათი 86. შენადული შეერთებების სახეები:

1. ნაწიბურების მოქიშვით; 2,7,10. ერთმხრივი ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე; 3,9. ერთმხრივიერთი ნაკერი ნაწიბურის გამოყვანით; 4. ერთმხრივი ნაკერი ორი ნაწიბურის გამოყვანით; 5. ორმხრივი ნაკერი ნაწიბურების ორმხრივი გამოყვანით; 6. ორმხრივი ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე; 8. ორმხრივი ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე; 11. ორმხრივი ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე

პირაპირა შეერთება. პირაპირა შეერთებები შეიძლება წარმოიქმნას ერთნაირი ან განსხვავებული სისქის დეტალების ტორსებს შორის. თუ შესაერთებელია სხვადასხვა სისქის ფურცლები, მაშინ დიდი სისქის დეტალიდან ჩამოჭრიან ნაწიბურს მცირე სისქის ზომამდე.

პირაპირა შეერთების სახესხვაობას წარმოადგენს შეერთება ნაწიბურების მოგობვით. ასეთნაირად მომზადებული დეტალების გამოყენება ხდება 3 მმ-მდე სისქის ლითონის ფურცლების შესაღებლად.

პირაპირა შეერთება ყველაზე მეტად შეესაბამება შედუღების სპეციფიკას და უფრო მეტადაა გავრცელებული შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად, რადგან მას, სხვა სახის შეერთებებთან შედარებით, მრავალი უპირატესობა აქვს: პირაპირა შეერთებით შეიძლება შედუღდეს ელემენტები სისქით მილიმეტრის მეათედებიდან რამდენიმე ათეულ სანტიმეტრამდე; შედუღების თითქმის

ყველა ხერხის გამოყენებით; ელექტროწიდური შედუღებისას, შესაერთებელი დეტალების სისქე შეიძლება რამდენიმე ასეულ სანტიმეტრს აღწევდეს; ნაკერის წარმოქმნაზე იხარჯება ნაკლები საელექტროდე მასალა და სხვა. თუმცა პირაპირა შეერთების წარმოქმნა დაკავშირებულია გარკვეულ სიძნელებებთან: მოითხოვს დეტალების ზუსტ აწყობას, შედუღების წინ, დაცული უნდა იყოს თანაბარი ღრეჩო ნაკერის მთელს სიგრძეზე და სხვა.

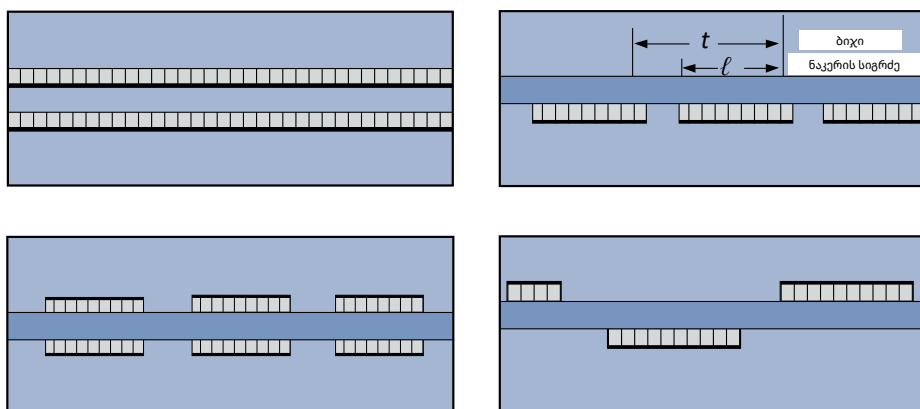
კუთხური შეერთება – ისეთი შეერთებაა, როდესაც შესაერთებელი ელემენტები ერთმანეთის მიმართ კუთხით არიან განლაგებული. კუთხური შეერთებები ფართოდ გამოიყენება მშენებლობაში სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად (კოჭები, ანძები, წამწეები და სხვა). კუთხური შეერთებები სასურველია შესრულდეს ქვედა მდგომარეობაში. ე.წ. „ნავისებურ“ მდგომარეობაში, შენადული ნაკერის უკეთ ფორმირების მიზნით.

ტესტური შეერთება – ეს ისეთი შეერთებაა, როდესაც შესაერთებელ დეტალებს შორის მართი კუთხე წარმოიქმნება.

პირგადადებითი (ნადებითი) შეერთება – ისეთი შეერთებაა, როდესაც შესაღებელი ელემენტები განლაგებულია ერთმანეთის პარალელურად და ნაწილობრივ გადაფარავენ ერთმანეთს. პირგადადებითი შეერთება არ საჭიროებს აკრების დიდ სიზუსტეს, მაგრამ მოითხოვს ძირითადი ლითონის ხარჯის გაზრდას. პირგადადებითი შედულებისას, შენადული ნაკერები განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეში და ექსპლუატაციისას, მათში წარმოიქმნება რთული დაძაბული მდგომარეობა. ამიტომ, პირგადადებითი შეერთება, დინამიკური დატვირთვის პირობებში, ცუდად მუშაობს.

აგრეთვე ტორსული შეერთება – ისეთი შეერთებაა, როდესაც შესაღებელი ელემენტები შეერთებულია ერთმანეთის გვერდითი ზედაპირებით, ხოლო შენადული ნაკერი შესრულებულია ერთობლივად ორივე დეტალის ტორსზე.

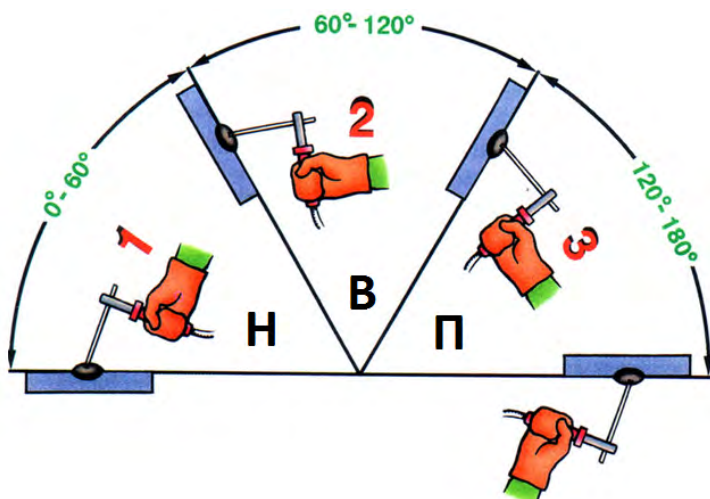
ნაკერს, რომელიც პირაპირა შეერთების დეტალებს აერთებს, პირაპირა ნაკერს უწოდებენ, ხოლო კუთხურ, ტესტურ და პირგადადებით შეერთებაში – კუთხურს. კუთხური ნაკერები შეიძლება იყოს მთლიანი და წყვეტილი. წყვეტილ ნაკერებს ასრულებენ ცალკეული მონაკვეთების სახით, ისინი შეიძლება განლაგებული იყოს ერთმანეთის საპირისპიროდ ან ჭადრაკული რიგით.



სურათი 87. მთლიანი და წყვეტილი ნაკერების სქემა:

- ა. ორმხრივი უწყვეტი;
- ბ. ერთმხრივი წყვეტილი;
- გ. ორმხრივი ჯაჭვური;
- დ. ორმხრივი ჭადრაკული

სივრცული მდგომარეობის მიხედვით, ანსხვავენ შედულებას ქვედა, ჰორიზონტალურ, ვერტიკალურ და ჭერისეულ მდგომარეობაში.

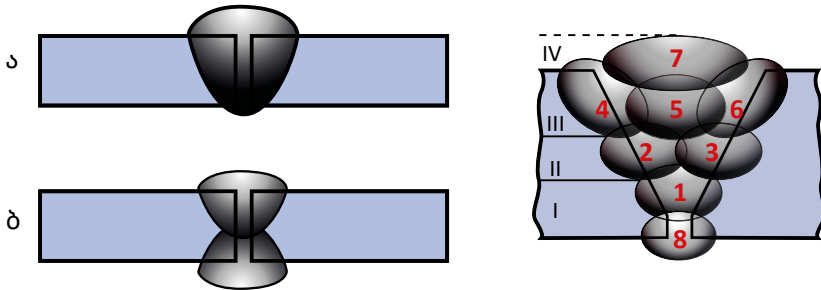


სურათი 158. მთლიანი და წყვეტილი ნაკერების სქემა:

- ა. ორმხრივი უწყვეტი;
- ბ. ერთმხრივი წყვეტილი;
- გ. ორმხრივი ჯაჭვური;
- დ. ორმხრივი ჭადრაკული

ნაკერის ზედაპირის ფორმის მიხედვით, არსებობს ჩაზნექილი, ნორმალური და ამოზნექილი ნაკერები. შესრულების მიხედვით, არსებობს ცალმხრივი და

ორმხრივი ნაკერები. ფენებისა და გავლათა რიცხვის მიხედვით, ნაკერები არსებობს ერთგავლიანი და მრავალგავლიანი (ერთი ნაკერის შესასრულებლად, საჭიროა ერთი ან რამდენიმე გავლა).



სურათი 88. ცალმხრივი (ა), ორმხრივი ერთგავლიანი (ბ) და მრავალგავლიანი (ვ) ნაკერების სქემა

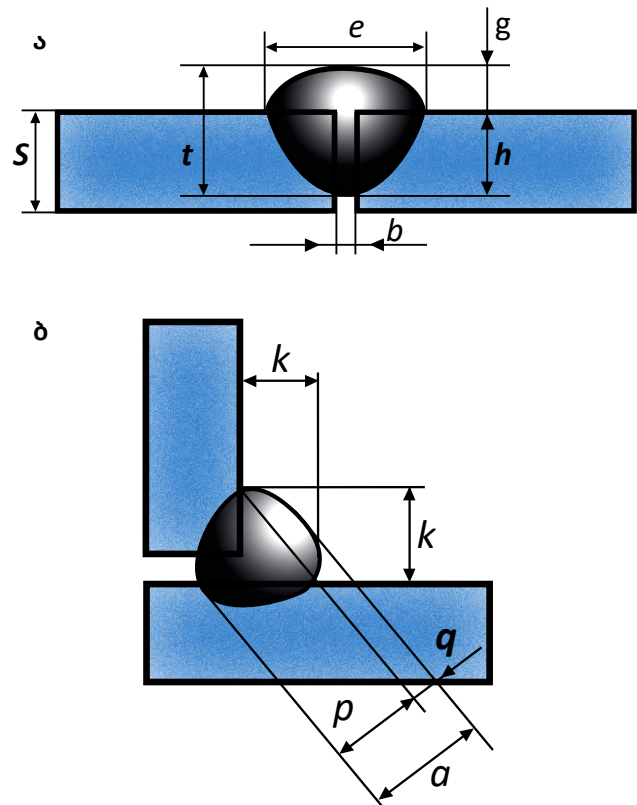
შენაღული ნაკერის გეომეტრიული პარამეტრები. განასხვავებენ პირაპირა და კუთხური ნაკერების გეომეტრიულ პარამეტრებს.

პირაპირა ნაკერების გეომეტრიული პარამეტრებია:

- შენაღული ნაკერის ჩაღლების სიღრმე – h ;
- შენაღული ნაკერის სიგანე – e ;
- შენაღული ნაკერის გაძლიერება (ამოზნექილობა) – q ;
- შენაღული ნაკერის სისქე – $t (H+h)$;
- დრეჩო შესაღულებელ ელემენტებს შორის – $b...$

კუთხური ნაკერების გეომეტრიული პარამეტრებია:

- შენაღული ნაკერის კათეტი – k ;
- შენაღული ნაკერის საანგარიშო სიმაღლე – p ;
- შენაღული ნაკერის გაძლიერება (ამოზნექილობა) – q ;
- შენაღული ნაკერის სისქე – $(H = h + q)$;
- დრეჩო შესაღულებელ ელემენტებს შორის – b .



სურათი 89. პირაპირა (ა) და კუთხური (ბ) ნაკერების გეომეტრიული პარამეტრები:

s – შესაღულებელი ლითონის სისქე; e – ნაკერის სიგანე; q – ნაკერის გაძლიერება (ამოზნექილობა); h – ნაკერის ჩაღლების სიღრმე; t – ნაკერის სისქე; b – დრეჩო; k – კუთხური ნაკერის კათეტი; p – ნაკერის საანგარიშო სიმაღლე; α – კუთხური ნაკერის სისქე

შესადულებელი დეტალების ნაწიბურების გამოყვანა. ხელით რკალური შედულება საშუალებას იძლევა, ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე შედუდდეს 4 მმ-მდე ერთი მხრიდან და 8 მმ სისქის ლითონი ორივე მხრიდან შედულების შემთხვევაში. უფრო დიდი სისქის დეტალების შედულებისას, სრულფასოვანი შენადული ნაკერის მისაღებად, აუცილებელია ნაწიბურების გამოყვანა.

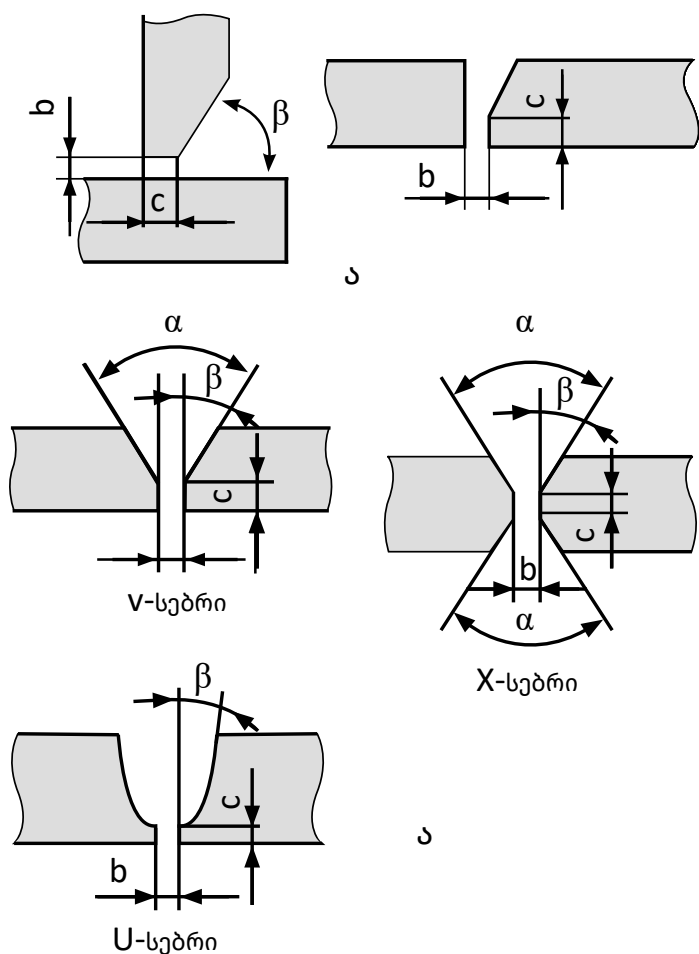
ნაწიბურების გამოყვანა არის შესადულებელი დეტალების ნაწიბურებისათვის აუცილებელი ფორმის მიცემის პროცესი.

ნაწიბურების გამოყვანის კუთხე დამოკიდებულია შედულების ხერხზე და შეერთების ტიპზე და იცვლება 60-90°-ის ფარგლებში. ნაწიბურების ცერობის კუთხე არის მახვილი კუთხე ნაწიბურების

გამოყვანის სიბრტყესა და ტორსის სიბრტყეს შორის და 30-50°-ის ფარგლებშია.

ღრეჩო არის შესადულებელ დეტალებს შორის მანძილი და ის, უმრავლეს შემთხვევაში, 1-2 მმ-ის ფარგლებშია. ღრეჩოს არსებობა აუცილებელია ნაკერის ფუძის ჩადულებისათვის და უკეთ ფორმირებისათვის. ნაწიბურების დაბლაგვება შესადულებელი დეტალების სისქეზეა დამოკიდებული და უმრავლეს შემთხვევაში 1-3 მმ-ს შეადგენს. მისი ძირითადი დანიშნულებაა ნაკერის ფუძეში გაწვის თავიდან აცილება.

ნაწიბურების გამოყვანის კუთხე და ფორმა დამოკიდებულია შესადულებელი დეტალების სისქეზე და შედულების ხერხზე.



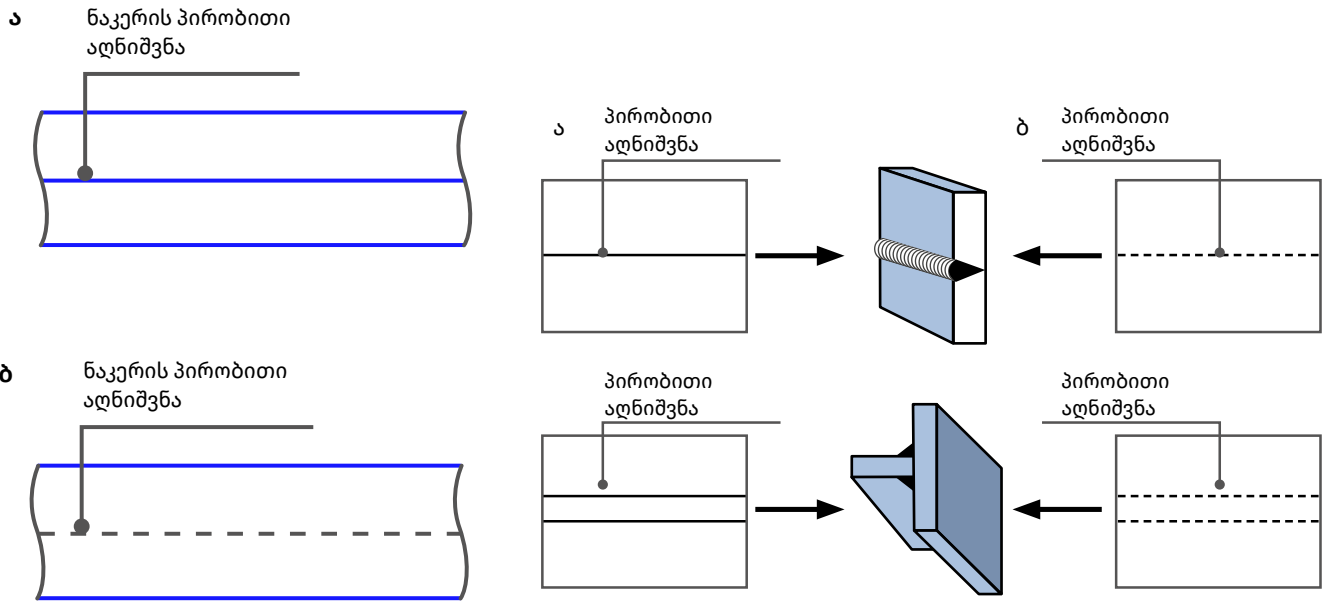
სურათი 90. ნაწიბურების გამოყვანის კონსტრუქციული ელემენტები:

ა. ცალმხრივი; ბ. ორმხრივი; β – ნაწიბურის ცერობის კუთხე; α – ნაწიბურის გამოყვანის კუთხე; c – ნაწიბურის დაბლაგვება; b – ღრეჩო

შედულებით დამზადებული კონსტრუქციების ნახაზებზე მოყვანილი უნდა იქნას ნაკერის პირობითი აღნიშვნები, რომლებიც მოცემულია საერთაშორისო სტანდარტებში, ევრონორმებში და სხვა.

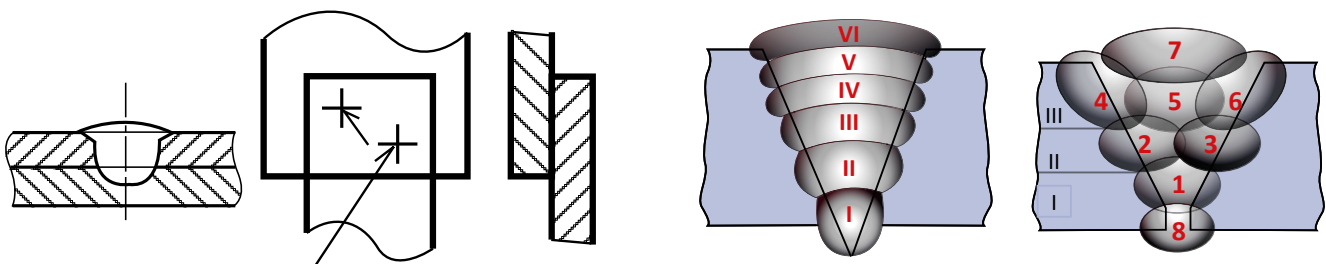
შედულების ხერხებისაგან და მეთოდებისაგან დამოუკიდებლად, შენადული შეერთებების ნაკერები

პირობითად გამოისახება: ხილული – მთლიანი ხაზით, უხილავი – წყვეტილი წირით. ნაკერის გამოსახულებიდან, ცალმხრივი ისრით ხდება გამოტანის ხაზის გატარება, რომელიც მიუთითებს ნაკერის განლაგების ადგილს.



სურათი 91. ხილული (ა) და უხილავი (ბ) ნაკერების ნახაზებზე დატანა

ნახაზზე ხილულ ცალკეულ შენადულ წერტილს დამოუკიდებლად აღნიშნავენ „+“ ნიშნით, რომელიც უწყვეტი ხაზით აღინიშნება.



სურათი 92. პირგადადებითი შეერთების ცალკეული შენადული წერტილები (ელექტრომოქლონი), რომლებიც შესრულებულია რკალური მეთოდებით ფლუსის საფარში.

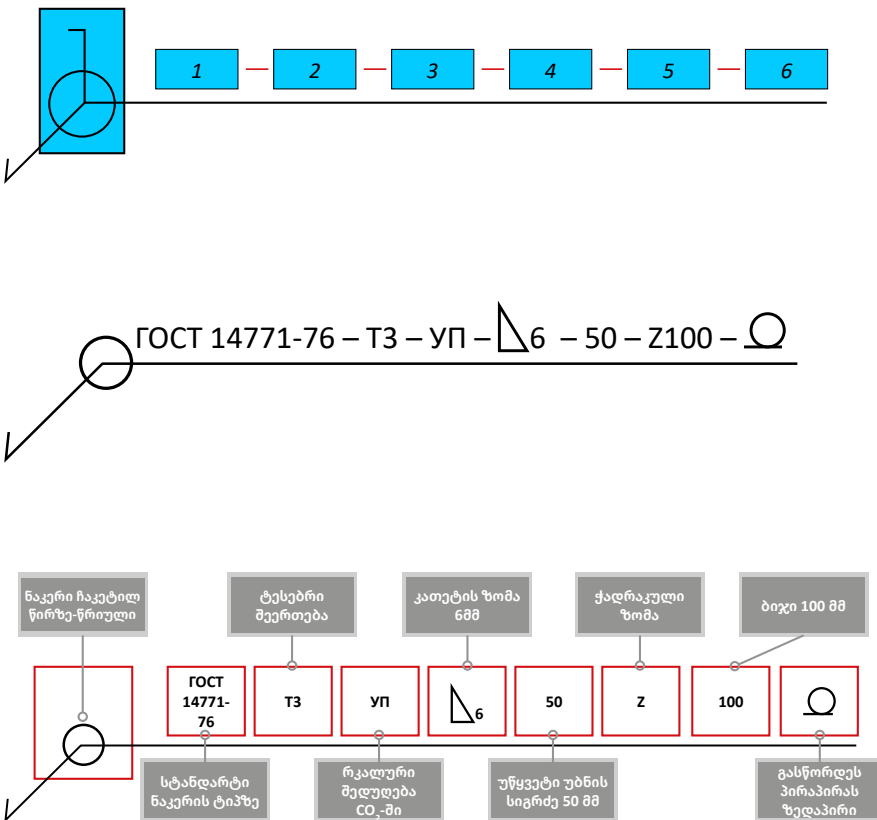
სურათი 93. მრავალგავლანი ნაკერის კვეთის გამოსახულების სქემა: ა. მრავალფენიანი ნაკერი; ბ. მრავალგავლიანი ნაკერი; I-VI – ფენების დადების თანმიმდევრობა; 1-8 – ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობა.

მრავალგავლიანი ნაკერის კვეთის გამოსახულებაზე შეიძლება დატანილი იქნას ცალკეული გავლის კონტურები და ისინი აღნიშნული უნდა იყოს მთავრული ასოებით.

გარდა შენადული ნაკერების აღნიშვნის ძირითადი ტიპებისა, გამოიყენება დამხმარე ნიშნები. ნაკერის პირობით აღნიშვნაში დამხმარე ნიშნები სრულდება უწყვეტი წვრილი ხაზებით.

სფრილი 4. შენადული ნაკერების ტიპების პირობითი აღნიშვნები

ნიშნის №	ნიშანი	ნიშნის მნიშვნელობა
1		სამონტაჟო ნაკერი ჩაკეტილ კონტურზე
2		ნაკერი ჩაუკეტავ კონტურზე, თუ ნაკერის განლაგება გასაგებია ნახაზიდან
3		ნაკერი შესრულდეს ნაკეთობის მონტაჟისას ნაკერის კათეტი
4		ნაკერის კათეტი
5		ნაკერი წყვეტილი ან წერტილოვანია, შესადულებელი უბნების ჯაჭვური განლაგებით, ნაკერის სიგრძისა და ბიჯის ჩვენებით
6		ნაკერი წყვეტილი ან წერტილოვანია, შესადულებელი უბნების ჭადრაკული განლაგებით, ნაკერის სიგრძისა და ბიჯის ჩვენებით
7		ნაკერის გაძლიერება (ლილვაკი) მოიხსნას
8		ნაკერის ნაღვენთი და უსწორობები დამუშავდეს მდოვრე გადასვლით ძირითად ლითონზე



სურათი 94. ნაკერების პირობითი აღნიშვნები ნახაზებზე:

1. ნაკერის სტანდარტის აღნიშვნა;
2. ნაკერის ასო-ციფრული აღნიშვნა;
3. შედუღების ხერხის აღნიშვნა;
4. კათეტის ნიშანი Δ და მისი ზომა;
5. წყვეტილი ნაკერისათვის, შესადულებელი უბნის ზომა და ბიჯი;
6. დამხმარე ნიშნები

სურათი 95. ნაკერების ნახაზებზე პირობითი აღნიშვნის მაგალითი და განმარტებები

	<p>C1 </p> <p>C2 </p> <p>C5 </p> <p>C15 </p> <p>C17 </p>	<p>სურათი 96. პირაპირა შეერთების სქემატური გამოსახულება (ა) და ნახაზებზე პირობითი აღნიშვნა (ბ)</p>
	<p>Y1 </p> <p>Y4 </p> <p>Y6 </p> <p>Y8 </p>	<p>სურათი 97. კუთხური შეერთების სქემატური გამოსახულება (ა) და ნახაზებზე პირობითი აღნიშვნა (ბ)</p>
	<p>T1 </p> <p>T3 </p> <p>T6 </p>	<p>სურათი 98. ტესებრი შეერთების სქემატური გამოსახულება (ა) და ნახაზებზე პირობითი აღნიშვნა (ბ)</p>
	<p>H1 </p> <p>H2 </p>	<p>სურათი 99. პირგადადებითი შეერთების სქემატური გამოსახულება (ა) და ნახაზებზე პირობითი აღნიშვნა (ბ)</p>

7.3. შედეგების რეჟიმის პარამეტრების გავლენა ნაკერის ზომებზე

შენადული ნაკერის ზომები და კონფიგურაცია მრავალი ფაქტორით განისაზღვრება. ნაკერის ფორმა და ზომები მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის წინააღმდეგობას ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ, მდოვრე გადასვლას ძირითადი ლითონიდან ნაკერის ლითონზე, ჩაუღებლობას და სხვა დეფექტებს.

დადგენილია, რომ ნაკერის ზომა და ფორმა არაა დამოკიდებული ნაკერის ტიპზე.

განვიხილოთ ნაკერის ფორმირების პროცესი რკალური შედეგებისას. ნაკერის ფორმირება, ამ შემთხვევისათვის, დამოკიდებულია შედეგების რეჟიმებზე, ხერხზე და ნაკერის განლაგებაზე სივრცეში. შედეგების რეჟიმების ქვეშ იგულისხმება ფაქტორების ერთობლიობა, რომლებიც განსაზღვრავენ შედეგების პროცესის მიმდინარეობის პირობებს. შედეგების რეჟიმის ძირითად ელემენტებს მიეკუთვნება შედეგების დენის ძალის სიდიდე, სახე და პოლარობა, ელექტროდის დიამეტრი, რკალის დაბვა, შედეგების სიჩქარე და შედეგების აბაზანის დაცვის სახე.

ხელით რკალური შედეგებისას, რეჟიმის მნიშვნელოვან ელემენტად ითვლება ელექტროდის ბოლოს განივი მოძრაობა. ნაკერის ფორმირებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ელექტროდის შვერის სიგრძე, ელექტროდის ან საელექტროდე ლითონის და ნაკეთობის მდებარეობა სივრცეში.

განვიხილოთ შედეგების რეჟიმის ძირითადი ფაქტორების გავლენა ნაკერის ფორმაზე რკალური შედეგებისას.

მიღებულია, რომ შედეგების რეჟიმის ერთი ელემენტის განხილვისას, დანარჩენი არ იცვლება და მუდმივია.

დენის ძალის სიდიდე, სახე და პოლარობა. დენის ძალის სიდიდის ცვლილება პირდაპირპროპორციულად დამოკიდებულია ჩაღებების სიღრმეზე. დენის ძალის სიდიდის გაზრდით ჩაღებების სიღრმე იზრდება, შემცირებით – მცირდება, რაც განპირობებულია რკალის სვეტის წნევის ცვლილებით.

დენის ძალის სახე და პოლარობა ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჩაღებების სიღრმეზე და სიგანეზე. შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას, ჩაღებების სიღრმე დაახლოებით 40-50%-ით მეტია, ვიდრე პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას. ცვლადი დენით შედეგებისას, ჩაღებების სიღრმე 15-20%-ით ნაკლებია, ვიდრე შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას. პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას, ნაკერის სიგანე მცირდება, შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებასთან შედარებით. ანალოგიური მდგომარეობაა ცვლად დენთან შედარებით.

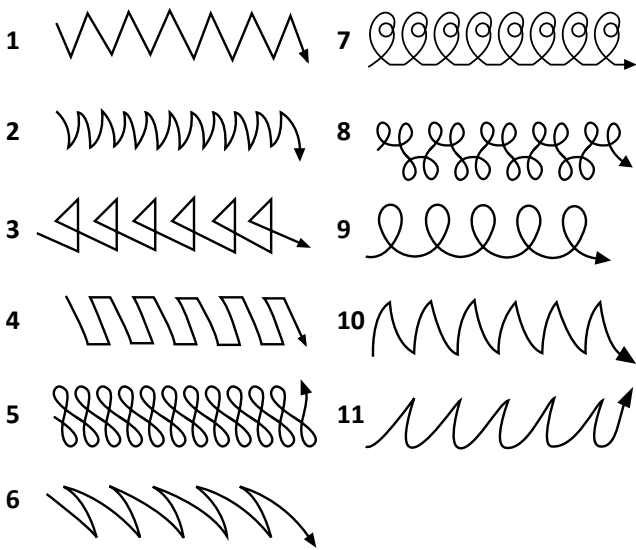
ნელოვან გავლენას ახდენს ჩაღებების სიღრმეზე და სიგანეზე. შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას, ჩაღებების სიღრმე დაახლოებით 40-50%-ით მეტია, ვიდრე პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას. ცვლადი დენით შედეგებისას, ჩაღებების სიღრმე 15-20%-ით ნაკლებია, ვიდრე შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას. პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებისას, ნაკერის სიგანე მცირდება, შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით შედეგებასთან შედარებით. ანალოგიური მდგომარეობაა ცვლად დენთან შედარებით.

ელექტროდების დიამეტრი. ელექტროდების დიამეტრის შემცირება, ერთიდაიგივე დენის ძალის შემთხვევაში, იწვევს ჩაღებების სიღრმის გადიდებას. განსაკუთრებით შესამჩნევია ელექტროდის დიამეტრის გავლენა ჩაღებების სიღრმეზე მცირე დენების შემთხვევაში. ელექტროდის დიამეტრის გაზრდით ნაკერის სიგანე იზრდება.

მოყვანილი მონაცემებიდან შეიძლება ისეთი დასკვნის გაკეთება, რომ საჭირო ჩაღებების სიღრმე მიიღწევა ელექტროდის დიამეტრის შემცირებით, შედარებით დაბალი დენის ძალის შემთხვევაში. ამასთანავე, მცირე დიამეტრის ელექტროდის გამოყენება იწვევს ნაკერის ფორმის კოეფიციენტის შემცირებას.

რკალის დაბვა. რკალური შედეგების პროცესებისას, დაბვა უმნიშვნელო გავლენას ახდენს ჩაღებების სიღრმეზე. ნაკერის სიგანე კი პირდაპირპროპორციულად დამოკიდებულია დაბვაზე. რკალის დაბვის გაზრდით იზრდება ნაკერის სიგანე, თუმცა, ეს დამოკიდებულება მართებულია მხოლოდ შედეგების მექანიზირებული ხერხის შემთხვევაში.

დაფარული ელექტროდით ხელით ელექტროორკალური შედეგებისას, რკალის დაბვა იცვლება ვიწრო ზღვრებში (18-22 ვ), ამიტომ ის არ ითვლება შედეგების რეჟიმის პარამეტრად, რომლითაც შეიძლება ნაკერის სიგანის ცვლილება საჭირო მიმართულებით. ხელით რკალური შედეგებისას, ნაკერის სიგანის ცვლილება შესაძლებელია ელექტროდის ბოლოს განივი რხევით მოძრაობით.



სურათი 100. ელექტროდის მოძრაობათა სქემები ნაკერის ღერძის მიმართ

შედულების სიჩქარე. შედულების სიჩქარის გავლენა ნაკერის ჩადულების სიღრმეზე რთულ ხასიათს ატარებს. მცირე სიჩქარეების შემთხვევაში (მაგალითად, ფლუსის ქვეშ. შედულებისას სიჩქარით

10-12 მ/სთ, ხელით რკალური შედულებისას – 1,0-1,5 მ/სთ) ჩადულების სიღრმე მინიმალურია.

შედულების სიჩქარის გაზრდა გარკვეულ მნიშვნელობამდე (ფლუსის საფარში – 15-25 მ/სთ), იწვევს ჩადულების სიღრმის გადიდებას. შედულების სიჩქარის კიდევ უფრო მეტად გაზრდა იწვევს ჩადულების სიღრმის შემცირებას. ნაკერის სიგანე შედულების სიჩქარესთან უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია. შედულების სიჩქარის გაზრდა იწვევს ნაკერის სიგანის შემცირებას.

შედულების სიჩქარის ცვლილება ითვლება ძალიან ეფექტურ საშუალებად, ნაკერის სიგანის შესაცვლელად, რკალური შედულების ყველა ხერხის შემთხვევაში.

ხელით რკალური შედულებისას, ელექტროდის ბოლოს განივი რხევითი მოძრაობა საშუალებას იძლევა, საჭირო მიმართულებით შეიცვალოს ნაკერის სიგანე და ჩადულების სიღრმის მნიშვნელობები. ელექტროდის ბოლოს განივი რხევითი მოძრაობისას, ამპლიტუდის გაზრდა იწვევს ჩადულების სიღრმის შემცირებას და ნაკერის სიგანის მნიშვნელოვან ზრდას.

7.4. პირაპირა ნაკერების შესრულების ტექნიკა

პირაპირა შეერთება უზრუნველყოფს ძალვის გადაცემის შესაძლებლობას, ერთი დეტალიდან მეორეზე, შუალედური ელემენტების გარეშე, რის გამოც ის ითვლება ოპტიმალურ ვარიანტად დახარჯული მასალების და დატვირთვის ქვეშ მომუშავე შეერთებებისათვის. პირაპირა ნაკერმა უნდა უზრუნველყოს შესაძლებელი დეტალების ჩადულება მთელ სისქეზე. რაციონალურია ის პირაპირა ნაკერები, რომლებიც წარმოქმნილია მხოლოდ ძირითადი ლითონის დნობის შედეგად. ასეთი პირაპირა ნაკერების მიღება შესაძლებელია ელექტრონულ-სხივური შედულების შემთხვევაში. შედულების რკალური ხერხების შემთხვევაში, ასეთი ნაკერები მცირე რაოდენობითაა ჩადულების მცირე სიდიდის გამო, არსებული სითბოს წყაროების გამოყენებისას, შესაძლებელი დეტალების დრეჩოს გარეშე აკრების სირთულის გამო. ხოლო დრეჩოს არსებობის შემთხვევაში, საჭიროა მისართი ლითონის გამოყენება მისი შევსებისათვის.

შესაძლებელი დეტალების სისქის და ჩადულების სიღრმის მიხედვით, ანსხვავებენ ერთგავლიან და მრავალგავლიან პირაპირა ნაკერებს. ნაკეთობების ერთი მხრიდან შედულებისას, ნაკერებს უწოდებენ ცალმხრივს, ორივე მხრიდან შედულებისას – ორმხრივს. რომელი მხრიდან უნდა შესრულდეს პირაპირა ნაკერი, ეს დამოკიდებულია შედულების კონკრეტულ პირობებზე. შესაძლებლობის ფარგლებში, სასურველია, პირაპირა ნაკერები შესრულდეს ერთ ფენად.

ერთფენიანი პირაპირა ნაკერები შეიძლება შესრულდეს როგორც დრეჩოს გარეშე, ისე 2 მმ-მდე დრეჩოთი. ლითონის სისქე, რომლის დროსაც შესაძლებელია პირაპირა ნაკერის შესრულება ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე, დამოკიდებულია სითბოს წყაროს სიმძლავრეზე.

შესაძლებელი დეტალების მაქსიმალური სისქე, რომლის დროსაც, შესაძლებელია ერთფენიანი

შედულება ერთი ან ორივე მხრიდან, შეიძლება გაიზარდოს სავალდებულო ღრეჩოთი, შესაძლებელ დეტალებს შორის ან ნაწიბურების გამოყვანით.

ნაწიბურების გამოყვანით შედეგების ნაკლოვანებად, აუცილებელ ღრეჩოთი შედეგებასთან შედარებით, შეიძლება ჩაითვალოს შედეგებისათვის ნაწიბურების მომზადების მატალი ღირებულება.

ცალი მხრიდან შედეგებისას, შესაძლებელი დეტალების მთელს სისქეზე ჩაღდება და ნაკერის ფუძის ხარისხიანად ფორმირება რთული, პრომატევადი პროცესია. იმ შემთხვევაში, თუ არ მოხდება გამდნარი ლითონის შესაკავებლად სპეციალური ღონისძიებების გატარება, გამდნარი ლითონი გამოედინება პირაპირიდან და ნაკერის მაგივრად მივიღებთ გაწვას. შედეგების აბაზანიდან გამდნარი ლითონის გამოდინების შესაჩერებლად, აყენებენ სპეციალურ სამარჯვს, რომელსაც ქვესადებს და ბალიშს უწოდებენ. სამარჯვის მასალებზე დამოკიდებულებით, ან სხვავენ სპილენძის, სპილენძ-ფლუსის, ფლუს-კერამიკულს და ფოლადის ქვესადებებს და ბალიშებს.

სპილენძ-ფლუსის ქვესადები წარმოადგენს სპილენძის ზოლურას, რომელიც მჭიდროდაა მიკრული შესაძლებელ პირაპირზე, რომლის ზედაპირზე სპეციალურ არხში ჩაყრილია ფლუსი. ფლუსი აუმჯობესებს ნაკერის ფუძის ფორმირებას და იცავს ქვესადებს გამდნარი ლითონის უშუალო შეხებისაგან.

ფოლადის ქვესადებს მიაღებენ შესაერთებელ დეტალებზე (თუ ქვესადები რჩება ნაკეთობაზე) ან მოაჭრიან შდულების შემდეგ (ტექნოლოგიური ქვესადები). ფოლადის ქვესადების სისქე უნდა იყოს შესაერთებელი დეტალების სისქის 30-40%.

ფლუსის ბალიში ემსახურება მხოლოდ გამდნარი ლითონის შეკავებას შედეგების აბაზანაში და ის ცვლის სითბოს არინების ხასიათს ნაკერის ფუძიდან.

ქვესადების და ბალიშის გამოყენება ერთი მხრიდან, ნაკერების მიღების საშუალებას იძლევა, თუმცა მიუხედავად ამ მიზნისათვის გამოყენებული მრავალი ხერხისა და მეთოდისა, ყოველთვის არ ხერხდება ნაკერის ფუძის დამაკმაყოფილებლად ფორმირება. ამიტომ, საპასუხისმგებლო პირაპირა ნაკერების შედულება, როგორც წესი, ორი მხრიდან ხდება.

ერთი მხრიდან შედეგება გამართლებულია მხოლოდ დიდი ზომის ნაკეთობების დამზადებისას,

როდესაც გართულებულია ან შეუძლებელია მათი შემობრუნება და ორივე მხრიდან შდულება.

ორივე მხრიდან შედეგებისას, პირველი ფენა შეიძლება შედეგდეს ნებისმიერი ხერხით, რომელიც უზრუნველყოფს შედეგების აბაზანის შეკავებას ნაწიბურებს შორის ღრეჩოში, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებული იქნას ხელით შედეგება, ფლუსის ბალიში, დროებითი ქვესადები, სპილენძის ქვესადები და სხვა. ნაკერს მეორე მხრიდან ადუღებენ გართულების გარეშე.

ორმხრივი შედეგებისას, ორივე ფენას, როგორც წესი, ადუღებენ ერთნაირი ჩაღდებას სიღრმით, რომელიც ძირითადი ლითონის 60-70%-ს შეადგენს. ეს უზრუნველყოფს ორი მხრიდან ჩაღდებადებული ლითონის დიდი ზომით გადაფარვას. აუცილებლობის შემთხვევაში, შეიძლება ერთი ფენა შეადგენდეს სისქის 30-35%-ს, მეორე კი – 70-80%-ს.

ერთფენიანი ნაკერების შესრულებისას, აუცილებელია შესაძლებელი დეტალების კარგად გაწმენდა და აკრება, შედეგების რეჟიმების სტაბილურობა, ელექტროდის ზუსტი მიმართვა ნაკერის ღერძის გასწვრივ, კონდინციური საშემდუღებლო მასალების გამოყენება და სხვა. ამიტომ, ხშირად, პრაქტიკაში, ტექნიკური შეუსაბამობის მიუხედავად, იყენებენ მრავალგავლიან შედეგებას, რომლის დროსაც დეფექტები, რომლებიც წარმოიქმნება ერთ ფენაში, შეიძლება გამოსწორებული იქნას მომდევნო ფენის შედეგებისას.

მრავალგავლიანი პირაპირა ნაკერები. თუ სითბოს წყარო ვერ უზრუნველყოფს შესაძლებელი დეტალების შეერთებას მთელ სისქეზე ერთი ან ორი მხრიდან შედეგებისას, მიმართავენ ძირითადი ლითონის ნაწიბურების სპეციალურ მომზადებას – ნაწიბურების გამოყვანას. შედეგებისას, ამ ხერხს მიმართავენ იმ შემთხვევაშიც, როდესაც შესამცირებელია ძირითადი ლითონის წილი შენადულ ნაკერში.

ნაწიბურების გამოყვანის ფორმა დამოკიდებულია შესაძლებელი დეტალების სისქეზე, ნაწიბურების გახსნის კუთხეზე, დაბლაგვების სიდიდეზე და შესაძლებელ დეტალებს შორის დამორებაზე (ღრეჩოზე). არსებობს ნაწიბურების გამოყვანის V-ს, X-ს და U-ს მსგავსი ფორმები. ყველა შემთხვევაში, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ფუძის ნაკერის

ადვილად შედუღების შესაძლებლობა. ხშირ შემთხვევაში, დიდი სისქის დეტალების შედუღებისას, ნაკერის კვეთის შესამცირებლად და, შესაბამისად, დადუღებული ლითონის რაოდენობის შესამცირებლად, მიმართავენ X-ს მაგვარი გამოყვანის ფორმას. მრავალფენიანი რკალური შედუღებისას, ყურადღებით უნდა იქნას შესრულებული პირველი ფენა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს

ფუძის ნაკერის ხარისხიანად შედუღება. რკალური შედუღების ყველა ხერხით შედუღებისას, ის უნდა სრულდებოდეს ელექტროდის ბოლოს რხევითი მოძრაობის გარეშე, მკაცრად ნაკერის ღერძის გასწვრივ. შედუღების რეჟიმი უნდა იყოს 15-20%-ით ნაკლები, ვიდრე მომდევნო ფენების შედუღების გამოყენებული რეჟიმი.

7.5. კუთხური ნაკერების შესრულების ტექნიკა

კუთხური ნაკერები ისე, როგორც პირაპირა ნაკერები, შეიძლება იყოს ერთფენიანი და მრავალფენიანი, შესადუღებელი დეტალების მთლიანი ან ნაწილობრივი ჩადუღებით. კუთხური ნაკერების სიმტკიცე დამოკიდებულია მათ სიგრძეზე, ნაკერის ლითონის მექანიკურ თვისებებზე და იმ მინიმალურ კვეთზე, რომელზედაც ხდება შეერთების რღვევა.

ერთფენიანი კუთხური ნაკერები, არასრული ჩადუღებით, ყველაზე მეტადაა გამოყენებული შენადული კონსტრუქციების დამზადებისას.

შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას კუთხური ნაკერების შედუღების სხვადასხვა მეთოდი, რომელთაგან შენადული ნაკერის ხარისხით და მწარმოებლობის თვალსაზრისით, გამორჩეულია შედუღება „ნავისებრ“ მდებარეობაში.

კუთხური ნაკერის ნორმალური ფორმირებისათვის, ქვედა მდებარეობაში შედუღებისას, კათეტის ზომა არ უნდა აღემატებოდეს 9 მმ-ს. მაშინ, როდესაც „ნავისებრ“ მდებარეობაში ფლუსის ქვეშ ავტომატური შედუღებისას, კათეტის ზომა 16 მმ-ს შეადგენს, ხოლო ხელით და ნახევრად ავტომატური შედუღებისას დამცავ აირებში – 12 მმ-ია.

კუთხური ნაკერების შედუღებისას, რთულია სპილენძ-ფლუსის, აზბესტის ან სხვა ქვესადების მჭიდროდ მიერთება ნაკერის ფუძეზე. ამიტომ, უმრავლეს შემთხვევაში, შედუღებას აწარმოებენ „ნავისებრ“ მდებარეობაში.

კუთხური ნაკერების შესრულებისას „ნავისებრ“ მდებარეობაში გამდნარი ლითონის შედუღების აბაზანიდან გამოდინების თავიდან ასაცილებლად, ღრეჩო შესაერთებელ დეტალებს შორის არ უნდა

აღემატებოდეს 2 მმ-ს, ხოლო ქვედა მდებარეობაში შედუღებისას – 3 მმ-ს.

ტესტური შეერთების კუთხური ნაკერების მთელს კვეთში ჩადუღება შესაძლებელია ნაკერის ორივე მხრიდან შედუღებისას, რეჟიმის შერჩევის ხარჯზე, ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე ან ნაწიბურების გამოყვანით, შესადუღებელი დეტალების სისქეზე დამოკიდებულებით.

მრავალფენიანი კუთხური ნაკერები. მრავალფენიანი კუთხური ნაკერებს ისე, როგორც ერთფენიანს, უმრავლეს შემთხვევაში ასრულებენ ერთ-ერთი ელემენტის არასრული ჩადნობით. მრავალფენიანი კუთხური ნაკერების შესრულების ტექნიკა „ნავისებრ“ მდებარეობაში არ განსხვავდება პირაპირა ნაკერების შესრულების ტექნიკისაგან. ქვედა მდებარეობაში შედუღებისას, ნაკერის შესრულების ტექნიკა საკმაოდ რთულია, რადგან საჭიროა ელექტროდის ზუსტი გადაადგილება შეერთების ღერძის გასწვრივ. ელექტროდის ბოლოს გადახრა ამ შემთხვევაში არ უნდა აღემატებოდეს 1 მმ-ს, ხოლო ელექტროდის დახრა ნაკერის კვეთის მიმართ ვერტიკალში 20-300-ს. ელექტროდის მკვეთრი გადაადგილება ვერტიკალური ელემენტის მხარეს, იწვევს ჩანაჭრების და ნაღვენთების წარმოქმნას, ხოლო ელექტროდის გადაადგილება მეორე მხარეს იწვევს ჩამოდინებას ჰორიზონტალურ ელემენტზე.

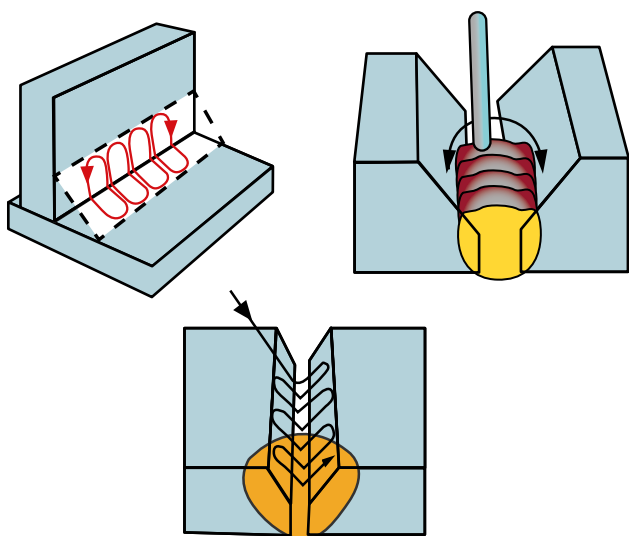
ისე როგორც ერთფენიანი კუთხური ნაკერის შემთხვევაში, მრავალფენიანი კუთხური ნაკერის შემთხვევაშიც ზოგჯერ საჭიროა შეერთებული ელემენტის მთელს კვეთზე ჩადნობა, რისი მიღწევაც შესაძლებელია ნაწიბურების ცალმხრივი ან ორმხრივი გამოყვანით.

7.6. შედულების რეჟიმების შერჩევა და ნაკერის შესრულების ტექნიკა სხვადასხვა სივრცულ მდებარეობაში

სხვადასხვა სივრცულ მდებარეობაში (ქვედა, ჰორიზონტალური, ვერტიკალური, ჭერისული) შედულებისას, ხარისხიანი შენადული ნაკერის მისაღებად, საჭიროა შედულების რეჟიმების შერჩევა მდებარეობის შესაბამისი აბაზანის მოცულობის მისაღებად.

ნაკერის ქვედა მდებარეობაში ხელით შედულების ტექნიკა და რეჟიმები.

ნაკერის ფორმირების ყველაზე კარგი პირობებია ქვედა მდებარეობაში შედულებისას. როგორც წესი, შედულების დენის ძალის სიდიდის შერჩევა ხდება შესაძლებელი დეტალების ქიმიური შედგენილობის და სისქის, ელექტროდის დიამეტრის, შეერთების სახის, სივრცეში ნაკერის მდებარეობის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით.



სურათი 101. ნაკერის შევსების სქემა:

ა. ერთგავლიანი კუთხური ნაკერი; ბ. მრავალგავლიანი პირაპირა ნაკერის პირველი ფენით შევსება; გ. ერთგავლიანი პირაპირა ნაკერი

მწარმოებლობის გაზრდის მიზნით, სასურველია, შედულება ვაწარმოოთ რაც შეიძლება მაქსიმალური დენის ძალით – სიდიდემდე, რომელიც არ გამოიწვევს შედულების აბაზანიდან გამდნარი ლითონის გამოდინებას. სასურველია, შედულება ვაწარმოოთ რაც შეიძლება მოკლე რკალით, რადგან რკალის

სიგრძის ზრდა იწვევს ჩადულების სიღრმის შემცირებას და ზრდის გაშხეფვას. უარესდება შედულების აბაზანის დაცვა ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან. ხელით შედულებისას, რკალის სიგრძეს ჩვეულებრივ ირჩევენ ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით.

ხელით ელექტრორკალური შედულების შესაბამისი რეჟიმის შერჩევით, შესაძლებელია 3-4 მმ სისქის ლითონის შედულება ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე. 4-6 მმ სისქის ლითონის შემთხვევაში, პირაპირა ნაკერების შედულებისას, ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე, აუცილებელია ტექნოლოგიური ღრეჩოს დაჭერა. ამისათვის აუცილებელია ქვესადების გამოყენება ან ხელით უკანა მხარეს ნაკერის მიღება. 6 მმ-ზე მეტი სისქის ლითონის შედულება ხორციელდება ორი ან მეტი გავლით.

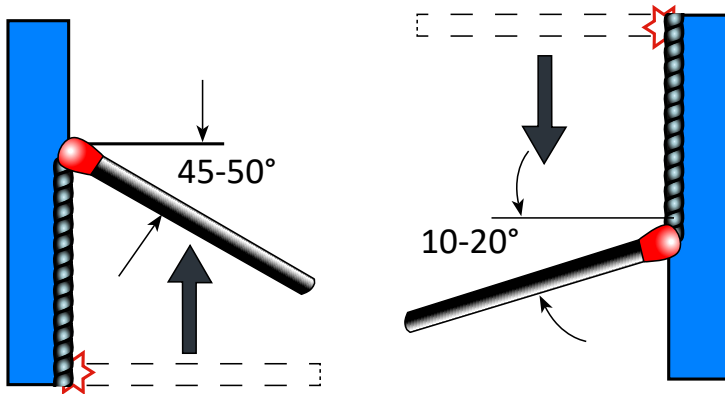
კუთხური ნაკერების შესრულების ტექნიკა შედარებით რთულია და არსებული ხერხებიდან ყველაზე მარტივია შედულება „ნავისებურ“ მდებარეობაში. ამ ნაკერის შედულების ტექნიკა და შედულების რეჟიმები იგივეა, რაც ქვედა მდებარეობაში პირაპირა ნაკერების შედულებისას. კუთხურ მდებარეობაში შედულებისას, ნაკერის შესრულების ტექნიკა გაცილებით რთულია. შესაძლებელია კუთხის წვერო შეუდულებელი დარჩეს, თუ შედულებას ვერტიკალური თაროდან იწყებენ. ამ დროს, თხევადი ლითონი ეცემა ქვედა თაროს არასაკმარისად გახურებულ ზედაპირს და ნაკერის ეს მონაკვეთი „უხარისხოა“. ამიტომ, აუცილებელია, შედულება დაიწყოს ქვედა თაროდან, თანაც ელექტროდი შესაძლებელი დეტალების მიმართ 450-ით უნდა იყოს დახრილი. 6 მმ-ზე მეტი კათეტის მქონე კუთხური ნაკერების შედულებას ახორციელებენ რამდენიმე გავლით.

ვერტიკალური ნაკერის შედულება. ვერტიკალური ნაკერის ხელით ელექტრორკალური შედულება საკმაოდ რთული პროცესია, რადგან შედულების აბაზანის თხევადი ლითონი ისწრაფვის დაბლა ჩამოღვენთისაკენ. ამიტომ ასეთი ნაკერების შესრულებისას, აბაზანის მოცულობა უნდა იყოს რაც შეიძლება მცირე, რისთვისაც საჭიროა შედულება შესრულდეს მოკლე რკალით, რაც შეიძლება დაბალ დენზე, ვიდრე ქვედა მდებარეობაში.

ვერტიკალური ნაკერის შესრულების პროცესში, ელექტროდის ბოლოს პერიოდულად გადაადგილებენ ზემოთ ან ნაწიბურების ორივე მხარეს 2-3 წმ-ის განმავლობაში (ისე, რომ არ მოხდეს აბაზანის

გამდნარი ლითონის გაცივება), რათა წიდასა და გამდნარ ლითონს მიეცეს გამყარების საშუალება.

სასურველია, ვერტიკალური ნაკერები შესრულდეს „ქვევიდან-ზევით“ შეღულების ხერხით.

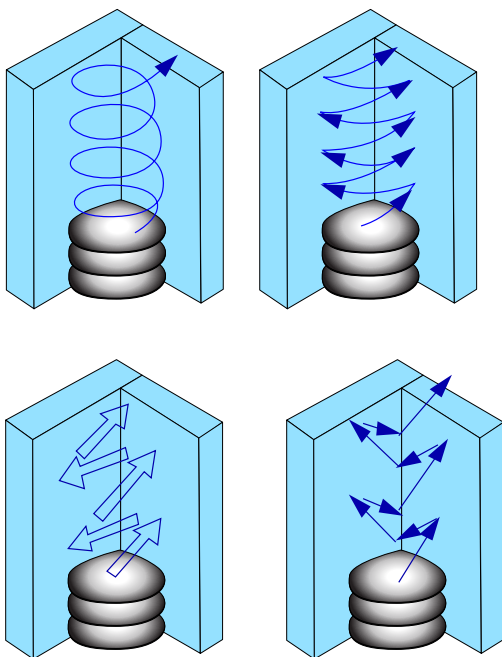


სურათი 102. ვერტიკალური ნაკერების შეღულება ქვევიდან-ზევით (ა) და „ზევიდან-ქვევით“ (ბ)

ზოგიერთ შემთხვევაში, ვერტიკალურ შეღულებას აწარმოებენ „ზევიდან-ქვევით“ შეღულების ხერხით. ამ ხერხით შეღულებისას, რკალი იჭერს წვეთს და გამდნარი ლითონის და წიდას ჩამოღვენთისაგან.

ნაკლები დენის ძალით, ვიდრე ქვედა მდებარეობაში შეღულებისას, ელექტროდის ბოლოს განივი რხევით. მოძრაობის ამპლიტუდა (1,5-2,0) მმ უნდა იყოს. ელექტროდის განლაგება შესაძლებელია დეტალების მიმართ და რხევითი მოძრაობა ნაჩვენებია ნახაზზე.

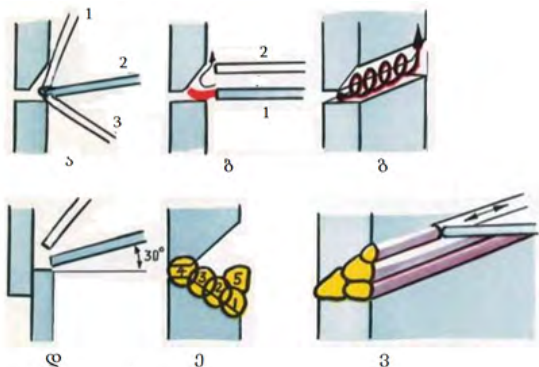
ვერტიკალური ნაკერების შესრულება სასურველია 3-4 მმ დიამეტრის ელექტროდებით და 15-20%-ით



სურათი 161. ვერტიკალური ნაკერების შეღულებისას ელექტროდის რხევითი მოძრაობები:

- ა. სპირალურად (ჯერ თაროს დაღულებით ნაწიბურებზე);
- ბ. ნახევარმთვარისებრად (ჯერ თაროს დაღულებით ნაწიბურებზე);
- გ. კუთხით (შენაცვლებით ზევით-ქვევით ელექტროდის მოძრაობით);
- დ. „ნაძვისებრად“ (ელექტროდის მოძრაობით მარჯნივ ზევით, დაშვება, შემდეგ მარცხნივ მხარეს იგივეს გამეორება)

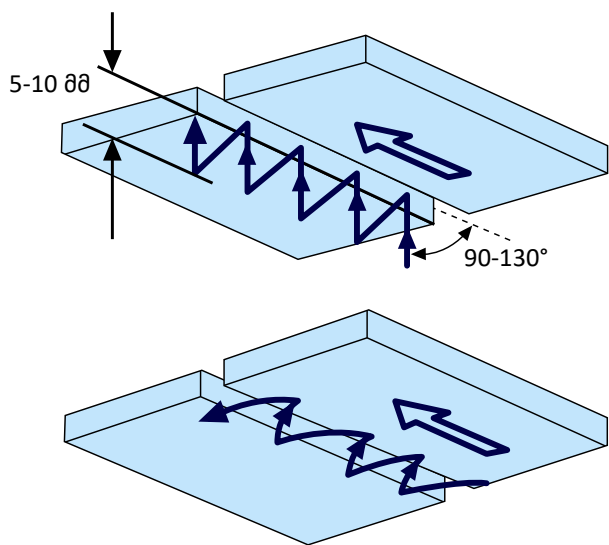
ჰორიზონტალური ნაკერის შედულება. ჰორიზონტალური ნაკერის შედულება ხდება ვერტიკალურ სიბრტყეში და ხორციელდება ნაწიბურების გამოყვანით, უფრო ხშირად, მხოლოდ ზედა შესადულებელი დეტალის ნაწიბურის გამოყვანით, რაც მნიშვნელოვნად აადვილებს ნაკერის შესრულების პროცესს. შედულება ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენები სქემების მიხედვით მიმდინარეობს.



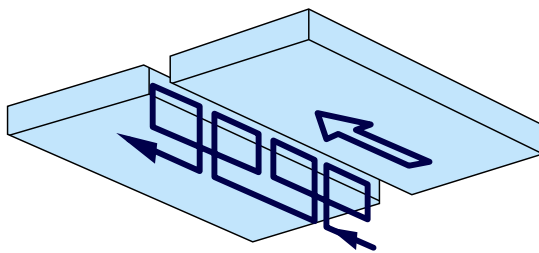
სურათი 103. ჰორიზონტალური ნაკერების შედულების სქემა

სასურველია, პირველი გავლა შედულდეს 3-4 მმ დიამეტრის ელექტროდით, შემდგომი კი – 4-5 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

ჭერისულ მდებარეობაში ნაკერის შედულება. ჭერის მდებარეობაში ნაკერის შესრულების პროცესი კიდევ უფრო რთულია, ვიდრე ვერტიკალურ მდებარეობაში. ასეთი ნაკერის შედულება აუცილებელია შესრულდეს რაც შეიძლება მოკლე რკალით და 20-25%-ით ნაკლები დენის ძალით, ვიდრე ქვედა მდებარეობაში შედულებისას. ჭერისულ ნაკერებს ადუღებენ 3-4 მმ დიამეტრის ელექტროდით. უდუფეტო შენადული შეერთების შესრულება შეუძლია მხოლოდ ძალიან მაღალი კვალიფიკაციის შემდუღებელს. ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენებია ნაკერის შესრულების ტექნიკა და ელექტროდის განლაგება შესადულებელი დეტალების მიმართ.



სურათი 104. ჭერისულ მდებარეობაში შედულება კიბისებრად (ა), ნახევარმთვარისებრად (ბ) და უკუწინსვლით (გ); დიდი ისრით – შედულების მიმართულება, პატარა ისრებით – ელექტროდის მოძრაობა



8. დეფექტები შენაღულ შეერთებაში

შენაღული კონსტრუქციების დამზადებისას, შენაღული შეერთების ხარისხი მნიშვნელოვნად განაპირობებს მის საექსპლუატაციო საიმედოობას და ეკონომიურობას. შენაღულ შეერთებაში დეფექტების არსებობამ შეიძლება გამოიწვიოს გეომეტრიული ზომების, სიმტკიცის და სხვა საექსპლუატაციო მახასიათებლების დარღვევა, ზოგიერთ შემთხვევაში კი კონსტრუქციის რღვევა მისი დამზადების, მონტაჟის და ექსპლუატაციის პერიოდში მუშაობის დროს. ლითონის კონსტრუქციებს დამზადებისას, რეალურ პირობებში მიუხედავად ტექნოლოგიური პროცესის სრული დაცვისა (სწორად შერჩეული ძირითადი და საშემდგომლო მასალები, გამართული საშემდგომლო მოწყობილობა. ოპტიმალური შედუღების რეჟიმები, კვალიფიციური შემდგომელი და სხვა), ხშირია დეფექტების წარმოქმნის ალბათობა. წარმოქმნილი დეფექტების უარყოფითი გავლენის შესამცირებლად, საჭიროა შენაღული შეერთების კონტროლი კონსტრუქციის დამზადების ყველა ეტაპზე.

შენაღული კონსტრუქციის ხარისხის კონტროლი, დეფექტების აღმოჩენა და გამოსწორება, საკმაოდ შრომატევადი პროცესია და მნიშვნელოვნად განაპირობებს კონსტრუქციის ღირებულებას. ნაკეთობის ხარისხის კონტროლის სამუშაოები მიმართული უნდა იყოს დეფექტების წარმოშობის გაფრთხილებაზე და არა მის აღმოჩენაზე.

დნობით შედუღებით დამზადებული კონსტრუქციების შენაღულ შეერთებებს ანსხვავებენ მათი წარმოქმნის მიზეზის და განლაგების (შიგა და გარე) ადგილის მიხედვით.

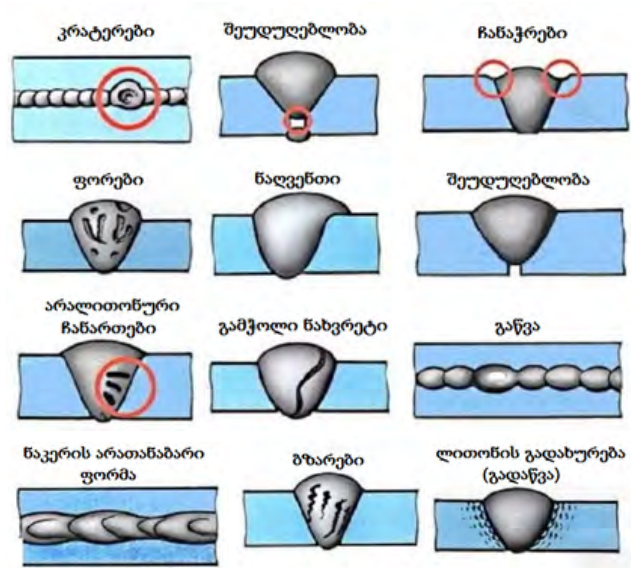
წარმოქმნის მიზეზით გამოწვეული დეფექტები შეიძლება ორ ჯგუფად გაიყოს.

პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება დეფექტები, რომლებიც დაკავშირებულია მეტალურგიულ და სითბურ მოვლენებთან და რომლებიც წარმოიქმნებიან შედუღების აბაზანის წარმოშობის, ფორმირების და კრისტალიზაციის დროს და შენაღული შეერთების გაცივების დროს. ასეთ დეფექტებს მიეკუთვნება: კრისტალიზაციური (ცხელი) და ცივი ბზარები

შენაღულ ნაკერში და ნაკერმიმდებარე ზონაში, ფორები, არალითონური ჩანართები და სხვა.

მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ნაკერის ფორმირების დეფექტები, ანუ ის დეფექტები, რომლებიც დაკავშირებულია შედუღების რეჟიმების არასწორ შერჩევასთან და რეჟიმის დარღვევასთან, კონსტრუქციის არასწორ აკრებასთან შედუღების წინ, საშემდგომლო მოწყობილობის გაუმართაობასთან, შემდგომდგომის დაბალ კვალიფიკაციასთან და სხვა.

ასეთ დეფექტებს მიეკუთვნება: შეუდუღებლობა, გაწვა, კრატერი და სხვა. მიუხედავად იმისა, რომ დაუშვებელია დეფექტების არსებობა შენაღულ შეერთებაში, ზოგიერთ შემთხვევაში, კონსტრუქციის დანიშნულებიდან, მასზე მოსული დატვირთვის სახის, კლიმატური პირობების მიხედვით, შეიძლება დაშვებული იყოს ცალკეული დეფექტები, მათი ჯამური რაოდენობა და ერთმანეთთან დამორება. აღნიშნული დაშვებები წარმოდგენილი უნდა იყოს ტექნოლოგიურ ინსტრუქციაში.



სურათი 105. შენაღული ნაკერების დეფექტების სახეები

შენადუდი ნაკერების დეფექტების სახეები		
გრძივი ბზარები ნაკერმიმდებარე ზონაში	გრძივი და განივი ბზარები	ჩანაჭერი
 <p>გრძივი ბზარები ნაკერმიმდებარე ზონაში</p>	 <p>გრძივი და განივი ბზარები</p>	 <p>ჩანაჭერი</p>
ფორები	არათანაბარი სიგანის ნაკერი	კრატერი
 <p>ფორები</p>	 <p>არათანაბარი სიგანის ნაკერი</p>	 <p>კრატერი</p>
გაწვა	ბზარი, გამჭოლი ნახვრეტი	
 <p>გაწვა</p>	 <p>ბზარი გამჭოლი ნახვრეტი</p>	
შენადუდი შეერთების დეფექტები		
შენადუდი შეერთების ჩამოთვლილი დეფექტებიდან, განსაკუთრებულ ყურადღებას საჭიროებს: ცხელი და ცივი ბზარების, ფორების და არალითონური ჩანართების წარმოშობის გაფრთხილების ღონისძიებები.		

8.1. ცხელი (კრისტალიზაციური) ბზარები

ცხელი ბზარების ჩასახვა ნაკერის ლითონის პირველადი კრისტალიზაციის პროცესში (ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზებს შორის) ხდება, როდესაც ლითონი თხევად-მყარ მდგომარეობაში იმყოფება. ნაკერის ღერძთან მიმართებაში ცხელი ბზარები შეიძლება განლაგებული იყოს გრძივი და განივი მიმართულებებით, ზოგჯერ შეიძლება ადგილი ექნეს დეფექტებს, რომლებიც გრძივი და განივი ბზარების კომბინაციას წარმოადგენენ.

ცხელი ბზარები შეიძლება გამოიწვიოს ან არ გამოიწვიოს ნაკერის ზედაპირზე. ბზარებს, რომლებიც ნაკერის ზედაპირზე ამოდიან, ალისფერი

შესახეა აქვთ. რომლებიც ზედაპირზე არ ამოდიან, რუხ-თეთრი ფერი აქვთ.

ზედაპირზე ამოსული ბზარების აღმოჩენა შეიძლება ვიზუალური დაკვირვებით ან მაგნიტოფხვნილური მეთოდით. ბზარები, რომლებიც არ ამოდიან ზედაპირზე, შეიძლება აღმოჩენილი იქნას კონტროლის რენტგენოგრაფიული ან ულტრაბგერითი მეთოდებით.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ბზარები, უმრავლეს შემთხვევაში, წარმოადგენს შენადუდი შეერთების დაუშვებელ წუნს, რადგან შეიძლება კონსტრუქციის მყიფე, დაღლილობითი ან კოროზიული

რღვევის მიზეზი გახდეს. კრისტალიზაციური ბზარები, კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებისას, წუნის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი შეიძლება გახდეს.

კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის პროცესი სათავეს იღებს ე.წ. კრისტალიზაციის ეფექტურ ინტერვალში, რომელშიც ნაკერის ლითონი იმყოფება თხევად-მყარ მდგომარეობაში. ნაკერის ლითონის ეს მდგომარეობა ხასიათდება ამაღლებული სიმყიფით, რის გამოც, კრისტალიზაციის ეფექტურ ინტერვალს სიმყიფის ტემპერატურულ ინტერვალს უწოდებენ.

ამ ინტერვალის გავლის შემდეგ, ნაკერის ლითონის პლასტიკურობა მნიშვნელოვნად იზრდება. სიმყიფის ტემპერატურული ინტერვალის სიდიდე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნაკერის ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე და, როგორც რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამიდან ჩანს, უპირატესი გავლენა ნახშირბადის შემცველობას აქვს.

შესადუღებელ დეტალებს არათანაბარი გახურება-გაცივებისა და ხისტი ჩამაგრების გამო ნაკერის ლითონის გამყარება მიმდინარეობს გამჭიმავი დაბვეების მოქმედების პირობებში, რის გამოც, ნაკერის ლითონი განიცდის პლასტიკურ დეფორმაციას. თუ სიმყიფის ტემპერატურულ ინტერვალში დეფორმაციის სიდიდე მეტია, ვიდრე ლითონის პლასტიკურობა, წარმოიქმნება ბზარები. თუ დეფორმაციის სიდიდე ნაკლებია, ბზარების წარმოქმნა არ ხდება.

შედუღების ტექნოლოგიის დამუშავებისას, მხედველობაშია მისაღებია, რომ ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: კრისტალიზაციის პროცესი მოქმედ გამჭიმავ დაბვეებზე, ნაკერის ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე, ნაკერის ლითონის ფორმაზე.

გამჭიმავი დაბვეების გავლენა. რეალურ პირობებში, პრაქტიკულად შეუძლებელია მთლიანად განთავისუფლდეს კრისტალიზაციის პროცესში მყოფი ნაკერის ლითონი გამჭიმავი დაბვეებისაგან. ამიტომ ამოცანა მდგომარეობს ამ დაბვეების მნიშვნელობის შემცირებაში, იმ სიდიდემდე, რომელიც არ გამოიწვევს ბზარების წარმოქმნას.

ამის მიღწევა შესაძლებელია კვანძებისა და ელემენტების რაციონალური კონსტრუირების გზით, ნაკერების რაოდენობის და თავმოყრის შემცირების გზით, ნაწიბურების გამოყვანის ოპტიმალური ფორმის შერჩევით, კვანძების ზედმეტი სიხისტის შემცირების გზით და სხვა.

გამჭიმავი დაბვეების გავლენის შემცირება ტექნოლოგიური ღონისძიებების გზით, შესაძლებელია შესადუღებელი დეტალების წინასწარი გახურებით, ნაკერების თანმიმდევრობის რაციონალური გზის, შედუღების ხერხის და რეჟიმების ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევით.

წინასწარი გახურების ტემპერატურა, რომლის დროს არ ხდება ბზარების წარმოქმნა, დამოკიდებულია ნაკერის ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე, ნაკერის კვეთის ფორმაზე, და სხვა ფაქტორებზე და იცვლება 150-500°C ზღვრებში.

ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობის რაციონალური ვარიანტის შერჩევისას, აუცილებელია გათვალისწინებული იქნას მათი ოპტიმალური ჩამაგრება, რაც გამჭიმავი დაბვეების შემცირებას გამოიწვევს. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს კონსტრუქციის ასაწყობად გამოყენებული მომჭიდების გადადნობას, რადგან ამ დროს, დეტალების ნაწიბურებს შორის ღრეჩო ცდილობს გაფართოებას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება მნიშვნელოვანი გამჭიმავი დაბვეები. ზოგიერთ შემთხვევაში, ამან შეიძლება ბზარების წარმოქმნა გამოიწვიოს.

ამის თავიდან ასაცილებლად, საჭიროა მომჭიდები დავადოთ ნაკერის მეორე მხრიდან ან შევამციროთ მანძილი მათ შორის.

ნაკერის თავში და ბოლოში ბზარების წარმოქმნის თავიდან აცილება შესაძლებელია დროებითი შემავალი და გამომავალი თამასების გამოყენებით და მათი ხისტი მიმაგრებით შესადუღებელ დეტალებზე.

ნაკერის ლითონის ქიმიური შედგენილობის გავლენა. შეიძლება ითქვას, რომ ნაკერის ლითონის ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობაზე. ნაკერის ლითონში შემავალი ელემენტებიდან, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმ ელემენტებს, რომელთა

შემცველობა მნიშვნელოვნად ამცირებს ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობას. ასეთი ელემენტებია გოგირდი, ფოსფორი და ნახშირბადი.

გოგირდის გავლენა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნაზე გამოიხატება ადვილდნობადი სულფიდური ჩანართების წარმოქმნაზე შედეგების პროცესში და მათ განლაგებაზე კრიტალიტების ირგვლივ, რაც მნიშვნელოვნად ასუსტებს კავშირს მათ შორის და, მცირე გამჭიმავი ძაბვების შემთხვევაშიც კი, ხდება ბზარების წარმოქმნის მიზეზი.

ფოსფორი, გოგირდის მსგავსად, მავნე ელემენტია. ეს ელემენტი ამცირებს ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობას კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ და ამცირებს ლითონის დარტყმით სიბლანტეს, განსაკუთრებით დაბალ ტემპერატურაზე. გოგირდის და ფოსფორის უარყოფითი გავლენა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნაზე ძლიერდება, რადგან მათი თავმოყრის ადგილი ერთმანეთს ემთხვევა.

გოგირდის და ფოსფორის უარყოფითი გავლენის გამო, მათი შემცველობა საკონსტრუქციო ფოლადებში შეზღუდულია.

გოგირდის და ფოსფორის უარყოფითი გავლენის გამო მათი შემცველობა საკონსტრუქციო ფოლადებში შეზღუდულია.

ნახშირბადი ნაკერის ლითონის ერთ-ერთი მთავარი ელემენტია, რომელიც განაპირობებს მის სტრუქტურას და თვისებებს, სიმტკიცეს და ქცევას ექსპლუატაციის პროცესში. ამასთან, ნახშირბადი უარყოფით გავლენას ახდენს ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობაზე ბზარების წარმოქმნის მიმართ.

ნახშირბადოვანი და დაბალლეგირებული ფოლადების შენადუდ ნაკერებში, ნახშირბადი აძლიერებს გოგირდის უარყოფით გავლენას. ნახშირბადის კრიტიკული შემცველობა დამოკიდებულია კვანძის კონ-

სტრუქციაზე, წინასწარი გახურების არსებობაზე, ნაკერის ფორმაზე და მასში სხვა ელემენტების შემცველობაზე, პირველ რიგში – გოგირდზე.

რადგან ნახშირბადი ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე დაბალფასიან და არადეფიციტურ ელემენტად, რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის ნაკერის სიმტკიცეს, რაციონალური შედეგების ტექნოლოგიის დამუშავების ოპერაცია უნდა ეყრდნობოდეს ნაკერის ლითონში ნახშირბადის ისეთი რაოდენობის შენარჩუნებას, რომელიც არ გამოიწვევს შენადუდ ნაკერში კრისტალიზაციური ბზარების მიმართ წინააღმდეგობის შემცირებას. ნაკერის ლითონში ნახშირბადის რაოდენობის შესამცირებლად იყენებენ ნახშირბადის დაბალი შემცველობის საელექტროდე ლითონს. შენადუდ ნაკერში ნახშირბადის რაოდენობის შემცირება ასევე შესაძლებელია შედეგების დენის სახეობისა და პოლარობის სწორი შერჩევით.

შედეგების აბაზანის ფორმის გავლენა. შედეგების ხერხის და რეჟიმის ცვლილება იწვევს შედეგების აბაზანის ფორმას ცვლილებას და შესაბამისად იცვლება ნაკერის ფორმაც. ნაკერის კონფიგურაცია ხასიათდება მისი ფორმის კოეფიციენტით – ნაკერის სიგანის შეფარდებით მის სიმაღლესთან (ჩადულების სიღრმესთან). პირობითად, ეს შეფარდება გაყოფილია სამ ჯგუფად, ფორმის კოეფიციენტით:

- ა) $0,8 \div 1,2$;
- ბ) $1,3 \div 5$;
- გ) > 5 .

ფორმის კოეფიციენტის გაზრდა გარკვეულ სიდიდემდე (დაახლოებით 6-მდე) იწვევს ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობის ამადლებს კრისტალიზაციური ბზარების მიმართ, შემდგომი გადიდება კი ამცირებს წინააღმდეგობას.

8.2. ცივი ბზარები

განსხვავებით კრისტალიზაციური ბზარებისაგან, ცივი ბზარები წარმოიქმნება შენაღული შეერთების 200°C-ზე ქვემოთ გაცივებისას. ცივი ბზარების წარმოქმნა, უპირატესად, იმ შენაღულ შეერთებებში ხდება, რომლებიც მიდრეკილი არიან წრთობისადმი. გარდა აღნიშნულისა, ცივი ბზარები უფრო ხშირად წარმოიქმნება ნაკერმიმდებარე ზონაში და შედარებით იშვიათად შენაღული ნაკერში.

შენაღულ შეერთებაში განლაგების მიხედვით ანსხვავებენ გრძივ და განივ ცივ ბზარებს, რომლებიც განლაგებული არიან ნაკერის ლითონში და ნაკერმიმდებარე ზონაში. ხშირად გვხვდება ცივი ბზარები, რომლებიც ნაკერმიმდებარე ზონიდან გადადიან ნაკერში. ბზარების გადასვლა ნაკერიდან ნაკერმიმდებარე ზონაში გვხვდება შედარებით იშვიათად.

ცივი ბზარების აღმოჩენა ხდება გარეგანი დათვალიერებით, ულტრაბგერითი კონტროლით. მაკრო- და მიკროშლიფების შემოწმებით. ნიმუშების ტესტის მიხედვით. გარეგანი დათვალიერებით, ცივი ბზარები, ცხელი ბზარებისაგან განსხვავდება ნაკლები სიგანით.

გარდა წარმოქმნის ტემპერატურისა, შესახედაობისა და განლაგების ადგილისა, შენაღულ შეერთებაში, ცივი ბზარების განმასხვავებელ მახასიათებლად მისი დაგვიანებული ჩასახვა და შენელებული ზრდა ითვლება. ცივი ბზარები შენაღულ შეერთებაში, უმრავლეს შემთხვევაში, შედუღების დამთავრების, გარკვეული დროის შემდეგ ჩაისახება და შემდგომ ნელა, რამდენიმე საათის და შეიძლება რამდენიმე დღის შემდეგ გავრცელდეს ძირითად ლითონში.

მრავალწლიანმა დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ცივი ბზარების ჩასახვა და გავრცელება შენაღულ შეერთებაში დაკავშირებულია შემდეგ ძირითად ფაქტორებთან: წრთობის მოვლენა, დიფუზიური წყალბადი და ჯამური დაძაბულობა (საშემდუღებლო და გარეგანი დატვირთვებისგან).

როგორც აღვნიშნეთ, ოპტიმალური ტექნოლოგიის დამუშავების შემთხვევაშიც კი ადგილი აქვს შენაღულ შეერთებაში ნარჩენი ძაბვების არსებობას.

წყალბადის ჰიპოტეზის თანახმად, თვლიან, რომ ძირითადი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს ნაკერმიმდებარე ზონის წინააღმდეგობას ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ, წყალბადია, რომელიც ნაკერმიმდებარე ზონაში ნაკერიდან გადადის. შენაღულ ნაკერში წყალბადი ძირითადი ლითონიდან და საშემდუღებლო მასალებიდან ხვდება, რის შემდეგაც, ის დიფუზიის გზით გადადის ნაკერმიმდებარე ზონაში არსებულ სიცარიელებში, ატომურიდან გარდაიქმნება მოლეკულურად და მოცულობაში იზრდება დაძაბული მდგომარეობა. დადგენილია, რომ წყალბადის მავნე გავლენის შესამცირებლად, საჭიროა შესაღულბელი დეტალების ნაწიბურების კარგად გაწმენდა (ჟანგისაგან, ტენისაგან, ზეთისა და სხვა დაბინძურებისაგან). საშემდუღებლო მასალები უნდა გამოშრეს შედუღების წინ. ასევე, მუდმივი დენის გამოყენება ცვლადის ნაცვლად, ამცირებს წყალბადის მავნე გავლენას.

წრთობის ჰიპოტეზის თანახმად, ფოლადებში, რომლებიც ხასიათდებიან წრთობისადმი მიდრეკილებით, შენაღული შეერთების ნაკერმიმდებარე ზონის გაცივებისას, წარმოიქმნება მარტენსიტული სტრუქტურა და რთული დაძაბული მდგომარეობა, რომელიც განპირობებულია ჯამური საშემდუღებლო და სტრუქტურული ძაბვებით.

ცივი ბზარების წარმოქმნის პროცესზე წარმოქმნილი რთული დაძაბული მდგომარეობის მავნე გავლენის შესამცირებლად, მიმართავენ შესაღულბელი დეტალების წინასწარ გახურებას, შედუღების შემდგომი გაცივების სიჩქარის შესამცირებლად, შედუღების ისეთი ხერხის გამოყენებას, რომელიც უზრუნველყოფს გაცივების დაბალ სიჩქარეს, ან შენაღული შეერთების შედუღების დამთავრების შემდეგ უტარებენ თერმულ დამუშავებას (მოშვებას).

წრთობადი ფოლადების შედუღების პროცესზე მრავალწლიანმა დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ცივი ბზარების გამომწვევი სამი ძირითადი ფაქტორიდან თითოეულის ცალ-ცალკე მოქმედება ნაკლებად საზიანოა. დეფექტების წარმოქმნის ალბათობა ნახტომისებურად იცვლება, თუ ორი ფაქტორი მაინც მოქმედებს ერთდროულად.

8.3. ფორები შენაღდ ნაკერში

ფორები არის ნაკერის ლითონში აირით შევსებული სიცარილეები, ანუ აირების ჩანართები. ეს ჩანართები წარმოიქმნება თხევადი ლითონის აირებით გადაჯერების შედეგად, რომლებიც ვერ ასწრებენ თხევადი ლითონის ზედაპირზე ამოსვლას, კრისტალიზაციის პროცესში ტემპერატურის სწრაფი კლების დროს და რჩებიან მასში ბუმბულაკების სახით.

ფოლაღების შეღუღებისას, ფორების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი წყალბადი, აზოტი და ნახშირჟანგია. დანარჩენი აირების გავლენა უმნიშვნელოა. ფორების წარმოქმნა ალუმინის და მისი შენადნობების შეღუღებისას, ძირითადად, წყალბადითაა გამოწვეული. ხოლო სპილენძის შეღუღებისას, ნაკერებში ფორები ძირითადად გამოყოფილი წყლის ორთქლით წარმოიქმნება.

ფორები ისე, როგორც ბზარები, შეიძლება ამოღოდეს ან არ ამოღოდეს ნაკერის ზედაპირზე. მათ აღმოჩენა ისე, როგორც ბზარებისა, შესაძლებელია ვიზუალური დაკვირვებით და ულტრაბგერითი კონტროლის მეთოდის გამოყენებით.

ფორების არსებობა შენაღდ ნაკერში არაა ისეთი საშიში ღეფექტი, როგორც ბზარები, თუმცა ზოგჯერ ფორებს წაგრძელებული და ერთმანეთის მიყოლებით ძეწვისმაგვარი ფორმა აქვთ და აღვიღად შეიძლება წარმოიქმნას ბზარები, ამიტომ ფორები ნებისმიერ შემთხვევაში არასასურველი დაუშვებელი ღეფექტია.

შენაღდ ნაკერში ფორების წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება გახდეს: დაჭუჭყიანებული შესაღუღებელი ღეტაღების ნაწიბურები, ნოტიო ელექტროღები, ასევე შეიძლება გამოიწვიოს შეღუღების გაღამეტებულმა (მაღალმა) სიჩქარემ, რა დროსაც ირღვევა შეღუღების აბაზანის აირული ღაცვა.

შენაღდ ნაკერში ფორების წარმოქმნის შეზღუღვის ძირითად ხერხებს წარმოადგენს: შესაღუღებელი ღეტაღების ნაწიბურების გაწმენდა (ჟანგისაგან, ტენისაგან, ზეთისაგან, საღებავისაგან და სხვა), შეღუღების აბაზანის აირული და წიღური ღაცვა ჰაერის მავნე ზემოქმეღებისაგან, შეღუღების რეჟიმის ოპტიმალური ვარიანტის შერჩევა, საშემღუღებლო მასაღების გამოშრობა და სხვა.

8.4. არალითონური ჩანართები შენაღდ ნაკერში

არალითონური ჩანართები არ მიეკუთვნება შენაღდ ნაკერის ღეფექტებს, მაგრამ შესამჩნევი გავლენა აქვს მის ხარისხზე და თვისებებზე. ფოლაღისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შენაღდ ნაკერებში გვხვება შემღეგი ტიპის არალითონური ჩანართები: ოქსიღური, სულფაღური და ფოსფორშემღველი.

არალითონური ჩანართები წარმოიქმნება ლითონში მიმღინარე პროცესების, მაგალითად, ქიმიური რეაქციების, აგრეთვე, გარედან უცხო ნაწილაკების მოხვეღრის შედეგად.

ოქსიღური ჩანართები ამცირებენ შენაღდ ნაკერის ღარტყმით სიბღანტეს ნახშირბადოვანი და დაბალღეგირებული ფოლაღებისაგან დამზადებულ კონსტრუქციებში.

სულფიღური ჩანართების გავლენა განსაკუთრებით საშიშია კრისტალიზაციურ ბზარებთან დამოკიღებულღებაში.

ფოსფიღური ჩანართების მავნე გავლენა გამოიხატება შენაღდ შერების მექანიკური თვისებების გაუარესებაში, ნორმალურ და განსაკუთრებით, დაბალ ტემპერატურაზე.

8.5. წილური ჩანართები, გაწვა, კრატერები და შენაღული შეერთების სხვა დეფექტები

წილური ჩანართები ნაკერის ლითონში. წილური ჩანართი არის არალითონური ნივთიერებებით შევსებული/მოცულობა და მას სხვადასხვა ფორმა აქვს. წილური ჩანართები უმეტესად განლაგებულია ძირითადი ლითონის დადუღებულ ლითონთან შეერთების ზონაში, ხოლო მრავალგავლიანი შედუღებისას, წინამდებარე ფენების ზედაპირზე. მათი სიმტკიცე ძალიან დაბალია, რის გამოც მცირდება შენაღული ნაკერის კვეთი. გარდა ამისა, მრავალგავლიანი შედუღებისას წილების განფენის ადგილი ართულებს რკალის ანთებას ყოველი მომღვეწო გავლისას.

ნაკერის ლითონში წილური ჩანართების არსებობის მიზეზი შეიძლება გახდეს მრავალფენოვანი შედუღებისას, ყოველი წინა ფენის არასათანდო გასუფთავება წილისგან, გარდა ამისა, წილის წარმოშობის მიზეზი შეიძლება გახდეს დაბალი დენის ძალა შედუღების მაღალი სიჩქარის დროს.

გაწვა. გაწვა არის შედუღების აბაზანიდან თხევადი ლითონის გადინება ხვრელის წარმოქმნით. მისი წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება იყოს შედუღების მაღალი დენი, შედუღებისას დაბალი სიჩქარის პირობებში, ასევე, შესაძლებელ დეტალებს შორის დიდი ღრეჩოს არსებობა, ქვესადების არამჭიდრო მიერთება შესაძლებელ დეტალებზე და სხვა.

კრატერი. კრატერს უწოდებენ ჩადმავებას, რომელიც წარმოიქმნება შედუღების ნაუცბათევი შეწყვეტისას. კრატერის უბანზე ნაკერის კვეთი შემცირებულია და, უმრავლეს შემთხვევაში, შეინიშნება მცირე ზომის ბზარები. კრატერის სიგრძე დამოკიდებულია შედუღების რეჟიმებზე და იცვლება 20-200 მმ-ის ფარგლებში. ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას დნობადი ელექტროდით, კრატერი წარმოიქმნება ცალკეული ელექტროდით შედუღებული ნაკერის ბოლოში. ყოველი ახალი ელექტროდით რკალის ანთებისას და ნაკერის გაგრძელებისას, საჭიროა შედუღების პროცესი დაიწყოს წარმოქმნილი კრატერის გადადნობით. თუ შესაძლებელ დეტალებს არ აქვთ შემავალი და გამომავალი თამასები, კრატერი ნაკერის ბოლოში კარგად უნდა ჩადუღდეს და რკალი გაწყვიტოთ ნაკერის დადუღებულ ლითონზე და არავითარ შემთხვევაში ძირითად ლითონზე.

შეუღებლობა. შეუღებლობა წარმოიქმნება, როდესაც შენაღული ნაკერის დადუღებული ლითონი არაა შედნობილი ძირითადი ლითონის ან იმავე ნაკერის წინა ფენის დადუღებულ ლითონს. ასეთი დეფექტის წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება იყოს გაუსუფთავებელი ნაწიბურები, გრძელი რკალი, შედუღების დენის ძალის არასაკმარისი სიდიდე, შედუღების მაღალი სიჩქარე და სხვა.

9. საშემდგომო მასალები

რკალური შედეგების სხვადასხვა ხერხის გამოყენებისას, შენადუდი ნაკერის ფორმირება სხვადასხვა საშემდგომო მასალის დახმარებით ხორციელდება.

შესადუდებელი მასალების თვისებები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მათ შედგენილობასა და სტრუქტურაზე. იმისათვის, რომ მივიღოთ ძირითადი ლითონის ტოლფასი (თანაბარმტკიცე) შენადუდი შეერთება, აუცილებელია შენადუდი ნაკერის სტრუქტურა შესადუდებელი ლითონის სტრუქტურის მსგავსი იყოს. თუმცა ამის მიღწევა რთულია და ხშირ შემთხვევაში – შეუძლებელიც.

ნაკერის ლითონის და ძირითადი ლითონის თვისებების დაახლოება შესაძლებელია ნაკერის ლითონის შესაბამისი ქიმიური შედგენილობის შერჩევით, რისთვისაც გამოიყენება სხვადასხვა

სახის საშემდგომო მასალები (საშემდგომო მავთული, ლითონის დერო, უდნობი და დნობადი ელექტროდები, ფლუსები). აღსანიშნავია, რომ შედეგების პროცესში, ხდება ლითონის თხევადი აბაზანის შევსება, გარდა ამისა, აუცილებელია, შედეგების აბაზანის თხევადი ლითონის დაცვა ატმოსფერული ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან (აზოტისა და ჟანგბადისაგან), რისთვისაც გამოიყენება დამცავი აირები, ელექტროდის დაფარვა და საშემდგომო ფლუსი.

შენადუდი ნაკერის, შენადუდი შეერთების და, შესაბამისად, მთელი შენადუდი კონსტრუქციის სიმტკიცე და საიმედოობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული საშემდგომო მასალების სწორ შერჩევაზე და დამუშავებული შედეგების ტექნოლოგიის დაცვაზე.

სახელმძღვანელოში საშემდგომო მასალების ქიმიური შედგენილობა, მექანიკური თვისებები და სხვა მახასიათებლები მოყვანილია სახელმწიფო სტანდარტი „გოსტ“-ის ან ISO საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით.

ზოგიერთი საშემდგომო მასალის ქიმიური შედგენილობა და მექანიკური თვისებები მოცემულია დანართში.

9.1. საშემდგომლო მავთულები და ღეროები

დამცავ აირებში და ფლუსის საფარში რკალური შედუღებისას, აგრეთვე ელექტროწიღური შედუღებისას, გამოიყენება „მიშველი“ (დაუფარავი) საშემდგომლო მავთული. ხელით ელექტრორკალური შედუღებისათვის ელექტროდების დასამზადებლად, საშემდგომლო მავთულს ჭრიან 350-450 მმ სიგრძის ღეროებად და ზედაპირზე სხვადასხვა ხერხით ხდება დაფარვის დადება. ფერადი ლითონების, თუჩის და ზოგიერთი სპეციალური მასალის შედუღებისას, გამოიყენება სხმული საელექტროდე ღეროები.

საშემდგომლო მავთულის ზედაპირი უნდა იყოს სუფთა, ჟანგის, ზეთის და სხვა გაჭუჭყიანებისაგან თავისუფალი. საშემდგომლო მავთულის ზედაპირი შეიძლება იყოს მოსპილენძებული ან მის გარეშე. მოსპილენძებული ზედაპირი აუმჯობესებს კონტაქტს მავთულსა და დენიმყვან მოწყობილობას შორის, აგრეთვე, ამცირებს მავთულის ზედაპირის დაჟანგვის ალბათობას.



სურათი 106. სხვადასხვა დიამეტრის მოსპილენძებული მავთულის დოლები

საშემდგომლო მავთულს ამზადებენ სტანდარტით და სპეციალური ტექნიკური პირობით. სტანდარტის მიხედვით, საშემდგომლო მავთულებს ჰყოფენ დაბალნახშირბადიან, ლეგირებულ და მაღალლეგირებულ საშემდგომლო მასალებად.

მავთული დიამეტრით 6 მმ-მდე, გამოიყენება შედუღების მექანიზირებული ხერხებისათვის და მომხმარებლისათვის მისი მიწოდება ხდება მზა სახით (დოლზე დახვეული).

მავთულის მარკის პირობით აღნიშვნაში შედის ინდექსი Cb და მასთან ერთად ციფრები და ასოები. ციფრები მარკაში მიუთითებენ ნახშირბადის შემცველობას მეასედ პროცენტებში, ისე როგორც ფოლადის აღნიშვნაში. მარკაში შემავალი მალეგირებული ელემენტები აღინიშნება ასოებით, ხოლო მათ შემდეგ მდგომი ციფრები მიუთითებენ ელემენტების შემცველობას პროცენტებში. თუ ასოს შემდეგ ციფრი არაა, ეს ნიშნავს, რომ მალეგირებული ელემენტის შემცველობა 1%-მდეა. თუ მავთულის მარკის ბოლოში A ასოა, ეს ნიშნავს, რომ მავთულის ლითონი მაღალი სისუფთავისაა გოგირდისა და ფოსფორის შემცველობის მიმართ.

დაბალნახშირბადიანი საშემდგომლო მავთულები Cb-08, Cb-08A და Cb-08AA დამზადებულია მდუღარე ფოლადისაგან, ხოლო Cb-08FA, Cb-10FA და Cb-10F2 – ნახევრად მშვიდი ფოლადისაგან. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, ეს დაბალნახშირბადიანი მავთულები ერთმანეთისაგან ძირითადად განსხვავდებიან მანგანუმის, გოგირდის და ფოსფორის შემცველობით.

საშემდგომლო ლეგირებული მავთული შეიძლება შეიცავდეს ექვსამდე მალეგირებულ ელემენტს და მათი ჯამური რაოდენობა ხშირად 6%-ს აღწევს. ეს მავთულები შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვადასხვა სახის ნახშირბადიანი და ლეგირებული ფოლადების შესადუღებლად.

საშემდგომლო მავთულებს Cb-15CTIOQA და Cb-20CTIOA იყენებენ რკალური შედუღებისათვის დამატებითი დაცვის გარეშე. სილიციუმით და მანგანუმით ლეგირებულ მავთულებს (Cb-08FA, Cb-10FC) იყენებენ საკონსტრუქციო ფოლადების შესადუღებლად CO₂-ში.

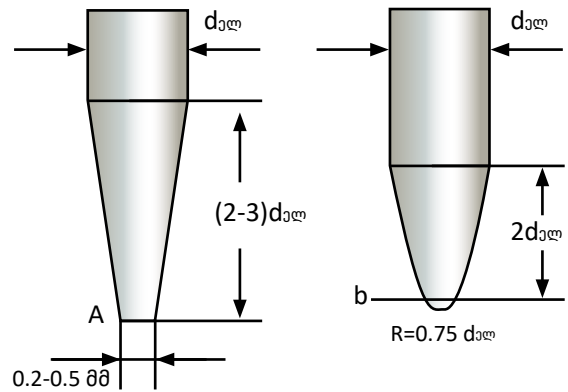
საშემდგომლო მავთულებს Cb-08HXHM, Cb-08XH2M, Cb-08XFCMA და სხვას იყენებენ დაბალლეგირებული მაღალი სიმტკიცის ფოლადების შესადუღებლად.

უდნობი საელექტროდე ღეროები. უდნობი საელექტროდე ღეროებს ამზადებენ სუფთა ვოლფრამისაგან, იტრიუმის, თორიუმის და ლანთანის

მინარევებით; ელექტროტექნიკური ნახშირისაგან და სინთეტიკური გრაფიტისაგან. შედარებით ფართოდ გამოიყენება ვოლფრამის და აქტივირებული მინარევების შემცველი ელექტროდები, რაც განპირობებულია ვოლფრამის მაღალი დნობის ტემპურატურით (4500°C) და მისი მაღალი ელექტროგამტარობით და თბოგამტარობით.

ვოლფრამის უდნობი ელექტროდები ფტორ კალციუმიანი დაფარვით გამოიყენება დამცავ ინერტულ აირებში (არგონი, ჰელიუმი) რკალური შედუღებისას, პლაზმური შედუღებისათვის, ქრისათვის, დადუღებისა და დაფრქვევისათვის.

ვოლფრამის ელექტროდებს ამზადებენ 0,2-12 მმ დიამეტრით. ცვლადი დენით შედუღების შემთხვევაში, რეკომენდირებულია ელექტროდის ბოლოს სფეროს ფორმით წამახვილება, ხოლო მუდმივი დენის შემთხვევაში, წამახვილება უნდა იყოს კონუსური ფორმით. სუფთა ვოლფრამისაგან დამზადებული ელექტროდის შემთხვევაში, ხარჯი მეტია, ვოლფრამის ელექტროდების აქტივირებული მინარევებით.



სურათი 107. ვოლფრამის ელექტროდის ბოლოს კონუსური და სფეროს ფორმით წამახვილება:

A. მუდმივ დენზე შედუღებისათვის; B. ცვლად დენზე შედუღებისათვის

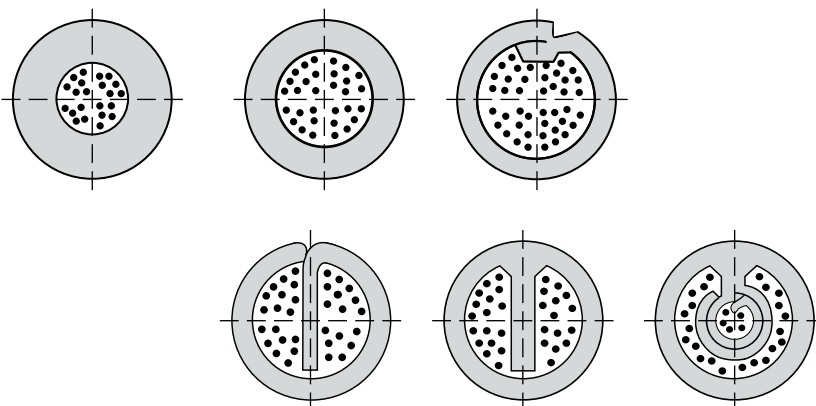
გრაფიტისა და ნახშირის ელექტროდები მცირე თბოგამტარობით ხასიათდებიან. ისინი მზადდებიან დიამეტრით 5-25 მმ და სიგრძით 200-300 მმ. ელექტროდის ბოლოს წამახვილება ხდება კონუსის ფორმით. გრაფიტის ელექტროდები ხასიათდებიან ნაკლები ხარჯით, ვიდრე ნახშირის ელექტროდები.

9.2. ფხვნილგულა მავთული

ფხვნილგულა მავთული – ეს უწყვეტი ელექტროდია, რომელიც ისე, როგორც დნობადი ელექტროდი, ორი ნაწილისაგან – ლითონის გარსაცმისა და ფხვნილოვანი შემავსებლისაგან შედგება. ფხვნილოვანი მასა აირწარმომქმნელი და წიდაწარმომქმნელი, ფეროშენადნობებისა და ლითონის ფხვნილისაგან შედგება.

ფხვნილგულა მავთულის გულარის მასის შეფარდებას მის მასასთან, შევსების კოეფიციენტი ეწოდება და კონსტრუქციის ტიპზე და დანიშნულებაზე დამოკიდებულებით 15-40%-ს შეადგენს.

ფხვნილგულა მავთული კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით ნაჩვენებია ნახაზზე.



სურათი 108. ფხვნილგულა მავთული კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით:

- ა. მარტივი მილისებრი მავთული;
- ბ. გარსის ერთი ნაღუნით;
- გ. გარსის ორი ნაღუნით;
- დ. ორფენოვანი

ფხვნილგულა მავთულებს ანსხვავებენ დანიშნულების, თხევადი აბაზანის დაცვის ხერხის, გულარის ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. ყველაზე მეტი გავრცელება მოიპოვა ფხვნილგულა მავთულებმა დაბალნახშირბადიანი და დაბალლეგირებული ფოლალების შედუღებისათვის.

შედუღების აბაზანის დაცვის ხერხის მიხედვით, ფხვნილგულა მავთულები იყოფა თვითდამცავ (შედუღების აბაზანის დაცვა ხდება მავთულის გულარში არსებული ელემენტების დახმარებით) და დამატებით დამცავი აირების გამოყენებით მომუშავე

მავთულებად. დამცავ აირად ძირითადად, ნახშირორჟანი გამოიყენება.

ფხვნილგულა მავთულის გამოყენება საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად ავამაღლოთ შედუღების მწარმოებლურობა. ფხვნილგულა მავთულით ნახევრად ავტომატური შედუღების მწარმოებლურობა 2-4-ჯერ მეტია, ვიდრე ხელით ელექტროორკალური შედუღებისას დნობადი ელექტროდით და 10-15%-ით მეტია, ვიდრე CB-08F2C მავთულით ნახევრად ავტომატური შედუღებისას ნახშირორჟანგში.

9.3. საშემდგომლო ელექტროდები

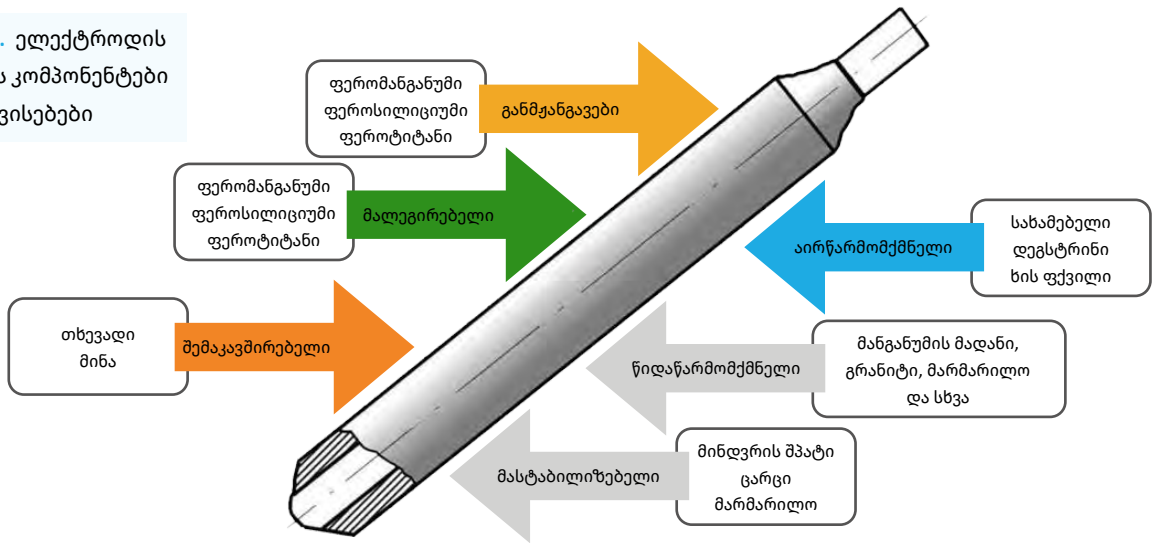
გამომავალი საშემდგომლო მასალებიდან, დაფარული დნობადი ელექტროდები ერთ-ერთი ყველაზე მოხმარებადია. შედუღების სხვა მეთოდებთან შედარებით საშემდგომლო წარმოებაში საკმაოდ ფართო გავრცელება ჰპოვა დაფარული ელექტროდებით ელექტროორკალურმა შედუღებამ. ეს აიხსნება ამ პროცესის სიმარტივით, დიდი მანევრირებით, შედუღების შესაძლებლობით ყველა სივრცულ მდებარეობაში და მიღებული შენადული ნაკერის მაღალი ხარისხით.

ელექტროდების ყველა ტიპის დაფარვისათვის საერთო მოთხოვნებია: რკალის ადვილი ანთება და მდგრადობა, ნაკერის კარგი ფორმირება, საჭირო ქიმიური შედგენილობისა და მექანიკური თვისებების მქონე ნაკერის მიღება, ნაკერში დეფექტების თავიდან აცილება, გამხეფვაზე ელექტროდის ლითონის ნაკლები დანაკარგები, ელექტროდის ღეროსა და

დაფარვის თანაბარი დნობა, ნაკერის ზედაპირიდან წილის ქერქის ადვილად მოცილება, შედუღების აბაზანის საიმედო დაცვა, ნაკერის ლითონის ლეგირება და სხვა.

გარდა აღნიშნულისა, ხელით შედუღების ელექტროდებს წაეყენება დამატებითი სპეციალური მოთხოვნები: წინასწარ მოთხოვნილი ნაკერის ფორმის მიღება (ჩაზნექილი, ამოზნექილი, ღრმა ჩადუღებით და სხვა), სხვადასხვა სივრცულ მდებარეობაში შედუღების შესაძლებლობა, სპეციალური თვისებების ნაკერის ლითონის მიღება (ამაღლებული სიმტკიცის, ცვეთამედეგი, კოროზიამედეგი) და სხვა. ამ მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, ელექტროდის დაფარვაში შეჰყავთ სხვადასხვა ნივთიერებები: წინაწარმომქმნელი, აირწარმომქმნელი, მალეგირებელი, განმჟანგველი, მასტაბილიზირებელი, მაიონიზირებელი და შემკვრელი.

სურათი 163. ელექტროდის დანაფარის კომპონენტები და მათი თვისებები



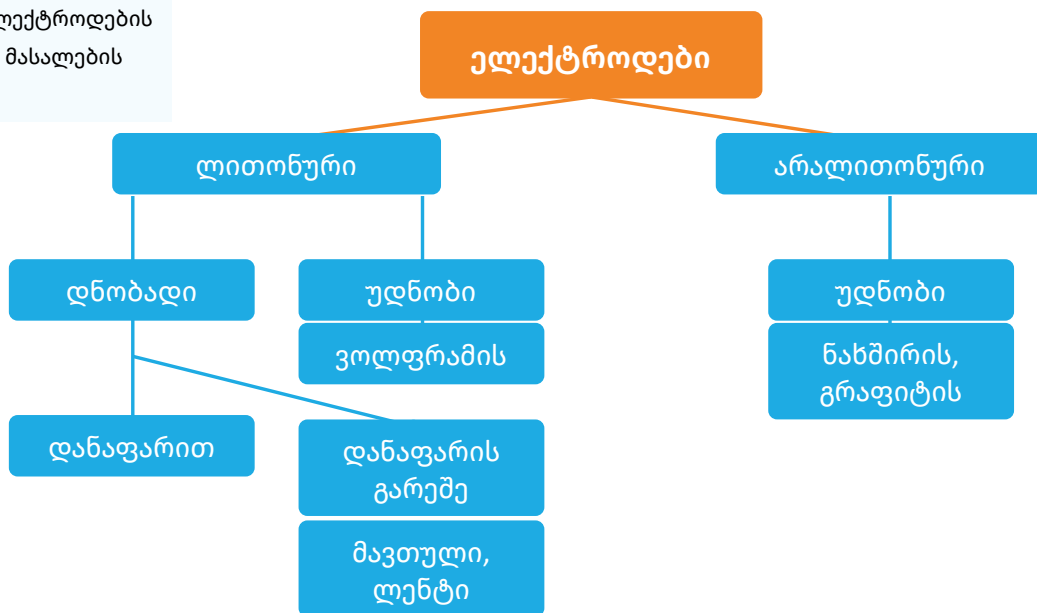
დაფარვაში შემავალი მრავალი კომპონენტი, ხშირ შემთხვევაში, ერთდროულად რამდენიმე ფუნქციას ასრულებს. მაგალითად, მარმარილო, მანგანიტი და სხვა მათი მსგავსი ნივთიერებები ერთდროულად წარმოადგენენ წილისა და აირწარმომქმნელ ნივთიერებებს; მინდვრის შპატი და ქარსი – მაიონიზირებელსა და წიდაწარმომქმნელს; ფეროშენადნობები – განმჟანგველებსა და მალეგირებელს და სხვა.

ელექტროდის დაფარვა განსაზღვრავს ისეთ ძირითად ტექნოლოგიურ მახასიათებლებს, როგორებიცაა: დენის სახე და პოლარობა, სხვადასხვა მდებარეობაში შედეგების შესაძლებლობა, გადნობის კოეფიციენტი, დადუღების კოეფიციენტი და სხვა.

ელექტროდების კლასიფიკაცია და ტიპები. ხელით ელექტროორკალური შედეგების ელექტროდების კლასიფიკაცია შემდეგი ნიშან-თვისებების მიხედვით ხდება:

- დანიშნულების (ფოლადის, თუჯის და ფერადი ლითონების და შენადნობების);
- ელექტროდების დაფარვის ტიპის;
- ნაკერის მექანიკური თვისებების;
- დაფარვის შესრულების ხერხის (შემოწნება, ამოვლება);
- დროზე შემოგოზილი დაფარვის სისქის მიხედვით.

სურათი 109. ელექტროდების კლასიფიკაცია მასალების მიხედვით



არსებული სტანდარტების მიხედვით, ელექტროდები ფოლადის შედუღებისა და დადუღებისათვის დანიშნულების მიხედვით, იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- დაბალნახშირბადიანი და დაბალლეგირებული საკონსტრუქციო ფოლადების შედუღებისათვის;
- ლეგირებული საკონსტრუქციო ფოლადების შედუღებისათვის;
- თბომედეგი ფოლადების შედუღებისათვის;
- მაღალლეგირებული ფოლადების შედუღებისათვის;
- განსაკუთრებული თვისებების ფენების დადუღებით მიღებისათვის.

ყველა ტიპის ელექტროდი კლასიფიცირდება ნაკერისა და შენადუდი შეერთების მექანიკური მახასიათებლების მიხედვით. ყოველ ტიპს შეიძლება ეთანადებოდეს ერთი ან რამდენიმე მარკა.

საკონსტრუქციო ფოლადების შედუღებისათვის განკუთვნილი ელექტროდების ტიპის აღნიშვნაში მოცემული ციფრები ნიშნავს ლითონის ნაკერის გარანტირებულ სიმტკიცის ზღვარს.

დანაფარიანი ელექტროდის დიამეტრის ელექტროდის დეროს დიამეტრთან ფარდობაზე დამოკიდებულებით, განარჩევენ შემდეგ დამოკიდებულებებს:

- ელექტროდები თხელი დანაფარით ($D/d_{\text{ელ}} \leq 1,20$);
- ელექტროდები საშუალო დანაფარით ($1,20 < D/d_{\text{ელ}} \leq 1,45$);
- ელექტროდები სქელი დანაფარით ($1,45 < D/d_{\text{ელ}} \leq 1,80$);
- ელექტროდები განსაკუთრებით სქელი დანაფარით ($D/d_{\text{ელ}} > 1,80$).

დამზადების სიზუსტის, დანაფარის ზედაპირის მდგომარეობის, ნაკერის ლითონის მთლიანობის, დადუღებულ ლითონში გოგირდისა და ფოსფორის შემცველობის მიხედვით, ელექტროდები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: 1, 2 და 3. რაც მეტია ნომერი, მით უფრო უკეთესია ხარისხი.

შედუღების სივრცული მდებარეობის მიხედვით, ელექტროდებს ჰყოფენ შემდეგ ჯგუფებად: 1 – გულისხმობს ყველა მდებარეობას; 2 – ყველა მდებარეობას, გარდა ვერტიკალურისა „ზევიდან-ქვევით“; 3 – ქვედა, ჰორიზონტალურ, ვერტიკალურ სიბრტყეზე და ვერტიკალური „ქვევიდან-ზევით“; 4 – ქვედა მდებარეობაში და ქვედა „ნავისებრ“ მდებარეობაში.

დენის სახეობის და პოლარობის მიხედვით და კვების წყაროს საშემდგომლო რკალის უქმი სვლის ნომინალური ძაბვის მიხედვით, ელექტროდებს ჰყოფენ ჯგუფებად 0-დან 9-მდე:

- 0** – შედუღება მუდმივი დენის უკუპოლარობით;
- 1,4,7** – შედუღება ცვლადი და ნებისმიერი პოლარობის მუდმივი დენის იმ უქმი სვლისას, რომელიც ტოლია ან აღემატება 50, 70, 90 ვ-ს, შესაბამისად;
- 2,5,8** – ცვლადი და მუდმივი დენის პირდაპირი პოლარობის $U_{\text{უქ. სვ}}$ -სას, რომელიც ტოლია ან აღემატება 50, 70, 90 ვ-ს, შესაბამისად;
- 3,6,9** – ცვლადი ან მუდმივი დენის უკუპოლარობაზე დადუღება $U_{\text{უქ. სვ}}$ -ის 50, 70, 90 ვ ტოლობისას ან მეტობისას, შესაბამისად.

ეს ელექტროდები გამოიყენება საპასუხისმგებლო ნაკეთობების დასამზადებლად, ასევე დიდი კვების მქონე დეტალების შესადუღებლად.

ასეთი დაფარვის ელექტროდების ძირითადი ნაკლია ის, რომ თუ შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურებზე არსებობს ჟანგი, და აგრეთვე შედუღება სრულდება გამოუშრობი ელექტროდებით, დიდია ფორების წარმოქმნის ალბათობა. ნაკერში ფორების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად ფუძედა-ნაფარი ელექტროდებით შედუღება უნდა წარმოებდეს მოკლე რკალით და ჟანგისა და ტენისაგან კარგად გასუფთავებულ შესადუღებელ ნაწიბურებზე.

ფართოდაა გამოყენებული ელექტროდები ფთორ-კალიუმის დანაფარით. მათი დანიშნულებაა დაბალ- და საშუალონახშირბადიანი, დაბალლეგირებული ფოლადებისაგან დამზადებული საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედუღება.

9.3.1. ელექტროდების დანაფარის სახეები

ელექტროდების დანაფარებს შეუძლიათ უზრუნველყონ სხვადასხვა დაცვა: აირული, წიდური და შერეული.

ცნობილია ელექტროდების დანაფარების ექვსი სახე: ფუძე, მჟავა, რუთილური, ცელულოზური, შერეული და დანაფარი, რომელსაც არ აქვს გამოხატული ფუძე.

ფუძე დანაფარი. ფუძედანაფარიანი ელექტროდები განკუთვნილია მუდმივი დენის უკუპოლარობით შედუღებისათვის ნებისმიერ სივრცულ მდებარეობაში. ცვლადი დენით შედუღებისას, დანაფარში შეაქვთ უფრო მეტი სტაბილიზატორები – კალციუმიანი თხევადი მინა, პოტაში და სხვა. ასეთი დანაფარით დამზადებული ელექტროდებით დადუღებულ ლითონს აქვს მაღალი მექანიკური თვისებები, არ გააჩნია ცხელი და ცივი ბზარების წარმოქმნისადმი მიდრეკილება.

მჟავა დანაფარი. ასეთი დანაფარის მქონე ელექტროდების გამოყენებით შედუღება შესაძლებელია მუდმივ (პირდაპირი და შებრუნებული პოლარობა) და ცვლად დენზე ყველა სივრცულ მდებარეობაში მცირე ჟანგიანობის შემთხვევაშიც კი. თუმცა ასეთი პირობების შემთხვევაში, იზრდება გამდნარი ლითონის გაშხეფვა. გარდა ამისა, ნაკერის ლითონი ამჟღავნებს მიდრეკილებას კრისტალიზაციური (ცხელი) ბზარების წარმოქმნის მიმართ.

9.4. დამცავი აირები

დნობით შედუღებისას დამცავ აირებად გამოიყენება, როგორც ინერტული და აქტიური აირები, ასევე მათი ნარევი.

ინერტული აირები. ინერტულს უწოდებენ აირებს, რომლებიც არ შედიან ქიმიურ რეაქციებში და პრაქტიკულად არ იხსნებიან ლითონებში. ინერტული აირებიდან შედუღებისათვის იყენებენ არგონს, ჰელიუმს და მათ ნარევს.

არგონი – არააალებადი და არაფეთქებადი აირია. არგონი ჰაერზე მძიმეა და კარგად უზრუნველყოფს შედუღების აბაზანის დაცვას. არგონი იწარმოება

დანაფარში ფერომანგანუმის არსებობისას, დიდი რაოდენობით გამოიყენება ტოქსიკური ნაერთები, რაც ზღუდავს ასეთი დანაფარების გამოყენებას.

რუთილური დანაფარი. ასეთი დანაფარით დამზადებული ელექტროდების გამოყენება ხელს უწყობს მაღალი ხარისხის შენადული ნაკერის მიღებას. ასეთი დანაფარის მქონე ელექტროდები გამოიყენებიან დაბალნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლადების შედუღებისათვის. ელექტროდების გამოყენება შეიძლება ცვლადი და მუდმივი დენით შედუღებისას ნებისმიერ სივრცულ მდებარეობაში. შედუღების პროცესში უზრუნველყოფილია რკალის წვის მდგრადობა, ნაკერის კარგი ტექნოლოგიური თვისებები. აღსანიშნავია, რომ ნაწიბურებზე ჟანგის არსებობის შემთხვევაში, შედუღებისას ადგილი აქვს ელექტროდის ლითონის უმნიშვნელო გაშხეფვას.

ცელულოზური დანაფარი. ელექტროდები ასეთი დანაფარით გამოიყენება ნებისმიერ სივრცულ მდებარეობაში შედუღებისათვის მუდმივი დენით და ძირითადად – მილსადენების პირველი ფენის შედუღებისათვის. ასეთი დანაფარის ელექტროდების ძირითადი ნაკლია ელექტროდის ლითონის მნიშვნელოვანი გაშხეფვა შედუღებისას.

დაფარული ელექტროდის პირობითი აღნიშვნა. ელექტროდის აღნიშვნა შედგება ელექტროდის ტიპის სახელწოდების, მისი მარკის, ლითონის ღეროს დიამეტრის, დანაფარის ტიპის და სტანდარტის ნომრისაგან.

A, B და B მარკის. ტენის შემცველობა სამივე მარკის არგონში არ უნდა აღემატებოდეს 0,03 გ/მ³.

A მარკის არგონი გამოიყენება აქტიური და იშვიათ მიწათა ლითონების (ტიტანი, ცირკონიუმი, ნიობიუმი) შედუღებისათვის.

B მარკის არგონი გამოიყენება ალუმინის, მაგნიუმის და მათი შენადნობების დნობადი და უდნობი ვოლფრამის ელექტროდებით შედუღებისას.

B მარკის არგონი გამოიყენება სუფთა ალუმინის და ლეგირებული ფოლადების შედუღებისას.

არგონი ინახება ფოლადის ბალონებში, რომელთა ზედა ნაწილი შედებილია თეთრ ფერად, ხოლო ქვედა ნაწილი – შავ ფერად.

ჰელიუმი, ისევე როგორც არგონი, ქიმიურად ინერტულია, მაგრამ არგონისაგან განსხვავებით მნიშვნელოვნად მსუბუქია, რაც აძნელებს შედუღების აბაზანის დაცვას და ზრდის მის ხარჯს შედუღების პროცესში.

ჰელიუმის მიწოდება ხდება ორი ხარისხით: ჰელიუმი მაღალი სისუფთავით და ჰელიუმი ტექნიკური.

ჰელიუმის შენახვა და ტრანსპორტირება ხდება ლითონის ბალონებით. ბალონები შედებილია ყავისფრად, რომელსაც თეთრი ასოებით აწერია „ჰელიუმი“.

ინერტული აირების ნარევი, როგორც წესი, არგონისა და ჰელიუმის ნარევისაგან შედგება და საკმაოდ კარგად იცავს შედუღების აბაზანას ჰაერისაგან და ნაკერის ხარისხიც ძალიან მაღალია. კარგ შედეგს იძლევა ნარევი, რომელიც $80\%Ar + 20\%CO_2$ -საგან შედგება.

ინერტული აირების ნარევის ჩვეულებრივ აირების შერევით ღებულობენ, რომლებიც ორი სხვადასხვა ბალონიდან მიეწოდება. თუმცა, შესაძლებელია საჭირო პროცენტული შედგენილობის მზა ბალონის მიწოდება მომხმარებლისათვის.

აქტიური აირები. აქტიურ დამცავ აირებს უწოდებენ ისეთ აირებს, რომლებიც იცავენ შედუღების თხევად აბაზანას ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან და ამავე დროს, ქიმიურად რეაგირებენ გამდნარ შესადუღებელ ლითონთან ან იხსნებიან მასში. ფოლადების შედუღებისას, დამცავ აირად, ძირითადად, ნახშირორჟანგს იყენებენ.

დამცავ აირებში შედუღებისას, ნახშირორჟანგის გამოყენების პრობლემა ძირითადად დაკავშირებული იყო ნაკერში ფორების წარმოქმნასთან. ისეთი საშემდგომლო მავთულების გამოყენებამ, რომლებიც სილიციუმის და მანგანუმის მომეტებულ რაოდენობას შეიცავენ, გამოასწორა ეს პრობლემა.

ნახშირორჟანგი უფრო და არამომწამლავი აირია. ის ჰაერზე მძიმეა.

ნახშირორჟანგი არ უნდა შეიცავდეს მინერალურ ზეთს, გლიცერინს, გოგირდმჟავას, აზოტმჟავას, სპირტს, ორგანულ მჟავას და ამიაკს. ბალონებში საშემდგომლო ნახშირორჟანგით ასევე არ უნდა იყოს წყალი. მომხმარებელს მიეწოდება ორი ხარისხის ნახშირორჟანგი შედუღებისათვის და საკვები პროდუქტებისათვის. შედუღებისათვის გამოყენებული I ხარისხის ნახშირორჟანგის დეფიციტის გამო ხშირად მომხმარებელს შედუღებისათვის მიეწოდება საკვები II ხარისხის ნახშირორჟანგი. ასეთი ნახშირორჟანგის გამოყენებამ ტენიანობის გამო შეიძლება გამოიწვიოს ფორიანობა შენადუღ ნაკერში. იმისათვის, რომ შემცირდეს ბალონში ტენიანობა უსაფრთხო დონემდე, საჭიროა ე.წ. სამრობი მოწყობილობის დაყენება მისი მიწოდების გზაზე.

ნახშირორჟანგის ბალონი შედებილი უნდა იყოს შავ ფერად, რომელზეც ყვითელი ასოებით აწერია „ნახშირორჟანგი“.

აქტიური აირების ნარევიდან საუკეთესო შედეგს იძლევა $82\%Ar$ -ის და $18\%CO_2$ -ის ნარევი. ასეთი ნარევის გამოყენება იძლევა მაღალი ხარისხის შენადუღი ნაკერის მიღების შესაძლებლობას. მნიშვნელოვნად მცირდება დანაკარგები გამხეფვაზე და რკალი სტაბილურად იწვის.

10. საშემდეგლო მოწყობილობა

შენადული კონსტრუქციების დამზადებისას, შენადული შეერთებების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული, შედეგების ხერხის მიხედვით, საშემდეგლო მოწყობილობის სწორ შერჩევაზე.

შერჩეული შედეგების ხერხის მიხედვით, მოწყობილობის ტიპი განისაზღვრება ძირითადი პარამეტრის – შედეგების დენის მიხედვით, რომლის გამოთვლაც მოთხოვნადი მწარმოებლურობის და ნაკერის განივი კვეთის მიხედვით ხდება.

მოწყობილობის ტიპის განსაზღვრისა და მისი სწორი ექსპლუატაციისათვის შედეგების შერჩეული ხერხის მთავარ მოთხოვნებთან ერთად – შენადული შეერთების ხარისხთან, მწარმოებლურობასთან, მეტალურგიულ თავისებურებებთან ერთად, საჭიროა ისეთი კრიტერიუმების გათვალისწინება, რომლებიც დაკავშირებულია მოწყობილობის ტექნოლოგიურ და საექსპლუატაციო მოთხოვნებთან. მათ მიეკუთვნება:

- პირობები, რომლებიც შესაძლებელი ნაკეთობის კონსტრუქციასთანაა დაკავშირებული – ნაკერის სიგრძე და მისი სივრცული მდებარეობა, ნაკერთან მიდგომის მოხერხებულობა (შესაძლებლობა), შესაძლებელი დეტალების რაოდენობა, ნაკეთობის მიწოდების შესაძლებლობა შედეგების ადგილზე და სხვა;
- წარმოების პირობები – სამონტაჟო და საამქროს პირობები, ენერგომომარაგების აუცილებლობა, აირ- და წყალმომარაგება, შედეგების ზონიდან მავნე აირების გაწოვა, ნაკეთობის და მოწყობილობის გამხეფილი ლითონისაგან გაწმენდა, საამქროს პერსონალის რკალის გამოსხივებისაგან დაცვა;
- საორგანიზაციო პირობები – შემდეგლობის და მოწყობილობის გამმართველების მომზადება ახალ მოწყობილობაზე გადასვლასთან (შეძენასთან) დაკავშირებით, საშემდეგლო მასალებით მომარაგება და მათი მომზადება შედეგების დაწყებამდე.

მექანიკური საშემდეგლო მოწყობილობა

საშემდეგლო მოწყობილობა წარმოადგენს შედეგების პროცესების მექანიზაციისა და ავტომატიზაციისათვის საშუალებას. ის ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს:

- აფიქსირებს შესაძლებელ ნაკეთობას შედეგებისათვის მოსახერხებელ მდებარეობაში;
- უზრუნველყოფს ნაკეთობის ბრუნვას სხვადასხვა სიბრტყეებში შენადული ნაკერების შესრულებისას;
- ნაკეთობის ბრუნვას სიჩქარით, რომელიც უზრუნველყოფს შედეგების სიჩქარის მუდმივობას წრიული ნაკერების შესრულებისას;
- თვითმავალი საშემდეგლო ავტომატების დაყენებასა და მიმართვას საჭირო მიმართულებით;
- საშემდეგლო ავტომატების დაყენებას საწყის მდებარეობაში;
- ავტომატების გადაადგილებას შედეგების სიჩქარით სწორხაზოვანი ნაკერების დაღებისას და სხვა.

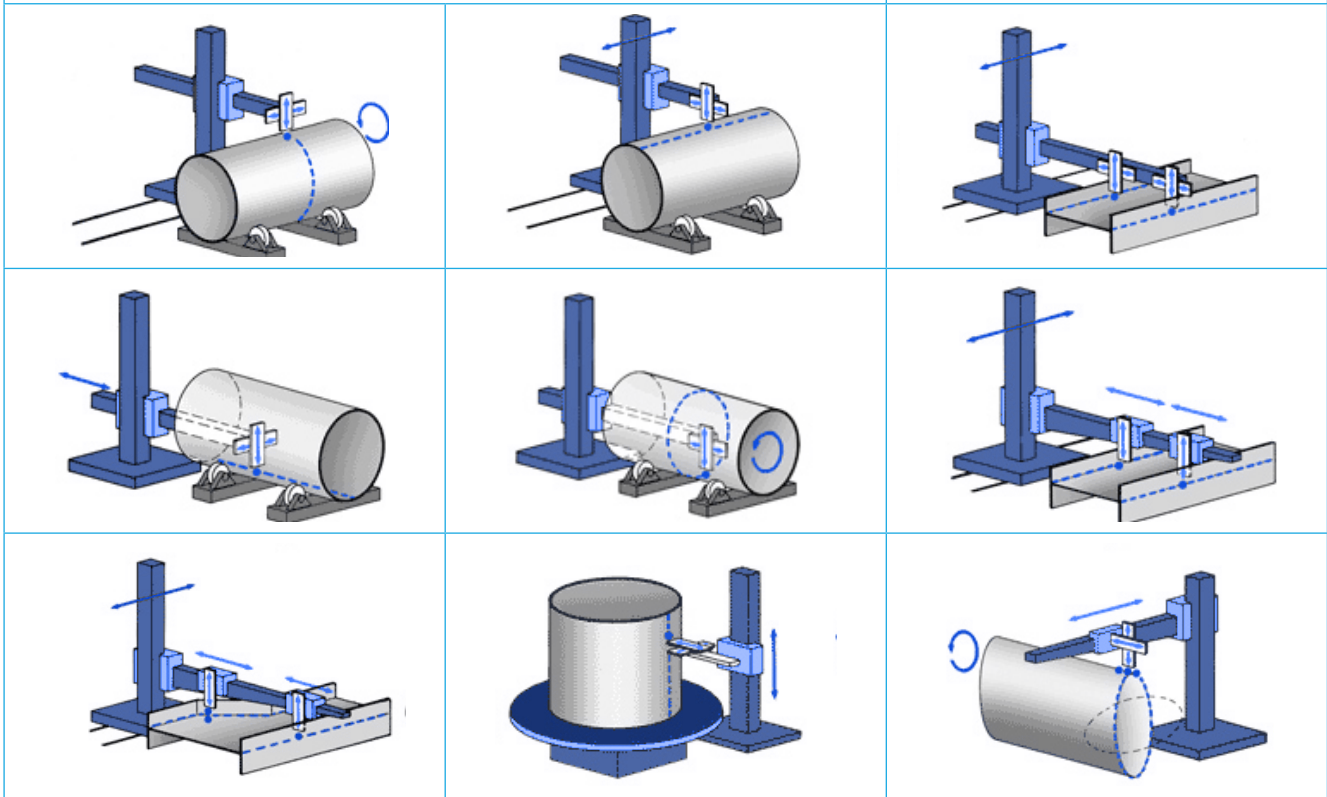
დანიშნულების მიხედვით, არსებობს საშემდეგლო მოწყობილობის შემდეგი სახეები: მანიპულატორები, მაბრუნები, ამყირავებლები, გორგოლაჭოვანი სტენდები, შემდეგლობის მაგიდები, ურიკები და სხვა.

მანიპულატორები. ისინი განკუთვნილია ავტომატური და ნახევრად ავტომატური რკალური შედეგებისათვის და მზადდებიან ორი ტიპისა: მანიპულატორები შედეგების სიჩქარით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნაკეთობის ბრუნვას ღერძის ირგვლივ და მანიპულატორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნაკეთობის დაყენებას შედეგებისათვის მოსახერხებელ მდგომარეობაში. ასევე ორივე ტიპის მანიპულატორის მეშვეობით შესაძლებელია ნაკეთობის დახრა. კონსტრუქციულად არსებობს კარუსელური და კონსოლური ტიპის მანიპულატორები.



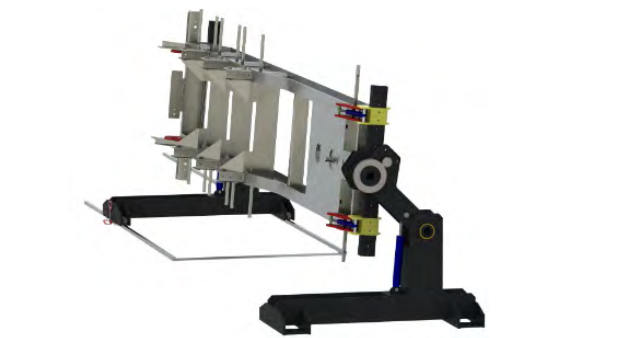
სურათი 110. ა. ბ მანიპულატორის სქემა (ა) და ფოტოსურათი (ბ)

სურათი 111. საშემდგომო სვეტისა და მანიპულატორის კომპლექსი



სურათი 112. მანიპულატორების სქემები, რომლებიც გამოიყენება შიგა და გარე წრიული და გრძივი ნაკერების შესასრულებლად

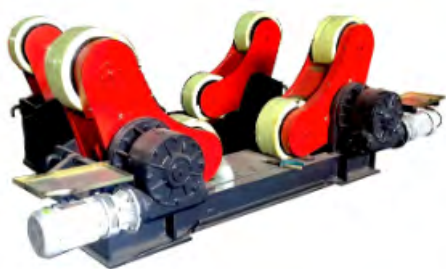
მაბრუნები. არსებობს ვერტიკალური, ჰორიზონტალური და უნივერსალური ტიპის მაბრუნები. ვერტიკალური მაბრუნები განკუთვნილია შესადგებელი დეტალების დასაყენებლად და ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ მობრუნებისათვის, ასევე ამ ღერძის მიმართ შედუღების სიჩქარით ბრუნვისათვის. ფაქტობრივად ისინი წარმოადგენენ მანიპულატორებს, რომლებსაც არ გააჩნიათ საყელურის დახრისა და აწევის მექანიზმი. ვერტიკალური მაბრუნების კონსტრუქციული სქემა კარუსელურია.



სურათი 164. უნივერსალური ორდგარიანი ჰორიზონტალური მაბრუნების სქემა



სურათი 165. უნივერსალური ორდგარიანი ჰორიზონტალური მაბრუნების სქემა



სურათი 113. გორგოლაჭების კომპლექსი მაბრუნისათვის

ამყირავებლები. ამყირავებლები გამოიყენება შესადულებელი ნაკეთობის დასაყენებლად და ჰორიზონტალური დერძის ირგვლის შემოსაბრუნებლად, ასევე ნაკეთობის ვერტიკალურად გადაადგილებისათვის. ამყირავებლებს არ აქვთ შედულების სიჩქარე. ისინი განსხვავდებიან შემობრუნების ამძრავის მოწყობით. ყველაზე მეტად, გავრცელებულია ცენტრული, ჯაჭვური, წრიული, წიგნისებრი ამყირავებლები.



სურათი 115. ბერკეტული ამყირავებლის სქემა

ნახევრად ავტომატური და ავტომატური საშემდულებლო მოწყობილობა

სხვადასხვა საწარმოებში ხარისხიანი შენადული ნაკეთობების მისადებად, საჭიროა სპეციალური საშემდულებლო მოწყობილობა. მის შემადგენლობაში შედის სპეციალური ელექტრული მოწყობილობა (საშემდულებლო ნახევრად ავტომატები და ავტომატები, კვების წყაროები და სხვა), ხელსაწყოები და მექანიზმები.



სურათი 114. ორდგარისნი ჯაჭვური ამყირავებლის სქემა

საშემდულებლო ნახევრად ავტომატები შედულებისათვის. ნახევრად ავტომატური შედულება დნობადი ელექტროდით (MIG/MAG) – ერთ-ერთი თანამედროვე ფართოდ გამოყენებული რკალური შედულების მეთოდია. პოპულარობა მოიპოვა მაღალი მწარმოებლურობის, ეკონომიურობის, პროცესის იოლი მექანიზაციისა და ავტომატიზაციის გამო. ასევე უპირატესობას წარმოადგენს ამ ხერხის უნივერსალურობა. ნახევრად ავტომატური შედულების

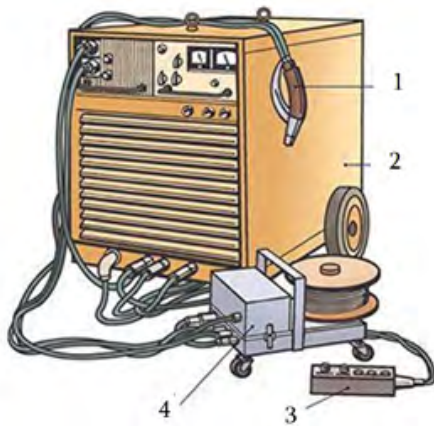
ნაკლოვანებად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ შედეგების ხარისხი მთლიანადაა დამოკიდებული შემდგომების კვალიფიკაციაზე.

ნახევრად ავტომატები მიეწოდება კომპლექტში, რომელიც წარმოდგენილია სურათზე.



სურათი 116. ნახევრად ავტომატის კომპლექტი:

1. ძირითადი ბლოკი;
2. მკვებავი სადენი;
3. მასის დამჭერი;
4. საქმენი;
5. საშემდგომლო სახელო;
6. სანთურა;
7. საშემდგომლო მავთული;
8. რელექტორი;
9. დამცავი აირის ბალონი



სურათი 117. ნახევრად ავტომატის სქემა:

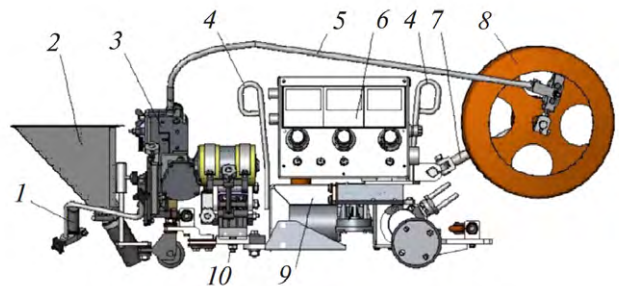
1. საშემდგომლო სანთურა;
2. კვების წყარო;
3. მართვის პულტი;
4. საშემდგომლო მავთულის მიწოდების მექანიზმი

საშემდგომლო ავტომატები შედეგებისათვის.

ავტომატური რკალური შედეგების პროცესმა ფართო გამოყენება ჰპოვა იმის გამო, რომ მასში ავტომატიზირებულია მავთულისა და დამხმარე მასალების (აირის, ფლუსის) მიწოდება და საშემდგომლო აპარატის მოძრაობა ნაკერის გასწვრივ.

ავტომატური რკალური შედეგება მნიშვნელოვნად ზრდის შედეგების პროცესის მწარმოებლურობას და ამადლებს შენადული ნაკერის ხარისხს. თუ კი ნახევრად ავტომატური შედეგებისას აპარატი ნაკერის გასწვრივ გადაადგილდება შემდგომლის მიერ და პროცესის შედეგი უშუალოდაა დამოკიდებული მის კვალიფიკაციაზე, ავტომატური შედეგებისას ადამიანური ფაქტორი მთლიანადაა გამორიცხული.

არსებობს რამდენიმე სახის აპარატი ავტომატური შედეგებისათვის, რომელთა სახეები წარმოდგენილია ქვემოთ ნახაზებზე.

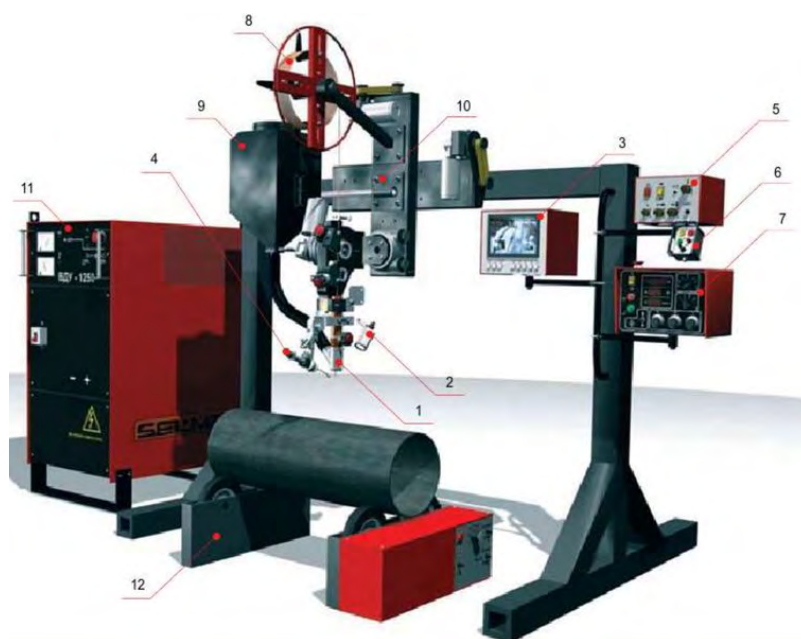


სურათი 118. ტრაქტორული ტიპის საშემდგომლო ავტომატის მოწყობა:

1. მიმყოლი;
2. ბუნჯერი;
3. მავთულის მიწოდების მექანიზმი;
4. ყუნწი ტრანსპორტირებისათვის;
5. არხი;
6. მართვის ბლოკი;
7. კასეტის დამჭერი;
8. კასეტი;
9. ურიკა;
10. მიწოდების მექანიზმის ფიქსაციის ქანჩი



სურათი 119. ტრაქტორული ტიპის საშემდგომლო ავტომატის სახე



სურათი 166. საშემდეგებლო დანადგარი საკიდი თავის ბაზაზე:

1. საშემდეგებლო თავი; 2. მეთვალყურე სისტემის ვიდეოკამერა;
3. ვიდეოდაკვირვების სისტემის მართვის ბლოკი; 4. პირაპირის მეთვალყურეობის სისტემის სენსორი;
5. პირაპირის მეთვალყურეობის სისტემის მართვის ბლოკი; 6. პირაპირის მეთვალყურეობის სისტემის პულტი;
7. საშემდეგებლო თავის მართვის ბლოკი; 8. საელექტროლე მავთულის განსათავსებელი მოწყობილობა;
9. შედეგების ზონაში ფლუსის დაგროვებისა და მიწოდების მოწყობილობა; 10. მექანიზირებული და ხელის სუპორტი;
11. შედეგების დენის კვების წყარო;
12. საყრდენი გორგოლაჭოვანი მატრუნები

საშემდეგებლო კვების წყაროები. საშემდეგებლო კვების წყარო – ეს არის მანქანა, განკუთვნილი ისეთი ელექტროლი დენის მისაღებად, რომელიც სიდიდითა და ძაბვით საჭიროა შედეგებისათვის.

რკალის კვების წყაროს კონსტრუქცია და პარამეტრები დამოკიდებულია მის ტექნოლოგიურ დანიშნულებაზე: ხელით შედეგებისათვის დაფარული ელექტროდებით, მექანიზირებული შედეგებისათვის დნობადი ელექტროდით, ავტომატური შედეგებისათვის დამცავ აირებში ან ფლუსის საფარში. როცა საშუაო ადგილზე წარმოიქმნება სხვადასხვა ხერხებით შედეგების აუცილებლობა, გამოიყენებენ უფრო რთულ უნივერსალურ კვების წყაროებს.

ადნიშნული კვების წყაროები გაერთიანებულია საერთო სამრეწველო დანიშნულების კვების წყაროების ჯგუფში. მათგან კონსტრუქციულად მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან სპეციალიზებული კვების წყაროები, რომლებიც განკუთვნილია დამცავ აირში უდნობი ელექტროდით შედეგებისათვის, პლაზმური ჭრისა და შედეგებისათვის ან ელექტროწინური შედეგებისათვის.

კვების წყაროების კლასიფიკაცია ხდება დენის

სახეობისა და მოქმედების პრინციპის მიხედვით. ცვლადი დენის წყაროებად გამოიყენება საშემდეგებლო ტრანსფორმატორები და სპეციალიზებული დანადგარები მათ საფუძველზე. მუდმივი დენის წყაროებად გამოიყენება საშემდეგებლო გამმართველები, გარდამქმნელები, ასევე სპეციალიზებული წყაროები გამმართველების ბაზაზე.

შედეგების კვების წყაროს შერჩევასა ხელკით რკალური შედეგებისათვის, მომხმარებლის წინაშე ხშირად დგება საკითხი, რომელი ტიპის მოწყობილობა უკეთესია – ტრანსფორმატორი თუ გამმართველი.

ტრანსფორმატორის გამოყენებისას, განსაკუთრებით დაბალი კვალიფიკაციის შემდეგებისათვის, რთულია რკალის სიგრძის მუდმივობის შენარჩუნება, რის გამოც, ხშირად წარმოიქმნება მოკლე ჩართვები, შედეგად, რკალი ქვრება და ელექტროდი ეწებება ნაკეთობას.

ნახევრადგამტარი მართვადი გამმართველების მთავარ უპირატესობად ითვლება რკალის სიგრძის ცვლილებაზე მყისიერი რეაგირება მოკლე ჩართვამდე, რაც საშუალებას იძლევა მკვეთრად

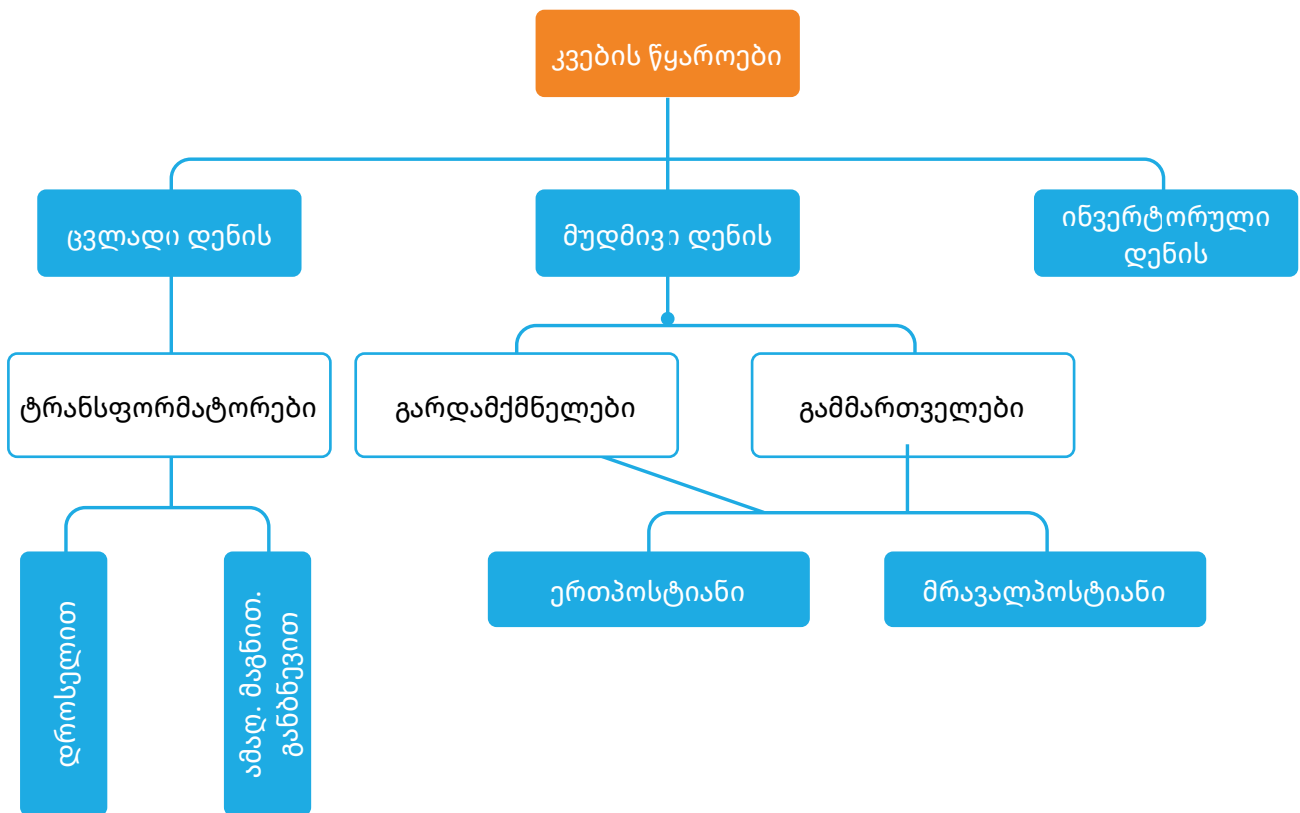
■ საშემდგომლო მოწყობილობა

ამაღლდეს რკალის წვის სტაბილურობა. გარდა აღნიშნულისა, ცვლადი დენით შედუღებისას, ხშირად წარმოიქმნება ჩაუდუღებლობა, წიდური ჩანართები, ფორიანობა და სხვა. ეს დეფექტები ელექტროდის დაფარვის დარღვევის შედეგია ნაკეთობაზე ხშირი მიწებების და ჩაქრობის გამო. გამმართველის გამოყენება, რომელსაც გამომავალი

ძაბვის სტაბილიზაციის მოწყობილობა აქვს, მნიშვნელოვნად ამცირებს ამ დეფექტების წარმოქმნის საშიშროებას.

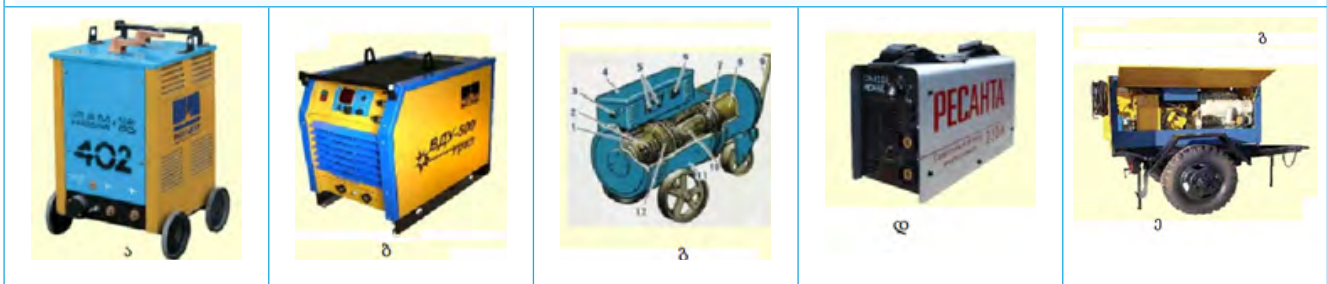
ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ხელით რკალური შედუღებისათვის უკეთესია გამმართველის გამოყენება.

სურათი 120. დნობით შედუღების კვების წყაროების კლასიფიკაცია დენის სახეობის მიხედვით



სურათი 121. საშემდგომლო კვების წყაროების სახეები:

1. ტრანსფორმატორი; 2. გამმართველი; 3. გარდამქმნელი; დ. ინვერტორი; ე. ავტოგენერატორი



ტრანსფორმატორები. ტრანსფორმატორები წარმოადგენენ ცვლადი დენის კვების წყაროებს. ისინი გარდაქმნიან მაღალ ძაბვას ისეთი დონის დაბალ ძაბვად, რომელიც საჭიროა საშემდუღებლო მოწყობილობისათვის და მასალებისათვის. ძაბვა ტრანსფორმატორის გამოსავალზე შეადგენს 60-დან 75 ვოლტამდე, უქმი სვლისას. იმისათვის, რომ წვა ხდებოდ სტაბილურად, საჭიროა რკალური შედეგების ხერხის გამოყენებისას რკალის ძაბვა 70 ვ-ის ტოლი იყოს.

გამმართველი. ეს მოწყობილობებია, რომელთა დანიშნულებაა ცვლადი დენის მუდმივში გარდაქმნა, რაც საჭიროა ნახშირბადიანი და ლეგირებული ფოლადების, თუჯების, ფერადი ლითონებისა და შენადნობების შდულებისათვის. მუდმივ დენზე შედეგებისას, უფრო იოლია კარგი ხარისხის და მოყვანილობის ნაკერების მიღება, მცირდება ლითონის გაშხეფვა, იზრდება შენადნობის შეერთების სიმტკიცე.

ავტოგენერატორი. აგრეგატი, რომელიც შედეგებისათვის გამოიყენება, ავტონომიურ დანადგარს წარმოადგენს. ის შეიცავს ძრავს და საშემდუღებლო გენერატორს, რომელიც გამოიმუშავებს შედეგებისათვის საჭირო დენს.

ინვერტორი. შედეგების კვების წყაროა. მასში ცვლადი დენი ქსელიდან მიეწოდება გამმართველზე, რის შემდეგაც ძალოვან მოდელზე ის

გარდაიქმნება გადიდებული სიხშირის ცვლად დენად. მიღებული დენი გადის ტრანსფორმატორში, რის შემდეგაც უკვე გამოიყენება რკალში. ასეთი მოწყობის საშუალებით უზრუნველყოფილია რკალის წვის მდგრადობა.

არგონრკალური დანადგარები. ეს აპარატებია, რომლებიც შედეგებისათვის გამოიყენება და აქვს გაფართოვებული ფუნქციები. მათი გამოყენებით შესაძლებელია ნებისმიერი სირთულის თითქმის ყველა შედეგების ხერხების შესრულება.

არგონრკალური შედეგების დანადგარები (TIG). დამზადებულია ინვერტორული ტექნოლოგიის მეშვეობით. აპარატი კომპაქტურია, მაგრამ ამასთანავე ძალიან ეფექტურია მუშაობისას. აღსანიშნავია სტაბილური ფუნქციონირება სამუშაოების შესრულებისას.

პლაზმური შედეგებისას გამოყენებული აპარატები. შედეგებიან ძრავისაგან, რომელიც გამოიმუშავებს შედეგებისათვის საჭირო დენს, და სპეციალური პლაზმოტრონისაგან. მოცემული აპარატების ერთ-ერთ უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ მათი გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა ტიპის ლითონებისათვის, იცვლება მხოლოდ რეჟიმის პარამეტრები. ამასთან, პლაზმური შედეგება არ ჩამოუვარდება აირულს და კონკურენციას უწევს მას მწარმოებლურობისა და ხარჯების ეკონომიურობის თვალსაზრისით.

11. ნახშირბადოვანი საკონსტრუქციო ფოლადების შეღებვის

ტექნოლოგია

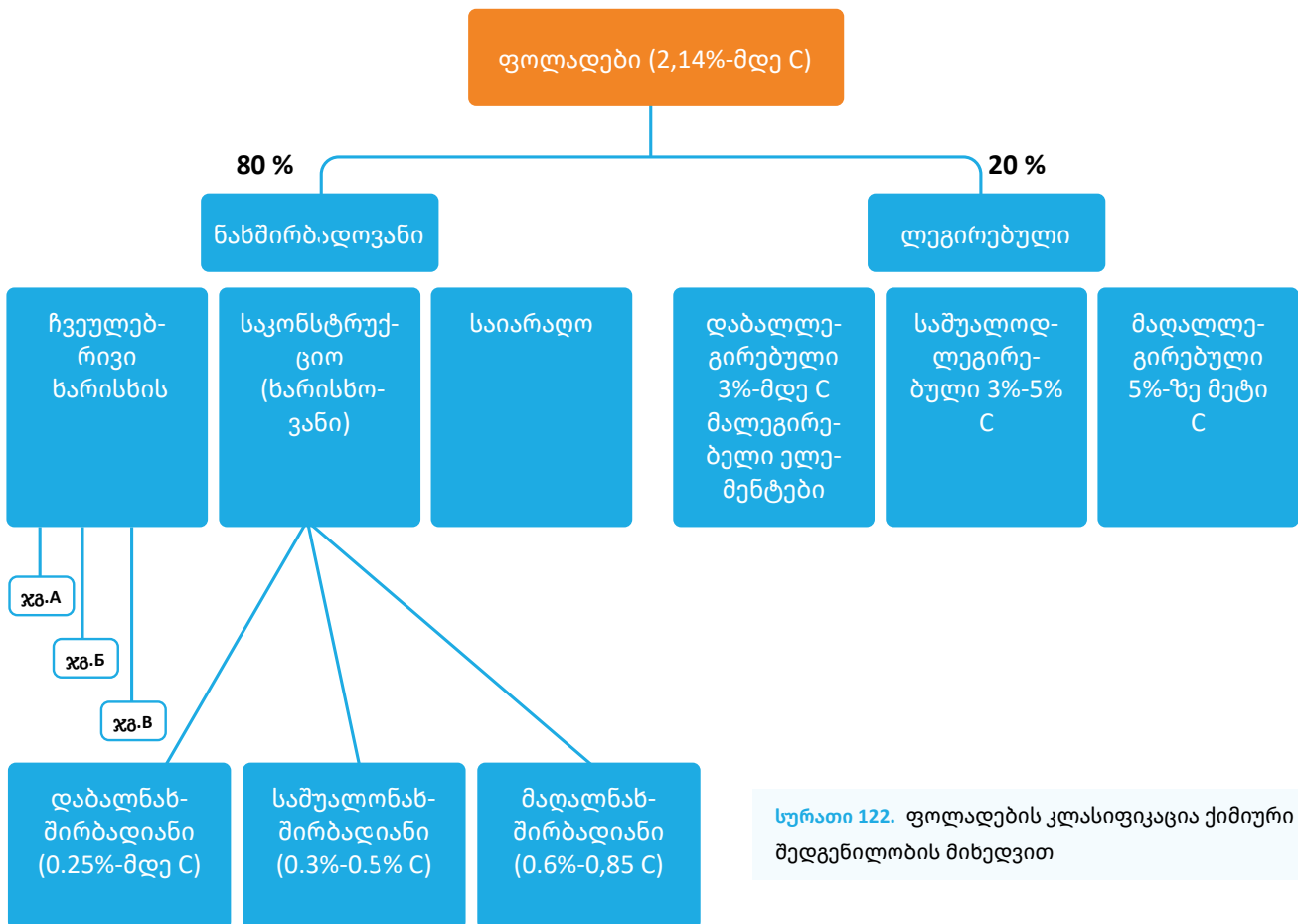
ფოლადების კლასიფიკაცია ძირითადად ხდება სამი ნიშნის მიხედვით: ქიმიური შედგენილობის, სტრუქტურის და დანიშნულების მიხედვით. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით, ფოლადები იყოფა ორ ჯგუფად: ნახშირბადოვანი და ლეგირებული ფოლადი.

ნახშირბადოვანი ფოლადი, როგორც აღვნიშნეთ, ძირითადად შეიცავს რკინას და ნახშირბადს და მცირე რაოდენობით მუდმივ მინარევებს. ლეგირებული ფოლადი, გარდა რკინის, ნახშირბადის და მუდმივი მინარევებისა, შეიცავს სხვადასხვა

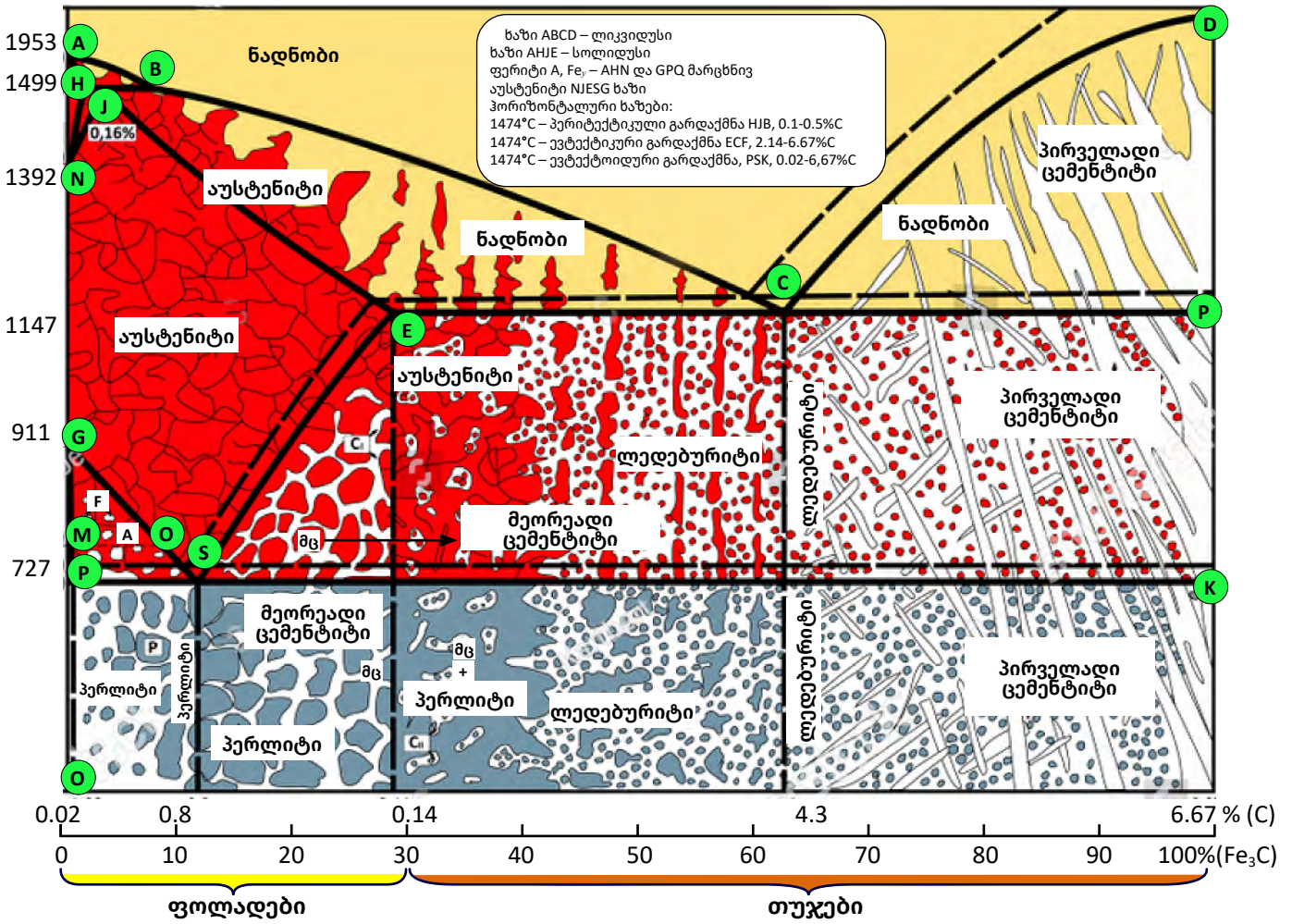
ელემენტს, რომლებიც მას ანიჭებენ თვისებათა დიდ მრავალფეროვნებას. ლეგირებული ფოლადები დ მათი შეღებვის ტექნოლოგია განხილულია ცალკე თავში.

სტრუქტურის მიხედვით, ნახშირბადიანი ფოლადები იყოფა სამ ჯგუფად: ქვევტექტოიდური სტრუქტურით ფერიტი + პერლიტი, ევტექტოიდური – პერლიტი და ზეევტექტოიდური სტრუქტურით პერლიტი + ცემენტიტი.

დანიშნულების მიხედვით ნახშირბადოვანი ფოლადები იყოფა სამ ჯგუფად: საკონსტრუქციო, საიარალო და განსაკუთრებული თვისებების მქონე.



სურათი 122. ფოლადების კლასიფიკაცია ქიმიური შედგენილობის მიხედვით



სურათი 123. რკინა-ნახშირბადის მდგომარეობის დიაგრამა

ნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლადი თავისი თვისებებით და გამოყენების არეალით მრავალფეროვანია. იგი გამოიყენება ისეთ დარგებში, როგორებიცაა სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობა, ხიდების და გვირაბების მშენებლობა, სატრანსპორტო საშუალებანი და სხვა.

ნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ეწოდება ფოლადებს, რომლებიც 0,1-0,7% ნახშირბადს შეიცავს.

ხარისხის მიხედვით, საკონსტრუქციო ფოლადი ორგვარია – ჩვეულებრივი ხარისხის და ხარისხოვანი.

ჩვეულებრივი ხარისხის საკონსტრუქციო ფოლადები შეიცავს 0,6%-მდე ნახშირბადს. იგი შედარებით დაბალი თვისებებით ხასიათდება, ამიტომ გამოიყენება ნაკლებად საპასუხისმგებლო ნაკეთობების დასამზადებლად.

ჩვეულებრივი ხარისხის საკონსტრუქციო ფოლადები იყოფა სამ ჯგუფად: A, B და B. A ჯგუფში შედის

ფოლალები, რომლებიც მიეწოდება ქარხნიდან გარანტირებული მექანიკური თვისებების მიხედვით. ქიმიური შედგენილობა კი ქარხანა დამამზადებლის მიერ გარანტირებული არ არის.

A ჯგუფის ჩვეულებრივი ხარისხის ფოლადების აღნიშვნა ხდება CT-თი და მარჯვნივ იწერება ციფრები 0, 1, ... 7-მდე, რაც უფრო ღიდა ციფრი, მით მეტია ფოლადში ნახშირბადის შემცველობა (თუმცა ეს ციფრი ნახშირბადის შემცველობას არ გვიჩვენებს).

B ჯგუფში შედის ფოლალები, რომელთა მიწოდება ქარხნიდან ხდება გარანტირებული ქიმიური შედგენილობით, მექანიკური თვისებების გაუთვალისწინებლად.

B ჯგუფში შედის ფოლალები, რომლებსაც უშვებენ გარანტირებული ქიმიური შედგენილობით და მექანიკური თვისებებით. ამ ფოლადის აღნიშვნა იწყება ასო B-თი და შემდეგ ისე, როგორც A და B ჯგუფის ფოლალებში. მაგალითად, BC₃, BC₅.

B ჯგუფის ჯგუფის ფოლალები გამოიყენება უფრო საპასუხისმგებლო ნაკეთობების დასამზადებლად, განსაკუთრებით შენადულ კონსტრუქციებში.

ჩვეულებრივი ხარისხის ნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლადი გამოიყენება მრავალი დანიშნულებით, მაგალითად, შედუღებით დასამზადებულ სამშენებლო კონსტრუქციებში და სხვა.

ხარისხოვანი საკონსტრუქციო ფოლადი ნახშირბადს შეიცავს 0,65%–მდე. იგი გამოირჩევა მავნე მინარევების (S, P, N₂, O₂) ნაკლები რაოდენობით, ამიტომ უფრო მაღალი თვისებებით ხასიათდება და უფრო საპასუხისმგებლო შემთხვევებში გამოიყენება. ხარისხოვანი ფოლადის გამოშვება ხდება ნაგლინის სახით (სორტული ნაგლინი, ფურცელი, მავთული და სხვა). ხარისხოვანი ფოლადის ნიშანდება ხდება ქიმიური შედგენილობის მიხედვით. მარკაში უშუალოდ იწერება ორნიშნა რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს ნახშირბადის საშუალო რაოდენობას მესამე პროცენტებში. მაგალითად, ფოლადი 25 ნიშნავს, რომ მასში ნახშირბადის საშუალო შემცველობა 0,25%–ია.

ნახშირბადიანი ფოლალები განჟანგვის ხარისხის მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: მშვიდი და მდუღარე. მშვიდი ფოლადი მიიღება სრული განჟანგვით და მიღებული ფოლადი მაღალხარისხოვანია.

მდუღარე ფოლადი განჟანგულია მხოლოდ ნაწილობრივ, მდუღარე ფოლადი უფრო იაფია და, შესაბამისად, უფრო დაბალხარისხოვანი.

შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად, ძირითადად მშვიდი ფოლალები გამოიყენება. ამ ფოლალებს მჭიდრო და ერთგვაროვანი აგებულება აქვთ. მათში მავნე მინარევები (გოგირდი, ფოსფორი) გადანაწილებულია უფრო თანაბრად, ვიდრე მდუღარე ფოლალებში.

დაბალნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლალების შედუღების თავისებურებანი. შენადული შენადული კონსტრუქციების უმრავლესობა დაბალნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლალებისაგან მზადდება. საშემდგომლო ტექნიკაში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით ეს ფოლალები ნახშირბადს შეიცავენ 0,25%–მდე.

დაბალნახშირბადიანი ფოლალები კარგად შედუღებადი ლითონების კატეგორიას მიეკუთვნება.

ამ ფოლალებისათვის შედუღების ტექნოლოგიის დამუშავებისას გამოდიან პირობიდან, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ძირითადი ლითონისა და შენადული შეერთების თანაბარსიმტკიცეობა და, ამასთანავე, შენადულ შეერთებაში არ იქნება დეფექტები (ბზარები, ფორები, ჩანაჭრები, ჩაუღლებელი ადგილები და სხვა). შენადული შეერთება უნდა ეწინააღმდეგებოდეს მყიფე მდგომარეობაში გადასვლას. კონსტრუქციის ფორმა და ზომები (დეფორმაცია) უნდა იყოს დასაშვებ ზღვრებში და არ უნდა ახდენდეს გავლენას მის მუშაუნარიანობაზე.

შენადული შეერთების მექანიკური თვისებები დამოკიდებულია მასალის ქიმიურ შედგენილობაზე, სტრუქტურაზე, გაცივების სიჩქარეზე და შედუღების შემდგომ თერმულ დამუშავებაზე.

დაბალნახშირბადიანი ფოლალების შედუღებისას, ნაკერის ლითონის ქიმიური შედგენილობა უმნიშვნელოდ განსხვავდება ძირითადი ლითონის ქიმიური შედგენილობისგან და ეს სხვაობა ძირითადად ნაკერში ნახშირბადის ნაკლებ შემცველობაში გამოიხატება (რადგანაც საელექტროდულ ლითონის მასალა შეიცავს ნაკლებ ნახშირბადს).

ნაკერის ლითონის სიმტკიცის შემცირება, ნახშირბადის რაოდენობის დაბალი შემცველობის გამო, კომპენსირდება გაცივების სიჩქარის გაზრდით და ნაკერის ლითონის ლეგირებით საშემდგომლო მასალების საშუალებით. როგორც პრაქტიკა გვაჩვენებს, დაბალნახშირბადიან ფოლალებში ძირითადი ლითონის და შენადული შეერთების თანაბარსიმტკიცის უზრუნველყოფა სირთულეს არ წარმოადგენს.

ნაკერის ლითონის გაცივების სიჩქარე განისაზღვრება შესადუღებელი დეტალების სისქით, შედუღების რეჟიმით და ნაკეთობის საწყისი ტემპერატურით.

გაცივების სიჩქარის გავლენა განსაკუთრებით შესამჩნევია, ერთგვაროვანი კუთხური ნაკერების რკალური შედუღებისას და კუთხური და პირაპირა ნაკერების ბოლო ფენის სქელ ლითონზე მრავალფენიანი შედუღებისას. ერთფენიანი პირაპირა ნაკერების შედუღებისას შესადუღებელი დეტალების სისქის გაზრდასთან ერთად, აუცილებელია შედუღების დენის ძალის გაზრდა. ამიტომ ნაკერის ლითონის გაცივების სიჩქარე ძირითადი ლითონის

სისქის ზრდასთან ერთად უმნიშვნელოდ იცვლება. დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღება შესაძლებელია რკალური შედუღების ყველა ხერხით და მეთოდით. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი.

დაფარული ელექტროდით შედუღება

დაბალნახშირბადიანი ფოლადებით კონსტრუქციების დამზადებისას საშემდუღებლო სამუშაოების დიდი მოცულობა ხელით, დაფარული ელექტროდებით სრულდება.

დაფარული ელექტროდებით შედუღებული ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები, როგორც წესი, დამაკმაყოფილებელია და ძირითადი ლითონის მექანიკურ თვისებებს არ ჩამოუვარდება.

დაბალნახშირბადიანი ფოლადების ხელით, დაფარული ელექტროდებით შედუღებისას შენადული ნაკერის ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შედუღების რეჟიმების სწორ შერჩევაზე. შედუღების რეჟიმებს დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღებისას, ირჩევენ შესაძლებელი დეტალების სისქეზე, ნაკერის სივცრული მდებარეობის და ნაკერის ტიპზე დამოკიდებულებით.

ნახშირბადიანი ფოლადების პრაქტიკულად ყველა გამოყენებულ რეჟიმზე ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას, უზრუნველყოფილია ნაკერმიმდებარე ზონის პლასტიკურობა, ამიტომ, უმრავლეს შემთხვევაში, არაა საჭირო სპეციალური ტექნოლოგიური ღონისძიებების გატარება, რომლებიც მიმართული იქნება ნაკერმიმდებარე ზონაში ცივი ბზარების წარმოქმნის წინააღმდეგ. თუმცა დიდი სისქის დეტალების მრავალფენიანი კუთხური ნაკერების პირველი ფენის შედუღებამდე, რეკომენდებულია შესაძლებელი დეტალების წინასწარი გახურება 120-150°C-მდე, მდე, რაც უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ წინააღმდეგობას ცხელი ბზარების წარმოქმნის მიმართ.

დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღების მრავალწლიანი გამოცდილება გვაჩვენებს, რომ ნახშირბადის 0,22%-მდე შემცველობისას შესაძლებელი დეტალების წინასწარი გახურება არაა საჭირო, თუ კი ნახშირბადი 0,22-0,25%-ის

ფარგლებშია, წინასწარი გახურების ტემპერატურის შერჩევა ხდება კონსტრუქციის დანიშნულებიდან და შენადული ნაკერის მოთხოვნილი მექანიკური თვისებებიდან გამომდინარე.

შესაძლებელი დეტალების სიმტკიცის მახასიათებლებიდან გამომდინარე, ხდება ელექტროდების შერჩევა შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად. შედარებით ფართო გამოყენება მოიპოვა რუტილური დაფარვის ელექტროდებმა, მათი მაღალი ტექნოლოგიური მახასიათებლების გამო (AHO-3, O3C-4, MP-3 და სხვა). განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო კონსტრუქციებს დასამზადებლად გამოიყენება ელექტროდები YOHI 13/45 და ЦМ-11.

YOHI 13/45 მარკის ელექტროდების ნაკლოვანებად ითვლება შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენის გამოყენების საჭიროება და ფორების წარმოქმნისადმი მიდრეკილება, შესაძლებელი დეტალების ნაწიბურებზე მცირე ზომის ჟანგვის არსებობის შემთხვევაში.

დამცავ აირებში შედუღება

ნახშირბადოვანი ფოლადების შედუღებას, უმეტეს შემთხვევაში, ნახშირორჟანგის გარემოში აწარმოებენ მისი დაბალი ღირებულების გამო. არგონში ან აირების ნარევი შედუღება შედარებით იშვიათად გამოიყენება. შედუღებისათვის გამოიყენება ნახევრად ავტომატური და ავტომატური შედუღების მეთოდები. 3 მმ-მდე სისქის დეტალების კუთხური ნაკერებით შედუღებისას, კათეტის ზომით 1-4 მმ, ნებისმიერი სივცრული მდებარეობისათვის, გამოიყენება საელექტროდე მავთული დიამეტრით 0,8-1,4 მმ. საშუალო სისქის დეტალების შედუღებას აწარმოებენ 1,4-4 მმ დიამეტრის საელექტროდე მავთულით.

ნაკერის ლითონის საჭირო მექანიკური თვისებების მისაღებად და კრისტალიზაციური ბზარების და ფორების წარმოქმნის მიმართ მაღალი წინააღმდეგობის უზრუნველსაყოფად იყენებენ დაბალნახშირბადიან მანგანუმით და სილიციუმით ლეგირებულ საშემდუღებლო მავთულებს Св-08ГC და Св-08Г2C. შედარებით იშვიათად გამოიყენება მავთული Св-12Г2C. ამ მავთულის გამოყენება,

ფოლადში ნახშირბადის 0,22-0,25% შემცველობისას, ვერ უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ წინააღმდეგობას კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ.

საელექტროდულ მავთულის გამოყენება ალუმინის და ტიტანის დამატებით ლეგირებით მნიშვნელოვნად ამცირებს გამდნარი ლითონის გაშხეფვას, კიდევ უფრო უკეთეს შედეგს იძლევა $82\% \text{CO}_2 + 18\% \text{Ar}$ ნარევის გამოყენება.

დნობადი ელექტროდით შეღებვისას რკალის წვის სტაბილურობა მიიღწევა 100 ა/მმ^2 -ზე მეტი დენის სიმკვრივით.

ნახევრად ავტომატური შეღებვისას, გამოიყენება საელექტროდულ მავთული დიამეტრით 2 მმ-მდე, თუმცა ქვედა მდებარეობაში შეღებვის გარდა, იყენებენ 0,8-1,4 მმ დიამეტრის საელექტროდულ მავთულს. ამ დროს, დენის ძალის სიდიდე უნდა იყოს 15-20 %-ით ნაკლები, ვიდრე ქვედა მდებარეობაში შეღებვისას. ძაბვას კი უნდა ჰქონდეს ისეთი მინიმალური მნიშვნელობა (17-22 ვ), რომელმაც უნდა უზრუნველყოს რკალის სტაბილურად წვა. რკალის ძაბვის ზრდა იწვევს გაშხეფვის მკვეთრმატებას და პროცესის სტაბილურობის დარღვევას.

ავტომატური შეღებვა შეიძლება ვაწარმოთ შედარებით მაღალ დენზე, ვიდრე ნახევრად ავტომატური შეღებვა, თუმცა ამ მეთოდის გამოყენება არაა ხელსაყრელი მცირე ზომის (სიგრძის) ნაკერების შესასრულებლად ეკონომიურობის თვალსაზრისით.

პირაპირა და კუთხური ნაკერების შეღებვას აწარმოებენ ელექტროდის ბოლოს განივი რხევითი მოძრაობით ნაკერის სიგანეზე, სიღრმეზე და ნაწიბურების გამოყვანის ფორმაზე დამოკიდებულებით.

შედარებით ნაკლები გამოყენება აქვს შეღებვას ფხვნილგულა მავთულით და აქტივირებადი მავთულით.

შეღებვას უდნობი ელექტროდით ნახშირორჟანგში შეზღუდული გამოყენება აქვს და ძირითადად მას თხელკედლიანი (0,5-2 მმ) კონსტრუქციების დასამზადებლად იყენებენ.

საშუალონახშირბადიანი ფოლადების შეღებვა

საშემდგომლო წარმოებაში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით, საშუალონახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლადებს მიეკუთვნება 0,25-0,50% ნახშირბადის შემცველობის მქონე ფოლადები. საშუალონახშირბადიანი და დაბალნახშირბადიანი ფოლადებს შორის განსხვავება, ძირითადად, ნახშირბადის განსხვავებულ შემცველობაში მდგომარეობს.

საშუალონახშირბადიანი ფოლადები იშვიათად გამოიყენება სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად. უფრო ხშირად, მათ გემთმშენებლობაში და მანქანათმშენებლობაში აქვთ გამოყენება. ნახშირბადის ამაღლებული შემცველობა განაპირობებს სირთულეებს, რომლებიც ამ ფოლადების შეღებვას ახლავს. ამ სირთულეებს მიეკუთვნება: ნაკერის ლითონის დაბალი წინააღმდეგობა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ, წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნა ნაკერმიმდებარე ზონაში და ძირითადი ლითონისა და შენადული შეერთების თანაბარსიმტკიცის უზრუნველყოფა.

აღნიშნული სირთულეების დასაძლევად და, პირველ რიგში, ნაკერის ლითონის კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ასამაღლებლად, შეღებვის ყველა ხერხის გამოყენებისას, ცდილობენ ნახშირბადის რაოდენობის შემცირებას ნაკერის ლითონში. ამის მიღწევა შესაძლებელია ნახშირბადის დაბალი შემცველობის ელექტროდის დეროს და საელექტროდულ მავთულის გამოყენებით და ძირითადი ლითონის წილის შემცირებით, შენადულ ნაკერში. ხშირ შემთხვევაში, მიმართავენ შენადული ნაკერის მიღებას ფორმის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობით, წინასწარი და თანმხლები გახურების გამოყენებას, შეღებვის შემდგომ თერმულ დამუშავებას.

საშუალო ნახშირბადიანი ფოლადების შეღებვისას, ხშირად მიმართავენ წინასწარ გახურებას 250-300°C ტემპერატურამდე, რაც საშუალებას იძლევა 0,01-0,2%-ით ამაღლდეს ნახშირბადის შემცველობა შენადულ ნაკერში, რომლის დროსაც, არ წარმოიქმნება წრთობის სტრუქტურა და ცივი ბზარები ნაკერმიმდებარე ზონაში. თუმცა წინასწარი გახურებით

შედეგებსაც აქვს ნაკლოვანებები, კერძოდ, ჩადუღების სიღრმის გაზრდის გამო შეიძლება წრთობის სტრუქტურები წარმოქმნას, რასაც ხელს უწყობს ნაკერის ლითონში ნახშირბადის მომეტებული შემცველობა.

ნაკერის ლითონში ძირითადი ლითონის წილის შესამცირებლად, ხშირ შემთხვევაში, მიმართავენ ნაწიბურების გამოყვანას და ისეთი შედეგების რეჟიმების გამოყენებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ძირითადი ლითონის მინიმალურ ჩადუღებას და ნაკერის ფორმის კოეფიციენტის მაღალ მნიშვნელობას. ძირითადი ლითონის წილის შემცირებას ასევე ხელს უწყობს პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენის გამოყენება.

შენადუღ ნაკერში საელექტროდუ ლითონის წილის გასაზრდელად მიმართავენ დადუღების კოეფიციენტის გაზრდას. შედეგების მექანიზირებული ხერხების გამოყენებისას, ამის მიღწევა შესაძლებელია მცირე დიამეტრის საშემდუღებლო მავთულის (3 მმ-მდე) და მინიმალური შედეგების დენის გამოყენებით. კარგი შედეგები მიიღება პირდაპირი პოლარობის მუდმივი დენის გამოყენებით.

ნახშირბადის მცირე შემცველობის ნაკერის ლითონისა და ძირითადი ლითონის თანაბარსიმტკიცის მისაღწევად, საშუალონახშირბადიანი ფოლადების შედეგებისას, მიმართავენ საშემდუღებლო მასალების გამოყენებას, რომლებიც დამატებით ლეგირებული არიან სილიციუმით და მანგანუმით (Св-08ГС, Св-08Г2С).

საშუალონახშირბადიანი ფოლადების ხელით შედეგებისას, ძირითადად გამოიყენება ფთორ-კალციუმის და ფარული ელექტროდები (УОНИ 13/45, УОНИ 13/55), რომლებიც უზრუნველყოფენ შენადუღი ნაკერის საკმარის სიმტკიცეს და კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობას.

ნაკერმიმდებარე ზონაში მყიფე წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად, მიმართავენ შედეგების შემდგომი გაცივების სიჩქარის შემცირებას და შესაძლებელი დეტალების წინასწარ გახურებას. რაც უფრო მეტია ფოლადში ნახშირბადის შემცველობა, მით მეტია წინასწარი გახურების ტემპერატურა. მიუხედავად გატარებული ღონისძიებებისა, საშუალონახშირბადიანი ფოლადების შედეგებისას, შენადუღი შეერთება არ მიიღება საკმარისი პლასტიკურობით, რადგან ძირითად ლითონში და ნაკერმიმდებარე ზონაში წრთობის სტრუქტურები მაინც წარმოიქმნება.

საშუალონახშირბადიანი ფოლადების შედეგების ტექნოლოგია დამცავ აირებში, ფლუსის საფარში და დაფარული ელექტროდით ხელით ელექტრორკალური შედეგებისას დაფუძნებულია ძირითადი ლითონის წილის შემცირებაზე ნაკერის ლითონში, ჩადუღების სასურველი ფორმის უზრუნველყოფაზე, შედეგების ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევაზე და შედეგების შემდგომი გაცივების სიჩქარის შერჩევაზე და საბოლოო თერმულ დამუშავებაზე.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ საშუალონახშირბადიანი ფოლადების დამცავ აირებში შედეგება კონსტრუქციების დასამზადებლად შედარებით იშვიათად გამოიყენება შედეგების სხვა ხერხებთან შედარებით.

მაღალნახშირბადიან საკონსტრუქციო ფოლადებს (0,50-0,80% C) კონსტრუქციების დასამზადებლად არ იყენებენ. შედარებით ფართოდ ხდება მათი გამოყენება მანქანათმშენებლობაში დეტალების დასამზადებლად, რომლებიც ზედაპირის დადუღებას საჭიროებენ.

ასეთი ფოლადების შედეგების აუცილებლობა ძირითადად სარემონტო სამუშაოების შესრულებასთანაა დაკავშირებული, მათი შედეგების ტექნოლოგია დაფუძნებულია იმავე პრინციპებზე, როგორცაა დეტალების დადუღებით აღდგენა.

12. ლაბირაბული ფოლადაბის შედუღების ტექნოლოგია

12.1. დაბალლაბირაბული ფოლადაბის შედუღება

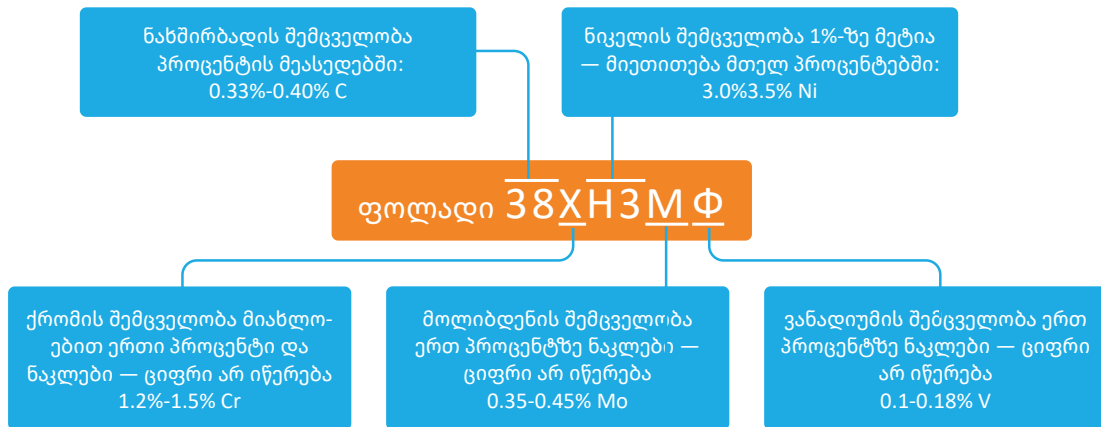
კლასიფიკაციის მიხედვით, დაბალლაბირაბული ეწოდება ფოლადს, რომელიც ლეგირებულია ერთი ან რამდენიმე ელემენტით და თითოეულის შემცველობა 2%-ს არ აღემატება, ხოლო ჯამური რაოდენობა 5%-ზე ნაკლებია. დაბალლაბირაბულ დაბალნახშირბადიან ფოლადებს, რომლებიც გამოიყენებიან შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად, მომხმარებლებს მიეწოდება ძირითადად ნაგლინის სახით.

დაბალლაბირაბულ დაბალნახშირბადიან საკონსტრუქციო ფოლადებში ნახშირბადის შემცველობა არ აღემატება 0,25%-ს. ამ ტიპის ფოლადების ლეგირებას ახდენენ მანგანუმით, ქრომით,

ვანადიუმით და სხვა ელემენტებით, რაც მათი სიმტკიცის გარკვეული დონით გადიდებას იწვევს. ამიტომ მათ ხშირად უწოდებენ ამაღლებული სიმტკიცის დაბალლაბირაბულ ფოლადებს.

ამაღლებული სიმტკიცის დაბალლაბირაბულ ფოლადებს უნდა ჰქონდეთ უნარი წინააღმდეგობა გაუწიონ მყიფე მდგომარეობაში გადასვლას, იყოს იაფი და ეკონომიური დამზადების პროცესში. ამ ფოლადების ქიმიურმა შედგენილობამ უნდა უზრუნველყოს ხარისხიანი შენადული შეერთების მიღება, შედუღების ტექნოლოგიის გართულების გარეშე (10XCHD, 38XH3MΦ, 14Г, 17Г1C და სხვა).

სურათი 124. 38XH3MΦ მარკის ლეგირებული ფოლადის გამიფრვის მაგალითი



დაბალლაბირაბული დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღების ტექნოლოგიის თავისებურებანი. დაბალლაბირაბული დაბალნახშირბადიანი საკონსტრუქციო ფოლადებს, როგორც წესი, იყენებენ საპასუხისმგებლო შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად.

შედუღების თერმულ ციკლზე დამოკიდებულებით, ამ ტიპის ფოლადები უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ჩვეულებრივი დაბალნახშირბადიანი ფოლადებისაგან. განსხვავება, ძირითადად, მდგომარეობს შედუღების შემდგომი მაღალი გაცივების

სიჩქარეებისას, წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნაში, შენადულ ნაკერში და ნაკერმიმდებარე ზონაში. წრთობის სტრუქტურების რაოდენობა შენადულ შეერთებაში იცვლება შედუღების თერმულ ციკლზე დამოკიდებულებით. გრძივი ენერგიის შემცირებისას, წრთობის სტრუქტურების რაოდენობა იზრდება. ნაკერებში, რომლებიც შესრულებულია მაღალი გრძივი ენერგიით, წრთობის სტრუქტურების რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება.

ამ ტიპის ფოლადების შედუღებისას, ძირითადი ლითონის და შენადული შეერთების თანაბარ-

სიმტკიცეობა ძირითადად მიიღწევა ძირითადი ლითონის მალეგირებული ელემენტების ხარჯზე. ზოგჯერ, ნაკერის ლითონის სიმტკიცის და მყიფე მდგომარეობაში გადასვლის ტემპერატურის ასამაღლებლად, დამატებით საშემდუღებლო მასალებით ლეგირებას მიმართავენ.

ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ამაღლება მიიღწევა ნაკერის ლითონში ნახშირბადის, გოგირდის და ზოგიერთი სხვა ელემენტის შემცირების ხარჯზე, ისეთი საშემდუღებლო მასალების გამოყენების ხარჯზე, რომლებშიც ამ ელემენტების შემცველობა მცირე იქნება, ძირითად ლითონთან შედარებით. აგრეთვე, ისეთი შედეგების ტექნოლოგიის დამუშავებით, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობა, ნაკერის ოპტიმალური ფორმა, ნაკეთობის რაციონალური კონსტრუქცია და სხვა.

დაბალლეგირებული ფოლადებისაგან შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად, შეიძლება

გამოყენებული იქნას ელექტრორკალური შედეგების თითქმის ყველა ხერხი და მეთოდი. თუმცა მოწყობილობის სიმარტივის გათვალისწინებით და ხარისხიანი შენადული შეერთების მისაღებად, ყველაზე მეტი გამოყენება ჰპოვა ხელით ელექტრორკალურმა, დამცავ აირებში, ფლუსის საფარში და ელექტროწიღურმა შედეგებამ.

დაბალლეგირებული დაბალნახშირბადიანი ფოლადების დაფარული ელექტროდით ხელით ელექტრორკალური შედეგების ტექნოლოგია თითქმის არ განსხვავდება დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედეგების ტექნოლოგიისაგან. ნაწიბურების მომზადების ფორმა, შედეგების რეჟიმები, ნაკერების შესრულების თანმიმდევრობა და სხვა ერთნაირია. დაბალლეგირებული ფოლადების შესადუღებლად ძირითადად იყენებენ YOHI 13/45, YOHI 13/55, AHO-1, AHO-7, AHO-8 მარკის ელექტროდებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნაკერის ლითონის მდგრადობას ბზარების წარმოქმნის მიმართ და მაღალ პლასტიკურ თვისებებს.

ცხრილი 5. შედეგების რეჟიმების პარამეტრები

შესადუღებელი მასალის სისქე, მმ	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	შედეგების რეჟიმი					
		$I_{შედ}^ა$	$U_{რკ}^3$	$V_{შედ}^მ/სთ$	ელექტროდის შვერი, მმ	აირის ხარჯი, ღმ ³ /წთ	გავლათა რაოდენობა
1	0,8	60-70	17	25-40	7-12	6-7	1
1,5	0,8	60-70	18-19	30-40	7-21	6-7	1
	1,0	100-110	18-19	30-40	8-15	6-7	1
	1,2	120-160	19-20	35-40	9-13	6-7	1
2,0	0,8	110-140	19-20	20-30	7-12	6-7	1
	1,0	130-150	20-21	30-35	8-13	6-8	1
	1,2	160-180	21	35-40	9-15	6-8	1
3-4	1,0	140-160	20-21	20-30	8-13	7-9	1
	1,2	150-170	20-21	25-35	9-15	7-9	2
	1,2	190-230	21	30-40	9-15	7-10	2
5-8	1,6	180-220	23-26	20-30	15-20	12-15	2
	2,0	200-240	24-28	25-35	15-20	12-15	2
	2,0	260-280	28-30	25-30	15-25	15-17	2
10	2,0	280-300	28-30	25-30	20-25	15-17	2
12	2,0	380-400	30-32	20-30	20-25	15-17	2
14	2,0	480-500	33-40	15-25	15-25	12-16	2

ფლუსის საფარში შედუღებისას, უმრავლეს შემთხვევაში, გამოიყენება ისეთივე საშემდუღებლო მასალები, როგორც დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღებისას: დნობადი ფლუსები AH-60, AH-348-A, OCL-45 და საელექტროდ მავთულები CB-08FA, CB-10F2, CB-08XM, CB-10HMA და სხვა. აღსანიშნავია, რომ ამ მასალების გამოყენებისას, ნაკერის ლითონი ნაკლებად მდგრადია ბზარების წარმოქმნის მიმართ, ამიტომ რეკომენდირებულია შედუღების წინა გახურება.

დაბალლეგირებული ფოლადების დამცავ აირებში შედუღებისას ძირითადად იყენებენ შედუღებას

ნახშირორჟანგის გარემოში. ისე, როგორც წინა შემთხვევაში, შედუღების ტექნოლოგია თითქმის არ განსხვავდება დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღების ტექნოლოგიისაგან. მაგალითად, 15XCHD, 14XG, 10XCHD ფოლადების შესადუღებლად იყენებენ CB-08F2C მარკის საშემდუღებლო მავთულს. ნახევრად ავტომატური შედუღებისას, ასევე იყენებენ ფხვნილგულა მავთულს.

დაბალლეგირებული ფოლადების აღნიშნული ხერხებით შედუღებისას, ძირითადი ლითონის ტოლფასი უდეფექტო შენადული შეერთების მიღება სირთულეს არ წარმოადგენს.

12.2. საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღების თავისებურებანი

საშუალოდლეგირებულებს მიეკუთვნება ფოლადები მალეგირებული ელემენტების 10%-მდე ჯამური შემცველობით.

შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად გამოიყენება საშუალოდლეგირებული და თბომედეგი საკონსტრუქციო ფოლადები. ისინი შეიცავენ 0,5%-მდე ნახშირბადს. საშუალოდლეგირებული თბომედეგი ფოლადები შეიცავენ 0,25%-მდე ნახშირბადს და 6%-მდე ქრომს, როგორც აუცილებელ მალეგირებელ ელემენტს. დამატებით ფოლადი შეიძლება ლეგირებული იყოს მოლიბდენით, ვანადიუმით, ვოლფრამით და ნიობიუმით.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების მთავარი მახასიათებელია მათი მექანიკური თვისებები. მათ გააჩნიათ დროებითი წინაღობა 2000 მპა-მდე.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების მიდრეკილება წრთობისადმი და მაღალი მექანიკური თვისებები წარმოქმნიან რიგ სპეციფიკურ სიძნელეებს მათი შედუღების პროცესში.

პირველი სიძნელე, რომელიც საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღებისას წარმოიქმნება, ცივი ბზარების წარმოქმნასთანაა დაკავშირებული, როგორც ნაკერის ლითონში, ისე – ნაკერმიმდებარე ზონაში.

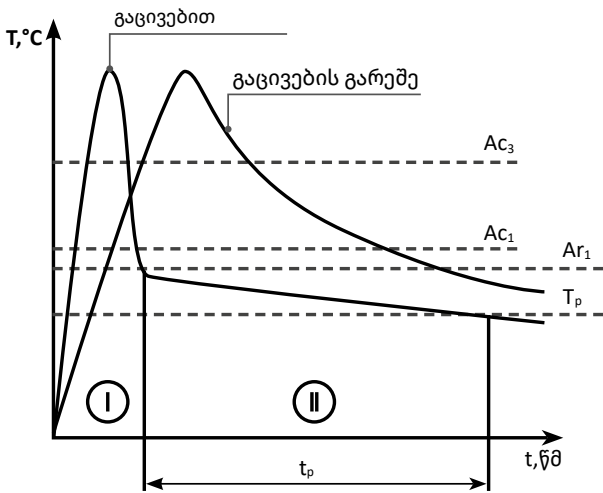
0,15%-ზე მეტი ნახშირბადის შემცველობის საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღებისას, საჭიროა ზომების მიღება ცივი ბზარების თავიდან ასაცილებლად.

მეორე სიძნელე კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნასთანაა დაკავშირებული. ნაკერის ლითონში გოგირდის და ნახშირბადის რაოდენობის შემცირება და მაგნიუმის და ქრომის რაოდენობის გაზრდა მნიშვნელოვნად ამცირებს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის ალბათობას.

მესამე სიძნელე მდგომარეობს ძირითადი ლითონის ტოლფასი შენადული შეერთების მიღების შესაძლებლობაში, რადგან ცივი და ცხელი ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ასამაღლებლად, შენადულ ნაკერში შემცირებულია ნახშირბადის და ზოგიერთი მალეგირებული ელემენტის რაოდენობა.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღებისას წარმოქმნილი სიძნელეებიდან ყველაზე სერიოზულ სიძნელეს წარმოადგენს ცივი ბზარების წარმოქმნის „აღკვეთა“. ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ასამაღლებლად საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღებისას შეიძლება გამოყენებული იქნას რამდენიმე ტექნოლოგიური ხერხი:

- შენადული კონსტრუქციების დასამზადებლად ისეთი საშუალოდლეგირებული ფოლადების შერჩევა, რომლებიც ფლობენ საჭირო მექანიკურ თვისებებს, ნახშირბადის და წრთობისადმი მიდრეკილი მალეგირებული ელემენტების მინიმალური შემცველობისას;
- შედეგების თერმული ციკლის რეგულირებით შედეგების რეჟიმების ცვლილებით და ოპტიმალური შედეგების რეჟიმის შერჩევით. იდეალური თერმული ციკლი, რომელიც უზრუნველყოფს შენადული შეერთების წინააღმდეგობას ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ (იხ.ნახაზი).



სურათი 125. იდეალური თერმული ციკლი და მისი რელიზაციის სქემა:

I. გახურების დროის შეზღუდვა; II. შენელებული გაცივება აუსტენიტის დაშლის ტემპერატურისას; A_{c2} და T_p – აუსტენიტის დაშლის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა

- იდეალური ან მასთან მიახლოებული პრაქტიკაში გამოყენებული თერმული ციკლი დაკავშირებულია წინასწარ, თანმხლებ და შედეგების შემდგომ გახურებასთან;
- შენადული შეერთების თერმული დამუშავება შედეგების დამთავრებისთანავე, ცივი ბზარების წარმოქმნის მომენტამდე, ეს დრო ერთ შემთხვევაში შეიძლება რამდენიმე წუთს შეადგენდეს, სხვა შემთხვევაში – რამდენიმე საათს.

შენადული შეერთების დროული თერმული დამუშავებით, შესაძლებელია მთლიანად აღმოიფხვრას ცივი ბზარების წარმოქმნის საშიშროება.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედეგებისათვის, ძირითადად გამოიყენება ხელით ელექტროროკალური, დამცავ აირებში, ფლუსის საფარში და ელექტროწიდური შედეგების ხერხები და მეთოდები. აღნიშნული შედეგების ხერხებიდან ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ხელით ელექტროროკალური შედეგება დაფარული დაბალწყალბადიანი ფტორ-კალციუმის ელექტროდებით შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენით. ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობას მნიშვნელოვნად ამადლებს გახურება 150°C -ზე მეტ ტემპერატურამდე.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედეგების რეჟიმებს, დაფარული ელექტროდით შედეგებისას, ირჩევენ ელექტროდის დეროს ტიპის, შესაძლებელი დეტალების სისქის და სივრცული მდებარეობის მიხედვით.

ფლუსის საფარში ავტომატური შედეგება, ხელით შედეგებასთან შედარებით, მნიშვნელოვნად ზრდის პროცესის მწარმოებლურობას. განსაკუთრებით საგრძნობია ეს უპირატესობა ერთგავლიანი შედეგებით შეერთებისათვის, რადგან ფლუსის საფარში შედეგების თავისებურება დიდი დენების გამოყენების საშუალებას იძლევა და, შესაბამისად, ჩადულების სიღრმეც იზრდება.

თუ ისეთი ფოლადების შედეგება ხდება, რომელთაც ბზარების წარმოქმნის მიმართ დაბალი წინააღმდეგობა აქვთ (ნახშირბადის და მალეგირებული ელემენტების მაღალი შემცველობა, შესაძლებელი დეტალების დიდი სისქე ან ჩამაგრების დიდი სიხისტე), მიმართავენ დამატებით ღონისძიებებს: შებრუნებული პოლარობის მუდმივი დენის გამოყენებას, წინასწარ გახურებას, ნაწიბურების გამოყვანის კუთხის გადიდებას და სხვა.

საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედეგებისათვის იყენებენ როგორც მაღალსილიციუმის მანგანუმის, ისე დაბალსილიციუმის ფლუსებს: AH-348-A, OCL-45, AH-15, AH-20, AH-42 და სხვა.

დამცავ აირებში ნახევრად ავტომატურმა და ავტომატურმა შედეგებამ ფართოდ გამოიყენება ჰჰოვა, საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედეგებისას,

შენადული შეერთების მაღალი ხარისხის გამო, თუმცა, შედუღების პროცესში გასათვალისწინებელია ზოგიერთი ტექნოლოგიური თავისებურება, შენადულ შეერთებაში ბზარების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად. ამ ტექნოლოგიურ თავისებურებებს მიეკუთვნება დამცავი აირების გამოშრობა, მათში წყალბადის რაოდენობის შესამცირებლად და შედუღების რეჟიმების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ შედუღების შემდგომ ნელ გაცივებას. დამცავ აირად საშუალოდლეგირებული ფოლადების შედუღებისას, გამოიყენება როგორც ნახშირორჟანგი, ისე არგონი. შედუღებისათვის შეიძლება იგივე რეჟიმების გამოყენება, როგორცაც

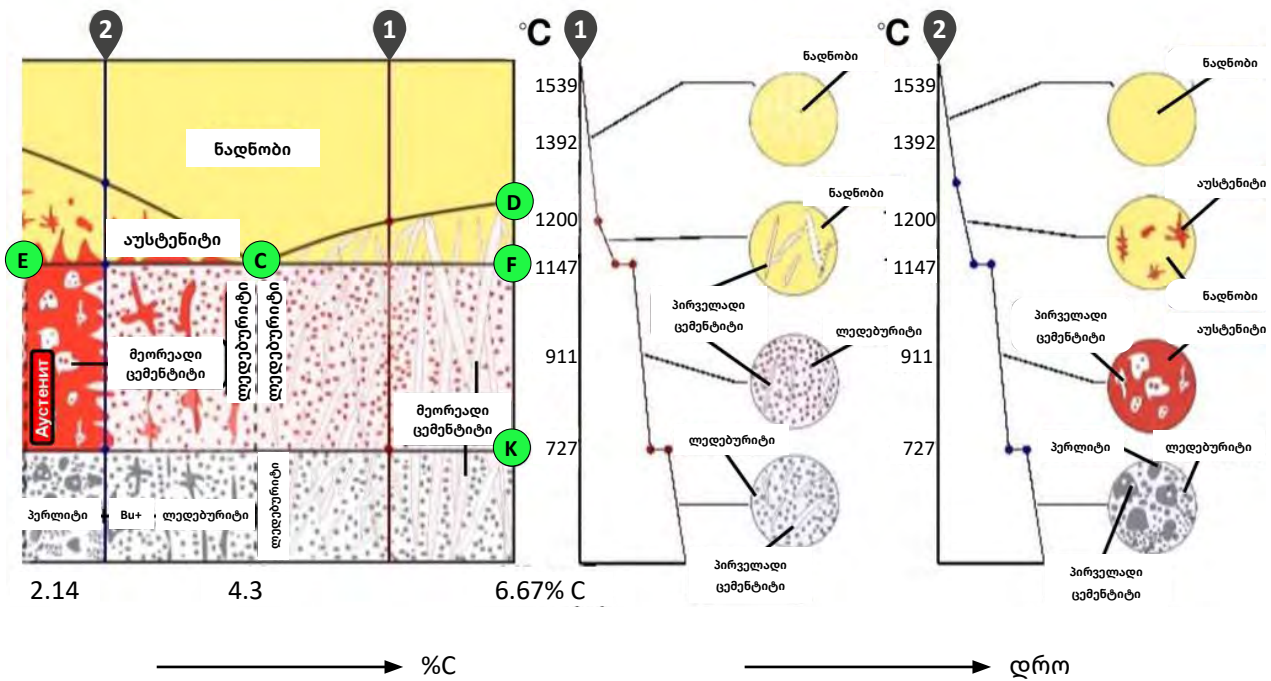
იყენებენ დაბალლეგირებული ფოლადების შედუღებისათვის, 15-20%-ით შემცირებული დენის ძალით. შედუღებისათვის იყენებენ C₆-10FCMT, C₆-10XFC₂MT, C₆-08X3FCM და სხვა მარკის საელექტროდე მავთულებს. ისე, როგორც ნახშირბადიანი და სხვა ლეგირებული ფოლადების შედუღებისას, საშემდუღებლო მავთულში აუცილებლად ნახშირბადის შემცველობა უნდა იყოს ნაკლები, ვიდრე ძირითად ლითონში.

შედუღებას არგონში ძირითადად აწარმოებენ უდნობი ელექტროდით და, გაცილებით იშვიათად, დნობადი ელექტროდით, ძირითადად საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების დამზადებისას.

13. თუჯის შედეგის ტექნოლოგია

ფოლალებისაგან განსხვავებით, ლითონის სამშენებლო კონსტრუქციების დასამზადებლად, თუჯის გამოყენება არ ხდება, თუმცა მანქანათმშენებლობაში, ჩარხმშენებლობაში და მრეწველობის სხვა დარგებში, თუჯი ერთ-ერთი ძირითადი საკონსტრუქციო მასალაა. თუჯის ნაკეთობების დამუშავების უბრალო და იაფი ტექნოლოგია, მაღალი

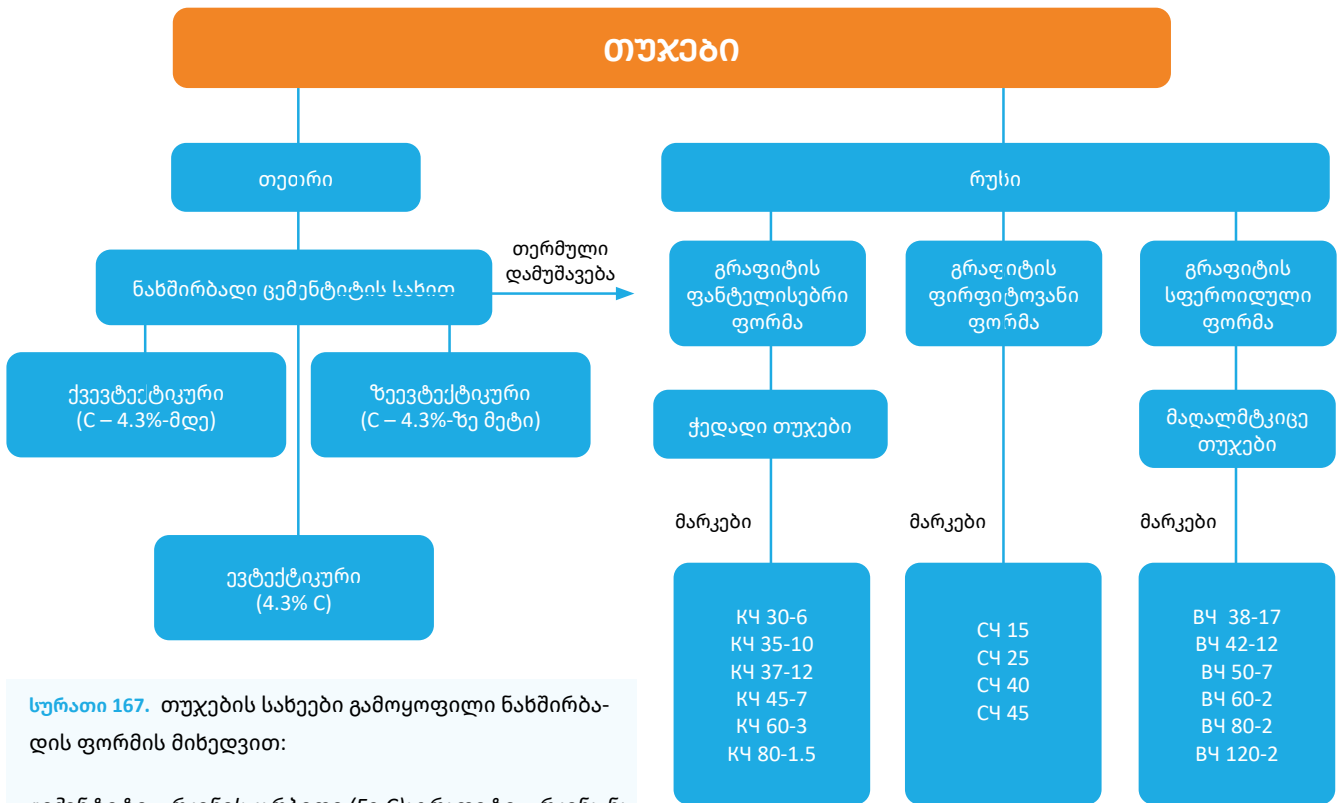
ცვეთამდეგობა, ძაბვების კონცენტრატორების მიმართ დაბალი მგრძობიარობა, კარგი დამუშავებადობა, კარგი თხევადდენადობა და ა.შ. განაპირობებს მის ფართო გამოყენებას. ამასთან ერთად, თუჯებს აქვთ უარყოფითი თვისებებიც – რუხი თუჯის დაბალი სიმტკიცე და პლასტიკურობის დაბალი მაჩვენებლები.



სურათი 126. რკინა-ნახშირბადის მდგომარეობის დიაგრამა (თუჯები)

თუჯსამსხმელო წარმოებაში, შედეგებამ მტკიცედ დაიმკვიდრა ადგილი, ძირითადად თუჯის სხმულების დეფექტების აღმოსაფხვრელად და მწყობრიდან გამოსული მოწყობილობის სარემონტოდ.

თუჯები, ეს რკინა-ნახშირბადის შენადნობებია, რომლებშიც ნახშირბადის შემცველობა 2,14%-ზე მეტია (2,14-6,67% C). ნახშირბადი თუჯებში შეიძლება იყოს ორი სახით: ქიმიური ნაერთის – ცემენტიტის (Fe₃C) ან თავისუფალი გრაფიტის სახით.



სურათი 167. თუჯების სახეები გამოყოფილი ნახშირბადის ფორმის მიხედვით:

ცემენტიტი – რკინის კარბიდი (Fe_3C); გრაფიტი – რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში თავისუფალი სახით გამოყოფილი ნახშირბადია

ნახშირბადის მდგომარეობის (სტრუქტურის) მიხედვით, არჩევენ თეთრ და რუხ თუჯებს. ნახშირბადის ერთიდაიგივე რაოდენობის პირობებში თეთრი და რუხი თუჯი ერთმანეთისაგან განსხვავდება სტრუქტურით და, აქედან გამომდინარე, თვისებებით.

თეთრი თუჯი სტრუქტურის მიხედვით (რკინა-ნახშირბადის დიაგრამაზე C წერტილი) სამ ჯგუფად იყოფა.

1. ქვევტექტიკური თეთრი თუჯი, ნახშირბადის რაოდენობა 2,14-4,3 % სტრუქტურა – პერლიტი + ლედებურიტი.
2. ევტექტიკური თეთრი თუჯი, ნახშირბადის რაოდენობა – 4,3% სტრუქტურა ლედებურიტი.
3. ზევტექტიკური თეთრი თუჯი, ნახშირბადის რაოდენობა 4,3-6,67% სტრუქტურა – ლედებურიტი + ცემენტიტი.

თუჯის გამყარების ხასიათი განისაზღვრება მისი შედგენილობით და გაცივების სიჩქარით. ნელი გაცივება ხელს უწყობს გრაფიტის წარმოქმნას, გაცივების სიჩქარის ზრდა კი ხელს უწყობს ცემენტიტის წარმოქმნას.

თუჯების თვისებები, სტრუქტურაზე დამოკიდებულებით, შეიძლება ფართო დიაპაზონში იცვლებოდეს.

თუჯების კლასიფიკაცია ხდება მათში გრაფიტის ჩანართების და ფორმის მიხედვით. ამ ნიშნის მიხედვით, თუჯები შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად:

- 1) რუხი თუჯი (ფირფიტისებრი გრაფიტის ჩანართებით) 2) მაღალი სიმტკიცის თუჯი სფეროილული გრაფიტის ჩანართებით); 3) ჭედადი თუჯი ფანტელისებრი (ფიფისებრი) გრაფიტის ჩანართებით); 4) თეთრი თუჯი (გრაფიტის ჩანართების გარეშე). ყველა შემთხვევაში ჩამოთვლილი თუჯი ცუდი შედეგადობით ხასიათდება.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ყველაზე ფართოდ შედულება გამოიყენება იმ ნაკეთობების რემონტისა და აღდგენისათვის, რომლებიც რუხი თუჯისაგან არის დამზადებული. ეს რუხი თუჯის თვისებებით და მისი შედულების ხერხების არსებობით არის გამოწვეული. მნიშვნელოვანია, რომ რუხი თუჯის შემთხვევაში, შესაძლებელია ნაკერის ლითონში თუჯის მიღება, რომელიც თავისი თვისებებით ახლოა ძირითად ლითონთან. ქუდადი და მაღალი სიმტკიცის თუჯები, უპირატესად, დუღდება რკინა-ნიკელის ელექტროდებით ან დამცავ აირებში – მცირე დიამეტრის საელექტროდე მავთულით.

შედულების პროცესში, გახურება და შედულების შემდგომი გაცივება იმდენად ცვლის თუჯის თვისებებს და სტრუქტურას, რომ შედულების ზონაში და ნაკერმიმდებარე ზონაში, შენადუდი შეერთების მიღება დეფექტების გარეშე გართულებულია.

ძირითადი მიზეზები, რომლებიც ხელს უშლიან თუჯის ხარისხიანი შენადუდი შეერთების მიღებას, შემდეგია:

1. ნაკერის ლითონის და ნაკერმიმდებარე ზონის გაცივების მაღალი სიჩქარე იწვევს თუჯის გათეთრებას ანუ ცემენტის უბნების წარმოქმნას, რომელიც თუჯს მაღალ სისალეს ანიჭებს, რაც შეუძლებელს ხდის მის დამუშავებას მჭრელი იარაღით.
2. თუჯის ადგილობრივი არათანაბრი გახურების გამო, წარმოიქმნება შედულების ძაბვები, რომლებიც თუჯის დაბალი პალსტიკურობიდან გამომდინარე, ბზარების წარმოქმნას ნაკერში და ნაკერმიმდებარე ზონაში.
3. აირების ინტენსიურმა გამოყოფამ შედულების აბაზანიდან, რომელიც კრისტალიზაციის პროცესშიც გრძელდება, შეიძლება ფორების წარმოქმნა გამოიწვიოს.
4. თუჯის მაღალი თხევადდენადობა ართულებს გამდნარი ლითონის შეკავებას, გადმოდინებისაგან და ნაკერის ფორმირებას.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, თუჯის შედულებისას წარმოქმნილი ძირითადი სიძნელეები დაკავშირებულია ნაკერის ლითონში წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნასთან, რაც მნიშვნელოვნად

აუარესებს მის ქრით დამუშავებას და ზრდის ბზარების წარმოქმნისადმი მიდრეკილებას. ბზარების წარმოქმნის საშიშროების თავიდან ასაცილებლად, ისეთი ელექტროდების გამოყენებისას, რომლებიც თავისი შედგენილობით განსხვავდებიან თუჯებისაგან, რეკომენდირებულია შედულება მოკლე მონაკვეთებით, ნაკერის „გაჭედვა“ და სხვა. თუჯის ელექტროდით შედულებისას, დამატებითი სირთულეები წარმოიქმნება, რომლებიც ნაკერის ლითონის დაბალ პლასტიკურობასთან და წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნისადმი მიდრეკილებასთან არის დაკავშირებული.

გარდა აღნიშნულისა, ნაკერის ლითონში ბზარების წარმოქმნისადმი მიდრეკილებაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს წრფივი ჩაჯდომის სიდიდე. გაცივების მაღალი სიჩქარეებისას, წრფივი ჩაჯდომა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნაკერის ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე. შედულების ერთნაირ პირობებში, ბზარების წარმოქმნის მიმართ შედარებით ნაკლები მიკდრეკილება აქვს დადუღებულ ლითონს ნახშირბადის მაღალი შემცველობით.

შენადუდი ნაკერის ხარისხი, მისი მექანიკური თვისებები, დამუშავებადობა და სხვა დამოკიდებულია არამარტო დადუღებული ლითონის თვისებებზე, არამედ ნაკერმიმდებარე ზონაში მიმდინარე სტრუქტურულ გარდაქმნებზე – ნაკერმიმდებარე ზონაში ტემპერატურის მუდმივი ცვლილების გამო, ძირითადი ლითონი განიცდის სხვადასხვა სტრუქტურულ გარდაქმნებს.

რუხი თუჯის შენადუდ ნაკერში, რომელიც არ იქნება მიდრეკილი ბზარების წარმოქმნისადმი, საჭიროა სილიციუმის და ნახშირბადის ისეთი რაოდენობით არსებობა, რომელიც ხელს შეუწყობს გრაფიტიზაციის პროცესს და წრფივი ჩაჯდომის შემცირებას. ამასთანავე, აუცილებელია ლითონის ისეთი სიჩქარით გაცივების უზრუნველყოფა, რომლის დროს, გრაფიტიზაციის პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს.

რუხი თუჯის შედულების ხერხები

თუჯის შედულების, რემონტის, სხმულების და დეტალების აღდგენისას, შენადუდი შეერთების ხარისხს სხვადასხვა მოთხოვნებს უყენებენ – გარეგანი დეფექტების დეკორატიული ჩადუღებიდან, ძირითადი ლითონის ტოლფასი შენადუდი შეერთების მიღებამდე. რუხი თუჯების შედულებისათვის,

რომლებიც ცუდი შედუღებადობით ხასიათდებიან, შეუძლებელია შედუღებისას ისეთი უნივერსალური ხერხის მოძებნა, რომელიც ყველა შემთხვევაში კარგ შედეგს იძლევა, სწორედ ამან განაპირობა თუჯის შედუღების ხერხების და ელექტროდების დიდი რაოდენობის შექმნა.

გამოყენებული საშემდუღებლო მასალების მიხედვით, ანსხვავებენ:

1) შედუღების ხერხებს, რომლებიც დადუღებულ ლითონში უზრუნველყოფენ თუჯის მიღებას.

2) შედუღების ხერხებს, რომლებიც დადუღებულ ლითონში უზრუნველყოფენ ფოლადის ან რკინის შენადნობების მიღებას, ფერადი ლითონების შემცველობით. შედუღების ხერხები, რომლებიც ამ ჯგუფებში შედიან, შეიძლება კლასიფიცირებული იქნას სხვა ნიშნების მიხედვით, მაგალითად, ხელით შედუღება და მექანიზირებული შედუღება, შედუღება წინასწარი გახურებით (ცხელი შედუღება) და შედუღება წინასწარი გახურების გარეშე (ცივი შედუღება).

შედუღების ამა თუ იმ ხერხის შერჩევას, ხარისხიანი შენადნული ნაკერის მისაღებად, დიდი მნიშვნელობა აქვს მეტალურგიული და ტექნოლოგიური საშუალებების გამოყენებას. მათ რიცხვს მიეკუთვნება.

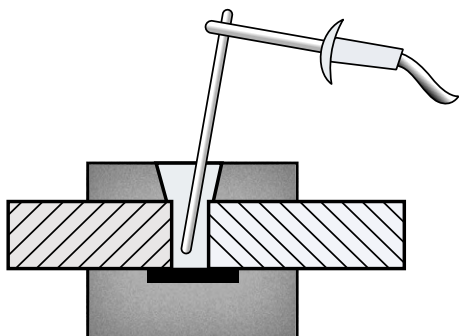
- დადუღებული ლითონის ლეგირება ელემენტებით, რომლებიც გრაფიტიზაციის პროცესს უწყობენ ხელს და მოცემული გაცივების სიჩქარისას, ნაკერის ლითონში უზრუნველყოფენ რუხი თუჯის სტრუქტურის მიღებას;
- დადუღებული ლითონის ლეგირება ისეთი ელემენტებით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან დადუღებულ ლითონში უზრუნველყონ დაბალნახშირბადიანი ფოლადისათვის დამახასიათებელი ფერიტულ-პერლიტური სტრუქტურის წარმოქმნა;
- საშემდუღებლო მასალების შედგენილობაში, ჟანგბადშემცველი კომპონენტების შეყვანა ნახშირბადის მაქსიმალური დაჟანგვის და ნაკერის ლითონში დაბალნახშირბადიანი ფოლადის სტრუქტურის მიღების მიზნით;

ისეთი საშემდუღებლო მასალების გამოყენება, რომლებიც დადუღებულ ლითონში უზრუნველყოფენ სხვადასხვა ფერადი ლითონის შენადნობების მიღებას: სპილენძ-ნიკელის, რკინა-სპილენძის, რკინა-ნიკელის და სხვა, რომლებიც მაღალი პლასტიკურობით ხასიათდებიან და აქვთ თუჯის დნობის ტემპერატურასთან ახლო დნობის ტემპერატურა.

თუჯების ცხლად შედუღება. შედუღების ყველა ხერხის გამოყენება, რომელიც ხელს უწყობს დადუღებულ ლითონში თუჯის მიღებას, უნდა უზრუნველყოფდეს არამარტო დადუღებული ლითონის საჭირო შედგენილობას, არამედ შედუღების შემდგომ გაცივების ისეთ სიჩქარეს, რომელიც გამორიცხავს წრთობის სტრუქტურის მიღებას. ამიტომ, თუჯის ელექტროდებით შედუღებას, უმრავლეს შემთხვევაში, აწარმოებენ ნაკეთობების წინასწარი გახურებით. ერთ-ერთ ასეთ გავრცელებულ შედუღების ხერხს, რომელიც უზრუნველყოფს დადუღებულ ლითონში თუჯის მიღებას, წარმოადგენს ცხლად შედუღება. თუჯის გათეთრებას, ნაკერმიმდებარე ზონაში წრთობას, სტრუქტურების და ფორების წარმოქმნის მიმართ ბრძოლის ყველაზე რადიკალურ საშუალებას, შესაძლებელი დეტალების 600-650°C-მდე წინასწარი გახურება წარმოადგენს. თუჯის ცხლად შედუღების ტექნოლოგიური პროცესი ოთხი საფეხურისაგან შედგება:

1. ნაკეთობის მომზადება შედუღებისათვის;
2. ნაკეთობის წინასწარ გახურება;
3. შედუღება;
4. შედუღების შემდგომი გაცივება.

თუჯის მაღალი თხევადდენადობის გამო ნაკეთობის შედუღებისათვის მომზადების პროცესში, აუცილებელია თხევადი თუჯის შედუღების ზონიდან გადმოდინების თავიდან ასაცილებლად, შედუღების ადგილის ფორმირება. ფორმირება ხდება შესაძლებელი ადგილის ზომის და განლაგების მიხედვით, გრაფიტის ფირფიტების დახმარებით.



სურათი 127. თუჯების ცხლად შედეგების სქემა:

1. საყალიბე მიწა; 2. გრაფიტის ფირფიტა; 3. შესადღებელი დეტალები; 4. ელექტროდი

გახურებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას ნებისმიერი გამახურებელი გარემო, რომელიც ნაკეთობის თანაბარ გახურებას უზრუნველყოფს საჭირო ტემპერატურამდე.

შედეგებისათვის იყენებენ დაფარულ დნობად ელექტროდებს A და B მარკის ლეროებით. ელექტროდის დიამეტრი 5-12 მმ-ის ფარგლებშია

თუჯის ცხლად შედეგებას აწარმოებენ მაღალი შედეგების დენზე $I_{შედეგ} = (60 \div 100)d_{ელ}$ შესვენების გარეშე. დიდი მოცულობის სამუშაოების შემთხვევაში, აუცილებელია ორი შემდეგების მონაცვლეობით მუშაობა. ელექტროდის დამჭერს, ცხლად შედეგებისათვის, უნდა ჰქონდეს დამატებითი ფარი შემდეგების ხელის თბური დამწვრობის თავიდან ასაცილებლად.

შედეგების შემდგომ გაცივების სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 50-100°C/სთ.

თუჯის ცივი შედეგება. თუჯის შედეგების აღნიშნული ხერხის გამოყენება გულისხმობს სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის ნაკერის მიღებას, შედეგებისათვის შერჩეული საელექტროდე მასალების მიხედვით.

თუჯების ცივი შედეგებისათვის იყენებენ საელექტროდე მასალებს, რომლებიც ნაკერის ლითონში უზრუნველყოფენ:

- რუხი თუჯის სტრუქტურის მიღებას;
- დაბალნახშირბადიანი ფოლადის სტრუქტურის მიღებას;
- ფერადი და სპეციალური შენადნობების სტრუქტურების მიღებას.

რუხი თუჯის სტრუქტურის მიღება შენადნულ ნაკერში ელექტროდებით, რომლებიც ცხლად შედეგებისათვის გამოიყენება, არ იძლევა დადებით შედეგს შედეგების შემდგომი გაცივების დიდი სიჩქარის გამო. შედეგად, ნაკერის ლითონში და ნაკერმიმდებარე ზონაში თეთრი თუჯის და წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნა ხდება. აღნიშნულის გამოსწორება და რუხი თუჯის მიღება ნაკერის ლითონში შესაძლებელია ისეთი საშემდეგებლო მასალების გამოყენებით, რომლებშიც დამატებულია დიდი რაოდენობით ე.წ. გრაფიტიზატორები და მალეგირებული ელემენტები, რომლებიც კარბიდის სფეროიდიზაციას უწყობს ხელს (მაგნიუმი). აღნიშნულ ტიპს მიეკუთვნება ელექტროდები, რომელთა ლითონის ლერო წარმოადგენს თუჯს 5%-მდე სილიციუმის ლეგირებით. იგივე შედეგის მიღწევა შესაძლებელია თუჯის ელექტროდების გამოყენებით, რომლებიც ლეგირებული არიან ნიკელით, ე.წ. ნიკელიანი თუჯი ელექტროდები.

ნაკერის ლითონში დაბალნახშირბადიანი დადებული ლითონის მისაღებად, იმ საელექტროდე მასალის გამოყენება, რომელსაც ვიყენებდით ნახშირბადიანი და დაბალლეგილებული ფოლადების შესადღებლად, შეუძლებელია, რადგან დადებული ლითონში გაცივების დიდი სიჩქარის გამო წრთობის სტრუქტურების წარმოქმნა ხდება. ერთ-ერთ რადიკალურ საშუალებას დადებული ლითონში ძირითადი ლითონის წილის შემცირება წარმოადგენს. ამ პროცესს ხელს უწყობს ნაკერმიმდებარე ზონის ზომის შემცირებაც. ამ მიზნით შედეგის მისაღწევად იყენებენ მცირე დიამეტრის ელექტროდებს (1 ფენისათვის 3 მმ, მე-2 ფენისათვის – 3-4 მმ) და მცირე დენის ძალას $I_{შედეგ} = (20 \div 25)d_{ელ}$, რომ არ მოხდეს ძირითადი ლითონის გადახურება.

პირველი ფენის შედეგებას აწარმოებენ მოკლე უბნებით და მცირე კვთის ლილვაკებით შესვენებით ისე, რომ შედეგების განახლებისას, ტემპერატურა იყოს 50-60°C-ის ფარგლებში. მეორე ფენას ასრულებენ პირველი ფენის მიმართ მართობული განივი ლილვაკებით. მესამე ფენის შესრულებისას, იყენებენ შედარებით მაღალი შედეგების რეჟიმებს. შენადნულ შეერთებაში დაძაბული მდგომარეობის შესამცირებლად, ხშირ შემთხვევაში, მიმართავენ ნაკერს „გაჭედვას“.

ცხრილი 6. თუჯების გახურების გარეშე შედუღების რეჟიმების პარამეტრები

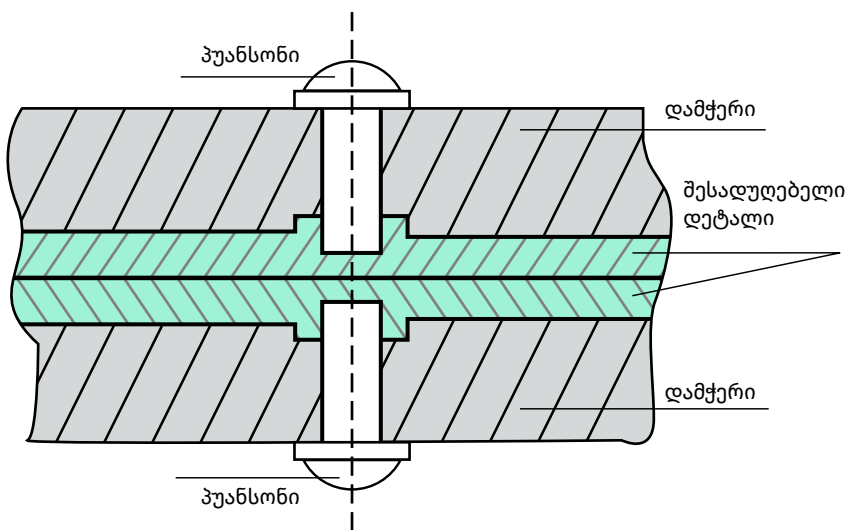
ელექტროდის მარკა	დენის რეკომენდირებული მნიშვნელობები, ა ელექტროდების დიამეტრებისათვის, მმ				დადუღების კოეფიცი., გ/ (ა-სთ)	ელექტროდების ხარჯი 1 კგ დადუღებულ ლითონზე, კგ
	3,0	4,0	5,0	6,0		
ЦУ-4	65-80	90-120	130-150	-	9-11	1,8
ОЗУ-2	90-110	120-140	160-190	220-250	13-14	1,7
ОЗЖН-1	100-120	130-150	160-180	-	10-12	1,4
МНУ-2	90-110	120-140	160-190	210-230	11-12	1,5

შენიშვნა: შედუღების დენი მოყვანილია ქვედა მდგომარეობაში შედუღებისათვის. ბოლო სამი მარკის ელექტროდით ვერტიკალური ნაკერებით შედუღებისას, დენის ძალას ირჩევენ 10-20 ა-ით უფრო ნაკლებს. ЦУ-4 ელექტროდს გამოიყენებენ ქვედა მდგომარეობაში შედუღებისათვის

თუჯის ცივი შედუღებისას, მაღალი პლასტიკური თვისებების შენადული ნაკერის მისაღებად იყენებენ ელექტროდებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ დადუღებულ ლითონში შენადნობების მიღებას ნიკელის და სპილენძის ფუძეზე. ნაკერის ლითონის მაღალი პლასტიკურობა ხელს უწყობს შედუღების დაბრუნების ნაწილობრივ რელაქსაციას და ამიტომ მცირდება დეფექტების წარმოქმნის ალბათობა ნამაკერმიმდებარე ზონაში.

თუჯების შედუღებისათვის იყენებენ რკინა-სპილენძის, სპილენძ-ნიკელის და რკინა-ნიკელის ელექტროდებს. თითოეული ამ ტიპის ელექტროდების შერჩევა და გამოყენება ხდება თუჯის ქიმიური შედგენილობის და ნაკეთობის დანიშნულებიდან გამომდინარე.

თუჯების ცივი შედუღების მეთოდი. ამ მეთოდით შედუღება მარტივია, თუ გამოიყენება სპეციალური ელექტროდები.



სურათი 168. თუჯის წერტილოვანი ცივი შედუღების სქემა

მიიღება მტკიცე და მაღალი ხარისხის შენადული ნაკერები. ნაკლოვანებას წარმოადგენს ის, რომ მიიღება ძალიან სალი ნაკერი, შესაძლებელია მისი

დაბზარვა, ამიტომ მჭრელი იარაღით დამუშავება შეუძლებელია (წარმოიქმნება 1,5 მმ სიგანის თეთრი თუჯის შრე და წრთობის სტრუქტურები).

14. ლითონების თერმული დამუშავება

სხვადასხვა დეტალების და ნაკეთობების დამზადების დროს, თერმული დამუშავება მეტად მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური პროცესია. სხვადასხვა მეთოდით (ჩამოსხმა, ჭედვა, გლივინა და სხვა) მიღებული ლითონის ნაკეთობას, უმრავლეს შემთხვევაში, არ აქვს ექსპლუატაციის პირობებისათვის დამაკმაყოფილებელი მექანიკური, ფიზიკური და ქიმიური თვისებები, ხშირ შემთხვევაში კი, მომდევნო ოპერაციის შესასრულებლად საჭირო ტექნოლოგიური თვისებები.

თერმული დამუშავება – ლითონის თვისებების სასურველი მიმართულებით შეცვლის მნიშვნელოვანი ოპერაციაა.

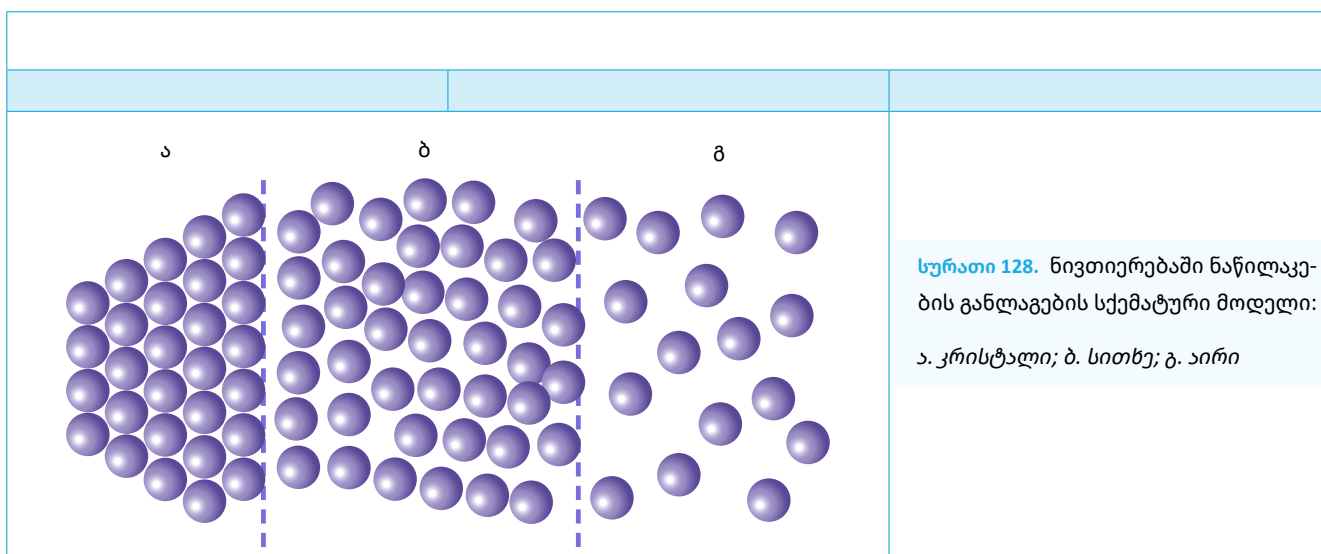
თერმული დამუშავება ლითონის ნაკეთობის განსაზღვრული რეჟიმით გახურების, გახურებულ მდგომარეობაში დაყოვნებისა და შემდგომი გაცივების ოპერაციათა ერთობლიობაა, რომლის მიზანია, ლითონის (შენადნობის) სტრუქტურის შეცვლა და, აქედან გამომდინარე, ამა თუ იმ საჭირო თვისებების მიღება. შესაძლებელია აგრეთვე ნაკეთობის დაძაბული მდგომარეობის შეცვლა.

თერმული დამუშავების შედეგზე, გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორი: გახურების დრო და სიჩქარე, გახურების ტემპერატურა, დაყოვნების დრო და გაცივების სიჩქარე.

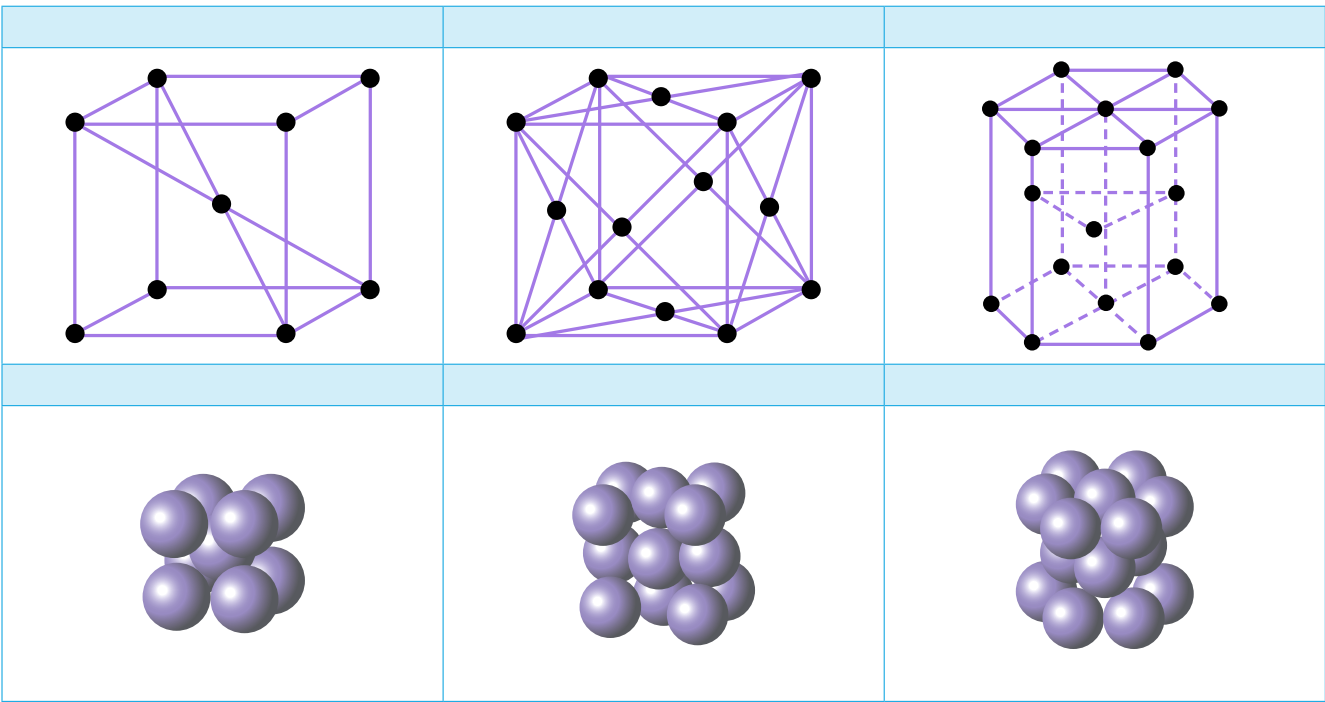
თერმული დამუშავების დროს, ლითონის ქიმიური შედგენილობა, ნაკეთობის მოყვანილობა და ზომები არ იცვლება. იცვლება მხოლოდ ლითონის აგებულება და, აქედან გამომდინარე, თვისებები.

თერმულად შეიძლება დამუშავდეს ფოლადის, თუჯის და ფერად ლითონთა შენადნობები. იმის გამო, რომ დამზადებული კონსტრუქციების აბსოლუტური უმრავლესობა რკინა-ნახშირბადის შენადნობები – ფოლადებია, მოცემულ თავში, ძირითადად, განხილული იქნება საკითხები ფოლადების თერმული დამუშავების მაგალითზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ლითონებში მიმდინარე თერმული დამუშავების მსგავს ოპერაციებს ადგილი აქვს მათი შედეგების დროს.

ლითონებს კრისტალური აგებულება აქვთ და ასეთ აგებულებას თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას იძენენ.



სურათი 128. ნივთიერებაში ნაწილაკების განლაგების სქემატური მოდელი: ა. კრისტალი; ბ. სითხე; გ. აირი



სურათი 129. კრისტალური გისოსების ტიპები:

ა. მოწულობით ცენტრირებული კუბური; ბ. წახნაგცენტრირებული კუბური; გ. ჰექსაგონალური პრიზმა.

ლითონის თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას მოხდება მდგრადი კრისტალური ფორმის წარმოქმნის პროცესი, რომელსაც პირველადი კრისტალიზაცია ეწოდება. რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში გარდაქმნები პირველადი კრისტალიზაციის შემდეგ, მყარ მდგომარეობაშიც მიმდინარეობს და მას მეორადი კრისტალიზაცია ეწოდება.

ლითონების კრისტალიზაციის დროს, შეიძლება მიღებული იქნას არა მარტო სხვადასხვა ზომის კრისტალები, არამედ – სხვადასხვა ფორმისაც. რაც, ძირითადად, თხევადი ლითონის გაცივების სიჩქარესა და სითბოს არინების მიმართულებაზეა დამოკიდებული.

ლითონების აგებულებაში, კრისტალური გისოსის გეომეტრიულ კვანძებში, ატომთა კანონზომიერი განლაგება ლითონებს განსაზღვრულ თავისებურებებს ანიჭებს.

კრისტალურ გისოსში ატომების განლაგების მიხედვით, არსებობს მოცულობით ცენტრირებული კუბური გისოსი, წახნაგცენტრირებული კუბური გისოსი და ჰექსაგონალური პრიზმა. როგორც

აღვნიშნეთ, სხვადასხვა ლითონს სხვადასხვა კრისტალური გისოსი აქვს. მაგალითად, სპილენძს წახნაგცენტრირებული კუბური ტიპის კრისტალური გისოსი აქვს, რკინას – მოცულობაცენტრირებული კუბური ტიპის გისოსი, კობალტს კი – ჰექსაგონალური ტიპის კრისტალური გისოსი.

პრაქტიკაში, ლითონს უწოდებენ არამარტო ქიმიურ ელემენტს ლითონს (რკინა, ქრომი, ნიკელი, სპილენძი, ალუმინი და სხვა), არამედ შენადნობებსაც. შენადნობი რთული ნივთიერებაა და იგი ორი ან მეტი ლითონისაგან ან ლითონისა და არალითონისაგან შედგება. შენადნობებს მიეკუთვნება ფოლადი, თუჯი, ბრინჯაო, თითბერი და სხვა.

კონსტრუქციების და სხვადასხვა დანიშნულების დეტალების დასამზადებლად, გაცილებით უფრო ფართოდ გამოიყენება შენადნობები, ვიდრე სუფთა ლითონები. ეს იმით აიხსნება, რომ მარტივ ლითონებთან შედარებით შენადნობებს უკეთესი მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებები აქვთ.

დასახელება „შენადნობი“ იმაზე მიუთითებს, რომ ეს რთული ლითონი მიღებულია მისი შემადგენელი ელემენტების – კომპონენტების თხევად

მდგომარეობაში ურთიერთშედნობის გზით. ელემენტთა ზოგიერთი კომბინაცია თხევად მდგომარეობაში ხსნარს არ წარმოქმნის (ერთიმეორეში არ იხსნება ან შეზღუდულად იხსნება). ასე ხდება, მაგალითად, რკინა-ტყვიას, რკინა-ვერცხლის, სპილენძ-ტყვიისა და ზოგიერთი სხვა ლითონის შემთხვევაში.

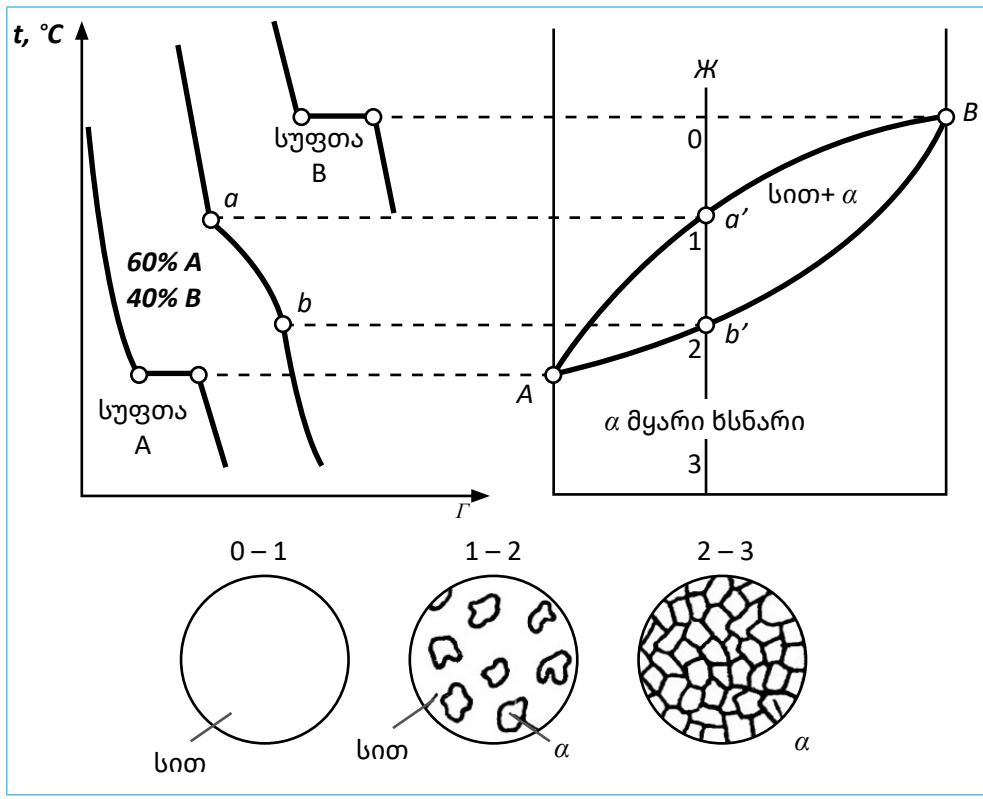
შენადნობი შეიძლება იყოს ორი, სამი, ოთხი და მეტი კომპონენტიანი. შენადნობი ისე, როგორც მარტივი ლითონი კრისტალური აგებულებისაა. ცხადია, შენადნობის სტრუქტურა უფრო რთულია, ვიდრე მარტივი ლითონისა.

თხევად მდგომარეობაში კომპონენტების ურთიერთხსნადობა აუცილებელი პირობაა შედნობის გზით შენადნობის მისაღებად. კრისტალიზაციის პროცესში კი შენადნობი იძენს ამა თუ იმ სტრუქტურას, რაც იმაზეა დამოკიდებული, თუ როგორი

ურთიერთობა დამყარდება მოცემული კომპონენტების ატომებს შორის გამყარების პროცესში. ეს ურთიერთობები სამი ძირითადი სახისაა: მყარი ხსნარი, ქიმიური ნაერთი და მექანიკური ნარევი.

მყარი ხსნარი

თუ ორი A და B კომპონენტი თხევად მდგომარეობაში ერევა განუსაზღვრელი რაოდენობით და მყარ მდგომარეობაში გამოკრისტალებულია, ერთ-ერთი კომპონენტის კრისტალური მესერი და მეორე ელემენტის ატომები ჩაინერგება ან ჩაენაცვლება, მიიღება მყარი ხსნარი. იმ კომპონენტის კრისტალური მესერის გამოკრისტალება ხდება, რომლის კონცენტრაციაც მეტია ხსნარში. მაგალითად, მყარ ხსნარს წარმოქმნის სპილენძი და ნიკელი.

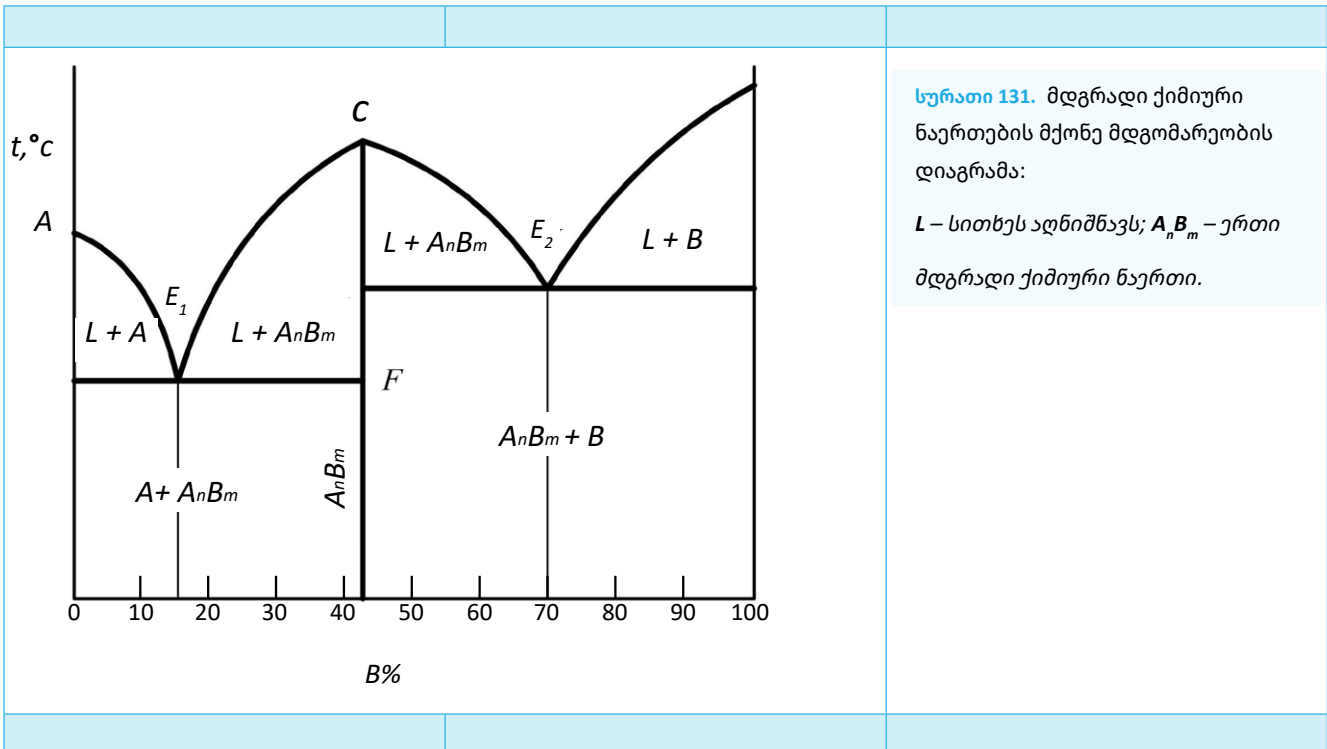


სურათი 130. მყარ მდგომარეობაში განუსაზღვრელი ხსნადობის მქონე შენადნობების მდგომარეობის დიაგრამა, გაცივების მრუდები და შენადნობთა სტრუქტურების სქემები (მაგალითი – Cu-Ni სისტემის შენადნობი)

ქიმიური ნაერთი

ზოგიერთი შენადნობის კომპონენტებს შორის ქიმიური ურთიერთქმედება ხდება და შენადნობის გამყარების დროს, ქიმიური ნაერთი წარმოიქმნება. ამ შემთხვევაში, ორი A და B კომპონენტიდან

არცერთის კრისტალური გისოსის გამოკრისტალდება არ ხდება, წამოიქმნება მათგან განსხვავებული უფრო რთული კრისტალური გისოსი.

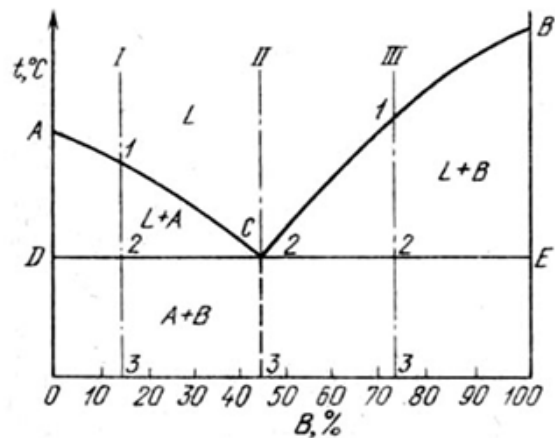


ქიმიური ნაერთი თვისებრივად ახალი ნივთიერებაა და მისი შემადგენელი ელემენტებისგან მკვეთრად განსხვავებული თვისებები (უფრო მაღალი დნობის ტემპერატურა, ნაკლები ელექტროგამტარობა, მეტი სისალე და სხვა) აქვს.

წარმოადგენს, ისე, რომ თითოეული კომპონენტი თავის თვისებას ინარჩუნებს.

მექანიკური ნარევი

თუ შენადნობში შემავალი ელემენტები თხევად მდგომარეობაში იხსნებიან, მაგრამ მყარ მდგომარეობაში არ იხსნებიან – არ წარმოიქმნება მყარი ხსნარი და მათ შორის არ ხდება ქიმიური ურთიერთქმედება, მაშინ ასეთი შენადნობის გამყარებისას, თითოეული კომპონენტის ატომებისაგან ცალ-ცალკე კრისტალური ჯგუფები – მარცვლები წარმოიქმნება. ასეთი შენადნობის სტრუქტურა წმინდა კომპონენტების მარცვლების მექანიკურ ნარევეს



სურათი 132. მექანიკური ნარევის მდგომარეობის დიაგრამა: L – სითხეს აღნიშნავს (მაგალითი – Pb-Sb, Sn-Zn სისტემის შენადნობები).

სუფთა ლითონების და შენადნობების შემთხვევაში, კრისტალიზაციის პროცესი სხვადასხვანაირად მიმდინარეობს.

სუფთა ლითონებში კრისტალიზაციის პროცესი ანუ თხევადიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლა მუდმივ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს.

შენადნობებში კრისტალიზაციის პროცესი

დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი ურთიერთობა აქვთ კომპონენტებს მყარ მდგომარეობაში. მაგალითად, მყარი ხსნარების შემთხვევაში კრისტალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ტემპერატურულ შუალედში. მექანიკური ნარევის შემთხვევაში, ჯერ გამოკრისტალდება ზედმეტი კომპონენტი ევტექტიკურ კონცენტრაციასთან შედარებით და შემდეგ წარმართება კრისტალიზაცია მუდმივ ტემპერატურაზე.

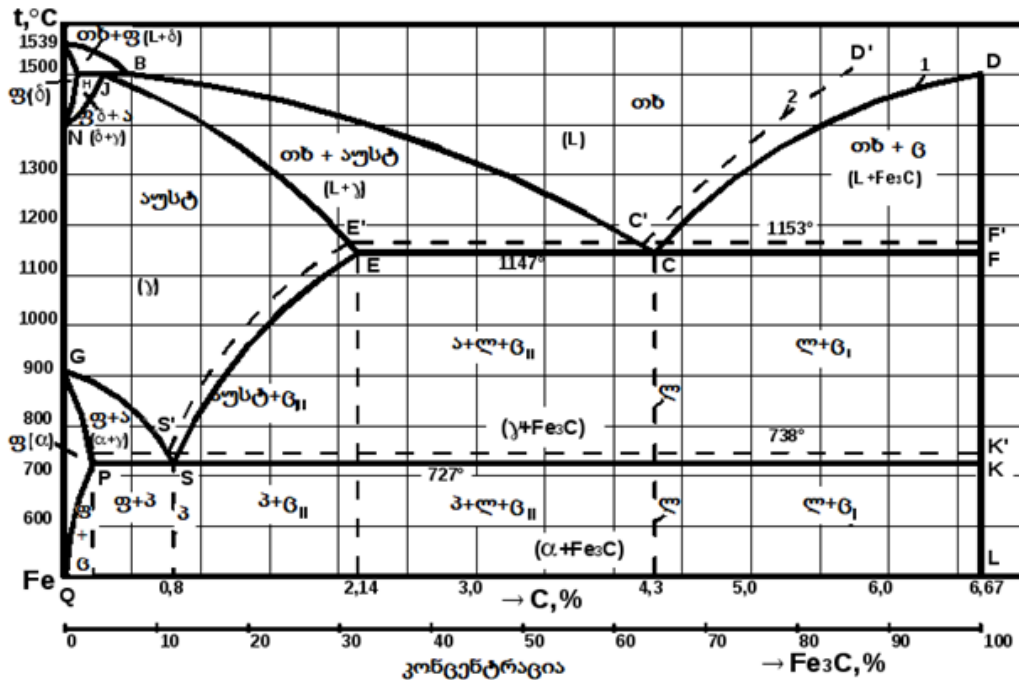
14.1. შენადნობების თერმული დამუშავების ტექნოლოგია

ამა თუ იმ შენადნობის თერმული დამუშავების ტექნოლოგიის დასადგენად, აუცილებელია ვიცოდეთ როგორი გარდაქმნები ხდება გახურებისა და გაცივების დროს. მაგალითად, რა ტემპერატურაზე იწყება და მთავრდება შენადნობის დნობა და გამყარება, როგორ შეიცვლება შენადნობის დნობის ან გამყარების ტემპერატურა მასში ელემენტის პროცენტული რაოდენობის შეცვლასთან ერთად. ასევე, საჭიროა ვიცოდეთ, გახურების ან გაცივების დროს, შენადნობში წარმართება თუ არა მეორადი კრისტალიზაცია და, თუ მოხდება, რა ტემპერატურაზე დამთავრდება ეს გარდაქმნები. გარდა ამისა, საჭიროა ვიცოდეთ შენადნობის სტრუქტურაში შემავალი კომპონენტების რაოდენობაც. ზემოთ ჩამოთვლილ კითხვებზე პასუხს სცემს შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამა, რომელიც ტემპერატურა-კონცენტრაციის კოორდინატებშია აგებული.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ლითონების თერმულ დამუშავებას განვიხილავთ რკინა-ნახშირბადის შენადნობის – ფოლადის მაგალითზე.

ფოლადი – რკინა-ნახშირბადის შენადნობია, რომელშიც ნახშირბადი შედის 2,14 %-მდე. ის უმნიშვნელოვანესი საკონსტრუქციო მასალაა, რომელზეც სახალხო მეურნეობაში გამოყენებულ ლითონური მასალების 80%-ზე მეტი მოდის.

ფოლადის შედგენილობაში რკინა ძირითადი კომპონენტია, შენადნობის ფუძეა. ნახშირბადი კი მთავარი მინარევი, რომელიც განსაზღვრავს ამ შენადნობის სტრუქტურასა და თვისებებს. რკინისა და ნახშირბადის გარდა, მათში შედის სხვადასხვა მინარევი: სილიციუმი, მანგანუმი, გოგირდი, ფოსფორი. მანგანუმი და სილიციუმი განსაზღვრული რაოდენობით სასარგებლო მინარევებია. ფოსფორი და გოგირდი კი მავნე მინარევებია, განსაკუთრებით – გოგირდი. ისინი ხელს უწყობენ დეფექტების წარმოქმნას, ამიტომ ამ მინარევების შემცველობა ფოლადის გამოდნობის პროცესში შეძლებისდაგვარად მინიმუმამდეა დაყვანილი. გოგირდს და ფოსფორს ასევე უარყოფილი გავლენა აქვს ფოლადებს შელუღებადობაზე.



სურათი 133. რკინა-ნახშირბადის მდგომარეობის დიაგრამა სტრუქტურული მდგენელებით

ფოლადის სტრუქტურას და თვისებებს განსაზღვრავს რკინა და ნახშირბადი, ამიტომ ამ შენადნობებს განიხილავენ როგორც ორკომპონენტურ რკინა-ნახშირბადის შენადნობებს და მათზე მუდმივი მინარევების გავლენას არ განიხილავენ.

აღნიშნულის გამო, რკინა-ნახშირბადის შენადნობებს, რკინა-ნახშირბადის სისტემის მდგომარეობას დიაგრამით შეისწავლიან. ამისათვის კი საჭიროა მოკლედ დავახასიათოთ თვით რკინა, ნახშირბადი და მათი ურთიერთობა.

14.2. ფაზები და სტრუქტურული მდგენელები რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში

რკინა. რკინა შავ ლითონებს მიეკუთვნება. მისი ღნობის ტემპერატურა 1539⁰-ია; კუთრი წონა – 7850 კგ/მ³. იგი პლასტიკური და ბლანტი ლითონია. დაბალი სისაღით (HB-80) და დაბალი სიმტკიცით (ნ-245 მპა). ფიზიკური თვისებებიდან რკინის დამახასიათებელია კარგი ელექტრო- და თბოგამტარობა.

ნახშირბადი. ნახშირბადი არალითონია. იგი ორგვარი ალოტროპული სახით – გრაფიტისა და ალმასის სახით არსებობს. ალმასის სახით ნახშირბადი შენადნობებში არ არსებობს. გრაფიტის სახით ნახშირბადი რუხი თუჯის სტრუქტურაში შედის.

ნახშირბადი რკინასთან წარმოქმნის ქიმიურ ნერთს, მყარ ხსნარს და ასევე, მათ მექანიკურ ნარევს.

რკინისა და ნახშირბადის ურთიერთობის შედეგად წარმოქმნილი ფაზები და სტრუქტურული მდგენელებია:

- **ფერიტი** არის ნახშირბადის მყარი ხსნარი α რკინაში – Fe_αC. – რკინაში ნახშირბადის ხსნადობა ძალიან მცირეა 0,025%-ია (727⁰C-ზე). ოთახის ტემპერატურაზე კი ხსნადობა 0,0006%-მდე მცირდება. ფერიტის მექანიკური თვისებები (სისაღე, სიბლანტე, პლასტიკურობა) ისეთივეა, როგორც რკინისა, ანუ რბილი და პლასტიკური სტრუქტურული მდგენელია.

ტექნიკური რკინა, რომლის სტრუქტურა არსებითად ფერიტის მარცვლებისაგან შედგება, ცივ მდგომარეობაში კარგად იტვიფრება, იგლინება და სხვა. რაც უფრო მეტია ფერიტი რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში, მით უფრო მეტია მისი პლასტიკურობა.

- **აუსტენიტი** არის ნახშირბადის მყარი ხსნარი γ რკინაში Fe_3C . რკინაში ნახშირბადის ხსნადობა გაცილებით მეტიან ვიდრე α რკინაში მაქსიმალური ხსნადობა $1147^{\circ}C$ -ზე $2,14\%$ -ს შეადგენს.

აუსტენიტის თავისებურება ის არის, რომ ოთახის ტემპერატურაზე სუფთა სახით არ არსებობს. აუსტენიტი პლასტიკურია, ამიტომ, თუ რკინა-ნახშირბადის შენადნობი აუსტენიტურ მდგომარეობაშია, იგი კარგად იჭედება, იტვიფრება და იგლინება.

- **ცემენტიტი** არის რკინისა და ნახშირბადის ქიმიური ნაერთი რკინის კარბადი – Fe_3C ცემენტიტში ნახშირბადი $6,67\%$ -ია. ცემენტიტის სისალე დიდია (HB 800); იგი ძალიან მყიფეა.

პლასტიკურობა თითქმის არ აქვს. სტრუქტურაში ცემენტიტის მატებასთან ერთად შენადნობის სისალე მატულობს და პლასტიკურობა კლებულობს.

- **პერლიტი** ფერიტისა და ცემენტიტის მიკრომექანიკური ნარევი. 100% -იანი (სუფთა) პერლიტი ნახშირბადის $0,8\%$ შემცველობისას წარმოიქმნება.

ნახშირბადის $0,8\%$ შემცველობის ფოლადებს ქვევტექტოიდურ ფოლადებს უწოდებენ. უფრო ნაკლები შემცველობისას ქვევტექტოიდურს, ხოლო $0,8$ -დან $2,14\%$ -მდე – ზევტექტოიდურს.

- **მარტენსიტი** არის ნახშირბადის გადაჯერებული მყარი ხსნარი α რკინაში ანუ მარტენსიტი α რკინაში გახსნილია იმდენი რაოდენობით, რამდენსაც შეიცავს მოცემული ფოლადი.

მარტენსიტი აუსტენიტის სწრაფი გაცივების (გადაცივების) შედეგად მიიღება და მას ნემსოვანი აგებულება აქვს. მარტენსიტის ნემსების ზომა აუსტენიტის მარცვლების ზომაზეა დამოკიდებული. რაც უფრო წვრილმარცვლოვანია აუსტენიტი, მით უფრო წვრილმარცვლოვანია მისგან წარმოქმნილი მარტენსიტი. მარტენსიტი ნაწრთობი ფოლადის ძირითადი სტრუქტურაა. ფოლადების წრთობისას უმრავლეს შემთხვევაში ცდილობენ მარტენსიტული

სტრუქტურა მიიღონ. მოცემული ფოლადის სისალე მაქსიმალურია, თუ იგი მარტენსიტზეა ნაწრთობი.

- **ლედებურიტი** არის პერლიტისა და ცემენტიტის მიკრომექანიკური ნარევი. ეს სტრუქტურა ძირითადად თუჯებში გვხვდება, თუმცა ლეგირებული ფოლადების სტრუქტურაშიც იჭრება. ლედებურიტს 100% -იანი (სუფთა) სტრუქტურა ნახშირბადის $4,3\%$ -ის შემცველობისას გვხვდება. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რკინა-ნახშირბადის შენადნობებს რკინა-ნახშირბადის სისტემის დიაგრამით შეისწავლიან. ეს დიაგრამა აგებულია „ტემპერატურა-კონცენტრაციის“ კოორდინატებში.

რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა მდგომარეობის დიაგრამას ორი თავისებურება აქვს. პირველი ის არის, რომ დიაგრამა მოიცავს რკინა-ნახშირბადის არა მთელ სისტემას, არამედ მხოლოდ მის ნაწილს, ანუ იმ კონცენტრაციამდე, სადაც რკინა ნახშირბადთან წარმოქმნის ქიმიურ ნაერთს – ცემენტიტს, რომელიც $6,67\%$ ნახშირბადს შეიცავს. ანუ იმ წერტილამდე, სადაც $6,67\%$ ნახშირბადი 100% -იან ცემენტიტს წარმოქმნის.

მეორე თავისებურება ის არის, რომ რკინა-ნახშირბადის შენადნობთა სტრუქტურაში ნახშირბადი შეიძლება შედიოდეს ქიმიური ნაერთის ცემენტიტის Fe_3C სახით ან ქიმიურად თავისუფალი გრაფიტის (C) სახით.

ამ დიაგრამაზე ტემპერატურის ღერძი არის სუფთა რკინის ღერძი, რომლის A წერტილი ($1539^{\circ}C$) არის რკინის დნობის ტემპერატურა. მარჯვენა ცემენტიტის ღერძზე კი D წერტილი ($\sim 1600^{\circ}C$) ცემენტიტის დნობის ტემპერატურას აღნიშნავს.

დიაგრამაზე ACD ხაზი არის ლიკვიდუსის ხაზი. რომელზეც რკინა-ნახშირბადის შენადნობები გამყარებას იწყებენ. მის ზემოთ კი შენადნობი თხევადია.

AECF არის სოლადუსის ხაზი, რომელზედაც მდებარეობს შენადნობების გამყარების (ასვე დნობის დაწყების) ტემპერატურები. ლიკვიდუსისა და სოლიდუსის ხაზებს შორის შენადნობები თხევად-მყარ მდგომარეობაში იმყოფებიან.

სოლიდუსის ხაზს ქვემოთ შენადნობები მყარ მდგომარეობაში იმყოფებიან.

ლითონში გამყარების დროს მიმდინარე გარდაქმნას, პირველადი კრისტალიზაცია ეწოდება. ყველა შენადნობში, რომელშიც ნახშირბადი 2,14%-ზე ნაკლებია, პირველადი კრისტალიზაციის შედეგად, ერთფაზიანი სტრუქტურა – აუსტენიტი წარმოიქმნება.

როგორც აღვნიშნეთ, რკინა-ნახშირბადის შენადნობებში გარდაქმნები სოლიდუსის ხაზს ქვემოთაც, ე.ი. მყარ მდგომარეობაშიც მიმდინარეობს. ამ გარდაქმნებს მეორეული კრისტალიზაცია ეწოდება.

თერმული დამუშავების დროს, ფოლადებს ახურებენ ამა თუ იმ კრიტიკულ ტემპერატურამდე.

თერმული დამუშავება ემყარება გახურება-გაცივების დროს მყარ შენადნობებში მიმდინარე ოთხ ძირითად გარდაქმნას:

1. პერლიტის გარდაქმნა აუსტენიტად.
2. აუსტენიტის გარდაქმნა პერლიტად.
3. აუსტენიტის გარდაქმნა მარტენსიტად.
4. მარტენსიტის გარდაქმნა პერლიტად.

1 და მე-2 გარდაქმნა მიმდინარეობს ნელი გახურება-გაცივების პირობებში. მე-3 გარდაქმნა – სწრაფი უწყვეტი გაცივების პირობებში.

14.3. თერმული დამუშავების სახეები

ფოლადების თერმული დამუშავება შეიძლება იყოს წინასწარი და საბოლოო.

წინასწარი თერმული დამუშავების სახეობებია მოწვა და ნორმალიზაცია. ასეთი დამუშავება საჭიროა დამზადების პროცესში ნამზადის ჭრით დამუშავების, ასევე ცხლად ან ცივად წნევით დამუშავების გასაადვილებლად. ერთდროულად უმჯობესდება ფოლადის სტრუქტურა და თვისებები.

საბოლოო თერმული დამუშავების ძირითადი ამოცანაა მზა ნაკეთობას მიანიჭოს საჭირო თვისებები – სიმტკიცე, სისალე, სიბლანტე, დრეკადობა და სხვა. რომელიც ლითონის კონსტრუქციაში ამა თუ იმ დეტალის მოცემულ პირობებში სამუშაოდ არის აუცილებელი.

საბოლოო თერმული დამუშავების ოპერაციების ძირითადი სახეობებია **წრთობა** და **მოშვება**.

ფოლადის მოწვა ფოლადის მოწვა არის თერმული დამუშავების ისეთი პროცესი, როდესაც ნაკეთობას ახურებენ განსაზღვრულ ტემპერატურამდე (PSK) ხაზის ზემოთ, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე ერთგვაროვანი აუსტენიტური სტრუქტურის მისაღებად და შემდეგ აცივებენ ნელა მაქსიმალურად წონასწორული სტრუქტურის მისაღწევად.

ღუმელთან ერთად ნაკეთობის გახურების სიჩქარე და დაყოვნების დრო დამოკიდებულია მის ზომებზე.

ფოლადების მოწვის ძირითადი სახეობებია: სრული, არასრული, იზოთერმული, დიფუზიური და სარეკრისტალიზაციო მოწვა.

სრული მოწვა – უკეთდება ქვეეპიტეტიოდურ ფოლადს მასში წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის მისაღებად, სისალის შესამცირებლად და პლასტიკურობის გასაზრდელად

სრული მოწვისათვის ქვეეპიტეტიოდურ ფოლადებს ახურებენ AC_3 კრიტიკული ტემპერატურის AC_3 კრიტიკული ტემპერატურის $20-30^{\circ}C$ -ით ზემოთ, ანუ რკინა-ნახშირბადის დიაგრამას GS ხაზის $20-30^{\circ}C$ -ით ზემოთ წვრილმარცვლოვანი აუსტენიტური სტრუქტურის მისაღებად. აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე და შემდგომი ნელი გაცივების დროს ($500^{\circ}C$ -მდე აცივებენ ღუმელთან ერთად $200-300^{\circ}C$ /სთ სიჩქარით, ხოლო შემდეგ ჰაერზე) წვრილმარცვლოვანი ფერიტ-პერლიტური სტრუქტურა წარმოიქმნება, ანუ სრული მოწვისას ფერიტ-პერლიტური სტრუქტურის დაწვრილმარცვლოვნება ხდება. ზვეპიტეტიოდურ ფოლადებში, სრულ მოწვას არ ახდენენ მექანიკური თვისებების გაუარესების გამო.

არასრული მოწვა. ასეთ მოწვას უტარებენ ევტექტოიდურ და ზეევტექტოიდურ ფოლადებს, იმისათვის, რომ მოისპოს ფირფიტოვანი პერლიტი და მის ირგვლივ ცემენტიტის ბადე, მათ ნაცვლად კი წვრილმარცვლოვანი პერლიტი წარმოიქმნას. ასეთი სტრუქტურის მქონე ზეევტექტოიდური ფოლადი მეტი პლასტიკურობით და ჩარხზე ჭრით დამუშავების უკეთესი უნარით ხასიათდება.

არასრული მოწვის დროს, ფოლადს AC_1 ტემპერატურის ანუ SK ხაზის $20-30^{\circ}C$ ზემოთ ახურებენ. შემდგომში, ნელი გაციებისას ($700-650^{\circ}C$ -მდე აცივებენ ღუმელთან ერთად $20-60^{\circ}C$ სათში სიჩქარით, შემდეგ კი ჰაერზე), მარცვლოვანი პერლიტი წარმოიქმნება.

იზოთერმული მოწვის დამახასიათებელი თავისებურებაა ის, რომ გაცივების პროცესში გარდაქმნა (აუსტენიტიდან ფერიტ-პერლიტი) მუდმივ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს და არა გაცივების პროცესში. იზოთერმულ მოწვას, სრულ მოწვასთან შედარებით, აქვს უპირატესობა. მოწვის დროს მცირდება და ფოლადში ერთგვაროვანი სტრუქტურა წარმოიქმნება.

დიფუზიური მოწვისას, ფოლადს ახურებენ ფაზური გარდაქმნის (AC_3 ხაზის) ტემპერატურის ზემოთ $150-300^{\circ}C$ -ით და შემდეგ ნელა აცივებენ. ასეთი მოწვის დროს, ფოლადის სტრუქტურაში არსებული მყარი ხსნარის ქიმიური არაერთგვაროვნება მნიშვნელოვნად მცირდება. დიფუზიურ მოწვას ძირითადად იყენებენ ლეგირებული ფოლადის ზოდებში, მიკროლიკვაციის შესამცირებლად. პრაქტიკულად, დიფუზიური მოწვისას, სხმულს ახურებენ $1100-1150^{\circ}C$ -მდე, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე 12-15 სთ და შემდეგ ნელა აცივებენ $200-250^{\circ}C$ -მდე. პროცესი საკმაოდ ხანგრძლივია და ის 80-100 სთ გრძელდება.

ნორმალიზაცია თერმული დამუშავების ისეთი პროცესია, როდესაც ქვეევტექტოიდურ ფოლადს ახურებენ AC_3 ტემპერატურის ზემოთ $20-30^{\circ}C$ -ით. ხოლო ქვეევტექტოიდურ ფოლადს – ACm კრიტიკული წერტილის ზემოთ $20-30^{\circ}C$ -ით, აყოვნებენ ამ ტემპერატურაზე სრულ გარდაქმნამდე და შემდეგ აცივებენ ჰაერზე.

ნორმალიზაციის დროს, მცირენახშირბადიან ფოლადებში იგივე პროცესები მიმდინარეობს, როგორც მოწვის დროს, ე.ი. მარცვლების დაწვრილება,

მაგრამ სწრაფი გაცივების გამო გარდაქმნის შედეგად მიღებული პერლიტის მარცვლები უფრო დისპერსიულია. ამ დროს ფოლადის მექანიკური თვისებები უკეთესია.

მოწვასთან შედარებით ნორმალიზაცია უფრო ეკონომიური ოპერაციაა, რადგან არ მოითხოვს ხანგრძლივ ღუმელთან ერთად გაცივებას.

წრთობა. ეს არის თერმული დამუშავების ოპერაცია, რომლის დროს, ფოლადის ნაკეთობას ფაზური გარდაქმნის ტემპერატურის ზემოთ ახურებენ და შემდეგ არაწონასწორული სტრუქტურის მისაღებად, სწრაფად აცივებენ. ასეთი თერმული დამუშავების შემდეგ მიიღება სტრუქტურა, რომელიც დიდი სისალისით და სიმტკიცით ხასიათდება.

წრთობის შედეგზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები: წრთობის ტემპერატურა და გახურების სიჩქარე, წრთობის ტემპერატურაზე დაყოვნების დრო, წრთობის ტემპერატურიდან გაცივება.

წრთობისათვის გახურების ტემპერატურის მიხედვით ანსხვავებენ სრულ და არასრულ წრთობას.

სრული წრთობისას, ფოლადი უნდა გახურდეს საწყისი სტრუქტურის აუსტენიტად სრულ გადაკრისტალუბამდე (GSE მრუდის ზემოთ), ე.ი. ქვეევტექტოიდური ფოლადი AC_3 -ს, ხოლო ზეევტექტოიდური ACm ხაზის ზემოთ $20-50^{\circ}$ -ით ზემოთ. შემდგომი დაყოვნების და სწრაფი გაცივების შედეგად, აუსტენიტი მარტენსიტად გარდაიქმნება.

არასრული წრთობისას, ფოლადის ნაკეთობას AC_1 -ს, ე.ი. PSK ხაზს $30-50^{\circ}C$ -ით ზემოთ ახურებენ. ამ დროს, სწრაფი გაცივებისას, სტრუქტურაში მარტენსიტთან ერთად ფერიტიცაა, რომელიც რბილია და, მამასადამე, ფოლადის სისალეს ამცირებს, ამიტომ პრაქტიკაში ქვეევტექტოიდური ფოლადის არასრულ წრთობას არ იყენებენ.

ზეევტექტოიდური ფოლადების შემთხვევაში კი არასრული წრთობა ნორმალურ წრთობად ითვლება, რადგან მაქსიმალური სისალე სწორად არასრული წრთობის დროს მიიღება. სტრუქტურაში გარდაქმნის შემდეგ მარტენსიტთან ერთად ცემენტიტიც არსებობს. ამ უკანასკნელის სისალე კი მარტენსიტის სისალეზე მეტია. ამიტომ ზეევტექტოიდურ ფოლადს წრთობისათვის ახურებენ $727^{\circ}C$ (AC_1)-ის ზემოთ $30-50^{\circ}C$ -ით.

წრთობისას, გახურების მთლიან დროში, ე.ი. გამახურებელ გარემოში ნაკეთობის ყოფნის საერთო დროში შედის დასახულ ტემპერატურამდე გახურების დრო და ამ ტემპერატურაზე დაყოვნების დრო. შერჩეულ ტემპერატურამდე ნაკეთობის გახურების დრო დამოკიდებულია გახურების ტემპერატურაზე, ფოლადის ქიმიურ შედგენილობაზე, ნაკეთობის მოყვანილობაზე, ღუმელის სიმძლავრეზე, ღუმელში ნაკეთობის დალაგების წესზე და სხვა.

დაყოვნების დროც დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მაგალითად, ნაკეთობის ფორმაზე, გამახურებლის გარემოზე, ქიმიურ შედგენილობაზე და სხვა.

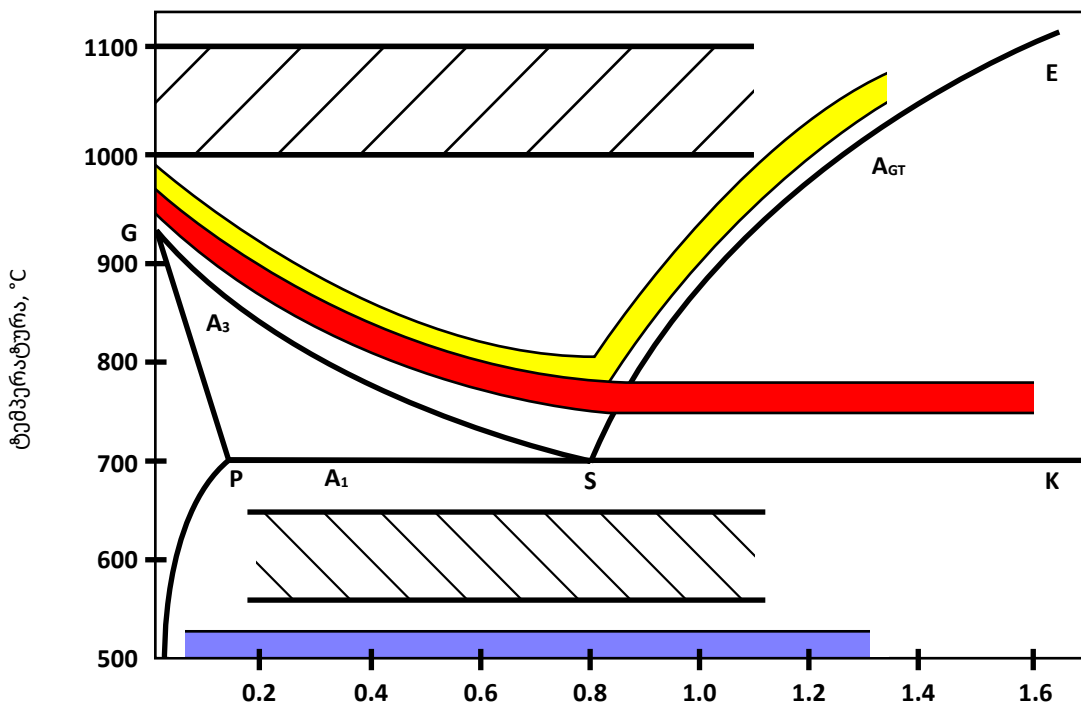
გაცივება. წრთობის ტემპერატურამდე გახურებული ფოლადის გაცივების სიჩქარე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს წრთობის შედეგზე. საუკეთესო გამაცივებელი გარემო, ისეთი გარემოა, რომელიც სწრაფად აცივებს 650-500°C-ის შუალედში, ხოლო ნელა აცივებს 300-200°C-ის ქვემოთ (მარტენსიტული გარდაქმნის უბანი).

გამაწრთობელ გარემოდ, ყველაზე მეტად, გამოყენებულია წყალი, წყალხსნარები, ზეთი, ჰაერი. წყალი უფრო სწრაფად აცივებს, ვიდრე ზეთი.

გამაცივებელი გარემოს შერჩევას, აუცილებელია მოცემული შედგენილობის ფოლადის წრთობის კრიტიკული სიჩქარის ცოდნა. ნახშირბადოვანი ფოლადის წრთობის კრიტიკული სიჩქარე 150-400°C/წმ-ის ფარგლებშია. ამიტომ ნახშირბადოვანი ფოლადის ნაკეთობებს წყალში აწრთობენ, ზოგჯერ კი ნახშირბადოვანი ფოლადის ნაკეთობები წყლიდან ზეთში გადააქვთ. წრთობის მცირე კრიტიკული სიჩქარის მქონე ფოლადის ნაკეთობებს და მცირე სისქის (5 მმ-მდე) ნახშირბადუხვი ფოლადის ნაკეთობებს ზეთში აწრთობენ.

მოშვება არის თერმული დამუშავების ოპერაცია, რომლის დროსაც ნაწრთობ ფოლადს ფაზური გარდაქმნის ტემპერატურამდე (AC_1 წერტილზე დაბლა) ახურებენ და შემდეგ ჰაერზე აცივებენ, რაც უზრუნველყოფს ნაწრთობი ფოლადის არაწონასწორული სტრუქტურის უფრო წონასწორულ მდგომარეობაში გადასვლას.

მოშვების მიზანია ფოლადში შიგა დაბვების შემცირება, ნაწრთობი ფოლადის სიმყიფის შემცირება და ნაკეთობაში საჭირო სტრუქტურის და მექანიკური თვისებების მიღება.



სურათი 134. გახურების ოპტიმალური ტემპერატურების დიაპაზონი სხვადასხვა სახის თერმული დამუშავების დროს

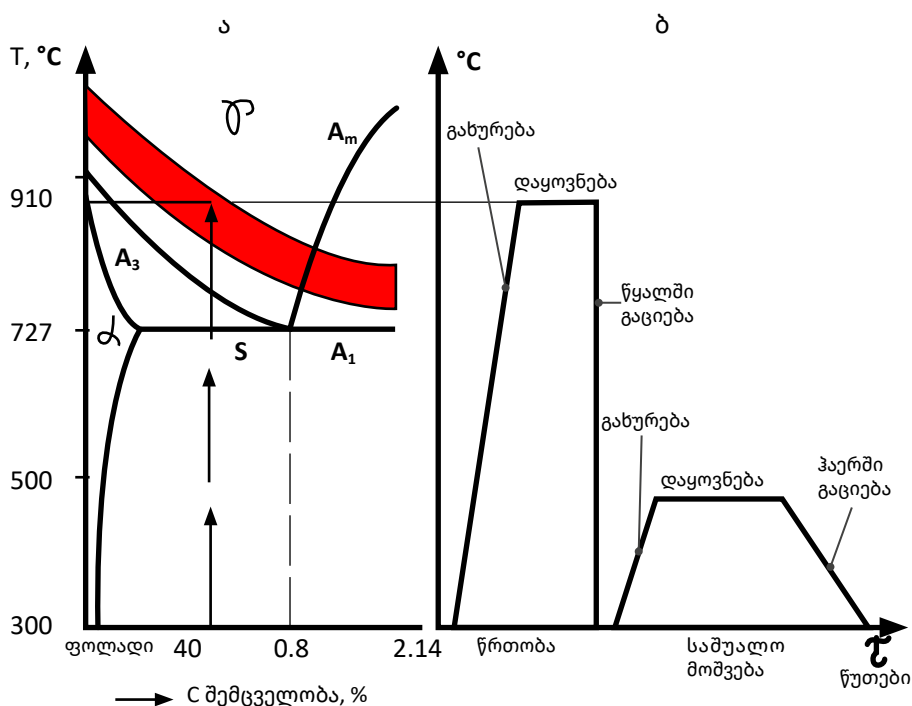
გახურების ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით მოშვება სამგვარია: დაბალი, საშუალო და მაღალი.

- **დაბალი მოშვებისას**, ნაკეთობის 250°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე ახურებენ და შემდეგ აცივებენ. ასეთი მოშვების შემდეგ ფოლადში მოშვების მარტენსიტის სტრუქტურა მიიღება და შიგა ძაბვები ნაწილობრივ მოიხსნება.
- **საშუალო მოშვებისას**, ფოლადის ნაკეთობის 250-500°C-მდე ახურებენ და შემდეგ აცივებენ. შედეგად სრულად მოშვებული მარტენსიტული სტრუქტურა მიიღება.

ფოლადებში ძაბვები მნიშვნელოვნად მცირდება.

- **მაღალი მოშვებისას**, ფოლადის ნაკეთობას 500-600°C-მდე ახურებენ და შემდეგ აცივებენ. შედეგად, ნაკეთობაში მარტენსიტთან შედარებით, უფრო რბილი სტრუქტურა წარმოიქმნება და ფოლადის ნაკეთობაში ძაბვები იხსნება.

უნდა აღინიშნოს, რომ ანალოგიური პროცესები მიმდინარეობს ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადების დროს.



სურათი 135. წრთობის ოპტიმალური ტემპერატურების შერჩევა კონკრეტული მარკის ფოლადებისათვის (ა) და წრთობის და მოშვების ჩატარება დანიშნული რეჟიმების მიხედვით.

15. ლითონებისა და მათი შენადული შეერთებების ხარისხის კონტროლი

15.1. მრღვევი და ურღვევი კონტროლის მეთოდები და მათი კლასიფიკაცია

არსებობს მრღვევი და ურღვევი კონტროლის მეთოდები. მრღვევი გამოცდები ჩვეულებრივ ტარდება მოწმე-ნიმუშებზე, მოდელებზე და, უფრო იშვიათად, თვით ნაკეთობებზე. ხშირად, ეს სხვადასხვა სახის მექანიკური გამოცდებია.

მოწმე-ნიმუშები დუღდება იგივე მასალისაგან და იგივე ტექნოლოგიით, რაც შენადული შეერთებები. მრღვევი გამოცდები იძლევა მონაცემებს, რომლებიც პირდაპირ ახასიათებს შეერთების სიმტკიცეს, ხარისხს ან საიმედოობას.

თანახმად სტანდარტებისა, ურღვევი კონტროლის მეთოდები იყოფა 9 ძირითად სახეობად: აკუსტიკური, მაგნიტური, ოპტიკური, რადიაციული, რადიოტალღური, თბური, შემღწევი ნივთიერებებით (ჟონვის საძიებელი), ელექტრული, გრიგალური დენით.

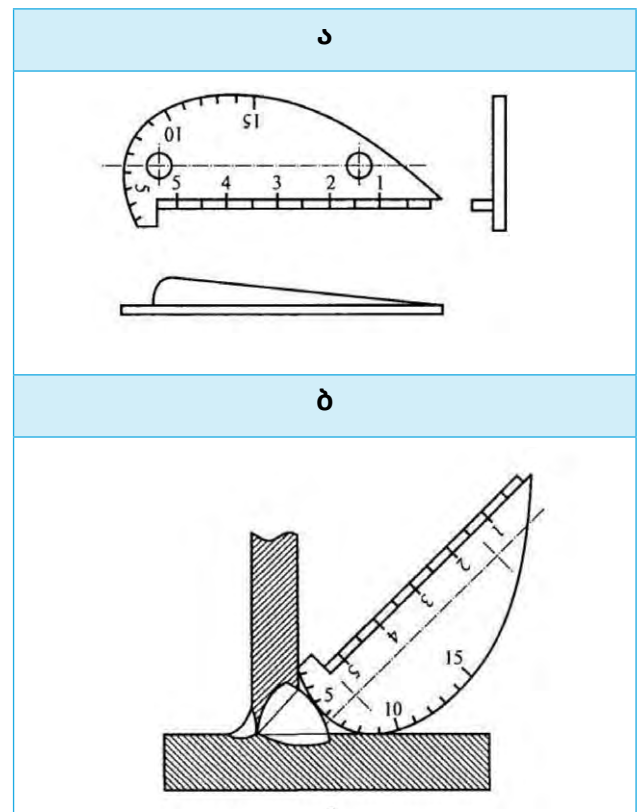
შენადული შეერთებებისათვის ფართოდ გამოიყენება მხოლოდ ხუთი მათგანი: რადიაციული, აკუსტიკური (ულტრაბგერითი), მაგნიტური, კაპილარული და ჟონვის საძიებლებით.

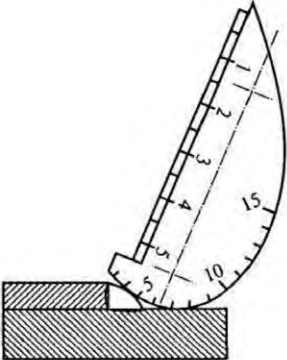
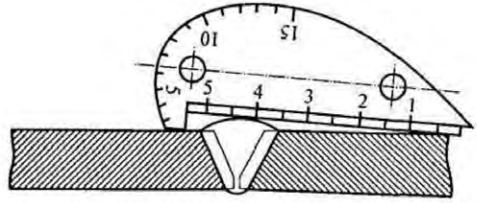
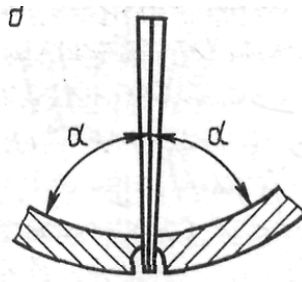
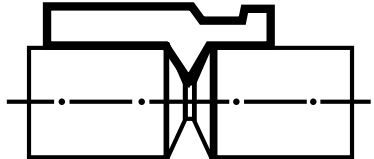
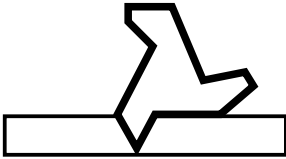
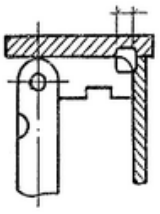
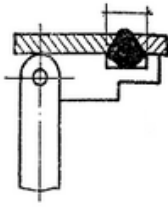
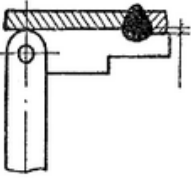
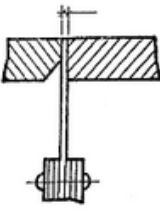
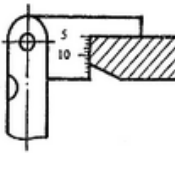
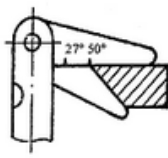
15.2. ვიზუალურ-ოპტიკური (ვო) კონტროლი (გარეგანი დათვალიერება)

ამ მეთოდებს მიეკუთვნება: შენადული შეერთებების გარეგანი დათვალიერება და მათი გაზომვები, დათვალიერება ოპტიკური ხელსაწყოებით და აქტიური ვიზუალურ-ოპტიკური კონტროლი შედუღების პროცესში.

ვიზუალურ-ოპტიკური კონტროლის მეთოდები, სხვა მეთოდებთან შედარებით, ყველაზე იაფი, მარტივი და ხელმისაწვდომი მეთოდებია. ისინი უნდა იქნას გამოყენებული პირველ რიგში, სხვა მეთოდების გამოყენებამდე. მაგრამ ვიზუალურ-ოპტიკური კონტროლის ეფექტურობა მიიღწევა მხოლოდ შემმოწმებლის მაღალი კვალიფიკაციის შემთხვევაში.

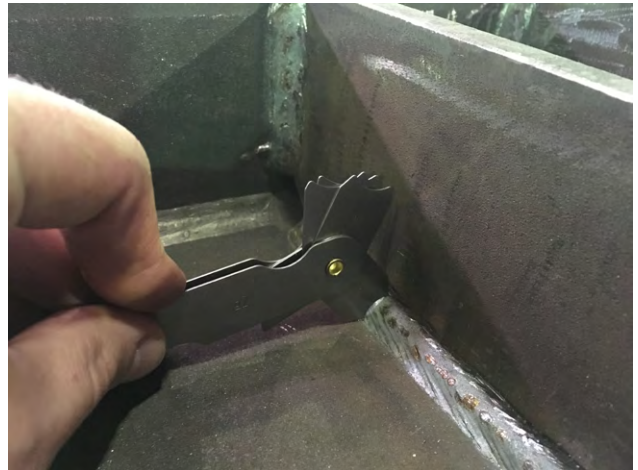
გარეგანი დათვალიერებით ამოწმებენ ბზარებს, ჩანაჭრებს, გაწვას, ნაკერის ძირისა და ნაწიბურების შეუღლებლობას და სხვა. მეტად მნიშვნელოვანია აგრეთვე ნაკერის ზომებისა და ფორმის შენარჩუნება, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური და უნივერსალური თარგები, ნაკერების ნაწიბურების გამოყვანის, ღრეჩობებისა ზომების გაზომვის WC-2 ტიპის თარგები, რომლებიც ქვემოთაა ნაჩვენები.



ბ	გ				
					
დ	ე				
					
ვ	თ				
	<p>სურათი 136. ნაკერის ზომებისა და ფორმის შესამოწმებელი აკრასოვსკის კონსტრუქციის სპეციალური უნივერსალური თარგი (შაბლონი):</p> <p>ა. თარგის საერთო ხედი; ბ, გ. კუთხური ნაკერების კათეტის გაზომვა; დ. პირაპირა ნაკერის სიმაღლის გაზომვა; ე. ღრეჩოს გაზომვა; ვ. მილსადენების პირაპირა შეერთებების გამოყვანის ზომების შემოწმება; ზ. ფირფიტების პირაპირა შეერთებების გამოყვანის ზომების შემოწმება</p>				
<p>სურათი 137. ნაკერების ზომების, ნაწიბურების გამოყვანის და ღრეჩოებისა გამზომი ШС-2 ტიპის თარგი.</p>					
					

თითოეული შედუღების მეთოდისათვის დამახასიათებელია შენადული ზედაპირების გარეგანი სახე. არათანაბარი ქერცლოვნება, ნაკერის სიგანისა და სიმაღლის გადახრები მიუთითებს შედუღების პროცესში რკალის არამდგრადობაზე ან რეჟიმის დარღვევაზე. მაგალითად, ამალღებულ ღუნზე შედუღება (წარმადობის გაზრდის მიზნით) იწვევს ჩანაჭრების დიდი რაოდენობით წარმოქმნას.

სურათი 169. ნაკერის ზომების შემოწმება თარგით



15.3. ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპია

დრეკადი მექანიკური რხევები, რომლებიც ვრცელდება ჰაერში, ჩვეულებრივ აღიქმება როგორც ბგერები. ასეთ რხევებს აკუსტიკურ რხევებს უწოდებენ. თუ რხევების სიხშირეა 20000 ჰც (20კჰც), ე.ი. უფრო მაღალია, ვიდრე ადამიანის ყურით აღიქმება, ასეთ რხევებს ულტრაბგერითი (უბ) რხევები ეწოდება. დეფექტოსკოპიაში გამოიყენება უბ-ები სიხშირით ~0,5...20 მჰც.

უბ-რხევების მიღებისას, ნაკეთობათა ხარისხის კონტროლისათვის ჩვეულებრივ გამოიყენება პიეზოელემენტები. პიეზოფირფიტა, რომელზეც მოქმედებს f სიხშირით ცვლადი ელექტრული ველი, გამოასხივებს იმავე სიხშირით უბ-რხევებს, რომელთა გავრცელებისას წარმოიქმნება აკუსტიკური ველი.

გენერატორისაგან გამოსხივებული აკუსტიკური რხევები ვრცელდება ნაკეთობის მასალაში. არამთლიანობის (დეფექტის) არსებობისას, წარმოიქმნება ანარეკლი ველი და დიფრაქციის შედეგად – გაბნევის ველი. ამ მთლიანობის ქვეშ (თუ ის საკმაოდ დიდი) წარმოიქმნება ე.წ. ჩრდილი, ხოლო დეფექტის ზედაპირი არეკლავს უბ-რხევებს. თუ აღვრიცხავთ მაძიებელ-მიმღებით m_1 -ით უბ-ტალღებს ან m_2 მაძიებლით – ექოს, ე.ი. არეკვლილ უბ-ტალღას, შეიძლება ვიმსჯელოთ შენადულ ნაკერში დეფექტის არსებობაზე. ეს სქემა წარმოადგენს უბ-კონტროლის ორი ძირითადი მეთოდის (ჩრდილოვანისა და ექო-მეთოდის) საფუძვლს.

კონტროლის ფიზიკური საფუძვლები.

უბ-კონტროლის მეთოდებს საფუძვლად უდევს გარკვეული სიხშირის დრეკადი რხევების გამოყენება, რომლებსაც ეწოდება ულტრაბგერითი (უბ) რხევები. პირველად, ულტრაბგერების კონტროლისათვის გამოიყენება შემოთავაზა სსრკ-ს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ს.სოკოლოვმა. უბ-რხევები წარმოიქმნება მყარ, თხევად და აიროვან გარემოებში, როდესაც ამ გარემოს ნაწილაკებს ანიჭებენ ენერგიას, რომელიც აიძულებს მათ დაიწყონ რხევა თავისი წონასწორობის მდგომარეობის მიმართ. იმის გამო, რომ ნაწილაკებს შორის არსებობს კავშირები, რხევას იწყებს მეზობლად მდებარე ნაწილაკებიც და გარემოში ვრცელდება დრეკადი რხევები (ტალღები). უბ-ტალღის სიგრძეა $\lambda = c/f$, სადაც c – ტალღის გავრცელების სიჩქარეა, მმ/წმ; f – რხევათა სიხშირე, მგჰც; ($1ჰც=1წმ^{-1}$).

უბ-რხევების აღგზნებისათვის გამოიყენება ბარიუმის ტიტანატის, ტყვიის ცირკონატ-ტიტანატის და ზოგიერთი სხვა პიეზოელექტრული მასალების კრისტალების თვისება, გარდაქმნას მასთან მიყვანილი ელექტრული დენი მექანიკურ რხევებად და პირიქით. პიეზოელექტრული ფირფიტების ამ თვისებას უწოდებენ შესაბამისად უკუ და პირდაპირ პიეზოელექტრულ ეფექტს.

მიღებული უბ-რხევები მიმართულად შეყვანილი

უნდა იქნას დრეკად გარემოში, რომელსაც ეხება ფირფიტა-გამომსხივებელი. თუ კი პიეზოფირფიტასთან მივიყვანთ უბ-რხევებს, ისინი გარდაიქმნება შესაბამისი სიხშირის ელექტროდენად, რომელიც შეიძლება გაიზომოს გამომსხივებლის ელექტროდებზე. ამ შემთხვევაში, ფირფიტა იქნება მიმღები.

ულტრაბგერების გამოსხივება და მიღება

ულტრაბგერითი ტალღების გამოსხივება და არეკლილი სიგნალების მიღება ულტრაბგერით დეფექტოსკოპიაში, წარმოებს სპეციალური მოწყობილობების საშუალებით, რომელთაც **მაძიებლები** (პიეზოელექტრული გარდამქმნელები) ეწოდება.

ულტრაბგერითი პიეზოელექტრული გარდამქმნელები წარმოადგენს მნიშვნელოვან ელემენტებს, რომლებიც განსაზღვრავს ულტრაბგერითი

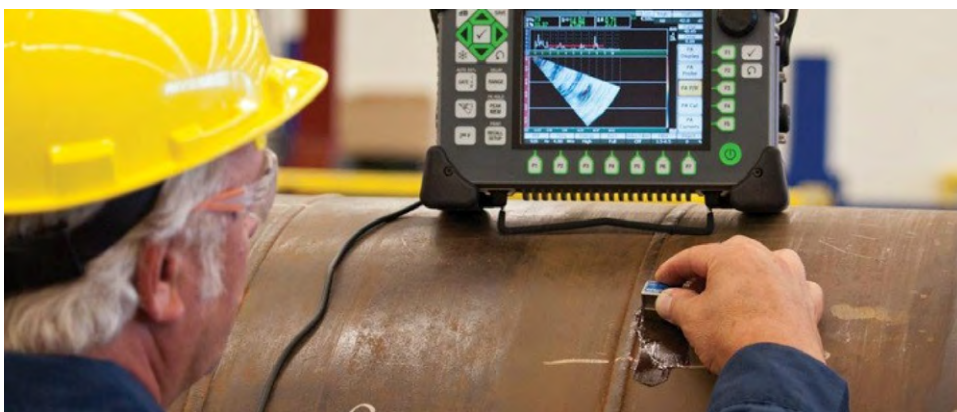
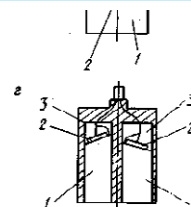
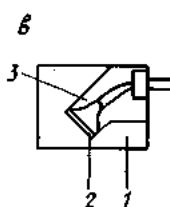
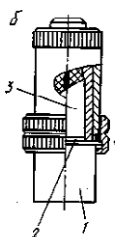
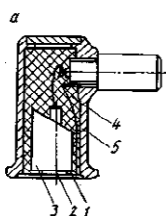
კონტროლის სანდოობას. ეს რთული აკუსტიკური ხელსაწყოა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ულტრაბგერითი სხივის (კონის) ფორმირება სხვადასხვა მოყვანილობის საკონტროლო ელემენტებში. პირდაპირსა და დახრილ მაძიებლებში ულტრაბგერითი გამოსხივების და მიღების ფუნქციას ერთიდაიგივე პიეზოელექტრული გარდამქმნელი ასრულებს.

გაყოფილ-შეთავსებულ მაძიებელში არის ორი გარდამქმნელი, რომელთაგან ერთი წარმოადგენს გამომსხივებელს, მეორე კი – მიმღებს. პირდაპირი მაძიებლების დახმარებით, ულტრაბგერითი რხევები შეიყვანება ნაკეთობაში პერპენდიკულარულად, ხოლო დახრილისა და გაყოფილ-შეთავსებულისა – ნაკეთობის ზედაპირის მიმართ რაღაც კუთხით.

შენადუდი კონსტრუქციის ხარისხის კონტროლისას, ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა პრიზმატულმა მაძიებლებმა.

სურათი 138. მაძიებლების ძირითადი ტიპები:

- ა) პირაპირი შეთავსებული (1. პროტექტორი, 2. პიეზოფირფიტა, 3. დემფერი, 4. შემავსებელი, 5. კორპუსი);
- ბ) პირდაპირი შეთავსებული აკუსტიკური დაყოვნებით; გ) დახრილი პრიზმატული შეთავსებული აკუსტიკური დაყოვნებით; დ) გაყოფილ-შეთავსებული; 1. პრიზმა, 2. პიეზოფირფიტა, 3. დემფერი.



სურათი 139. შენადუდი შეერთების ულტრაბგერითი კონტროლი

პრიზმის კუთხე β უზრუნველყოფს პიეზოელემენტის საჭირო დახრას, შესაბამისად ამისა ულტრაბგერითი ტალღების ვარდნის კუთხეს. მას ირჩევენ ისე, რომ ნაკეთობაში გავრცელდეს მხოლოდ განივი ტალღა. პრიზმის მასალად უმეტეს შემთხვევებში გამოიყენება პლექსიგლასი. მას საკმაოდ კარგი ცვეთამდეგობა და დასველების უნარი გააჩნია, მაგრამ აქვს მუშა ტემპერატურების მცირე დიაპაზონი. ამიტომ სპეციალიზირებული მაძიებლებისათვის გამოიყენება კაპროლონი, რომელსაც უფრო ფართო ტემპერატურული ინტერვალი და გადიდებული ცვეთამდეგობა გააჩნია.

შენადული შეერთების ზედაპირს, რომელზეც კონტროლის დროს თავსდება მაძიებელი, კონტაქტური ეწოდება. მას ერთვის მკვდარი ზონა – შენადული შეერთების არე, რომელშიც მოცემული აპარატურით (დეფექტოსკოფითა და მაძიებლით) და მისი მოცემული სქემით აწყობისას, დეფექტები არ ვლინდება.

აღნიშნული ზონა მცირდება ნაკეთობაში სხივის შეყვანის კუთხის (გარდატეხის კუთხე) და გამოსხივების სიხშირის გადიდებით; მაგრამ ისეთი მაძიებლის დამზადება, რომელსაც არ ექნება ეს ზონა,

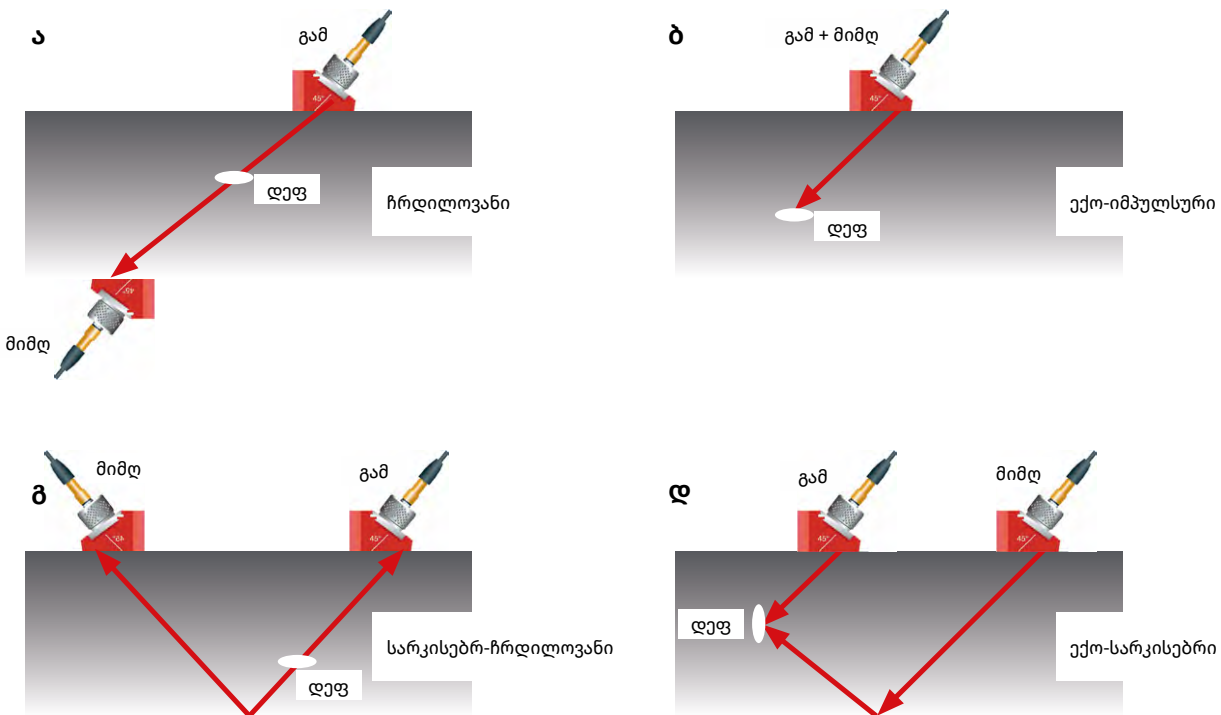
პრაქტიკულად შეუძლებელია.

ულტრაბგერით დეფექტოსკოპიაში გამოირჩევა მგრძობიარობის რამდენიმე სახეობა. რეალური მგრძობიარობა ახასიათებს სხვადასხვა დეფექტის მინიმალურ ზომას, რომელსაც ამჟღავნებენ კონტროლის მეთოდით მოცემულ აპარატურაზე.

ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის მეთოდები

დეფექტების გამოსავლენად, ძირითადად, იყენებენ უბ-კონტროლის სამ მეთოდს, რომლებიც განსხვავდება ერთმანეთისაგან დეფექტების აღმოჩენის სხვადასხვა ხერხით: ექო-იმპულსური მეთოდი, ჩრდილოვანი და სარკისებრ-ჩრდილოვანი.

ექო-იმპულსური მეთოდით კონტროლი მდგომარეობს იმაში, რომ ნაკეთობაში შეიყვანება ულტრაბგერითი იმპულსი და შემდეგ ხდება დეფექტისაგან არეკვლილი ექო-სიგნალის მიღება. ამ იმპულსებს შორის გასული დროის მიხედვით, შეიძლება ვიმსჯელოთ დეფექტის განლაგების სიღრმის შესახებ (ნახ., ა). ეს მეთოდი ყველაზე ფართოდ გამოიყენება პრაქტიკაში.



სურათი 140. უბ-კონტროლის ძირითადი მეთოდების გამოყენების სქემები: ა) ტალღის გავლით; ბ) კომბინირებული; გ,დ) ბ) არეკვლის; გამ-გამომსხივებელი; მიმღ-მიმღები; დეფ-დეფექტი.

ჩრდილოვანი მეთოდით კონტროლის დროს მაძიებლები განლაგდება ნაკეთობის საწინააღმდეგო ზედაპირებზე. ულტრაბგერა გაივლის გამომსხვიბლიდან მიმდებისაკენ შესამოწმებელი კვეთის გავლით.

დეფექტის არსებობაზე მიუთითებს სიგნალის ამპლიტუდის (ინტენსივობის) შემცირება. ეს მეთოდი გამოიყენება ულტრაბგერების გამოსხივების როგორც იმპულსურ, ასევე უწყვეტ რეჟიმში.

სარკისებრ-ჩრდილოვანი მეთოდი აღწერილი მეთოდებისგან განსხვავდება იმით, რომ ამ უკანასკნელ შემთხვევაში დეფექტის არსებობის შესახებ მოწმობს ნაკეთობის საწინააღმდეგო (ძირიდან) ზედაპირიდან არეკვლილი და არსებული არამთლიანობებით დასუსტებული ექო-სიგნალის ამპლიტუდის შემცირება.

ყოველ მეთოდს გააჩნია თავისი გამოყენების არე, რომელშიც ეფექტურია მისი გამოყენება. შენადული შეერთებებისთვის ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ექო-იმპულსური მეთოდი. მას ყველაზე მეტი მგრძნობიარობა ახასიათებს, შედარებით სხვა მეთოდებთან. ექო-იმპულსური მეთოდი საშუალებას იძლევა, ერთ მაძიებელში შეთავსებული იქნას გამომსხივებლისა და მიმდების ფუნქციები. მას აქვს, აგრეთვე, რიგი სხვა უპირატესობანი. ჩრდილოვანი მეთოდისათვის კი საჭიროა შესამოწმებელ ნაკეთობასთან ორმხრივი მიდგომის შესაძლებლობა.

ორივე ჩრდილოვანი მეთოდი გამოიყენება ჩვეულებრივ უხეშად დამუშავებული ზედაპირების

მქონე შეერთებებისათვის, მაგალითად, მათ გამოიყენებენ პერიოდული პროფილის მქონე არმატურის პირაპირა შეერთებების კონტროლისათვის.

ექო-სარკისებრი მეთოდი დაფუძნებულია დეფექტისაგან უკუარეკვლილი და სარკისებრ-არეკვლილი სიგნალების ამპლიტუდების შედარებაზე. აქ გამოიყენება ორი გარდამქმნელი, რომლებიც განლაგებულია შენადული შეერთების ერთი მხრიდან. მეთოდი კარგად ავლენს სიბრტყივ დეფექტებს. მაგრამ ის გამოიყენება მხოლოდ 40 მმ-ზე მეტი სისქის დეტალებისათვის, თანაც მგრძნობიარეა 3 მმ-ზე მეტი ზომის დეფექტების მიმართ.

ზოგჯერ, გამოიყენებენ **ექო-ჩრდილოვან** მეთოდს. ამ შემთხვევაში, დეფექტის არსებობის შესახებ მსჯელობენ ერთდროულად ორი სიგნალის მიხედვით – ექო-იმპულსით დეფექტისაგან და ძირიდან ერთხელ არეკვლილი სიგნალის შესუსტებით. ამ მეთოდს იყენებენ მილების შენადული პირაპირების მექანიზირებული კონტროლის დროს.

ლითონის ზედაპირში რხევების უკეთესი გავლისათვის, მასზე დაიტანება ტრანსფორმატორის, ტურბინული ან მანქანის ზეთის თხელი ფენა. ამჟამად, ულტრაბგერითი კონტროლის მეთოდები ყველაზე გავრცელებულია. მათი გამოყენებით, ჩვეულებრივ, ხდება ფარული დეფექტის ადგილმდებარეობის გამოვლენა. შემდეგ აღმოჩენილი დეფექტის ადგილს აკონტროლებენ რომელიმე რადიაციული მეთოდით.

15.4. კონტროლის მაგნიტური მეთოდები და მათი ფიზიკური საფუძვლები

კონტროლის მაგნიტური მეთოდები შემდეგი სახის დეფექტების გამოვლენის საშუალებას იძლევა: ბზარების, შეუღლებლობის, წილის ჩანართების, ზედაპირული და ლითონის სიდრემში (20-25 მმ-ზე ზედაპირიდან) განლაგებული აირის ფორებისა, ძირითადი ლითონის დეფექტებისა და სხვა. აღნიშნული მეთოდები დამოკიდებულია იმ განხვევის და მაგნიტური ველების რეგისტრაციაზე და ანალიზზე, რომლებიც ჩნდება დეფექტების განლაგების ადგილებში.

არსებობს ექვსზე მეტი სახის მაგნიტური კონტროლის მეთოდი. მათგან პრაქტიკული გამოყენება კპოვა მხოლოდ ორმა – მაგნიტურფხვნილურმა და მაგნიტოგრაფიულმა.

მაგნიტური კონტროლის მეთოდები გამოიყენება მხოლოდ ფერომაგნიტური მასალების კონტროლისათვის. ჩვეულებრივ მდგომარეობაში, ფერომაგნიტური მასალა შედგება თვითნებურად დამაგნიტებული არეებისაგან – **დომენებისაგან**, რომელთა ველების ურთიერთკომპენსაცია ხდება. ამიტომ, ნაკეთობის ჯამური მაგნიტური ველი ნულის ტოლია. გარეშე მაგნიტური ველის გავლენის შედეგად ხდება დომენების ორიენტირება ამ ველის მიმართულებით და დეტალის დამაგნიტება.

მაგნიტური ველი ხასიათდება H დაძაბულობით და B მაგნიტური ინდუქციით. ველის დაძაბულობის ზრდისას, მაგნიტური ინდუქცია ფერომაგნიტურ მასალაში იზრდება ჯერ სწრაფად, შემდეგ ხდება ზრდის ტემპის შენელება, ბოლოს კი – შეწყვეტა: მიიღწევა გაჯერება. ამ დროს რომ შევამციროთ დამაგნიტებელი ველის დაძაბულობა ნულამდე, ადგილი ექნება ნარჩენ მაგნიტურ ინდუქციას, რომელიც ახასიათებს მასალის ნარჩენ დამაგნიტებას.

მაგნიტური ველი არსებობს დენიანი გამტარისა და მუდმივი მაგნიტის მახლობლად, მისი წარმოქმნის მიზეზს წარმოადგენს გამტარში მუხტების ან მაგნიტის ნივთიერების ატომებში ელექტრონების მოწესრიგებული მოძრაობა. მაგნიტური ისარი ამ ველის მოქმედების ფარგლებში ყოველთვის იკავებს განსაზღვრულ მდგომარეობას, რკინის ნახერხი კი

განლაგდება ხაზების გასწვრივ, რომლებსაც მაგნიტური ძალოვანი ხაზები ეწოდება.

მასალის მაგნიტური თვისებები. ყველა ნივთიერებას გააჩნია გარკვეული მაგნიტური თვისებები. მაგნიტური თვისებები ვლინდება, ჯერ ერთი იმაში, რომ სხეული განიცდის მაგნიტური ველით შექმნილი ძალების ზემოქმედებას, მეორეს მხრივ, იმაში, რომ ხდება მაგნიტური ველის დამახინჯება, როცა მასში თავსდება ნებისმიერი ნივთიერება. ნივთიერების მაგნიტური თვისებები ხასიათდება მაგნიტური შეღწევადობით μ . ნივთიერებები μ -ს სიდიდის მნიშვნელობის მიხედვით შეიძლება სამ კლასად დაიყოს:

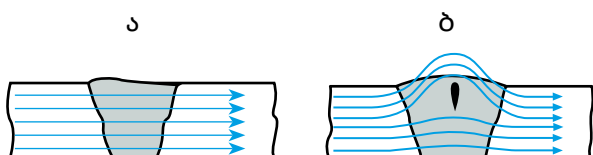
- **ფერომაგნეტიკები**, რომლებსაც აქვს ერთზე ბევრად მეტი მაგნიტური შეღწევადობა;
- **პარამაგნეტიკები** – ერთზე უმნიშვნელოდ მეტი შეღწევადობის მქონე ნივთიერებები;
- **დიამაგნეტიკები**, რომელთა მაგნიტური შეღწევადობა ერთზე ოდნავ ნაკლებია.

მაგნიტური ველის დამახინჯება, რომელიც მიიღება მასში დიამაგნიტური და პარამაგნიტური სხეულების შეტანისას, უმნიშვნელოა. საწინააღმდეგოდ ამისა, მაგნიტური ველი ძალიან მნიშვნელოვნად მახინჯდება, თუ მასში მოთავსებული იქნება ფერომაგნიტური სხეულები. რკინის ნიმუში, რომლის შეღწევადობა μ -ზე (ვაკუუმის აბსოლუტური მაგნიტური შეღწევადობა) ასჯერ და ათასჯერ მეტია, «შეისრუტავს» მაგნიტურ ველს. ამ მოვლენაზე დაფუძნებული მაგნიტური დაცვა. ამ დროს, მაგნიტური ველი არაერთგვაროვანია. აღნიშნული მოვლენა გამოიყენება ლითონში დეფექტების გამოსავლენად.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ფერომაგნეტიკების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მაგნიტური ველის დაძაბულობის ნულამდე დაყვანის შემდეგ, მათი დამაგნიტება არ მოიხსნება. ამ ნარჩენი დამაგნიტების მოსახსნელად უნდა შევცვალოთ ველის მიმართულება.

თუ ფერომაგნიტური მასალა მთლიანია, მის

კვეთი მაგნიტური ნაკადი თანაბრად ნაწილდება. დეფექტების ადგილებში მასალის მთლიანობა ირღვევა. დეფექტის არე ბევრად უფრო დიდ წინააღმდეგობას უწევს მაგნიტურ ნაკადს, რომელიც გადაიხრება და გვერდს უვლის დეფექტს. მაგნიტური ველი ამ ადგილში მჭიდროვდება, ნაწილობრივ სცდება ნაკეთობის საზღვრებს, ვრცელდება ჰაერში და ისევ შედის ნაკეთობაში დეფექტის საზღვრებს გარეთ. მაგნიტური ნაკადის გამოსვლისა და შესვლის ადგილებში წარმოიქმნება მაგნიტური პოლუსები, რომლებიც შენარჩუნდება ნარჩენი დამაგნიტებლის ხარჯზე, დამაგნიტებელი ველის მოხსნის შემდეგაც. დეფექტის ზემოთ წარმოქმნილ მაგნიტურ ველს განბნევის ველი ეწოდება.



სურათი 141. მაგნიტური ძალხაზების სქემა მაგნიტური ნაკადის შენადულ ნაკერში გავლისას:

ა) უდეფექტო ნაკერი; ბ) დეფექტიან ნაკერი.

განბნევის ეფექტი ვლინდება მაქსიმალურად, თუ დეფექტი განლაგებულია მაგნიტური ნაკადის მიმართულების პერპენდიკულარულად. ამიტომ, კონტროლისათვის, შენადული შეერთებების დამაგნიტებას აწარმოებენ ნაკერის ღერძის მიმართ გრძივი და განივი მიმართულებით. ეს საშუალებას იძლევა გამოვავლინოთ დეფექტები, რომლებიც ორიენტირებულია ნაკერის გასწვრივ და მის მართობულად, ასევე დეფექტები, რომლებიც განლაგებულია ამ მიმართულებათა მიმართ მცირე კუთხით.

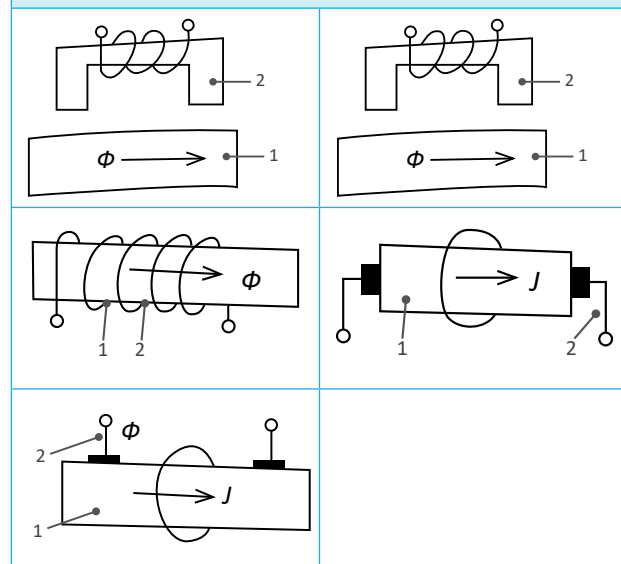
ამრიგად, მაგნიტური მეთოდებით კონტროლი მდგომარეობს იმ განბნევის ველების აღმოჩენაში, რომლებსაც წარმოქმნის დეფექტები, ამ ადგილების დაფიქსირებაში და გამოვლენილი დეფექტების ხასიათისა და სიდიდის გაშიფვრაში. მაგნიტური კონტროლის სხვადასხვა მეთოდი გამოირჩევა განბნევის ველების გამოვლენისა და მათი დაფიქსირების ხერხებით.

15.4.1. მაგნიტურფხვნილური მეთოდი

მაგნიტურფხვნილური მეთოდით კონტროლი შეიცავს შემდეგ ოპერაციებს: დეტალის დამაგნიტება მაგნიტური ველით ან მასში ელექტრული დენის გატარებით; დეტალის ზედაპირზე მაგნიტური ნაწილაკების დატანა, მისი ვიზუალური დათვალიერება და წუნის აღმოჩენა.

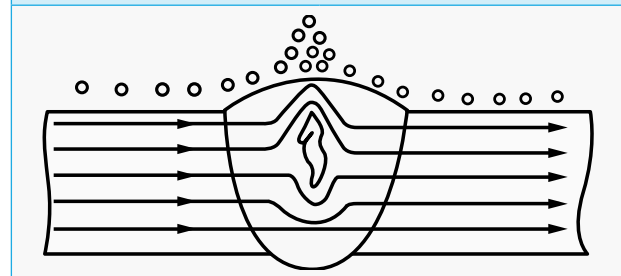
სურათი 142. მაგნიტურფხვნილური მეთოდისას დამაგნიტების არსებული სქემები:

1. საკონტროლო დეტალი; 2. დამაგნიტებელი მოწყობილობა.



სურათი 143. მაგნიტურფხვნილური მეთოდისას დეტალის ზედაპირზე მაგნიტური ნაწილაკების დატანით კონტროლოს ჩატარების სქემა:

1. მაგნიტური ველი; 2. დეფექტი; 3. მაგნიტური ველის დამახინჯება; 4. მაგნიტური სუსპენზია (ფერომაგნიტური ფხვნილი); 5. ნაწილაკების დაგროვება დეფექტის ადგილზე.



დეტალის დამაგნიტებისას, მაგნიტური ნაკადი, რომელიც წარმოიქმნება ლითონში (ლითონის

ერთგვაროვანი სტრუქტურისა და მასში დეფექტების არარსებობის შემთხვევაში), თანაბრად ნაწილდება დეტალის მთელს კვეთში. თუ კი დეტალში არის დეფექტი (ბზარი, შეუღებლობა, ფორები), მაგნიტური ველის ხაზები მრუდდება, მათი ნაწილი გამოდის ზედაპირზე, რითაც იქმნება განბნევის ნაკადი ამ უბანზე ანუ მაგნიტური პოლუსი.



სურათი 144. კონტროლის მაგნიტურფხვნილური მეთოდი

მაგნიტური ფხვნილის ნაწილაკები მიიზიდება მაგნიტურ პოლუსთან, «ილექება» მასზე, რაც იძლევა საშუალებას დავინახოთ ძალიან მცირე ზომის დეფექტები, რომლებიც არ ვლინდება ჩვეულებრივი დათვალიერებისას.

მაგნიტურფხვნილური მეთოდით შეიძლება გამოვლინდეს დეფექტები 1...2,5 მკმ გახსნით, 25 მკმ სიღრმით და მიახლოებით 0,5 მმ სიგრძით. შესაძლებელია ზედაპირის მახლობლად 2,5 მმ სიღრმემდე მდებარე დეფექტების აღმოჩენა.

სხვადასხვაგვარად ორიენტირებული დეფექტების გამოსავლენად, იყენებენ კომბინირებულ დამაგნიტებას. დამაგნიტებელი დენი შეიძლება იყოს მულმივი, ცვლადი და იმპულსური.

მაგნიტური ფხვნილი, რომლის ნაწილაკების ზომა უნდა იყოს 5-10 მკმ, დაიტანება ზედაპირზე ან დამაგნიტებელი ველის მოქმედების მომენტში ან მისი გამორთვის შემდეგ (ნარჩენი დამაგნიტებისას). ფხვნილის დატანა შეიძლება ორი ხერხით – მშრალითა და სველით. პირველ შემთხვევაში, როგორც ინდიკატორი, გამოიყენება მშრალი მაგნიტური ფხვნილი, მეორეში კი – მაგნიტური ფხვნილის ნარევი წყალში, ზეთში, ნავთში ან მათ ნარევაში.

ფხვნილის დატანამდე, დეტალებს ასუფთავებენ ჭუჭყის, ცხიმის, ჟანგულებისაგან.

მაგნიტური ფხვნილი მზადდება რკინის ხენჯისაგან ან მაგნეტიტის მინერალისაგან, მათი დაფქვით. მცირე ზომის დეტალები მთლიანად ჩაიშვება ფხვნილის შემცველ სუსპენზიაში. დიდი ზომის დეტალებზე და მათ შენადულ შეერთებებზე, სუსპენზია დაიტანება დასხმით, ფუნჯით ან პულვერიზატორით დაფრქვევით.

შენადული ნაკერების მაგნიტურფხვნილური კონტროლის შედეგებზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაკერის ლილვაკის ზედაპირის მდგომარეობა: რაც უფრო უხეში და არათანაბარია ზედაპირი, მით უფრო დაბალია მგრძნობიარობა.

პრაქტიკულად, მაგნიტურფხვნილური კონტროლის მეთოდი გამოიყენება 10 მმ-ზე ნაკლები სისქის დეტალების კონტროლისათვის.

კონტროლის ჩატარების შემდეგ ხდება ვარგისი ნაკეთობების განმაგნიტება ცვლად მაგნიტურ ველში, რომლის სიდიდეს მდოვრედ ცვლიან მაქსიმალური მნიშვნელობიდან ნულამდე. განმაგნიტებელი ველის მიმართულება უნდა ემთხვეოდეს მიმართულებას, რომელიც იყო დეტალის დამაგნიტებისას.

15.4.2. მაგნიტოგრაფიული მეთოდი

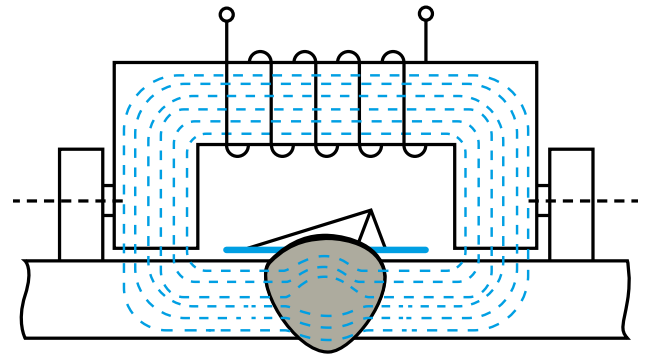
ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს შენადული ნაკერის და ნაკერმიმდებარე ზონის შესამოწმებელი უბნის დამაგნიტებაში, ერთდროულად მაგნიტური ველის ჩაწერაში მაგნიტურ ლენტზე და შემდეგ აღბეჭდილი ინფორმაციის მაგნიტოგრაფიული დეფექტოსკოპების სპეციალური მოწყობილობებით წაკითხვაში.

მაგნიტოგრაფიული კონტროლის ტექნოლოგია შემდეგ ოპერაციებს შეიცავს (ГОСТ 25225-82)):

1. შესამოწმებელი ნაკეთობის ზედაპირის დათვალიერება და მომზადება. ამ დროს საკონტროლო ნაკერებიდან უნდა იქნას მოცილებული წილის ნარჩენები, გამდნარი ლითონის მხეფები, ჭუჭყი და ა.შ.;
2. ნაკერზე მაგნიტური ლენტის მოთავსება. კონტროლის დაწყებამდე მაგნიტური ლენტი უნდა იქნას განმაგნიტებული. ლენტის მიჭრას

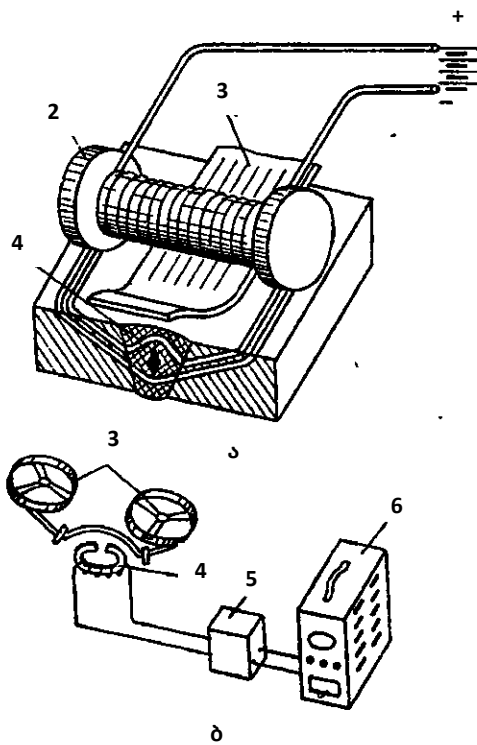
ბრტყელი ნაკეთობების ზედაპირზე აწარმოებენ სპეციალური პლასტიკური «ბალიშით», ხოლო მილების, ჭურჭლების და სხვა ნაკეთობათა წრიული ნაკერების კონტროლისას, მაგნიტური ლენტის ნაკერის ზედაპირის მთელ პერიმეტრზე მიკვრას აწარმოებენ ელასტიკური რეზინის სარტყელით.

3. ხდება შესამოწმებელი ნაკეთობის დამაგნიტება.
4. სწარმოებს კონტროლის შედეგების გაშიფვრა, რისთვისაც მაგნიტურ ლენტს ათავსებენ დეფექტოსკოპის სპეციალურ მოწყობილობაში და დეფექტოსკოპის ეკრანზე მიღებული სიგნალების მიხედვით გამოავლენენ დეფექტებს.



სურათი 146. შენადული შეერთებების მაგნიტოგრაფიული კონტროლის სქემა:

1. დამაგნიტებელი მოწყობილობა;
2. შენადული ნაკერი;
3. დეფექტი;
4. მაგნიტური ლენტი.



სურათი 145. მაგნიტოგრაფიული კონტროლისას გამოყენებული მოწყობილობის სქემა:

- ა) ჩაწერა; 1. ნაკერი; 2. ელექტრომაგნიტი; 3. ფერომაგნიტური ლენტი; 4. მუდმივი დენის წყარო;
- ბ) ჩანაწერის აღწარმოება; 3. ლენტისანი კოჭი; 4. აპარატი; 5. მადლიერებელი; 6. ოსცილოგრაფი;
- გ) ოსცილოგრაფის ეკრანზე სხვადასხვა სახის დეფექტისაგან წარმოქმნილი სიგნალის (მრუდების) ხასიათი.

მაგნიტოგრაფიულ მეთოდს ძირითადად იყენებენ დნობით შედუღებით შესრულებული პირაპირა ნაკერების შესამოწმებლად, პირველ რიგში მაგისტრალური მილგაყვანილობების ნაკერების კონტროლისას. ამ მეთოდით ვლინდება ძირითადად

ბრტყელი დეფექტები (ბზარები, შეუღლებლობა და სხვ.) უფრო ცუდად ვლინდება მომრგვალებული დეფექტები (ფორები, წიდის ჩანართები). შესაძლებელია 20-25 მმ სიღრმემდე მდებარე დეფექტების გამოვლენა.

15.5. კაპილარული დეფექტოსკოპია

ურღვევი კონტროლის კაპილარული მეთოდები განკუთვნილია ისეთი ზედაპირული დეფექტების გამოსავლენად, რომლებიც არ ჩანს შეუიარაღებელი თვალით და განსნილია 1 მკმ-მდე.

კაპილარული დეფექტოსკოპია დაფუძნებულია ინდიკატორული სითხეების (პენეტრანტების) ზედაპირული დეფექტების ღრუში კაპილარულ შეღწევაში და დეფექტის ინდიკატორული კვალის რეგისტრაციაში ამა თუ იმ ხერხით.

კაპილარული დეფექტოსკოპიის არსი შემდეგში მდგომარეობს: ნაკეთობის ზედაპირს ასუფთავებენ ჭუჭყის, მტვერის, ცხიმოვანი ფენების, ფლუსის ნარჩენებისაგან და სხვა. გაწმენდის, გაუცხიმოებისა და გამშრალების შემდეგ, შესამოწმებელი დეტალის მომზადებულ ზედაპირზე ხდება პენეტრანტის ფენის დატანა და განსაზღვრული დროის განმავლობაში მისი დაყოვნება იმისათვის, რომ სითხემ შეაღწიოს დეფექტების ღია ღრუ ნაწილებში.

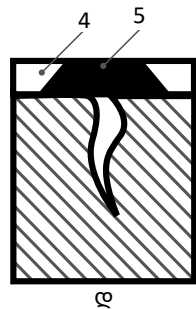
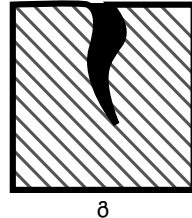
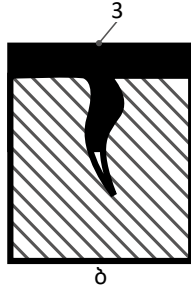
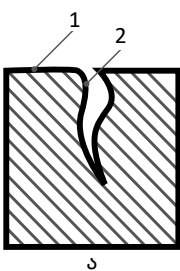
შემდეგ ზედაპირს ასუფთავებენ სითხისაგან, მაგრამ მისი ნაწილი დეფექტის ღრუში რჩება.

დეფექტების გამოვლენადობის გასაუმჯობესებლად, დეტალის ზედაპირიდან პენეტრანტის მოცილების შემდეგ, მასზე დაიტანება სპეციალური გამამჟღავნებელი მასალა სწრაფად შრობადი თეთრი სუსპენზიის სახით (მაგალითად, კაოლინის სუსპენზია), ან ლაქების საფარი. ეს იწვევს გამამჟღავნებელზე ინდიკატორული კვალის წარმოქმნას.

X სიგანის ბზარის ინდიკატორული კვალი ზუსტად იმეორებს დეფექტის კონფიგურაციას გეგმილში, მაგრამ ზომით მასზე მეტია. ასეთი კვალი კარგად ჩანს დეტალის ზედაპირზე, ოპტიკური ხელსაწყოების გამოყენების გარეშე. კვალის ზომა X მით მეტია, რაც უფრო ღრმაა დეფექტი, ანუ რაც მეტია მასში პენეტრანტის რაოდენობა და რაც უფრო დიდია პენეტრანტის მოქმედების დრო.

სურათი 147. კაპილარული მეთოდით დეტალის კონტროლის სქემა გამამჟღავნებლის გამოყენებით:

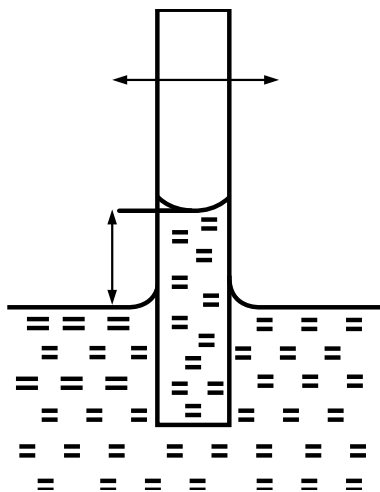
- ა) ბზარის ღრუ შევსებულია პენეტრანტით; ბ) პენეტრანტი მოცილებულია დეტალის ზედაპირიდან;
- გ) დატანილია გამამჟღავნებელი, ბზარი გამოვლენილია; 1. დეტალი; 2. ბზარის ღრუ; 3. პენეტრანტი; 4. გამამჟღავნებელი სითხე; 5. X სიგანის ბზარის ინდიკატორული კვალი.





სურათი 170. კონტროლის კაპილარული მეთოდი

კაპილარული მეთოდების ფიზიკურ საფუძველს წარმოადგენს კაპილარული მოვლენა, ანუ სითხის უნარი, შეადგინოს უწყვილეს გამჭოლ ნახვრეტში ან ერთი მხრიდან გახსნილ არხში. სითხის მოხვედრისას კაპილარულ არხში, მისი ზედაპირი მრუდდება და წარმოიქმნება ე.წ. მენისკი.



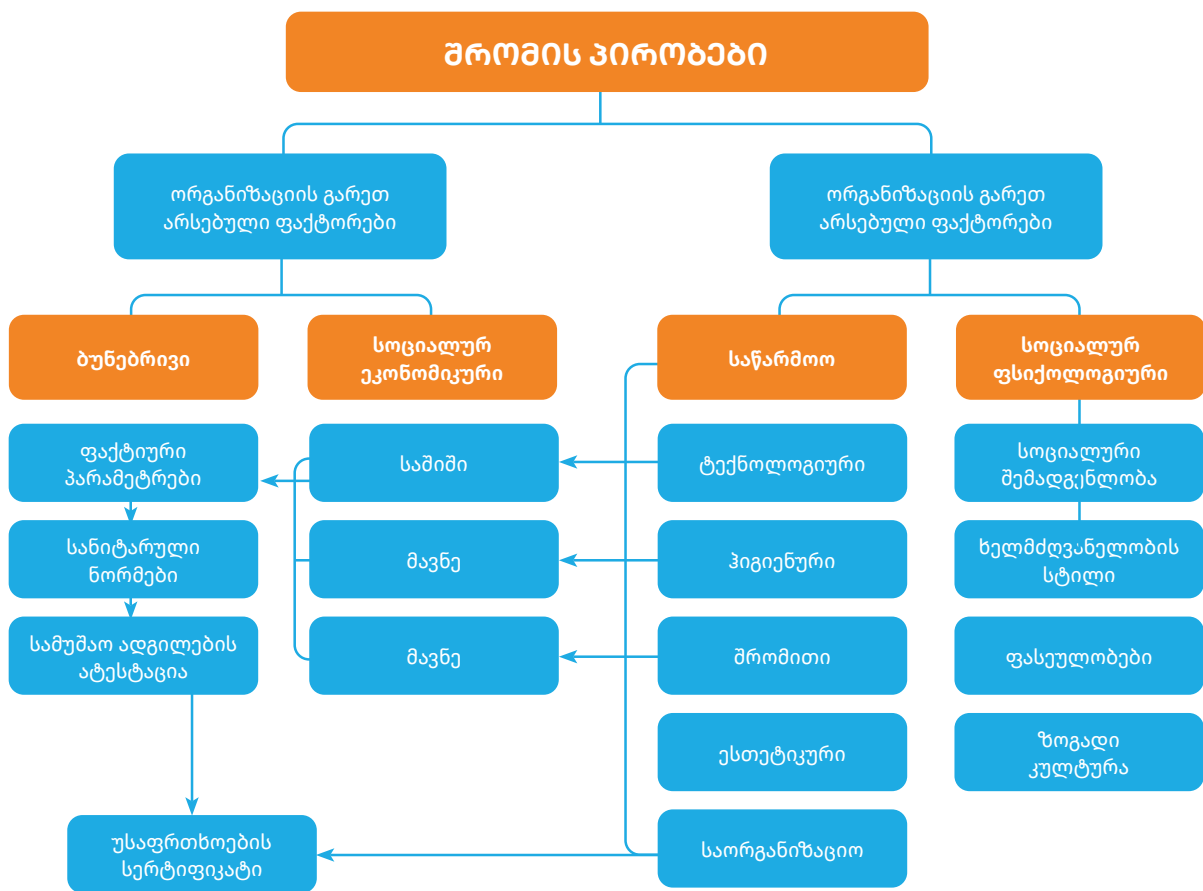
სურათი 148. კაპილარში კარგად დასველებადი სითხის შედნვისას მენისკის წარმოქმნა: r – მენისკის რადიუსი.

ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების ზემოქმედების შედეგად, ხდება მენისკის თავისუფალი საზღვრების შემცირება და კაპილარში იწყებს მოქმედებას დამატებითი ძალა რომელიც იწვევს სითხის შეწოვას. კაპილარში სითხის შეწოვის სიღრმე პირდაპირპროპორციულია სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის კოეფიციენტისა და უკუპროპორციულია კაპილარის რადიუსისა. ე.ი., რაც უფრო ნაკლებია კაპილარის (ჩვენს შემთხვევაში – დეფექტის) რადიუსი და უკეთესია მასალის დასველებადობა, მით უფრო სწრაფად და უფრო დიდ სიღრმეზე ხდება კაპილარში სითხის შედნვა.

16. **ჯანმრთელობის დაცვა და შრომის უსაფრთხოება სამუშაო ადგილზე**

შრომის დაცვა და უსაფრთხოება საწარმოში – ეს იმ ღონისძიებათა კომპლექსია, რომლებიც საჭიროა მუშაკების უსაფრთხოების უზრუნველყოფისათვის, მათთვის დავალებული სამუშაოს შესრულებისას.

არსებობს მრავალი ფაქტორი, რომლებიც მოქმედებენ სამუშაოს უსაფრთხოებაზე და ჯანმრთელობის დაცვაზე.



სურათი 171. საწარმოში შრომის პირობებზე მოქმედი ფაქტორები

აღნიშნულ ღონისძიებათა კომპლექსი მიმართულია შემდეგზე:

- ელექტრომონოწყობილობის, ელექტროგადამცემი ხაზების და სხვათა უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;
- ხანძრისა და გაკვამლიანებისაგან დაცვა;
- ყველა კატეგორიის სამუშაოების უსაფრთხოების ორგანიზაცია;
- მოწყობილობის გამართულ მდგომარეობაში შენარჩუნება (შემოწმება, რემონტი, დროული შეცვლა);
- სხვადასხვა დანიშნულების შენობა-ნაგებობების, ასევე ტერიტორიის სათანადო მდგომარეობაში შენახვა;
- ხმაურის, მტვერიანობის, ვიბრაციების და სხვა მავნე ფაქტორების მუშაკებზე გავლენის ნეიტრალიზაცია;

- სამი პირობებში მომუშავე ადამიანების დაცვა: სიმალლეზე, მიწის ქვეშ, ამალღებული ან დაბალი ტემპერატურების პირობებში, სხვადასხვა გამოსხივებისას, კონტაქტირებისას გახურებულ ან მოძრავ საგნებთან ან მათ ნაწილებთან და ა.შ.;
- მუშაკების, მოსწავლეების, მმართველობითი პერსონალის სწავლება (ინსტრუქტაჟები შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების საკითხებში, სპეციალური კურსები, პლაკატები, სქემები და სხვა);
- მუშაკების ჯანმრთელობის მაჩვენებლების მონიტორინგი (წინასწარი, ცვლების წინა, ყოველწლიური, ვადამდელი სამედიცინო შემოწმებები), სანატორიული მკურნალობის, სამკურნალო-პროფილაქტიკური საკვების გაცემის ორგანიზაცია;
- საწარმოში შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ორგანიზაციის საზოგადოებრივი მონიტორინგი: შრომის დაცვის საკითხებში რწმუნებულების, პროფკავშირების და სხვა საზოგადოებრივი გაერთიანებების მუშაობა.

ნორმატიული დოკუმენტაციის მოთხოვნების გათვალისწინებით, რომელიც არეგულირებს კონკრეტული ორგანიზაციების საქმიანობას, ისინი ამუშავებენ საკუთარ სტანდარტებს შრომის დაცვის მართვის სისტემაში. თანამშრომლების მიერ სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმართვისათვის საჭირო სრული ინფორმაცია მოყვანილია შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების შესახებ ინსტრუქციებში, კონკრეტული პროფესიების ან გარკვეული სამუშაოების შესრულების მიხედვით.

სამუშაო ადგილებზე უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნების შესრულების მნიშვნელობა

სამუშაო ადგილებზე უსაფრთხოების მოთხოვნების შესრულების აუცილებლობის მრავალ მიზეზთა შორის მეტად მნიშვნელოვანია შემდეგი:

- მუშაკი უნდა იყოს ცოცხალი, ჯანმრთელი და არ გახდეს ინვალიდი.
- სხვა მუშაკების ჯანმრთელობისათვის ზიანის

მიყენება – მოქალაქეთა ჯანმრთელობისათვის ზიანის მიყენებისას, გათვალისწინებულია როგორც ადმინისტრაციული, ასევე სისხლისსამართლებრივი პასუხისმგებლობა.

- სხვადასხვა გარანტიები და შეღავათები, რომლებიც არ არის გათვალისწინებული კოლექტიური ხელშეკრულებით (მაგალითად, პრემია, მე-13 ხელფასი), არ ეძლევა შრომის დისციპლინის დამრღვევებს.
- პროდუქციისა და მომსახურების ხარისხის შემცირება.
- სამსახურიდან გაშვება დამსაქმებლის ინიციატივით – საწარმოს ადმინისტრაციას სრული უფლება აქვს გააუქმოს შრომითი ხელშეკრულება უსაფრთხოების მრავალჯერადი და ერთჯერადი უხეში დარღვევისათვის.

ვის ეკისრება პასუხისმგებლობა მუშაკების უსაფრთხოებაზე

საწარმოებში არსებობს შრომის დაცვის და უსაფრთხოების ინჟინრის თანამდებობა. მაგრამ კონკრეტული მუშაკების უსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელია მათი უშუალო ხელმძღვანელი. წარმოებაში შრომის დაცვაზე და უსაფრთხოების ტექნიკაზე პასუხისმგებელი არიან ხელმძღვანელები: საწარმოს, ქვედანაყოფების, განყოფილებების და ა.შ.

პასუხისმგებლობა შრომის დაცვასა და უსაფრთხოების ტექნიკაზე საწარმოში, ასევე, იყოფა ზედამხედველობის მიმართულებების მიხედვით და ეკისრება შესაბამისი კომპეტენციის მუშაკებს. მაგალითად, ელექტროუსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელი არიან ბრძანებით დანიშნული ენერგეტიკული სამსახურის მუშაკები, სამუშაო ადგილებზე შრომის დაცვასა და უსაფრთხოების ტექნიკაში ინსტრუქციების სისტემის ორგანიზაციაზე და მის ხარისხიან ფუნქციონირებაზე – სამუშაოების უშუალო ხელმძღვანელები.

საკუთარ უსაფრთხოებაზე ვალდებული არიან იზრუნონ თვით მშრომელებმაც. ეს – არა მხოლოდ საღი აზროვნების მოთხოვნაა, არამედ შრომის კოდექსის მოთხოვნაც. იმისათვის, რომ შეინარჩუნონ ჯანმრთელობა და შრომისუნარიანობა საჭიროა, რომ მშრომელებმა:

- ზუსტად იცოდნენ და მუდმივად დაიცვან შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების მოთხოვნების ინსტრუქციები;
- დროულად გაიარონ სწავლება და სამედიცინო შემოწმება;
- გამოიყენონ ინდივიდუალური და კოლექტიური დაცვის საშუალებები;
- გაიარონ პირველადი დახმარების გაწევის სწავლება;
- ყურადღებით თვალი ადევნონ გარემო ვითარებებს, გაანალიზონ საწარმოო სიტუაციები და დაუყონებლივ შეატყობინონ სამუშაოების ხელმძღვანელს, შესაძლო ან არსებული საშიშროების შესახებ.

სწავლების, სამედიცინო შემოწმების, შექმნილი საშიში სიტუაციის გამო სამუშაოების შეჩერების პერიოდის განმავლობაში, მშრომელს შენარჩუნებული უნდა ექნას საშუალო ხელფასი. თუ კი ის თავს არიდებს საკუთარ ჯანმრთელობაზე პასუხისმგებლობას – არ ესწრება ინსტრუქტაჟებს შრომის დაცვასა და უსაფრთხოების ტექნიკაში, არ გადის სამედიცინო შემოწმებებს, რეგულარულად არღვევს შრომის დაცვის მოთხოვნებს, – დამსაქმებლის წარმომადგენლებს უფლება აქვთ, შესაბამისი წესის დაცვით, აუკრძალონ მუშაკს სამუშაოების შესრულება. ამ დროის განმავლობაში მას ხელფასი არ ეძლევა.

შრომის დაცვის სამსახურის პასუხისმგებლობა

შრომის დაცვის სამსახურის პასუხისმგებლობის სფერო, რომელსაც შეიძლება წარმოადგენდეს ერთი ინჟინერიც კი, წარმოადგენს შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ორგანიზაცია საწარმოში. აღნიშნული სამსახურის წარმომადგენლები ვალდებული არიან:

1. აწარმოონ უბედური შემთხვევების და პროფესიული დაავადებების აღრიცხვა, გამოკვლევა, მათი წარმოქმნის მიზეზების ანალიზი, პროფილაქტიკური ღონისძიებების დამუშავება;
2. შექმნან პროგრამები და ღონისძიებები შრომის პირობების გასაუმჯობესებლად და მოახდინონ მათი რეალიზაცია;
3. გაუწიონ ორგანიზაციულ-მეთოდური მხარდაჭერა შრომის დაცვის დარგში მომუშავე

- ქვედანაყოფებს; დაეხმარონ შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ინსტრუქციების დამუშავებაში, შეინახონ მათი საკონტროლო ეგზემპლარები; მოამარაგონ ქვედანაყოფები და ხელმძღვანელი თანამშრომლები ინსტრუქციებით, ჟურნალებით, ბარათებით, სხვა დოკუმენტაციით, თვალსაჩინო სახელმძღვანელოებით, წესებით, ნორმატივებით – შრომის დაცვის საკითხებში;
4. მონაწილეობა მიიღონ მშრომელთა ცოდნის შემოწმებაში, რომელიც უნდა წარიმართოს საწარმოს ძალებით ჩატარებული შრომის დაცვის სწავლების შედეგების მიხედვით;
 5. დახმარება გაუწიონ ნებისმიერი საბუთის მომზადებაში, რომლებიც შეეხება საწარმოში შრომის დაცვასა და უსაფრთხოების: კოლექტიური ხელშეკრულების, სხვადასხვა შეთანხმებების, ბრძანებებისა გამოსასვლელ დღეებში სამსახურში გამოძახების შესახებ, გრაფიკების ცვლილების და სხვა;
 6. დაეხმაროს სიების შედგენაში, შემდეგი საკითხების შესახებ:
 - ცვლებისწინა, წინასწარ და ყოველწლიურ სამედიცინო შემოწმებებზე;
 - სპეცტანსაცმლისა და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გაცემაზე;
 - კომპენსაციების მიღებაზე (შელავათიან საპენსიო უზრუნველყოფაზე, დამატებით შვებულებაზე);
 - მოამზადონ და ჩააბარონ ანგარიში შრომის დაცვის საკითხების შესახებ;
 - შეინახონ დოკუმენტაცია შრომის დაცვის საკითხებზე;
 - მოახდინონ შრომის დაცვის საკითხების სწავლების ორგანიზება მუშაკებისა და ხელმძღვანელებისათვის;
 - რეგულარულად მოახდინონ შრომის დაცვის მდგომარეობის შემოწმება ქვედანაყოფებში;
 - ჩაატარონ შემყვანი ინსტრუქტაჟები შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების საკითხებში.

საწარმოში შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების მოთხოვნების ხარისხიანად შესრულების კონტროლისათვის, შრომის დაცვის სპეციალისტებს შეუძლიათ ნებისმიერ დროს:

- დაათვალიერონ ტექნიკა, მოწყობილობა, სათავსოები;
- შეამოწმონ დოკუმენტაცია შრომის დაცვის შესახებ (ჟურნალების წარმართვა, თანამშრომლებისათვის შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქციების გაცნობა, სპეცტანსაცმელისა და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების აღრიცხვის ბარათების გაფორმება და სხვა), ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით უზრუნველყოფა და მათი ფაქტიური გამოყენება;
- მუშაკების მიერ სამუშაოების უსაფრთხო ხერხებისა და მეთოდების გამოყენების გაკონტროლება.

იმისათვის, რომ წარმატებით შეასრულონ მათ წინაშე მდგომი ამოცანები, შრომის დაცვის სპეციალისტები თანამშრომლობენ საწარმოს სხვა სამსახურებთან (კადრების განყოფილებასთან, ენერგეტიკულ განყოფილებასთან, მექანიკოსებთან, სამედიცინო პუნქტთან და ა.შ.), ასევე შრომის დაცვის კომისიასთან, შრომის კოლექტივის რწმუნებულთან შრომის დაცვის საკითხებში, პროფკავშირთან.

შრომის დაცვის სპეციალისტების მიწერილობა

შრომის დაცვის სამსახური აკონტროლებს საწარმოში მიმდინარე ყველა სახის სამუშაოების უსაფრთხოებას. შრომის დაცვის სამსახურის ინჟინრებს უფლება აქვთ გააჩერონ ნებისმიერი სამუშაოები, რომლებიც ტარდება შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ინსტრუქციების მოთხოვნათა დარღვევით. ამასთან, ისინი გასცემენ მიწერილობებს, რომლებშიც ასახულია დარღვევათა არსი და მათი აღმოფხვრის ვადები. ასეთი მიწერილობის მოთხოვნების იგნორირება პირების მიერ, რომლებსაც ისინი მიეცა, იწვევს დისციპლინარულ, მატერიალურ, ხოლო განსაკუთრებით მძიმე შემ-

თხვევებში – სისხლისსამართლებრივ პასუხისმგებლობას.

მიწერილობაში შეიტანება:

- შრომის დაცვის და უსაფრთხოების ინსტრუქციების და წესების მოთხოვნების გამოვლენილი დარღვევების არსი;
- მითითება იმ ნორმატიულ დოკუმენტაციაზე, რომლის მოთხოვნებიც იყო დარღვეული;
- ვადები, რომლებშიც უნდა იყოს აღმოფხვრილი დარღვევები;
- გამოვლენილი დარღვევების აღმოფხვრაზე პასუხისმგებელი პირები.

მიწერილობის გაფორმება ხდება სამუშაოთა ხელმძღვანელზე 2 ეგზემპლარად, რომელთაგან ერთი გადაეცემა ხელმოსაწერად. თუ კი სამუშაოთა ხელმძღვანელი უარს ამბობს მიწერილობის მიღებაზე, ამის შესახებ უნდა იქნას შედგენილი აქტი ანდა მიწერილობაზე კეთდება ჩანაწერი: „მითითების მიღებაზე უარი განაცხადა“. ამ შემთხვევაში მაინც ხდება სამუშაოების შეჩერება, ხოლო გამოვლენილი დარღვევები აღმოფხვრილი უნდა იყოს.

შემმოწმებელმა პირმა შეიძლება მოითხოვოს ზეგეგმიური ინსტრუქტაჟის ჩატარება შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქციების შესახებ, რომელთა მოთხოვნებიც იყო დარღვეული. როგორც კი დარღვევები აღმოიფხვრება, ამის შესახებ ინფორმაციას პასუხისმგებელი პირი წერილობითი ფორმით აწვდის შრომის დაცვის სამსახურს. იმის შემდეგ, რაც შრომის დაცვის ინჟინერი შეამოწმებს საჭირო ღონისძიებების შესრულებას და გააკეთებს შესაბამის აღნიშვნას მიწერილობაში (+ხელმოწერა, თარიღი), შეიძლება სამუშაოს გაგრძელება.

მიწერილობები ინახება შრომის დაცვის სამსახურში. მათი შენახვის წესს დამოუკიდებლად ადგენენ ორგანიზაციის ქვედანაყოფებში. მაგალითად, შეიძლება გაცემული მიწერილობის შესახებ ინფორმაცია (დარღვევის არსი, აღმოფხვრის ვადები, პასუხისმგებელი პირები) შეტანილი უნდა იქნას შრომის დაცვის შემოწმებათა ჟურნალში.

16.1. უსაფრთხოების ტექნიკა საშემდგომლო სამუშაოების შესრულებისას

საწარმოებში საშემდგომლო სამუშაოების შესრულებისას შრომისა და წარმოების ორგანიზაციის არასწორი წარმართვისას წარმოიქმნება ფაქტორები, რომლებსაც შეუძლია გამოიწვიონ უბედური შემთხვევები.

საშემდგომლო სამუშაოების შესრულებისას უზრუნველყოფილი უნდა იყოს კანონმდებლობით დადგენილი რეგულაციები, რომლებიც საშემდგომლო სამუშაოებს ეხება:

- ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების შესახებ აქტი;
- დასაქმების აქტი;
- ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების მართვის რეგულაციები;
- ჯანმრთელობისათვის მავნე ნივთიერებების კონტროლი;
- ჩაბმისა და გადატანის ოპერაციები;
- შეზღუდულ სივრცეში მუშაობის ოპერაციები;
- ელექტრობასთან დაკავშირებული სამუშაოები;
- ფეთქებადსაშუალო ჭურჭლებთან მუშაობის ოპერაციები.

აირის ალით, ელექტრორკალური და პლაზმური შედეგებით და ჭრით შესრულებული სამუშაოებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს უსაფრთხოების ტექნიკას.

შედულების და ჭრის ამ ხერხების გამოყენებისას, უსაფრთხოების წესების დაუცველობის შემთხვევაში წარმოიქმნება შემდეგი საშიშროებები:

- ელექტრული დენით ადამიანის დაზიანება;
- ელექტრული რკალით თვალებისა და კანის დაუცველი ზედაპირის დაზიანება;
- შედეგების პროცესში გამოყოფილი მავნე აირებთან მომუშავე პირების მოწამვლა;
- ფეთქებადსაშუალო ნივთიერებების შემცველი ჭურჭლების აფეთქება;

- მაღალი წნევის ქვეშ მყოფი ბალონების, აცეტილენის გენერატორის, ჟანგბადის ბალონების აფეთქება;
- გამდნარი ლითონის წვეთებისა და ნაპერწკლებისაგან ხანძრის წარმოქმნა;
- დაზიანებისაგან ტკივილისა და ჭრილობების გამოწვევა და სხვა.

საშემდგომლო სამუშაოების შესრულებისას ელექტროდენით დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, დაცული უნდა იყოს შემდეგი მოთხოვნები:

1. საშემდგომლო მოწყობილობის კორპუსები, შემდგომლის მაგიდა და სხვა მოწყობილობა დამინებული უნდა იყოს.
2. საშემდგომლო მოწყობილობის დენმიმცვანი კაბელები საიმედოდ უნდა იყოს იზოლირებული და დაცული მექანიკური დაზიანებისაგან და ტემპერატურის ზემოქმედებისაგან.
3. ელექტროდის დამჭერის სახელური დენგაუმტარი და ცეცხლგამძლე მასალისაგან უნდა იყოს დამზადებული.
4. არ შეიძლება მაღალი ძაბვის კაბელებზე შეხება, რადგან შეიძლება იზოლაცია შეუმჩნევლად იყოს დაზიანებული.
5. შედეგების კვების წყაროს შეკეთება შეიძლება მხოლოდ გამორთულ მდგომარეობაში (დენის ჩამრაზი გამორთული უნდა იყოს).
6. სამუშაოს დამთავრებისას ან დროებით შეჩერებისას გამორთული უნდა იყოს გამანაწილებელი ფარის დენის ჩამრაზი.
7. დიდი ზომის ლითონკონსტრუქციების შედეგებით დამზადებისას, როდესაც შემდგომლებს მუშაობა უხდება წოლით ან მჯდომარე მდგომარეობაში, აუცილებელია გამოყენებული იქნას:
 - რეზინის ქვესალები ან დენგაუმტარი ქვესალები;
 - ელექტროდის დამჭერი, რომელიც ელექტროდის ადვილად გამოცვლის საშუალებას იძლევა.

აალებადი ნივთიერებებისათვის განკუთვნილი ჭურჭლების აფეთქების თავიდან აცილების მიზნით, საჭიროა ჩატარდეს შემდეგი ღონისძიებები:

- აკრძალულია წნევის ქვეშ მყოფი რეზერვუარების ან დაზარული ჭურჭლების შედუღება;
- შედუღების პოსტის მახლობლად, დაუშვებელია აალებადი ნივთიერებების მოთავსება (მინიმალური დასაშვები მანძილია 5 მ);
- ნავთობპროდუქტების ტარის შედუღებითი სამუშაოების ჩატარების წინ, აუცილებელია მათი გაწმენდა, ცხელი წყლით დამუშავება და რამდენიმე საათის განმავლობაში ორთქლით დამუშავება;

- ნავთობპროდუქტების ტარის შედუღების წინ, აუცილებელია ყველა ხვრელის სარქველებისა და თავსახურების გახსნა;

საშემდუღებლო სამუშაოების შესრულებისას, შედუღებელს უნდა ეცვას მკვრივი ნაჭრის ან ბრუენტისაგან დამზადებული ქურთუკი და შარვალი; დაუშვებელია ქურთუკის შარვალში ჩატანება. შარვალი უნდა იყოს გრძელი და თავისუფლად უნდა ფარავდეს ყელიან ფეხსაცმელს; ფეხსაცმელის ზედაპირი უნდა იყოს ყრუ და არ უნდა ჰქონდეს ხვრელები; სპეცტანსაცმელში, ნიღაბსა და ფარში არ უნდა არსებობდეს ხვრელები.

16.2. პირველი დახმარება საწარმოში

საწარმოში მუშაობისას, მაღალია ტრავმის მიღების რისკი. ამიტომ, საქართველოს კანონმდებლობა ითვალისწინებს დამსაქმებლის ვალდებულებას, წარმოებაში უბედური შემთხვევისას დაუყონებლივ მოახდინოს დაზარალებულისათვის პირველადი დახმარების ორგანიზება და, საჭიროების შემთხვევაში, სამედიცინო ორგანიზაციაში მისი მიყვანა.

ცხადია, რომ პირველ რიგში, პირველადი სამედიცინო დახმარების გაწევა – პროფესიონალების მოვალეობაა. შესაბამის მომზადებას გადიან:

- სამედიცინო მუშაკები;
- პოლიციის თანამშრომლები;
- სამხედროები;
- საგანგებო სიტუაციების მართვის სამსახური.

გონების დაკარგვის, სუნთქვის შეწყვეტის, სისხლდენის, დამწვრობისა და სხვა შემთხვევებში, ისინი ვალდებულნი არიან დაეხმარონ დაზარალებულს.

მიუხედავად იმისა, რომ პირველადი სამედიცინო დახმარების გაწევა ევალება სპეციალისტებს, კანონი ითვალისწინებს საწარმოში თანამშრომლების

მიერ პირველადი სამედიცინო დახმარების გაწევის აუცილებელ შესწავლას. რადგან, თუ წარმოიქმნა მოულოდნელი აუცილებლობა, დაზარალებულს გაეწიოს სასწრაფო პირველადი სამედიცინო დახმარება და სპეციალისტები ახლოს არ არიან, მაშინ დახმარება, დაზარალებულს, იძულებულნი იქნებიან, გაუწიონ მისმა კოლეგებმა. პირველ რიგში, ამის გაკეთება შეუძლიათ იმათ, ვინც უკვე გაიარა პირველადი სამედიცინო დახმარების გაწევის სწავლება ორგანიზაციაში.

სწორედ იმიტომ, რომ პირველადი სამედიცინო დახმარება არ გადაიქცეს უკანასკნელ დახმარებად, დამსაქმებელმა უნდა მოახდინოს თავისი თანამშრომლებისათვის შესაბამისი ინსტრუქტაჟის ჩატარების ორგანიზება.

პირველადი დახმარება – ეს ზომებია, რომლებსაც მიმართავენ, თუ ადამიანის ჯანმრთელობას ან სიცოცხლეს საშიშროება ემუქრება. ამ ზომების მიზანია უბედური შემთხვევისაგან ან ავადმყოფობის შედეგად დაზიანებული ადამიანის სიცოცხლისუნარიანობის შენარჩუნება ექიმის მოსვლამდე ან სამედიცინო დაწესებულებაში მის გადაყვანამდე.

პირველი დახმარების გაწევა.

პირველი დახმარების გაწევის უნარ-ჩვევები

პირველადი დახმარება – ეს სასწრაფო ზომების კომპლექსია, რომლებიც მიმართულია ადამიანის სიცოცხლის გადარჩენაზე. კანონის თანახმად, პირველადი დახმარება არ წარმოადგენს სამედიცინო დახმარებას – მისი გაწევა შეუძლია ნებისმიერ ადამიანს, რომელიც კრიტიკულ მომენტში დაზარალებულის გვერდით აღმოჩნდება.

პირველადი დახმარების გაწევის უნარი წარმოადგენს ელემენტარულ, მაგრამ ძალიან მნიშვნელოვან უნარს, რომელსაც შეუძლია გადაარჩინოს სიცოცხლე. არსებობს პირველადი დახმარების გაწევის შემდეგი უნარები.

პირველი დახმარების გაწევის ალგორითმი.

დაბნევის გარეშე და საქმის ცოდნით პირველი დახმარების გაწევისათვის, საჭიროა ქმედებათა შემდეგი თანმიმდევრობის დაცვა:

- დარწმუნდით, რომ პირველადი დახმარების გაწევისას, თქვენთვის საშიშროება არ არსებობს და თქვენ არაფერი არ გემუქრებათ;
- უზრუნველყავით უსაფრთხოება დაზარალებულისათვის და ირგვლივ მყოფთათვის (მაგალითად, მოწყობილობიდან ადამიანის განთავისუფლება);
- შეამოწმეთ, აქვს თუ არა დაზარალებულს სიცოცხლის ნიშნები (პულსი, სუნთქვა, გუგების რეაქცია სინათლეზე) და გონება. სუნთქვის შესამოწმებლად, საჭიროა დაზარალებულის თავის უკან გადაწევა, დახრა მის პირთან ან ცხვირთან და შეეცადეთ, შეგრძნოთ მისი სუნთქვა. პულსის აღმოსაჩენად, თითების ბალიშები მიაღეთ დაზარალებულის საძილე არტერიას. გონების შესაფასებლად, შეავლოთ დაზარალებულს ბუჭებში, ფრთხილად შეანჯღრიოთ და რაიმე ჰკითხოთ;
- გამოუძახოთ სპეციალისტებს 112 ნომერზე.



1. გაუწიეთ გადაუდებელი პირველი დახმარება. სიტუაციის მიხედვით, ეს შეიძლება იყოს:
 - სასუნთქი გზების გამავლობის აღდგენა;
 - გულ-ფილტვების რეანიმაცია;
 - სისხლდენის შეწყვეტა და სხვა ღონისძიებები.
2. უზრუნველყავით დაზარალებულისათვის ფიზიკური და ფსიქოლოგიური კომფორტი, დაელოდეთ სპეციალისტების მოსვლას.

ხელოვნური სუნთქვა.

ფილტვების ხელოვნური ვენტილაცია – ეს არის ჰაერის (ან ჟანგბადის) შეყვანა ადამიანის სასუნთქ გზებში იმ მიზნით, რომ აღვადგინოთ ფილტვების ბუნებრივი ვენტილაცია. არსებობს ფილტვების ხელოვნური ვენტილაციის რამდენიმე ხერხი. არასპეციალისტის მიერ პირველი დახმარებისას, ყველაზე უფექტურად ითვლება ხელოვნური სუნთქვა „პირით პირში“ და „პირით ცხვირში“. თუ დაზარალებულს არ აღმოაჩნდა ბუნებრივი სუნთქვა,

დაუყონებლივ უნდა ჩაუტარდეს ფილტვების ხელოვნური ვენტილაცია.

„პირით პირში“ ხელოვნური სუნთქვის ტექნიკა.

1. უზრუნველყავით ზედა სასუნთქი გზების გამავლობა. შეაბრუნეთ დაზარალებულის თავი გვერდზე და თითოთი მოამორეთ ღრუდან ლორწო, სისხლი, უცხო სხეულები. შეამოწმეთ დაზარალებულის ცხვირის ღრუ, საჭიროების შემთხვევაში გაასუფთავეთ ის.
2. გადაუწიეთ დაზარალებულს თავი უკან, რა დროსაც, ერთი ხელით საჭიროა კისრის დაჭრა. არ შეცვალოთ დაზარალებულის თავის მდებარეობა ხერხემლის ტრავმის შემთხვევაში.

3. დაადეთ დაზარალებულს პირზე ხელსახოცი, ცხვირსახოცი, ქსოვილის ნაჭერი, იმისათვის, რომ თავი დაიცვათ ინფექციისაგან. მოუჭირეთ დაზარალებულს ცხვირი ცერითა და საჩვენებელი თითებით. ღრმად ჩაისუნთქეთ, მჭიდროდ მიადეთ ტუჩები დაზარალებულის პირს. ამოისუნთქეთ დაზარალებულის ფილტვებში.
4. პირველი 5-10 ამოსუნთქვა უნდა იყოს სწრაფი (20-30 წამის განმავლობაში), შემდეგ – 12-15 ამოსუნთქვა წუთში.
5. თვალყური ადევნეთ დაზარალებულის გულმკერდის მოძრაობებს. თუ გულმკერდი ჰაერის ჩასუნთქვისას ზემოთ იწევა, მაშინ ყველაფერს სწორად კეთდება.



გულის არაპირდაპირი მასაჟი.

თუ სუნთქვასთან ერთად არ არის პულსიც, საჭიროა გულის არაპირდაპირი მასაჟის გაკეთება.

გულის არაპირდაპირი (დახურული) მასაჟი ანუ გულმკერდის კომპრესია – ეს არის გულის კუნთების შეკუმშვა მკერდის ძვალსა და ხერხემალს შორის, იმ მიზნით, რომ შენარჩუნებული იქნას ადამიანის სისხლის მიმოქცევა გულის გაჩერებისას. ეს ქმედება რეანიმაციულ ღონისძიებებს მიეკუთვნება.

უნდა აღინიშნოს, რომ გულის არაპირდაპირი (დახურული) მასაჟის გაკეთება პულსის არსებობისას არ მიძღება!

გულის არაპირდაპირი მასაჟის ტექნიკა.

1. დააწვინეთ დაზარალებული ბრტყელ მაგარ ზედაპირზე – გულის კომპრესიის გაკეთება ლოგინზე და სხვა რბილ ზედაპირებზე არ შეიძლება.
2. განსაზღვრეთ დაზარალებულის მახვილისებური მორჩის მდებარეობა. – ეს არის მკერდის ძვლის ყველაზე მოკლე და ვიწრო ნაწილი, მისი დაბოლოება.
3. მახვილისებური მორჩის ზემოთ გადაზომეთ 2-4 სმ – ეს არის კომპრესიის წერტილი.

4. დაადეთ ხელისგული კომპრესიის წერტილზე. ამ დროს ცერი უნდა მიუთითებდეს დაზარალებულის ან ნიკაპზე, ან მუცელზე, რეანიმაციის შემსრულებელი პირის ადგილმდებარეობის მიხედვით. ერთ ხელზე დაადებით მეორე ხელისგული, თითები გადააჭდეთ ერთმანეთს. დაწოლა ტარდება ხელისგულის ქვედა ნაწილით – თქვენი თითები არ უნდა

ეხებოდნენ დაზარალებულის მკერდის ძვალს.

5. განახორციელეთ მკერდის ძვლის რიტმული ბიძგები ძლიერად, მდოვრედ, მკაცრად ვერტიკალურად, თქვენი სხეულის ზედა ნაწილის სიმძიმით. სიხშირე – 100-110 დაწოლა წუთში. ამასთანავე მკერდის ძვალი უნდა იღუნებოდეს 3-4 სმ-ით.



თუ სარეანიმაციო ღონისძიებების ჩატარებისას დაზარალებულს აღედგინა სუნთქვა ან გაუჩნდა პულსი, პირველი დახმარების გაწევა უნდა შეწყდეს, ადამიანი გვერდზე უნდა დააწვინოთ და თქვენი ხელისგული თავქვეშ ამოუღოთ. თვალყური ადევნეთ მის მდგომარეობას ექიმების მოსვლამდე.

სასუნთქი გზების გაწმენდა.

თუ საკვები ან უცხო სხეულები მოხვდა ტრაქეაში, ხდება მისი მთლიანად ან ნაწილობრივ დახშობა – ადამიანი იგუდება.

სასუნთქი გზების დახშობის ნიშნებია:

- სრულფასოვანი სუნთქვის არარსებობა. თუ სასუნთქი ყელი არასრულადაა დახშული, ადამიანი ახველებს; თუ კი სრულად – ხელი ყელზე უჭირავს;
- არ შეუძლია ლაპარაკი;
- ხდება სახის კანის გალურჯება, კისრის ძარღვების დაბერვა;

სასუნთქი გზების გაწმენდას, უფრო ხშირად, შემდეგნაირად ატარებენ:

1. დაუდევით დაზარალებულს უკან.

- 2. შემოსვით გადაჭდომილი ხელები, ჭიპის ოდნავ ზევით, ნეკნების რკალს ქვემოთ.
- 3. ძლიერად დააჭირეთ ხელები დაზარალებულს მუცელზე, ამასთან, მკვეთრად მოხარეთ ხელები იდაყვებში (ორსული ქალებისათვის დაწოლა ხდება მკერდის ძვლის ქვედა ნაწილში);

- 4. ხერხი რამდენჯერმე გაიმეორეთ, სანამ არ გათავისუფლდება სასუნთქი გზები.

თუ დაზარალებულმა გრძნობა დაკარგა და დაეცა, დააწვინეთ ის ზურგზე, დააჯექით ბარძაყებზე და ორივე ხელით დააწექით ნეკნების რკალზე.



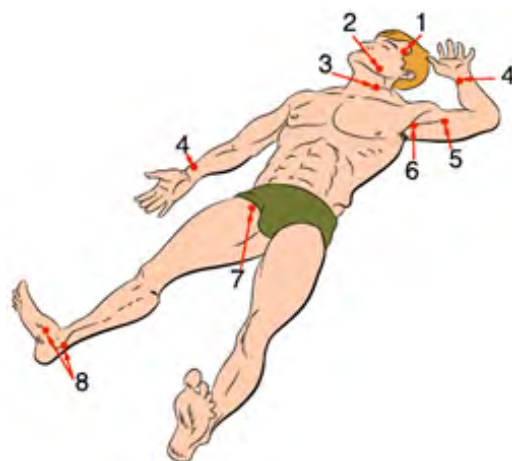
სისხლდენა.

სისხლდენის შეჩერება – ეს ზომებია, რომლებიც მიმართულია სისხლის დაკარგვის შეჩერებაზე. აქ პირველი დახმარების აღმოჩენისას, საუბარია გარე სისხლდენის შეჩერებაზე. სისხლდარღვის ტიპის მიხედვით, გამოჰყოფენ: კაპილარულ, ვენურ და არტერიულ სისხლდენებს.

კაპილარული სისხლდენის შეჩერება ხორციელდება ასეპტიკური სახვევის დადებით, ასევე, თუ არის ხელების ან ფეხების ჭრილობა – კიდურების აწევით სხეულის დონეზე უფრო მაღლა.

ვენური სისხლდენისას ხდება დამწოლი სახვევის დადება. ამისათვის ტარდება ჭრილობის ტამპონადა: ჭრილობაზე დაიდება დოლბანდი, მის ზემოთ თავსდება ბამბის რამდენიმე ფენა (თუ ბამბა არ არის – სუფთა პირსახოცი), ხდება მაგრად ბანდვა. დამწოლი სახვევის დადების შედეგად ვენები სწრაფად ტრომბირდება და სისხლდენა ჩერდება. თუ დამწოლი სახვევი სველდება, ძლიერად დააჭირეთ მას ხელი.

არტერიული სისხლდენის შესაჩერებლად საჭიროა არტერიის გადაკეტვა.



სურათი 172. ადამიანის ძირითადი სისხლდარღვების განლაგება:

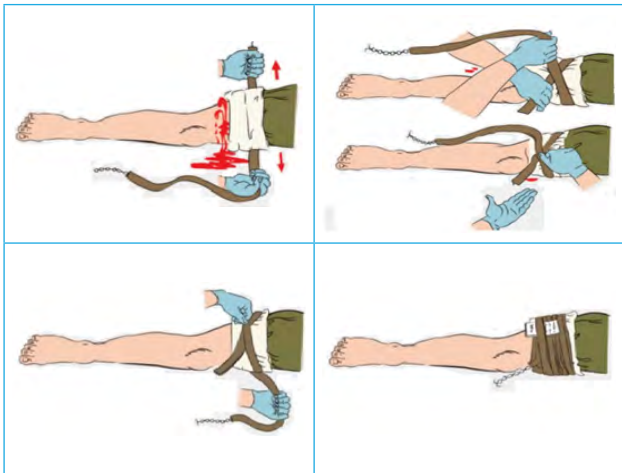
- 1. საფეთქლის; 2. ყბის; 3. საძილეს; 4. სხივურის; 5. ბეჭის; 6. იღლიისქვეშას; 7. ბარძაყის; 8. წვივისძვლის.

თუ სისხლდენა არ ჩერდება მაგარი სახვევისა და არტერიის დაჭერის შემდეგ, გამოიყენეთ ლახტი. გახსოვდეთ, რომ ეს უკიდურესი ზომია, როდესაც სხვა ხერხები არ მოქმედებენ.

სისხლდენის შესაჩერებელი ლახტის დადების ტექნიკა.

1. დაადეთ ჩალიჩი ტანსაცმელზე ან რბილ ქვესაღებზე ჭრილობიდან ოდნავ ზემოთ.
2. მოჭიმეთ ჩალიჩი და შეამოწმეთ ძარღვების პულსაცია: სისხლდენა უნდა შეჩერდეს, ხოლო ჩალიჩის ქვემოთ კანი – გაუფერულდეს.
3. დაადეთ სახვევი ჭრილობაზე.
4. ჩაიწერეთ ზუსტი დრო, როდესაც ჩალიჩი დადებული იყო.

ჩალიჩი კიდურებზე მაქსიმუმ 1 საათით იდება. ამის შემდეგ ჩალიჩი უნდა შესუსტდეს 10-15 წუთით. საჭიროებისას, შეიძლება ჩალიჩის ისევ დაჭრა, მაგრამ არა უმეტეს 20 წუთისა.



სურათი 150. სისხლდენის შესაჩერებელი ლახტის დადების ტექნიკა.

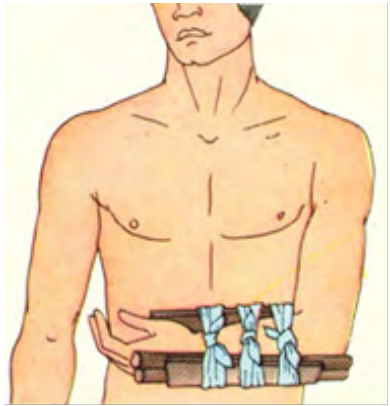
მოტეხილობები.

მოტეხილობა – ეს არის ძვლის მთლიანობის დარღვევა. მოტეხილობას თან ახლავს ძლიერი ტკივილი, ზოგჯერ – გულის წასვლა ან შოკი, სისხლდენა. განარჩევნ დია და დახურულ მოტეხილობებს. პირველს თან ახლავს რბილი ქსოვილების დაჭრა, ჭრილობაში ზოგჯერ შეინიშნება ძვლის ნამსხვრევები.

პირველი დახმარების გაწევის ტექნიკა მოტეხილობისას.

1. შეაფასეთ დაზარალებულის მდგომარეობის სიმძიმე, განსაზღვრეთ მოტეხილობის ლოკალიზაცია.
2. შეაჩერეთ სისხლდენა.
3. განსაზღვრეთ, შესაძლებელია თუ არა დაზარალებულის გადაადგილება, სპეციალისტების მოსვლამდე. არ შეცვალოთ დაზარალებულის მდებარეობა ხერხემლის ტრავმისას.
4. უზრუნველყავით ძვლის უძრაობა მოტეხილობის არეში – ჩაატარეთ იმობილიზაცია. ამისათვის უძრავ მდგომარეობაში ამყოფეთ სახსრები, რომლებიც განლაგებულია მოტეხილობის ზემოთ და ქვემოთ.
5. დაადეთ სალტე. სალტედ შეიძლება გამოყენებული იყოს ბრტყელი ჯოხები, ფიცრები, სახაზავები, წნელები და სხვა. სალტე მკვირვად, მაგრამ არა მაგრად უნდა დაფიქსირდეს დობანდებით ან სალბუნით.

დახურული მოტეხილობისას, იმობილიზაცია სწარმოებს ტანსაცმლის ზემოთ. დია მოტეხილობისას არ შეიძლება სალტის დადება იმ ადგილებში, სადაც ძვალი გარეთ გამოდის.



სურათი 151. სალტის დადება მოტეხილობისას

დამწვრობა.

დამწვრობა წარმოადგენს ორგანიზმის ქსოვილების დაზიანებას მაღალი ტემპერატურებისა ან ქიმიური

ნივთიერებების ზემოქმედებით. დამწვრობას განარჩევენ ხარისხით, ასევე, დაზიანების ტიპით. ამ უკანასკნელის მიხედვით, არსებობს დამწვრობები:

- თერმული (ალი, ცხელი სითხე, ორთქლი, გავარვარებული საგნები);
- ქიმიური (ტუტეები, მჟავები);
- ელექტრული;
- სხივური (სინათლისა და მაიონიზირებული გამოსხივება);
- კომბინირებული.

	<p>კანის გაწითლება დაზიანების არეში</p> <p>პირველი ხარისხის დამწვრობა</p>
	<p>კანი წითელია, არის ბერბერები</p> <p>მეორე ხარისხის დამწვრობა</p>
	<p>დაზიანებულია ქსოვილები კანქვეშ (კუნთები, ძვლები)</p> <p>მესამე ხარისხის დამწვრობა</p>
<p>სურათი 152. დამწვრობის კლასიფიკაცია დაზიანების სიღრმის მიხედვით</p>	

პირველი დახმარების გაწევის ტექნიკა დამწვრობისას.

პირველ რიგში, დამწვრობისას, უნდა იქნას აღმოფხვრილი დამაზიანებელი ფაქტორის მოქმედება (ცეცხლის, ელექტრული დენის, მღუღარის და ა.შ.).

შემდეგ, თერმული დამწვრობისას, კანის დაზიანებული უბანი უნდა იქნას გათავისუფლებული ტანსაცმლისაგან და, დეზინფექციის და ტკივილის გაყუჩების მიზნით, დაცვარულ იქნას წყალსპირტიანი ხსნარით (1:1), ან არყით.

არ შეიძლება ზეთოვანი მალამოებისა და ცხიმოვანი კრემების გამოყენება – ცხიმები და ზეთები არ ამცირებენ ტკივილს, არ ახდენენ დამწვრობის დეზინფექციას და ხელს არ უწყობენ შეხორცებას.

ამის შემდეგ დაამხურეთ ჭრილობას ცივი წყალი, დაადეთ სტერილური სახვევი და მიადეთ ცივი რაიმე.

მსუბუქი დამწვრობის შეხორცების დაჩქარებისათვის, საჭიროა დექსაპანტენოლის სპრეების გამოყენება. თუ დამწვრობის ფართი ერთ ხელისგულზე მეტია, აუცილებელია ექიმის კონსულტაცია.

გულის წასვლა.

გულის წასვლა წარმოადგენს გონების მოულოდნელ დაკარგვას, რომელიც განპირობებულია ტვინის სისხლის მიმოქცევის დროებითი დარღვევით. ანუ, ეს ტვინის „შეტყობინებაა“ იმის შესახებ, რომ მას ჟანგბადი აკლია.

მნიშვნელოვანია ჩვეულებრივი და ეპილეპტიკური გულის წასვლა. პირველს, როგორც წესი, წინ უძღვის გულის რევა და თავბრუსხვევა.

გულის წასვლის წინა მდგომარეობა ხასიათდება იმით, რომ ადამიანი ცივი ოფლით იფარება, მას უსუსტდება პულსი, უცივდება კიდურები.

გულის წასვლის გამომწვევი ტიპიური ფაქტორებია:

- შეშინება;
- აღელვება;
- ჩახუთულობა და სხვა.

როდესაც ადამიანს გული წაუვა, ის უნდა იქნას მოთავსებული მოხერხებულ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში და უზრუნველყოფილი იყოს მასთან სუფთა ჰაერის მოდინება. დაზარალებულს შეამხურეთ სახეში ცივი წყალი, შემოარტყით ლოყებზე, თუ მისაწვდომია, მიეცით საყნოსად ნიშადურში დასველებული ბამბა.

თუ ადამიანი გონებაზე არ მოვა 3-5 წუთის განმავლობაში, დაუყონებლივ გამოუძახეთ სასწრაფოს. როდესაც დაზარალებული გონს მოვა, მიეცით მას მაგარი ჩაი ან ყავა.

მოწამვლა.

მოწამვლა – ეს არის ორგანიზმის ცხოველმოქმედების დარღვევა, წარმოქმნილი მასში შხამის ან ტოქსინის მოხვედრის გამო. ტოქსინის სახის მიხედვით განარჩევენ მოწამვლებს:

- მხუთავი გაზით;
- შხამქიმიკატებით;
- ალკოჰოლით;
- წამლებით;
- საკვებით და სხვა.

მოწამვლის ხასიათზე დამოკიდებულია პირველი დახმარების გაწევის ზომები. ყველაზე მეტად გავრცელებულია საკვებით მოწამვლა, რასაც მოჰყვება გულის რევა, ღებინება, ფაღარათი და კუჭის არეში ტკივილები. რეკომენდირებულია, რომ ამ შემთხვევაში, დაზარალებულმა მიიღოს გააქტივირებული ნახშირის 3-5 აბი, ყოველ 15 წუთში ერთი საათის განმავლობაში. მან უნდა დალიოს ბევრი წყალი, არ

მიიღოს საკვები და აუცილებლად მიმართოს ექიმს.

გარდა ამისა, გავრცელებულია შემთხვევითი ან განზრახ მოწამვლა წამლებით, ასევე ალკოჰოლური ინტოქსიკაცია.

ამ შემთხვევებში პირველი დახმარება შემდეგი ნაბიჯებისაგან შედგება:

1. დაზარალებულს უნდა ამოერეცხოს კუჭი. ამისათვის მან უნდა დალიოს რამდენიმე ჭიქა მარილიანი წყალი (1 ლიტრზე – 10გ მარილი და 5 გ სოდა). 2-3 ჭიქის შემდეგ, საჭიროა ღებინების გამოწვევა. ეს ქმედება მანამ უნდა განმეორდეს, სანამ კუჭიდან გამოსული მასა არ გასუფთავდება.
2. მაგრამ კუჭის გამორეცხვა შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაზარალებული გონებაზეა.
3. გახსენით ერთ ჭიქა წყალში გააქტივირებული ნახშირის 10-20 აბი, დააღვინეთ დაზარალებულს.
4. დაელოდეთ სპეციალისტის მოსვლას.

17. დარგობრივი კომუნიკაცია

შემდუღებელი, მისი საქმიანობის დაწყების მომენტში, უნდა ფლობდეს და მუდმივად ავითარებდეს კომუნიკაციის საშუალებებს, რომლებიც საშემდუღებლო სამუშაოების წარმოების პროცესში გამოიყენება. კომუნიკაციის ეფექტური საშუალებები ცხოვრების ყველა ასპექტში გამოყენებადი უნარია.

კომუნიკაციის ძირითადი მეთოდებია: ლაპარაკი, წერა და კითხვა. ეს უნარები სწავლისა და შემდგომ საქმიანობის ყველა ეტაპზე უნდა ვითარდებოდეს. შემდუღებლისათვის ეს უნარები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან მათ აქვთ დამატებითი სირთულეები, როდესაც უწევთ ტექნიკური ინფორმაციის გადაცემა. საინჟინრო საქმეში მნიშვნელოვანია ფურცლის გარეშე კომუნიკაციის მეთოდების დანერგვა, მაგალითად, მონაცემთა ელექტრონული გადაცემა სამუშაოს შესრულების სხვადასხვა ეტაპზე.

ლითონის კონსტრუქციების შედუღებით დამზადებისას, შემდუღებელს, კონსტრუქციის დანიშნულებისა და მუშაობის პირობების გათვალისწინებით, უნდა შეეძლოს ძირითადი და საშემდუღებლო მასალების, შედუღების ხერხის და მეთოდის, ძირითადი და დამხმარე საშემდუღებლო მოწყობილობის, შედუღების რეჟიმების შერჩევა და მიღებული არჩევანის არგუმენტირებულად დასაბუთება. გარდა ამისა, შემდუღებელს უნდა შეეძლოს ნახაზის მიხედვით კონსტრუქციის დამზადება, რაც აუცილებელს ხდის ნახაზის წაკითხვის ცოდნას. შემდუღებელს ჩამოთვლილი მონაცემების მოძიებაში და სწორად შერჩევაში დაეხმარება სახელმძღვანელოს სხვადასხვა თავში წარმოდგენილი მასალები და სამუშაო რვეული.

შემდუღებელმა სამუშაოს დასრულების შემდეგ უნდა შეძლოს დახარჯული ძირითადი და საშემდუღებლო მასალების შესახებ ანგარიშის მომზადება

სამუშაოს წარდგენა. პრეზენტაციისას, შემდუღებელი უნდა იყენებდეს შედუღების მიმართულებით გამოყენებულ ტერმინებს და, საჭიროების შემთხვევაში, შეეძლოს ამ ტერმინების განმარტება. ინფორმაცია შედუღებაში გამოყენებული ტერმინებისა და განმარტებების შესახებ, იხილეთ სახელმძღვანელოს შესავალში.

მომხმარებელთან ურთიერთობა. შედუღება არის მაღალანაზღაურებადი ინდუსტრია, რომელიც დაკავშირებულია მთელ რიგ სამუშაოებთან, მრავალი, სხვადასხვა მიმართულების დარგში (მშენებლობა, მანქანათმშენებლობა, გემთმშენებლობა და სხვა). ყოველთვის არის მოთხოვნა ისეთ შემდუღებლებზე, რომლებიც ფლობენ საჭირო უნარ-ჩვევებს, აქვთ ცოდნა და კვალიფიკაცია ამ მიმართულებით.

სწავლის დამთავრების შემდეგ, საჭირო უნარ-ჩვევებთან და ცოდნასთან ერთად, მნიშვნელოვანია პირველი ნაბიჯის გადადგმა, მომხმარებლის დასაინტერესებლად. მნიშვნელოვანია იმის გაცნობიერება, თუ ვინ არის თქვენი მომხმარებელი. არ აქვს მნიშვნელობა, თქვენ ან თქვენი კომპანია სამუშაოს ასრულებთ სახელმწიფო ორგანიზაციისათვის თუ კერძო მომხმარებლისათვის – მოლოდინი ყოველთვის ერთნაირია და მათ აქვთ თქვენი იმედი, მიუხედავად იმისა, მათ არ აქვთ არავითარი ტექნიკური ცოდნა ჩასატარებელი სამუშაოს შესახებ, თუ აქვთ ღრმა ტექნიკური ცოდნა მომსახურების ამ სფეროში.

მომხმარებლის აზრი თქვენზე და თქვენს კომპანიაზე, ხშირად, ყალიბდება შეხვედრის პირველი წუთებიდან და ეს პირველი შთაბეჭდილება მნიშვნელოვნად განაპირობებს თქვენთან შემდგომ თანამშრომლობას. მომხმარებელთა უმრავლესობას ესმის, რომ საშემდუღებლო სამუშაოების წარმოება დაკავშირებულია ინსტრუმენტების მოხმარებასთან, ნარჩენებთან და მტვერთან, მაგრამ თუ დღის ბოლოს, სამუშაოს დამთავრებისას ინსტრუმენტები არ არის დაწყობილი თაროზე, ნარჩენები არ არის თავმოყრილი და სამუშაო ადგილი არ არის გასუფთავებული მტვერისაგან, ეს დაუშვებელია.

სამუშაოს მოსაძიებლად საჭირო თვისებები და უნარ-ჩვევები.

სწავლის დასრულების შემდეგ, კურსდამთავრებული ცდილობს, რაც შეიძლება მალე დაიწყოს მუშაობა. დამსაქმებელი კი ყველაზე კვალიფიციურ სპეციალისტს ეძებს, მაგრამ პროფესიის კარგად ცოდნა არ არის საკმარისი და ერთადერთი

განმსაზღვრელი ფაქტორი დასაქმებისათვის. დამსაქმებელს ასევე აინტერესებს სპეციალისტის პიროვნული თვისებები და უნარ-ჩვევები, რაც განსაზღვრავს თუ როგორი მუშაკი იქნება ის.

წარმატებით დასაქმებისათვის, კურსდამთავრებულს უნდა ჰქონდეს ზოგადი უნარ-ჩვევები, რომლებიც დამსაქმებელს მისცემს წარმოდგენას მისი შესაძლებლობების შესახებ

ზოგადი უნარ-ჩვევებია:

- **ძირითადი უნარები**, როგორცაა არითმეტიკული გამოთვლის უნარი, ძირითადი ტექნოლოგიებით სარგებლობის უნარი და სხვა;
- **ურთიერთობის უნარი**, როგორცაა კომუნიკაციის, გუნდური მუშაობის, კლიენტებთან მუშაობის უნარ-ჩვევები;
- **აზროვნების უნარი**, როგორცაა ინფორმაციის შეგროვება და პრობლემათა გადაჭრა, დაგეგმვა და ორგანიზება, შემოქმედებითი აზროვნება;
- **პიროვნული უნარ-ჩვევები**, როგორცაა პასუხისმგებლობის გრძნობა, მოქნილობა, დროის განაწილების უნარი;
- **საქმიანი უნარი**, როგორცაა ნოვატორული აზროვნება, ინიციატივიანობა.

კურსდამთავრებულს უნდა შეეძლოს წერილობითი ინფორმაციის გარჩევა, რადგან სამუშაო ადგილზე, ხშირად, საჭიროა წერილობითი განკარგულების, საჭირო სახელმძღვანელოებისა და მარტივი გეგმების წაკითხვა.

მათემატიკურ უნარებს შორის, ყველაზე ხშირად, გამოიყენება აზომვა. დიდი მნიშვნელობა აქვს კონსტრუქციის დასამზადებლად საჭირო მასალების ზომების და, საჭიროების შემთხვევაში, წონის დადგენას, რისთვისაც, აუცილებელია არითმეტიკული მოქმედებების ცოდნა როგორც წილადებზე, ასევე ათწილადებზე.

კლიენტსა და მუშაკს შორის ურთიერთობა, ძირითადად, ზეპირი ფორმით ხორციელდება. აქედან

გამომდინარე, დიდი მნიშვნელობა აქვს მოსმენის უნარს. მსმენელის უმთავრესი ვალდებულებაა ზეპირ შეტყობინებაზე პასუხის გაცემა. იმ შემთხვევაში, თუ მოსაუბრის მიერ გადმოცემულ ინფორმაციაში რომელიმე საკითხი გაუგებარია, თავაზიანად ითხოვეთ განმეორება.

დამსაქმებელსა და დასაქმებულს შორის ურთიერთობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მეტყველება, რაც ნიშნავს აზრების ჩამოყალიბებას და ზეპირი ფორმით გადმოცემას. ეფექტური მეტყველებისათვის, დიდი მნიშვნელობა აქვს აზრების ლოგიკურად დაწყობას, სათანადო ტექნიკური ტერმინების გამოყენებით.

სპეციალისტისათვის წარმატების მიღწევის და წინსვლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი უნარია აზროვნების უნარი.

აზროვნების უნარის საშუალებით, მუშაკს შეუძლია თავისი ცოდნის გამოყენება და სრულყოფა სამუშაო გარემოში. აზროვნების ექვსი ძირითადი უნარია: ლოგიკური მსჯელობა, გადაწყვეტილების მიღება, ვიზუალიზაცია, პრობლემის გადაწყვეტა, შემოქმედებითი აზროვნება და სწავლის უნარი.

მომხმარებელთან ეფექტური კომუნიკაცია.

გასაღები ეფექტური კომუნიკაციისათვის თქვენს ხელშია და მისი სწორად გამოყენება მნიშვნელოვნად განაპირობებს თქვენს შემდგომ ურთიერთობას მომხმარებელთან:

- მოუსმინეთ ნებისმიერ წამოჭრილ საკითხს და ეცადეთ გაუგოთ მომხმარებელს;
- როდესაც მომხმარებელი გელაპარაკებათ, არ შეაწყვეტინოთ;
- ნუ დაიწყებთ ვარაუდების გამოთქმას – თქვენი კომუნიკაცია დააფუძნეთ ფაქტებზე;
- თქვენ ხშირად უნდა ესაუბროთ მათსავე ენაზე – საუბრისას გამორიცხეთ ტექნიკური ტერმინები – გამოყენების შემთხვევაში მიეცით განმარტებები, თუ ეს აუცილებელია.

ცხრილი 7. მომხმარებელთან ურთიერთობისას, შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც ვერბალური, ასე წერილობითი კომუნიკაცია.

გამოყენებული ვერბალური კომუნიკაცია	გამოყენებული წერილობითი კომუნიკაცია
კომუნიკაციაში შემავალი ელემენტების მდებარეობის დასაზუსტებლად, სანამ მათ დააყენებდეთ	სამუშაოს ხარჯთაღრიცხვა
ძირითადი მუშა მოთხოვნების დადგენა	სამუშაოს დადასტურება (წარმოადგენს მომხმარებელი)
საკითხები, რომლებიც უნდა გადაწყვიტოს სამუშაოს დაწყებამდე. მაგალითად, დროებითი სასაწყობო ადგილის მოწყობა	ცვლილებები საწყის სპეციფიკაციაში ან ხარჯთაღრიცხვაში
სხვადასხვა მარტივი საკითხის გადაწყვეტა	სამუშაოს ან ექსპლუატაციაში შესვლის ვადები
	რთული პრობლემების გადაწყვეტა

ვერბალური კომუნიკაცია გამოიყენება ფაქტის დადგენისა და მარტივი საკითხებისათვის. წერილობითი კომუნიკაცია კი უფრო ფორმალური სახისაა.

- თქვენი მოვალეობაა, იზრუნოთ მომხმარებელზე და უნდა აჩვენოთ, რომ:
- გაიგეთ მომხმარებლის მოთხოვნები და რა წინასწარი სამუშაოებია ჩასატარებელი. მომავალში ეს აგაცილებთ დროის ფუჭად კარგვას;
- მომხმარებლის ინტერესები მნიშვნელოვანია და ნუ წაუყრებთ მას;
- აჩვენეთ, რომ კარგად შეგიძლიათ შეასრულოთ თქვენი საქმე;
- გახსოვდეთ, რომ პუნქტუალობა და სიცხადე ყოველთვის მომგებიანია.

სამუშაოს დირეზულება.

მომსახურების და ტექნიკური შემოწმების სამუშაოებთან ერთად, ნორმალურია, მომხმარებელმა მუშაობის დაწყებამდე, მოითხოვოს სამუშაოს დირეზულების სავარაუდო, მისთვის მისაღები შეფასება, რისთვისაც, თქვენ ან თქვენს კომპანიას უნდა ჰქონდეს შესაბამისი პროცედურები, ადგილზე

ნებისმიერი სამუშაოს ფასის დასადგენად. თქვენი ან თქვენი კომპანიისათვის უკეთესია, რომ შეფასება მომხმარებელთან შეთანხმდეს სამუშაოს დაწყებამდე. ეს ხდება სამუშაოს უწყისის ფურცლით, რომელიც დასტურდება მომხმარებლის ხელმოწერით, სამუშაოს დაწყებამდე.

გახსოვდეთ, რომ საჭიროების შემთხვევაში ჩაწერილი ანგარიშები შეიძლება გამოიყენოთ, როგორც მტკიცებულება.

თუ თქვენი კომპანია სპეციალიზდება მიღგაყვანილობაზე, სავარაუდოა, რომ თქვენ დაამონტაჟებთ მთლიან სისტემას. ასეთი სამუშაოს ჩატარებისას, მნიშვნელოვანია, რომ დასაწყისიდანვე იყოს ცხადი კომუნიკაციები. თქვენ შეიძლება არ გქონდეთ მთელი სისტემის განლაგების გეგმა. სპეციფიკაციის და პროექტის უმეტესი ნაწილი შეიძლება შემოგთავაზოთ დამქირავებელმა, მაგრამ არ არის აუცილებელი, კერძო მომხმარებელს ჰქონდეს სამუშაოს უადრესად დეტალური სპეციფიკაცია. სასურველია, მიღგაყვანილობის დეტალები და ა.შ. გაირჩეს პირველი ვიზიტის დროს. ეს შეხვედრა უნდა დასრულდეს ხარჯთაღრიცხვით, რაც ძირითადად განსაზღვრავს სამუშაოს დეტალებს (როგორცაა, ძირითადი კომპონენტების სპეციფიკაცია და განლაგება). ძირითადი სამუშაოების დაწყებამდე, თქვენ გჭირდებათ მომხმარებელთან საწყისი

შეთანხმების შესახებ უფროსის, ან იმ პირის კარგი ინსტრუქტაჟი, რომელმაც ჩაატარა შეხვედრა/შეფასება. თქვენი დამქირავებელი გიამბობთ სისტემის განთავსების დეტალებზე, ისეთ საკითხებზე, როგორცაა მილსადენები და ა.შ., თუ როგორ უნდა მოამზადოთ და აღჭურვოთ სამუშაო და სად უნდა ჩაატაროთ. სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა ის, რომ სამუშაო დაიგეგმოს მის დაწყებამდე. გაცილებით ადვილია პრობლემასთან საქმის ქონა გაყვანილობის ან ტექნიკური შემოწმების დაწყებამდე. თუ სამუშაოდულებლო სამუშაოები სრულდება დახურულ სივრცეში, პირველ რიგში, გათვალისწინებული უნდა იყოს უსაფრთხოების წესები და ჯანმრთელობის დაცვის ნორმები.

ზრუნვა მომხმარებელზე.

მნიშვნელოვანია თუ როგორ ზრუნავთ მომხმარებელთან (შემკვეთთან) ურთიერთობაზე. მართალია, თქვენ პასუხს არ აგებთ პერსონალის შერჩევაზე, მაგრამ, თქვენ პასუხს აგებთ სამუშაოზე, რომელსაც თქვენთან ერთად ასრულებენ კოლეგები და თქვენ ხართ მომხმარებელზე ზრუნვის წინა ხაზზე, ამიტომ დარწმუნებული უნდა იყოთ, რომ თქვენი კოლეგების სამუშაო სტანდარტები მისაღებია. დარწმუნებული უნდა იყოთ, რომ ყველა თქვენი ნაბიჯი სამუშაო ადგილზე, შეესაბამება წამოჭრილ პრობლემას. მზად უნდა იყოთ უმნიშვნელო პრობლემებისათვისაც და უფრო სერიოზული პრობლემებისათვისაც. სერიოზული პრობლემების შესახებ ინფორმაცია უნდა მიაწოდოთ ხელმძღვანელობას რეაგირებისათვის.

მომხმარებელზე კარგი ზრუნვის პრინციპის თანახმად, თქვენს მიმართ არ უნდა გამოითქვას ძალიან ბევრი პრეტენზია. თუმცა პრეტენზიები შეიძლება მაინც იყოს.

ზოგჯერ თქვენ შეიძლება შეგვხვდეთ თაღლითი მომხმარებელი. ესაა:

- მომხმარებელი, რომლის მოლოდინი ძალიან დიდია, ვიდრე ის ფასი, რომელიც მან უნდა გადაიხადოს (ჩვეულებრივ ეს ეხება გამოყენებული მასალის ხარისხს). მაგალითად, შე-

იძლება არ მოეწონოს მასალის მექანიკური თვისებები და ქიმიური შემადგენლობა;

- მომხმარებელი, რომელსაც გადაწყვეტილი აქვს, არ გადაუხადოს თქვენ ან თქვენს კომპანიას სამუშაოს ღირებულება. მაგალითად, მომხმარებელს შეუძლია შეგნებულად დააზიანოს კონსტრუქციის რომელიმე ელემენტი და უარი განაცხადოს გადახდაზე, თქვას, რომ ეს თქვენ მიერ დაშვებული შეცდომის შედეგია.

თქვენთვის, როგორც შედეგების სფეროში დასაქმებულისთვის, მნიშვნელოვანია, იცოდეთ ნიშნები, რომლებიც მიგვითითებს თაღლით მომხმარებელზე და თქვენს დამქირავებელს უნდა შეატყობინოთ.

სამწუხაროდ, მომხმარებლები ზოგჯერ უხეშობენ. ხშირად მიზეზი ისაა, რომ მათ არ ესმით რა მოხდა ან თუ ზოგი რამ არ შესრულდა უფრო მცირე დროში ან იაფად. ზოგიერთი ფიქრობს, რომ რადგანაც იხდის, ამიტომ ყოველთვის მართალია. ყოველთვის ეცადეთ აიცილოთ კონფლიქტი და დამაჯერებლად და მშვიდად წარუდგინოთ თქვენი პოზიციის სისწორის დამადასტურებელი არგუმენტები. თუ თქვენ გაბრაზდით, ეს საქმეს მხოლოდ გააუარესებს.

მომხმარებლის მომსახურების პოლიტიკა.

არსებობს ორი სახის მიდგომა, რომელსაც კომპანია იყენებს მომხმარებელზე ზრუნვისათვის:

- **ფორმალური** – ჩვეულებრივ, ეს შეიცავს წერილობით დებულებას კომპანიის მიზნების შესახებ მომხმარებელთან დაკავშირებით.
- **არაფორმალური** – ხშირად არ არის წერილობითი, მაგრამ წერილობითზე არანაკლებ მნიშვნელოვანია.

არაფორმალური მიდგომა ბევრად უფრო მარტივია და უფრო ხშირად, მცირე ბიზნესში გამოიყენება.

ფორმალური პოლიტიკა არის წერილობითი ჩამონათვალი სტანდარტებისა, რომლითაც კომპანია ხელმძღვანელობს მომხმარებლებთან მიმართებაში.

ლიტერატურა

1. შემდუღებელი. ხელით ელექტრორკალური შედუღება. საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების სამინისტრო. სასწავლო სახელმძღვანელო. დაფინანსებულია USAID-ის მიერ. – თბილისი: შ.პ.ს. „ქეჩერა“, 2010. – 312 გვ.
2. ს.იაკობაშვილი. ხელით ელექტრორკალური შედურების ტექნიკა და ტექნოლოგია. – თბილისი, 2007.
3. ს.იაკობაშვილი, ა.ბოჭორიშვილი. შრომის დაცვა და უსაფრთხოების ტექნიკა შედურებაში. – თბილისი, 2006.
4. ს.იაკობაშვილი. შენადული კომნსტრუქციების დამზადების ტექნიკა და ტექნოლოგია. – თბილისი, 2007.
5. მ.ოქროსაშვილი. მასალათმცოდნეობის მოკლე კურსი. – თბილისი, 2007.

ცხრილები სტანდარტიდან:

საშემდუღებლო მასალები. მთლიანი კვეთის მავთულის ელექტროდები, ელექტროდები მილისებრი გულარით და **ფხვნილგულა მავთული მხურვალმტკიცე ფოლადების რკალური შედუღებისათვის**.
კლასიფიკაცია (ISO 24598:2019)

ცხრილი 1A 8. — დადუღებული ლითონების მექანიკური თვისებები (კლასიფიკაცია ქიმიური შედგენილობის მიხედვით)

შენადნობის მარკა	მინიმალური დროებითი სიმტკიცე $R_{p0.2}$ მპა	მინიმალური სიმტკიცე-გაჭი-მვისას R_m მპა	მინიმალური წაგრძელება $A, \%$	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ როცა +20 °C		თერმული დამუშავება		
				მინიმალური საშუალო სამი გამოცდიდან	მინიმალური მარტივი სიდიდე ^b	წინასწარი გახურებადა გავლათა შორისი ტემპერ. °C	შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავება ტემპერატურა ^c °C	ღრო ^d min
Mo MnMo	355	510	22	47	38	<200	—	—
MoV	355	510	18	47	38	200-300	690-730	60
CrMo1	355	510	20	47	38	150-250	660-700	60
CrMoV1	435	590	15	24	21	200-300	680-730	60
CrMo2 CrMo2Mn	400	500	18	47	38	200-300	690-750	60
CrMo2L	400	500	18	47	38	200-300	690-750	60
CrMo5	400	590	17	47	38	200-300	730-760	60
CrMo9	435	590	18	34	27	200-300	740-780	120
CrMo91	415	585	17	47	38	250-350	750-760	180
CrMoWV12	550	690	15	34	27	250-350 ^e ან 400-500 ^e	740-780	120

Z ნებისმიერი სხვა შეთანხმებული მექანიკური თვისებები

^a გასაზომი ნაწილის სიგრძე უდრის გამოსაცდელი ნიმუშის ხუთჯერად ღიამეტრს.

^b დასაშვებია მხოლოდ ერთადერთი მნიშვნელობა, რომელიც მინიმალურ საშუალო მნიშვნელობაზე დაბალია.

^c ნიმუში ცივდება ღუმელში 300 °C ტემპერატურამდე სიჩქარით არა უმეტეს 200 °C/სთ. ნიმუში გამოცდისათვის შეიძლება ამოღებული იქნას ღუმელიდან 300 °C-ზე ნებისმიერ უფრო დაბალ ტემპერატურაზე და მას უნდა მიეცეს გაცივების საშუალება უძრავ ჰაერზე ოთახის ტემპერატურამდე.

^d დაშვება ±10 წთ.

^e უშუალოდ შედუღების შემდეგ ნიმუში ცივდება 120 °C -100 °C-მდე და მისი დაყოვნება ამ ტემპერატურაზე ხდება არა ნაკლებ 1 საათის განმავლობაში.

ცხრილი 1B — თვისებები გაჭიმვისას (კლასიფიკაცია გაჭიმვისას სიმტკიცის ზღვრის და ქიმიური შედგენილობის მიხედვით)

აღნიშვნა	მინიმალური დენადობის ზღვარი ^a , მპა	სიმტკიცე გაჭიმვაზე, მპა	მინიმალური წაგრძელება b, %
49	400	490-660	20
55	470	550-700	18
62	540	620-760	15
69	610	690-830	14

a წანაცვლება 0,2 % ($R_{p0,2}$).

b გადამწოდის სიგრძე ნიმუშის ხუთჯერადი დიამეტრის ტოლია.

ცხრილი 2B — დადუღებული ლითონების დარტყმითი თვისებების პირობითი აღნიშვნები ((კლასიფიკაცია გაჭიმვისას სიმტკიცის და ქიმიური შედგენილობის მიხედვით)

აღნიშვნა	ტემპერატურა °C მინიმალური საშუალო დარტყმის ენერჯისას 27 ჯ,
Z	მოთხოვნები არ არის
Y	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40

ცხრილი 3 — მოთხოვნები მთლიანი კვეთის ელექტროდების ქიმიური შედგენილობის მიმართ

მარკა კლასიფიკაციის მიხედვით შესაბამისად		ქიმიური შედგენილობა, % (მასის მიხედვით) b										
ქიმიური შედგენილობა ISO 24598-A-ს მიხედვით	სიმტკიცე გაჭიმვისას და ქიმიური შედგენილობა a ISO 24598-B-ს მიხედვით	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	სხვა
Mo	(1M3)	0,08-0,15	0,05-0,25	0,80-1,20	0,025	0,025	0,2	0,3	0,45-0,65	0,3	0,03	Nb: 0,01
(Mo)	1M3d	0,05-0,15	0,20	0,65-1,00	0,025	0,025	—	—	0,45-0,65	0,35	—	—
	3M3d	0,05-0,17	0,20	0,95-1,35	0,025	0,025	—	—	0,45-0,65	0,35	—	—
MnMo ^e	(3M31)	0,08-0,15	0,05-0,25	1,30-1,70	0,025	0,025	0,2	0,3	0,45-0,65	0,3	0,03	Nb: 0,01
(MnMo)	3M31d,e	0,18	0,60	1,10-1,90	0,025	0,025	—	—	0,30-0,70	0,35	—	—
	4M3d,e	0,05-0,17	0,20	1,65-2,20	0,025	0,025	—	—	0,45-0,65	0,35	—	—
	4M31d,e	0,18	0,60	1,70-2,60	0,025	0,025	—	—	0,30-0,70	0,35	—	—
MoV		0,08-0,15	0,10-0,30	0,60-1,00	0,020	0,020	0,30-0,60	0,3	0,50-1,00	0,3	0,25-0,45	Nb: 0,01
	CM ^d	0,10	0,05-0,30	0,40-0,80	0,025	0,025	0,40-0,75	—	0,45-0,65	0,35	—	—
	CM1 ^d	0,15	0,40	0,30-1,20	0,025	0,025	0,30-0,70	—	0,30-0,70	0,35	—	—
	C1MH ^d	0,15-0,23	0,40-0,60	0,40-0,70	0,025	0,025	0,45-0,65	—	0,90-1,20	0,30	—	—
CrMo1	(1CM) (1CM1)	0,08-0,15	0,05-0,25	0,60-1,00	0,020	0,020	0,90-1,30	0,3	0,40-0,65	0,3	0,03	Nb: 0,01
(CrMo1)	1CM ^{d,f}	0,07-0,15	0,05-0,30	0,45-1,00	0,025	0,025	1,00-1,75	—	0,45-0,65	0,35	—	—
(CrMo1)	1CM1 ^d	0,15	0,60	0,30-1,20	0,025	0,025	0,80-1,80	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	1CMVH ^d	0,28-0,33	0,55-0,75	0,45-0,65	0,015	0,015	1,00-1,50	—	0,40-0,65	0,30	0,20-0,30	—
CrMoV1		0,08-0,15	0,05-0,25	0,80-1,20	0,020	0,020	0,90-1,30	0,3	0,90-1,30	0,3	0,10-0,35	Nb: 0,01
CrMo2	(2C1M)	0,08-0,15	0,05-0,25	0,30-0,70	0,020	0,020	2,2-2,8	0,3	0,90-1,15	0,3	0,03	Nb: 0,01

მარკა კლასიფიკაციის მიხედვით შესაბამისად		ქიმიური შედგენილობა, % (მასის მიხედვით) b										
ქიმიური შედგენილობა ISO 24598-A-ს მიხედვით	სიმტკიცე გაჭიმვისას და ქიმიური შედგენილობა a ISO 24598-B-ს მიხედვით	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	სხვა
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1Md,f	0,05-0,15	0,05-0,30	0,40-0,80	0,025	0,025	2,25-3,00	—	0,90-1,10	0,35	—	—
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1M1d	0,15	0,35	0,30-1,20	0,025	0,025	2,20-2,80	—	0,90-1,20	0,35	—	—
	2C1M2d	0,08-0,18	0,35	0,30-1,20	0,025	0,025	2,20-2,80	—	0,90-1,20	0,35	—	—
CrMo2Mn _g	(2C1M) (2C1M1)	0,10	0,50	0,50-1,20	0,020	0,015	2,0-2,5	0,3	0,90-1,20	0,3	0,03	Nb: 0,01
CrMo2L		0,05	0,05-0,25	0,30-0,70	0,020	0,020	2,2-2,8	0,3	0,90-1,15	0,3	0,03	Nb: 0,01
	2C1MVd	0,05-0,15	0,40	0,50-1,50	0,025	0,025	2,20-2,80	—	0,90-1,20	0,35	0,15-0,45	Nb: 0,01-0,10
	2CMd	0,12	0,80	1,20	0,030	0,030	1,75-2,25	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	3C2WVd	0,05-0,12	0,50	1,10	0,015	0,015	1,9-3,0	0,50	0,50	0,10	0,15-0,30	W: 1,50-2,00 Nb: 0,02-0,10 B: 0,006 Al: 0,04 N: 0,05
	3C1MVd	0,04-0,12	0,50	1,00	0,020	0,015	1,9-3,0	0,30	0,80-1,20	0,10	0,15-0,30	Nb: 0,02-0,10 Ti: 0,10 B: 0,006 Al: 0,04 N: 0,07
(CrMo5)	5CMd	0,10	0,05-0,50	0,35-0,70	0,025	0,025	4,50-6,50	—	0,45-0,70	0,35	—	—
(CrMo5)	5CM1d	0,15	0,60	0,30-1,20	0,025	0,025	4,50-6,00	—	0,40-0,65	0,35	—	—
CrMo5	(5CM) (5CM1)	0,03-0,10	0,20-0,50	0,40-0,75	0,020	0,020	5,5-6,5	0,3	0,50-0,80	0,3	0,03	Nb: 0,01
	5CMHd	0,25-0,40	0,25-0,50	0,75-1,00	0,025	0,025	4,80-6,00	—	0,45-0,65	0,35	—	—
CrMo9	(9C1M)	0,06-0,10	0,30-0,60	0,30-0,70	0,025	0,025	8,5-10,0	1,0	0,80-1,20	0,3	0,15	Nb: 0,01

მარკა კლასიფიკაციის მიხედვით შესაბამისად		ქიმიური შედგენილობა, % (მასის მიხედვით) ^b										
ქიმიური შედგენილობა ISO 24598-A-ს მიხედვით	სიმტკიცე გაჭიმვისას და ქიმიური შედგენილობა ^a ISO 24598-B-ს მიხედვით	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu ^c	V	სხვა
(CrMo9)	9C1Md	0,10	0,05-0,50	0,30-0,65	0,025	0,025	8,00-10,50	—	0,80-1,20	0,35	—	—
CrMo91	(9C1MV)	0,07-0,15	0,60	0,4-1,5	0,020	0,020	8,0-10,5	0,4-1,0	0,8-1,2	0,25	0,15-0,30	Nb: 0,03-0,10 N: 0,02-0,07
	9C1MVd,h	0,07-0,13	0,50	1,25	0,010	0,010	8,5-10,5	1,00	0,85-1,15	0,10	0,15-0,25	Nb: 0,02-0,10 N: 0,03-0,07 Al: 0,04
	9C1MV1d	0,12	0,50	0,50-1,25	0,025	0,025	8,00-10,50	0,10-0,80	0,80-1,20	0,35	0,10-0,35	Nb: 0,01-0,12 N: 0,01-0,05
	9C1MV2d	0,12	0,50	1,20-1,90	0,025	0,025	8,00-10,50	0,20-1,00	0,80-1,20	0,35	0,15-0,50	Nb: 0,01-0,12 N: 0,01-0,05
CrMoWV12		0,22-0,30	0,05-0,40	0,40-1,20	0,025	0,020	10,5-12,5	0,8	0,80-1,20	0,3	0,20-0,40	W: 0,35-0,80 Nb: 0,01
Z ⁱ	G ⁱ	ნებისმიერი სხვა შეთანხმებული შედგენილობა										

^a აღნიშვნები ფრჩხილებში, მაგალითად (CrMo1) ან (1CM), მიუთითებს ახლო დამთხვევაზე სხვა აღნიშვნათა სისტემაში, მაგრამ არა ზუსტ დამთხვევას. მოცემული კომპოზიციის სწორი აღნიშვნაა – მრგვალი ფრჩხილების გარეშე. უფრო შეზღუდული ქიმიური შედგენილობის მქონე მოცემულ პროდუქტს, რომელიც აკმაყოფილებს ორივე მოთხოვნათა ნაკრებს, შეიძლება მივაკუთვნოთ ორივე აღნიშვნა დამოუკიდებლად იმ პირობით, რომ 1A, 1B და 2B ცხრილების მექანიკური თვისებებისადმი მოთხოვნები ასევე დაკმაყოფილებული იქნება.

^b ცალკეული მნიშვნელობები მაქსიმალურია.

^c თუ მთლიანი კვეთის მავთულის ელექტროდზე დატანილია სპილენძის საფარი, უნდა გაკეთდეს ასევე საფარის ქიმიური ანალიზიც.

d უნდა გაკეთდეს ელექტროდის ანალიზი კონკრეტულ ელემენტებზე, რომელთა მნიშვნელობები ნაჩვენებია. თუ ამ სამუშაოს ჩატარებისას დადგინდა სხვა ელემენტების არსებობა, ამ ელემენტთა რაოდენობა უნდა იქნას განსაზღვრული ისეთნაირად, რომ მათი ჯამი (Fe-ის გამორიცხვით) არ აღემატებოდეს 0,50 %-ს (მასის მიხედვით).

e კომპოზიციებმა, რომლებიც შეიცავს 0,5 % (მასის მიხედვით) Mo-ს, Cr-ის გარეშე და Mn-ით, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება 1%-ს (მასის მიხედვით), შეიძლება ვერ უზრუნველყონ ცოცხადობისადმი ოპტიმალური წინააღმდეგობა.

ნასო "R", დამატებული ბოლოსართის სახით, არ წარმოადგენს აუცილებელ დამატებით აღნიშვნას, რომელიც მიუთითებს, რომ ცხრილში მითითებული ზღვრების ნაცვლად გამოიყენება შემდეგი ზღვრები: S: 0,010 % (მასის მიხედვით); P: 0,010 % (მასის მიხედვით); Cu: 0,15 % (მასის მიხედვით); As: 0,005 % (მასის მიხედვით); Sn: 0,005 % (მასის მიხედვით); Sb: 0,005 % (მასის მიხედვით).

g სასურველია Mn/Si-ის თანაფარდობა 2,0-ზე მეტი იყოს.

h Mn + Ni = 1,40 % (მასის მიხედვით) მაქსიმუმ.

ისახარჯო მასალები, რომელთა ქიმიური შედგენილობა არ არის მითითებული ცხრილში, ანალოგიურად უნდა აღინიშნოს და იწყებოდეს ასო Z-ით (ISO 24598-A) ან G-ით (ISO 24598-B). ქიმიური შედგენილობის დიაპაზონები არ არის მითითებული, ამიტომ შესაძლებელია, რომ Z ან G ერთნაირი კლასიფიკაციის მქონე ელექტროდები არ იქნება ურთიერთმენაცვლებადი.

ცხრილი 4 — მოთხოვნები დადუღებული ლითონების ქიმიური შედგენილობის მიმართ

Symbol for classification in accordance with		ქიმიური შედგენილობა % (მასის მიხედვით) ^b										
Chemical composition ^a ISO 24598-A	Tensile strength and chemical composition ^a ISO 24598-B	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	სხვა
Mo	(1M3)	0,15	0,80	1,4	0,030	0,030	0,2	0,3	0,40-0,65	0,35	0,03	Nb: 0,01
(Mo)	1M3 ^c	0,12	0,80	1,00	0,030	0,030	—	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	3M3 ^c	0,12	0,80	1,40	0,030	0,030	—	—	0,40-0,65	0,35	—	—
MnMo	(3M31)	0,15	0,80	2,0	0,030	0,030	0,2	0,3	0,40-0,65	0,35	0,03	Nb: 0,01
(MnMo)	3M31 ^c	0,15	0,80	1,60	0,030	0,030	—	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	4M3 ^c 4M31 ^c	0,15	0,80	2,10	0,030	0,030	—	—	0,40-0,65	0,35	—	—
MoV		0,15	0,80	1,4	0,030	0,030	0,20-0,60	0,3	0,45-1,00	0,35	0,20-0,45	Nb: 0,01
	CM ^c CM1 ^c	0,12	0,80	1,60	0,030	0,030	0,40-0,65	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	C1MH ^c	0,18	0,80	1,20	0,030	0,030	0,40-0,65	—	0,90-1,20	0,35	—	—
CrMo1	(1CM) (1CM1) (1CM2)	0,15	0,80	1,20	0,030	0,030	0,80-1,30	0,25	0,35-0,65	0,40	0,03	Nb: 0,01

(CrMo1)	1CMc,d 1CM1C	0,05 to 0,15	0,80	1,20	0,030	0,030	1,00-1,50	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	1CMVHC	0,10 to 0,25	0,80	1,20	0,020	0,020	1,00-1,50	—	0,40-0,65	0,35	0,30	—
CrMoV1		0,15	0,80	1,40	0,030	0,030	0,80-1,30	0,3	0,80-1,30	0,35	0,10-0,35	Nb: 0,01
CrMo2	(2C1M)	0,15	0,80	1,20	0,030	0,030	2,0-2,8	0,3	0,80-1,15	0,35	0,03	Nb: 0,01
(CrMo2) (CrMo2Mn)	2C1M ^{c,d} 2C1M1 ^c 2C1M2 ^c	0,05 to 0,15	0,80	1,20	0,030	0,030	2,00-2,50	—	0,90-1,20	0,35	—	—
CrMo2Mn ^e	(2C1M) (2C1M1)	0,10	0,80	1,40	0,030	0,020	1,8-2,5	0,3	0,80-1,20	0,35	0,03	Nb: 0,01
CrMo2L		0,05	0,80	1,20	0,030	0,030	2,0-2,8	0,3	0,80-1,15	0,35	0,03	Nb: 0,01
	2C1MV ^c	0,05 to 0,15	0,80	1,30	0,030	0,030	2,00-2,60	—	0,90-1,20	0,35	0,40	Nb: 0,01-0,10
	2CM ^c	0,12	0,80	1,20	0,030	0,030	1,75-2,25	—	0,40-0,65	0,35	—	—
	3C2WV ^c	0,05 to 0,12	0,50	1,10	0,015	0,015	1,9-3,0	0,50	0,50	0,10	0,15-0,30	W: 1,50-2,00 Nb: 0,02-0,10 B: 0,006 Al: 0,04 N: 0,05
	3C1MV ^c	0,04 to 0,12	0,80	1,00	0,020	0,015	1,9-2,9	0,30	0,80-1,20	0,25	0,15-0,30	Nb: 0,02-0,10 Ti: 0,10 B: 0,006 Al: 0,04 N: 0,05
(CrMo5)	5CM ^c 5CM1C	0,12	0,80	1,20	0,030	0,030	4,50-6,00	—	0,40-0,65	0,35	—	—
CrMo5	(5CM) (5CM1)	0,10	0,80	1,20	0,030	0,030	4,5-6,50	0,3	0,45-0,80	0,35	0,03	Nb: 0,01
	5CMHC	0,10-0,25	0,80	1,20	0,030	0,030	4,50-6,00	—	0,40-0,65	0,35	—	—
CrMo9	(9C1M)	0,10	0,80	1,20	0,030	0,030	8,0-10,0	1,0	0,70-1,20	0,35	0,15	Nb: 0,01
(CrMo9)	9C1M ^c	0,12	0,80	1,20	0,030	0,030	8,00-10,00	—	0,80-1,20	0,35	—	—
CrMo91	(9C1MV)	0,15	0,80	1,80	0,030	0,030	8,0-10,5	1,0	0,70-1,20	0,35	0,10-0,30	Nb: 0,02-0,10 N: 0,02-0,07

	9C1MV ^{c,f}	0,08-0,13	0,80	1,20 ^f	0,010	0,010	8,0-10,5	0,80 ^f	0,85-1,20	0,25	0,15-0,25	Nb: 0,02 to 0,10 N: 0,02 to 0,07 Al: 0,04
	9C1MV1 ^{c,f}	0,12	0,60	1,25	0,030	0,030	8,00-10,50	1,00	0,80-1,20	0,35	0,10-0,50	Nb: 0,01-0,12 N: 0,01-0,05
	9C1MV2 ^c	0,12	0,60	1,25-2,00	0,030	0,030	8,00-10,50	1,00	0,80-1,20	0,35	0,10-0,50	Nb: 0,01-0,12 N: 0,01-0,05
CrMoWV12		0,24	0,80	1,4	0,030	0,030	9,5-12,0	0,80	0,70-1,20	0,35	0,15-0,40	Nb: ,01 W:0,30-0,80

Zg

Gg

ნებისმიერი სხვა შეთანხმებული შედგენილობა

^a აღნიშვნები ფრჩხილებში, მაგალითად (CrMo1) ან (1CM), მიუთითებს ახლო დამთხვევაზე სხვა აღნიშვნათა სისტემაში, მაგრამ არა ზუსტ დამთხვევას. მოცემული კომპოზიციის სწორი აღნიშვნაა – მრგვალი ფრჩხილების გარეშე. უფრო შეზღუდული ქიმიური შედგენილობის მქონე მოცემულ პროდუქტს, რომელიც აკმაყოფილებს ორივე მოთხოვნათა ნაკრებს, შეიძლება მივაკუთვნოთ ორივე აღნიშვნა დამოუკიდებლად იმ პირობით, რომ 1A, 1B და 2B ცხრილების მექანიკური თვისებებისადმი მოთხოვნები ასევე დაკმაყოფილებული იქნება.

^b ცალკეული მნიშვნელობები მაქსიმალურია.

^a ^c უნდა გაკეთდეს ელექტროდის ანალიზი კონკრეტულ ელემენტებზე, რომელთა მნიშვნელობები ნაჩვენებია. თუ ამ სამუშაოს ჩატარებისას დადგინდა სხვა ელემენტების არსებობა, ამ ელემენტთა რაოდენობა უნდა იქნას განსაზღვრული ისეთნაირად, რომ მათი ჯამი (Fe-ის გამორიცხვით) არ აღემატებოდეს 0,50 %-ს (მასის მიხედვით).

^b ^d ასო "R", დამატებული ბოლოსართის სახით, არ წარმოადგენს აუცილებელ დამატებით აღნიშვნას, რომელიც მიუთითებს, რომ ცხრილში მითითებული ზღვრების ნაცვლად გამოიყენება შემდეგი ზღვრები: S: 0,010 % (მასის მიხედვით); P: 0,010 % (მასის მიხედვით); Cu: 0,15 % (მასის მიხედვით); As: 0,005 % (მასის მიხედვით); Sn: 0,005 % (მასის მიხედვით); Sb: 0,005 % (მასის მიხედვით).

^c ^e სასურველია Mn/Si-ის თანაფარდობა 2,0-ზე მეტი იყოს.

^d ^f Mn + Ni = 1,40 % (მასის მიხედვით) მაქსიმუმ.

^e ^g სახარჯო მასალები, რომელთა ქიმიური შედგენილობა არ არის მითითებული ცხრილში, ანალოგიურად უნდა აღინიშნოს და იწყებოდეს ასო Z-ით (ISO 24598-A) ან G-ით (ISO 24598-B). ქიმიური შედგენილობის დიაპაზონები არ არის მითითებული, ამიტომ შესაძლებელია, რომ Z ან G ერთნაირი კლასიფიკაციის მქონე ელექტროდები არ იქნება ურთიერთშენაცვლებადი.



დაბეჭდილია გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) მიერ, გერმანიის ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ფედერალური სამინისტროს (BMZ) სახელით.

რეგისტრირებული ოფისები: ბონი და ესბორნი, გერმანია
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

კერძო სექტორის განვითარება და პროფესიული განათლება სამხრეთ კავკასიაში
რუსთაველის გამზირი N42/გრიბოედოვის ქუჩა N31ა,
0108 თბილისი, საქართველო
ტელეფონი: + 995 32 220 1833
ელ.ფოსტა: giz-georgia@giz.de
ვებგვერდი: www.giz.de

Published by the Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH on behalf of the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ).

Registered offices Bonn and Eschborn, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de
I www.giz.de

Private Sector Development and Technical Vocational Education and Training South Caucasus.
42, Rustaveli Ave/31a, Griboedov Street, 0108 Tbilisi, Georgia
T + 995 32 220 1833
E giz-georgia@giz.de
I www.giz.de