

შემდგომი

ხელით ელექტრონული შედგენა

სასწავლო სახელმძღვანელო



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

VEP IN GEORGIA
VOCATIONAL EDUCATION PROJECT



შემსრულებელი შ.პ.ს. „ქეჩერა“

©საქართველოს მეცნიერებისა და განათლების სამინისტრო

წინასიტყვაობა

წინამდებარე სახელმძღვანელოს მიხედვით მომზადებული პროფესიონალი შეძლებს ხელით ელექტრორეკალური შედუღების სამუშაოების შესრულებას სამშენებლო მოედანზე. სახელმძღვანელოში შესულია თავები რომლებშიც განხილულია: ზოგადი სამშენებლო უნარ-ჩვევები, ხელით ელექტრორეკალურ შედუღებასთან დაკავშირებული საკითხები, ასევე დასაქმებისა და ბიზნესის წარმართვისათვის საჭირო უნარ-ჩვევები.

ეს სახელმძღვანელო შემუშავდა ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს (USAID) პროფესიული განათლების პროექტის ფარგლებში საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროსთან, პროფესიული სწავლების ცენტრების მასწავლებლებთან, სწავლებისა და დარგის ექსპერტებთან და კერძო სექტორის წარმომადგენლებთან თანამშრომლობით და შეიქმნა საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს პროფესიული სწავლების ყველა ცენტრისთვის, სადაც სტუდენტს ასწავლიან და ამზადებენ დარგის სპეციალისტად ჩამოყალიბების მიზნით.

პროფესიული სწავლება გულისხმობს სამუშაოს მოძიების და პროფესიული წინსვლის უნარ-ჩვევებისა და პროფესიული ცოდნის კომბინირებულად დაუფლებას. ცოდნაზე დაფუძნებული სასწავლო პროგრამა მოსწავლისაგან მოითხოვს თავისი უნარ-ჩვევების პრაქტიკაში წარმოჩენას. ხელით ელექტრორეკალური შედუღების სასწავლო პროგრამა შედგება ხელობის შესწავლისათვის საჭირო თეორიული ნაწილების, შესაბამისი გაკვეთილებისა და დავალებებისაგან. თითოეული მოდულის ან დავალების შესრულების შემდეგ, შეფასების ინსტრუმენტების მეშვეობით განისაზღვრება ცოდნის დონე, რაც ამარტივებს შეფასებას და იძლევა კორექტირების საშუალებას. ცოდნაზე დამყარებული სწავლების პროგრამები საშუალებას იძლევა:



- შეფასდეს სტუდენტის საჭიროებები, მისი როგორც ძლიერი, ისე სუსტი მხარე;
- განისაზღვროს სწავლების მიზნები სწავლების მონაწილის საჭიროებიდან გამომდინარე;
- სწავლების მიზნებიდან გამომდინარე, უზრუნველყოფილ იქნეს სტუდენტზე ორიენტირებული სწავლება;
- შეფასდეს სტუდენტის პროფესიული დახელოვნების დონე.

ყოველდღიური ინტენსიური სასწავლო პროცესი მოიცავს როგორც საკლასო ოთახში, ისე უშუალოდ სამუშაო გარემოში მუშაობას, რის შედეგადაც სტუდენტი იძენს თეორიულ და პრაქტიკულ ცოდნას. დავალება თანდათან რთულდება, რაც სტუდენტისაგან მეტ გულისხმიერებასა და სიბეჯითეს მოითხოვს.

საწყისი პროფესიული მომზადების პროგრამა შედგენილია საქართველოში არსებული შეგირდობის ტრადიციის მიხედვით, რაც გულისხმობს შეგირდის მიერ ოსტატისაგან ახალი უნარ-ჩვევების ათვისებას. თანამედროვე კლასში სახელობო მომზადება ხორციელდება რეალური სამუშაო სიტუაციის მოდელირების, ან სამუშაოზე ინსტრუქტორისაგან ხელობის შესწავლის გზით, ან დამსაქმებელთან შრომით, რომელიც მუშაობის პროცესში ასწავლის შეგირდს ხელობას.

სასწავლო პროგრამა შემუშავდა ე. პატონის სახელობის შედუღებისა და მონათესავე ტექნოლოგიების საქართველო-უკრაინის საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრ “ინტერველთან” ურთიერთთანამშრომლობით. სასწავლო კურსის დასრულების შემდეგ სტუდენტს ექნება პროფესიული განათლება და ის უნარ-ჩვევები, რომელიც ძალზე დასაფასებელია სამუშაო უბანზე. კურსდამთავრებულს მიენიჭება შესაბამისი კვალიფიკაცია.

სარჩევი

წინასიტყვაობა	3	წრე	33
სარჩევი	5	სამკუთხედის თანაფარდობები	34
შესავალი	9	ფართობის გამომავალი	34
ზოგადი სამშენებლო უნარ-ჩვევები	11	კვადრატისა და მართკუთხედის ფართობები	35
უსაფრთხოების წესები	12	სამკუთხედის ფართობი	35
სამშენებლო მოედანზე	12	წრის ფართობი	35
უსაფრთხოება სამუშაო ადგილზე	12	მოცულობის გამომწვევა	36
სამუშაოს უსაფრთხოდ წარმოების მეთოდები	13	მეტრული სისტემაში ერთეულები	37
შესაბამისი ჩაცმულობა	15	მშენებლობაში ერთეულების გადაყვანა	40
იარაღისა და მოწყობილობის უსაფრთხო გამოყენება	15	სამშენებლო მათემატიკის ამოცანები	41
უსაფრთხოების ნორმები ხარაჩოზე მუშაობისას	17	ზოგადი ცნობები შენობების შესახებ	43
უსაფრთხოების ნორმები კიბეზე მუშაობისას	19	შენობების და ნაგებობების კლასიფიკაცია და მათი ძირითადი ელემენტები	43
უსაფრთხოების ნორმები ქიმიურ ნივთიერებებთან მუშაობისას	20	შენობის კონსტრუქციული ელემენტები	45
უსაფრთხოების ნორმები ბეტონთან მუშაობისას	20	ნახაზის კითხვის უნარ-ჩვევები	54
გაუფრთხილდით თვალზე	20	სამშენებლო ნახაზი/ასლი	54
გაუფრთხილდით ზურგზე	20	ნახაზების / ნაბეჭდების კომპლექტი	55
გაუფრთხილდით კანს	21	ნაბეჭდის/ნახაზის ტიპები	63
ბეტონის დასხმა და გამოყვანა	22	ნახაზის მოვლა	65
უსაფრთხოების ნორმები არმატურის გამოშვებამდე	22	ნახაზის/ნაბეჭდის წაკითხვა	65
ღეროებთან მუშაობისას	23	ხაზები და სიმბოლოები	66
კირველადი დახმარება	23	პირებითი გრაფიკული აღნიშვნები	68
საერთაშორისო გამაფრთხილებელი ნიშნები	24	ზომების კითხვა	68
სამშენებლო მათემატიკა და მისი გამოყენება	26	ნახაზის მასშტაბი (ზომსაღარი)	69
მოქმედება წილადებზე	26	ზოგადი ცნობები შედუღების შესახებ	73
წილადი	26	ზოგადი ცნობები შედუღების შესახებ	75
წილადების შეკრება	27	შედუღების პროცესის არსი	75
წილადების გამოკლება	27	შედუღების სახეების კლასიფიკაცია	76
წილადების გამრავლება	28	დნობით რკალური შედუღების სახეები	78
წილადების გაყოფა	28	ლითონის ელექტრორკალური შედუღება შედუღების დაცული ზონით	79
ათწილადი	28	სამშენებლო კოსტი, მოწყობილობა და შედუღების სამუშაო ინსტრუმენტები	81
ათწილადების შეკრება და გამოკლება	29	სტაციონარული და მოძრავი სამშენებლო კოსტები	81
ათწილადების გამრავლება	29	სამშენებლო კოსტის მოწყობილობა	83
ათწილადების გაყოფა	30		
წილადის გარდაქმნა ათწილადად	31		
ათწილადის გარდაქმნა წილადად	31		
პროცენტი და სარგებელი	32		
პროცენტი	32		
სარგებელი	32		
გამოყენებითი გეომეტრია	32		
წერტილი	32		
ხაზი	33		
კუთხე	33		

შემდგომების ხელსაწყო-იარაღები		საშემდგომლო მავთულები	122
და მოწყობილობა	84	ელექტროდის საფარი	124
შრომის დაცვა და უსაფრთხოების		ელექტროდის ტიპები	130
ნორმები შედუღებისას	95	ვოლტის დაფარული ელექტროდების	
ზოგადი დებულებები	95	კლასიფიკაცია	130
ჰაერის გარემო, მიკროკლიმატი და		საშემდგომლო მოწყობილობები	133
ბანათება	96	ზოგადი მახასიათებლები	133
ხელით ელექტრორკალური		საშემდგომლო ტრანსფორმატორის	
შედუღების უსაფრთხოების		კონსტრუქციები	134
ტექნიკისა და შრომის დაცვის		ზოგადი ცნებები საშემდგომლო	
ზოგადი დებულებები	98	ბამმართველზე	135
ელექტრული დენით, რკალის		საშემდგომლო გენერატორი	137
გამოსხივებით და გამდნარი ლითონისა		საშემდგომლო ინვერტი	137
და წილის წვეთებით გამოწვეული		სადენის კვეთის შერჩევა	138
დაზიანებების თავიდან აცილების		კვების სადენების შერჩევა	138
ღონისძიებები	98	საშემდგომლო წრედის სადენის	
გარემოს დაბინძურების წინააღმდეგ		შერჩევა	138
ბრძოლის ღონისძიებები		საშემდგომლო მოწყობილობის	
(საშემდგომლო კოსტების		ძირითადი უწყობილობა და მისი	
ვენტილაცია)	100	თავიდან აცილება. უწყობილობა	
ხანძარსაწინააღმდეგო და		მუდმივი დენის გენერატორში	139
აალებადი ნივთიერებების		უწყობილობა საშემდგომლო	
ჭურჭლების ავთენტების თავიდან		ტრანსფორმატორში	140
აცილების ღონისძიებები		ხელით ელექტრორკალური	
ელექტრორკალური შედუღებისას	100	შედუღების საშუალებები	141
დაუქილობების, ნატკენებისა		საშემდგომლო შეერთება და	
და ჭრილობების წარმოქმნის		ნაკერი	143
საწინააღმდეგო ღონისძიებები	101	საშემდგომლო შეერთების ტიპები	143
სხვა ღონისძიებები	101	შენადული შეერთებების ძირითადი ტიპები	144
საშემდგომლო რკალი	104	საშემდგომლო ნაკერების	
საშემდგომლო რკალის წარმოქმნა და		კლასიფიკაცია	147
აღნაგობა	104	შენადული ნაკერის გეომეტრიული	
საშემდგომლო რკალის		პარამეტრები	151
კლასიფიკაცია	107	ნაწიბურის გამოყვანის	
მაგნიტური ბერვა	109	კონსტრუქციული ელემენტები	152
საშემდგომლო რკალის ვოლტ-ამპერული		შენადული ნაკერის აღნიშვნები	154
მახასიათებელი	110	საშემდგომლო ნაკერების აღნიშვნელი	
ელექტროდული ლითონის		დამხმარე ნიშნები	155
ბადატანა	111	ნაკერის ხელით შედუღების	
მასალები შენადული		ტექნიკა და რეჟიმები სხვადასხვა	
კონსტრუქციებისათვის	114	სივრცით მდებარეობაში	161
ლითონი და მისი ძირითადი		ნაკერის სივრცითი მდებარეობის	
თვისებები	114	საერთაშორისო პირობითი	
მასალების შედუღებადობა	117	აღნიშვნები	161
ვოლტების ტექნოლოგიური		ნაკერის ქვედა მდებარეობაში	
შედუღებადობის ჯგუფები	118	ხელით შედუღების ტექნიკა და	
ვოლტების კლასიფიკაცია		რეჟიმები	161
შედუღებადობის მიხედვით	118	მაქსიმალური რეკომენდებული შედუღების	
ვოლტებისა და თუჯის		დენი ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით	162
შენადუღებელი ელექტროდები	122	პირაპირა ნაკერის შედუღების	
დაფარული ელექტროდების		რეკომენდებული რეჟიმები	162
დანიშნულება	122	ვერტიკალური ნაკერის შედუღება	164

კორიზონტალური ნაკერის შედულება	164	ურდვევი კონტროლი	214
ჭერის მდებარეობაში ნაკერის შედულება	165	ბამა-კონტროლი	215
ლითონის დნობით ელექტრორკა- ლური შედულების ტექნოლოგია.		ულტრაბგერითი კონტროლი.	215
ზოგადი განმარტებები	165	მაგნიტური კონტროლი	216
ნაკერის შესრულების და ელექტროდის მანიპულირების ტექნიკა	166	მეტალოგრაფიული კვლევა	216
შედულების რეჟიმების შერჩევა ელექტროდის დიამეტრისა და დენის შესაბამისად	169	სამუშაოს მოძიების და პროფესიული წინსვლის უნარ- ჩვევები	218
162პრაქტიკული მეცადინეობის სასწავლო ელემენტები		ზოგადი უნარ-ჩვევები	218
ნაკერის სივრცით სხვადასხვა მდებარეობაში შედულება		აზროვნების უნარი	220
ფირფიტების პირაპირა შედულება ქვედა მდებარეობაში (ერთმხრიანი შედულება)	176	ზოგადი შრომითი უნარ-ჩვევები	220
10 მმ სისქის ფირფიტების ქვედა მდებარეობაში პირაპირა შეერთება (მრავალმხრიანი შედულება)	176	ღაბეგება და ორბანინება	221
ფირფიტების პირაპირა შედულება კორიზონტალურ მდებარეობაში (ერთმხრიანი შედულება)	180	ზემდგომ მუშაკთა პატივისცემა	221
კორიზონტალურ მდებარეობაში 10 მმ-იანი ფირფიტების პირაპირა შეერთება (მრავალმხრიანი შედულება)	183	გუნდური მუშაობის უნარი	222
ფირფიტების პირაპირა შედულება ვერტიკალურ მდებარეობაში (ერთმხრიანი შედულება)	187	პრობლემის გადაწყვეტის უნარი	222
ფირფიტების პირაპირა შედულება ჭერის მდებარეობაში (ერთმხრიანი შედულება)	190	ეთიკა	223
ჭერის მდებარეობაში 10 მმ სისქის ფირფიტების პირაპირა შედულება (მრავალმხრიანი შედულება)	198	პირადი შრომითი ეთიკა	223
დეფექტების კლასიფიკაცია	202	ბიზნეს ეთიკა	223
საშემდულებლო ნაკერის დეფექტების კლასიფიკაცია	204	საკუთარი ბიზნესის წამოწყება	224
დეფექტების ზემოქმედება შენადგენი შეერთების სიმტკიცეზე	205	მიზნები	224
დეფექტების გამოსწორება	208	მეწარმის თვისებები	225
შენადგენი შეერთების ხარისხის კონტროლი	209	ბიზნესგეგმის მომზადება	225
მოთხოვნები პროდუქციის ხარისხის მიმართ	212	საქართველოს კანონმდებლობა	226
პირითადი და საშემდულებლო მასალების ხარისხის კონტროლი	212	ბიზნესის რეგისტრაცია	227
ვიზუალური კონტროლი	213	ინდივიდუალური მეწარმე	227
	214	შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება (შპს)	228
		გადასახადები	229
		დასაქმების ცენტრები	230
		სახელმძღვანელოს დანართი	235
		მეტალურგიული პროცესები	
		შედულებისას	236
		კაბეები და დუგორმაციები	
		შედულების დროს	250
		პირობითი აღნიშვნები	281
		გამოყენებული ლიტერატურა	311
		დიდი მაღლობა	
		თანამშრომლობისათვის	312

შესავალი

შესაერთებელ ნაწილების გახურებით მათ შორის შორის ატომთშორისი კავშირების დამყარების და (ან) პლასტიკური დეფორმაციით არაგასართი შეერთებების მიღების პროცესს შედუღება ეწოდება.

შედუღება ერთ-ერთი ძალიან გავრცელებული ტექნოლოგიური პროცესია. მას მიეკუთვნება თვით შედუღება, დადუღება, შედუღება რჩილვით, რჩილვა, შეწებება, დაფრქვევა და სხვა.

შედუღების მეშვეობით ერთმანეთთან აერთებენ სხვადასხვა ლითონს, მათ შენადნობებს, ზოგიერთ კერამიკულ მასალებს, პლასტმასებს, შუშებს და სხვადასხვაგვარ მასალებს. ლითონების და მათი შენადნობების შედუღებას ყველაზე უფრო მეტად იყენებენ ახალი კონსტრუქციების ნაგებობებში, სხვადასხვა ნაკეთობის, მანქანებისა და მექანიზმების დამზადებისა და შეკეთებისას, ორფეროვანი მასალების შექმნისას. შეიძლება ნებისმიერი სისქის ლითონის შედუღება. უმრავლეს შემთხვევაში შენადნული შეერთების სიმტკიცე არაფრით არ ჩამოუვარდება ძირითადი ლითონის სიმტკიცეს. შედუღება შეიძლება შესრულდეს მიწაზე, წყლის ქვეშ, კოსმოსში. ნაკერების შედუღება შესაძლებელია ნებისმიერ სივრცობრივ მდებარეობაში.

შედუღების პირველი უმარტივესი მეთოდების წარმოშობა მიეკუთვნება ადამიანის მიერ ლითონების ათვისების საწყის პერიოდს. არქეოლოგიურ მუზეუმებში შემონახულია ნაკეთობების ნიმუშები, რომლებიც შესრულებულია შედუღებით და მიეკუთვნება VIII-VII ათასწლეულს ჩვენს ერამდე.



*საქართველოს ეროვნულ მუზეუმში
დაცული ქ. ვანში აღმოჩენილი ანტიკური
ოქრომჭედლობის ნიმუში ძვ.წ.ად. V საუკუნე*

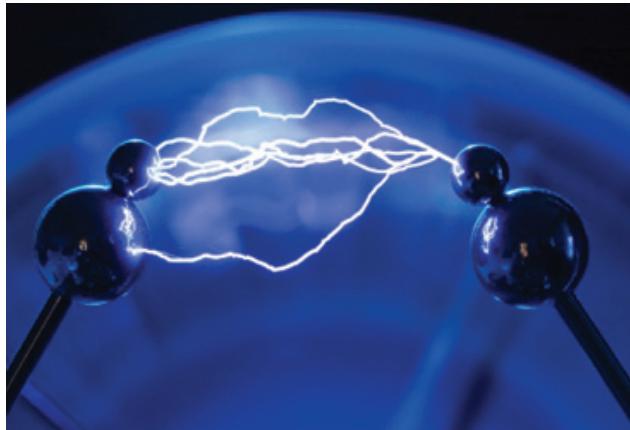
მიიყვანეს სრულყოფილებამდე. მათი ნაკეთობების ნიმუშები მრავლად გვხვდება მუზეუმების კოლექციებში.

რკინის ათვისება ადამიანის მიერ დაიწყო მხოლოდ II საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე. მართალია ადამიანი ფართოდ იყენებდა რკინას, მაგრამ დიდხანს ვერ აღნობდა მას დნობის მაღალი ტემპერატურის გამო. ოსტატთა თაობების შრომის შედეგად შეიქმნა და სრულყოფილებამდე მივიდა რკინის სამჭედლო შედუღება. რკინა “შედუღების სიმხურვალემდეც” რომ იყოს გავარვარებული, არ დნება, მაგრამ რბილი და პლასტიკური ხდება და შესაძლებელია მისი შედუღება დაწნეხით ან უროს დარტყმით. ამ შემთხვევაში ხდება ლითონის მყარ მდგომარეობაში შეერთება.

პირველ რიგში ათვისებული იყო სპილენძისა და ზოგიერთი მისი შენადნობის შედუღება მჭედლობით. როდესაც ლითონი ხურდებოდა 300-400°C-მდე. შემდეგ ადამიანებმა ისწავლეს ლითონის მცირე ნატრების შელხობა (შედნობა) და ნაკეთობების კეთება ლითონის ქვის ან თიხის ფორმებში ჩასხმის გზით – ასე წარმოიშვა ჩასხმითი ხელოვნება. ამან მიიყვანა ადამიანი ჩასხმითი შედუღების შექმნამდე: შესაერთებელ დეტალებს ათავსებდნენ ფორმაში, შეერთების ადგილში კი ასხამდნენ თხევად ლითონს. უფრო გვიან ნაპოვნი იქნა შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე დნობადი ლითონები, წარმოიშვა რჩილვის მეთოდი – ბევრ შემთხვევაში შედარებით მოხერხებული და მწარმოებლური. უძველესი ოსტატების მრავალსაუკუნოვანმა გამოცდილებამ და ხელოვნებამ შედუღება და რჩილვა

საშემდუღებლო ტექნიკის განვითარებაში რევოლუციური როლი შეასრულა გახურების ახალმა წყაროებმა: მძლავრი ელექტროდენი, ტექნიკურად სუფთა ჟანგბადში წვადი აირები და სხვა. მათ უზრუნველყვეს შედუღების ზონის კონცენტრირებული გახურება და ძალზე მაღალი ტემპერატურის მიღება, რამაც შედუღების არსებული ხერხების სრული მოდერნიზების საშუალება შექმნა. ამასთან მკვეთრად გაიზარდა შედუღების მწარმოებლობა.

ელექტრული რკალი პროექტორული ტექნიკის, ელექტროშედუღების განვითარების, ელექტრომეტალურგიისა და ელექტროენერგეტიკის შექმნის საფუძველი გახდა.



ელექტრული განმუხტვა

“რკალი” ელექტრულ განმუხტვას ინგლისელმა ქიმიკოს-მკვლევარმა გ. დევიმ უწოდა.

1849 წელს ამერიკელმა კ. სტეპმა პატენტი მიიღო ელექტრობის მეშვეობით ლითონთა შეერთებაზე. თუმცა ეს პატენტი პრაქტიკაში არ განხორციელებულა.

ელექტროშედუღებამ შემდგომი განვითარება პოვა ნ. სლავიანოვის სამუშაოებში. ნ. სლავიანოვმა დაამუშავა რკალური შედუღების ტექნოლოგიური და მეტალურგიული საფუძვლები. მან გამოიყენა ფლუსი ჰაერისაგან საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის დაცვისათვის.

1904 წ. სექტემბერში ინჟინერმა ოსკარ კელბერგმა გამოიგონა ლითონის ელექტროდი, რომლის ზედაპირზეც დანაფარი იყო. დანაფარი იცავს ნაკერის ლითონს ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან (ჟანგვა და დააზოტება) და სტაბილურს ხდის რკალის წვას. დაფარული ელექტროდების გამოყენებამ საკმაოდ გაზარდა შენადული ნაკერის ხარისხი.

შედუღების განვითარებასა და ჩამოყალიბებაში განსაკუთრებული როლი ითამაშა აკადემიკოსმა ე. პატონმა, რომელმაც 1929 წელს შედუღების ლაბორატორია მოაწყო, ხოლო 1934 წელს კიევში ჩამოაყალიბა ელექტროშედუღების ინსტიტუტი.

მექანიზებული რკალური შედუღების განვითარების ახალი ეტაპი დაიწყო გახული საუკუნის 30-იანი წლების ბოლოს, უკრაინის ნაციონალური აკადემიის ელექტროშედუღების ინსტიტუტის მეცნიერებმა დაამუშავეს შედუღების ახალი ხერხი – ფლუსის ქვეშ ავტომატური შედუღება.



ხელით ელექტრორკალური შედუღება

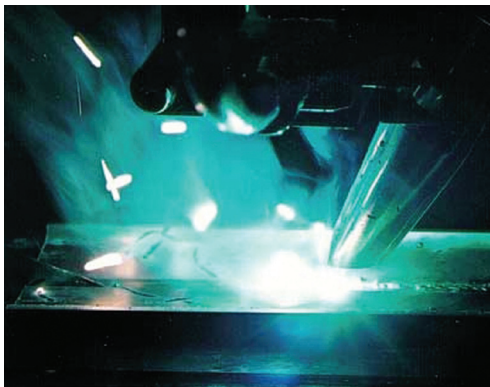
ფლუსის ქვეშ შედუღება, საშემდუღებლო რკალის სიმძლავრის გაზრდის და გარემომცველი ჰაერისაგან სადნობი სივრცის საიმედო იზოლაციის ხარჯზე, საშუალებას იძლევა მკვეთრად გაიზარდოს პროცესის წარმადობა, გაუმჯობესდეს შრომის პირობები და მივიღოთ მასალებისა და ელექტროენერგიის საგრძნობი ეკონომია.

დამცავ აირში რკალური შედუღების ხერხმა საწარმოო ხასიათი მიიღო გახული საუკუნის ორმოციან წლებში. აირი შედუღების ზონის დასაცავად ჯერ კიდევ 1928 წელს პირველად გამოიყენა ამერიკელმა მეცნიერმა ა. ალექსანდერმა. თუმცა ამ ხერხმა დამცავი აირის მიღების სირთულის გამო სამრეწველო გამოყენება ვერ პოვა. მდგომარეობა შეიცვალა ამერიკაში (აშშ) ჰელიუმისა და არგონის, ხოლო სსრკ-ში

ნახშირორჟანგისა და სხვადასხვა აირის ნარევის გამოყენების შემდეგ.

საშემდუღებლო ტექნიკის განვითარება მჭიდროდაა დაკავშირებული სითბოს ახალი წყაროების მიკვლევასთან ლითონების დნობისათვის. ერთ-ერთი ასეთი წყარო არის ვაკუუმში ელექტრონების კონცენტრირებული დინება, რის საფუძველზეც შექმნილია შედუღების ახალი სახე – ელექტრონულ-სხივური შედუღება. ეს შედუღება საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება ძნელდნობადი ქიმიურად აქტიური ლითონისა და შენადნობის, აგრეთვე მრავალი სპეციალური ფოლადის შეერთებისას.

ბოლო ორი ათწლეულის მანძილზე შედუღებისათვის საკმაოდ ეფექტურად გამოიყენება ოპტიკურ-კვანტური გენერატორი – ლაზერი. ახლო მომავალში შეიძლება დიდი მიღწევები ჰქონდეს განვითარებასა და სამრეწველო გამოყენებაში სხივური შედუღების პროცესებს.



შედუღება ლაზერის გამოყენებით



რკალური შედუღება დამცავ აირში

თუმცა, დღესაც, ხელით რკალური შედუღება დაფარული ლითონური (ცალობითი) ელექტროდით, შედარებით უნივერსალური და მარტივი ხერხია ლითონების ურღვევი შეერთების შესასრულებლად.

იმისდა მიუხედავად, რომ მრეწველობაში ფართოდაა გამოყენებული მექანიზებული შედუღების სხვადასხვა ხერხი, ხელით რკალური შედუღების ხერხის გამოყენება შენადნული ლითონური კონსტრუქციების დამზადებისათვის ყოველწლიურად იზრდება. ამიტომ მეცნიერები მუშაობენ ლითონის დაფარული ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღების სრულყოფაზე.

ზოგადი სამშენებლო უნარ-ჩვევები

უსაფრთხოების წესები სამშენებლო მოედანზე

ამ თავში გაეცნობით უსაფრთხოების ნორმებს, რომელთა დაცვა აუცილებელია მუშაობისას.

პროფესიულ საქმიანობათა უდიდესი ნაწილი გარკვეულ საფრთხეებთან არის დაკავშირებული. დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ საფრთხეების დადგენასა და მათ თავიდან აცილებას, თანაც თითოეულმა მუშაკმა უნდა იზრუნოს როგორც საკუთარ, ისე სხვების უსაფრთხოებაზე.

საკმაოდ ხშირია უბედური შემთხვევები მშენებლობისას, რაც იწვევს სამუშაო დროის გაცდენას, შრომის უნარის სრულად ან ნაწილობრივ დაკარგვას და სიკვდილსაც კი. უბედურ შემთხვევათა რიცხვი მაქსიმალურად შემცირდება მუშაობისას უსაფრთხოების ნორმების დაცვით.

არ არსებობს მუშაკის ჯანმრთელობასა და უსაფრთხოებაზე მნიშვნელოვანი სამუშაო ან ამოცანა!



უსაფრთხოება სამუშაო აღბილზე

ამერიკის შეერთებული შტატების პროფესიული უსაფრთხოებისა და ჯანდაცვის ადმინისტრაციის (OSHA) მიერ წარმოდგენილი სტატისტიკური მონაცემების თანახმად უბედურ შემთხვევათა 5% სახიფათო პირობებით არის გამოწვეული, ხოლო 95%-სახიფათო ქმედებებით. მუშაკი, რომელიც არ იცავს უსაფრთხოების ნორმებს, დამცავი აღჭურვილობის მიუხედავად, სხვაზე ხშირად ხდება უბედური შემთხვევის მსხვერპლი. მუშაკისათვის უსაფრთხოების ნორმების სწავლებით შესაძლებელია სახიფათო ქმედებების თავიდან აცილება. უსაფრთხო მუშაობა გულისხმობს, რომ მუშაკი კარგად უნდა იცნობდეს იმ იარაღებს, აღჭურვილობასა და მასალებს, რომელთაც იყენებს და, რაც კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია, უნდა ფიქრობდეს უსაფრთხოებაზე.

მუშაკის უსაფრთხოების წესების ცოდნის გაღრმავების მიზნით შეიძლება რამდენიმე მარტივი მეთოდის გამოყენება: ტესტირება იმის დასადგენად თუ რამდენად იცის იარაღებისა და აღჭურვილობის სათანადოდ გამოყენება; უსაფრთხოების ზომებზე საუბარი სამუშაოს დაწყებამდე და მისი მიმდინარეობისას; უსაფრთხოდ მუშაობის მეთოდების დემონსტრირება და დაწერვა, კომპანიის მიერ უსაფრთხოების საკუთარი წესების შემუშავება.

უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია კონტრაქტორის, სამუშაოთა მწარმოებლებისა და ყველა მუშაკის ერთობლივი ძალისხმევა. თუ მოხდა უბედური შემთხვევა, ყველამ ერთობლივად უნდა იმსჯელოს, თუ რამ გამოიწვია და როგორ იყო შესაძლებელი მისი თავიდან აცილება.

კვლევები გვიჩვენებს, რომ ყველაზე ხშირად უბედური შემთხვევის გამომწვევი მიზეზებია:

- შორტისა და სპორტული ფეხსაცმლის ტარება;
- დამცავი ნიღბის გამოუყენებლობა ნგრევისას;

- დამცავი ნიღბის გამოუყენებლობა აზბესტის მოცილების ან საიზოლაციო სამუშაოს დროს;
- დამცავი სათვალის გამოუყენებლობა;
- რადიალურ-გადასატრედი ჩარხისა და სახერხი ჩარხის გარსაცმების გამოუყენებლობა;
- დამცავი საყურისის გამოუყენებლობა;
- ხარაჩოზე მუშაობის უსაფრთხოების წესების დარღვევა.

სამუშაოს უსაფრთხო წარმოების მეთოდები

სამუშაო მოედანზე ყველამ უნდა იცოდეს თუ როგორ აიცილოს თავიდან უბედური შემთხვევა. ყოველ მუშაკს უნდა ჰქონდეს სხვის მიმართ პასუხისმგებლობის გრძნობა. ამა თუ იმ ხელობის შესწავლისას უსაფრთხოდ მუშაობის უნარ-ჩვევების გამომუშავებას ისეთივე მნიშვნელობა ენიჭება, როგორც ხელსაწყო – იარაღების გამოყენების ტექნიკის სრულყოფილად დაუფლებას.



წინამდებარე წიგნში აღწერილია სამუშაოთა უსაფრთხო წარმოების მეთოდები. ამასთან უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ყველაზე უსაფრთხო მეთოდების გამოყენებას. ქვემოთ მოცემულია ის მითითებები, რომელთა შესრულებაც, თქვენს კეთილგონიერებასთან ერთად, უზრუნველყოფს თქვენს უსაფრთხოებას:

- ◆ წინამდებარე წიგნში აღწერილი ნორმების დაცვისას ყოველთვის გამოიჩინეთ სიფრთხილე, ყურადღება და კეთილგონიერება;
- ◆ დაიცავით სამუშაოს უსაფრთხოდ წარმოების ნორმები. არ ისარგებლოთ მოკლე შემოვლითი გზებით, რამაც შეიძლება საფრთხე შეგიქმნათ თქვენ ან სხვებს;
- ◆ არ მოადუნოთ ყურადღება თქვენი სამუშაოს მიმართ.
- ◆ ყოველთვის შეამოწმეთ ელექტროდანადგარის უსაფრთხოება. დარწმუნდით, რომ ელექტროგაყვანილობა არ არის გადატვირთული და ელექტროაღჭურვილობა-სა და როზეტებს აქვს სათანადო დამიწება. არ გამოიყენოთ ელექტროაღჭურვილობა ნესტიან ადგილებში;
- ◆ ყოველთვის გაეცანით საღებავის, გამსხნელისა და სხვა პროდუქციის ტარაზე არსებულ ეტიკეტებს. ამ პროდუქციის გამოყენებისას უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს სათანადო ვენტილაცია. გაითვალისწინეთ ასევე ყველა სხვა გაფრთხილება;
- ◆ ყოველთვის გაეცანით აღჭურვილობის გამოყენების შესახებ მწარმოებლის ინსტრუქციებს, განსაკუთრებით თუ ისინი გაფრთხილებებს შეიცავს;
- ◆ ყოველთვის გამოიყენეთ შესაბამისი დამცავი აღჭურვილობა, სპეცტანსაცმლის, სათვალის, ყურის საცობების, ნიღბის, დამცავი ჩაფხუტის და ჩექმის ჩათვლით;
- ◆ ყოველთვის გამოიყენეთ რეზინის ან სამუშაო ხელთათმანები ქიმიურ მასალასთან მუშაობისას, ხის მასალის გადაადგილებისა და დასაწყო-ბებისას, ბეტონთან მუშაობისას, მსხვილი კონსტრუქციების მშენებლობისას.
- ◆ ხერხვის ან სილის ჭავლით ხეხვის დროს ყოველთვის გამოიყენეთ სახის



დამცავი ნიღაბი. ტოქსიკურ ნივთიერებებთან და გამოსხელებთან მუშაობისას გამოიყენეთ გამფიტრავი რესპირატორი;

- ♦ ყოველთვის ატარეთ თვალების დამცავი აღჭურვილობა, განსაკუთრებით ელექტროიარაღებით მუშაობისას ან ლითონის ლითონზე ან ბეტონზე დარტყმისას. მაგალითად, სატეხით ბეტონის ამოტეხისას შესაძლებელია ნატეხების გაფანტვა;
- ♦ დაუშვებელია მუშაობისას ფართო ტანსაცმლის, გახსნილი მანუქტების და სამკაულების ტარება. გრძელი თმა უკან უნდა იყოს შეკრული;
- ♦ გახსოვდეთ, რომ სახიფათო სიტუაციაში დროის სიმცირის გამო რეფლექსებმა შეიძლება ვერ გადაგარჩინოთ ტრავმისაგან. ყველაფერი ზედმიწევნით სწრაფად ხდება. იყავით ფრთხილად!
- ♦ ყოველთვის მოარიდეთ ხელები დანის, ფრეზის, საჭრისის მჭრელ პირს;
- ♦ ყოველთვის ორივე ხელით, მტკიცედ გეკავოთ მრგვალი ხერხი;
- ♦ სამუშაო ადგილი ყოველთვის სუფთა უნდა იყოს;
- ♦ დაუშვებელია სამუშაო ადგილზე გართობა. არასოდეს უბიძგოთ და არ დაარტყათ სხვა ადამიანს სამუშაო ადგილზე;
- ♦ დააკვირდით სად დადიხართ. არ ირბინოთ;
- ♦ სწორად ასწიეთ სიმძიმე, ისე, რომ ის აწევბოდეს ფეხებს და არა ხერხემალს. სიმძიმის აწევისას ზურგი გამართული უნდა იყოს, მუხლები მოხრილი, თავი აწეული. თუ ტვირთი ძალიან მძიმეა, ითხოვით დახმარება. მშენებლობაზე მომხდარი ტრავმების 20%-ის მიზეზი სიმძიმის აწევაა;
- ♦ არასოდეს მოათავსოთ მასალა ან საგანი შვერილზე, კიბესა ან ხარაჩოზე, საიდანაც ის შეიძლება ჩამოვარდეს;
- ♦ არასოდეს იმუშაოთ სიმაღლეზე, თუ გაქვთ სიმაღლის შიში, თავბრუ, ნერვიულობა ან გული გერევათ;
- ♦ შეამოწმეთ კიბეები და ხარაჩოები გამოყენებამდე;
- ♦ უნდა იცოდეთ, სად არის განლაგებული სახანძრო აღჭურვილობა და შეგეძლოთ მისი გამოყენება. ყოველგვარი ტრავმის შემთხვევაში დაუყოვნებლივ აღმოუჩინეთ დაზარალებულს პირველადი დახმარება;
- ♦ მოახსენეთ ზედამხედველს საშიში პირობების ან უსაფრთხოების წესების დარღვევის შესახებ;
- ♦ არ გამოიყენოთ გაუმართავი ან წუნდებული იარაღი და აღჭურვილობა;
- ♦ არ იმუშაოთ ნარკოტიკისა და ალკოჰოლის ზემოქმედების დროს;
- ♦ არ მოსწიოთ სამუშაო ადგილზე;
- ♦ გამოიჩინეთ სიფრთხილე ახლად აშენებული აგურისა და ბლოკის კონსტრუქციების, ჩარჩოების, მობათქაშებული კედლებისა და შელესილი ფასადების სიახლოვეს. თუ სამშენებლო ხსნარი არ არის შეკრული, კედელი შეიძლება ჩამოინგრეს. ჩამოვარდნილი ფილა შეიძლება ტრავმის მიზეზი გახდეს;
- ♦ შეისწავლეთ საერთაშორისო გამაფრთხილებელი ნიშნების მნიშვნელობა;
- ♦ ნუ მიენდობით იღბალს. ისწავლეთ სამუშაოს წარმოება უსაფრთხოების ნორმების დაცვით.



შესაბამისი ჩაცმულობა

უსაფრთხოების ტექნიკის მნიშვნელოვანი ასპექტია სამუშაოსათვის შესაფერისი ტანსაცმლის ტარება. ამ მხრივ სამუშაო ადგილზე უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად აუცილებელია შემდეგი წესების დაცვა:

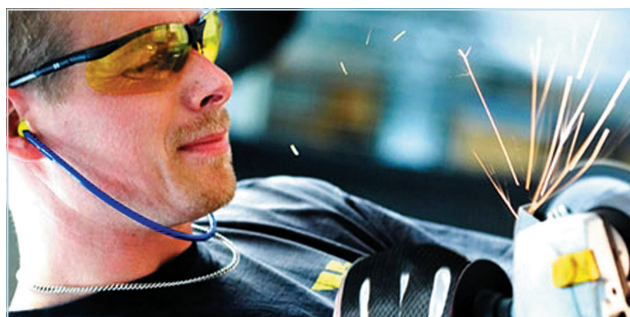


- ♦ ტანსაცმელი კარგ მდგომარეობაში უნდა იყოს;
- ♦ პერანგის სახელოები ან აიკეცეთ, ან დაამაგრეთ ღილებით;
- ♦ პერანგი ჩატანებული უნდა იყოს შარვალში;
- ♦ შეარჩიეთ ისეთი შარვალი, რომელსაც არა აქვს გადასაკეცი ბოლოები. თუ შარვალს გადასაკეცი ბოლოები აქვს, ჩამოუშვით ისინი;
- ♦ არ ატაროთ მოკლე შარვალი;
- ♦ ატარეთ ფოლადისწვერიანი, სქელღანჩიანი სამუშაო ფეხსაცმელი ან ჩექმა;
- ♦ სამუშაო ადგილზე ყოველთვის გეხუროთ ჩაფხუტი;
- ♦ ატარეთ დამცავი ხელთათმანები;
- ♦ საშიშ მასალასთან მუშაობისას გაიკეთეთ თვალების დამცავი მოწყობილობა – დამცავი სათვალე ან სახის დამცავი ნიღაბი;
- ♦ გრძელი თმა აიკეცეთ ჩაფხუტის ქვეშ.



იარაღისა და მოწყობილობის უსაფრთხო გამოყენება

- ♦ იარაღის სუფთად და გამართულ მდგომარეობაში შენახვა ამცირებს უბედური შემთხვევის რისკს;
- ♦ გახსოვდეთ, რომ ქაფჩა და სატეხი მჭრელი იარაღებია და მუშაობისას საჭიროა სიფრთხილე, რომ არ დაზიანდეს თქვენ გვერდით მომუშავე ადამიანი;
- ♦ ელექტრომოწყობილობების გამოყენებისას საჭიროა უსაფრთხოების საგანგებო ზომების დაცვა;
- ♦ გამოყენებამდე დარწმუნდით, რომ აღჭურვილობა სუფთაა;



- ♦ დუღაბსარევეთან, ქვასატრელ ხერხთან და სილაჭავლურ აპარატთან მუშაობისას ყოველთვის უნდა გეკეთოთ თვალის დამცავი აღჭურვილობა;
- ♦ გამოიჩინეთ განსაკუთრებული სიფრთხილე ელექტროდუღაბსარევეთან მუშაობისას. დააყენეთ დუღაბსარევი სწორ ადგილას. ჩატვირთვისას არასოდეს შეყოთ ნიჩბის ტარი დუღაბსარევიში;
- ♦ დუღაბსარევიში მასალის ჩატვირ-



თვისას არასოდეს გასწოთ სადულაზე ნიჩაბი გისოსებს მიღმა;

- ◆ ნუ ეცდებით დუღაბსარევის შიგნით შეღწევას როცა ის ჩართულია და მუშაობს;
- ◆ არასოდეს ჩატვირთოთ აპარატში დადგენილ მოცულობაზე მეტი;
- ◆ გამოყენების წინ მყარად დაამაგრეთ მთელი აღჭურვილობა. არასოდეს გამოიყენოთ მცირე ან დიდი ელექტროიარაღები, თუ ისინი არ არიან მყარად დამაგრებული;
- ◆ ქვასაჭრელი ხერხის გამოყენებისას მოარიდეთ ხელი ხერხის მჭრელი ნაწილის მოძრაობის ტრაექტორიას;
- ◆ ელექტროაღჭურვილობის გამოყენებისას დაიცავით მწარმოებლის ინსტრუქცია უსაფრთხო ექსპლუატაციასთან დაკავშირებით;



- ◆ არასოდეს გამოიყენოთ ელექტროიარაღი თუ დაღლილი ხართ ან მიღებული გაქვთ ალკოჰოლი ან ნარკოტიკი;
- ◆ არასოდეს გამოიყენოთ ელექტროხერხი ხის ან მილის პატარ-პატარა ნაწილებად დასახერხად. პატარა ნაწილის მოხერხებისას გასახერხი საგანი კარგად უნდა იყოს დამაგრებული;
- ◆ არასოდეს გამოცვალოთ ხერხის პირი ან ფრეზის კბილი, თუ ელექტროკვების სადენი ქსელიდან არ არის გამორთული. ამომრთველის გათიშვა არ კმარა, რადგან,

შესაძლებელია ის შემთხვევით შეხებით ჩაირთოს;

- ◆ ყოველთვის მიაქციეთ ყურადღება თუ როგორ მუშაობს ესა თუ ის იარაღი, რომ თავიდან აიცილოთ ტრავმა;
- ◆ ყოველთვის გახსოვდეთ იარაღის შესაძლებლობის ზღვარი. ნუ ეცდებით რომელიმე იარაღით იმ სამუშაოს შესრულებას, რომლისთვისაც ის არ არის გამოიზნული;



- ◆ ელექტროიარაღის გამოყენებისას ყოველთვის დაამაგრეთ მცირე ზომის დასამუშავებელი საგნები ჩარხსა ან სხვა სამუშაო ზედაპირზე;
- ◆ არ იმუშაოთ სუსტი განათების დროს;
- ◆ არ გამოიყენოთ ბლაგვი იარაღი. ან გააღესინეთ იგი, ან თვითონ ისწავლეთ მისი გაღესვა;
- ◆ ხერხებისას არ გაამაგროთ დასახერხი საგანი თქვენი ფეხით ან სხეულის სხვა ნაწილის მეშვეობით;
- ◆ არასოდეს ატაროთ ჯიბით მჭრელი და მახვილი იარაღები, როგორცაა დანა, სადგისი და სატეხი. ამ იარაღების ტარება დასაშვებია მხოლოდ სპეციალური ქამრის საშუალებით, რომელსაც აქვს ტყავის ჯიბეები ან კონტეინერები;
- ◆ აკრიფეთ და სათანადოდ შეინახეთ იარაღები;
- ◆ სილაჭავლური აპარატის გამოყენე-

ბისას დაიცავით კანი და სახე სპეციალური ტანსაცმლისა და აღჭურვილობის საშუალებით;

- ♦ არ გამოიყენოთ გაცვეთილი ელექტროსადენი;
- ♦ დარწმუნდით, რომ გზა და სამუშაო ფართობი თავისუფალია რეზინის მიღებისაგან;
- ♦ გამოყენების შემდეგ გაწმინდეთ აღჭურვილობა და მექანიზმები;
- ♦ ელექტროაღჭურვილობას სისტემატურად უნდა ჩაუტარდეს მომსახურება, უნდა შემოწმდეს მათი მუშაობის გამართულობა.



დარწმუნდით, რომ ელექტროაღჭურვილობა დამიწებულია. მოაცილეთ ელექტროსადენი მიწას. არასოდეს ამუშაოთ ელექტროაღჭურვილობა ტენიან პირობებში შესაბამისი დამიწებისა და სათანადო უსაფრთხოების ზომების დაცვის გარეშე.

უსაფრთხოების ნორმები ხარაჩოზე მუშაობისას

ხარაჩოზე მუშაობისას განსაკუთრებული სიფრთხილეა საჭირო. ქვემოთ მოცემული ხარაჩოზე მუშაობის უსაფრთხოების ნორმები აღებულია ამერიკის შეერთებული შტატების ხარაჩოებისა და სამაგრების ინსტიტუტის რეკომენდაციებიდან.



- ♦ გამოყენებამდე შეამოწმეთ აღჭურვილობა;
- ♦ აღჭურვილობა გამართულ მდგომარეობაში უნდა იყოს;
- ♦ რეგულარულად შეამოწმეთ ხარაჩოები, რომ დარწმუნდეთ მათ უსაფრთხოებაში;
- ♦ თუ ეჭვი გეპარებათ ხარაჩოების უსაფრთხოებაში, მიმართეთ მომწოდებელს;
- ♦ სათანადოდ მოაწყვეთ საყრდენი დგარები ხარაჩოებისათვის და გამოიყენეთ საყრდენი ფილები;
- ♦ უსწორმასწორო ზედაპირზე მოსარგებად ხის სოლების ნაცვლად გამოიყენეთ საყენებელი ხრახნები;
- ♦ ხარაჩოს აღმართვისას შევეულასა და თარაზოს მეშვეობით შეამოწმეთ მისი დაყენების სისწორე;

- ◆ საიმედოდ დაამაგრეთ ყველა ჯვარედინი კავშირი. არ აცოცდეთ ამ კავშირებზე;
- ◆ ხარაჩოები სათანადოდ მიამაგრეთ კედელთან ანკერებით, 9-მეტრიანი ინტერვალით სიგრძესა და 7,5-მეტრიანი ინტერვალით სიმაღლეზე;
- ◆ კოშკურის ტიპის გადასატანი ხარაჩო, გადახრის თავიდან ასაცილებლად, უნდა დაამაგროთ;
- ◆ ხარაჩოს ბაქნის ყველა ღია გვერდსა და ბოლოში მოაწვევთ სათანადო მოაჯირები, შუა გადაღობვა და ბორტები;
- ◆ ელექტროგადამცემ ხაზთან ახლოს ხარაჩოს მოწყობამდე მიიღეთ კონსულტაცია ელექტრომომარაგების სამსახურისგან;
- ◆ ხარაჩოზე მუშაობისას არ გამოიყენოთ კიბე ან მსგავსი დანიშნულების თვითნაკეთი მოწყობილობა;
- ◆ დაუშვებელია ხარაჩოს გადატვირთვა ჭარბი წონით;
- ◆ ხარაჩოს ფიცრად გამოიყენეთ მხოლოდ ის მასალა, რომელმაც გაიარა სათანადო შემოწმება და ვარგისია. ფიცარფენილის პირგადადება მინიმუმ 30,5 სმ-ს უნდა შეადგენდეს და საყრდენის ცენტრიდან 15 სმ-ით უნდა იყოს გამოწეული;
- ◆ გადასატანი ხარაჩოს გადაადგილებისას, არ შედგეთ მასზე;
- ◆ ხარაჩოს მოხსნამდე დაამაგრეთ ან მოაცილეთ ბაქანზე არსებული ყველა მასალა და აღჭურვილობა;
- ◆ ყოველთვის, როდესაც ხარაჩო არ მოძრაობს, მისი გორგოლაჭები უნდა დამაგრდეს მუხრუჭებით;
- ◆ ნუ შეეცდებით გადასატანი ხარაჩოს გადაადგილებას სათანადო დახმარების გარეშე;
- ◆ საყენებელი ხრახნები გადასატან ხარაჩოებზე 30,5 სმ-ზე მეტად არ უნდა იყოს გამოშვებული;
- ◆ მოაწვევთ დიაგნოსტური ჰორიზონტალური კავშირები ხარაჩოების ძირთან და საგორავი ზედაპირიდან ყოველ 6 მეტრში;
- ◆ გადასატან ხარაჩოზე კონსოლის გამოყენებისას ყოველთვის გაითვალისწინეთ გადაყირაგების შესაძლებლობა;
- ◆ სამუშაო ბაქნის სიმაღლე მაქსიმუმ ოთხჯერ შეიძლება აღემატებოდეს ამავე ბაქნის საყრდენი ნაწილის მინიმალურ სიგანეს;
- ◆ არ შეიძლება ხარაჩოზე მუშებისა და აღჭურვილობის დასაშვებ წონაზე ოთხჯერ მეტი წონის მოთავსება;
- ◆ ყველა ხარაჩო და დამხმარე აღჭურვილობა უნდა დამონტაჟდეს მწარმოებლის ინსტრუქციის შესაბამისად.

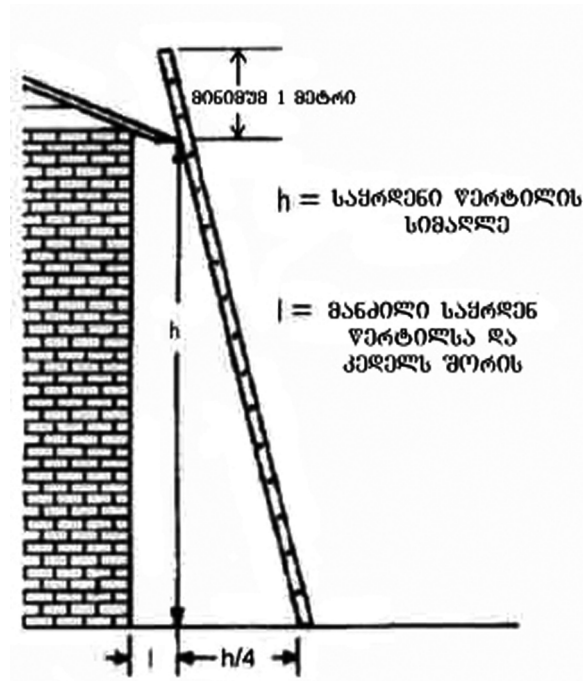
უსაფრთხოების ნორმები კიბეზე მუშაობისას

სამუშაო მოედანზე ხშირად გამოიყენება კიბე. ქვემოთ მოცემული უსაფრთხოების ნორმების დაცვით შესაძლებელია კიბით სარგებლობასთან დაკავშირებული უბედური შემთხვევების თავიდან აცილება.



- ♦ დარწმუნდით, რომ კიბე გამართულ მდგომარეობაშია;
- ♦ მთლიანად კიბე ფეხით მოსიარულეთა და ავტოტრასნპორტის სავალ გზებს;
- ♦ დააყენეთ კიბე მყარ და თანაბარ ზედაპირზე;
- ♦ არ დააყენოთ კიბე სველ ან მოღიპულ ზედაპირზე;

- ♦ დარწმუნდით, რომ კიბის საფეხური, რომელზეც გეგმავთ ასვლას, კიბის ზედა ბოლოდან მინიმუმ 1 მეტრით არის დაშორებული;
- ♦ ყოველთვის მოათავსეთ კიბე სათანადო კუთხით მყარი საყრდენის



მიმართ, რომ თავიდან აიცილოთ მისი დაცურება;

- ♦ არასოდეს დადგეთ კიბის ყველაზე ზედა საფეხურზე;
- ♦ კიბეზე ასვლისას იარაღები აიტანეთ მხარზე გადაკიდებული ჩანთით;



- ♦ თუ მოსალოდნელია კიბის დაცურება, სთხოვეთ ვინმეს მისი ქვემოდან დაჭერა.

შსაფრთხოების ნორმები ქიმიურ ნივთიერებებთან მუშაობისას

თუ აუცილებელია ქიმიური ნივთიერების გამოყენება, გამოიჩინეთ სიფრთხილე მასთან მუშაობისას. ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება, რომელსაც კალატოზი იყენებს, იწვევს დამწვრობას ან მხედველობის დაკარგვას. აქედან გამომდინარე, ძალზე მნიშვნელოვანია ყველა წესის გულდასმით დაცვა. თუ ზუსტად არ იცით, როგორ უნდა მოეპყროთ ამა თუ იმ ქიმიურ ნივთიერებას, ითხოვეთ დახმარება.

ქიმიურ ნივთიერებებთან მუშაობისას აუცილებელია სპეციალური დამცავი აღჭურვილობის ტარება. ქიმიური ნივთიერებისაგან დასაცავად გამოიყენება რეზინის ხელთათმანები, დამცავი სათვალე და დამცავი ტანსაცმელი. ქიმიური ნივთიერების კანზე ან თვალში მოხვედრის შემთხვევაში სასურველია, რომ სამუშაო ადგილთან ახლოს იყოს წყალი. გაეცანით გაწმენდის ღონისძიებებს ქიმიური ნივთიერების დაღვრის შემთხვევაში.

ცემენტი, სამშენებლო ხსნარი ან კირის დუღაბი შეიძლება კანის დამწვრობის მიზეზი გახდეს, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს მტკივნეული იარების წარმოქმნა, ინფექციის შეჭრა და ამპუტაციის საჭიროებაც კი. თუ ზემოაღნიშნული ნივთიერებები თქვენ კანზე მოხვდა, დაუყოვნებლივ ჩამოიბანეთ ღიდი რაოდენობის წყლით.

შსაფრთხოების ნორმები ბეტონთან მუშაობისას

(ამერიკის შეერთებული შტატების პორტლანდცემენტის ასოციაციისაგან)

ქვემოთ მოცემულია პორტლანდ ცემენტთან ან ბეტონთან მომუშავე ყველა ადამიანისათვის სასარგებლო რამდენიმე მარტივი წესი. სამუშაო

ადგილზე განთავსებული უნდა იყოს შესაბამისი გამაფრთხილებელი ნიშნები, რომ მიმდინარეობს სამშენებლო სამუშაოები. უცხო პირთა შემოსვლის აღსაკვეთად გამოიყენება ღობეები, ზღუდეები და გამაფრთხილებელი ნიშნები. სამუშაო ადგილი უნდა იყოს სუფთა და მილაგებული, რათა მინიმუმამდე იქნეს შემცირებული მუშაკის ტრავმის რისკი.

ბაუზრთხილდით თვალუბს

ცემენტთან ან ბეტონთან მუშაობისას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს თვალის სათანადოდ დაცვას. თვალი შეიძლება დააზიანოს მტვერმა, ბეტონის მხეფმა ან სხვა უცხო საგანმა. ზოგიერთი სამუშაოს შესრულებისას მიზანშეწონილია დამცავი ნიღბის ან გვერდითი დამცავი ფირფიტების მქონე სათვალის გამოყენება. გახსოვდეთ, რომ მხედველობა ფასდაუდებელია. დაიცავით თქვენი თავი და თვალები უსაფრთხოების შესაბამისი აღჭურვილობის გამოყენებით და მუშაობის დროს იყავით ფრთხილად.

ბაუზრთხილდით ზურბს

ბეტონის დასამზადებლად საჭირო მსხვილი შემავსებლები, კვიშა და წყალი მცირე მოცულობითაც კი შეიძლება საკმაოდ მძიმე იყოს. მძიმე მასალის აწევისას გამართეთ ზურგი, მოხარეთ ფეხები და ტვირთი მაქსიმალურად ახლოს გეჭირთ სხეულთან. არ მოატრიალოთ წელი ტვირთის აწევის ან გადატანისას. არ დაიზიანოთ ზურგი მძიმე ტვირთის



ტარებით. უმჯობესია, დახმარება ითხოვოთ. იმუშავეთ თავით და არა ზურგით.

მაქსიმალურად გამოიყენეთ მექანიკური აღჭურვილობა და ბეტონი რაც შეიძლება ახლოს მოათავსეთ მისი დასხმის საბოლოო ადგილთან. ღარის, ტუმბოს ან ურიკის საშუალებით ბეტონის მიწოდების შემდეგ ის ნიჩბით უნდა მისწიოთ (და არა ასწიოთ) საბოლოო დანიშნულების ადგილამდე. ბეტონის მოსასწორებლად გამოიყენება მოკლეთარიანი, ოთხკუთხაპირიანი ნიჩბი ან სპეციალური ხელსაწყო. ბეტონის ჰორიზონტალური მოძრაობა (მიწევა) დიდ მანძილზე ზედმეტ ძალისხმევას ითხოვს და შეიძლება ასევე გამოიწვიოს ბეტონის კომპონენტების განშრევა.

მოერიდეთ მოქმედებას, რომელიც იწვევს მტვრის ჰაერში მოხვედრას. საერთო ან ადგილობრივი ვენტილაციის მეშვეობით შესაძლებელია ჰაერში მტვრის შემცველობის დასაშვები ნორმის ფარგლებში შენარჩუნება. გამოიყენეთ რესპირატორი ცუდი ვენტილაციის პირობებში, იქ, სადაც ჰაერში მტვრის შემცველობა დასაშვებ ნორმაზე მაღალია ან თუ მტვერი იწვევს დისკომფორტსა და გაღიზიანებას. მოერიდეთ მტვრიან გარემოში დიდხანს ყოფნას.

ბაზუზოთხილდით კანს

ახალდასხმულ ბეტონთან მუშაობისას საჭიროა სიფრთხილე, რათა თავიდან აიცილოთ კანის გაღიზიანება ან ქიმიური დამწვრობა. კანის, თვალისა და ტანსაცმლის ახალდასხმულ ბეტონთან ხანგრძლივმა კონტაქტმა შეიძლება გამოიწვიოს საკმაოდ მძიმე, მათ შორის მესამე ხარისხის დამწვრობა. თუ გაღიზიანება დიდი ხნის განმავლობაში არ მოშუშდა, მიმართეთ ექიმს. თუ კანის დამწვრობა ღრმაა ან ვრცელი, დაუყოვნებლივ ითხოვეთ სამედიცინო დახმარება.

ახალდასხმული ბეტონის კანზე ზემოქმედების ძირითადი ფაქტორებია:

ქვიშამ, რომელიც შედის ახალდასხმული ბეტონის შედგენილობაში შეიძლება გამოიწვიოს დაუცველი კანის გახეხვა.

ცემენტი და პორტლანდცემენტი არის ტუტე ბუნების, შესაბამისად, სველი კაუსტიკური ბეტონი და სხვა ცემენტის ნარეგები ძლიერი ფუძეებია (pH 12 – 13). ძლიერი ფუძე ძლიერი მჟავას მსგავსად აზიანებს და წვავს კანს.

სწრაფად მყარებადი პორტლანდცემენტი ჰიგროსკოპიულია. ის წყალს იწოვს. ფაქტობრივად პორტლანდცემენტს გამყარებისათვის წყალი სჭირდება. ის წყალს იწოვს ნებისმიერი მასალიდან, რომელსაც ეხება, მათ შორის კანიდანაც.

დამცავი ტანსაცმელი არ უნდა გაიჟღინთოს ახალდასხმული ბეტონის სისველით, რადგან გაჟღენთილი ტანსაცმელი ტუტე ან ჰიგროსკოპიულ ზემოქმედებას ახდენს კანზე.

უნდა გეკეთოთ წყალგაუმტარი ხელთათმანი, გეცვათ გრძელი სახელოებიანი პერანგი და გრძელი შარვალი. თუ მუშაობისას აუცილებელია ახალდასხმულ ბეტონში დგომა მისი გადაადგილების ან მოსწორებისას, ჩაიცვით



მაღალყელიანი რეზინის ჩექმა, რომ მასში ბეტონმა არ შეაღწიოს.

კანის გაღიზიანების თავიდან აცილების საუკეთესო საშუალებაა ხელის ხშირად დაბანა pH ნეიტრალური საპნითა და სუფთა წყლით.

ბეტონის დასხმა და გამოყვანა

ბეტონის გამოყვანის დროს სხეულის დაცვის მიზნით ახალდასხმული ბეტონის ზედაპირსა და მუხლებს, იდაყვებს, ხელებს და ა.შ. შორის მოთავსებული უნდა იყოს წყალგაუმტარი სადებები. ახალდასხმული ბეტონის თვალეტან ან კანთან კონტაქტის შემთხვევაში გულდასმით ჩამოიბანეთ ბეტონი სუფთა წყლით. ახალდასხმული ბეტონით გაუდენილი ტანსაცმელი დაუყოვნებლივ უნდა გაავლოთ სუფთა წყალში, რადგან დაუშვებელია კანთან მისი ხანგრძლივი კონტაქტი. ხანგრძლივი ან მწვავე უსიამოვნო სიმპტომების შემთხვევაში მიმართეთ ექიმს.

ახალდასხმულ ბეტონთან მუშაობისას ყოველი სამუშაო დღის დასაწყისში ჩაიცვით სუფთა ტანსაცმელი, დღის ბოლოს მიიღეთ შხაპი ან აბაზანა.



სველ (გაუმყარებელ) ბეტონთან, სამშენებლო ხსნართან, ცემენტთან ან ცემენტის ნარევთან კონტაქტმა შესაძლებელია გამოიწვიოს **კანის გაღიზიანება, მძიმე (მესამე ხარისხის) ქიმიური დამწვრობა ან თვალის სერიოზული დაზიანება**. ამ მასალებთან ხშირი კონტაქტი შეიძლება გახდეს გაღიზიანების და/ან ალერგიული დერმატიტის მიზეზი. ამგვარ მასალებთან მუშაობისას გაიკეთეთ წყალგაუმტარი სათვალე ან თვალის სათანადო დამცავი აღჭურვილობა, ჩაიცვით გრძელსახელოებიანი პერანგი და გრძელი შარვალი. თუ აუცილებელია სველ ბეტონში დგომა, გამოიყენეთ მაღალყელიანი წყალგაუმტარი ჩექმა, რომელშიც ბეტონი ვერ შეაღწევს. დაუყოვნებლივ ჩამოიბანეთ კანიდან სველი ბეტონი, სამშენებლო ხსნარი ან ცემენტის ნარევი. ამ მასალების თვალში მოხვედრის შემთხვევაში დაუყოვნებლივ ჩამოიბანეთ თვალი სუფთა წყლით. აღნიშნულ მასალებთან

ტანსაცმლის საშუალებით არაპირდაპირი კონტაქტი ისევე საშიშია, როგორც უშუალო. აქედან გამომდინარე, ტანსაცმლიდან დაუყოვნებლივ უნდა ჩამორეცხოთ სველი ბეტონი, სამშენებლო ხსნარი, ცემენტი ან ცემენტის ნარევი. ხანგრძლივი ან მწვავე სიმპტომების შემთხვევაში მიმართეთ ექიმს.

უსაფრთხოების ნორმები არმატურის გამოშვებრილ ღეროებთან მუშაობისას

არმატურის გამოშვებრილ ღეროებთან მუშაობა სახიფათოა და ყველამ, ვინც ასეთ ადგილას მუშაობს, უნდა დაიცვას უსაფრთხოების ნორმები.



ძაბვის ქვეშ მყოფ სადენებთან მუშაობისას გრძელტარიანი საგლეხის ტარი დამზადებული უნდა იყოს საიზოლაციო მასალისაგან ან დაფარული უნდა იყოს საიზოლაციო საფარით, ელექტროდენით დაზიანების თავიდან ასაცილებლად.

არმატურის წვეტიან ბოლოზე წამოგების რისკის თავიდან ასაცილებლად დაუშვებელია მუშაობა ვერტიკალურად გამოშვებრილი არმატურის ღეროების ზემოთ, თუ ღეროების ბოლოები არ არის საცმებით დაფარული. არმატურის ღეროები დაფარული უნდა იყოს საცმებით, ხის ფიცრებით ან სხვა მსგავსი მოწყობილობებით.

არმატურის ღეროებზე შემთხვევით წამოგების საფრთხისაგან თანამშრომელთა და უცხო პირთა დასაცავად, არმატურის გამოშვებული ბოლოები ან უნდა გადაიდუნოს, ან უნდა დაიფაროს სპეციალური ფოლადით დაარმატურებული პლასტმასით, რომელსაც ფირფიტის ფორმის საცმს უწოდებენ. დაუშვებელია მუშაობა ღეროების ბოლოების ამ ან რაიმე სხვა სახის აღჭურვილობით დაფარვის გარეშე. სოკოს ფორმის საცმის საშუალებით შესაძლებელია ნაკაწრებისა და სხვა მცირე დაზიანებების თავიდან აცილება, მაგრამ ამ ფორმის საცმი ვერ დაგიცავთ არმატურის ღეროებზე შემთხვევით წამოგების საფრთხისაგან.



ელექტრო- ან მბრუნავი სახეხი აპარატის გამოყენებისას საკონტროლო ამომრთველმა ავტომატურად უნდა გათიშოს ძაბვა, როდესაც ოპერატორი ხელს მოაცილებს სახელურს. არ გამოიყენოთ სამაგრი ან რაიმე სხვა საგანი ამომრთველის ფუნქციონირების დარღვევის მიზნით.

პირველადი დახმარება

თუ სამუშაო ადგილზე ვინმე დაზიანდა, მას დაუყოვნებლივ უნდა გაუწიონ დახმარება. რეკომენდებულია, რომ ყველა მუშაკმა გაიაროს პირველადი დახმარების კურსი.



თუ მუშის კანზე მოხვდა ისეთი ქიმიური ნივთიერება, როგორიცაა კირი, სამშენებლო ხსნარი ან ცემენტი, აუცილებელია მათი დაუყოვნებლივ ჩამოხანა. ქიმიური ნივთიერების თვალ-

ში მოხვედრის შემთხვევაში, საჭიროა თვალის გამორეცხვა სუფთა წყლით. შემდეგ დაზიანებული სასწრაფოდ უნდა წაიყვანონ ექიმთან.

ელექტრობასთან დაკავშირებული უბედური შემთხვევისას ხელით არ შეეხოთ დაზიანებულს. უპირველეს ყოვლისა, გათიშეთ ელექტრობა. თუ ელექტრობას ვერ თიშავთ, გამოიყენეთ მშრალი ხის ნაჭერი.

დარწმუნდით, რომ სამშენებლო მოედანზე არის პირველადი სამედიცინო დახმარების კომპლექტი. დაადგინეთ მისი მდებარეობა მანამ, სანამ მოხდება უბედური შემთხვევა. გახსოვდეთ პირველი დახმარების კომპლექტის ადგილმდებარეობა და დარწმუნდით, რომ ის შეიცავს სათანადო წამლებსა და საშუალებებს.

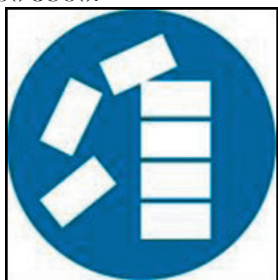


პირველადი დახმარების შესახებ დამატებითი ინფორმაციისათვის შეგიძლიათ მიმართოთ საქართველოს წითელი ჯვრის საზოგადოებას შემდეგ მისამართზე:

კახიძის ქუჩა №15, საქართველო, თბილისი, 1002,
ტელეფონი: +995 32 961092

საერთაშორისო გამაფრთხილებელი ნიშნები

შეისწავლეთ ყველა გამაფრთხილებელი ნიშანი.



დააღაგეთ სწორად



ფრთხილად ასწიეთ
სიმძიმე



არ მოსწიოთ



არ გამოიყენოთ კიბე



ჩაყარეთ ნაგავი



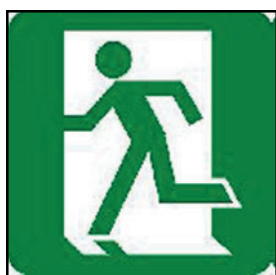
უნდა გადამუშავდეს



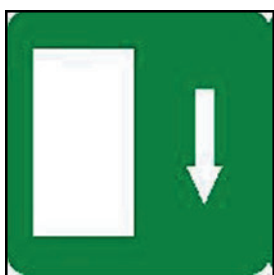
სიარული არ შეიძლება



გამორთეთ მობილური
ტელეფონი



გასასვლელი



ლიფტი



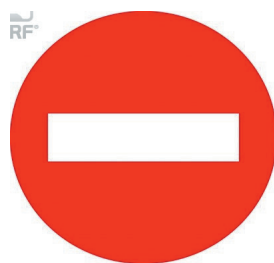
ფრთხილად



ფრთხილად, უსწორმას-
წორო ზედაპირია



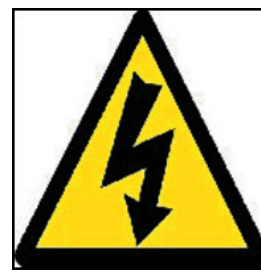
საგზაო სამუშაოები



შესვლა აკრძალულია



ფრთხილად, არ დაეცეთ



სდექ, მაღალი ძაბვაა



ცეცხლსაქრობი



წყლის რეზინის მილი



სახიფათოა
სიცოცხლისათვის



ადგილი სატვირთო
სამუშაოებისათვის

გავლილი მასალის გამეორება

პასუხები დაწერეთ ცალკე ფურცელზე. სახელმძღვანელოში არ ჩაწერთ სწორია თუ მცდარი

1. პროფესიის ათვისებისას უსაფრთხოების ტექნიკის შესწავლა ისევე მნიშვნელოვანია, როგორც იარაღების გამოყენების ცოდნა.
2. გარკვეულ შემთხვევებში დასაშვებია სამშენებლო მოედანზე ჩაფხუტის გარეშე ყოფნა.
3. სპორტული ფეხსაცმელი საუკეთესოა სამშენებლო მოედანზე სატარებლად.
4. როგორც კი პირველად გახვალთ სამშენებლო მოედანზე, დაადგინეთ, სად ინახება პირველი სამედიცინო დახმარების კომპლექტი.
5. საშიშ ქიმიურ ნივთიერებასთან კონტაქტის შემთხვევაში, სუფთა წყლით გამოირეცხეთ თვალები და ჩამოიბანეთ კანი.
6. სამუშაო ადგილზე დაიცავით სისუფთავე უბედური შემთხვევის თავიდან ასაცილებლად.
7. მინიმუმ თვეში ერთხელ გაწმინდეთ თქვენი სამუშაო იარაღები.
8. მძიმე ტვირთის აწევისას დატვირთვა უნდა მოდიოდეს ფეხებზე და არა ზურგზე.
9. დასაშვებია ხარაჩოებზე კიბის გამოყენება, თუ ის სათანადოდ არის დამაგრებული.
10. არ იღუღვოთ გაცვეთილი ელექტროსადენების თაობაზე.

მოკლე პასუხები

1. ხარაჩო უნდა უძლებდეს მუშებისა და მასალების სავარაუდო წონაზე ----- ჯერ მეტ წონას.
2. რატომაა დაუშვებელი სამშენებლო მოედანზე ძიძგილაობა და ხელის კვრა?



სამშენებლო მათემატიკა და მისი გამოყენება

ამ თავის დასრულების შემდეგ თქვენ შეძლებთ: არაწესიერი წილადებისა და შერეული რიცხვების ურთიერთგარდაქმნას; ათწილადების შეკრებას, გამოკლებას, გამრავლებასა და გაყოფას; სხვადასხვა გეომეტრიული ზედაპირის ფართობისა და სხეულის მოცულობის გამოთვლას და მათემატიკის დაკავშირებას სამშენებლო პრობლემებთან.

მშენებლობაზე დასაქმებულ სხვადასხვა სპეციალისტის მუშებს ხშირად სჭირდებათ გამოთვლების ჩატარება. ამ თავში, რომელიც შეეხება მშენებლობაზე ორიენტირებულ გამოთვლებს, მოცემულია მოქმედებები წილადებისა და ათწილადებზე.

წილადი

წილადი ჩაიწერება ერთი რიცხვის მეორის ზემოთ განთავსებით, როგორც მაგალითად $\frac{2}{4}$. ქვედა რიცხვს (4) ეწოდება **მნიშვნელი**. ის აღნიშნავს იმ ტოლ ნაწილთა რაოდენობას, რამდენადაც დაყოფილია ერთეული – ერთი მთელი. ზედა რიცხვს (2) ეწოდება **მრიცხველი**. ის აღნიშნავს აღებულ ტოლ ნაწილთა რაოდენობას. $\frac{2}{4}$

გვიჩვენებს, რომ $\frac{1}{2}$ მთელის ოთხი ნაწილიდან აღებულია ორი.

წესიერი წილადი $\frac{1}{3}$ არის წილადი,

რომელშიც მრიცხველი ნაკლებია

მნიშვნელზე, მაგალითად, $\frac{4}{16}$ ან $\frac{4}{5}$. **არაწესიერი წილადი** არის წილადი, რომელშიც მრიცხველი მეტია მნიშვნელზე, მაგალითად, $\frac{5}{4}$ ან $\frac{19}{16}$. შერეული რიცხვი არის ისეთი რიცხვი რომელიც მოიცავს მთელ რიცხვსა და

წესიერ წილადს, მაგალითად, $1\frac{1}{2}$, $3\frac{5}{8}$ ან $6\frac{4}{5}$. წესიერი წილადი არის რიცხვი ნულსა და ერთს შორის. არაწესიერი წილადი და შერეული რიცხვი კი ერთზე მეტია.

მოქმედება წილადებზე

- მთელი რიცხვი შეიძლება შეიცვალოს წილადით მნიშვნელისა და მრიცხველის ერთსა და იმავე რიცხვზე გამრავლებით.

მაგალითი: შეცვალე 6 (მთელი რიცხვი) მეოთხედებით.

$$\frac{6}{1} \times \frac{4}{4} = \frac{24}{4}$$

თითოეული მთელი ერთეული შეიცავს 4 მეოთხედს.

ექვსი მთელი შეიცავს 6×4 მეოთხედს ანუ 24 მეოთხედს. რიცხვი არ იცვლება.

- შერეული რიცხვი შეიძლება შეიცვალოს წილადით, მთელი რიცხვის წილადით შეცვლით, რომლის მნიშვნელიც იგივეა, რაც წილადური ნაწილისა და, შემდეგ, ორი წილადის შეკრებით.

მაგალითი: გარდაქმნით $3\frac{5}{8}$ არაწესიერ წილადად.

$$3\frac{5}{8} = (3/1 \times 8/8) + 5/8 = 24/8 + 5/8 = 29/8$$

სამი ერთეული შეიცავს 3×8 მერვედს ანუ 24 მერვედს.

შერეული რიცხვის $\frac{5}{8}$ ნაწილისა და $\frac{24}{8}$ -ის შეკრებით მივიღებთ $\frac{29}{8}$ -ს.

- არაწესიერი წილადი მრიცხველის მნიშვნელზე გაყოფით შეიძლება გარდაქმნათ მთელ ან შერეულ რიცხვად:

მაგალითი: $\frac{17}{4} = 17$ გაყოფილი 4-ზე = $4\frac{1}{4}$.

წილადი შეიძლება შეიკვეცოს ერთსა და იმავე რიცხვზე (უდიდეს საერთო გამყოფზე) გაყოფით:

მაგალითი: $\frac{6}{8} = \frac{6 \text{ გაყოფილი } 2\text{-ზე}}{8 \text{ გაყოფილი } 2\text{-ზე}} = \frac{3}{4}$

წილადის მნიშვნელობა არ იცვლება მრიცხველისა და მნიშვნელის ერთსა და იმავე რიცხვზე გაყოფით, ვინაიდან ეს იგივეა, რაც 1-ზე გაყოფა.

- წილადის მრიცხველისა და მნიშვნელის რიცხობრივი მაჩვენებელი შეიძლება გაიზარდოს მრიცხველისა და მნიშვნელის ერთსა და იმავე რიცხვზე გამრავლებით.

მაგალითი: $5/8 = \frac{5 \times 2}{8 \times 2} = 10/16$

წილადის მნიშვნელობა არ იცვლება მრიცხველისა და მნიშვნელის ერთსა და იმავე რიცხვზე გამრავლებით. 3

წილადების შეკრება

წილადების შეკრებისათვის მათი მნიშვნელები ერთი და იგივე უნდა იყოს.

მაგალითი: $5/16 + 3/8 + 11/32 = ?$

უმცირესი საერთო ჯერადი (უსჯ) რომელიც ამ მნიშვნელებზე შეიძლება გაიყოს, არის 32. წილადები ისე გარდაქმნით, რომ მათი მნიშვნელი იყოს 32:

$$5/16 \times 2/2 = 10/32$$

$$3/8 \times 4/4 = 12/32$$

ახლა, როდესაც წილადებს ერთი და იგივე მნიშვნელი აქვს, შეკრიბეთ მათი მრიცხველები. საერთო მნიშვნელი იგივე რჩება:

$$10/32 + 12/32 + 11/32 = 33/32$$

რადგან $33/32$ არაწესიერი წილადია, საჭიროა მისი გარდაქმნა შერეულ რიცხვად:

$$33/32 = 1 \frac{1}{32}$$

სამარჯიშო:

შეკრიბეთ წილადები. პასუხი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

$$1. \quad 3/4 + 1/8 + 1/2 =$$

$$2. \quad 7/8 + 3/16 =$$

$$3. \quad 5/12 + 3/8 + 3/4 =$$

$$4. \quad 3/10 + 8 \frac{1}{2} =$$

$$5. \quad 7/16 + 3/32 + \frac{1}{4} =$$

$$6. \quad 1 \frac{3}{4} + 7/8 + 1 \frac{1}{16} =$$

$$7. \quad 5/32 + 7/64 + 7/8 =$$

$$8. \quad 5 \frac{1}{5} + 3/10 + 9/10 + 1/20 =$$

$$9. \quad 4 \frac{5}{8} + 20 \frac{7}{32} =$$

$$10. \quad 3/8 + 1 \frac{1}{2} + 7/16 + 7/8 =$$

წილადების გამოკლება

წილადების გამოკლებისთვის მათი მნიშვნელები ერთი და იგივე უნდა იყოს.

მაგალითი: $3/4 - 5/16 = ?$

უმცირესი საერთო ჯერადი (უსჯ) რომელიც ამ მნიშვნელებზე შეიძლება გაიყოს, არის 16. გარდაქმნით $3/4$ ისე, რომ მისი მნიშვნელი იყოს 16:

$$3/4 \times 4/4 = 12/16$$

გამოაკელით ერთმანეთს მრიცხველები. საერთო მნიშვნელი იგივე რჩება:

$$12/16 - 5/16 = 7/16$$



სავარჯიშო:

გამოაკელით ერთმანეთს შემდეგი წილადები. პასუხი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

1. $3/8 - 1/4 =$
2. $12 \frac{1}{16} - 8 \frac{1}{2} =$
3. $\frac{3}{4} - 5/16 =$
4. $10 \frac{3}{8} - 7 \frac{3}{32} =$
5. $5 - 2 \frac{3}{8} =$
6. $12 \frac{1}{16} - 8 \frac{1}{2} =$
7. $4 \frac{1}{4} - 3 \frac{1}{16} =$
8. $20 \frac{7}{8} - 11 \frac{3}{64} =$
9. $1 \frac{7}{8} - 13/16 =$
10. $15 \frac{5}{8} - 5 \frac{1}{2} =$

წილადების გამრავლება

წილადების გამრავლება შეიძლება შემდეგნაირად:

- შეცვალეთ ყველა შერეული რიცხვი არაწესიერი წილადით.
- გადაამრავლეთ მრიცხველები პასუხის მრიცხველის მისაღებად.
- გადაამრავლეთ მნიშვნელები პასუხის მნიშვნელის მისაღებად.
- წილადი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

მაგალითი:

$$\begin{aligned} 1/2 \times 3 \frac{1}{8} \times 4 &= ? \\ 1/2 \times 25/8 \times 4/1 &= 100/16 \\ 100/16 &= 6 \frac{4}{16} = 6 \frac{1}{4} \end{aligned}$$

სავარჯიშო:

გადაამრავლეთ ერთმანეთზე შემდეგი წილადები. პასუხი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

1. $3/4 \times 1/2 =$
2. $2 \frac{5}{8} \times 1/4 =$
3. $7/8 \times 5 =$
4. $6 \frac{3}{4} \times 1/3 =$
5. $12 \frac{1}{2} \times 1/2 =$
6. $4 \frac{3}{4} \times 1/2 \times 1/8 =$
7. $16 \times 3/4 =$
8. $9 \frac{5}{8} \times 1/2 =$
9. $10 \times 4/5 =$
10. $14/3 \times 6 =$

წილადების გაყოფა

წილადების გაყოფა შეიძლება შემდეგნაირად:

- შეცვალეთ ყველა შერეული რიცხვი არაწესიერი წილადით.
- გასაყოფი გაამრავლეთ გამყოფის შებრუნებულ (მოაბრიალეთ ზემოდან ქვემოთ) რიცხვზე.
- პასუხი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

მაგალითი:

$$\begin{aligned} 5 \frac{1}{4} \div 1 \frac{1}{2} &= ? \\ 21/4 \div 3/2 &= \\ 21/4 \times 2/3 &= 42/12 \\ 42/12 &= 3 \frac{6}{12} = 3 \frac{1}{2} \end{aligned}$$

სავარჯიშო:

გაყავით ერთმანეთზე შემდეგი წილადები. პასუხები გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

1. $2 \frac{3}{4} \div 6 =$
2. $12 \div 3/4 =$
3. $16 \frac{1}{8} \div 2 =$
4. $8 \frac{2}{3} \div 1/3 =$
5. $16 \frac{1}{4} \div 20 =$
6. $7/8 \div 7/16 =$
7. $15 \div 1 \frac{1}{4} =$
8. $21 \div 3 \frac{1}{8} =$
9. $5 \frac{1}{4} \div 3/8 =$
10. $3 \frac{5}{8} \div 2 =$

ათწილადი

ათწილადის მნიშვნელი არის 10 ან 10-ის ჯერადი (100, 1000, და ა.შ.). როდესაც ათწილადს წერო, გამოტოვეთ მნიშვნელი და ათწილადი ნიშანი მოათავსეთ მრიცხველში.

- $3/10$ ჩაიწერება ასე: 0,3 (სამი მეათედ);
- $87/100$ ჩაიწერება ასე: 0,87 (ოთხმოცდაშვიდი მეასედი);

- 375/1000 ჩაიწერება ასე: 0,375 (სამას სამოცდათხუთმეტი მეათასედი);
- 4375/10000 ჩაიწერება ასე: 0,4375 (ოთხი ათას სამას სამოცდათხუთმეტი მეათასედი);

მთელი რიცხვები იწერება ათწილადი ნიშნის მარცხნივ, წილადი ნაწილები კი - მარჯვნივ: 5253/1000 ასე ჩაიწერება: 5,253 (ხუთი და ორას ორმოცდაცამეტი მეათასედი).

ათწილადების შეკრება და გამოკლება

ათწილადების შეკრება და გამოკლება იმავე წესით ხდება, როგორც მთელი რიცხვებისა. თუმცა ათწილადების შემთხვევაში ათწილადი ნიშნები ერთ ვერტიკალზე უნდა განთავსდეს.

მაგალითი:

შეკრება:	გამოკლება:
7,3125	8,625
1,25	<u>-2,25</u>
0,625	6,375
+ <u>3,375</u>	
12,5625	

ათწილადი ნიშანი ჯამში ან სხვაობაში (პასუხში) მოთავსებულია პირდაპირ შესაკრებლების ან საკლებ-მაკლების ათწილადი ნიშნის ქვემოთ.

შეასრულეთ ათწილადების შეკრება და გამოკლება

შეკრება:

1. $4,5625 + 0,875 + 2,75 + 5,8137 =$
2. $1,9375 + 3,25 + 0,375 =$
3. $7,0625 + 0,125 + 8,0 =$
4. $11,342 + 16,17 + 0,4207 =$
5. $0,832 + 0,4375 + 0,27 =$

გამოკლება:

6. $27,9375 - 16,937 =$
7. $3,306 - 1,875 =$
8. $4,0 - 0,0625 =$
9. $10 - 0,75 =$
10. $2,25 - 1,125 =$

ათწილადების გამრავლება

ათწილადების გამრავლება ხდება იმავე წესით, როგორც მთელი რიცხვებისა. ათწილადი ნიშნები უგულებელყოფილია გამრავლების დასრულებამდე. ნამრავლში მარჯვნიდან ათწილადი ნიშნით იმდენი ციფრი (თანრიგი) გამოყავით, რამდენი ციფრიც (თანრიგი) მდებარეობს ათწილადი ნიშნის მარჯვნივ ორივე თანამამრავლში ერთად. ნამრავლში ციფრების (თანრიგების) რაოდენობის ათვლა დაიწყეთ მარჯვნიდან.

მაგალითი:

$$\begin{array}{r} 6,25 \\ \times 1,5 \text{ (3 თანრიგი თანამამრავლებში)} \\ \hline 9,375 \text{ (3 თანრიგი)} \end{array}$$

შეასრულეთ ათწილადების გამრავლება

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. $\begin{array}{r} 4,825 \\ \times 1,75 \\ \hline \end{array}$ | 2. $\begin{array}{r} 12,05 \\ \times 4,124 \\ \hline \end{array}$ | 3. $\begin{array}{r} 167 \\ \times 0,25 \\ \hline \end{array}$ | 4. $\begin{array}{r} 0,838 \\ \times 5,9 \\ \hline \end{array}$ |
| 5. $\begin{array}{r} 65,96 \\ \times 0,37 \\ \hline \end{array}$ | 6. $\begin{array}{r} 0,375 \\ \times 6 \\ \hline \end{array}$ | 7. $\begin{array}{r} 4,95 \\ \times 1,35 \\ \hline \end{array}$ | 8. $\begin{array}{r} 3,75 \\ \times 100 \\ \hline \end{array}$ |

ათწილადების გაყოფა

ათწილადების გაყოფა იმავე წესით ხდება, როგორც მთელი რიცხვებისა, ოღონდ ათწილადი ნიშანი პასუხში სათანადოდ უნდა განთავსდეს.

მაგალითი: $26 \div 6.5 = 4.0$

განყოფში ათწილადი ნიშნის მდებარეობის განსაზღვრისათვის დათვალეთ გამყოფში ათწილადი ნიშნის მარჯვნივ მდებარე ციფრების რაოდენობა. ციფრების (თანრიგების) ამ რაოდენობით გასაყოფში გადაადგილეთ ათწილადი ნიშანი მარჯვნიდან მარცხნივ და დასვით პირდაპირ პასუხის ზემოთ.

მაგალითი:

$$36,5032 \div 4,12 = ?$$

გამყოფი $\longrightarrow$ $4,12 \overline{) 36,5032}$ $\longleftarrow$ განყოფი

1. გადაადგილეთ გამყოფის ათწილადი ნიშანი მარჯვენა ბოლოში:

გამყოფი $\longrightarrow$ $412, \overline{) 3650,32}$ $\longleftarrow$ განყოფი

$$\begin{array}{r} -3296 \\ 3543 \\ -3296 \\ 2472 \\ -2472 \\ 0 \end{array}$$

2. გადაადგილეთ გასაყოფის ათწილადი ნიშანი თანრიგის იმავე რაოდენობით, როგორც ეს გაკეთდა გამყოფში.

3. პასუხში ათწილადი ნიშანი არის გასაყოფში ახლად დასმული ათწილადი ნიშნის პირდაპირ ზემოთ.

შეასრულეთ ათწილადების გაყოფა

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. $9,45 \div 2,7 =$ | 6. $25924,64 \div 31,6 =$ |
| 2. $7,9392 \div 0,96 =$ | 7. $331,266 \div 80,6 =$ |
| 3. $654,5 \div 35 =$ | 8. $821,7 \div 83 =$ |
| 4. $172 \div 2,4 =$ | 9. $4401,25 \div 503 =$ |
| 5. $1386,0 \div 1,65 =$ | 10. $2585,52 \div 26,6 =$ |

წილადის გარდაქმნა ათწილადად

წესიერი წილადი შეიძლება გარდაიქმნას ათწილადად მრიცხველისათვის ერთი ან რამდენიმე ნულის დამატებისა და მისი მნიშვნელზე გაყოფის შედეგად. ამრიგად, წილადი $\frac{3}{4}$ შეიძლება გარდაიქმნას ათწილადად $3,00$ -ის გაყოფით 4 -ზე. პასუხი არის $0,75$. ამიტომ, $0,75$ ტოლია $\frac{3}{4}$ - ის.

როდესაც გაყოფა უნაშთოდ ვერ სრულდება, გაყოფა გრძელდება საჭიროების შესაბამისად. მაგალითად, წილადი $\frac{1}{3}$ გარდაიქმნება ათწილადად $1,000$ -ის გაყოფით 3 -ზე. პასუხი არის $0,333...$

როდესაც შერეული რიცხვი, მაგალითად $3 \frac{1}{2}$ უნდა ჩაიწეროს ათწილადის სახით, შერეული რიცხვი ჯერ უნდა გარდაიქმნას წილადად ($3 \frac{1}{2} = \frac{7}{2}$ და შემდეგ უნდა შევასრულოთ გაყოფა ქვემოთ ნაჩვენები სახით:

$$\begin{array}{r} 3,50 \\ 2 \overline{)7,00} \\ \underline{6} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 00 \\ \underline{0} \\ 0 \end{array}$$

მაგალითი:

1. რა იქნება მუშის შრომის ღირებულება $12 \frac{3}{4}$ მ³ ყოველ კუბის დაწყოებისას თუ 1 მ³ ყოველ კუბის დასაწყობად შრომის ღირებულებაა \$9.50?

პასუხი: $12 \frac{3}{4} = 12,75$

$$12,75 \times \$9,50 = \$121,13$$

2. რა იქნება $24 \frac{1}{4}$ მ³ ყრილის მოწყობის ფასი თუ 1 მ³ ღირს \$2.25?

პასუხი: $24 \frac{1}{4} = 24,25$

$$24,25 \times \$2,25 = \$54,56$$

წილად-ათწილადის იგივეურობა

წილადი	ათწილადი
$\frac{1}{16}$	0,0625
$\frac{1}{8}$	0,1250
$\frac{1}{6}$	0,1600
$\frac{3}{16}$	0,1875
$\frac{1}{4}$	0,2500
$\frac{5}{16}$	0,3125
$\frac{1}{3}$	0,3333
$\frac{3}{8}$	0,3750
$\frac{7}{16}$	0,4375
$\frac{1}{2}$	0,5000
$\frac{9}{16}$	0,5625
$\frac{5}{8}$	0,6250
$\frac{2}{3}$	0,6667
$\frac{11}{16}$	0,6875
$\frac{3}{4}$	0,7500
$\frac{13}{16}$	0,8125
$\frac{5}{6}$	0,8300
$\frac{7}{8}$	0,8750
$\frac{15}{16}$	0,9375

ათწილადის გარდაქმნა წილადად

ათწილადი შეიძლება ჩაგწეროს ჩვეულებრივი წილადის სახით, რომლის მრიცხველი იქნება ეს ათწილადი დაწერილი ათწილადი ნიშნის გარეშე, ხოლო მნიშვნელში დაიწერება "1" და იმდენი ნული, რამდენი თანრიგიც არის ათწილადში ათწილადი ნიშნის მარჯვნივ. ამრიგად, $0,125$ შეიძლება შეიცვალოს წილადით $\frac{125}{1000}$ -ის 1000 -ის ზემოთ დაწერით $\frac{125}{1000}$. შეკვეცის შემდეგ, $\frac{125}{1000}$ ტოლია $\frac{1}{8}$.

მაგალითი:

1. $0,375=375/1000=3/8$
2. $0,750=750/1000=3/4$
3. $0,625=625/1000=5/8$
4. $0,8300=8300/10000=5/6$

პროცენტი და სარგებელი

პროცენტი არის რიცხვი, რომელიც გამოიყენება ასის ნაწილების აღსანიშნავად. სარგებელი პროცენტის ტიპია. სარგებელი არის ფულის გასესხების შედეგად მიღებული მოგება.

პროცენტი

პროცენტი აღინიშნება % სიმბოლოთი. მაგალითად, რიცხვის 3% არის რიცხვის სამი მეასედი. ის შეიძლება აღინიშნოს, როგორც $3/100$, $0,03$, ან 3%.

პროცენტის განსაზღვრა ხდება გამრავლებით. პასუხი უნდა ჩაიწეროს ათწილადის სახით ($0,03$). თუ გვინდა განსაზღვროთ 1452-ის 4%, მაშინ 1452 უნდა გავამრავლოთ $0,04$ -ზე. პასუხი ანუ შედეგი არის 58,08. როდესაც ამოცანების ამოხსნამდე ისწავლეთ შემდეგი გარდაქმნები:

1. $0,25 = 25\%$
2. $0,75 = 75\%$
3. $0,2 = 20\%$
4. $0,7 = 70\%$
5. $0,364 = 36,4\%$
6. $0,5748 = 57,48\%$

სარგებელი

სარგებელი ჩვეულებრივ განიხილება როგორც ნასესხები ფულის ღირებულება. ნასესხების რაოდენობა არის ძირითადი თანხა. ყოველ წელს გადახდილი პროცენტი არის საპროცენტო განაკვეთი. სარგებელი შეიძლება იყოს წლიური, თვიური და დღიური.

საილუსტრაციოდ, თუ ნასესხებია \$500 ერთი წლით (12 თვით) 8% -იანი სარგებლით, მაშინ გადასახდელი სარგებელი იქნება $\$500,00 \times 0,08 = \$40,00$. იმავე რაოდენობის თანხის იმავე საპროცენტო განაკვეთით ორი თვით სესხებისას გადასახდელი იქნება \$6,66. $(\$500,00 \times 0,08) \div 6$. ნამრავლი იყოფა 6-ზე, ვინაიდან ორი თვე არის წლის $1/6$.

მაგალითი:

1. თუ კალატოზი ბანკში შემნახველ ანგარიშზე მოათავსებს \$1000 წლიური 5% - იანი სარგებლით, რა რაოდენობის სარგებელს მიიღებს იგი 12 თვის ბოლოს?

პასუხი: $\$1000 \times 0,05 = \$50,00$

2. კონტრაქტორმა აღჭურვილობის ახალი პარტია \$2500-ად შეიძინა და დათანხმდა წელიწადში 8% სარგებელი გადაეხადა. რა რაოდენობის სარგებელი იქნება გადასახდელი წლის ბოლოს?

**პასუხი: $\$2500 \times 0,08 = \$200,00$
სარგებელი 12 თვისთვის.**

რა რაოდენობის სარგებელი იქნება გადასახდელი 6 თვისთვის?

პასუხი: $\$200,00 / 2 = \$100,00$ სარგებელი 6 თვისთვის.

ბამოყენებითი გეომეტრია

წერტილის, ხაზისა და სიბრტყის თვისებები მოცემულია ხელოსანის ინტერესის გათვალისწინებით. ეს ნაწილი ეხება იმ ტერმინების განმარტებებს, რომლებიც, ჩვეულებრივ, გამოიყენება გეომეტრიაში და უშუალო კავშირი აქვს ხელოსანის საქმიანობასთან.

წერტილი

წერტილი ხაზის საბაზო ელემენტია, მას არა აქვს სიგანე, სიგრძე ან

სიმაღლე და მხოლოდ მდებარეობას აღნიშნავს. წერტილის გაიგივება შეიძლება სახელთან, რიცხვთან, ასოსთან ან სხვა სიმბოლოსთან.

ხაზი

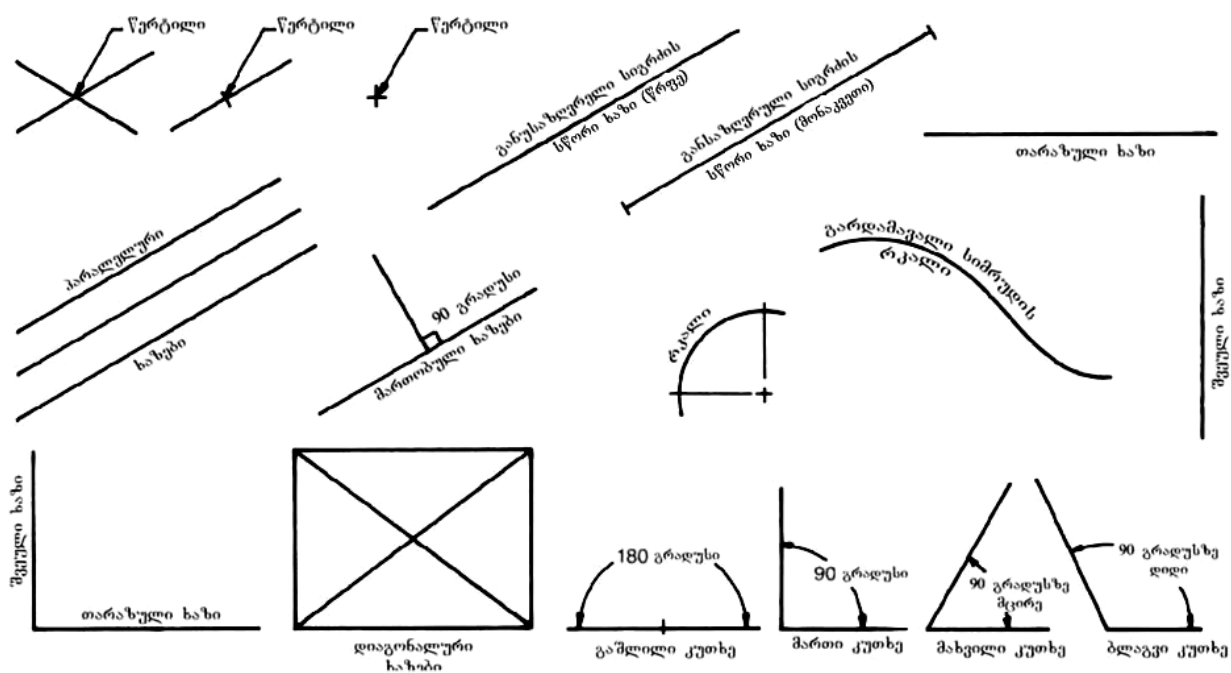
ხაზს აქვს მხოლოდ სიგრძე და არის მანძილი ორ ან რამდენიმე წერტილს შორის. ხაზი შეიძლება იყოს სწორი ან მრუდე. ჰორიზონტალური ხაზი არის თარაზული ხაზი, ვერტიკალური ხაზი კი შვეული ხაზია და ჰორიზონტალური ხაზის პერპენდიკულარულია.

მრუდის მაგალითია. ეს არის 360° -იანი რკალი. გარდამავალი სიმრუდის ან თავისუფალი მრუდი გამოსახულია ნახაზზე.

კუთხე

კუთხე წარმოიქმნება ორი ურთიერთმკვეთი ხაზით. ბლაგვი კუთხე მეტია 90° -ზე. გაშლილი კუთხე 180° -ის ტოლია. მართი კუთხე კი ზუსტად 90° -ს უდრის. მახვილი კუთხე ნაკლებია 90° -ზე.

კუთხე იზომება გრადუსებით ($^{\circ}$), მინუტებით ($'$), და სეკუნდებით ($''$). ყოველი



ხაზები, წერტილები და სიბრტყეები. ამ ელემენტების კომბინაციები ქმნის ყველა ობიექტის წიბოებს კუთხეებსა და ზედაპირებს

პერპენდიკულარი ანუ მართობი ნიშნავს რომ ხაზი სხვა ხაზთან ქმნის 90° -იან ანუ მართ კუთხეს. პერპენდიკულარული ხაზის აღნიშვნა ნაჩვენებია ნახაზზე ქვემოთ.

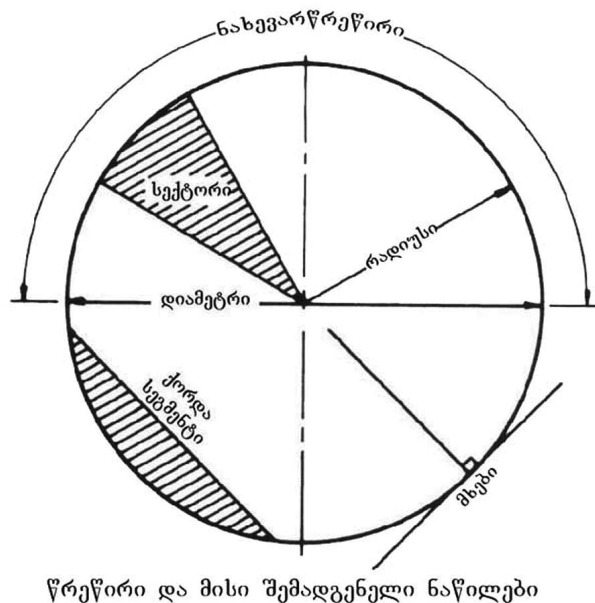
დიაგონალური ხაზი აკავშირებს ორ მოპირდაპირე კუთხეს. პარალელური ხაზები მუდმივი მანძილითაა განცალკევებული და არასოდეს იკვეთება. მრუდი ხაზები შეიძლება იყოს ან ერთი ცენტრის მქონე მრუდები ან გარდამავალი სიმრუდის მრუდები მრავალი ცენტრით. წრეწირი ერთცენტრიანი

გრადუსი შედგება 60 მინუტისა და ყოველი მინუტი - 60 სეკუნდისაგან. მაგალითად, კუთხე, რომლის განზომილება არის 125 გრადუსი, 35 მინუტი და 40 სეკუნდი, ასე ჩაიწერება $125^{\circ}35'40''$.

წრე

წრეწირი არის უწყვეტი მრუდი, რომლის ყოველი წერტილი ერთი და იმავე მანძილითაა დაშორებული ცენტრიდან. ქვემოთ მოცემული ნახაზი განსაზღვრავს წრის ნაწილებს.

ნახევარწრეწირი ტოლია წრეწირის ნახევრის. **რკალი** არის წრეწირის ნებისმიერი ნაწილი. წრის **დიამეტრი** არის მანძილი წრის ორ მოპირდაპირე წერტილს შორის, რომელიც გადის მის ცენტრზე. **რადიუსი** არის მანძილი ცენტრიდან წრეწირის ნებისმიერ წერტილამდე ან დიამეტრის ნახევარი. **სექტორი** არის წრის ნაწილი ორ რადიუსს (ერთ რადიუსზე მეტი) შორის. **სეგმენტი** არის წრის ნაწილი შემოსაზღვრული ქორდითა და წრეწირის იმ ნაწილით რომელსაც ის კვეთს. **მხები** არის ხაზი რომელიც ეხება წრეს, მაგრამ არ კვეთს მას და ქმნის მართ კუთხეს ცენტრიდან დაშვებულ სწორ ხაზთან.

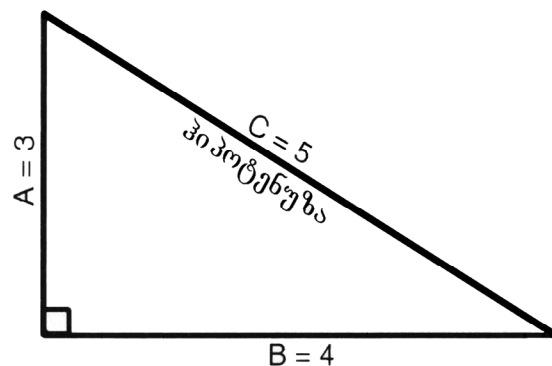


სამკუთხედის თანაზარლობები

სამკუთხედი არის გეომეტრიული ფიგურა, რომელსაც აქვს სამი კუთხე, რომელთა ჯამი 180° -ია. თუ ცნობილია სამკუთხედის ორი კუთხე, 180° -იდან ორი კუთხის ჯამის გამოკლებით შესაძლებელია მესამე კუთხის გამოანგარიშება.

მართკუთხა სამკუთხედს აქვს ერთი 90° -იანი კუთხე. აქედან გამომდინარე დანარჩენი ორი კუთხის ჯამი 90° -ია. მართკუთხა სამკუთხედის ყველაზე გრძელ გვერდს ჰიპოტენუზა ეწოდება.

მართკუთხა სამკუთხედის ჰიპოტენუზა ყოველთვის 90° -იანი კუთხის მოპირდაპირე მხარეს არის განლაგებული. იხ. ნახაზი.



მართკუთხა სამკუთხედის ჰიპოტენუზის სიგრძის კვადრატი დანარჩენი ორი გვერდის სიგრძეთა კვადრატების ჯამის ტოლია. მაგალითად, თუ მართკუთხა სამკუთხედის ორი გვერდის სიგრძე შესაბამისად 3 და 4 მეტრია, მაშინ მესამე გვერდის (ჰიპოტენუზის) სიგრძე იქნება 5 მეტრი.

$$C^2 = A^2 + B^2$$

$$C^2 = 3^2 + 4^2$$

$$C^2 = 9 + 16$$

$$C^2 = 25$$

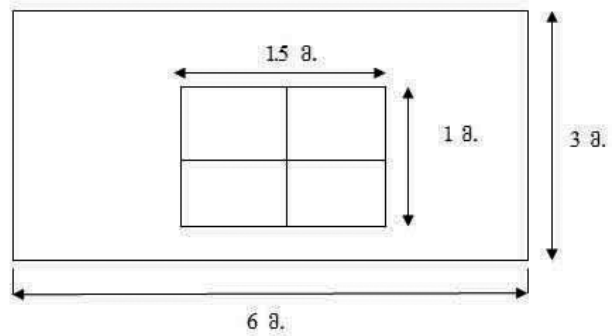
(ჰიპოტენუზა² = გვერდი A² + გვერდი B². აქედან გამომდინარე ჰიპოტენუზა² = $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$) ხუთი გამრავლებული ხუთზე უდრის 25-ს. ამრიგად, ჰიპოტენუზა 5 მეტრია. ასეთ სამკუთხედს უწოდებენ **3:4:5 სამკუთხედს** და ის გამოიყენება საძირკველში მართი კუთხეების მოწყობისას.

ფართობის გამოანგარიშება

ხშირად აუცილებელია საფარის, იატაკის, ფანჯრის ღირბისა და კედლის ზედაპირის მახასიათებელი რაოდენობრივი სიდიდის ცოდნა. ეს სიდიდე არის ფართობი და ის იზომება კვადრატული ერთეულებით (მაგალითად, კვადრატული მეტრებით).

კვადრატისა და მართკუთხედის ფართობები

მართკუთხედისა და კვადრატის ფართობის გამოსაანგარიშებლად ერთი გვერდის სიგრძე უნდა გაამრავლოთ მისი მომიჯნავე გვერდის სიგრძეზე (სიგრძე X სიგანეზე). სიგრძის საზომი ერთეულები ერთი და იგივე უნდა იყოს. ფართობის ერთეულიც სიგრძის ერთეულის შესაბამისი უნდა იყოს. მაგალითად, თუ ერთმანეთზე გავამრავლებთ სიგრძეებს მეტრებით, ფართობი კვადრატული მეტრებით გამოისახება. თუ სიგრძეები სანტიმეტრებითაა აღებული, ფართობი კვადრატული სანტიმეტრებით გამოისახება. თუ სიგრძე მოცემულია მეტრებითა და სანტიმეტრებით, ის უნდა გამოსახოთ მეტრებითა და მეტრის მეათედებით, მაგალითად 3 მეტრი და 6 სანტიმეტრი იქნება 3,06 მეტრი.



ზემოთ მოცემულ ნახაზზე გამოსახული კედლის ფართობი არის 18 მ² (6მ X 3მ). ფანჯრის ფართობი არის 1.5 მ² (1მ X 1.5მ).

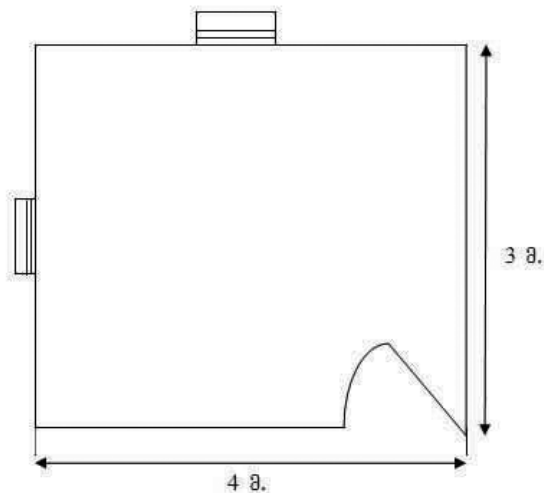
კედლის ფართობს უნდა გამოაკლდეს ფანჯრის ფართობი:

$$18 \text{ მ}^2 - 1.5 \text{ მ}^2 = 16.5 \text{ მ}^2$$

ამრიგად, კედლის ზედაპირის ფართობი არის 16.5 მ².

მაგალითი:

განსაზღვრეთ ქვემოთ მოცემული ოთახის ფართობი.

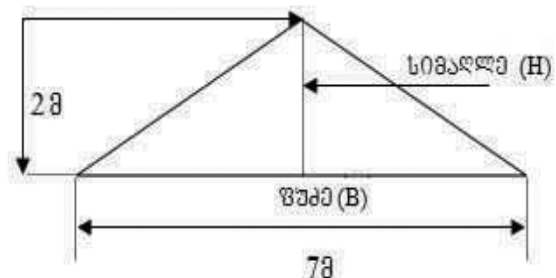


პასუხი არის 4მ X 3მ, რაც შეადგენს 12 კვადრატულ მეტრს.

ამგვარადვე გამოვიანგარიშებთ კედლის ზედაპირის ფართობს, მაგრამ ამ შემთხვევაში მთლიან ფართობს აკლდება ღიობების (კარ-ფანჯრების) ფართობები.

სამკუთხედის ფართობი

სამკუთხედის ფართობი რომ გამოვიანგარიშოთ, მისი ფუძე უნდა გავამრავლოთ სიმაღლეზე და შემდეგ გავყოთ ორზე.



ამ სამკუთხედის ფართობის გამოსაანგარიშებელი ფორმულაა $A = (B \times H) \div 2$

აქედან გამომდინარე,

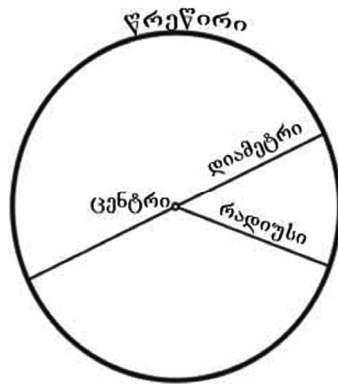
$$(7 \text{ მ}^2 \times 2 \text{ მ}^2) \div 2 = 14 \text{ მ}^2 \div 2 = 7 \text{ მ}^2$$

წრის ფართობი

წრეწირის სიგრძის ან წრიული ფორმის ობიექტის ფართობის ან მახასიათებელი სიდიდის გამოსაანგარიშებელ ფორმულაში გამოიყენება π (პი) რიცხვი. π არის წრეწირის სიგრძის

შეფარდება მის დიამეტრთან და 3,1416-ის ტოლია.

წრეწირის სიგრძე უდრის π -სა და დიამეტრის ნამრავლს.



მაგალითი: განსაზღვრეთ იმ წრის წრეწირის სიგრძე, რომლის დიამეტრიც 1,5 მეტრია.

$$3,1416 \times 1,5 = 4,7124 \text{ მეტრს.}$$

რიცხვი შეიძლება დავამრგვალოთ 4,71 მეტრამდე.

რკალის სიგრძის გამოანგარიშება შესაძლებელია, თუ დავადგენთ წრეწირის სიგრძეს და გავამრავლებთ რკალის გრადუსის პროცენტულ წილზე (წრის 360° -ის ნაწილზე).

რკალის სიგრძე = $3,1416 \times$ დიამეტრზე და გაყოფილი წრეწირის 360° /რკალის გრადუსების რაოდენობაზე.

მაგალითი: განსაზღვრეთ 90° -იანი რკალის სიგრძე, რომლის რადიუსი 2 მეტრია. უპირველეს ყოვლისა, უნდა განვსაზღვროთ წრეწირის სიგრძე:

$$3,1416 \times (2 \times 2) = 12,5664 \text{ მეტრი (ეს რიცხვი შეგვიძლია დავამრგვალოთ 12,57-მდე).}$$

შემდეგ გამოვიანგარიშოთ რკალის ნაწილი:

$$360^\circ/90^\circ = 4 \text{ ან } 25\%$$

და, ბოლოს, წრეწირის სიგრძე გავყოთ რკალის წილზე:

$$12,57 \div 4 = 3,14 \text{ მეტრი.}$$

წრის ფართობის გამოსაანგარიშებლად π (პი) უნდა გავამრავლოთ რადიუსის კვადრატზე (r^2).

$$\text{წრის ფართობი} = \pi \times r^2.$$

მაგალითი: განსაზღვრეთ ქვემოთ მოცემული მრგვალი შიგა ეზოს ფართობი, რომლის დიამეტრი 10 მეტრია.

წრის ფართობი

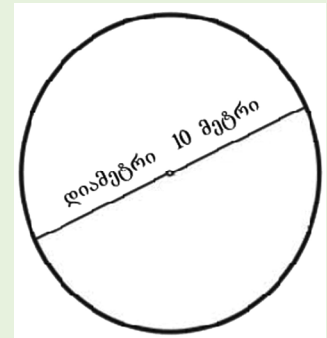
$$A = \pi \times r^2.$$

რადიუსი დიამეტრის $\frac{1}{2}$ -ია. შესაბამისად, წრის რადიუსი არის 5 მეტრი.

$$A = 3,1416 \times 5^2.$$

რიცხვის კვადრატში ასაყვანად ის თავის თავზე უნდა გავამრავლოთ: $5 \times 5 = 25$.

$$A = 3,1416 \times 25 = 78,5 \text{ მ}^2.$$



იმავე მეთოდით გამოვიანგარიშებთ წრის ნაწილის ფართობს. ამისათვის უნდა გამოვთვალოთ წრის ფართობი, რომელიც შემდეგ უნდა გავამრავლოთ მოცემული ნაწილის რკალის გრადუსის პროცენტულ წილზე (წრის 360° -ის ნაწილზე).

მოცულობის გამოთვლა

მოცულობა კუბური მეტრებით იზომება. ის გამოითვლება ფართობის სიმაღლეზე გამრავლებით. ჩვენ უნდა გამოვიანგარიშოთ მრგვალი შიგა ეზოს საძირკვლისთვის საჭირო ბეტონის ნარევის მოცულობა. ეზოს დიამეტრი 10 მეტრია, საძირკვლის ფილის სისქე კი - 10სმ. მოცულობის გამოსაანგარიშებლად ყურადღება მიაქციეთ, რომ ყველა გასამრავლებელი სიდიდე ერთი და იმავე საზომი ერთეულით იყოს გამოსახული.

უპირველეს ყოვლისა, გამოვიანგარიშოთ ეზოს ფართობი:

$$3,1416 \times 25 \text{ (გახსოვდეთ: რიცხვი 25 მიღებულია 10-მეტრიანი დიამეტრის რადიუსის (5მ) კვადრატში აყვანით. პასუხი იქნება 78,54 მ}^2\text{).}$$

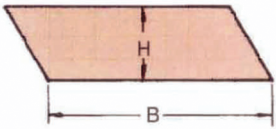
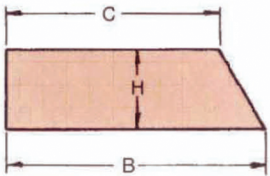
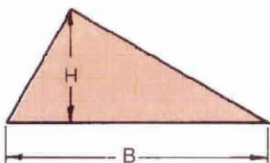
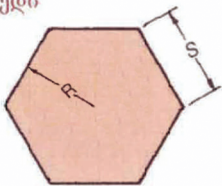
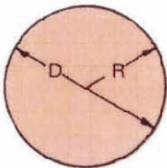
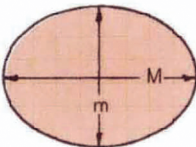
გადაიყვანეთ სისქე მეტრებში:

$$10 \text{ სანტიმეტრი} = 0,1 \text{ მეტრი.}$$

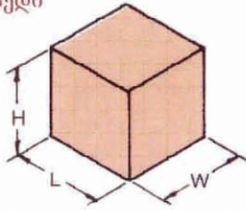
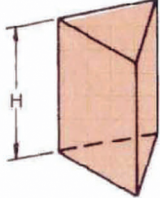
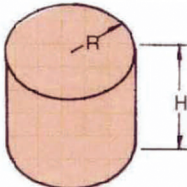
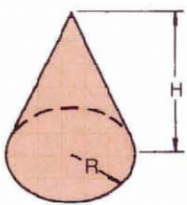
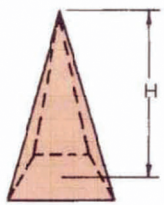
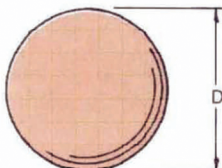
გავამრავლოთ ფართობი სისქეზე:

$$78,54 \text{ მ}^2 \times 0,1 \text{ მ} = 7,854 \text{ მ}^3.$$

ტიპური გეომეტრიული ფიგურების ფართობის გამოსათვლელი ფორმულები

პარალელოგრამი	$A = B \times H$	
ტრაპეცია	$A = \frac{B + C}{2} \times H$	
სამკუთხედი	$A = \frac{B \times H}{2}$	
წესიერი მრავალკუთხედი	$A = \frac{\text{პერიმეტრი}}{2} \times R$	
წრე	$A = \pi R^2$ $A = 0.7854 \times D^2$	
ელიფსი	$A = M \times m \times .7854$	

ტიპური გეომეტრიული სხეულების მოცულობის გამოსათვლელი ფორმულები

მართკუთხა პარალელებიპედი	$V = L \times W \times H$	
პრიზმა	$V = \text{ფუძის ფართობი} \times H$	
ცილინდრი	$V = \pi R^2 \times H$	
კონუსი	$V = \frac{\pi R^2 \times H}{3}$	
პირამიდა	$V = \text{ფუძის ფართობი} \times \frac{H}{3}$	
სფერო	$V = \frac{1}{6} \times \pi D^3$	

მეტრული საზომი ერთეულები
მშენებლობაში

მეტრულ სისტემაში გადაყვანა შეიძლება იყოს მიახლოებითი ან ზუსტი. მიახლოებითი გადაყვანისას

ზომის, მოცულობის, სიმტკიცის ფაქტორივი სიდიდეები უცვლელი რჩება და ამერიკული ზომის ერთეულების ნაცვლად მეტრული სისტემის საზომი ერთეულებით გამოისახება. შესაბამისად, 15-აკრიანი მიწის ნაკვეთი იმავე ზომის იქნება, მაგრამ ეს მიახლოებით

6.07 ჰექტარია. ზუსტი გადაყვანისას კი იცვლება ზომა, მოცულობა, სიმტკიცე უფრო რაციონალური ან უფრო მოსახერხებელი მეტრული მნიშვნელობის მისაღებად, მაგალითად, 10-ფუნტიანი შაქრის ტომარა იქნება 4 კგ შაქარი (და არა 4,5359 კგ შაქარი, რომელიც 10 ფუნტის ზუსტი ეკვივალენტია). ზუსტი გადაყვანისას ჩვეულებრივ საჭირო ხდება პროდუქტის ფიზიკური ზომის შეცვლა.

მშენებლობაში სიგრძის საზომ ერთეულებად ძირითადად მეტრი და მილიმეტრი გამოიყენება. საჭიროებისამებრ, შეიძლება ასევე კილომეტრის გამოყენებაც. მეტრსა და მილიმეტრზე დიდი ან მცირე სხვა ერთეულები არ გამოიყენება, ეს ამარტივებს გამოთვლებს და ნახაზზე არ არის აუცილებელი ზომის ერთეულების სიმბოლოების აღნიშვნა. აქედან გამომდინარე, ნახაზზე მთელი რიცხვების განზომილება მილიმეტრია, ათწილადებისა კი - (3 თანრიგის ჩათვლით) – მეტრები. მაგალითად 200, 1000 და 10 000 ნიშნავს მილიმეტრებს, ხოლო 2,400, 6,500 და 10,000 – მეტრებს.

თუმცა ყოველდღიური გაზომვებისას მეტრული ზომის ერთეულები გამოიყენება, მრავალი მასალის ფაქტობრივი ზომა მხოლოდ უმნიშვნელოდ იცვლება ან უცვლელი რჩება. ჭერის, კარ-ფანჯრის სიმაღლე, თბური თვისებები და მასალების ზომა ძირითადად

იგივე დარჩება, მაგრამ ზომების აღწერა, გადმოცემა და გაანგარიშება იქნება განსხვავებული.

ტრადიციული ამერიკული ზომის ერთეულების გამოსაყენებლად საჭიროა იდენტიფიკაციის ახალი წერტილის დადგენა, რომელიც დაგეხმარებათ ობიექტის ვიზუალიზაციაში და ამ ობიექტის ზემოქმედების გაგებაში. მაგალითად, მეტრი ბეტონის წარმოსახვისას გონებაში ავტომატურად ჩნდება მისი ხატი: ფიზიკური ზომის, წონის, გარეშის იატაკზე მისი დასხმის ჩათვლით. ხელახლა უნდა გამოიმუშავოთ ამგვარი ინსტინქტური ორიენტაცია და მოცულობის გაგება ტრადიციული ამერიკული ზომის ერთეულების გამოყენებით.

გარკვეულ სფეროებში იდენტიფიკაციის წერტილები უკვე ფართოდ გამოიყენება. ფანერი, ასაკრავი ფილა და სხვა ამგვარი სტანდარტული მასალების ზომები აშშ-ში არის 4 X 8 ფუტი. მეტრულ სისტემაში გადაყვანისას ეს იქნება 1200 X 2400 მილიმეტრი, რაც ამჟამინდელ ზომაზე ოდნავ ნაკლებია. აქედან გამომდინარე, საჭიროა ჭერის სიმაღლის, დგარებს, ნივნივებსა და წამწებს შორის შუალედების კორექტირება.

ქვემოთ მოცემულია სხვა ზუსტი გადაყვანები, რომელთა გათვალისწინებაც აუცილებელია მშენებლობაში:

სამზარეულოს სამუშაო ზედაპირი	600 მმ სიგანე (600 მმ = 1 ფუტი, 11 5/8 დუიმი)
	900 მმ სიმაღლე (900 მმ = 2 ფუტი, 117/16 დუიმი)
სტანდარტული მეტრული ბლოკი	67 X 100 X 200 (100 მმ = 3 15/16 დუიმი)
დუღაბით შევსებული სტანდარტული ნაკერი	10 მმ
ცემენტის ტომარა	40 კგ (40 კგ = 88.2 ფუნტი)
ბეტონის დასხმის ტემპერატურა	არანაკლებ 10 ⁰ C და არა უმეტეს 27 ⁰ C.

ხის საშენი მასალა

ზომები: მეტრულ სისტემაში მოცემული განივკვეთები იმდენად მიახლოებულია აშშ-ის ზომებთან, რომ უმრავლეს შემთხვევაში შეიძლება ეკვივალენტურად ჩაითვალოს.

ხის საშენი მასალის ზომები

1 X 2	19 X 38 მმ
1 X 4	19 X 89 მმ
2 X 2	38 X 38 მმ
2 X 4	38 X 89 მმ
2 X 6	38 X 140 მმ
2 X 8	38 X 184 მმ
1 X 10	38 X 235 მმ
1 X 12	38 X 286 მმ

ფურცლის ზომები

4 x 8 ფუტი	1200 x 2400 მმ
4 x 10 ფუტი	1200 x 3000 მმ

ფურცლის სისქეები

1/4 დუიმი	6 მმ
3/8 დუიმი	9 მმ
1/2 დუიმი	12 მმ
3/4 დუიმი	19 მმ

დგარების/ნივნივების ბიჯი

16 დუიმი	400 მმ
16 დუიმი	400 მმ

ლურსმნის ზომა და სიგრძე

ზომა პენსური სისტემის მიხედვით	ლურსმნის სიგრძე
2d	1"
3d	1 ¼ "
4d	1 ½ "
5d	1 ¾ "
6d	2"
7d	2 ¼ "
8d	2 ½ "
9d	2 ¾ "
10d	3"
12d	3 ¼ "
16d	3 ½ "

SI თავსართები (ათჯერადი თავსართები)

SI თავსართები მიიღება საბაზისო ერთეულის ათზე გამრავლების ან გაყოფის საშუალებით. SI თავსართებია:

გამრავლების კოეფიციენტი	თავსართი	სიმბ.	გამრავლების კოეფიციენტი	თავსართი	სიმბ.
1 000 000 000 000 = 10 ¹²	ტერა	T	0.1 = 10 ⁻¹	დეცი	d
1 000 000 000 = 10 ⁹	გიგა	G	0.01 = 10 ⁻²	სანტი	c
1 000 000 = 10 ⁶	მეგა	M	0.001 = 10 ⁻³	მილი	m
1 000 = 10 ³	კილო	k	0.000 001 = 10 ⁻⁶	მიკრო	μ
100 = 10 ²	ჰექტო	h	0.000 000 001 = 10 ⁻⁹	ნანო	n
10 = 10 ¹	დეკა	da	0.000 000 000 001 = 10 ⁻¹²	პიკო	P
საბაზისო ერთეულები 1=10 ⁰			0.000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁵	ფემტო	f
			0.000 000 000 000 000 001 = 10 ⁻¹⁸	ატო	a

ერთეულების გადაყვანა

აშშ-ის ერთეულების გადაყვანა მეტრულ სისტემაში

სიგრძის ერთეულები

1 დუიმი	=	2,540 სმ
1 ფუტი	=	30,48 სმ
1 იარდი	=	91,44 სმ ან 0,9144 მ
1 მილი	=	1,609 კმ

ფართობის ერთეულები

1 კვადრატული დუიმი	=	6,452 სმ ²
1 კვადრატული ფუტი	=	920,0 სმ ² ან 0,0929 მ ²
1 კვადრატული იარდი	=	0,8361 მ ²

მოცულობის ერთეულები

1 კუბური დუიმი	=	16,39 სმ ³
1 კუბური ფუტი	=	0,02832 მ ³
1 კუბური იარდი	=	0,7646 მ ³

წონის ერთეულები

1 უნცია	=	28,35 გ
1 გირვანქა	=	435,6 გ ან 0,4536 კგ
1 მოკლე ტონა	=	907,2 კგ

თხევად ნივთიერებათა საზომი ერთეულები

1 თხევადი გირვანქა	=	0,0295 ლიტრი ან 28,35 გრამი
1 პინტი	=	473,2 სმ ³
1 კვარტი	=	0,9263 ლიტრი
1 აშშ გალონი	=	3785 სმ ³ ან 3,785 ლიტრი

სიმძლავრის საზომი ერთეულები

1 ცხენის ძალა	=	0.7457 კილოვატი
---------------	---	-----------------

ტემპერატურის ერთეულები

ფარენჰაიტის გრადუსების ცელსიუსის გრადუსებში გადასაყვანად გამოიყენეთ შემდეგი ფორმულა: $C = 5/9 \times (F - 32)$

მეტრული ზომის ერთეულების გადაყვანა აშშ-ის ერთეულებში

სიგრძის ერთეულები

1 მილიმეტრი (მმ)	=	0,03937 დუიმი
1 სანტიმეტრი (სმ)	=	0,3937 დუიმი
1 მეტრი (მ)	=	3,281 ფუტი, ან 1,0937 იარდი
1 კილომეტრი (კმ)	=	0,6214 მილი

ფართობის ერთეულები

1 მმ ²	=	0,00155 კვადრატული დუიმი
1 მ ²	=	0,155 კვადრატული დუიმი 10,76 კვადრატული ფუტი ან 1,196 კვადრატული იარდი

მოცულობის ერთეულები

1 სმ ³	=	0,06102 კვადრატული დუიმი 35,31 კვადრატული ფუტი ან 1,308 კვადრატული იარდი
-------------------	---	---

წონის ერთეულები

1 გრამი (გრ)	=	0,03527 უნცია
1 კილოგრამი (კგ)	=	2,205 გირვანქა
1 მეტრული ტონა	=	2205 გირვანქა

თხევად ნივთიერებათა საზომი ერთეულები

1 კუბური სანტიმეტრი (სმ ³)	=	0,06102 კუბური დუიმი
1 ლიტრი (1000 სმ ³)	=	1,057 კვარტი, 2,113 პინტი, ან 61,02 კუბური დუიმი

სიმძლავრის საზომი ერთეულები

1 კილოვატი (კვტ)	=	1,341 ცხენის ძალა
------------------	---	-------------------

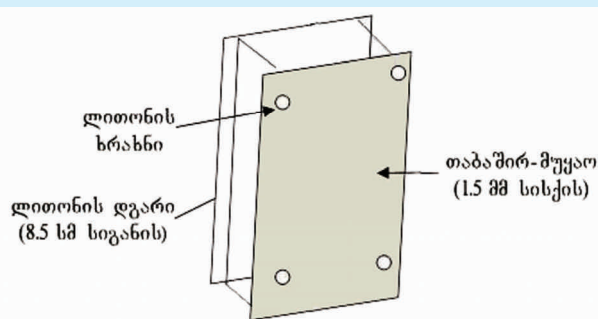
ტემპერატურის ერთეულები

ცელსიუსის გრადუსების ფარენჰაიტის გრადუსებში გადასაყვანად გამოიყენეთ შემდეგი ფორმულა: $F = (9/5 \times C) + 32$

სამშენებლო მათემატიკის ამოცანები

ყველა სპეციალისტს უნდა შეეძლოს მათემატიკური ამოცანის გადაჭრა სამუშაო ადგილზე. შემოწმეთ თქვენი სამშენებლო მათემატიკის ცოდნის დონე ქვემოთ მოცემული ამოცანების ამოხსნის საშუალებით:

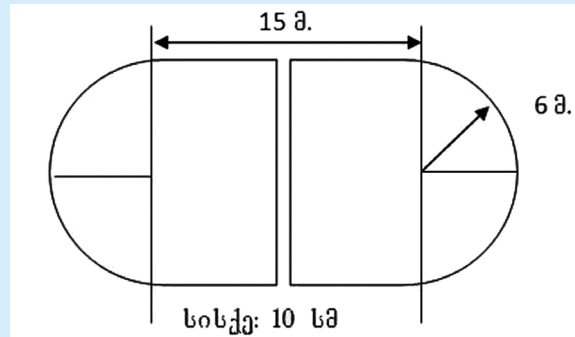
1. სამკუთხა ჩარჩოს გვერდების ზომებია 15,7სმ, 20,4სმ და 26,2სმ. რისი ტოლი იქნება სამივე გვერდის ჯამური სიგრძე?
2. კალატოზი 10 კვირა მუშაობდა, 5 $\frac{1}{2}$ დღე - კვირაში და 7 $\frac{3}{4}$ საათი - დღეში. რამდენ საათს მუშაობდა კალატოზი?
3. რას უდრის 7,3 მეტრი სიგრძის და 4,2 მეტრი სიგანის მართკუთხა იატაკის ფართობი?
4. შენობის შიგა კედელი დამზადებულია ლითონის დგარებისაგან, რომელზეც აკრულია 1.5მმ სისქის თაბაშირ-მუყაოს ფილები. თუ დგარის ფაქტობრივი სიგანე 8.5 სმ-ია, რა იქნება კედლის მთლიანი სისქე?



5. კონტრაქტორმა სამშენებლო მოედნიდან 35,7 მ³ გრუნტი გაიტანა. თუ კონტრაქტორის სატვირთო მანქანას ერთ რეისზე 1,7 მ³ ტვირთის გადატანა შეუძლია, რამდენი რეისი იყო საჭირო გრუნტის გასატანად?
6. რა მოცულობის ბეტონია საჭირო 6მ X 8მ X 10 სმ ფილის დასამზადებლად?
7. რამდენი ლიტრი ჰერმეტიკი არის

საჭირო 12მ X 25 მ იატაკის დასაფარად? ჰერმეტიკის 1 ლიტრი ფარავს 1მ².

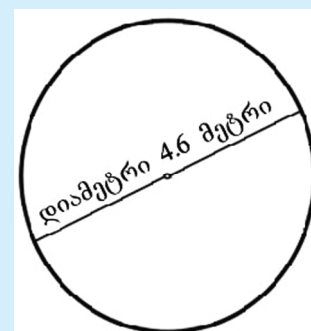
8. რა მოცულობის ბეტონია საჭირო ქვემოთ ნაჩვენები ფილის დასამზადებლად?



9. 4,35 მ X 4,75მ ზომის ოთახში, რომლის ჭერის სიმაღლე 2,75 მ-ია, არის ერთი 1 მ X 2მ კარი და ორი 1,25 მ² ფანჯარა. უპასუხეთ ქვემოთ მოცემულ კითხვებს. დავუშვათ, რომ მასალის დანაკარგი არა გაქვთ და დაამრგვალეთ პასუხები უახლოეს უდიდეს ერთეულამდე. მიუთითეთ თუ როგორც ზუსტი, ისე დამრგვალებული რიცხვები.

- ა) რამდენი კვადრატული მეტრი კედლის ზედაპირი იქნება შესაღები?
- ბ) რას უდრის იატაკის ფართობი?
- გ) რამდენი ლიტრი საღებავი იქნება საჭირო კედლების ორი ფენით შესაღებად, თუ 1,5 ლიტრი საღებავი 15 მ² ზედაპირს ღებავს?

10. რას უდრის ქვემოთ მოცემული წრეწირის სიგრძე?



ბანკოლილი მასალის განმეორება

პასუხები დაწერეთ ცალკე ფურცელზე. სახელმძღვანელოში არ ჩაწეროთ

პასუხი გამოსახეთ უდიდეს საერთო გამყოფზე შეკვეცილი სახით:

- შეკრიბეთ: $\frac{3}{8} + \frac{3}{8}$
- გამოაკელით: $\frac{13}{16} - \frac{3}{8}$
- გაამრავლეთ: $\frac{2}{3} \times \frac{9}{16}$
- გაყავით: $\frac{4}{9} : 3$
- შეკრიბეთ: $3 + 2\frac{1}{3}$
- შეკრიბეთ: $23.98 + 1.123 + 4.003$
- გამოაკელით: $23.837 - 4.77$
- გაამრავლეთ: 1.23×2
- გაყავით: $12.64 : 4$
- გაყავით $88.56 : 2.4$
- რა იქნება $3\frac{11}{16}$ ათწილადის ეკვივალენტი?
- თუ ნავარაუდებია 10000 აგურის 3%-ის მსხვრევა, რამდენი აგურის გამოყენება შეიძლება?
- თუ კალატოზი ბანკში შემნახველ ანგარიშზე მოათავსებს \$1000 წლიური 5% - იანი სარგებლით, რა რაოდენობის სარგებელს მიიღებს იგი 6 თვის ბოლოს?
- რა თანხას შეადგენს 2000 დოლარის ოდენობის 5% - იანი სარგებლის ანაბარზე ერთი წლის განმავლობაში დაგროვილი სარგებელი?

15. გამოიანგარიშეთ პიპოტენუზის სიგრძე თუ მართკუთხა სამკუთხედის დანარჩენი ორი გვერდის სიგრძეებია 6 სმ და 8 სმ.

16. 102 სმ დიამეტრის წრეწირის სიგრძე არის:

- 322 სმ,
- 523,18 სმ,
- 320.28 სმ,
- 645,25 სმ.

17. 6 მ სიგრძის 0,5მ შიგა დიამეტრის ცილინდრული მილის მოცულობა არის:

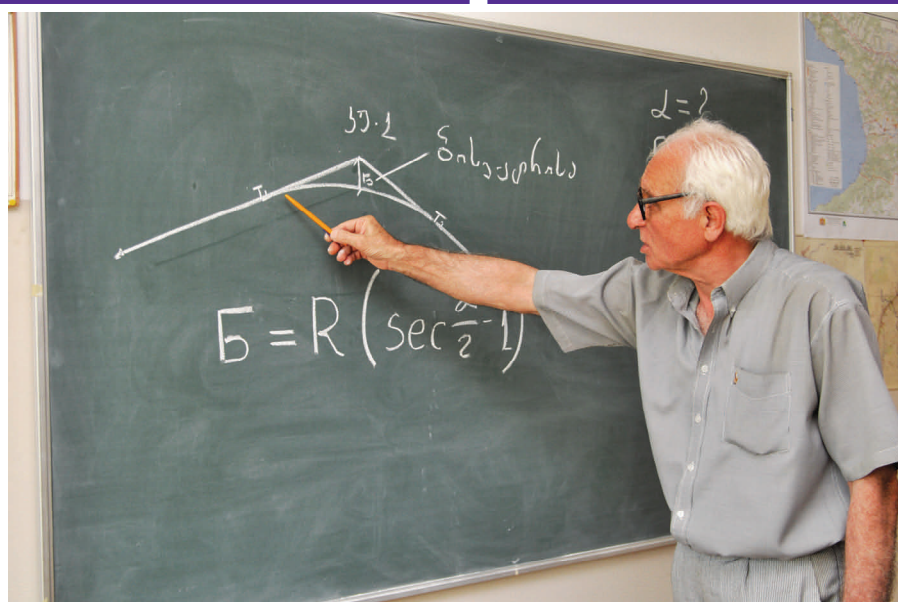
- 5,32 მ3,
- 4,71 მ3,
- 9,21 მ3,
- 1,18 მ3.

18. ერთი მეტრი უდრის:

- 1000 მმ-ს,
- 100 სმ-ს,
- 10 დმ-ს,
- ყველა ზემოაღნიშნულს.

19. ერთი დუიმი უდრის:

- 2,54 სმ-ს,
- 36 მ-ს,
- $\frac{1}{38}$ მ-ს,
- 100 მმ-ს.



ზოგადი ცნობები შენობების შესახებ

ამ თავში თქვენ გაეცნობით შენობებისა და ნაგებობების კლასიფიკაციას და მათ ძირითად ელემენტებს.

შენობებისა და ნაგებობების კლასიფიკაცია და მათი ძირითადი ელემენტები

შენობების კლასიფიკაცია. დანიშნულების მიხედვით შენობები იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: **სამოქალაქო** შენობები, **სამრეწველო** და **საწარმოო** შენობები და ნაგებობები.

შენობებისა და ნაგებობების კონსტრუქციები ხასიათდება მრავალსახეობით, მაგრამ ყველა უნდა აკმაყოფილებდეს ძირითად მოთხოვნებს:

- **ფუნქციონურს**, შენობისა და ნაგებობის დანიშნულების მიხედვით უნდა უზრუნველყოს ტექნოლოგიური პროცესების საჭირო ორგანიზაცია;
- **ტექნიკურს**, რომელიც ითვალისწინებს შენობებისა და ნაგებობების უზრუნველყოფას საჭირო სიმტკიცით, მდგრადობით, ხანმედევობით, ცეცხლმდევობით: სათავსების დაცვას გარე ზემოქმედებისაგან;
- **არქიტექტურულს**, რომელიც უზრუნველყოფს შენობებისა და ნაგებობების შესაბამისობას თავის დანიშნულებასთან.

შენობები და ნაგებობები მთლიანად და მათი ცალკეული ელემენტები განიცდის სხვადასხვა სახის დატვირთვების ზემოქმედებას და ამიტომ უნდა ფლობდეს შესაბამის სიმტკიცეს, მდგრადობას, სივრცით სიხისტეს.

შენობები ძირითადად კლასიფიცირდება:

- **დანიშნულების მიხედვით** – **სამოქალაქო** (საცხოვრებელი სახლები, სასწავლო დაწესებულებები, კი-

ნოთეატრები, მაღაზიები, აგრეთვე ადმინისტრაციული დანიშნულების, რომლებშიც განლაგებულია სხვადასხვა ორგანიზაცია), **სამრეწველო** (ქარხნები, ფაბრიკები, საამქროები, სახელოსნოები და სხვა), **სასოფლო-სამეურნეო** (სოფლის მეურნეობის მომსახურების შენობები: საკვების საწყობები, ბოსლები, საქათმე ფაბრიკები, სათბურები და სხვა).

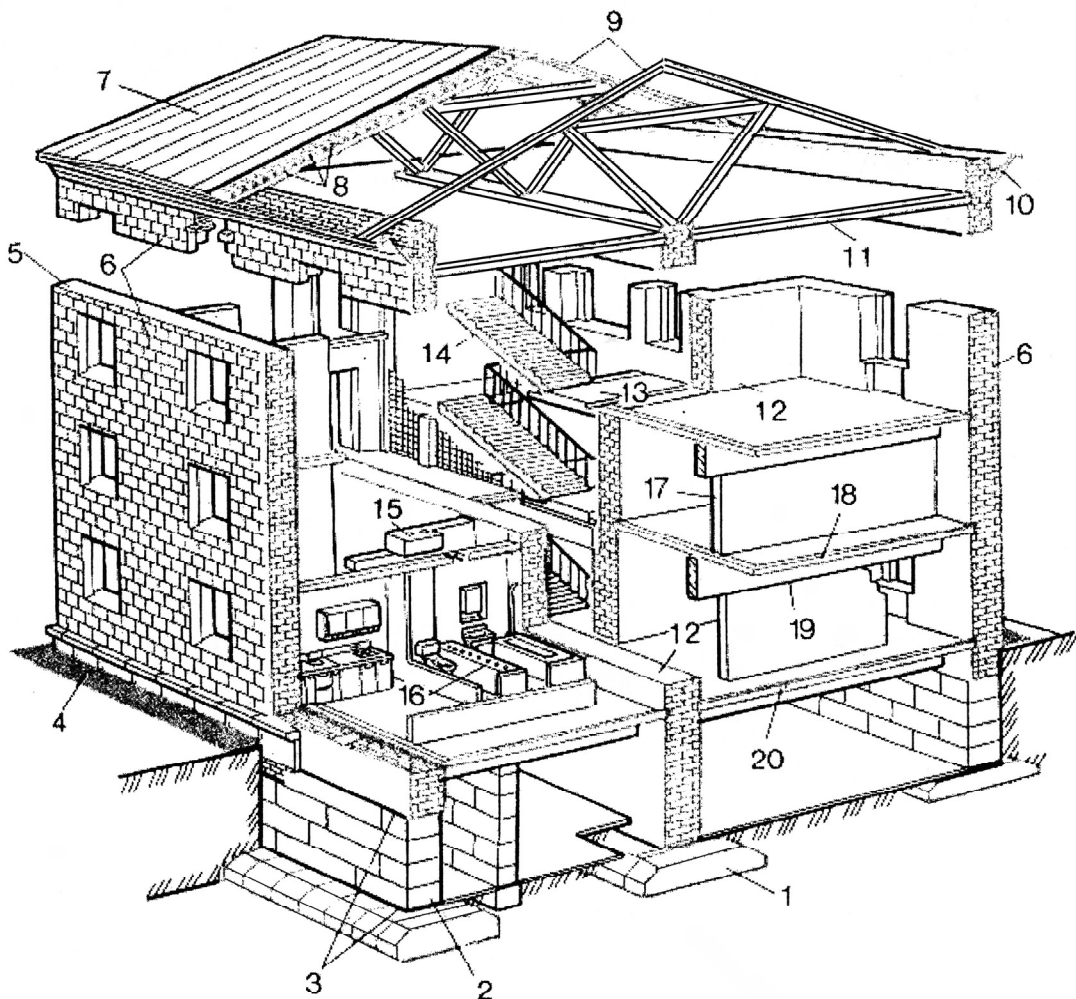
- **სართულიანობის მიხედვით** – **ერთსართულიანი** და **მრავალსართულიანი**. ერთსართულიანს ძირითადად მიეკუთვნება სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო შენობები, მრავალსართულიანს – სამოქალაქო და სამრეწველო. ამასთან, 1-3 სართულიანი შენობები მიეკუთვნება დაბალსართულიანებს, 4-5 სართულიანი – საშუალო სართულიანებს, 6-16 სართულიანი – მრავალსართულანებს, ხოლო 17 და მეტი – მაღლივებს. შენობის სართული იწყება სათავსებიდან, რომლებიც განლაგებულია ერთ ჰორიზონტალურ დონეზე. თუ სართულის იატაკის დონე აღემატება ტროტუარის ნიშნულს, სართული მიეკუთვნება შენობის მიწისზედა ნაწილს. თუ სართულის იატაკის დონე 0,5 მ-ით დაბლაა ტროტუარის ნიშნულზე – მიეკუთვნება შენობის სარდაფის ნაწილს.
- **კედლების კონსტრუქციის მიხედვით** – **წვრილელემენტური** (აგურისაგან, კერამიკული და ბუნებრივი ქვებისაგან, მცირე ბლოკებისაგან და სხვა),
- **მსხვილელემენტური** (მსხვილი ბლოკებისაგან, პანელებისაგან და სხვა).
- **აგების ტექნოლოგიის მიხედვით** – **სრულკრებადი** (შენობის აგება სრულდება ანაკრები კონსტრუქციებისაგან), **წვრილი, ცალობრივი მასალებისაგან** (აგური, ბლოკები); **მონოლითური** (შენობის აგება ხორციელდება მონო-

ლითური ბეტონის ან რკინაბეტონისაგან).

შენობა უნდა იყოს დანიშნულების შესაბამისი და უნდა უზრუნველყოფდეს ადამიანის მოქმედებისათვის ხელსაყრელ პირობებს: საკმარის განათებას, ტემპერატურული და ტენიანობის რეჟიმების დაცვას, დანადგარებისა და ხელსაწყოების რაციონალურ განლაგებას, მათი ექსპლუატაციის ნორმალურ პირობებს და სხვა. შენობებს უნდა გააჩნდეს სათანადო სიმტკიცე, მდგრადობა, კაპიტალურობა, უნდა იყოს ეკონომიური. შენობის სიმტკიცეს და

მდგრადობას აღწევენ მისი კონსტრუქციული სქემის სწორი შერჩევით, რომელიც დგინდება შესაბამისი კონსტრუქციული გაანგარიშების საფუძველზე.

შენობის კაპიტალურობა ხასიათდება ძირითადი სამშენებლო კონსტრუქციების ხანმედევობისა და ცეცხლმედევობის ხარისხით. ხანმედევობა დამოკიდებულია შენობის ცალკეული კონსტრუქციული ელემენტის მუშაობის ვადებზე, მშენებლობის ხარისხზე, ტექნოლოგიური პროცესების სწორად შესრულებაზე, ექსპლუატაციის წესების დაცვაზე. მაგალითად, საცხოვრებელი



მრავალსართულიანი შენობის კონსტრუქციული სქემა:

1-საძირკველი; 2-სარდაფის კედელი; 3-ჰიდროიზოლაცია; 4-შემონაკირწყელი, 5- გარე კედლები, 6- მოპირკეთების ფილები, 7-ბურულის გადახურვა; 8-მოლარტყვა; 9-ხის ნივნივები; 10-კარნიზი; 11-სასხვეწო გადახურვა; 12-შიგა კედლები; 13-კიბის ბაჟნები; 14-კიბის მარშები; 15-სანტექნიკური ბლოკი; 16-სავენტილაციო ბლოკი; 17- ტიხრები; 18-სართულშუა გადახურვა; 19-რიგელები; 20-სარდაფის გადახურვა.

სახლები ხანმედგობის მიხედვით იყოფა ხუთ ჯგუფად:

- I ჯგუფი - მუშაობის ხანგრძლივობა 150 წელი;
- II ჯგუფი - 125 წელი;
- III ჯგუფი - 100 წელი;
- IV ჯგუფი - არანაკლებ 50 წელი;
- V ჯგუფი - არანაკლებ 30 წელი.

პასუხისმგებლობის ხარისხის მიხედვით შენობები და ნაგებობები იყოფა სამ კლასად.

პირველ კლასს მიეკუთვნება - 9 და მეტსართულიანი საცხოვრებელი სახლები; ძირითადი საზოგადოებრივი შენობები: ბაგა-ბაღები, სასწავლო დაწესებულებები და სხვა; სამრეწველო და მსხვილი სასოფლო-სამეურნეო, საწარმოო ობიექტები (ქარხნები, ფაბრიკები და სხვ.)

მეორე კლასს მიეკუთვნება 3 და 9 სართულამდე საცხოვრებელი სახლები; საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობები (საავადმყოფოები, პოლიკლინიკები, მცირე ფართობის სავაჭრო დანიშნულების საწარმოები და სხვა) მცირე ზომის სამრეწველო ტიპის და სოფლის მეურნეობის ობიექტები და სხვა.

მესამე კლასს მიეკუთვნება 3 სართულამდე სიმაღლის საცხოვრებელი

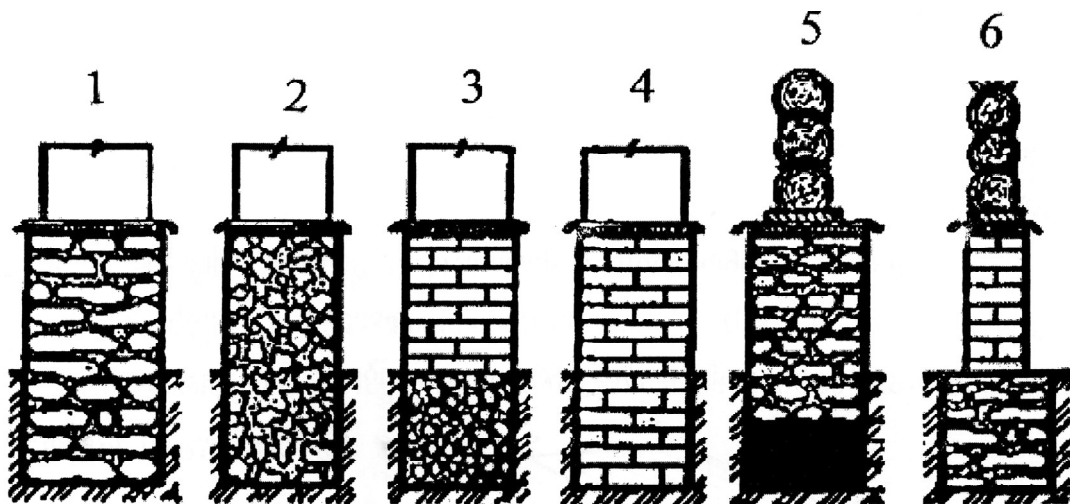
სახლები, სხვადასხვა სახის კომპლექსში შემავალი დამხმარე და სამეურნეო შენობები, დროებითი შენობები და ნაგებობები.

შენობის კონსტრუქციული ელემენტები

ნებისმიერი შენობა შედგება ურთიერთდაკავშირებული არქტიტექტურულ-კონსტრუქციული ელემენტებისაგან, რომლებიც შესასრულებელი ფუნქციის მიხედვით არის:

- **მზიდი** - რომელიც იღებს ყველა სახის დატვირთვას (ზედა იარუსების, დანადგარების, ავეჯის, თოვლის და სხვა).
- **შემომზღუდავი** - რომელიც იცავს შენობას გარე პირობებისაგან;
- **შეთავსებული** - ერთდროულად ასრულებს მზიდ და შემომზღუდავ ფუნქციებს. სამოქალაქო შენობების ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტებს მიეკუთვნება საძირკვლები, კედლები, გადახურავები, ტიხრები, სახურავები, კიბეები, ფანჯრები, კარები, აივნები.

საძირკველი. საძირკველი შენობის მთლიან დატვირთვას გადასცემს გრუნტს (ფუძეს). ფუძე შეიძლება იყოს



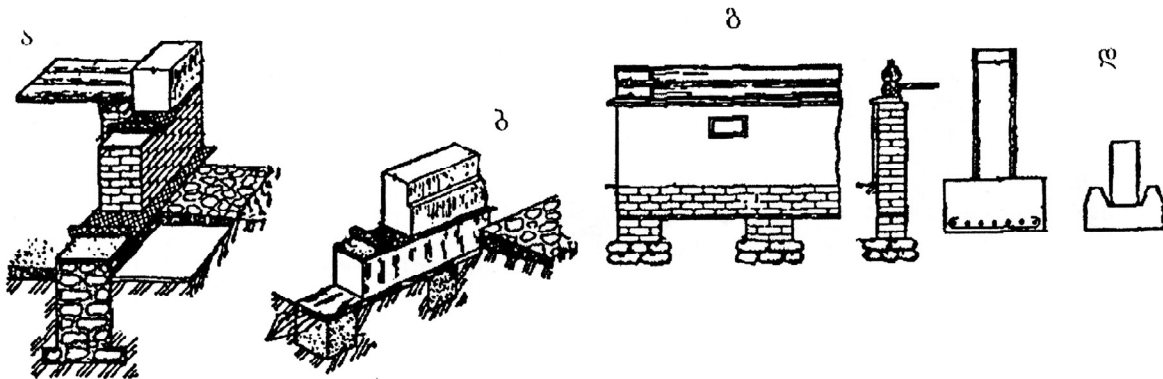
საძირკვლების მოწყობა სხვადასხვა მასალებისგან:

1-ყორექვის; 2-ყორებეტონის; 3-აგურის ყორებეტონზე; 4-აგურის; 5-ყორექვის ქვიშის ბალიშზე; 6-აგურის ყორექვაზე

ბუნებრივი ან წინასწარდატკეპნილი ანუ ხელოვნური. საძირკველი განიცდის გრუნტის წყლების ზემოქმედებას, ამიტომ საძირკველი უნდა შესრულდეს მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მასალებისაგან, როგორიცაა: ყორე ქვა, ბეტონი ან რკინაბეტონი. მშრალ გრუნტში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს

გან – ბეტონი, ქვა, აგური. ამასთან, ცოკოლი აუცილებლად უნდა იყოს ცემენტის ღულაბით გაღესილი. საძირკველი და ცოკოლი ყოველთვის მზიდ კედლებზე უფრო განიერია და 10–15 სმ-ით გამოდის კედლის სიბრტყიდან.

კედლები. კედელი შეადგენს შენობის ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს.



საძირკველის ტიპები

ა-ლენტური; ბ-სვეტოვანი; გ-სვეტოვანი რანდოჭით; დ-სვეტოვანი რკინაბეტონის

აგური. საძირკველს უნდა ახასიათებდეს მაღალი სიმტკიცე, წყალი და ყინვამდეგობა.

კონსტრუქციული გადაწყვეტის მიხედვით საძირკველი შეიძლება იყოს:

- **ლენტური** – ეწყობა მზიდი კედლების ქვეშ უწყვეტი ზოლის სახით;
- **სვეტისმაგვარი** (სვეტოვანი) - ეწყობა ცალკე დაყენებული სვეტების ქვეშ. ამასთან, კედლები ეყრდნობა საძირკველის კოჭებს.
- **მთლიანი ფილა** – ეწყობა მთლიანად შენობის ქვეშ, მთლიანი რკინაბეტონის წიბოვანი ან უკოჭო ფილის სახით.

ცოკოლი – არის შენობის საძირკველის ზედა ნაწილი, რომელიც 50-70 სმ-ით აღემატება მიწის ზედაპირს.

ცოკოლი განიცდის ტენის მავნე გავლენას (ნალექების, გრუნტის წყლების) და მას ასრულებენ მაღალი სიმტკიცისა და ყინვამდეგობი მასალების-

ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით შეიძლება იყოს გარე და შიგა. გარე კედელი, როგორც ვერტიკალური შემომზღუდავი კონსტრუქცია, იცავს სათავსებს (ან შენობას მთლიანად) გარე ფაქტორების ზემოქმედებისაგან (ტემპერატურული, ატმოსფერული). შიგა კედლები შენობის შიგა სივრცეს ცალკეულ სათავსებად ყოფენ. კედელი შეიძლება იყოს მზიდი, თვითმზიდი და არამზიდი.

მზიდი კედლები იღებს საკუთარი წონისა და სხვა კონსტრუქციებისაგან (გადახურვა, სახურავი, კიბეები) მოსულ დატვირთვებს.

თვითმზიდი კედლები გადასცემს საძირკველს საკუთარ მასას და ქარის დატვირთვას. ასეთ კედლებს არ ეყრდნობა გადახურვა და შენობის სხვა კონსტრუქციები.

არამზიდი კედლების ფუნქციაა დაიცვას შენობა გარე სივრცისაგან და მთელი თავისი წონით ეყრდნობა მზიდი

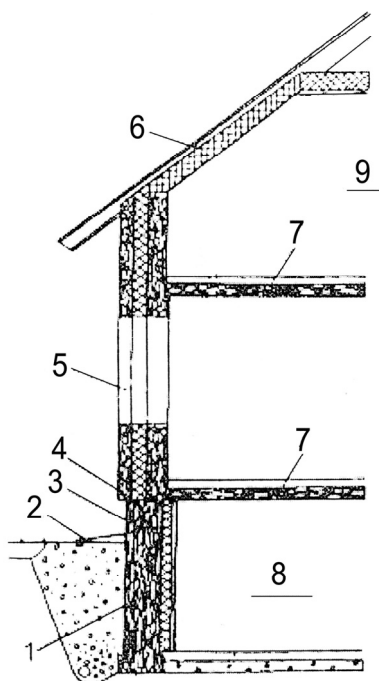
ელემენტებს (რიგელებს, კოჭებს, სვეტებს).

შენობის ძირითადი ელემენტებია:

- **სვეტები** – აგურის, რკინაბეტონის, ლითონის. გადასცემს საძირკველს დატვირთვას გადახურვებისგან, სახურავისა და კედლებისგან;
- **რიგელი** – ჰორიზონტალური საყრდენი კონსტრუქციული ელემენტი სართულშუა გადახურვებისათვის;
- **გადახურვა** – ყოფს შენობის სივრცეს სართულებად და გადასცემს დატვირთვას კედლებს ან რიგელებს;
- **სახურავი** – კონსტრუქციული ელემენტი, რომელიც ასრულებს შენობას და იცავს ატმოსფერული ნალექებისგან, მზის სხივებისა და ქარისგან. კონსტრუქციული გადაწყვეტით სახურავი შეიძლება იყოს **სხვენიანი** ან **უსხვენი**. სახურავის ზედა ფენას (ორთქლიზოლაციის, მათბუნებლის, ჰიდროიზოლაციის) ეწოდება **ბურული**.

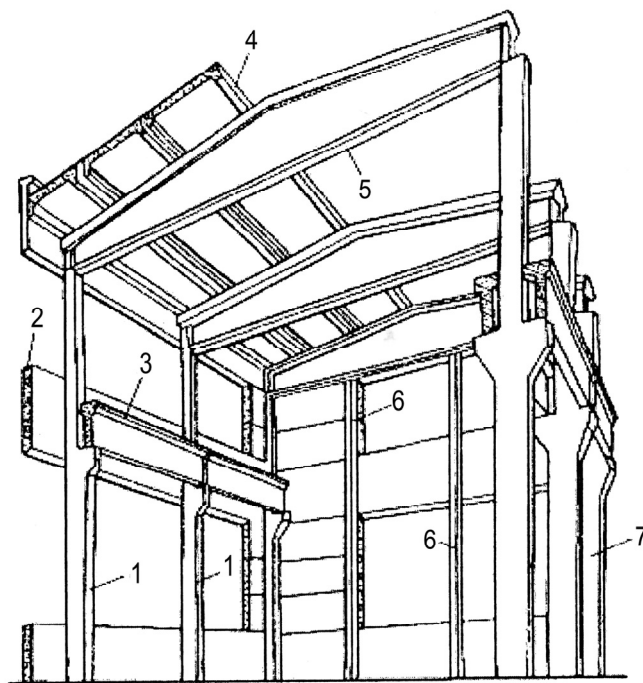
- **კიბე** – კონსტრუქციული ელემენტი, რომელიც გამოიყენება შენობაში სართულებს შორის კავშირისათვის;
- **ფანჯარა** – შექცამტარი შემოზღუდვა და ემსახურება სათავსების განათებასა და განიავებას. ფანჯრები ძირითადად შედგება ჩარჩოსა და შემინული ალათებისაგან.
- **კარი** – მოძრავი შემოზღუდვა, უზრუნველყოფს კავშირს სათავსებს შორის. გამოიყენება, როგორც შესასვლელი შენობაში და გამოსასვლელი შენობიდან.
- **ტიხრები** – შენობის შიგნით მოწყობილი თხელი კედლებია, რომლებიც შენობის შიგა სივრცეს ყოფენ სათავსებად.

ქვემოთ მოყვანილია სხვადასხვა ტიპის შენობის კონსტრუქციული ელემენტების სქემები:



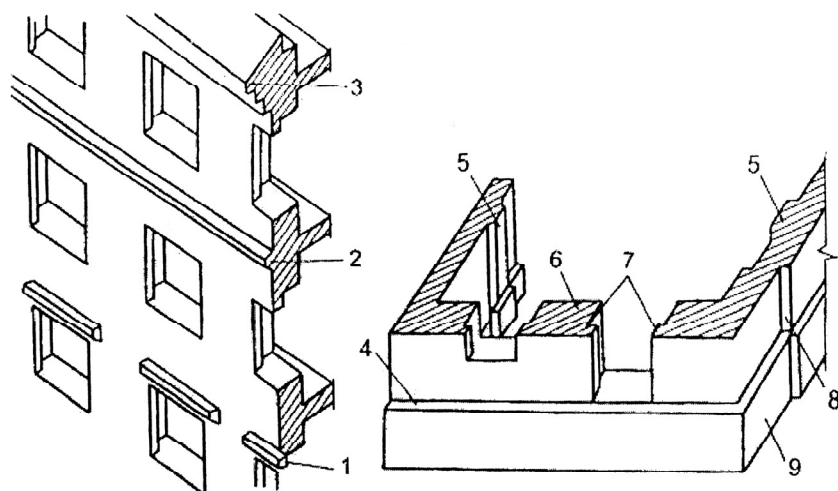
სარდაფიანი და მანსარდიანი შენობის ტიპი:

- 1–საძირკველი; 2–შემონაკირწყლი; 3–ცოკოლი; 4–კედელი; 5–დიობი; 6–სახურავი; 7–გადახურვა; 8–სარდაფი; 9–მანსარდა;



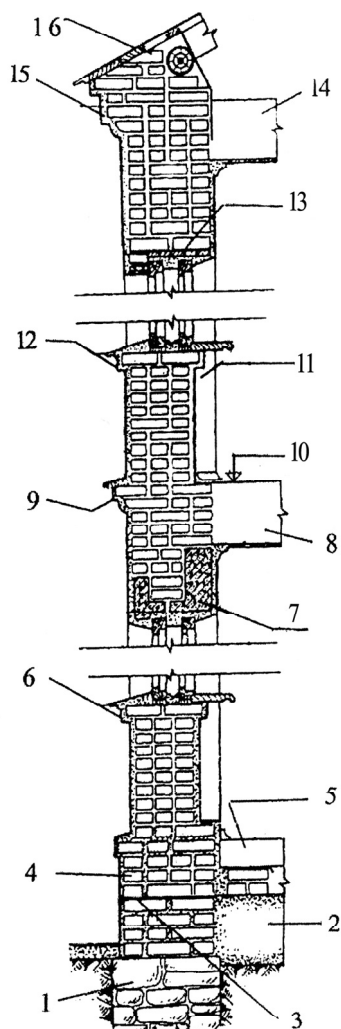
ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის კარკასი:

- 1–გარე სვეტები; 2–კედლის პანელი; 3–ამწისქვეშა კოჭი 4–გადახურვის პანელი; 5–კოჭი; 6–ტორსული კედლის სვეტები (ფახვერკები); 7–შუა რიგის სვეტები



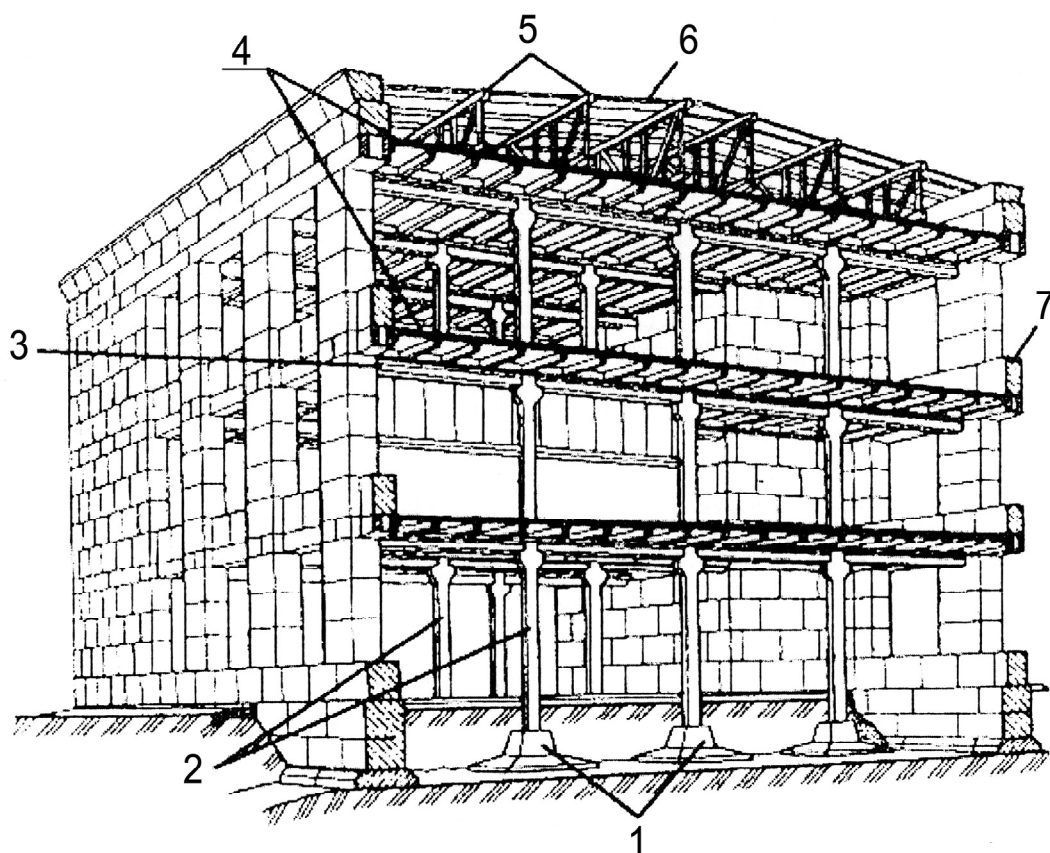
ქვის კედლის დეტალები:

1-გვირგვინი; 2-სარტყელი (ზოლი); 3-კარნიზი; 4-ნაპირი (შენატყერი); 5-პილასტრი (კედლის სვეტი); 6-შუაკედლისი; 7-ნაოთხალი; 8-წყობის საფეხური; 9-ცოკოლი



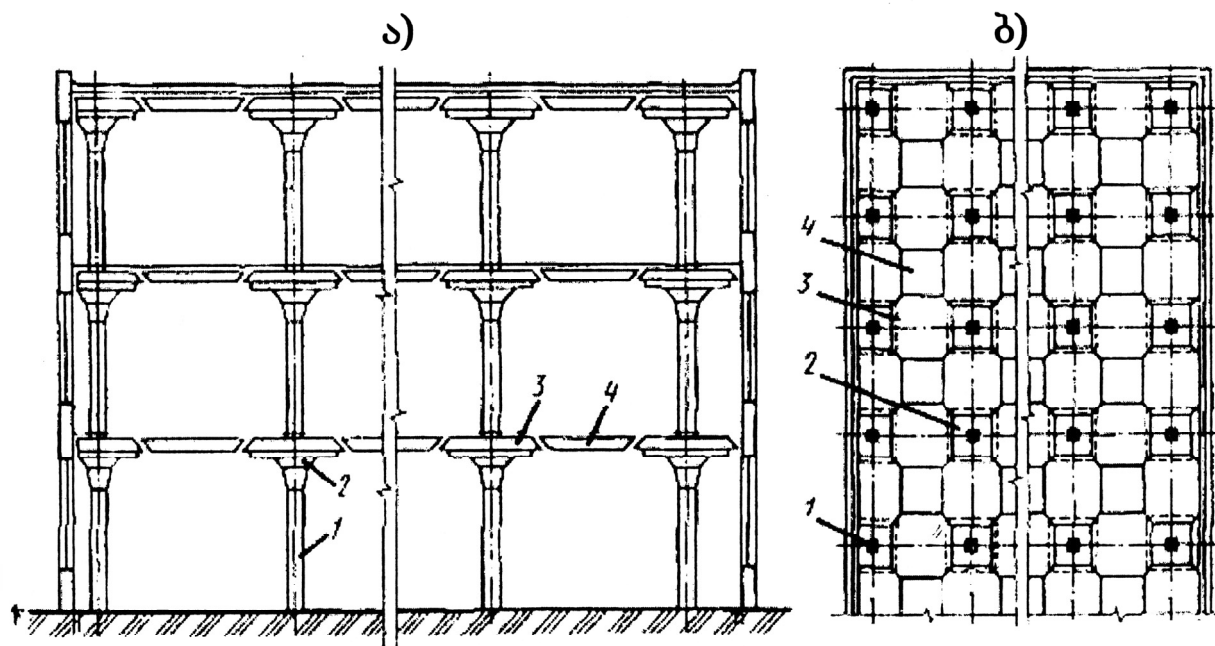
ორი აგურის სისქის გარე კედლის წყობა:

1-საძირკველი ყორე ქვისგან; 2-ქვიშა; 3-საიზოლაციო ფენა; 4-ცოკოლი; 5- პირველი სართულის გადახურვა; 6-რაფისქვეშა ზოლურა; 7-რკინაბეტონის ზღუდარი; 8-სართულშუა გადახურვა; 9-სარტყელი; 10-იატაკის დონე; 11-გათბობის ნიში; 12-რაფის ზოლურა; 13-რიგითი ზღუდარი; 14-სხვენის გადახურვა; 15-კარნიზი; 16-სახურავი



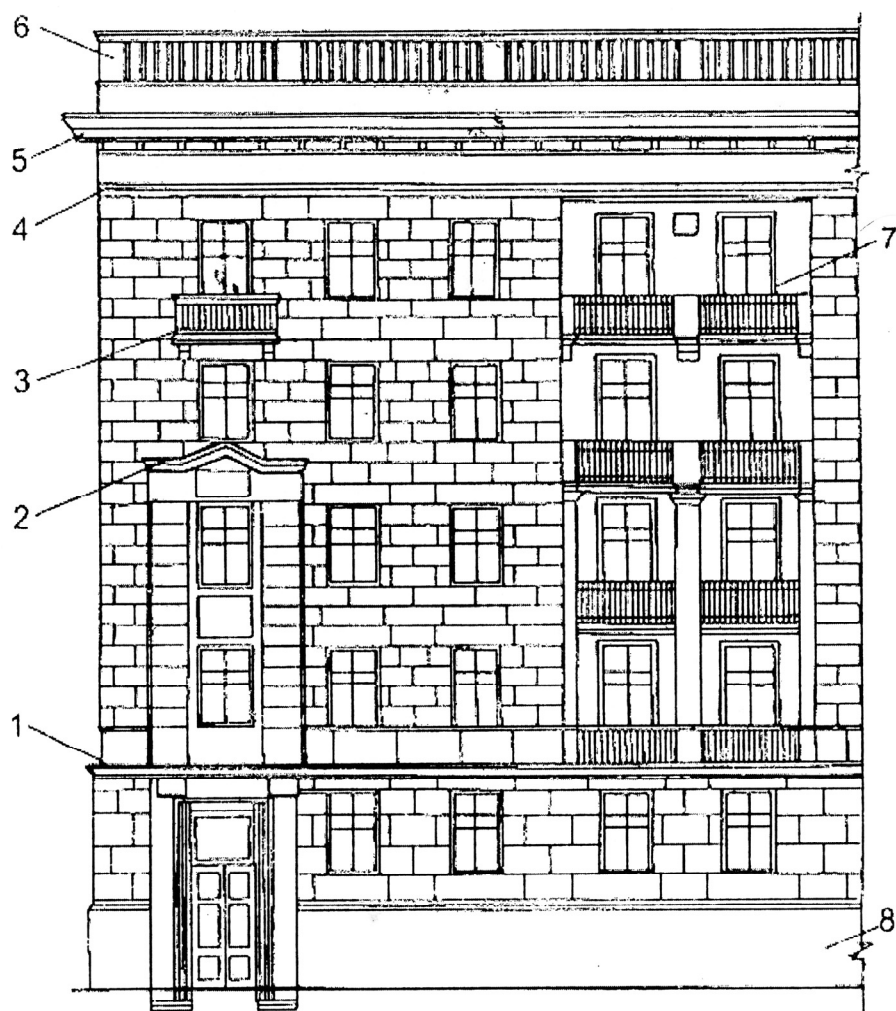
მრავალსართულიანი კარკასული შენობა კოჭოვანი გადახურვით:

1-საძირკველი; 2-სვეტები; 3-რიგელები(მთავარი კოჭები); 4-გადახურვის ფილები; 5-გადახურვის მზიდი კონსტრუქციები; 6-გადახურვის ფილები; 7- მზიდი კედელი მსხვილი ბლოკებისაგან



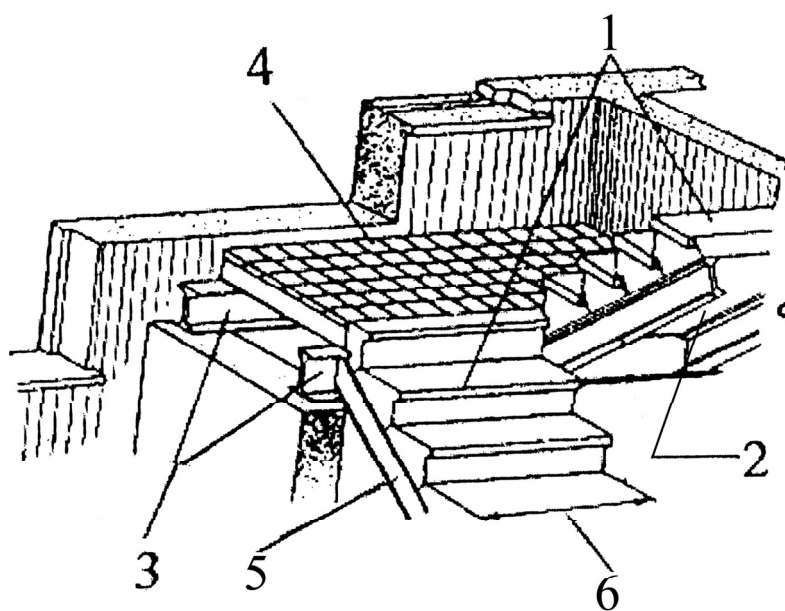
მრავალსართულიანი ანაკრები შენობა უკოჭო გადახურვით: ა)განივი ჭრილი; ბ)სართულშუა გადახურვის გეგმა;

1-სვეტი; 2-კაპიტელი(სვეტის თავი); 3-სვეტებს შორის ფილა; 4-მაღის ფილა



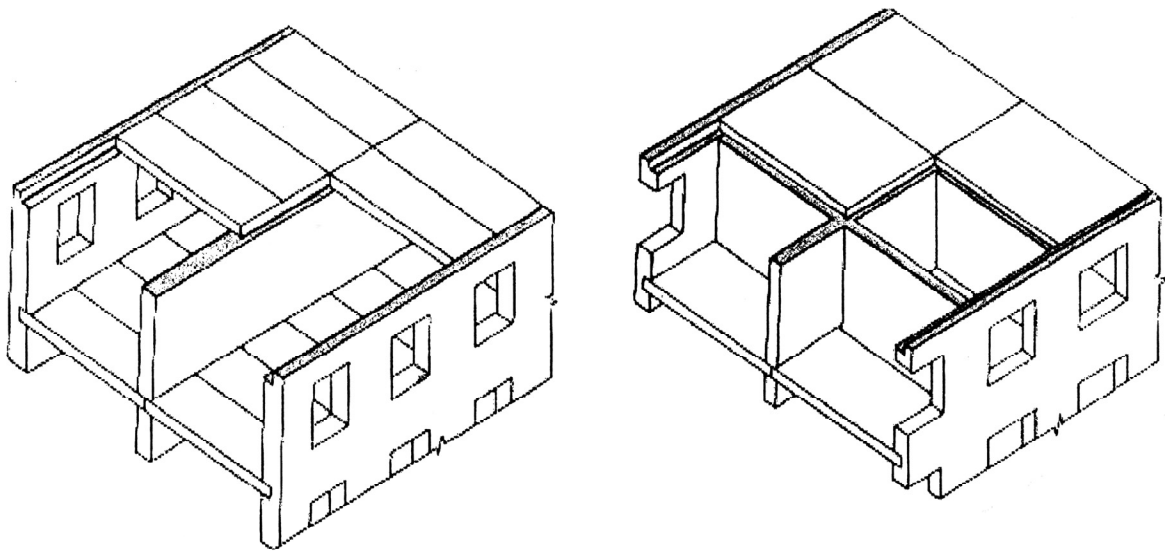
შენობის ფასადი;

1,4—სარტყელი(ზოლი); 2—გვირგვინი; 3—აივანი; 5—კარნიზი; 6—პარაპეტი; 7— ლოჯია; 8—ცოკოლი



კიბის კვანძის საერთო ხედი:

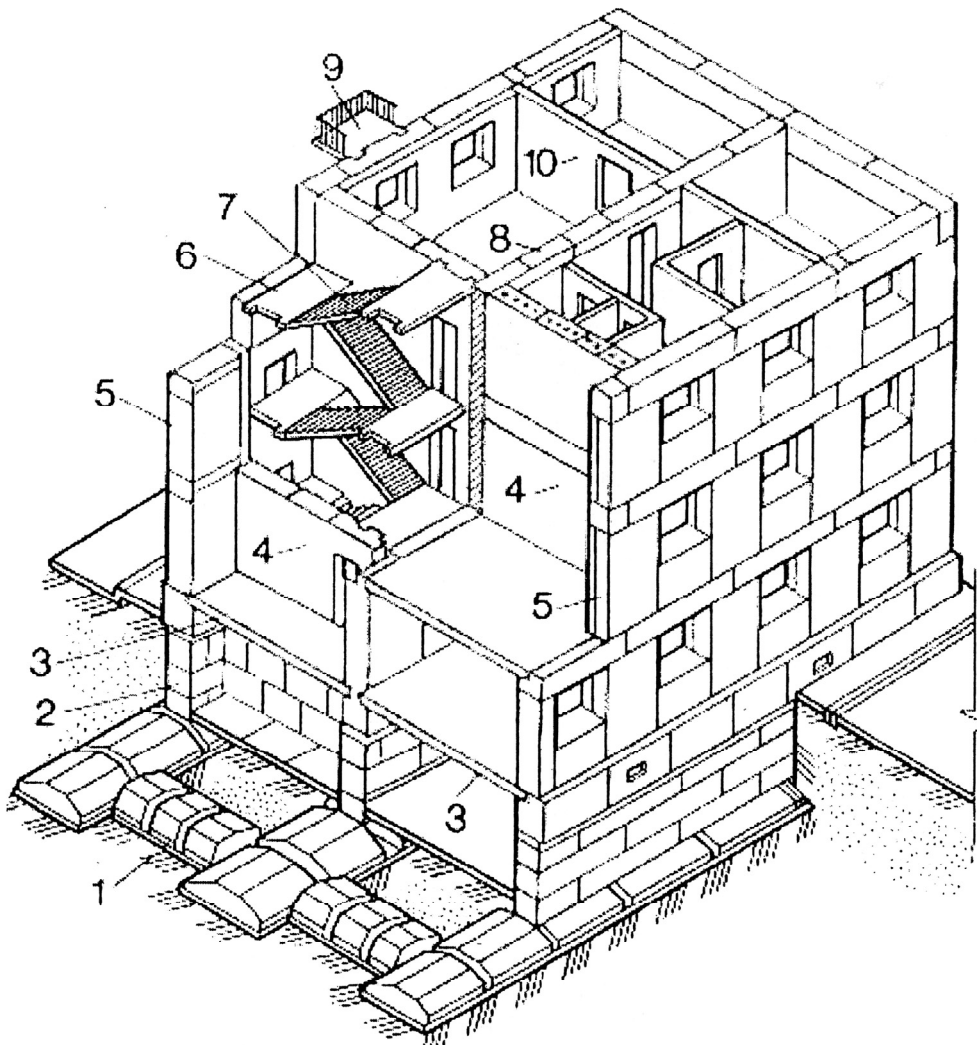
1—საფეხურები; 2—კიბის ჩანა; 3—კოჭები; 4—ბაქანი; 5—კიბის მარში; 6—საფეხურის სიგანე არანაკლებ 1,2 მ



უკარკასო შენობების კონსტრუქციული სქემები:

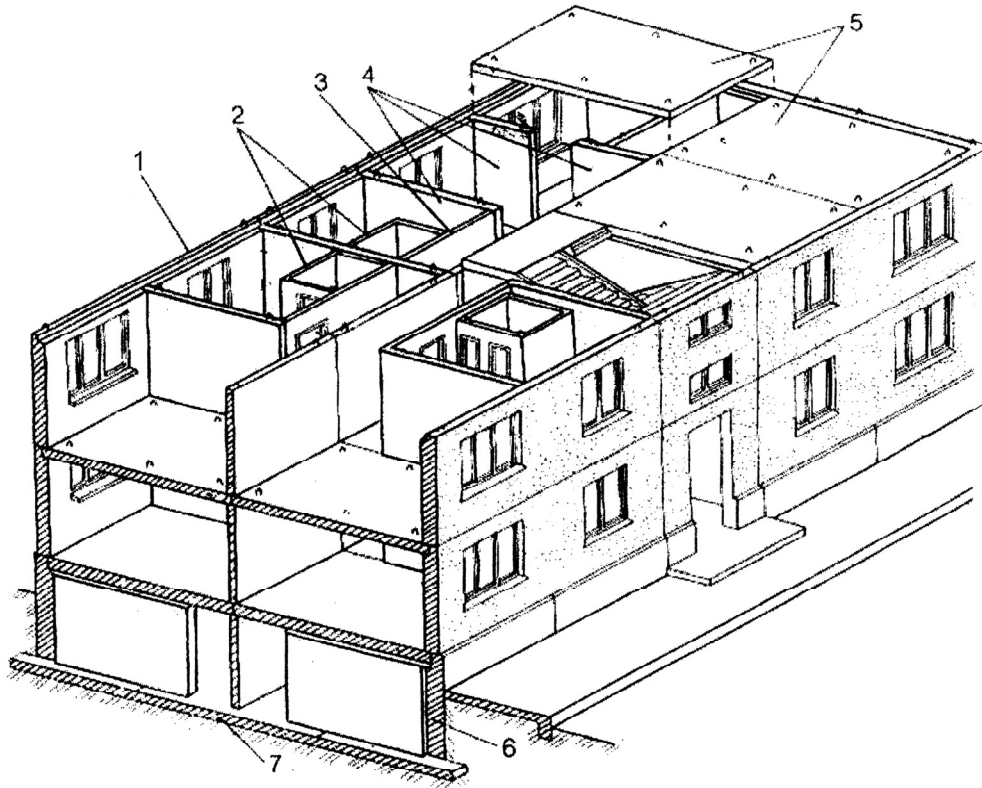
ა) გრძივი მზიდი კედლებით;

ბ) განივი და გრძივი მზიდი კედლებით



მსხვილბლოკური შენობების (გრძივი მზიდი კედლებით) კონსტრუქციული სქემა:

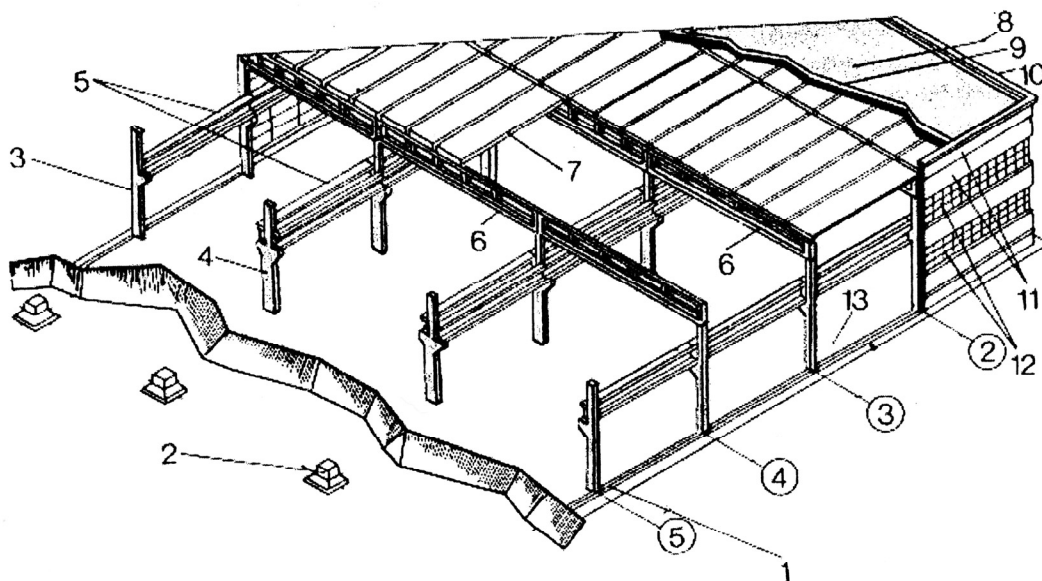
1-საძირკველი; 2-სარდაფის კედელი; 3-გადახურვა; 4-შიგა კედლები; 5-გარე კედლები; 6-კიბის ბაქანი; 7-კიბის მარში; 8-შიგა გრძივი კედელი; 9-აივანი; 10-ტიხრები



მსხვილპანელური შენობების კონსტრუქციული სქემა:

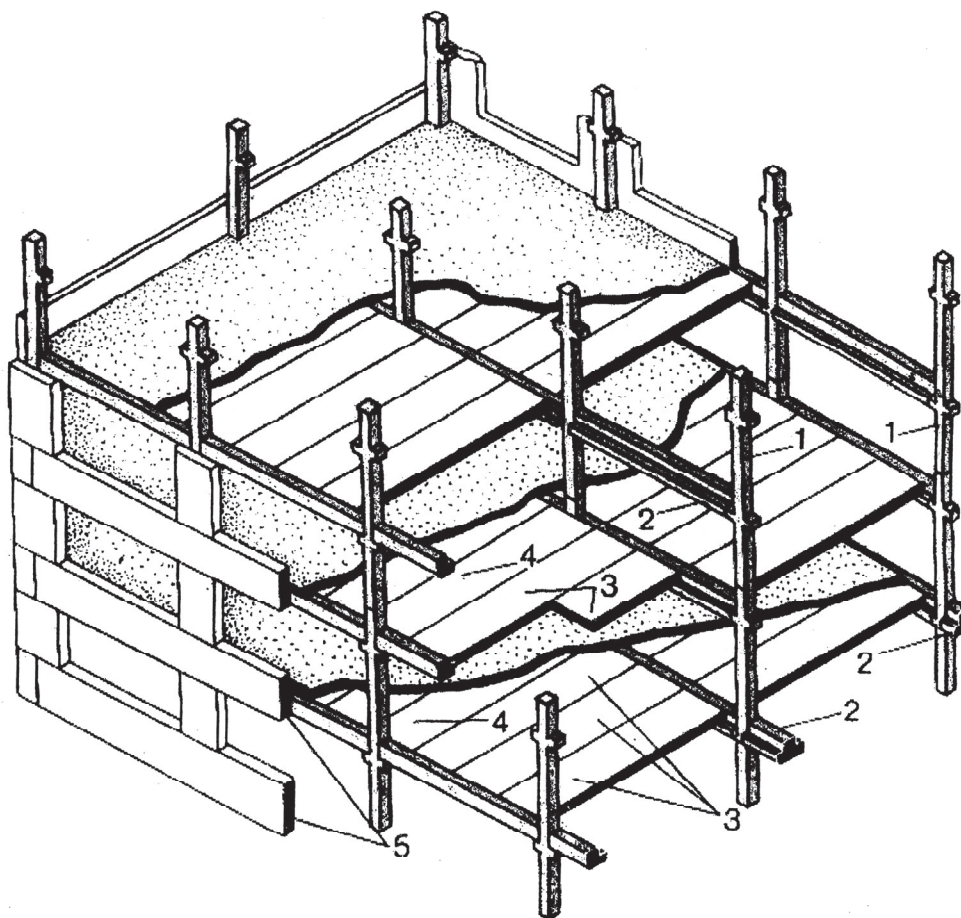
1-გარე პანელები; 2-სანტექნიკური კვანძი; 3-მზიდი ტიხრები; 4-შიგა მზიდი განივი კედლები; 5-გადახურვის პანელი; 6-ცოკოლის პანელი; 7-საძირკვლის ბლოკები

კარკასულ შენობებში სივრცითი სისტემა – კარკასი იქმნება მზიდი კონსტრუქციებისაგან: ერთსართულიანებში – სვეტების, ამწისქვეშა კოჭების, კოჭების ან წამწეებისაგან; მრავალსართულიანებში – სვეტების, რიგელებისა და გადახურვის ფილებისაგან.



ერთსართულიანი სამრეწველო შენობის კარკასის სქემა (ბრტყელი გადახურვით):

1-საძირკვლის კოჭი; 2-საძირკველი; 3-განაპირა რიგის სვეტები; 4-შუა რიგის სვეტები; 5-ამწისქვეშა კოჭი; 6-გადახურვის კოჭები; 7-გადახურვის ფილები; 8-წყალმიმღები ძაბრი; 9-ბურული; 10-პარაპეტი; 11-კედლის პანელები; 12-ფანჯრის ალათები



მრავალსართულიანი კარკასული შენობის კონსტრუქციული სქემა:

1-სვეტები; 2-რიგელები; 3-გადახურვის რიგითი ფილები; 4-სვეტებს შორის კავშირის ფილა; 5-შეკიდული კედლის პანელები

ბავლილი მასალის გამოყენება

პასუხები დაწერეთ ცალკე ფურცელზე. სახელმძღვანელოში არ ჩაწერეთ

1. რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს შენობა და ნაგებობა?
2. დანიშნულების მიხედვით რომელ ორ ჯგუფად იყოფა შენობები?
3. რა განსხვავებაა მსხვილელემენტებიან და წვრილელემენტებიან შენობებს შორის?
4. აგების ტექნოლოგიის მიხედვით როგორ კლასიფიცირდება შენობები?
5. რისი საშუალებით მიიღწევა შენობის სიმტკიცე და მდგრადობა?
6. რაზეა დამოკიდებული სამშენებლო კონსტრუქციების ხანმედგობა?
7. გრუნტის წყლების ზემოქმედების გამო როგორი მასალებისაგან უნდა შესრულდეს საძირკველი?
8. კონსტრუქციული გადაწყვეტის მიხედვით რამდენი სახის საძირკველი არსებობს?
9. რა არის ცოკოლი?
10. ჩამოთვალეთ შენობის ძირითადი ელემენტები.
11. როგორი კონსტრუქციებისაგან იქმნება კარკასი კარკასულ შენობებში?

ნახაზის პითხვის უნარ-ჩვევები

ამ თავის შესწავლის შემდეგ თქვენ შეძლებთ: ახსნათ, რატომ არის ხაზვა პროფესიისთვის მნიშვნელოვანი, დაადგინოთ, რას მოიცავს ნახაზების კომპლექტი, აღწეროთ, როგორ იქმნება ნახაზი და გაიგოთ ხაზვაში გამოყენებული პირობითი აღნიშვნების მნიშვნელობა. აგრეთვე, გეცოდინებათ, როგორ მოიხმართ ნახაზის ასლი.



სამშენებლო ნახაზები გამოიყენება სამშენებლო ობიექტის არქიტექტურული და საინჟინრო პროექტების გადმოსაცემად.

სპეციფიკაციებთან ერთად იგი გვაწვდის დეტალურ ინფორმაციას შენობების ელემენტების, მასალებისა და კონსტრუირების მეთოდების შესახებ. ყოველი პირი, რომელიც ჩართულია შენობის დაგეგმარების, აღჭურვისა ან მშენებლობის პროცესში, ვალდებულია იცოდეს სამშენებლო ნახაზის წაკითხვა.

ნაბეჭდი არის ნახაზის ასლი. მრავალი წლის განმავლობაში ფართოდ იყო გავრცელებული ნახაზის გამრავლების მეთოდი, რომლის მეშვეობითაც მიიღებოდა ეგრეთ წოდებული **”ლურჯი ასლი”**, რომელიც შედგება თეთრი ხაზებისაგან ცისფერ ფონზე. დღეს

ტერმინი **”ლურჯი ასლი”** გამოიყენება ნაბეჭდის მნიშვნელობით. ნაბეჭდების უმეტესობას აქვს მუქი ხაზები ღია ფონზე.

ნახაზის ასლი ჩვენთვის ზოგჯერ გაიგივებულია მუშა ნახაზთან ან **გეგმა-მასთან**. ნახაზის დედანი, როგორც წესი, ინახება არქიტექტორის ან ინჟინრის ოფისში. სამშენებლო მოედანზე ნახაზის გამოყენების შემთხვევაში იგი შეიძლება ადვილად დაზიანდეს, ამიტომ უშუალოდ მშენებლები იყენებენ ნაბეჭდებს. ტერმინი **„გეგმა“** აგრეთვე აღნიშნავს შენობის ცალკეული ნაწილების ნახაზებს, როგორიც არის სამშენებლო მოედნის გეგმა, საძირკვლის გეგმა, სართულის გეგმა.

სამშენებლო ნახაზი/ასლი

არსებობს სამშენებლო ნახაზის ორი ტიპი: **აქსონომეტრიული პროექცია და ორთოგონალური პროექცია**. აქსონომეტრიული პროექცია გამოიყენება იმისთვის რომ დამკვირვებელმა შენობა მთლიანად აღიქვას. ეს ნახაზი, მისთვის უფრო რეალური სახის მისაცემად, შევსებულია ხეებით, ბუჩქებით და მას ვიზუალიზაცია ეწოდება. აქსონომეტრიული პროექცია პრეზენტაციისთვის გამოიყენება. როგორც წესი, მასზე მაინც არ ჩანს ცალკეული კონსტრუქციული დეტალები.

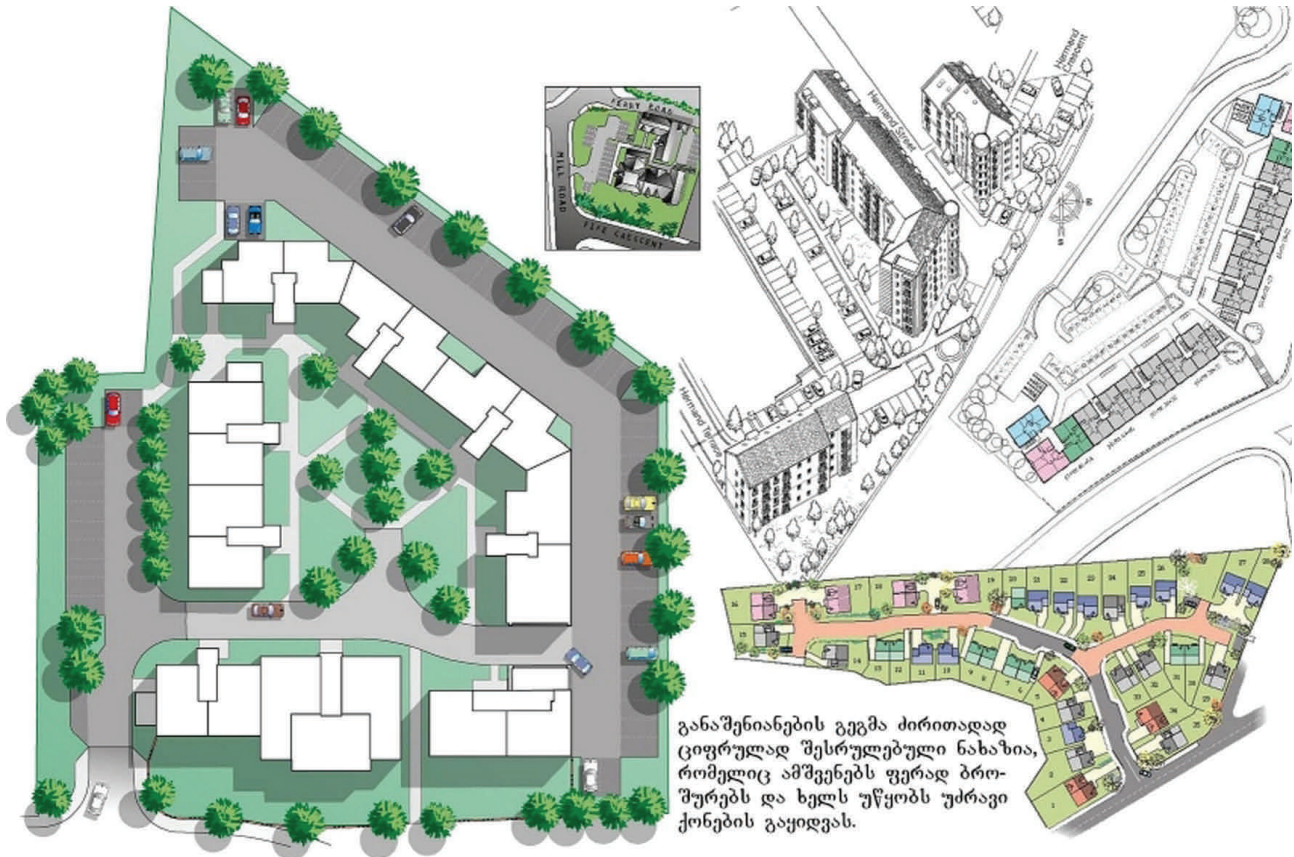


ახალი სახლის აქსონომეტრიული ვიზუალიზაცია

ორთოგონალური პროექცია არის მეთოდი, რომლის შესაბამისადაც ხდება საგნის (მაგალითად შენობის) სხვადა-

სხვა პროექციის ჩვენება. მათი ათვლის წერტილები ისეა შერჩეული, რომ პროექციები ურთიერთმართობულია. ეს კი საშუალებას იძლევა შენობის ან პროექტის ყველა დეტალი ნაჩვენები იქნეს

თოვონალური ნახაზებისაგან მშენებლობისთვის საჭირო ინფორმაცია.



ნახაზების შესაძლო უმცირესი რაოდენობით.

ნახაზების / ნაბეჭდების კომპლექტი

სამშენებლო ნახაზში გამოყენებული პროექციებია: ზედხედი, წინხედი, გვერდხედი და ხედი უკნიდან. ზედხედს ეწოდება ჰორიზონტალური პროექცია, წინხედს, გვერდხედსა და ხედს უკნიდან – ვერტიკალური პროექციები, შენობის ინტერიერის ხედს კი – განივკვეთი ან ინტერიერის პროექცია.

თითქმის ყველა სამშენებლო ნახაზი შესრულებულია ორთოგონალური პროექციით. ამ შემთხვევაში შენობის გარეგნული სახე არ არის ისეთვალნათლივ და სრულად წარმოდგენილი, როგორც აქსონომეტრიული პროექციით, მაგრამ გაცილებით მეტი ინფორმაციის შემცველია. ცდისთვის, თქვენ შეგიძლიათ მოახდინოთ დასრულებული შენობის ვიზუალიზაცია ისევე, როგორც მიიღოთ ორ-

მცირე სამშენებლო პროექტი ყველა საჭირო ინფორმაციას შეიცავს, როგორც წესი, ერთეული გეგმის, ვერტიკალური პროფილისა და რამდენიმე დეტალის სახით. დიდი სამშენებლო პროექტის შედგენილობა უფრო მეტად გართულებულია და მოითხოვს სხვადასხვა გეგმას, პროფილს, განივკვეთსა და დეტალს. გამოიყენება სამშენებლო ნახაზების/ნაბეჭდების კომპლექტი, რომელიც დაყოფილია თავებად შესასრულებელი სამშენებლო სამუშაოების ტიპების შესაბამისად.

ქვემოთ მოყვანილია სამშენებლო ნახაზების კლასიფიკაცია და აღნიშვნები, რომლებიც გამოიყენება საქართველოში:

ბზ – გენერალური გეგმა და ტრანსპორტის ნაგებობანი

ბგ – გენერალური გეგმა

აბ – არქიტექტურული გადაწყვეტილებანი

ას – არქიტექტურულ-სამშენებლო გადაწყვეტილებანი

აი – არქიტექტურული ინტერიერები

კონსტრუქციები:

პრ – რკინაბეტონის

კლ – ლითონის

კლმ – ლითონის მადეტალირებული

კხ – ხის

წკ – შიგა წყალსადენი და კანალიზაცია

ბწკ – გარე წყალსადენის და კანალიზაციის ქსელი

ბვ – გათბობა, ვენტილაცია და კონდიცირება

თქ – თბოქსელები

ბმ – გაზით მომარაგება

ბბქ – გაზით მომარაგება, გარე ქსელები

ემ – ელექტრომომარაგება

ტექნოლოგია:

ტწ – წარმოების

ტბ – კომუნიკაციების

ა... – ავტომატიზაცია

ავტომატიზაციის მარკის კომპლექტის დასახელებაში მრავალწერტილი შეიცვლება სამუშაო ნახაზების ძირითადი კომპლექტის შესაბამისი მარკით.

ნახაზზე მოცემული მარკა შედგება ერთი ასოსგან, რომელიც მიუთითებს შესაბამისი ნახაზების კომპლექტზე და რიცხვითი გამოსახულებისაგან, რომელიც გვიჩვენებს ამ კომპლექტში საძიებელი ნახაზის ნომერს. მაგალითად: გმ-6 – გაზით მომარაგების ნახაზების კომპლექტიდან №6 და ა.შ. მშენებლობის პროცესში ხანდახან საჭირო ხდება გეგმაში გარკვეული შესწორებების შეტანა ან რაიმე

კონსტრუქციის მეორე კონსტრუქციით შეცვლა. ნახაზებს, რომლებიც სრულად გამოსახავენ ასაშენებელი სათავსების დაგეგმარებას, მათ ზომებს და სამშენებლო კონსტრუქციებს საშემსრულებლო ნახაზები ეწოდება, ხოლო ნახაზებს, რომლებიც შედგენილია ნატურაში განხორციელებული აზომვების შედეგად, ეწოდება აზომვითი ნახაზები.

სამშენებლო ნახაზების კლასიფიკაცია და აღნიშვნები, რომლებიც გამოიყენება ევროპასა და შეერთებულ შტატებში:

C – სამოქალაქო. გენგეგმა, რელიეფის მოწოდების გეგმა, ადგილის კეთილმოწყობის გეგმა და დეტალები.

A – არქიტექტურული. სართულების გეგმები, პროფილები, მოპირკეთება, შენობის სექციები, გრაფიკები და დეტალები.

S – კონსტრუქციული. ბეტონის, ფოლადისა და ხის მიწისზედა კონსტრუქციები და დეტალები.

M – მემანქანური. წყალმომარაგება-წყალარინების, გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიცირების სისტემები.

E – ელექტრული. ენერგო- და განათების სისტემები.

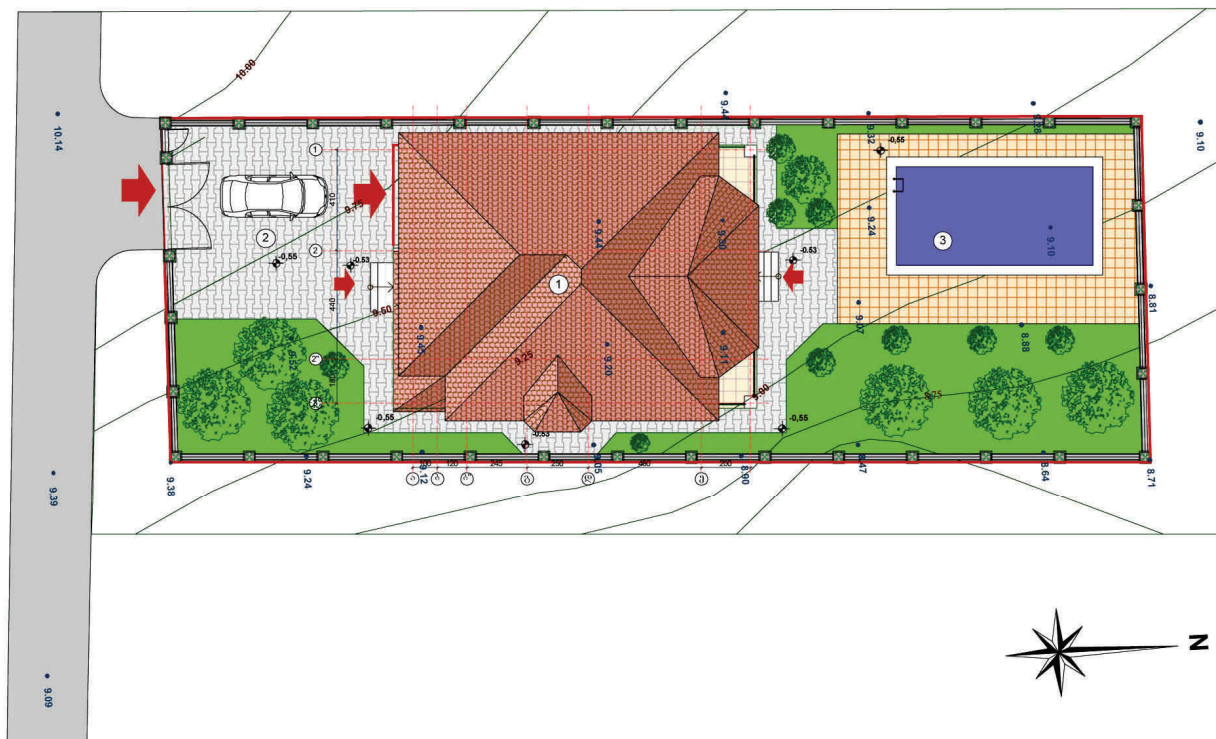
ზოგიერთი არქიტექტორი ან ინჟინერი დამატებით ყოფს ნახაზების /ნაბეჭდების კომპლექტს შემდეგ მიმართულებებად:

U – საინჟინრო ქსელების გეგმა. სახელმწიფო ან მუნიციპალური ელექტრო- და წყალმომარაგების ხაზები ზოგჯერ ნაჩვენებია სამოქალაქო ნახაზებზე.

P – წყალმომარაგება-წყალარინება. წყალმომარაგება-წყალარინების სისტემები.

H – გათბობის, ვენტილაციისა და კაპრის კონდიცირების სისტემები. ზოგიერთი არქიტექტორი არ იყენებს კლასიფიკაციას ასოებით და ფურცლებს უბრალოდ ნომრავს.

ქვემოთ მოცემულია სხვადასხვა ტიპის ნახაზის ნიმუშები:

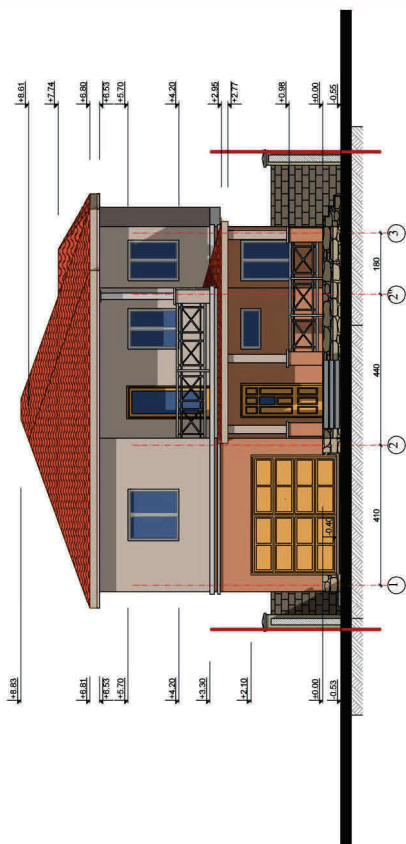


ბენ-პეპე 1:500

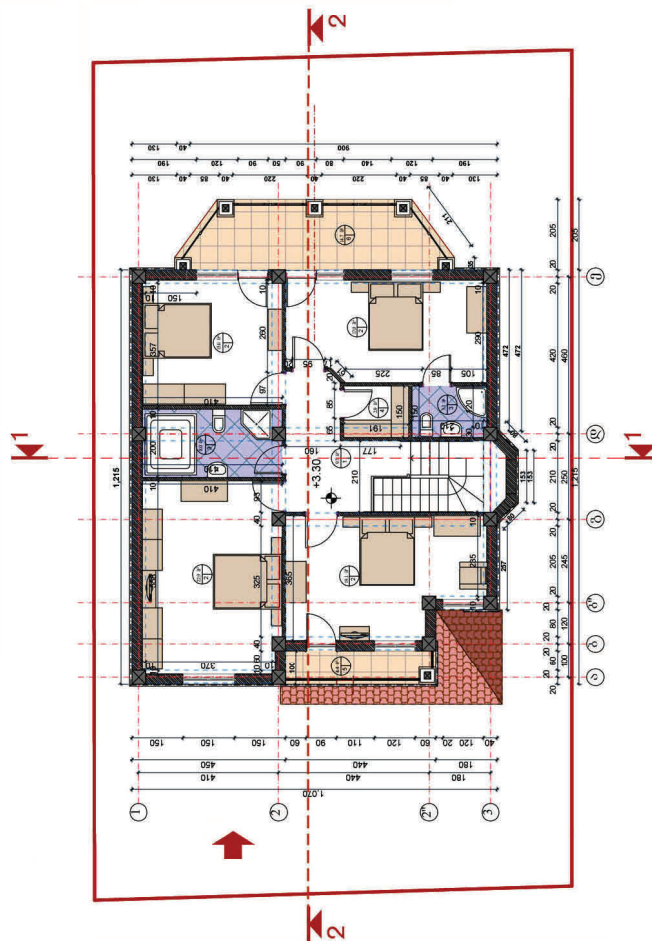


გენერალური გეგმის ნიმუშები

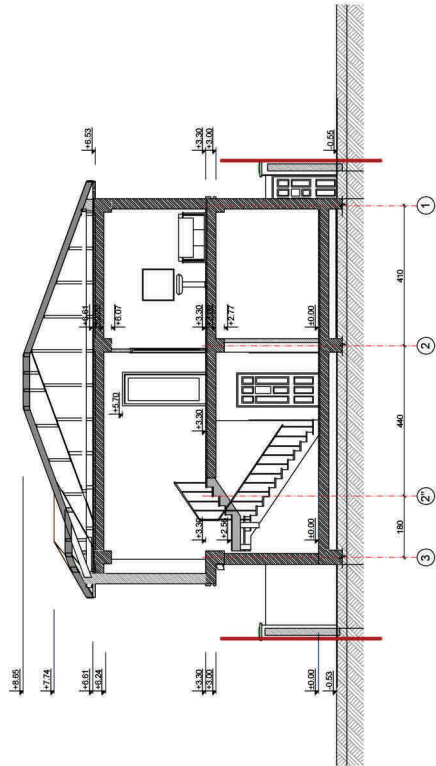
ფასადი



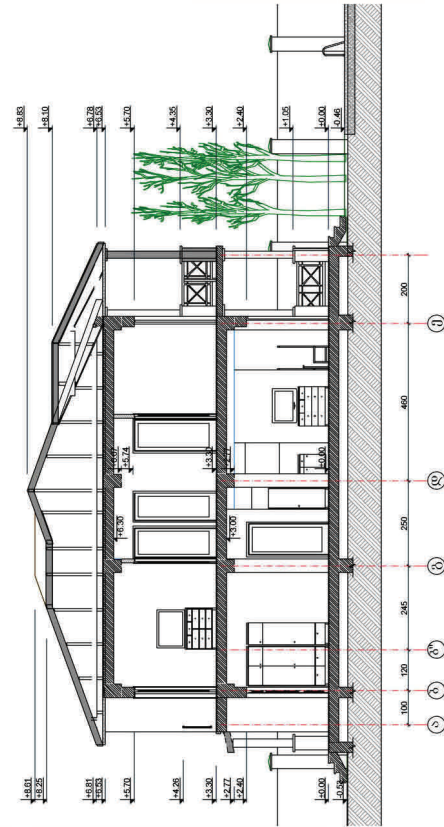
კვეთი



ჭრილი 1-1

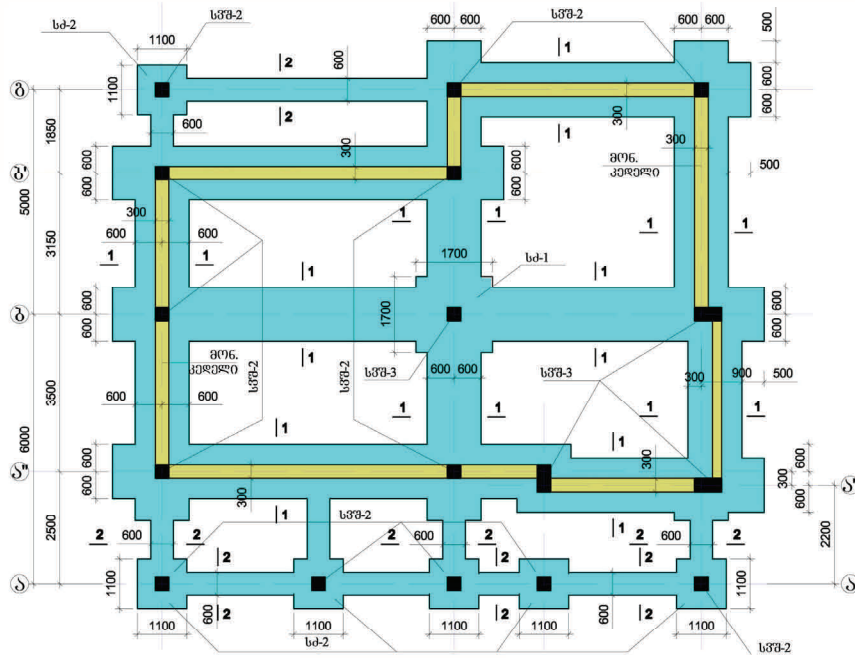


ჭრილი 2-2

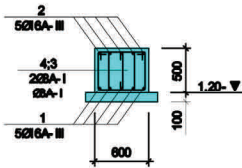


არქიტექტურული ნახაზების ნიმუშები

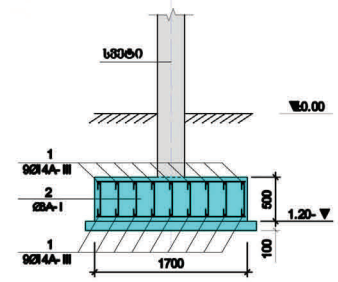
საძირკვლების გეგმა



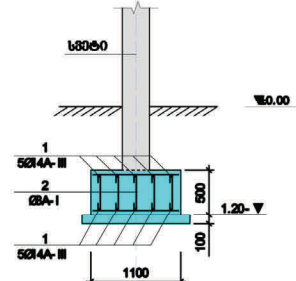
ლენტური
საძირკველი
2-2



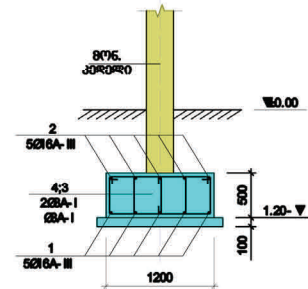
- შენიშვნები
1. ფუძეშენიშვნები ნახაზი ბუნებრივი იანა აკრძალულია ნახაზთან ერთად.
 2. ბუნებრივი სახაზი ფუძეშენიშვნები ნახაზთან ერთად.
 3. საძირკვლის ფუძეშენიშვნები ნახაზთან ერთად.
 4. საძირკვლის იანა ნახაზი ნახაზთან ერთად.



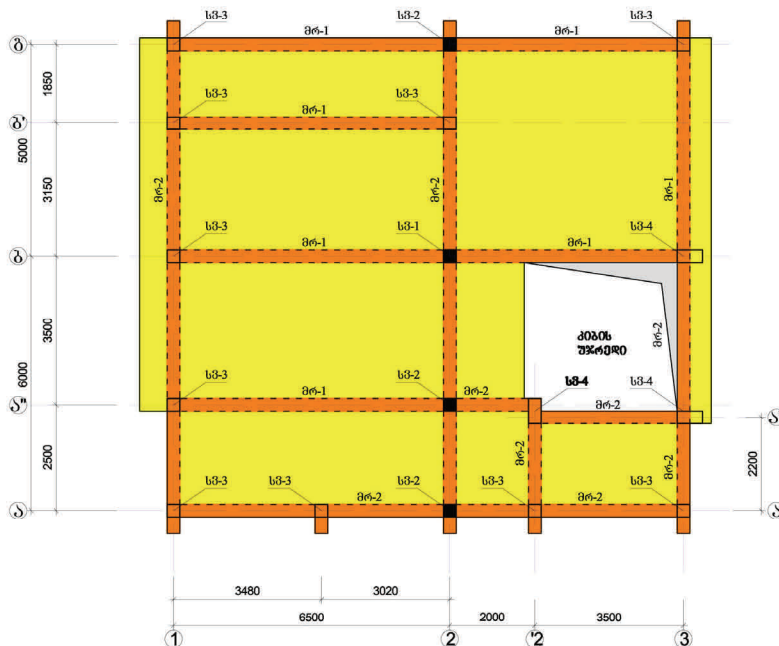
სპ-2 (50)



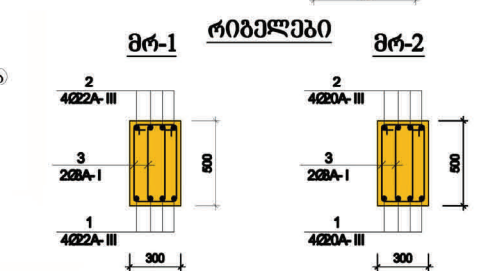
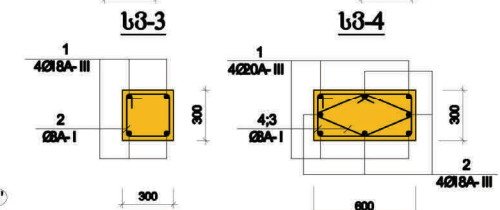
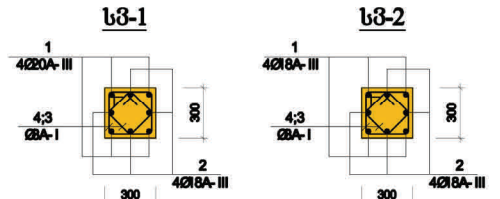
ლენტური
საძირკველი
1-1



სვეტების და რიგების არმირება



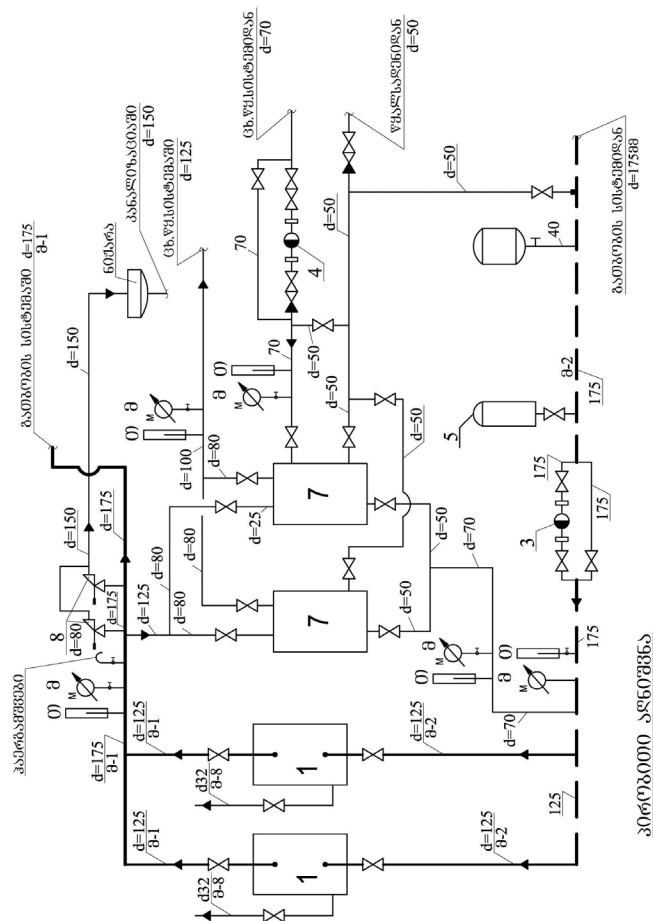
სვეტები



კონსტრუქციული ნახაზების ნიმუშები

[illegible][illegible]

მიღბავსანიღობის პრინციპი სჲმეა



- | | |
|-----|---|
| 8-1 | გაიკეთეს, მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-2 | გაიკეთეს, უკუ მოესალაგებო |
| 8-3 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-4 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-5 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-6 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-7 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| 8-8 | ცნადა წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| W | წყლის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| H-1 | თქმის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |
| H-2 | თქმის მოეწერა მკვეთრად, მოესალაგებო |

பொன்முகப்பூ

[illegible]

ბაქოში 1990 წლის 11-12 აპრილს
შედიდნენ 1990 წლის 11-12 აპრილს
შედიდნენ 1990 წლის 11-12 აპრილს

საქვადონ სპეცოგოკცონ

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

ნაბეჭდის/ნახაზის ტიპები

ნაბეჭდი, როგორც წესი, დალაგებულია მშენებლობის სავარაუდო თანამიმდევრობის შესაბამისად. ნაბეჭდების კომპლექტი მოიცავს სამოქალაქო, კონსტრუქციულ, არქიტექტურულ, ელექტრულ, მექანიკურ და წყალმომარაგება-წყალარინების ნაბეჭდებს.

სამოქალაქო მშენებლობის (C) ნახაზები მოიცავს: გენგეგმას ან განაშენიანების უბნის გეგმას, საინჟინრო ქსელებს, მიწის ნაკვეთით სარგებლობის უფლებას, რელიეფის მოწყობის გეგმასა და ადგილის კეთილმოწყობის დეტალებს. განაშენიანების უბნის გეგმა აგრეთვე მოიცავს: პორიზონტალებს, ტროტუარებსა და სამანქანო გზებს. აგრეთვე ნაჩვენებია: უბნის საზღვრის ხაზები, განაშენიანების წითელი ხაზები და საინჟინრო კომუნიკაციები.

კონსტრუქციის ნაბეჭდი მოიცავს: საძირკველს, ფოლადის მზიდ კონსტრუქციებს, შენობისა და სახურავის მზიდ სისტემებს მათ კვეთებთან და დეტალებთან ერთად. საცხოვრებელი შენობებისთვის საძირკველისა და სარდაფის სართულის გეგმები, როგორც წესი, მოცემულია ერთ ნახაზზე. ეს გეგმა მოიცავს: საძირკველის კედლებს, საძირკველის ბლოკებს, დგარებსა და ბუხრებს. საძირკველის კედლებისა და საძირკველის ბლოკების კვეთებისა და დეტალების ნახაზები ზოგჯერ მოცემულია ერთ ნაბეჭდზე.

არქიტექტურული ნაბეჭდი მოიცავს: სართულების გეგმებს, პროფილებს, შენობის სექციებსა და გამოტანილ კვეთებს, კარისა და ფანჯრის სპეციფიკაციებსა და ოთახების გამოყვანას. საცხოვრებელ შენობებში, არქიტექტურული ნაბეჭდები, როგორც წესი, წარმოადგენს მუშა ნახაზების უმეტესობას.

სართულის გეგმა მნიშვნელოვანი ნახაზია, ვინაიდან ის შეიცავს ყველაზე მეტ ინფორმაციას და ორიენტირია

დამატებითი კვეთებისა და დეტალების მდებარეობისათვის. სართულის გეგმა ფაქტობრივად არის ამავე სართულის დონიდან ზემოთ 106-122სმ-მდე პორიზონტალურ სიბრტყეში აღებული კვეთი. გეგმა შეიძლება იყოს წანაცვლებული (ცვლადი დონეები) თუ შენობაში ერთი და იმავე სართულის დონეები სხვადასხვა ნიშნულზეა. სართულის გეგმაში ჩანს სართულის გამოყვანა, კედლები, კარები, კიბის მარშები, ბუხრები, ჩაშენებული კარადები და მექანიკური აღჭურვილობა. მრავალსართულიანი შენობის ნახაზები შეიცავს ყველა სართულის გეგმას. მომხმარებელთა უმეტესობა ნაბეჭდების დათვალიერებას იწყებს სართულების გეგმებით.

სართულის გეგმები გვიჩვენებს წარმოსახვისა და ვიზუალიზაციისათვის საჭირო საერთო წარმოდგენას რაც საჭიროა შემდგომი ინტერპრეტაციისათვის.

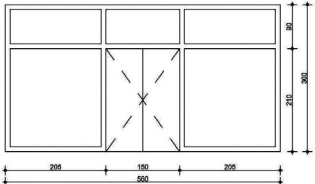
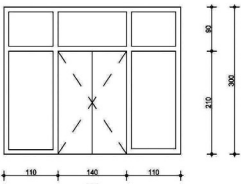
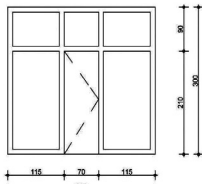
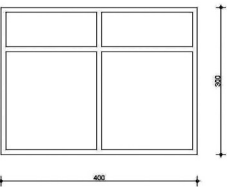
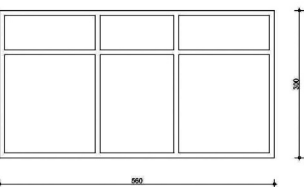
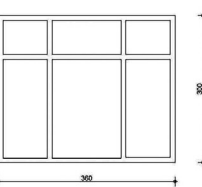
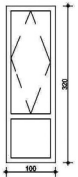
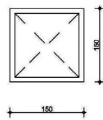
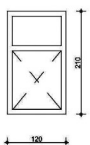
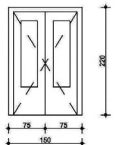
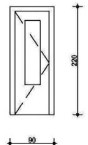
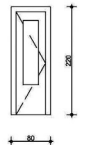
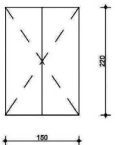
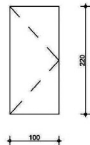
პროფილი არის შენობის გარე ხედი/პროექცია. როგორც წესი, მინიმუმ ოთხი პროფილის დახაზვა არის საჭირო შენობის ყოველი მხრის გადაწყვეტის საჩვენებლად. უფრო მეტი პროფილი მოითხოვება განსხვავებული გადაწყვეტების დროს, ისეთების როგორიც არის შიგა ეზო ან კუთხური შენობა. შენობის ინტერიერისთვის აღებულ პროფილს, ინტერიერის პროფილი ეწოდება.

ჭრილი არის ხედი, რომელიც გვიჩვენებს შენობას ისე, თითქოს ის გაჭრილია. ჭრილში ჩანს კედლები, კიბის საფეხურები და სხვა დეტალები, რომლებიც სხვა ნახაზებზე ნათლად არ ჩანს. ჭრილი, როგორც წესი, მოცემულია უფრო დიდი მასშტაბით, პროფილებისა და გეგმების ნახაზებზე გამოყენებულ მასშტაბებთან შედარებით. მთლიანი შენობის ვიწრო მხრის გასწვრივ აღებულ კვეთს განივი კვეთი ეწოდება, გრძელ მხარეს – გრძივი კვეთი.

რთული შენობის ელემენტებისთვის და განსხვავებული კონსტრუქ-

ყოველი ნაკეთობა აღნიშნულია გეგმასა და პროფილებზე. სხვა ტიპისაა კარის, ფანჯრისა და განათების მოწყობილობების სპეციფიკაციები. სპეციფიკაცია სხვა მიზნებისთვისაც გამოიყენება, ასეთია, მაგალითად, ოთახის გამოყვანა.

სპეციფიკაცია მუშა ნახაზების კომპლექტის ნაწილია. გეგმის ნახაზები ხშირად მოიცავს კარის სპეციფიკაციას. ფანჯრის სპეციფიკაცია ძირითადად გვხვდება პროფილის ნახაზებზე.

ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-1 		ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-2 		ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-3 				
ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-4 		ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-5 		ՅՈՒՆԱՎԱՆ 3ՈՒ-6 				
Գ-1 	Գ-2 	Գ-3 	Գ-4 	ԾԱՌ Ժ-1 	ԾԱՌ Ժ-2 	ԾԱՌ Ժ-3 	ԾԱՌ Ժ-4 	ԾԱՌ Ժ-5 

[illegible]

64

თების გეგმას, შეკიდული ჭერის გეგმას და გამანაწილებელი დაფის სპეციფიკაციას. დიდ პროექტში შეიძლება აგრეთვე იყოს ელექტრომონტაჟის სქემა და დატვირთვის გაანგარიშება. მცირე სამუშაოებისთვის ელექტროგაყვანილობის გეგმა მოცემულია სართულის არქიტექტურულ გეგმასთან ერთად.

მექანიკური ნაწილის ნახაზები მოიცავს გათბობის, ვენტილაციისა და ჰაერის კონდიცირების სისტემების გეგმებს და წყალმომარაგება-წყალარინების გეგმებს. მექანიკური ნაწილის ნახაზი აგრეთვე მოიცავს მორწყვის სისტემებს. შეიძლება მოიცავდეს მიღებისა და მათი მაკავშირებელი ნაწილების სპეციფიკაციას, გათბობის, ვენტილაციისა და ჰაერის კონდიცირების სისტემების აღჭურვილობასა და წყალმომარაგება-წყალარინების მოწყობილობებს. მარტივი პროექტებისათვის ელექტროგაყვანილობის გეგმის მსგავსად, გათბობის, ვენტილაციისა და ჰაერის კონდიცირების სისტემების გეგმა შედის სართულის არქიტექტურულ გეგმაში.

წყალმომარაგება-წყალარინების გეგმა გვიჩვენებს ცხელი და ცივი წყლის სისტემის, ჩამდინარე წყლების მოცილების სისტემისა და სანიტარიულ-ტექნიკური აღჭურვილობის განთავსების სქემას. ბინების წყალმომარაგება-წყალარინების მთელი გეგმა შეიძლება იყოს ერთ ნახაზზე, სანიტარიულ-ტექნიკური აღჭურვილობა კი ხშირად ნაჩვენებია სართულის არქიტექტურულ გეგმაზე. უფრო რთული შენობების შემთხვევაში ყოველი სისტემისთვის ცალკე გეგმა გამოიყენება.

ნახაზის/ნახაზების წაკითხვა

ნახაზის წაკითხვა ნიშნავს ნახაზით ინფორმაციის მიღებას. მისი ორი ძირითადი ელემენტია ვიზუალიზაცია და ინტერპრეტაცია. ნახაზის კითხვა ხელს უწყობს ამ უნარების განვითარებას. თქვენი ზემოაღნიშნული უნარები გამოცდილების მომატებასთან ერთად გაუმჯობესდება.

ვიზუალიზაციის უნარი ნიშნავს სამუშაო ნახაზების კომპლექტის საფუძველზე შენობის ან პროექტის წარმოსახვითი ხატის შექმნას. ნახაზის კითხვის და ესკიზის შექმნის პრინციპების შესწავლა დაგეხმარებათ სამშენებლო ნახაზებისა და კვანძების დეტალურ ვიზუალიზაციაში.

ინტერპრეტაცია ნიშნავს სამუშაო ნახაზზე აღნიშნული ხაზების, სიმბოლოების, ზომების, შენიშვნებისა და სხვა ინფორმაციის გაგების უნარს.

ნახაზის მოვლა

ნახაზი და სპეციფიკაცია ისევე მნიშვნელოვანია, როგორც იარაღი, რომელსაც იყენებთ. სათანადო მოპყრობის შემთხვევაში ნახაზი დიდი ხნის განმავლობაში მოგემსახურებათ.



რამდენიმე მითითება ნახაზის მოვლის შესახებ:

- არ დაწეროთ ნახაზზე, თუ არ გაქვთ ცვლილებების განხორციელების უფლებამოსილება;
- ნახაზი სუფთად შეინახეთ. გატუჩყიანებული ნახაზი ძნელად იკითხება და შეიძლება შეცდომის მიზეზი გახდეს;
- დაუშვებელია ნახაზის სიახლოვეს ჭამა-სმა;
- ნახაზი ფრთხილად დაკეცეთ ან დაახვიეთ;

- ნახაზზე არ მოათავსოთ მჭრელი იარაღი ან წვეტიანი ნივთი;
- როდესაც ნახაზით არ სარგებლობთ, მოარიდეთ ის მზის პირდაპირ სხივებს. მზის სინათლის ზემოქმედებით ნახაზი ხუნდება და ზიანდება;
- როდესაც ნახაზით არ სარგებლობთ, შეინახეთ ის სუფთა, მშრალ ადგილას.

ხაზები და სიმბოლოები

სამშენებლო ნახაზის წასაკითხად საჭიროა ნახაზზე აღნიშნული ხაზებისა და სიმბოლოების მნიშვნელობის ცოდნა. მხაზველი იყენებს ხაზებისა და სიმბოლოების განსაზღვრულ სისტემას. სამშენებლო ნახაზზე ჩვეულებრივ რამდენიმე ტიპის ხაზი გამოიყენება. ყველა ხაზი ერთი და იმავე ფერით არის შესრულებული. ხაზები სხვადასხვა სისქის შეიძლება იყოს. ზოგი ხაზი უწყვეტია, ზოგი – წვეტილი. თითოეულს სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვს.

საკუთრების გამყოფი ხაზი: საკუთრების გამყოფი ხაზი ძალიან მსხვილი ხაზია, რომელიც შედგება ერთი გრძელი და ორი მოკლე შტრიხის თანამდევრული მონაცვლეობისაგან. თითოეული ამგვარი ხაზის სიგრძე და განლაგება (მიმართულება) სიტუაციურ გეგმაზე არის ნაჩვენები.

ჩარჩოს ხაზი: მოჩარჩოების ხაზი განლაგებულია ნახაზის ფურცლის კიდეებში. ეს ხაზი გამოიყენება ასევე ნახაზის სხვადასხვა ნაწილის, მაგალითად, სათაურის, შენიშვნებისა და შესწორებების, გამოსაყოფად.

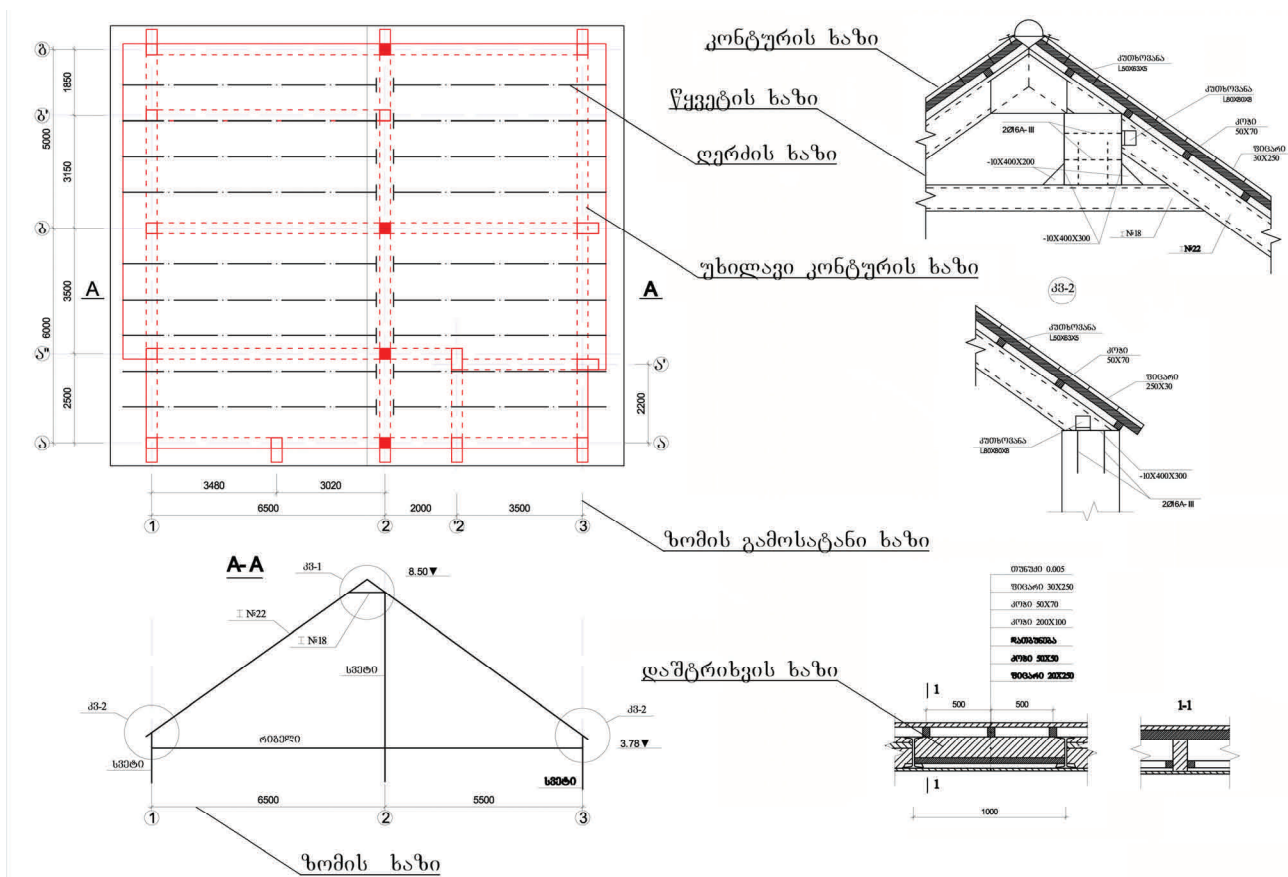
კონტურის ხაზი: კონტურის ხაზი გამოიყენება ობიექტის, შენობისა ან გასასვლელის ძირითადი ელემენტების აღსანიშნავად. კონტურის ხაზი მსხვილი, უწყვეტი ხაზია, რომელიც ყველა კიდეზე და ზედაპირს აღნიშნავს.

უხილავი კონტურის ხაზი: დაფარული ხაზი საშუალო სისქის მოკლე შტრიხებისგან შედგება. ის აღნიშნავს იმ კიდეებსა და ზედაპირებს, რომლებიც არ ჩანს მოცემულ ხედში. მკითხველმა ნახაზების კომპლექტში უნდა იპოვოს სხვა ხედი, სადაც ჩანს ეს კონტურები. ხშირად დაფარული ნაწილები ჩანს გვერდით ხედზე ან ჭრილში. დაფარული ხაზები, რომელსაც ნახაზისთვის განმსაზღვრელი მნიშვნელობა არა აქვთ, არ აღინიშნება.

ღერძის ხაზი: ღერძის ხაზი გამოიყენება სვეტების, აღჭურვილობის, მოწყობილობებისა და სხვა მსგავსი ობიექტების ცენტრის აღსანიშნავად. როგორც წესი, ამ ობიექტების ზომები მიბმულია ღერძის ხაზთან. ღერძის ხაზი ასევე გამოიყენება ნულოვანი ღონის აღსანიშნავად. ეს ხაზი წვრილია და შედგება ურიერთმონაცვლე გრძელი და მოკლე შტრიხებისაგან.

ზომისა და გამოსატანი ხაზები: ზომისა და გამოსატანი ხაზები წვრილი ხაზებია, რომლებიც აღნიშნავენ ზომების განფენას და მიმართულებას. ზომის ხაზი გავლებულია გასაზომი მანძილის სიგრძეზე. ზომის ხაზის თითოეულ ბოლოში კეთდება აღნიშვნა – ისარი, წერტილი ან V ნიშანი. გამოსატან ხაზს ავლებენ ზომის ხაზის პერპენდიკულარულად იმ ელემენტების აღსანიშნავად, რომელთა შორისაც იზომება მანძილი. მისანიშნებელ ხაზს ერთ ბოლოში ისარი აქვს და მეორეში – ტექსტური კომენტარი. ისარი მიუთითებს იმ დეტალსა ან ელემენტზე, რომელსაც ეხება კომენტარი. მისანიშნებელ ხაზს იგივე სისქე აქვს, რაც ზომისა და გამოსატან ხაზებს.

ისარი: ისარი სხვადასხვა ტიპის შეიძლება იყოს. ყველა არქიტექტორი აღნიშვნის საკუთარ სტილს იყენებს. აღნიშვნის მიზანია ნახაზზე წვტილებს შორის (გამოსატანი ხაზები) მანძილის აღნიშვნა. თუ გამოსატან ხაზებს შორის მანძილი ძალიან მცირეა, ისრები



ხაზის ტიპები

გარეთ არის განლაგებული, ზომები შუაშია ან გვერდზე და მისანიშნებელი ხაზი მათ მდებარეობას გვიჩვენებს.

წყვეტის ხაზი: წვეტის ხაზი ნიშნავს, რომ ნახაზზე მხოლოდ ობიექტის ნაწილია აღნიშნული. წვეტის ხაზი გამოიყენება ორ შემთხვევაში: როდესაც ობიექტი გრძელდება, მაგრამ ნახაზზე არ არის აღნიშნული ან ადგილის ეკონომიის გამო ობიექტი სრული სიგრძით არ არის ნახაზზე აღნიშნული. თუ ნახაზზე წვეტა გრძელდება, გამოიყენება გრძელი წვეტილი ხაზი ხელით შესრულებული ზიგზაგებით. მოკლე წვეტის ხაზი არის სქელი, კლაკნილი ხაზი, რომელიც გამოიყენება მოკლე წვეტის დროს, მაგალითად, ორტესებრი პროფილის ან კოჭის განივად.

ჭრილის ხაზი (კვეთის ხაზი): ეს ხაზი გამოიყენება ჭრილის ხედში. ჭრილის ხაზი აღნიშნავს ნახაზის იმ ნაწილს, რომელიც „გაკვეთილია“ ჭრილის ხედის მისაღებად. ხაზის ბოლოში დასმული ისრები გვიჩვენებს იმ მიმართულებას, საიდანაც ვუყურებთ ჭრილს. თუ ჭრილის ხედი სხვა ნახაზზეა, კოდურ აღნიშვნასთან ერთად მითითებული უნდა იყოს ნახაზის ნომერი.

დაშტრიხვის ხაზი და ვიზუალიზაცია: შტრიხის ხაზი არის წვრილი ხაზი, რომელიც, ჩვეულებრივ, 45°-იანი კუთხით არის დახრილი. ეს ხაზი გამოიყენება ჭრილში კვეთის ხაზის მიერ „მოჭრილი“ ნაწილის აღსანიშნავად.

პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები

სამშენებლო ნახაზზე სხვადასხვა ხაზის გარდა, გამოიყენება პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები. ეს სიმბოლოები გამოხატავს სამშენებლო მასალებსა და მოწყობილობებს. კომპანიების უმეტესობას საკუთარი სიმბოლოები აქვს, მაგრამ ფართოდ გავრცელებული ელემენტები მსგავსი სიმბოლოებით აღინიშნება.

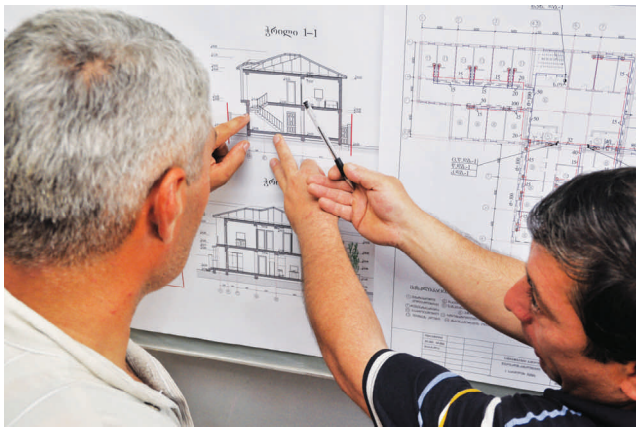
როგორც წესი, სიმბოლოების განმარტება ნახაზის პირობით აღნიშვნებშია მოცემული. პირობითი აღნიშვნა არის სიმბოლოებისა და მათი განმარტებების ჩამონათვალი. ზოგჯერ ნახაზების კომპლექტში გამოყენებული ყველა სიმბოლოს პირობითი აღნიშვნა გარეკანზეა მოცემული. თუ პირობითი აღნიშვნა არ არის დაბეჭდილი იმ ნახაზზე, რომელსაც თქვენ კითხულობთ, მისი გადმოთქმვა მოგიწევთ სხვა ნახაზიდან უფრო მცირე ზომის ფურცელზე, რომელიც თან გექნებათ მითითებისათვის.

ზომების კითხვა

ზომა ნახაზის არსებითი ელემენტია. ნახაზის წამკითხველი უნდა იცნობდეს ზომის დასმის სხვადასხვა მეთოდს. მხაზველები სხვადასხვაგვარად აღნიშნავენ ზომის ხაზების წყვეტას გამოსატან ხაზებზე. ამჟამად სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება დახრილი ხაზის მეთოდი. სამუშაოსათვის ინდივიდუალური ხასიათის მისანიჭებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სხვა მეთოდები.

ლასახელება	გამოსახულება		ლასახელება	გამოსახულება	
	გეგმაში	პროექტი		გეგმაში	პროექტი
1. კედელი, ტიხარი.			6. ფანჯრის ღიობი ნაოთხალებით.		
2. ტიხარი ასაწობი, ფარისებრი.			7. კვამლსადენი.		
3. მინაბლოკის ტიხარი.			8. სავენტილაციო არხი.		
4. ღიობი ნაოთხალები გარეშე კედელში და ტიხარში: ა) იატაკამდე არ მისული.			9. გაზის ხელსაწყოებიდან გამოშვებული გამწოვი არხი		
ბ) იატაკამდე მისული					
5. ფანჯრის ღიობი ნაოთხალების გარეშე					

სამშენებლო ნახაზებში გამოყენებული ზოგიერთი სიმბოლო



დითი ხედის ან დეტალის მასშტაბი (ზომსადარი) მითითებულია ნახაზის სათაურში ან ქვედა ნაწილში.

ნახაზის შეფარდებითი ზომის აღნიშვნის გარდა, ტერმინი (მასშტაბი) ასევე ნიშნავს მასშტაბიან სახაზავს, რომლითაც იზომება მანძილი ნახაზზე. საქართველოში შესრულებულ ნახაზებზე ზომები მოცემულია ერთეულთა მეტრულ სისტემაში, შესაბამისად მასშტაბიც მეტრულ სისტემაშია.

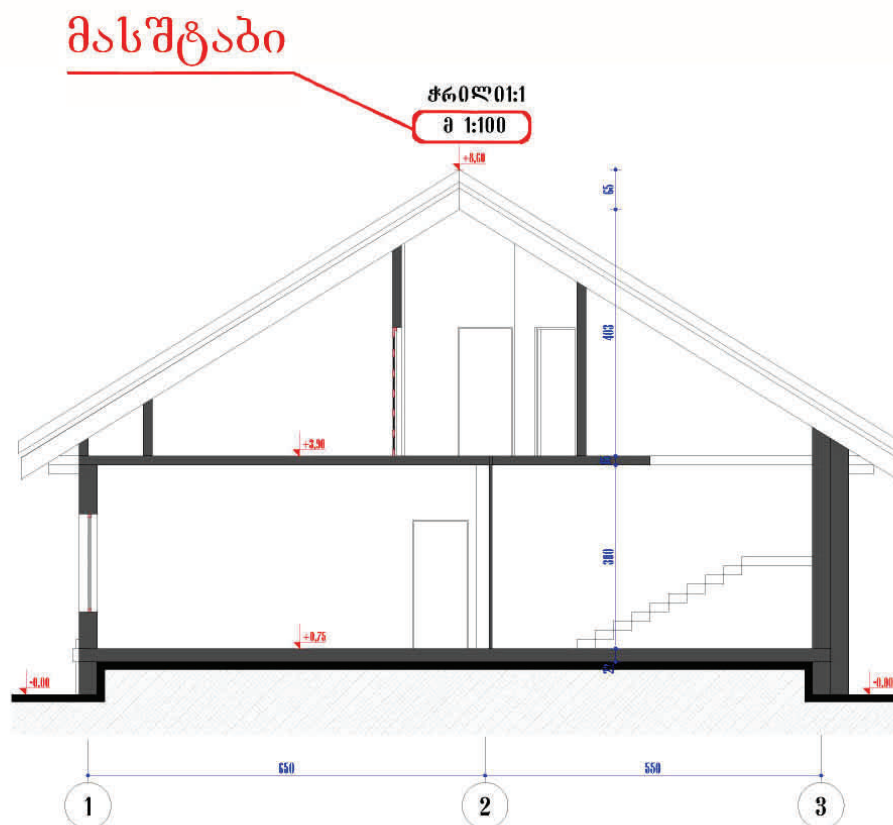
ჩვეულებრივ, ზომა მითითებულია ზომის ხაზის ზემოთ.

სამშენებლო ნახაზებში გამოყენებული პირობითი აღნიშვნები მოცემულია დანართში (გვ. 295).

ნახაზის მასშტაბი (ზომსადარი)

სამშენებლო ობიექტი ნახაზზე შემამცირებელი მასშტაბითაა (ფაქტობრივზე მცირე ზომით) გამოსახული. კონკრეტული სართულის გეგმის, გვერ-

ძირითადად გამოიყენება მასშტაბი 1:50, ანუ ნახაზი რეალური ობიექტის ზომის 1/50-ია. 2 სმ ნახაზზე უტოლდება რეალური ობიექტის ერთ მეტრს (100 სმ). მეტრული სისტემის მასშტაბით მონაცემების წაკითხვა ისევე ხდება, როგორც იმპერიული სისტემის მასშტაბით. სამშენებლო ნახაზებზე ზომები მოცემულია მეტრებით, კამერალური სამუშაოებისას ზომები გამოსახულია სანტიმეტრებით



ბანვლილი მასალის განმეორება

პასუხები დაწერეთ ცალკე ფურცელზე. სახელმძღვანელოში არ ჩაწეროთ მოკლე პასუხები:

1. ქვემოთ ჩამოთვლილი ნახაზებიდან რომელი არ არის ტიპობრივი ნახაზი?
 - ა. მონტაჟის გეგმა;
 - ბ. წყალმომარაგება-წყალარინების გეგმა;
 - გ. ღებვის გეგმა;
 - დ. საძირკვლის გეგმა;
 - ე. ყველა მათგანი ტიპობრივი ნახაზია.
2. რა შემთხვევაში შეიძლება ელექტროგაყვანილობის გეგმის შეტანა სართულის გეგმაში?
 - ა. როდესაც შენობა რთული არ არის;
 - ბ. ნახაზების ქაღალდის ნაკლებობის შემთხვევაში;
 - გ. როდესაც ყველა სამუშაოს ერთი და იგივე კომპანია ასრულებს;
 - დ. ელექტროგაყვანილობის გეგმა არ შეიძლება შეტანილ იქნეს სართულის გეგმაში.
3. რომელ ნახაზზე უნდა იყოს ნაჩვენები მორწყვის სისტემების მდებარეობა?
 - ა. ელექტროგაყვანილობის გეგმა;
 - ბ. საძირკვლის გეგმა;
 - გ. სიტუაციური გეგმა;
 - დ. წყალმომარაგება-წყალარინების გეგმა;
 - ე. მორწყვის სისტემები არც ერთ გეგმაზე არ იქნება ასახული.
4. სწორია თუ მცდარი? ვიზუალიზაცია ასახავს ყველა დეტალს, რომელიც საჭიროა ოფისის შენობის ასაშენებლად.
5. სწორია თუ მცდარი? განაშენიანების უბნის გეგმაზე ნაჩვენებია საინჟინრო კომუნიკაციები.
6. სწორია თუ მცდარი? ნახაზი არ დაზიანდება, თუ ხანგრძლივად მოათავსებთ მზის სხივების ქვეშ.
7. რომელი მეტრული მასშტაბი გამოიყენება სართულის გეგმისათვის?
 - ა. 1:10;
 - ბ. 1:20;
 - გ. 1:50;
 - დ. 1:100;
 - ე. არც ერთი მასშტაბი არ არის სწორი.
8. შეუთავსეთ ერთმანეთს შემდეგი ტერმინები და განმარტებები. ყველა ტერმინი არ იქნება გამოყენებული

ა. დაფარული ხაზი

ბ. ჩარჩოს ხაზი

გ. ღერძის ხაზი

დ. პირობითი აღნიშვნა

ე. სიმბოლო

ვ. ხაზების ტიპების ჩამონათვალი

ზ. საკუთრების გამყოფი ხაზი

თ. კონტურის ხაზი

ი. ზომის ხაზი

კ. ჭრილის ხაზი

ლ. წვევების ხაზი

მ. გამოსატანი ხაზი

ნ. დაშტრიხვის ხაზი

1. აღნიშნავს მიწის ნაკვეთის საზღვრებს

2. გამოიყენება იმ ელემენტების აღსანიშნავად, რომლისთვისაც მოცემულია განზომილება

3. ობიექტის ან შენობის მიღებული პირობითი აღნიშვნა

4. გამოხატავს კიდეს, რომელიც არსებობს, მაგრამ დაფარულია მზერისაგან

5. ნახაზზე გამოყენებული სიმბოლოების ჩამონათვალი

6. აჩვენებს, სად არის ამოღებული მასალა

7. აღნიშნავს მოწყობილობას ან ობიექტს; გამოიყენება შენიშვნის ნაცვლად

8. სიმეტრიის ხაზი

9. აღნიშნავს ნახაზის საზღვრებს

10. აღნიშნავს კვეთის ხედს



ზოგადი ცნობები შედულების შესახებ

ზოგადი ცნობები შეღუღების შესახებ

ამ თავში გაეცნობით შეღუღების პროცესების ზოგად საფუძვლებს, შეღუღებისა და რჩილივის ფიზიკურ არსს, შეღუღების ძირითადი ხერხების კლასიფიკაციას – თერმულს, თერმულ-მექანიკურს, მექანიკურს. შეღუღების სახეებს: შეღუღების არეში ლითონის დაცვის, პროცესის უწყვეტობის, პროცესის მექანიზაციის მიხედვით. ასევე რკალური შეღუღების სახეობებს, თუ რა ტექნოლოგიური ნიშან-თვისებების მიხედვით ხდება ლითონების შეღუღების კლასიფიკაცია.

შეღუღების პროცესის არსი

როგორც წესი, იღებენ ცალკეული ელემენტების (დეტალების, ასაწყობი კვანძების) გაერთიანების შედეგად გასართი ან არაგასართი შეერთების მეშვეობით.

შეღუღების მეშვეობით უპირატესად აერთებენ ლითონის დეტალებს, აგრეთვე სხვა მასალის დეტალებსაც – პლასტიკასი, კერამიკა ან მათი ნაერთები.

შეღუღებისას დეტალების შეერთება ატომთშორისი კავშირების წარმოქმნის შედეგად ხდება. ატომთშორისი კავშირები მყარდება მხოლოდ მაშინ, როდესაც შესაერთებელი დეტალების ატომები იღებენ ერთგვარ დამატებით ენერგიას, რომელიც აუცილებელია მათი ენერგეტიკული ბარიერის გადასალახავად. ამ ენერგიას აქტივაციის ენერგია ეწოდება. შეღუღებისას ამ ენერგიას აწვდიან შეერთების ზონაში გარედან გახურების გზით (თერმული აქტივაცია) ან პლასტიკური დეფორმაციით (მექანიკური აქტივაცია).

არაგასართი შესადუღებელი შეერთებების წარმოქმნისათვის აუცილებელი პირობებია შესადუღებელი ნაწილების დაახლოება და აქტივაციის ენერგიის მიწოდება შეღუღების ზონაში.

შეერთების შესრულებისას აქტივაციის ხასიათის მიხედვით არსებობს შეღუღების ორ ძირითადი სახე: დნობით და წნევით შეღუღება.



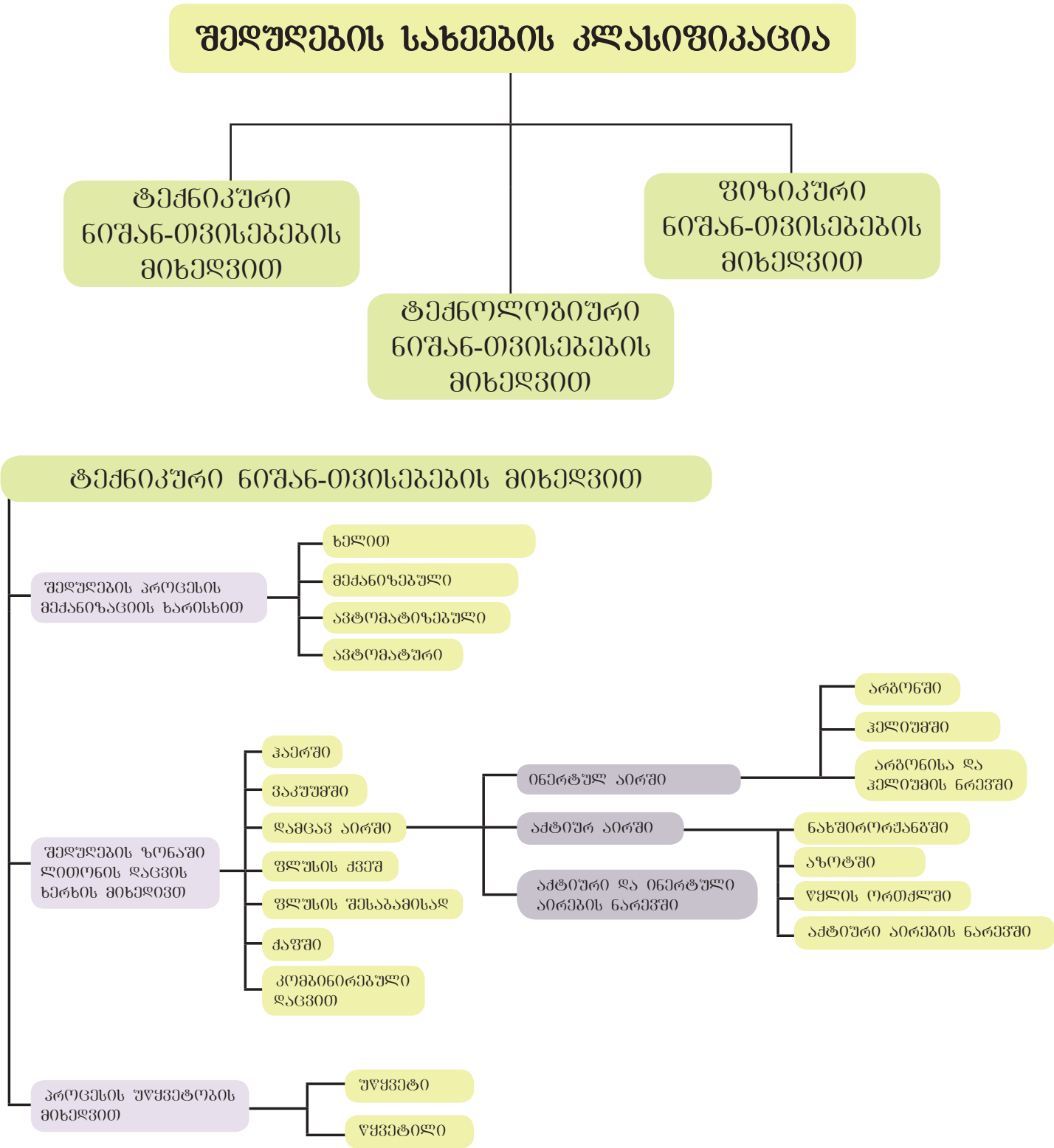
დნობით შეღუღებისას დეტალში შესაერთებელ ნაწიბურებზე ჩამოდნება გახურების წყაროს მოქმედებით, გამდნარი ლითონი, შეერევა საერთო მოცულობას და წარმოქმნის თხევად საშემდუღებლო აბაზანას. საშემდუღებლო აბაზანის გაცივებისას თხევადი ლითონი მყარდება და წარმოიქმნება შეღუღების ნაკერი.

ნაკერი შეიძლება წარმოიქმნას შესადუღებელი ნაწიბურების ლითონის გადნობის შედეგად ან ნაწიბურების ლითონისა და საშემდუღებლო აბაზანაში გასაღნობი მისართის დამატებითი შეყვანით.

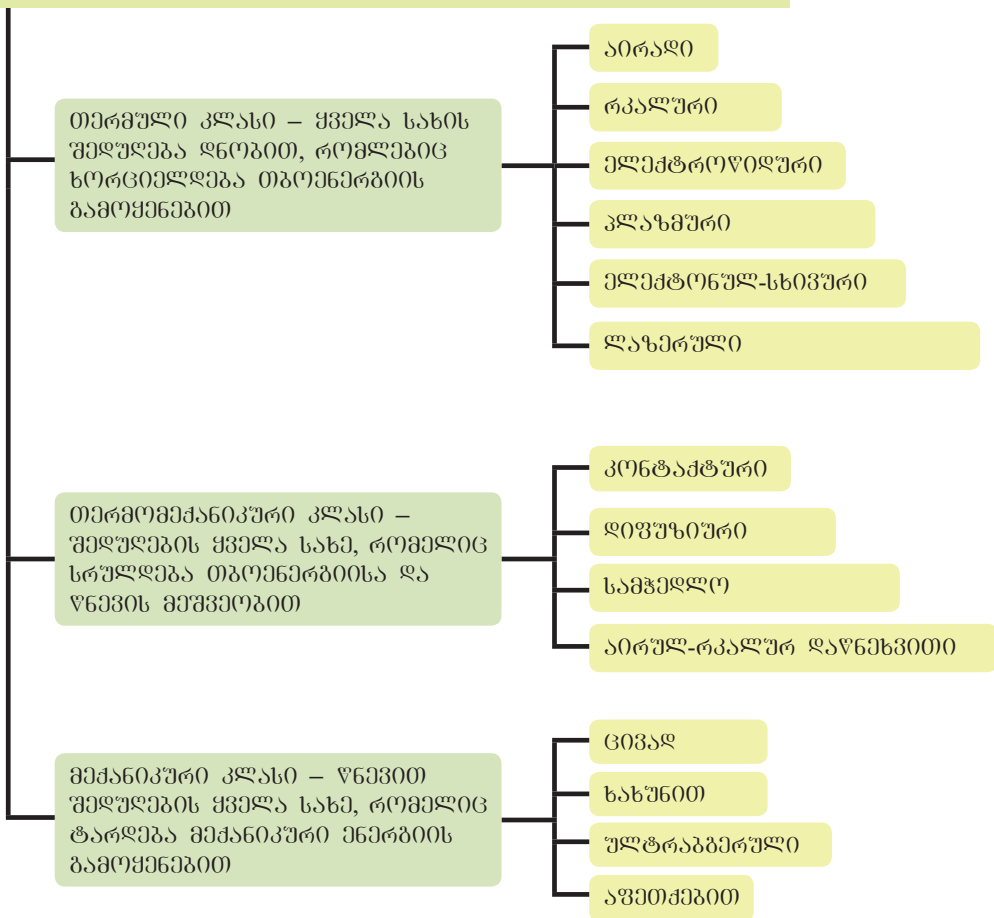
წნევით შეღუღებისას შენადუღ ნაკერს იღებენ შესადუღებელი დეტალების ნაწი-



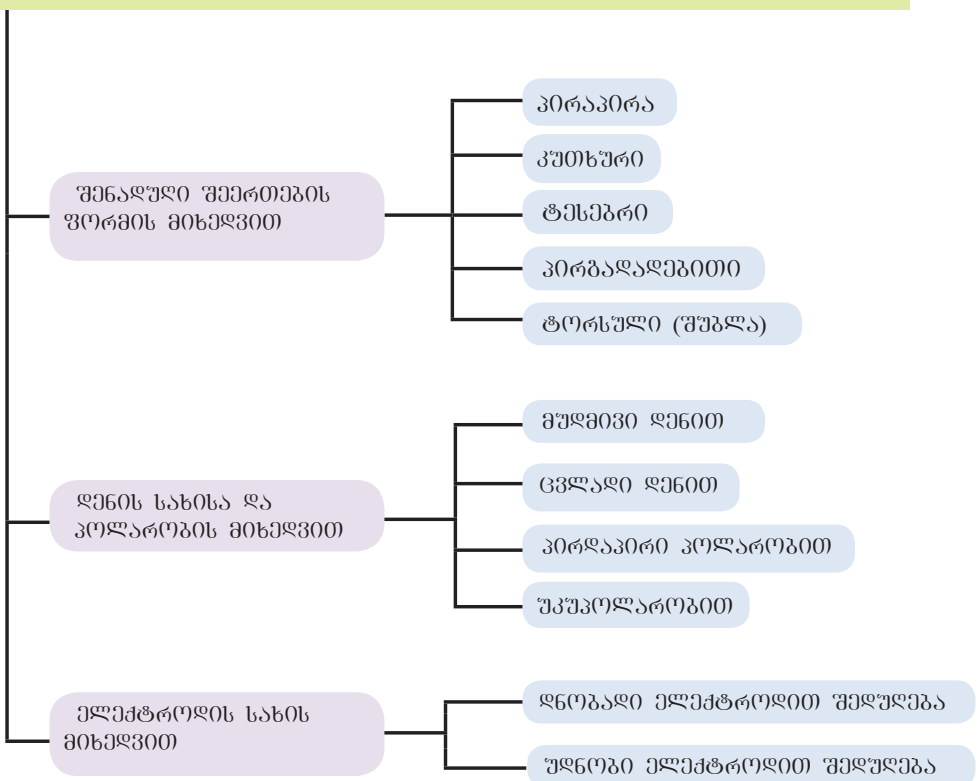
ბურეზზე ლითონის პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად. პლასტიკური დეფორმაციის მეშვეობით ადვილი ხდება შესაერთებელი ნაწილების ატომთშორისი კავშირების დამყარება. პროცესის დასაჩქარებლად გამოიყენება გახურებით წნევითი შედეგება.



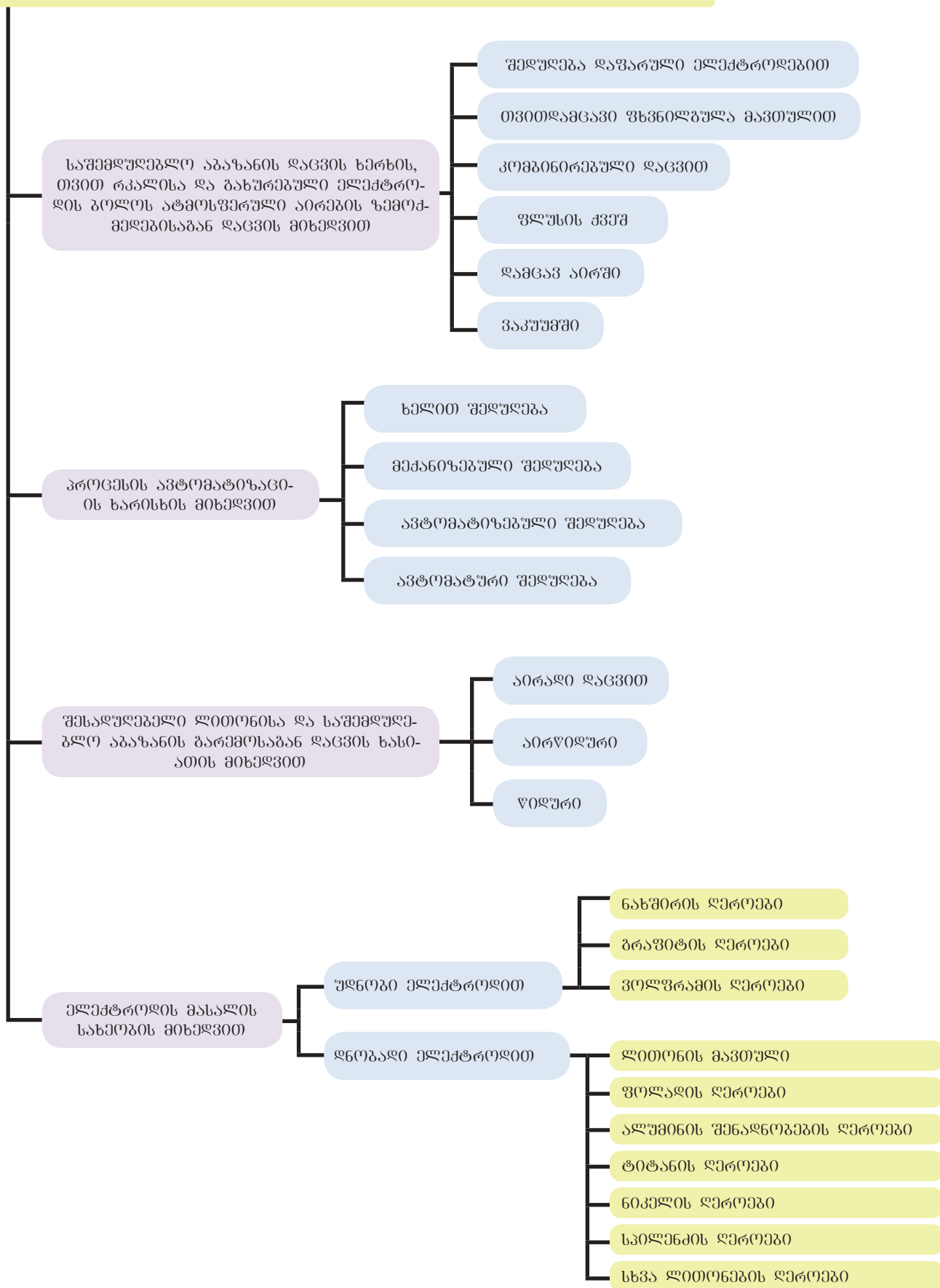
ფიზიკური ნიშან-თვისებების მიხედვით



ტექნოლოგიური ნიშან-თვისებების მიხედვით



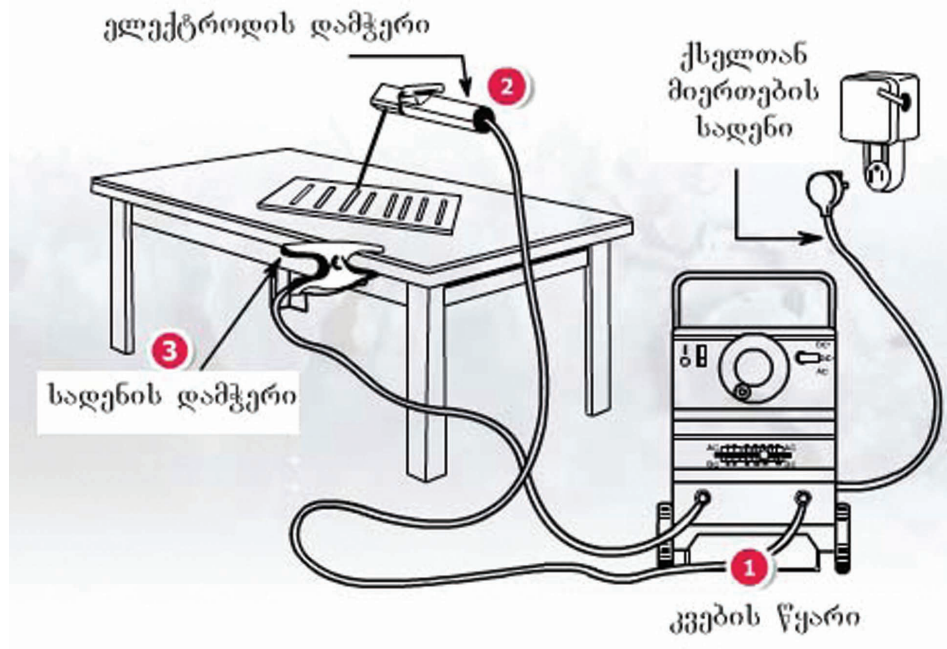
დნობით რკალური შეღუღების სახეობები



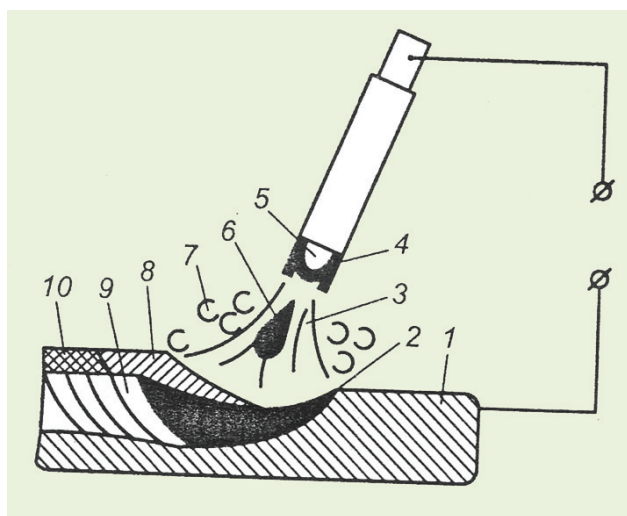
ლითონის ელექტრორკალური შედუღება შედუღების დაცული ზონით

ხელით რკალური შედუღება ლითონების შეერთების ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ხერხია, რომელიც გამოიყენება შენადული კონსტრუქციების დამზადებისას.

ხელით რკალური შედუღება – რკალური შედუღება, რომლის დროსაც რკალის აღზნება, ელექტროდის მიწოდება და მისი გადაადგილება ხელით სრულდება. ამ ხერხის დროს შედუღებას ასრულებენ ცალობითი დაფარული ელექტროდებით. დაფარული ელექტროდი არის საფარიანი (საგოზიანი) ლითონის ღერო.



ელექტროდი სახარჯი მასალაა – რაც იმას ნიშნავს, რომ ერთის გახარჯვის შემდეგ იგი ახლით იცვლება. ფლუსი, რომლითაც ელექტროდია დაფარული ღნება და წარმოქმნის დამცავი აირის ფენასა და წიდას, რომელიც იცავს რკალსა და საშემდუღებლო აბაზანას. სადენი, რომელიც ელექტროდის ძირითადი ნაწილია ღნება და



დაფარული ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღების სქემა:

1 - ძირითადი ლითონი; 2 - საშემდუღებლო აბაზანა; 3 - რკალი; 4 - ელექტროდული საფარი; 5 - ელექტროდი; 6 - ელექტროდული ლითონის წვეთები; 7 - აირადი დაცვა; 8 - თხევადი წიფური აფსკი; 9 - ნაკერი; 10 - წილის ქერქი.

მისართი ლითონად გამოიყენება. არსებობს სხვადასხვა ტიპის ელექტროდი, რომელთაც სხვადასხვა დანიშნულება გააჩნიათ.

ელექტროდის დანაფარს ამზადებენ სხვადასხვა კომპონენტის ფხვნილისმაგვარი ნარევისაგან. მისი დანიშნულებაა: აამაღლოს რკალის წვის მდგალობა, ჩატარდეს საშემდუღებლო აბაზანის მეტალურგიული დამუშავება, უზრუნველყოს გამდნარი ლითონის დაცვა ატმოსფერული აირებისაგან და გააუმჯობესოს შედუღების ხარისხი.

შენადული ნაკერი წარმოიქმნება ლითონის შესადუღებელი ნაწიბურების და ელექტროდის ღეროს დნობის ხარჯზე. ამ დროს შემდუღებელი ხელით ასრულებს ორ ძირითად ტექნოლოგიურ სვლას: დაფარული ელექტროდის მიწოდებას შედუღების აბაზანაში მისი გადნობის მიხედვით და რკალის გადაადგილებას საშემდუღებლო ნაწიბურების გასწვრივ.

იმის გამო რომ იაფია და იძლევა სხვადასხვა მასალებთან მუშაობის საშუალებას ელექტროდით შედუღებას და ელექტროშემდუღებლებს შეიძლება ყველგან წააწყდეთ: დაწყებული სახლში საშემკეთებლო სამუშაოებიდან, ფერმაში მოწყობილობების შეკეთებისას, მრეწველობაში პროდუქციის წარმოებისას, მშენებლობაში ლითონის კონსტრუქციების შეერთებისა და სხვა ტიპის კომერციული საქმიანობით დამთავრებული.

არსებობს ელექტრორკალური შედუღების მრავალი ტიპი, წინამდებარე სახელმძღვანელო ეძღვნება ხელით ელექტრორკალურ შედუღებას.

ბანკლილი მასალის ბამპორობა

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. შედუღების პროცესი კლასიფიცირდება შემდეგი ნიშან-თვისებების მიხედვით:
 - ა. ფიზიკური;
 - ბ. მეთოდური;
 - გ. ტექნიკური;
 - დ. ტექნოლოგიური.
2. ტექნოლოგიური ნიშნის მიხედვით შედუღების პროცესი კლასიფიცირდება:
 - ა. შენადული შეერთების ფორმის მიხედვით;
 - ბ. დენის სახისა და პოლარობის მიხედვით
 - გ. გამოყენებული ელექტრსაშემდუღებლო აპარატურის ტიპის მიხედვით;
 - დ. ელექტროდის სახის მიხედვით.
3. ფიზიკური ნიშან-თვისებების მიხედვით გამოყოფენ შედუღების სამ კლასს:
 - ა. თერმულს;
 - ბ. დიფუზიურს;
 - გ. თერმოშექანიკურს;
 - დ. მექანიკურს.
4. ელექტროდის დანაფარის დანიშნულებაა:
 - ა. გაზარდოს შედუღების პროცესის მწარმოებლურობა;
 - ბ. აამაღლოს რკალის წვის მდგადობა;
 - გ. უზრუნველყოს გამდნარი ლითონის დაცვა ატმოსფერული აირებისაგან;
 - დ. გააუმჯობესოს შედუღების ხარისხი.

საშემდუღებლო პოსტი, მოწყობილობა და შემდუღებლის სამუშაო ინსტრუმენტები

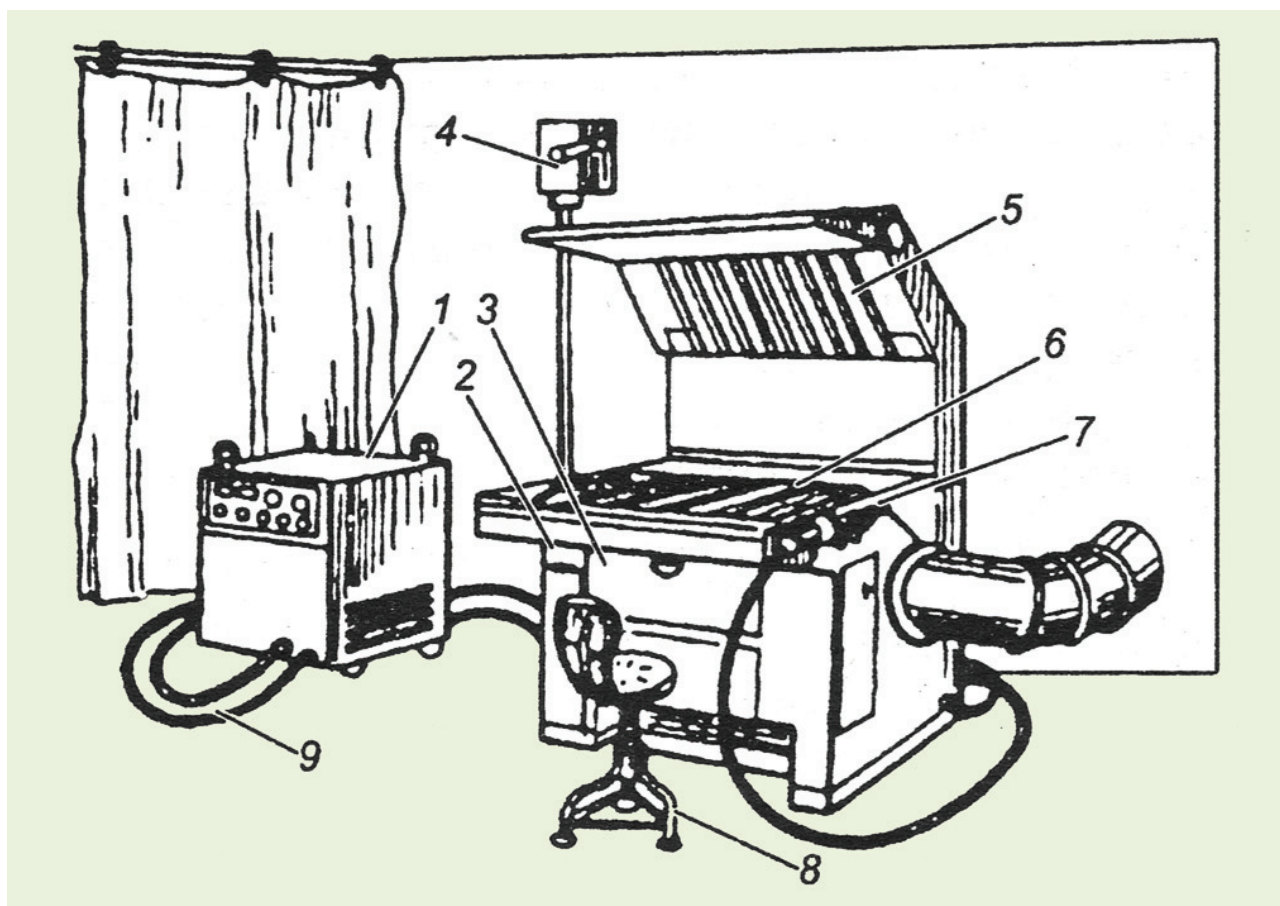
ამ თავში გაეცნობით ელექტრორკალური შედუღების სამუშაო ადგილს, შემდუღებლის სამუშაო ადგილის მოწყობილობას. როგორ უნდა იყოს მოწყობილი სტაციონარული და მოძრავი საშემდუღებლო პოსტები, როგორია მათი გაბარიტები, რა აუცილებელი ინსტრუმენტი და მოწყობილობაა საჭირო შემდუღებლის შეუფერხებელი და მაღალხარისხიანი მუშაობისათვის, გაეცნობით სხვადასხვა იარაღის კონსტრუქციას.

სტაციონარული და მოძრავი საშემდუღებლო პოსტები

შედუღებისათვის სპეციალურად მოწყობილ სამუშაო ადგილს საშემდუღებლო პოსტი ეწოდება. საშემდუღებლო პოსტი შეიძლება იყოს როგორც სტაციონარული, ისე მოძრავი.

სტაციონარული საშემდუღებლო პოსტის განლაგება ხდება კონსტრუქციების ან დეტალების შედუღების საამქროში.

პოსტს მიეწოდება შედუღებისათვის აწყობილი კონსტრუქცია ან დეტალი. შენადული ნაკერის შესრულებისას შემდუღებელი გადაადგილდება, ხოლო დენის კვების წყარო და გამშვები აპარატურა ადგილზე რჩება. შემდუღებლის გადაადგილება განპირობებულია საშემდუღებლო კაბელის სიგრძით – არა უმეტეს 30-40 მ; უფრო მეტი სიგრძის შემთხვევაში ძაბვა საშემდუღებლო რკალში ეცემა, რაც ართულებს შედუღების პროცესს.



ხელით რკალური შედუღების სტაციონარული საშემდუღებლო პოსტი:
1 – საშემდუღებლო დენის წყარო; 2 – მაგიდა ელექტროდებისთვის; 3 – ინსტრუმენტების ყუთი; 4 – ჩამრახი; 5, 6 – გამწოვი კამერა; 7 – ელექტროდდამჭერი; 8 – შემდუღებლის სკამი; 9 – საშემდუღებლო სადენები.



შემდუღებლის სამუშაო მაგიდა

მცირე ზომის კონსტრუქციების შედუღების შემთხვევაში პოსტის გაწყობა ხდება 2x2 მ ფართობის და არანაკლები 2 მ სიმაღლის ზომების მქონე კაბინაში. კაბინის კედლები შეიძლება დამზადებული იყოს უწვადი და დენგაუმტარი მასალისაგან, მაგალითად, აზბესტის ფურცლებისაგან. ფანერისა და ბრეზენტის გამოყენების შემთხვევაში მათი გაუღნთა ხდება ცეცხლმედეგი მასალით, მაგალითად

ალუმინკალიუმის შაბის ხსნარით. კედლები იღებება ღია რუხი ფერის საღებავით, რომელიც კარგად შთანთქავს ულტრაიისფერ სხივებს (თუთიის ან ტიტანის თეთრა, ყვითელი კრონი და სხვ.). კაბინის განათება უნდა იყოს არანაკლებ 80 ლუქსისა. კაბინის გაწყობა ხდება ადგილობრივი ვენტილაციით, თითოეულ მუშაზე 40 მ³/სთ. ჰაერმიმოცვლით. კაბინაში შესასვლელს ფარავენ ცეცხლმედეგი ნივთიერებით გაუღნთილი ბრეზენტის ფარდით. კედლებსა და იატაკს შორის უნდა იყოს 50-მილიმეტრიანი ღრეო ვენტილაციისათვის. იატაკი უნდა იყოს ცეცხლმედეგი მასალის (აგური, ბეტონი, ცემენტის ფილები). საშემდუღებლო დენის წყაროს ჩართვისათვის კაბინაში მონტაჟდება ჩამრახი ან მაგნიტური გამშვები. საშემდუღებლო აპარატი და გამშვები აპარატურა ჩვეულებრივად განლაგებულია კაბინაში, თუმცა შეიძლება ისინი გატანილი იყოს მის გარეთაც. ასეთ შემთხვევაში საშემდუღებლო აპარატი დგება არა უმეტეს 15 მეტრის მოშორებით კაბინიდან ან შედუღების ადგილიდან საამქროს კოლონებს შორის არსებულ შუალედებში. საშემდუღებლო დენით კვება შეიძლება



საშემდუღებლო კაბინები



შემდუღებლის სამუშაო ადგილი

იყოს ცენტრალიზებული. მძლავრი საშემდუღებლო აპარატურით აღჭურვილი სამანქანო დარბაზის გამართვა ხდება საამქროში, რომლიდანაც სპილენძის სალტეები გაჰყავთ კოლონების გასწვრივ 15-30 პოსტამდე დენის მისაწოდებლად. პოსტების გაწყობა ხდება გამანაწილებელი გამშვები აპარატურით, რომლებიც მიერთებულია სალტეებთან და ბალასტურ რეოსტატებთან საშემდუღებლო დენის დასარეგულირებლად.

კაბინაში დგამენ ლითონის საშემდუღებლო მაგიდას, რომლის სიმაღლეა 0,5-0,6 მ დამჯდარ მდგომარეობაში სამუშაოდ ან 0,9-1,1 მ ფეხზე დგომით მუშაობისათვის. მაგიდის ნაცვლად შეიძლება მანიპულატორის, საბრუნავი ან სხვა მექანიკური მოწყობილობის გამოყენება, რომელიც ნაკერის შედუღებისას გააადვილებს ნაკეთობის შემოტრუნებას. მუშაობისას გამოიყენება მოძრავი (ხრახნიანი) სკამი. როგორც წესი, კაბინის გამართვა ხდება სავენტილაციო სისტემით (გამწოვით) და კონუსური ამწით დეტალების მისაწოდებლად.

საშემდუღებლო პოსტის მოწყობილობა

საშემდუღებლო პოსტის ძირითადი მოწყობილობაა კვების წყარო, ბალასტური რეოსტატი, კვების წყაროს ძაბვის უქმი სვლის შემზღუდველი, გამშვები აპარატურა, შემდუღებლის სამუშაო მაგიდა, საშემდუღებლო კაბელი, ელექტროდდამჭერი, აწყობისა და შედუღების სამარჯვები.

ხელით რკალური შედუღებისათვის საჭირო მეტად გავრცელებული კვების წყაროებია საშემდუღებლო ტრანსფორმატორები. რთული და საპასუხისმგებლო საშემდუღებლო სამუშაოებისათვის პოსტს აკომპლექტებენ მუდმივი დენის წყაროთი ან გარდამქმნელებით, აგრეთვე ერთპოსტიანი გამმართველებით და სხვა.

საამქროში ან მსხვილი ლითონური კონსტრუქციების შედუღებისას გამოიყენება მრავალპოსტიანი კვების წყაროები გარდამქმნელი, გამმართველი და სხვა. ასეთ შემთხვევაში პოსტს გააწყობენ ბალასტური რეოსტატებით, რომლებსაც აერთებენ საშემდუღებლო გამტართან (ან სალტესთან), რომელიც მიერთებულია საშემდუღებლო რკალის კვების მრავალპოსტიან წყაროსთან.

ბალასტური რეოსტატი აყალიბებს კვების წყაროს ვარდნით მახასიათებლებს და საშემდუღებლო დენს არეგულირებს საფეხუროვანი თანამიმდევრობით.

კვების წყაროს უქმი სვლის ძაბვის შემზღუდველი საშემდუღებლო ტრანსფორმატორის უქმი სვლის ძაბვას 12 ვ-მდე ამცირებს არაუმეტეს 1 წამის განმავლობაში რკალის წვის შეწყვეტის შემდეგ. იგი გამოიყენება ჰაერზე ხელით რკალური შედუღებისას, ლითონური რეზერვუარის შიგნით, ტრანშეებში, უხერხულ პოზაში ან დაწოლით შედუღებისას. ძალოვან ელექტროქსელში ერთპოსტიანი კვების წყაროს ჩართვა ხორციელდება 100 ვ ძაბვამდე გათვლილი გამშვები და დამცავი აპარატურის დახმარებით. ეს აპარატურაა ჩამრახები დახურული ტიპის და დნობითი დამცავებით ან ავტომატური ამომრთველები. გამოიყენება აგრეთვე კონტაქტორები (საშემდუღებლო დენის მართვის დისტანციური აპარატები) და კონტაქტორების ჩართვისა და გამორთვის მართვის ლილაკები.



კაბინაში დეტალების მასობრივი აწყო-ბისა და შედუღების შემთხვევაში ნაცუ-ლად ჩვეულებრივისა აყენებენ საბრუნ მაგიდას, რომელსაც შუაში ტიხარი აქვს, აგრეთვე დამატებით სკამს ამწყოებისათ-ვის იმ შემთხვევაში, როდესაც შემდუღე-ბელი მაგიდის ერთ მხარეს მუშაობს, მეო-რე მხარეს კი ამწყოი აწყობს დეტალებს შედუღებისათვის. რგოლური ნაკერებიანი ან რთული კონფიგურაციის დეტალების შედუღებისას კაბინაში აყენებენ საბრუნს ან მანიპულატორს.

კაბინის ვენტილაცია ხორციელდება ადგილობრივი აირგამწოვით. შემდუღე-ბლის სუნთქვის ზონიდან მავნე აირების გაწოვის ეფექტურობას განსაზღვრავს ვენტილატორის სწორად შერჩევა, გამ-წოვი პანელების რკალის წვის ადგ-ილთან მაქსიმალურად მიახლოება და შედუღების ადგილის მაქსიმალურად დახურვა ჰაერის ზედმეტი შეწოვის შემ-ცირებისათვის.

შემდუღებლის ყველაზე კარგი სამუშ-აო მაგიდა არის გისოსიანი და აირებისა და მტვრის გვერდზე ან ქვევით გამწოვის მქონე მაგიდა.

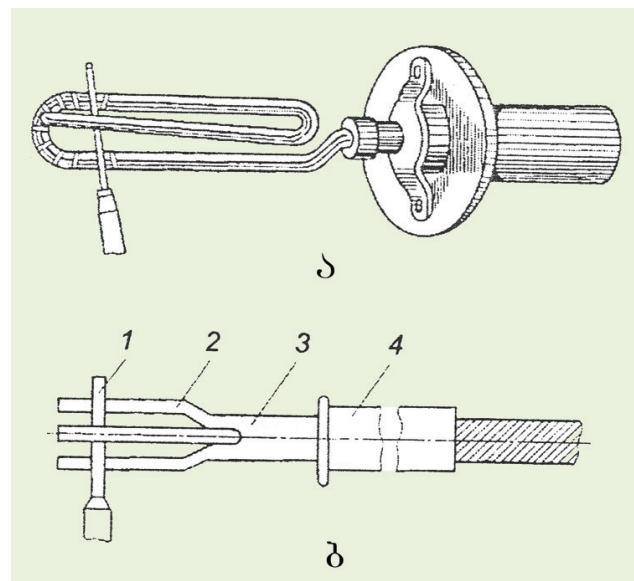
შემდუღებლის ხელსაწყო- იარაღები და მოწყობილობა

ელექტროდსაჭერის დანიშნულებაა ელექტროდის დამაგრება, მასთან საშემ-დუღებლო დენის მიყვანა და შედუღების პროცესში ელექტროდით მანიპულირება. ელექტროდსაჭერი უნდა აკმაყოფილებ-დეს გარკვეულ ტექნიკურ მოთხოვნებს, მაგალითად, უნდა უზრუნველყოფდეს ელექტროდის სწრაფად გამოცვლას (არა უმეტეს 4 წამისა), ძალისხმევის გარ-ეშე ელექტროდის ჩამაგრებას და ნამწ-ვის მოშორებას. ელექტროდის ნამწვის

სიგრძე უნდა იყოს მინიმალური. ელე-ქტროდსაჭერი ნებისმიერ მდებარეობაში შედუღების დროს საიმედოდ უნდა აფიქ-სირებდეს ელექტროდს. ამის გარდა, ელე-ქტროდი უნდა მაგრდებოდეს არანაკლებ ორი მდებარეობისა: პერპენდიკულარუ-ლად და კუთხით. ელექტროდსაჭერი შეკეთების გარეშე უნდა უძლებდეს 8000-10000 ელექტროდის ჩაჭერას.

ელექტროდსაჭერი უნდა იყოს საკ-მარისად მტკიცე, ექსპლუატაციისას მო-სახერხებელი, უნდა ჰქონდეს მინიმალური მასა, საიმედო ელექტროკონტაქტი ელე-ქტროდთან და უბრალო საიმედო საშემ-დუღებლო სადენთან, ვარგისი უნდა იყოს ღია ცის ქვეშ -30-დან +30 °C ტემპერატუ-რის ფარგლებში მუშაობისათვის.

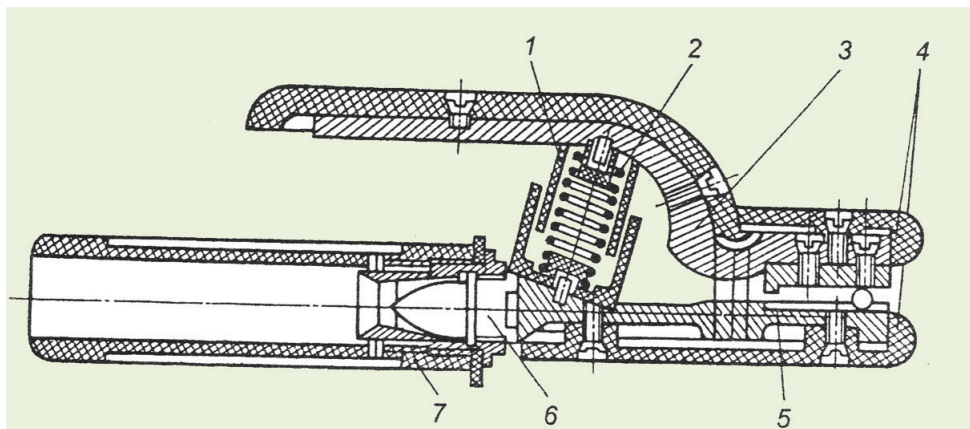
ელექტროდსაჭერს უშვებენ 125, 200, 250, 315, 400 და 500 ა ნომინალური დენისათ-ვის. მისი მასა მერყეობს 0,35 კგ-დან (ნომინალური 125 ა-მდე დენისათვის) 0,75 კგ-მდე (500 ა ნომინალური დენისათ-ვის). ელექტროდსაჭერის სახელური და მისი დეტალების ზედაპირები იზოლირე-ბულია ელექტრო- და თბოიზოლაციური მასალებით. იგი სხვადასხვაგვარი კონ-სტრუქციისაა. ელექტროდის დამაგრების ხერხის მიხედვით არსებობს: ჩანგლისე-ბრი, გაზკბილისებრი, ხრახნისებრი, ბერკე-ტისებრი, რაზისებრი, ექსცენტრიკული და ელექტროდების სხვა სახის ელექტროდ-საჭერი.



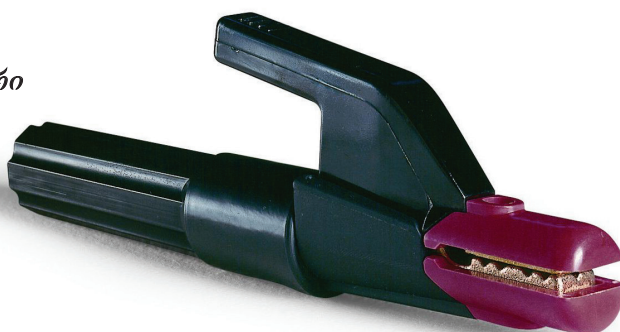
ჩანგლისებრი ელექტროდსაჭერები:

- ა - ზამბარული; ბ - სადა; 1 - ელექტროდი;
2 - ჩანგლისებრი საჭერი; 3 - დენმიყვანი;
4 - სახელური.

ჩანგლისებრ ელექტროდსაჭერს უბრალო კონსტრუქცია აქვს და მისი დამზადება შესაძლებელია ნებისმიერ სახელოსნოში. იგი მსუბუქია და ელექტროდთან კარგი კონტაქტი აქვს.



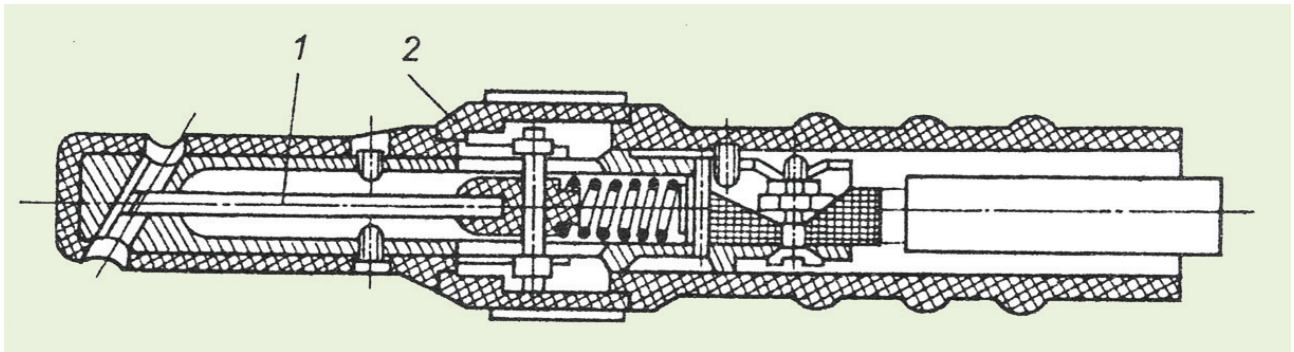
გაზკბილისებრი, ტიპის ელექტროდსაჭერი



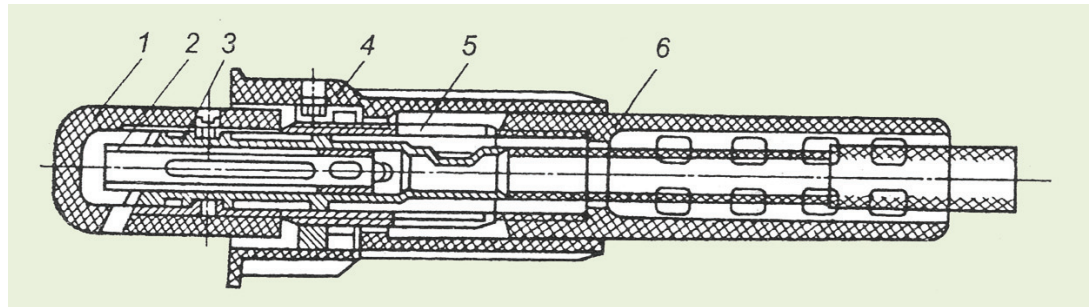
გაზკბილისებრი ტიპის ელექტროდსაჭერი გამოიყენება ნაკერის შედუღებისა და დადუღებისათვის ყველა სივრცობრივ მდებარეობაში 250 ა-მდე დენისას და 500 ა-მდე დენისას. ელექტროდის ჩაჭერა ხდება დენმიმცვან ტუჩსა (5) და ბერკეტს (3) შორის. ჩაჭერა ხორციელდება ზამბარის მეშვეობით, რომელიც პლასტმასის ხუფებითაა (1) დაცული. ელექტროდის ნამწვის მოცილება ელექტროდსაჭერიდან და მისი ახალი ელექტროდით შეცვლა ხდება ბერკეტზე (3) დაჭერით. საშემდუღებლო კაბელის ელექტროკონტაქტური შეერთება ხორციელდება მისი ხრახნული მილისის გაჭედვით ქვედა ტუჩის კონუსსა (6) და კორპუსს (7) შორის. ასეთი შეერთება უზრუნველყოფს საიმედო კონტაქტს კაბელსა და ელექტროდსაჭერს შორის. ამის გარდა, ეს შეერთება გასართია და საშუალებას იძლევა სწრაფად მიუერთდეს და გაითიშოს საშემდუღებლო კაბელი. ელექტროდსაჭერების იზოლაცია ხორციელდება თბომედეგი პლასტმასის დეტალებით (4).

გაზკბილისებრი, ტიპის ელექტროდსაჭერის დანიშნულებაა ნაკერის შედუღება და დადუღება ნებისმიერ სივრცობრივ მდებარეობაში. ელექტროდსაჭერიდან ნამწვის მოშორება და ახალი ელექტროდით მისი შეცვლა სრულდება ბერკეტზე ხელის დაჭერით. საშემდუღებლო კაბელის მიერთება ელექტროდსაჭერთან სრულდება საკაბელო ბუნიკის მეშვეობით.

რაზისებრი ტიპის ელექტროდსაჭერის დანიშნულება ქვედა და ვერტიკალურ მდებარეობაში ნაკერის შედუღება და დადუღებაა. დენი უნდა იყოს 125 ა-დან 315 ა-მდე. რაზისებრი ტიპის ელექტროდსაჭერის განსაკუთრებული მხარეა ის, რომ მოწყობილობაში ელექტროდების ჩამაგრებისთვის გათვალისწინებულია ფიგურულშევერილებიანი საბრუნო მილისი, რომელიც ბრუნავს ქუროსთან ერთად (2) და ზემოქმედებას ახდენს მიმჭერ ღეროზე (1). ქუროს ნებისმიერ მხარეს მობრუნებით შეიძლება ელექტროდის ჩამაგრებაც და ნამწვისაგან გათავისუფლებაც. ეს აადვილებს ელექტროდსაჭერის ექსპლუატაციას და შემდუღებელს სპეციალური ჩვევის შეძენა ამისათვის არ სჭირდება. საშემდუღებლო კაბელი ელექტროდსაჭერზე სპეციალური ჭანჭიკით მაგრდება.



რაზისებრი ტიპის ელექტროდსაჭერი

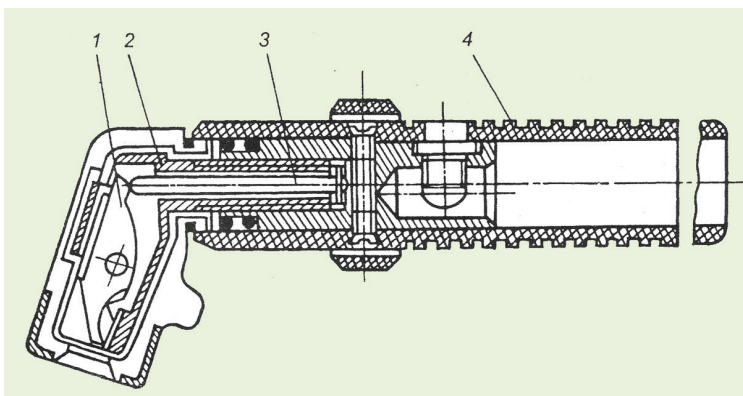


ხრახნისებრი ტიპის ელექტროდსაჭერი



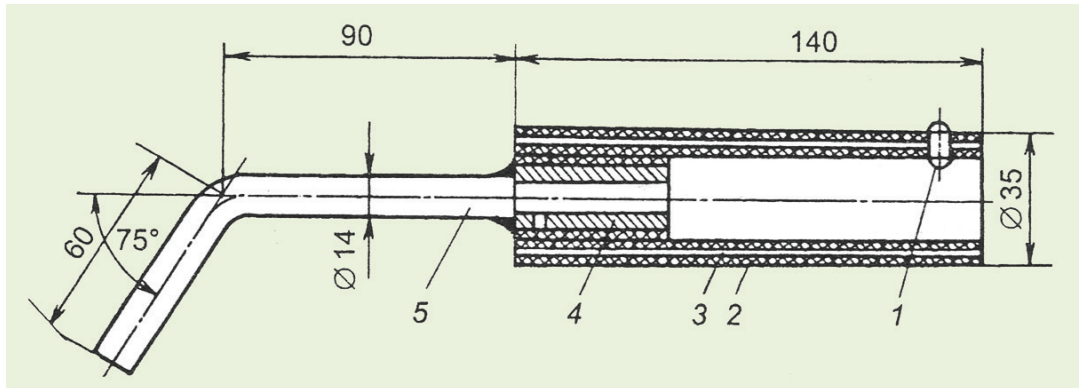
ხრახნისებრი ელექტროდსაჭერის დანიშნულებაა ნაკერის შედუღება და დადუღება ქვედა და ვერტიკალურ მდებარეობებში 125 ა, 315 ა-მდე და 500 ა-მდე დენის დროს. ელექტროდი მაგრდება 70 -იანი კუთხით ელექტროდსაჭერის გრძივი ღერძის მიმართ, ცოციასა (2) და დენმიმცვანს (3) შორის. ელექტროდსაჭერი იზოლირებულია

რეზინის თბოგამტარი პლასტმასის დეტალების მეშვეობით: ხუფით (1), ზესადებითა (4) და სახელურით (6). საშემდუღებლო კაბელისა და ელექტროდსაჭერის შეერთება არაგასართია. ის კეთდება კაბელის დაწნეხით დენმიმცვანში (3). დამახასიათებელია კონსტრუქციაში სპეციალური დეტალის – რადიატორის (5) შეტანა, რომლის დანიშნულებაცაა ელექტროდსაჭერის სახელურის გადახურების თავიდან აცილება.



ელექტროდსაჭერის ბერკეტისებრი დამაგრება

ელექტროდსაჭერის ბერკეტისებრი დამაგრება გამოიყენება ნაკერის შედუღებისა და დადუღებისათვის ქვედა და ვერტიკალურ მდებარეობაში შემდეგ დენზე: 300 ა-მდე და 500 ა-მდე. ელექტროდის დამაგრება ხდება 70 -იანი კუთხით ელექტროდსაჭერის გრძივი ღერძის მიმართ, დენმიმყვანის ბუნიკსა (2) და ბერკეტს (1) შორის საბიძგებლის (3) მეშვეობით, რომელიც გადაადგილდება ღერძული მიმართულებით სახელურის (4) ბრუნვისას. ელექტროდსაჭერის იზოლაცია ხორციელდება თბომედეგი პლასტმასის დეტალების მეშვეობით.

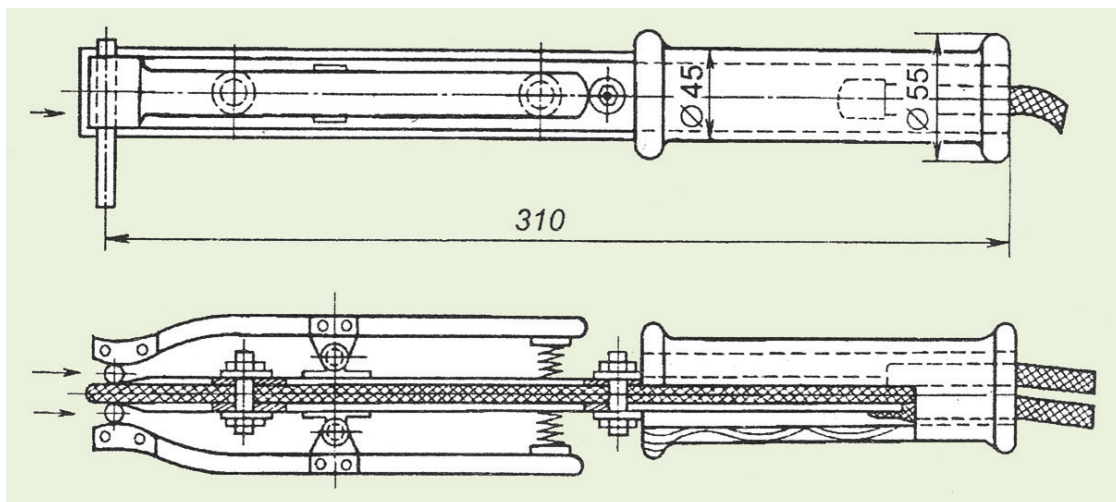


ელექტროდსაჭერი ნამწვის გარეშე შედუღებისათვის:

1 – მოქლონი; 2,3 – მილაკები; 4 – აზბესტის ზონარი; 5 – ელექტროდსაჭერი

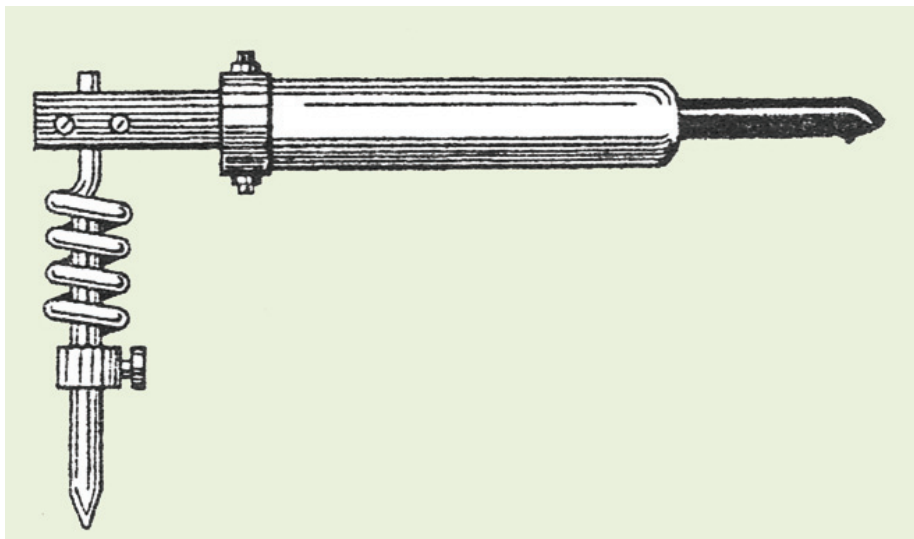
ელექტროდსაჭერი ნამწვის გარეშე შედუღებისათვის მსუბუქია (მასა 270-300გ) და მისი მეშვეობით მუშაობაც ადვილია. მას ელექტროენერგიაც ნაკლები სჭირდება და ელექტროდების ხარჯიც 10%-მდე მცირდება. ნამწვის გარეშე შედუღებისას ელექტროდი თითქმის მთლიანად იწვის. ეს მიიღწევა იმის ხარჯზე, რომ ის შემონაგოზით მთელ სიგრძეზეა დაფარული და ბოლოთი ელექტროდსაჭერზეა მიდუღებული.

ელექტროდსაჭერი სამფაზიანი შედუღებისათვის განკუთვნილია ორი პარალელური ელექტროდით შესადუღებლად. ამ შემთხვევაში ძირითადი მოთხოვნები არის ის, რომ მისი გამოყენებისას შესაძლებელი უნდა იყოს ელექტროდებით ნებისმიერი მიმართულებით მანიპულირება და ელექტროდსაჭერის სხვადასხვა ტურზე მიყვანილ შერთვის შესაძლებლობის გამორიცხვა.



ელექტროდსაჭერი სამფაზიანი შედუღებისათვის ორი პარალელური ელექტროდით

ნახშირის ელექტროდების ელექტროდსაჭერი განსხვავდება კონსტრუქციით. მაგალითად, ზემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენებია ელექტროდსაჭერი დამაყუჩებელი სოლენოიდით მოხეტილ რკალის თავიდან აცილებისათვის. სოლენოიდი შედგება წყლით გასაცივებელი სპილენძის მილაკის რამდენიმე ხვიისაგან. მისი ერთი ბოლო ჩაეჭირება ელექტროდსაჭერში, ხოლო მეორეზე მაგრდება ელექტროდი.

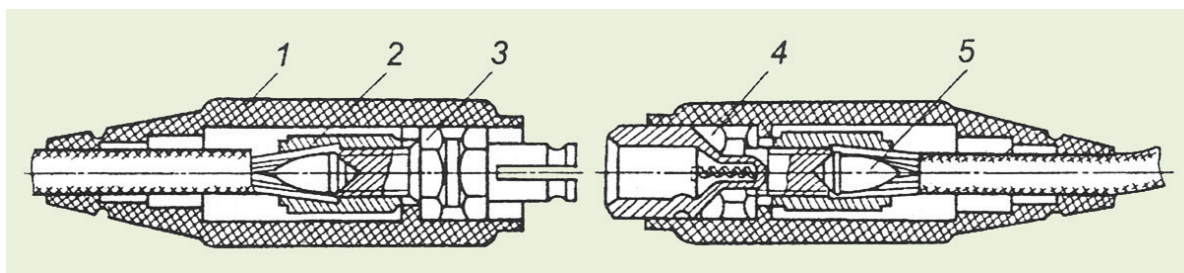


ნახშირის ელექტროდის ელექტროდსაჭერი დამაყუჩებელი სოლენოიდით

საშემდუღებლო კაბელები. ელექტროდსაჭერთან და ნაკეთობასთან დენის მისაყვანად კვების წყაროდან გამოიყენება შემდეგი მარკის მოქნილი კაბელები. კაბელის სიგრძე, რომელთანაც მიერთებულია ელექტროდსაჭერი, ჩვეულებრივად 3 მ-ს არ აღემატება. რეკომენდებული არ არის 40 მ-ზე მეტი სიგრძის კაბელის გამოყენება, ვინაიდან ეს იწვევს საშემდუღებლო ჯაჭვში ძაბვის მნიშვნელოვან ვარდნას, რაც შესაძლებელია უარყოფითად აისახოს შედუღების ხარისხზე.

ძაბვის ვარდნა 4 ვ-მდე დასაშვებად ითვლება. თუ ძაბვა დასაშვებ სიდიდეზე მეტად ეცემა, მაშინ საჭიროა გავზარდოთ საშემდუღებლო კაბელის კვეთი ან კვების წყარო მიახლოებულ იქნას შედუღების ადგილთან.

კაბელი, რომელიც შესადუღებელ ნაკეთობას აერთებს კვების წყაროსთან, შეიძლება იყოს უფრო ხისტი და ნაკლებად ღირებული.



შემაერთებელი სწრაფგასართი ქურო:

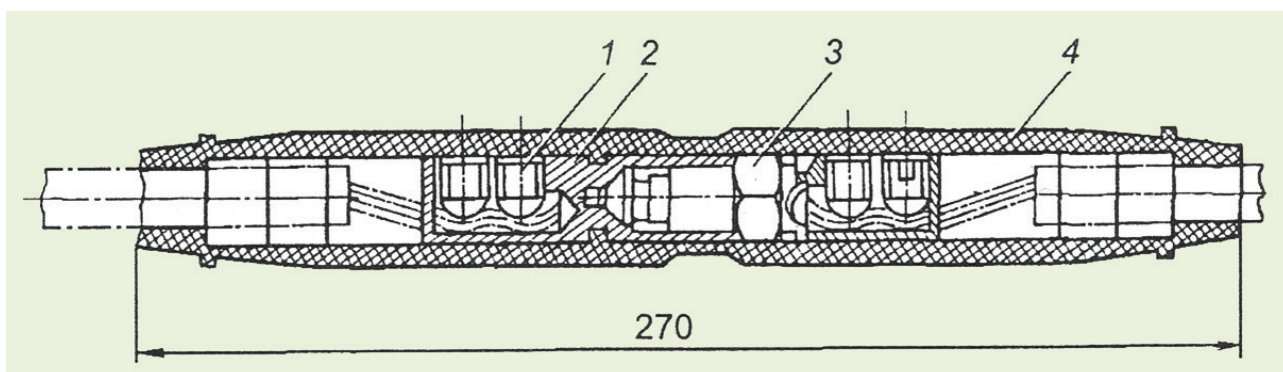
1 – თბომდევი საიზოლაციო მასალით დამზადებული კორპუსი; 2 – ქანჩი; 3,4 – ნახევარ-ქუროები; 5 – კონუსი.

საშემდუღებლო კაბელის კვეთის ფართობის არჩევა ხდება საშემდუღებლო დენის დასაშვები დატვირთვის შესაბამისად, ჩვეულებრივ, 5-7 ა/მმ² ფარგლებში.

მაგალითად, 200 ა დენისათვის ერთძარღვიანი კაბელის კვეთის ფართობი 40 მმ² უნდა იყოს. კაბელის ბოლოს მირჩილება ხდება ბუნიკზე, რომლის ერთი მხარე შესრულებულია მილისის, ხოლო მეორე ნახევრეტიანი ყუნწის სახით ქანჩებზე კლეშის ჩამოსაცმელად.

კაბელის გასართის მეშვეობით შეერთებისათვის გამოიყენება შემაერთებელი ქურო.

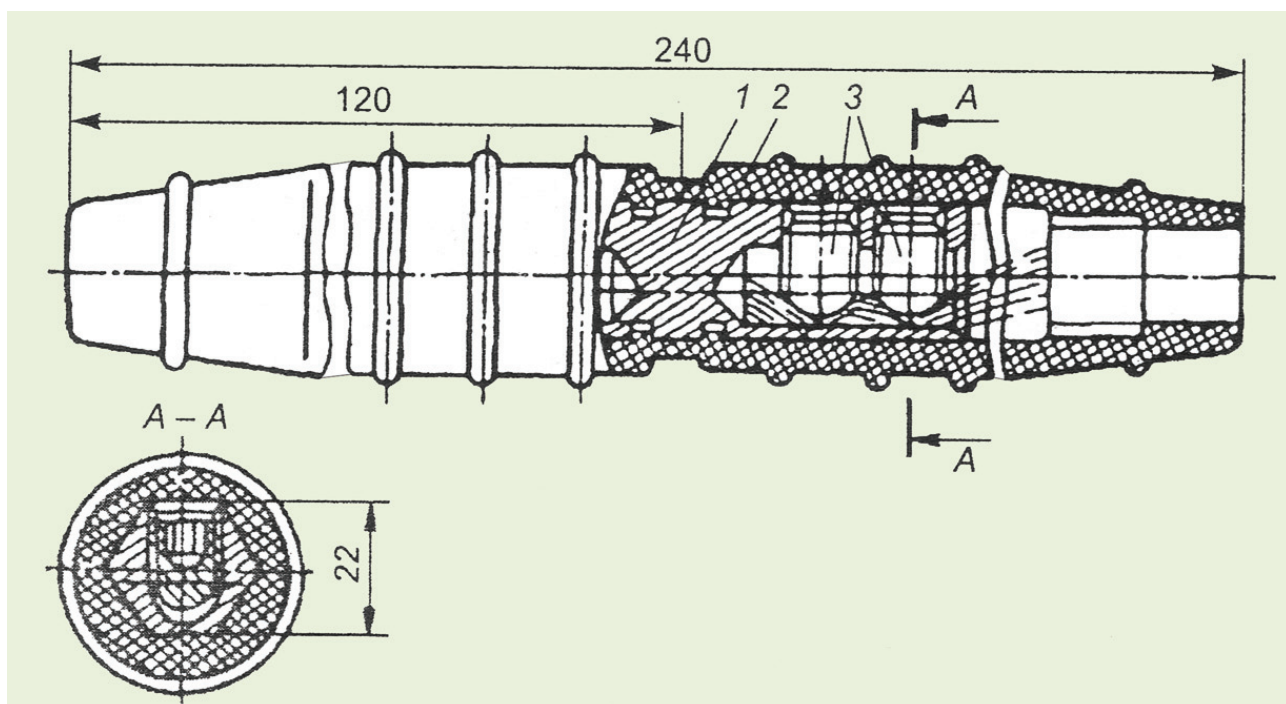
სწრაფგასართი ქურო გამოიყენება 35,50 და 70 მმ² კვეთის კაბელებისათვის და ორი ნაწილისაგან შედგება, რომელთა მიერთება ხდება სადგმელებით ჩამაგრება კი – ერთ-ერთი ნაწილის შემობრუნებით. გართვა ხორციელდება ჩამაგრების ანალოგიურად, შემობრუნებით. ჩამაგრების წინ ქუროს თითოეულ ნახევართან ძარღვების გაშიშვლებული კაბელი მაგრდება ქანჩის ტანს, სადგმელებსა და კონუსს შორის..



სწრაფგასართი ქურო:

1 – მომჭერი ხრახნი; 2 – დენმიმცვანი; 3 – ქანჩი; 4 – თბომედეგი ელექტროსაიზოლაციო მასალისაგან დამზადებული კორპუსი

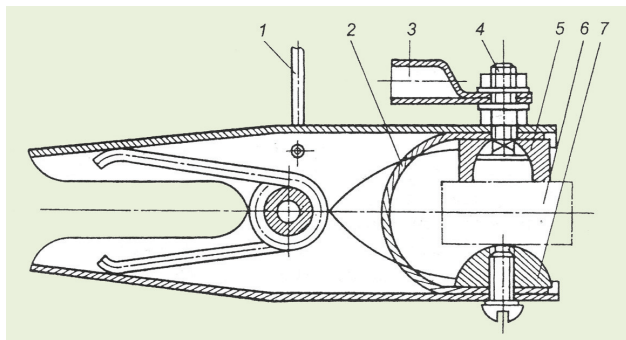
კაბელები ერთდება ხისტად სპეციალური შემაერთებლის მეშვეობით, რომელიც შედგება საიზოლაციო მასალის (2), დაფარული დენმიმცვანისა (1) და ხრახნისაგან (3).



კაბელების ხისტად შემაერთებელი

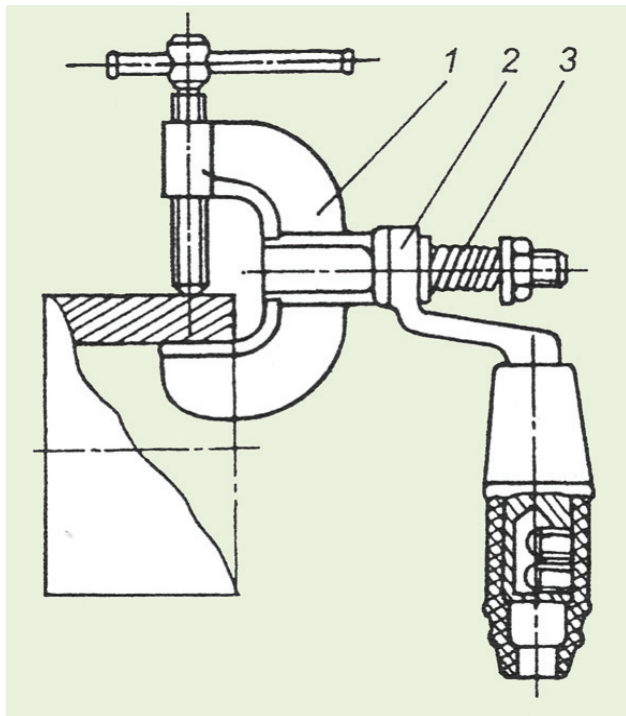
საშემდუღებლო კაბელის მონაკვეთების შეერთება გაშიშვლებული ძარღვების დაგრეხით, აგრეთვე კაბელის შეერთება საშემდუღებლო აპარატთან სპეციალური შემაერთებლის ან ბუნიკის გარეშე, კატეგორიულად იკრძალება, ვინაიდან ამან შეიძლება უბედური შემთხვევა ან სანდარი გამოიწვიოს.

კაბელის მიერთება კვების წყაროსთან ხდება სპილენძის საკაბელო ბუნიკების ან შემაერთებელი ქუროს მეშვეობით. შესადუღებელი დეტალების სწრაფი და საიმედო დამიწებისათვის გამოიყენება საინვენტარო ჭახრაკი ან დამიწების სპეციალური კლემები. დასამიწებელ დეტალზე დამიწების კლემებით აერთებენ.



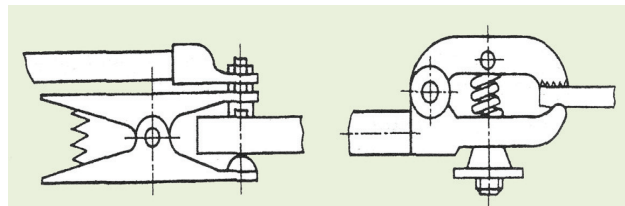
დამიწების კლემა:

1 - ყუნწი; 2 - ღერო; 3 - ბუნიკი; 4 - ჭახრაკი; 5-7 - ტუჩები; 6 - დასამიწებელი საგანი



დამიწების მოსაბრუნებელი კლემა:

1 - კავი; 2 - ბოლოების შემაერთებელი ქურო; 3 - ზამბარა



ა
ზამბარისებრი (ა) და ხრახნისებრი (ბ) ჩამჭერები

საშემდუღებლო სადენის ნაკეთობასთან მისაერთებლად გამოიყენება ზამბარისებრი და ხრახნისებრი ჩამჭერები, რომლებშიც დენგამტარი სადენები მიერჩილება მაღალტემპერატურული სარჩილით ან დამაგრდება მექანიკურად. ხანგძლივი, უწყვეტი მუშაობისას საშემდუღებლო აპარატი, კაბელი და ელექტროდსაჭერი გადახურდება, ამიტომ კაბელის ისეთი კვეთი უნდა შეირჩეს, რომელიც იმუშავებს 80°-მდე ტემპერატურაზე.

გადახურების თავიდან ასაცილებლად საშემდუღებლო უბანზე ამონტაჟებენ ორ აპარატს, რომელთა ჩართვა ხდება რიგრიგობით ყოველი ორი საათი მუშაობის შემდეგ. ანალოგიურად იქცევიან ელექტროდსაჭერების გადახურების თავიდან ასაცილებლად.

საშემდუღებლო ფარები და მუზარადები. ფარები და მუზარადები მზადდება ფიბრის ან პლასტმასისაგან. მათი შიგა ზედაპირი უნდა იყოს გლუვი, მქრქალი, შავი ფერის.



საშემდუღებლო ფარი

ფარი შედგება კორპუსისაგან, რომელსაც სამზერი ფანჯარა აქვს და სახელურისაგან, რომელსაც აქვს მრგვალი განივი კვეთი და სიგრძით



შემღუდელის სათვალეები

არანაკლებ 120 მმ-ია.

მუხარადი შედგება კორპუსისაგან რომელსაც სამზერი ფანჯარა აქვს და სათავისაგან, რომელიც უნდა უზრუნველყოფდეს კორპუსის ორ ფიქსირებულ მდგომარეობას: ჩამოშვებულს და უკან გადაგდებულს.

სინათლის ფილტრი. გამოსხივებისაგან თვალების დასაცავად ფარები და მუხარადები გაწყობილია მუქი მწვანე ფერის სინათლის ფილტრებით. შედუდებისას შუქფილტრის დაცვა ლითონის შხეფებისაგან უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ორგანული მინის ფირფიტებით, რომლებსაც დაზიანების შესაბამისად ცვლიან (ჩვეულებრივ, 1-2 თვეში).



**სინათლის
შუქფილტრიანი
შემღუდელის
მუხარადი**

**შემღუდელის
მუხარადი
თვითდაბურვადი
სამზერით**

შემღუდელის ტანსაცმელი. შემღუდელის სხეულის ნაწილების დასაცავად ლითონის წიდის შხეფებისა და რკალის მავნე გამოსხივებისაგან, გამოიყენება სპეცტანსაცმელი. ეს არის ქურთუკი, შარვალი, სამუშაო თათმანები, ყელიანი ფეხსაცმელები (ტყავის), თავსაბურავი.

ქურთუკი და შარვალი იკერება სპეციალური ხსნარით გაუდენილი ქსოვილისაგან. დარეზინებული მასალის



**სამუშაო ფორმაში გამოწყობილი
შემღუდელი**

ტანსაცმელი არ გამოიყენება, ვინაიდან ადვილად გაწვადია, იწვის ელექტროდის ლითონის და წიდის შხეფებით. შარვალს იცვამენ ტყავის ყელიანი ფეხსაცმელზე, ლითონის და წიდის შხეფებით დაწვის თავიდან ასაცილებლად, თათმანები უნდა იყოს ბრეზენტის ან ტყავის.

შემდუღებლის ინსტრუმენტები. ფოლადის ჯაგრისი გამოიყენება შედუღების წინ შესადუღებელი ადგილის ჟანგისა და სიბინძურისაგან გასასუფთავებლად.

შედუღების შემდეგ ნაკერის ზედაპირიდან წილის ნარჩენებისა და ლითონის შხეფების მოსაცილებლად. შენადული ნაკერის დადაღვის დეფექტური ადგილების ამოჩეხვის, ლითონის შხეფებისა და წილის მოშორებისათვის გამოიყენება დამლა, ღოჯი და ჩაქური.



რკინის ჯაგრისი



წილის მოსაცილებელი ჩაქურები



მრგვალთავიანი ჩაქური



ღოჯი



რკინის ხერხი გამოიყენება ლითონის დეტალების გასაჭრელად



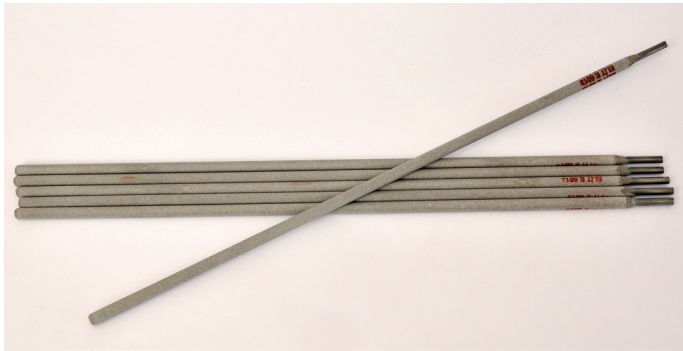
კუთხის სახე-საჭრელი ხელსაწყო გამოიყენება ლითონის დეტალების გასაჭრელად ან გასახეხად



სხვადასხვა ზომის ქლიბები გამოიყენება ლითონის დეტალების დასამუშავებლად



სხვადასხვა ზომისა და ფორმის ჭახრაკები გამოიყენება ლითონის დეტალების სამუშაო მაგიდაზე ან ერთმანეთზე დასამაგრებლად



ელექტროდები



საშემდუღებლო ინვერტერი საკუთნობით

შედულების წინ ასაწივო ოპერაციებს ასრულებენ შაბლონების (თარგების), შვეულების, სახაზავების, კუთხოვანების და სხვა სამარჯვების დახმარებით. ნაკერის ზომების შემოწმებისათვის გამოიყენება სპეციალური შებლონები (თარგები). საზეინკლო ინსტრუმენტი ჩალაგებული უნდა იყოს ინსტრუმენტების გადასატან ყუთში.

ნაკერისა და ნაკერთან არსებული ზონის გასუფთავება წარმოებს ხელის პნევმატური ან ელექტრული სახეხი მანქანებით.

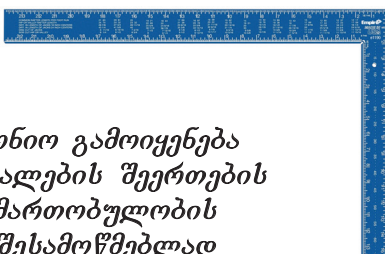
ელექტროდების საშემდუღებლო სამუშაოებისას შემდუღებლები ელექტროდებს ინახავენ ბრეზენტის ჩანთებში, რომლებიც გადაკიდებული აქვთ მხარზე.

საზომი-საკონტროლო ხელსაწყოები.



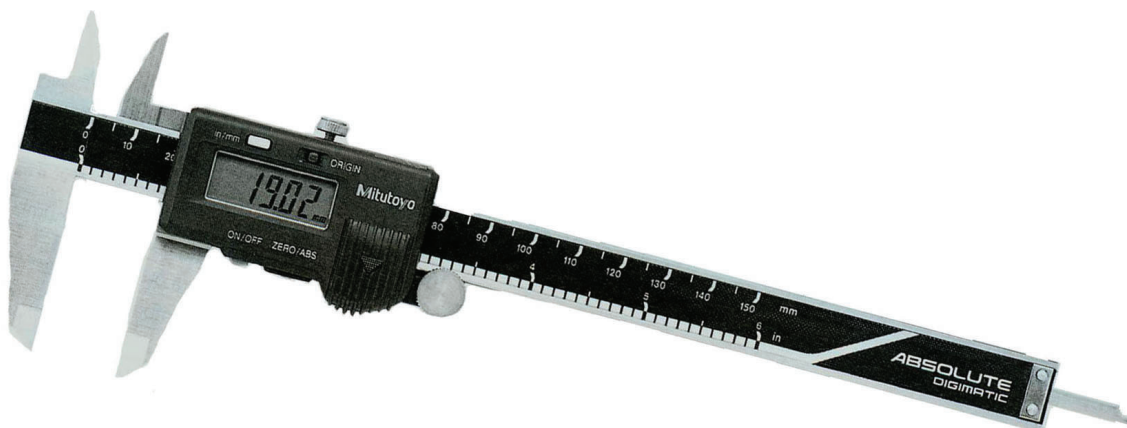
ლითონის სახაზავი და ლითონის საზომი ლენტი გამოიყენება სხვადასხვა ელემენტების სიგრძის გასაზომად

გონიო გამოიყენება დეტალების შეერთების მართობულობის შესამოწმებლად



შემდუღებლის მაგნიტური გონიო გამოიყენება დეტალების შეერთების მართობულობის შესამოწმებლად





შტანგენფარგალი გამოიყენება სხვადასხვა ელემენტების ზუსტი ზომების ასაღებად

ბანვლილი მასალის ბამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. ელექტროდსაჭერებს უშვებენ ნომინალური დენისათვის:

- ა) 125 ა ნაკლები;
- ბ) 220 ა;
- გ) 380 ა;
- დ) 125, 200, 250, 315, 400 და 500 ა.

2. ელექტროდსაჭერის მასა შეიძლება იყოს:

- ა) 0,35-0,75 კგ;
- ბ) 0,35 კგ-მდე;
- გ) 0,75 კგ-მდე;
- დ) 100 გ.

3. ელექტროდსაჭერი ელექტროდის შეცვლას უნდა უზრუნველყოფდეს არა უმეტეს დროისა:

- ა) 1 წმ;
- ბ) 4 წმ;
- გ) 10 წმ.
- დ) 40 წმ.

4. საშემდუღებლო კაბელის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს:

- ა) 10 მ;
- ბ) 40 მ;
- გ) 100 მ;
- დ) 400 მ.

5. ერთძარღვიანი კაბელის კვეთის ფართობი 200 ა ძალის საშემდუღებლო დენისათვის უნდა შეადგენდეს:

- ა) 10 მმ²; ბ) 40 მმ²;
- გ) 100 მმ²; დ) 400 მმ².

6. ხანგძლივი უწყვეტი მუშაობისას კაბელი და ელექტროდსაჭერი გადახურდება, ამიტომ კაბელის კვეთს ირჩევენ მუშაობისას მისი შესაძლებლობის გათვალისწინებით შემდეგ ტემპერატურამდე:

- ა) 30°C; ბ) 40°C;
- გ) 80°C; დ) 100°C.

7. შუქფილტრები არსებობს:

- ა) წითელი;
- ბ) ყვითელი;
- გ) მწვანე;
- დ) ლურჯი.

8. შედუღებისას შუქფილტრის დაცვა ლითონის შეფუებისაგან უზრუნველყოფილია ორგანული მინის ფირფიტებით, რომლებიც დაზიანების მიხედვით იცვლება 1-2-ჯერ:

- ა) საათში;
- ბ) ცვლაში;
- გ) თვეში;
- დ) წელიწადში.

შრომის დაცვა და უსაფრთხოების ნორმები შედულებისას

თავი ეძღვნება შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ნორმებს; რა სახის ტრავმები და სხვადასხვა სახის დაზიანება შეიძლება გამოიწვიოს საშემდუღებლო სამუშაოების არასწორად წარმართვამ, როგორ უნდა დაეცვათ გარემო დაბინძურებისაგან, როგორი მეტეოროლოგიური პირობები, განათება და აღჭურვილობაა საჭირო შედულების სამუშაოებისათვის. რა აუცილებელი პირობებია საჭირო ელექტროდენით დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, როგორ უნდა ავიცილოთ თავიდან ააღება და აფეთქება, რა გადაუდებელი პირველადი დახმარების აღმოჩენა უნდა შევძლოთ ადგილზე.

ზოგადი დებულებები

მანქანათსაშენ ქარხნებში საშემდუღებლო სამუშაოების შესრულებისას შრომისა და წარმოების ორგანიზაციის არასწორი წარმართვის შემთხვევაში წარმოიქმნება საშიში და მავნე ფაქტორები, რომლებსაც შეუძლია გამოიწვიოს უბედური შემთხვევები: მოწამვლა, პროფესიული დაავადებები და სხვ.

საწარმოო შენობებში ლითონების შედულებისა და ჭრის პროცესში ჰაერის ბინძურდება საშემდუღებლო აეროზოლით, რომელიც შეიცავს მტკერს, მავნე აირებსა და ორთქლს. ასეთია: ნახშირის ჟანგის, აზოტის ჟანგეულის, ოზონისა და სხვა აირები.

სამუშაო ზონაში მავნე ნივთიერებების არსებობას შეუძლია გამოიწვიოს შემდუღებლის პროფესიული ინტოქსიკაცია და პნევმოკონიოზი.

შემდუღებლის ჯანმრთელობაზე უარყოფითად მოქმედებს სახურებელი მოწყობილობები, გახურებული დიდი გაბარიტის დეტალებიდან გამოყოფილი სითბო და ცივ ამინდში ორგანიზმის გადამეტცივება.

დანადგარების მუშაობის პროცესს შეიძლება თან ახლდეს ხმაური და ვიბრაცია, რაც მავნეა ჯანმრთელობისათვის. ზოგიერთ წარმოებაში შესაძლოა მუშაზე ულ-



საშემდუღებლო საამქრო

ტრაბერის ინტენსიური ზემოქმედება, მაგალითად, ულტრაბერითი შედუღების ან ლითონების პლაზმური დამუშავებისას.

დანადგარების არასწორმა ექსპლუატაციამ შეიძლება გამოიწვიოს ელექტრული დენით დაზიანება. კონტაქტური შედუღებისას მუშაზე მოქმედებს ცვლადი მაგნიტური ველი. ზოგიერთი დანადგარი წარმოქმნის მაღალი სიხშირის მაგნიტურ ველს. მაგალითად, ელექტრონულ-სხივური საშემდუღებლო დანადგარი მუშაობის პროცესში ასხივებს სუსტ რენტგენის სხივებს. მაგნე ზეგავლენას ახდენს გამა დეფექტოსკოპზე მუშაობაც.

საშემდუღებლო რკალისა და პლაზმის მიერ მძლავრი ულტრაიისფერი და სინათლის გამოსხივება სასტიკად მოქმედებს თვალებზე და მომუშავე პერსონალს შესაძლოა განუვითარდეს ე.წ. ელექტროოფთალმია, ხოლო ინფრაწითელი გამოსხივება იწვევს თვალის ბროლის დაბურვას – კატარაქტას.

აირის ალით,ღია ელექტრორკალითა და პლაზმური შედუღებისა და ჭრის პროცესებში თხევადი ლითონისა და წილის შხეფები ქმნის არა მარტო დამწვრობის,არამედ ხანძრის წარმოქმნის საშიშროებასაც.

შედუღების საწარმოში სანიტარიულ-ჰიგიენური პირობები და შრომის დაცვის სავალდებულო ღონისძიებები რეგლამენტირებულია “შრომის დაცვის სტანდარტების სისტემით”, “სამშენებლო ნორმებით და წესებით”, ცალკეული სახის სამუშაოების შესრულებისას უსაფრთხოების ტექნიკისა და სანიტარიული ნორმებით, ცალკეული დანადგარების ექსპლუატაციის უსაფრთხოების წესებით,მოწყობილობების კონსტრუქციებისადმი უსაფრთხოების ერთიანი მოთხოვნებითა და სხვა დოკუმენტებით.

ჰაერის ბარემო, მიკროკლიმატი და ბანათება

ზოგიერთი მაგნე ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) სა-
მუშაო ზონის ჰაერში

ნივთიერებები	ზდკ, მკ/მ ³	საშიშროების კლასი	აგრეგატული მდგომარეობა
1	2	3	4
ალუმინი და მისი შენადნობები (გადაანგარიშებული Al-ზე), ალუმინის ოქსიდი (მ.შ. სილიციუმის ოქსიდთან ნაერთი) აეროზოლის სახით	2	4	ა
ბერილიუმი და მისი შენადნობები (გადაანგარიშებული Be-ზე)	0,001	1	
ვოლფრამი; ვოლფრამის კარბიდი	6	3	
მანგანუმი	0,3	2	
მოლიბდენი,მისი გამსხნელი შენაერთები აეროზოლის სახით	2	3	
ნიკელი და მისი ოქსიდი (გადაანგარიშებული Ni-ზე)	0,1	1	ო
ოზონი	0,1	1	
აზოტის ოქსიდი (გადაანგარიშებული NO ₂ -ზე)	5	2	
რკინის ოქსიდი მინარევეებით მანგანუმის ოქსიდი 3%-მდე	6	4	ა
ფთორის 3%-დან 6%-მდე მანგანუმიანი მინარევეები	4	4	
ნახშირბადის ოქსიდი	20	4	ო
თუთიის ოქსიდი	6	3	ა
კრისტალური ან ამორფული სილიციუმის ოქსიდების შემცველი (აეროზოლის სახით) მტვერი: 70%-ზე მეტი	1	3	
10%-დან 70%-მდე	2	4	
ტყვია და მისი არაორგანული შენაერთები	0,01	1	
ტიტანი და მისი ოქსიდები	10	4	
ვანადიუმის ოქსიდების მტვერი	0,5	2	
თორიუმი	0,05	1	
ფთორწყალბადი	0,5	2	ო
ფთორწყალბადმჟავას მარილები (გადაანგარიშებული HF-ზე)	1	2	ა
ქრომის ანჰიდრიდი, ქრომატები, ბიქრომატები (გადაანგარიშებული CrO ₃ -ზე)	0,01	1	

შენიშვნები:

1. ნახშირბადის ჟანგეულის შემცველ ატმოსფეროში 1 სთ-ზე ნაკლები ხანგრძლივობის მუშაობის შემთხვევაში ნახშირჟანგის ზდკ შესაძლოა გაიზარდოს 50 მგ/მ³-მდე; 30 წთ-მდე – 100 მგ/მ³-მდე; 15 წთ-მდე 200 მგ/მ³-მდე. სამუშაო ზონაში ნახშირბადის ჟანგეულის გაზრდილი კონცენტრაციის განმეორებითი სამუშაოების ჩატარება დაშვებულია არა უმცირეს 2 სთ-ისა;

2. აღნიშვნები: ა – აეროზოლი; ო – ორთქლი;

3. ადამიანის ორგანიზმზე მავნე ნივთიერებების ზემოქმედება იყოფა ოთხ კლასად: 1 – განსაკუთრებული საშიშროების; 2 – მაღალი საშიშროების; 3 – ზომიერ საშიშროების; 4 – მცირე საშიშროების.

მანქანათსაშენ ქარხნებში შედუღებისა და ჭრის სამუშაოები ძირითადად დახურულ შენობებში მიმდინარეობს. ამ შემთხვევაში გათბობის სისტემა, ჰაერის ვენტილაცია და კონდიციონერები უნდა ქმნიდეს გარკვეულ მიკროკლიმატს, ე.ი. დაშვებულ ტემპერატურას, ფარდობით ტენიანობას, ჰაერის სისუფთავესა და მისი მოძრაობის სიჩქარეს.

ზემოთ მოცემულ ცხრილებში ნათლად ჩანს, თუ რა კონკრეტულ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს სამრეწველო საწარმოების სამუშაო ზონა და სანიტარიული ნორმებისა და წესების შესაბამისად.

მავნე ნივთიერებების გამოყოფის წყაროდან ადგილობრივი გამწოვების მიერ შექმნილი ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს ქვემოთ მოცემულ საერთაშორისო ნორმებს:

პროცესი	V, მ/წმ
შედუღება:	
ხელით რკალური.	≥0.5
ნახშირორჟანგით.	≥0.5
ინერტული აირებით.	≥0.3
ჭრა:	
ტიტანის შენადნობებისა და დაბალლევირებული ფოლადების აირული.	≥1.0
პლაზმური.	≥1.4
პლაზმური ალუმინმანგანუმის შენადნობისა და მაღალლევირებული ფოლადების.	≥1.8
პლაზმური დაფრქვევა.	≥1.3
ფთორირებული ვოლფრამის ელექტროდების აღესვა.	≥1.5

აღსანიშნავია, რომ ვენტილაციისა და გაწოვის სისტემებში გამოყენებული ვენტილატორების პასპორტში მითითებულია თუ რა მოცულობის ჰაერს გაიწოვს ვენტილატორი დროის ერთეულში. ეს მონაცემი საშუალებას გვაძლევს მიახლოებით გამოვითვალოთ, თუ დროის რა შუალედში ხდება ჰაერის სრული ცვლა სათავსოში

ყველა საწარმოო შენობა-ნაგებობა, სადაც მუდმივად იმყოფებიან ადამიანები, ალჭურვილი უნდა იყოს ბუნებრივი განათებით. საღამოს პერიოდში ან არასაკმარის ბუნებრივი განათების შემთხვევაში საჭიროა გამოყენებულ იქნეს ხელოვნური განათება.

საშემდუღებლო საწარმოო შენობის განათება უნდა აკმაყოფილებდეს მოქმედ სანიტარიულ მოთხოვნებსა და წესებს და ელექტროდანადგერების მოწყობის წესებს. ყველა საწარმოო შენობა ნაგებობა, სადაც მუდმივად იმყოფება ადამიანები, ალჭურვილი უნდა იყოს ბუნებრივი განათებით. საღამოს პერიოდში ან არასაკმარის ბუნებრივი განათების შემთხვევაში საჭიროა გამოყენებულ იქნეს ხელოვნური განათება.

ამწყობ საშემდუღებლო საამქროებში გამოიყენება საერთო ან კომბინირებული (ე.ი. საერთო და ადგილობრივი) განათება. საერთო განათება შესაძლოა იყოს თანაბარი ან ლოკალიზებული. ხშირ შემთხვევაში ჭრის ან შედუღების სამუშაოები შეიძლება მიეკუთვნებოდეს დაბალი სიზუსტის სამუშაოებს (მეხუთე თანრიგს), მაგრამ მოითხოვდეს კარგ განათებას, მაგალითად, მონიშვნის დროს, ამიტომ ეს ფაქტორი გათვალისწინებული უნდა იქნეს ამა თუ იმ პროცესის შესრულებისას.

გასანათებელი ფანრები, ფანჯრები და ლამპრები რეგულარულად უნდა იწმინდებოდეს მტვრისა და ჭუჭყისაგან. სუფთა და ჰაერიან შენობებში ლამპრები უნდა იწმინდებოდეს ყოველთვიურად, ხოლო ძალზე დაბინძურებულ ჰაერიან შენობებში – თვეში ორჯერ.

ხელით ელექტრორკალური შედუღების უსაფრთხოების ტექნიკისა და შრომის დაცვის ზოგადი დებულებები

ელექტრორკალური შედუღებისას, უსაფრთხოების წესების დაუცველობის შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს:

- ელექტრული დენით ადამიანის დაზიანება;
- ელექტრული რკალით თვალებისა და კანის დაუცავი ზედაპირის დაზიანება;
- გამდნარი ლითონისა და წიდის წვეთებით დამწვრობისა და დაზიანებების გამოწვევა;
- შედუღებისას გამოყოფილი მავნე აირებით მომუშავე და ახლოს მყოფი პერსონალის მოწამვლა;
- ჭურჭლისა და აფეთქებასაფრთხიანი ნივთიერებების აფეთქება;
- გამდნარი ლითონის, წიდის წვეთებისა და ნაპერწკლებისაგან ხანძრის წარმოქმნა;
- დაზიანებისაგან ტკივილისა და ჭრილობების გამოწვევა და სხვ.

ელექტრული დენით, რკალის გამოსხივებით და გამდნარი ლითონისა და წიდის წვეთებით გამოწვეული დაზიანებების თავიდან აცილების ღონისძიებები

შენობა-ნაგებობების კატეგორიები ელექტრული დენით ადამიანის დაზიანების საშიშროების მიხედვით

შენობის კატეგორია	შენობის დახასიათება
განსაკუთრებით საშიში შენობები	განსაკუთრებული სინესტის არსებობა (ჰაერის ტენიანობა 100%-ს უახლოვდება, ე.ი. ჭერი, კედლები, იატაკი, და მასში მოთავსებული საგნები ტენიანია). ქიმიურად აქტიური გარემოს არსებობა, სადაც მუდმივად ან ხანგრძლივად არის ორთქლი, რომელიც გამანადგურებლად მოქმედებს ელექტრონულ მოწყობილობაზე.
გაზრდილი საშიშროების შენობები	სინესტის ან დენგამტარი მტვრის არსებობა; დენგამტარი იატაკის არსებობა (ლითონის, რკინაბეტონის, მიწის და ა.შ.). მაღალი ტემპერატურა ($\geq 30^{\circ}\text{C}$); ელექტრომოწყობილობის ლითონის კორპუსისა და მიწასთან შეხებაში მყოფი ლითონკონსტრუქციების, მექანიზმებისა და ტექნოლოგიური აპარატების ელემენტების ერთდროულად შეხების შესაძლებლობა.
დაბალი საშიშროების შენობები	შენობაში არ არის განსაკუთრებით გაზრდილი საშიშროების ელემენტები.

შედუღების სამუშაოების შესრულებისას, ელექტროდენით დაზიანების თავიდან ასაცილებლის მიზნით, დაცული უნდა იყოს შემდეგი მოთხოვნები:

1. პირი, რომელიც დაიშვება ელექტრო- ან აირით შედუღებაზე, კარგად უნდა იყოს ინფორმირებული ელექტრულ დენთან მუშაობისა და მისგან გამოწვეული დაზიანებების თავიდან აცილებისა და პირველადი დახმარების აღმოჩენის საკითხებით.
2. ელექტრული მანქანებისა და კვების წყაროების კორპუსები, შემდუღებლის მაგიდა და სხვა ლითონის მოწყობილობა აუცილებლად დამიწებული უნდა იყოს;
3. ელექტროსამშედუღებლო აპარატების, მოწყობილობებისა და შემდუღებლის სამუშაო ადგილიდან დენმიმცვანი კაბელები მანაწილებელ ფარამდე საიმედოდ უნდა იყოს იზოლირებული და დაცული მექანიკური დაზიანებებისა და ტემპერატურის ზემოქმედებისაგან;
4. ელექტროსამშედუღებლო აგრეგატების მონტაჟს, მათ რემონტსა და მათზე ზედამხედველობას ახორციელებს ელექტრომონტიორი, რომელიც მკაცრად უნდა იცავდეს ელექტრომოწყობილობებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებსა და წესებს;

5. ელექტროდის დამჭერის სახელურები აუცილებლად დენგაუმტარ და ცეცხლგამძლე მასალისაგან უნდა იყოს დამზადებული;
6. არ შეეხოთ მაღალი ძაბვის კაბელს, რომელშიც დენი გადის, რადგან შესაძლოა იზოლაცია შეუმჩნეველად იყოს დაზიანებული, რამაც შეიძლება სერიოზული დაზიანება გამოიწვიოს;



შემდუღებელი ლითონის კონსტრუქციის ზედაპირზე მჯდომარე მდგომარეობაში მუშაობისას იყენებს დენგაუმტარ ქვესადებს

7. კვების წყაროს, აპარატებისა და ელექტრული წრედის შეკეთებისას დენის ჩამრახის გამორთული უნდა იყოს. აუცილებლობის შემთხვევაში შესაძლოა ძაბვის ქვეშ მყოფი ელექტრული წრედის შეკეთება, მხოლოდ სპეციალური რეზინის ხელთათმანისა და კალოშების გამოყენებით;
8. სამუშაოს მთლიანად დამთავრების ან დროებით შეჩერებისას შემდუღებელმა აუცილებლად უნდა გამორთოს მანაწილებელი ფარის დენის ჩამრახი;

9. ლითონის რეზერვუარების, ქვაბების, გემების ან სხვა მსხვილი ლითონკონსტრუქციების შედუღებისას, როცა შემდუღებელს ლითონზე მუშაობა უხდება წოლით ან მჯდომარე მდგომარეობაში, აუცილებელია გამოყენებულ იქნეს:
 - რეზინის ფარდაგი ან სხვა დენგაუმტარი ქვესადები, რომელიც დაიცავს მას ლითონთან შეხებისაგან;
 - ელექტროდების დამჭერი, რომელიც ელექტროდის იოლი გამოცვლის საშუალებას იძლევა;
 - რეზინის მუხარადი, რომელიც იცავს კისერს შემთხვევითი დაზიანებებისაგან;
 - ხელოვნური განათება (თუ სამუშაო ადგილი ნათელი არაა) არა უმეტეს 12 ვ-იანი ნათურების გამოყენებით; მშრალი სპეცტანსაცმელი და კალოშები.
10. ელექტროსამუშაოებზე შესაძლებელია მხოლოდ იმ პირის დაშვება, რომელსაც სპეციალურად აქვს შესწავლილი ელექტრორეგულაციური ან აირული შედუღების ტექნიკა და ტექნოლოგია და კარგად იცის საშემდუღებლო აპარატების, კვების წყაროსა და სხვა ელექტრული მანქანების ხმარების წესები. მას აუცილებლად უნდა შეეძლოს ელექტრული დენით დაზიანების მიღების შემთხვევაში პირველადი დახმარების აღმოჩენა, კერძოდ: ისე, რომ არ შეეხოს დაზარალებულს, ამორთოს დენის ჩამრახი ან მცველი; თუ დაზარალებული უგრძნობლადაა, აუცილებლად ჩაუტაროს ხელოვნური სუნთქვა და შეუქმნას სუფთა ჰაერის ატმოსფერო. შემდუღებელს უნდა ეცვას მკერძი ნაჭრის ან ბრეზენტისაგან დამზადებული ქურთუკი და შარვალი, რომელიც გაუღენთილია ცეცხლგამძლე ხსნარით; დაუშვებელია ქურთუკის შარვალში ჩატანება; შარვალი უნდა იყოს გრძელი და თავისუფლად უნდა ფარავდეს ყელიან ფეხსაცმელს; ყელიანი ფეხსაცმელი უნდა იყოს ყრუ ზედაპირის და ზორტებით მჭიდროდ შეკრული; სპეცტანსაცმელში, ნიღაბსა და ფარში არ უნდა არსებობდეს ხვრელები; შემდუღებლის ქურთუკის ყველა ღილი შეკრული უნდა იყოს; ხელთათმანების ყელი უნდა ფარავდეს ქურთუკის სახელოებს; შემდუღებლის ქუდი უნდა იყოს წინა საფრის გარეშე.

ბარემოს ღაბინაშუმების წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები (საშემდგომო პოსტების ვენტილაცია)

1. შემდგომელმა აუცილებლად უნდა გამოიყენოს სპეციალური ნიღაბი ან ფარი, რომლებშიც შედუღების აბაზანისა და რკალის თვალყურის სადევნებლად ჩამონტაჟებულია სპეციალური მუქი მინები, რომლებიც აკაფებს ულტრაიისფერ სხივებს და საგრძნობლად ამცირებს რკალის სიკაშკაშეს;
2. სინათლის ფილტრის, გამდნარი ლითონისა და წილის შხეფების ზემოქმედებისაგან დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, მათ წინ ათავსებენ ჩვეულებრივ ფანჯრის მინას;
3. შემდგომელის ნიღაბი ან ფარი უნდა იყოს დამზადებული ცეცხლგამძლე, თბო- და ელექტროგაუმტარი მასალისაგან;
4. შემდგომელის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება ბრეზენტისაგან დამზადებული სპეციალური სამუშაო ტანსაცმელი და ხელთათმანები;
5. სამუშაო ადგილი უნდა შემოიღოს სპეციალური შუქგაუმტარი დაფებით ან შედუღება წარიმართოს სპეციალურ კაბინებში;
6. რკალის აგზნების დაწყებამდე შემდგომელმა უნდა გააფრთხილოს ახლოს მყოფი პერსონალი – „ფრთხილად! თვალები“;
7. თვალების მოულოდნელად დაზიანების შემთხვევაში აუცილებლად უნდა მიემ-



ართოთ ექიმს; მანამდე კი სასურველია თვალები გამოვირეცხოთ სოლის სუსტი ხსნარით.

- ა. საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად სამუშაო ადგილზე საჭიროა მოეწოს ადგილობრივი გამწოვი ვენტილაცია;
- ბ. რეზერვუარებსა და ვიწრო ადგილებში უნდა დამონტაჟდეს გადასატანი ვენტილაცია;
- გ. სამუშაოს განსაკუთრებულ მძიმე პირობებში შესრულებისას მიზანშეწონილია სუფთა ჰაერის მიწოდება ორკედლიან ნიღაბსა ან ფარში;
- დ. მომწამლაემინარეგებიანი აირების გამოყოფის შემთხვევაში (ტყვიის, თუთიისა და სხვა მინარეგები) აუცილებელია ქიმიური ფილტრის მქონე რესპირატორების გამოყენება.

ხანძარსაწინააღმდეგო და აალებადი ნივთიერებების ჭურჭლების ავითქმების თავიდან აცილების ღონისძიებები ელექტრორკალური შედუღებისას

1. აკრძალულია იმ რეზერვუარების ან დახურული ჭურჭლების შედუღება, რომლებშიც დიდი წნევაა, რადგანაც მათი გახურება გამოიწვევს იქ მყოფი აირის გაფართოებასა და აფეთქებას. ყველაზე საშიშია ნავთობპროდუქტების ცისტერნების, კასრების ან ავზების შედუღებითი რემონტი, რადგან ლითონის გახურებისას იქ დარჩენილი თუნდაც მცირე რაოდენობის ნავთობპროდუქტიც კი წარმოქმნის ორთქლს, რომლის ჰაერთან შერევა მძლავრ აფეთქებას იწვევს;
2. საშემდგომლო ოთახში ან პოსტის მახლობლად დაუშვებელია იოლად აალებადი ნივთიერებების (როგორიცაა ნავთი, ბენზინი და ა.შ.) მოთავსება. მათი შენახვა დაშვებულია შედუღების ადგილიდან სულ მცირე 5 მ მანძილზე;
3. ნავთობპროდუქტების ტარის შედუღებითი სამუშაოების ჩატარების წინ აუცილებელია მათი სათუთად, გულმოდგინედ გაწმენდა, ცხელი წყლის გამოვლება, რამდენიმე საათის განმავლობაში ორთქლით დამუშავება ან

- 10÷20%-იანი კაუსტიკური სოდის ხსნარით გამორეცხვა შემდგომი გაქრევით;
4. ნავთობპროდუქტის ტარის შედუღების წინ აუცილებელია ყველა ხვრელის სარქელისა და სახურავის გახსნა.
 5. საშემდუღებლო ადგილი არ უნდა იყოს დანაგვიანებული ორგანული ნივთიერებების მტვრით, ნაფოტებით, საწვავითა და სხვა მსგავსი მასალით;
 6. საშემდუღებლო ადგილის მოწყობა და შედუღების ორგანიზაცია ხის სახერხ, საფქვავ, ზეთსახდელ, თამბაქოსა და ბამბეულის წარმოების საწარმოებში წინასწარ უნდა შეთანხმდეს სახანძრო დაცვასთან;
 7. შედუღებისას აუცილებელია თვალი ვადევნოთ ადგილებს, სადაც შესაძლოა მოხვდეს გამდნარი ლითონის ან წილის შხეფები (ასეთია იატაკი, ხის კედლები, ტიხრები და ა.შ.);
 8. დროებითი საშემდუღებლო პოსტის დადგმა ხანძარსახიფათო ადგილებში აუცილებელია წინასწარ შეთანხმდეს ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვასთან და სამუშაოები ჩატარდეს მეთვალყურის თანდასწრებით;
 9. იოლად აალებადი და ასაფეთქებელი მასალები შედუღების ადგილიდან უნდა იმყოფებოდეს სულ მცირე 5 მ მანძილზე; ამასთან, აუცილებელია მათზე გადაფარებული იყოს ცეცხლმდეგი მასალა ან მატერი.

დაუშვებლობების, ნატკენებისა და ჭრილობების წარმოქმნის საწინააღმდეგო ღონისძიებები

1. • ჩამოსაკიდი მოწყობილობები საჭიროა დამზადდეს მტკიცე და კარგად დამაგრებული ბაგირებით;
2. • ფიცარნავი საფენი და დაკიდებული მოედნები კარგად უნდა იყოს დაჭედებული და შემოდობილი მოაჯირებით;
3. • მისადგამი კიბეები საჭიროა იყოს მტკიცე, კარგად დამაგრებული და, დაცურების თავიდან აცილების მიზნით, ქვევიდან საიმედოდ დამაგრებული;
4. • დაუშვებელია მიდგმული კიბის ბოლო, ზედა საფეხურზე მუშაობა;

5. • აუცილებელია ყურადღებით ვიყოთ კონსტრუქციების აწეობისას და შედუღებისას დეტალების გადაადგილების, ამოტრიალებისა და მობრუნების მიმართ;
6. • ნაწიბურების გამოყვანისას, ნაკერის ამოჩეხვისა და გასუფთავებისას, დეტალების ჟანგისაგან გაწმენდისას, ბასრი ბოლოების მქონე დეტალების გადაადგილებისას და სხვა მსგავსი ოპერაციების შესასრულებლად აუცილებელია ხელთათმანებით მუშაობა და დამცავი უფერო სათვალის გამოყენება.

სხვა ღონისძიებები

კატეგორიულად დაუშვებელია შედუღებისას დამიწების კონტურის გამოყენება, როგორც მეორეული ქსელისა.

ასაწეობ-სამშენებლო საამქროებს უნდა ჰქონდეთ გათბობის სისტემა. ზამთრის პერიოდში სამუშაო ადგილის ზონაში ტემპერატურა უნდა იყოს არანაკლებ 12°C-ისა.

პირებმა, რომლებიც იწყებენ მუშაობას ელექტროშემდუღებლად, უნდა გაიარონ წინასწარი სამედიცინო შემოწმება.

ყველა ელექტროშემდუღებელმა, რომელიც მუშაობს დახურულ სივრცეში და დაკავებულია ფერადი ლითონის შედუღებით, წელიწადში ერთხელ აუცილებლად უნდა გაიაროს სამედიცინო შემოწმება. საჭიროა გულმკერდის რენტგენოგრაფია და სისხლისა და შარდის ლაბორატორიული გამოკვლევა.

ელექტროშემდუღებლები, რომელთაც აღმოაჩნდებათ პნევმოკონიოზი, არ დაიშვებიან დახურულ სივრცეში სამუშაოდ, ხოლო ის პირები, რომელთაც გამოუვლინდება მანგანუმით ინტოქსიკაცია ცენტრალური ნერვული სისტემის ორგანული დაზიანების სახით, აუცილებელია გადაყვანილ იქნენ ისეთ სამუშაოზე, რომელიც დაკავშირებული არ იქნება მანგანუმის, ტყვიის, თუთიისა თუ სხვა მომწამლავ ნივთიერებათა მტვრის გამოყოფასთან.

შემდუღებელ ქალს ნება ეძლევა იმუშაოს მხოლოდ ღია უბანზე.

აღუშინის ხელით ელექტრორკალური შედუღება დასაშვებია მხოლოდ ისეთ შენობებში, რომლებიც უზრუნველყოფილია ჰაერის მიმოცვლის 6-8 ჯერა-

დი ვენტილაციით. შედუღება დაშვებულია მხოლოდ მაღალტერიან სათავსში.

აირული ჭრისა და შედუღებისას შემდუღებელი უნდა მუშაობდეს სათვალთ, რომელიც აღჭურვილია მინებით.

რეზერვუარების, ორმოებისა და ნაკვეთურების შიგნით სამუშაოების შესრულებისას, სადაც შესაძლოა მავნე აირების დაგროვება, აუცილებელია შემომავალგამწოვი ვენტილატორის მუშაობა.

დაუშვებელია შედუღებისას იმ სპეცტანსაცმლის გამოყენება, რომელიც დასვრილია ცხიმით, ზეთით ან საწვავი სითხეებით.

აუცილებელია შედუღების ადგილთან ახლოს იყოს წყლით სავსე კასრი და ვედრო, სილიანი ყუთი, ნიჩაბი და ხელის ცეცხლსაქრობი. შემდუღებელმა უნდა იცოდეს უახლოესი სახანძრო ონკანის, სახელურების, ცეცხლჩაქრობების, სილისა და სხვა ცეცხლჩაქრობი საშუალებების მდებარეობა.

ცეცხლმოდებული ნავთობის, ბენზინის, ნავთის და ელექტროსადენების ჩაქრობა უნდა განხორციელდეს სილით ან ნახშირორქანის ქაფით.

თუ შედუღების ადგილიდან 5 მ-ზე ახლოსაა დაფები, ნაქლიბი, ბურბუშე-ლა, ძენძი, ხის საფენი ან სხვა მსგავსი აალებადი მასალა, აუცილებლად უნდა ჩატარდეს შესაბამისი ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები. მაგალითად, უნდა შემოიღობოს ხანძარსაშიფათო ადგილები დამცავი ლითონის ეკრანებით, აზბესტის ფურცლებით და ა.შ.

დაუშვებელია საშემდუღებლო სამუშაოების ჩატარება საწვავი ნივთიერებებით შევსებულ ან წნევის ქვეშე მყოფ კომუნიკაციებთან და ტევადობებთან, აგრეთვე ახალშედებილ კონსტრუქციებთან.

შედუღებისას დაუშვებელია სადენად ლიანდაგების, შიგა კომუნიკაციების, ლითონკონსტრუქციებისა და ტექნოლოგიური მოწყობილობების გამოყენება.

გარდამქმნელებისა და გამმართველების გადახურება 75°C-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო საშემდუღებლო ტრანსფორმატორისა – 95°C-ს.

სადენის ცივად გადახვევა საშიშია, რაგან წარმოიქმნება გარდამავალი წინაღობა ძლიერი გახურებით, რომელიც საკმარისია საწვავი მასალების აალებისათვის.

ბანვლილი მასალის ბამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. საწარმოო ფაქტორი, რომლის ზემოქმედებითაც შეიძლება შემდუღებელმა მიიღოს საწარმოო ტრავმა:

- 1) შემთხვევითი; 2) მავნე;
3) საშიში; 4) ბუნებრივი.

2. საწარმოო ფაქტორი, რომელიც შეიძლება გახდეს ავადმყოფობის მიზეზი:

- 1) შემთხვევითი; 2) მავნე;
3) საშიში; 4) ბუნებრივი.

3. შედუღებისას რომელ ნაერთებს შეიცავს მაღევირებელი ელემენტები განსაკუთრებით მავნე აეროზოლების წარმოქმნისას:

- 1) კაუმიწის; 2) ქრომისა და ნიკელის;
3) სპილენძის; 4) ვანადიუმისა და ნიობიუმის.

4. შედუღებისას და ჭრისას რომელი შენადნობების უსაფრთხოების ტექნიკის ნორმების დარღვევით შეენიშნება შემდუღებლებს ციებ-ცხელების შეტევები (ტემპერატურის აწევა, ღებინება, კანკალი):

- 1) ალუმინის; 2) სპილენძ-თუთიის;
3) ტიტანის; 4) მაგნიუმის.

5. რომელი ლითონის ჭრისა და შედუღებიდან დაახლოებით 2,5-3,5-თვის შემდეგ ეწეება შემდუღებელს ძლიერი თავის ტკივილი, უჩნდება ღრძილებზე მოლურჯო-მონაცრისფრო ლაქები:

- 1) ალუმინის; 2) სპილენძის;
3) ტყვიის; 4) ტიტანის.

6. ხელით ელექტროშედუღების სხვადასხვა სახის გამოსხივება (ულტრაიისფერი, ხილვადი და ინფრაწითელი დიაპაზონები) რამდენად აღემატება ადამიანის თვალის მიერ ასატან ფიზიოლოგიურ სიდიდეს:

- 1) ერთჯერადი; 2) ორჯერადი;
3) სამჯერადი; 4) მრავალჯერადი.

7. შედუღებისას ცვლადი ელექტრული დენის რა სიდიდის ძაბვა ითვლება სახიფათოდ ადამიანის სიცოცხლისათვის:

- 1) 12 ვ; 2) 36 ვ;
- 3) 42 ვ; 4) 110 ვ.

8. შედუღებისას მუდმივი ელექტრული დენის რა სიდიდის ძაბვა ითვლება სახიფათოდ ადამიანის სიცოცხლისათვის:

- 1) 12 ვ; 2) 36 ვ;
- 3) 42 ვ; 4) 110 ვ.

9. ნესტიან შენობაში, ჩაკეტილ ლითონურ სივრცეში და ა.შ. მუშაობისას ელექტრული დენის რა სიდიდის ძაბვა ითვლება სახიფათოდ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის:

- 1) 12 ვ; 2) 36 ვ;
- 3) 42 ვ; 4) 110 ვ.

10. შემდუღებლის ნიღბის შექვილტრის სიმკვრივეს განსაზღვრავს:

- 1) დენის სახეობა;
- 2) შესადუღებელი დენის ძალა;
- 3) რკალის ძაბვა;
- 4) შემდუღებლის ასაკი.



საშემდუღებლო რკალი

ამ თავში გაეცნობით საშემდუღებლო რკალს, მის წარმოქმნას, მასში მიმდინარე პროცესებს, რკალის აღნაგობას, ტემპერატურის განაწილებას რკალში, რკალის სვეტში მიმდინარე პროცესებს, საშემდუღებლო რკალის ტიპებს, მაგნიტურ ბერვას, რა არის რკალის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი, რა ტემპერატურამდე ხურდება ელექტროდის ბოლო, რა არის ელექტროდული ლითონის გადატანა.

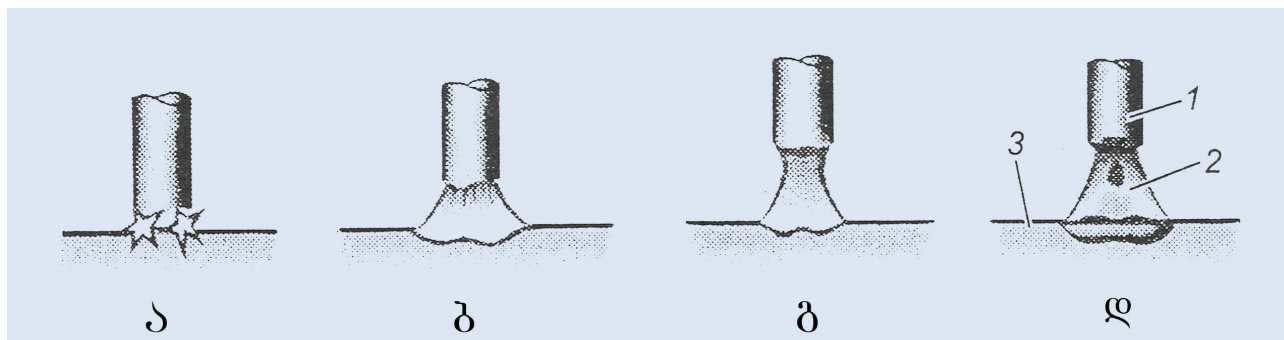
საშემდუღებლო რკალის წარმოქმნა და აღნაგობა

საშემდუღებლო რკალის წარმოქმნა. საშემდუღებლო რკალი ეწოდება იონიზირებული აირების და შედუღებისათვის გამოყენებული მასალების ორთქლის ნარევეში მიმდინარე მდგრად ელექტრულ განმუხტვას.

საშემდუღებლო რკალი ხასიათდება დიდი სიმკვრივის დენით, მაღალი ტემპერატურითა და ძლიერი ნათებით.

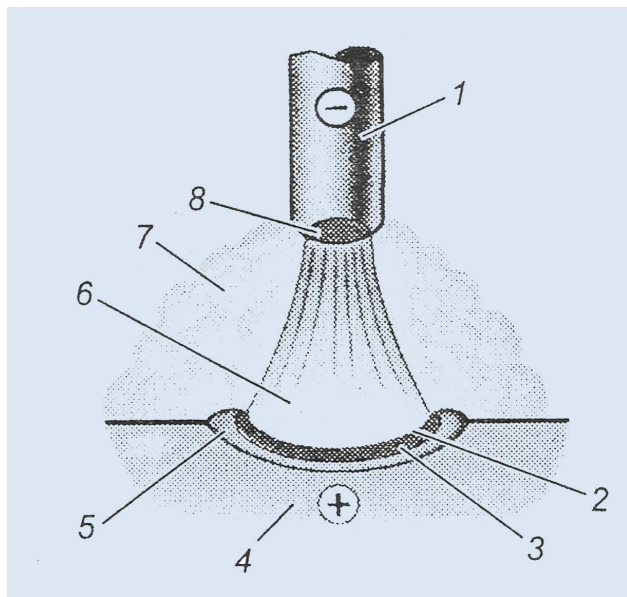
საშემდუღებლო რკალის წარმოქმნა ხდება რამდენიმე ეტაპად.

ნახაზზე ქვემოთ ნაჩვენებია საშემდუღებლო რკალის წვის სქემა



საშემდუღებლო რკალის წარმოქმნა

ა – მოკლე ჩართვა; ბ – თხევადი ლითონიდან შუა შრის წარმოქმნა; გ – ყელის წარმოქმნა; დ – რკალის წარმოქმნა; 1 – ელექტროდი; 2 – რკალი; 3 – ძირითადი ლითონი



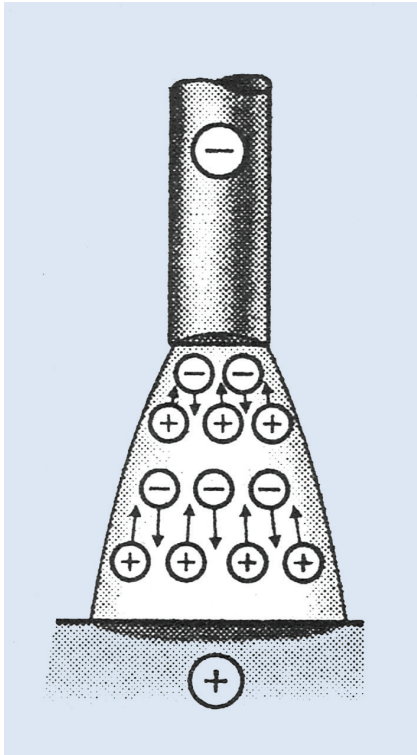
საშემდუღებლო რკალის წვის სქემა

1 – ელექტროდი; 2 – კრატერი; 3 – ანოდის ლაქა; 4 – შესადუღებელი ლითონი; 5 – საშემდუღებლო აბაზანა; 6 – რკალის სვეტი; 7 – აირის ღრუბელი; 8 – კათოდის ლაქა

პროცესები საშემდუღებლო რკალში. რკალი წარმოიქმნება ელექტროდენის აირში გავლის დროს. ნებისმიერი აირი ოთახის ტემპერატურისა და ნორმალური წნევის პირობებში შედგება ელექტრულად ნეიტრალური მოლეკულებისაგან და იზოლატორია, ვინაიდან მასში არ არის დენის მატარებლები – ელექტრულად დამუხტული ნაწილაკები. რკალის წარმოქმნისა და მისი წვის ხელშეწყობისათვის ელექტროდებს შორის აუცილებელია გვექონდეს ელექტრულად აქტიური უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკები – ელექტრონები და დადებითი იონები.

ელექტრონებისა და იონების წარმოქმნის პროცესს იონიზაცია ეწოდება, ხოლო აირს, რომელიც შეიცავს ელექტრონებს და იონებს – იონიზებული.

რკალური შუალედის იონიზაცია ხდება კათოდის ელექტრონების ემისიის შედეგად და მისი უწყვეტად ხელშეწყობა მიმდინარეობს წვის პროცესში.



პროცესები საშემდუღებლო რკალში:
 $\ominus$ - ელექტრონები; $\oplus$ - დადებითი იონები

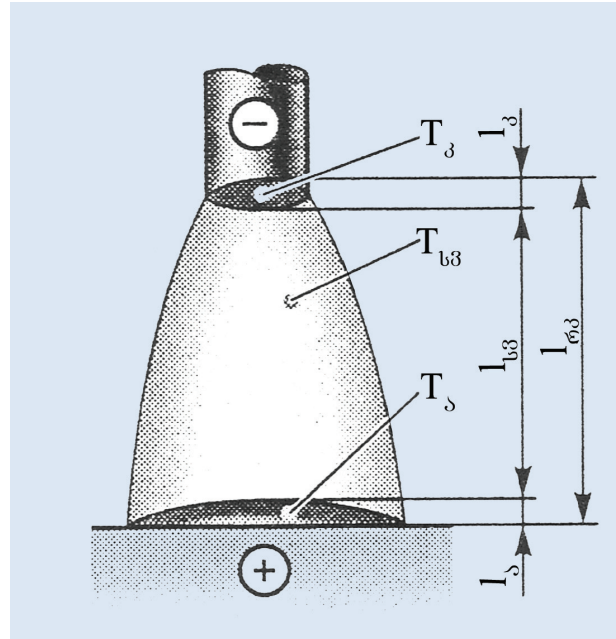
ემისია გამტარობის ელექტრონების ამოფრქვევაა.

საშემდუღებლო რკალში აგრეთვე ხდება რეკომბინაცია - ელექტრონებისა და დადებითი იონების გაერთიანება ნეიტრალურ ატომებად.

საშემდუღებლო რკალი ხასიათდება დენის სიმკვრივით. დენის სიმკვრივე არის სიდიდე, რომელიც რიცხობრივად დენის ძალის გამტარის განივკვეთის ფართობთან შეფარდების ტოლია.

საშემდუღებლო რკალის აღნაგობა.
 იონიზებული აირის კონცენტრირება ხდება დაახლოებით 1 სმ მოცულობაში, მაგრამ ამ მცირე სივრცეშიც კი შეიძლება გამოიყოს სამი არე. ორი არის - I_a და I_s ელექტროდებსა და იონიზებულ აირს შორის. სადაც შეინიშნება საგრძნობი ძაბვის ვარდნა, რაც გამოწვეულია ელექტროდებთან სივრცითი მუხტების წარმოქმნით (დამუხტული ნაწილაკების თავმოყრით). მესამე არე, რომელიც კათოდისა და ანოდის სივრცეებს შორისაა, რკალის სვეტი - I_{sz} ეწოდება.

ანოდისა და კათოდის ზედაპირზე წარმოიქმნება ელექტროდის ლაქები (ისინი წარმოადგენენ რკალის სვეტის ფუძ-



საშემდუღებლო რკალის აღნაგობა
 ეს), რომლებშიც გადის საშემდუღებლო დენი. ელექტროდის სვეტები გამოირჩევა ნათების სიმკვეთრით.

საშემდუღებლო რკალის საერთო სიგრძე I_{ra} ტოლია სამივე არის სიგრძეების ჯამისა.

$$I_{ra} = I_k + I_{sz} + I_a$$

რკალის სიგრძე ხელით რკალური შედუღებისას, ჩვეულებრივად 3 - 5 მმ-ის ტოლია. ამასთან ერთად კათოდისა და ანოდის არეებსაც აქვს მცირე სიგრძე: $10^{-6}-10^{-4}$ მმ.

ტემპერატურისა და გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის განაწილება რკალში.
 რკალური შუალედი შედგება ელექტროდისა და ძირითადი ლითონის ყველაზე უფრო გახურებული უბნებისაგან (კათოდური და ანოდური ლაქები) და რკალის სვეტისაგან. საშემდუღებლო რკალი განსხვავდება სითბოს მეტი კონცენტრაციით და მაღალი ტემპერატურით. რკალის საშემდუღებლო სვეტში არსებული ტემპერატურა T_{ra} შეიძლება იყოს 5000-დან 12000°C-მდე და ის დამოკიდებულია დენის სიმკვრივის, რკალის აირადი შედგენილობის გარემოს, მასალისა და ელექტროდის დიამეტრზე.

დაფარული ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღებისას რკალის ტემპერატურა აღწევს 6000-8000°C-ს, კათოდის T_k ტემპერატურა შეადგენს დაახლოებით 3000°C-ს, ხოლო ანოდისა T_a 4000°C-მდე აღწევს.

საშემდუღებლო რკალის კათოდურ არეში გამოიყოფა რკალის სითბოს რაოდენობის 36%, რკალის სვეტში – 21%, ანოდურ არეში – 43%.

რკალის სვეტში მიმდინარე პროცესები. რკალის სვეტი შეესებულია დამუხტული ნაწილაკებით. იქ თითქმის ყოველთვის არის ნეიტრალური ნაწილაკები – ატომები და იმ ნივთიერებების ორთქლის მოლეკულებიც კი, რომლებითაც იფარება ელექტროდები და გაზები, რომლებითაც გარემოცულია რკალი, რკალში ნაწილაკების მოძრაობაზე ზემოქმედებას ახდენს ელექტრომაგნიტური ძალები და აირის ნაკადები.

ყველაზე მეტი სიჩქარე აქვს ელექტრონებს. ისინი იოლად მოძრაობენ, იოლად აღწევენ გაქანებას და ეჯახებიან ატომებსა და იონებს, რომლებსაც გადასცემენ თავიანთ ენერგიას. ელექტრონების ატომებთან შეჯახება შეიძლება იყოს როგორც დრეკადი, ისე არადრეკადი.

მოქნილი შეჯახებისას ატომი, რომელსაც მოხვდა ელექტრონი, იწყებს უფრო ჩქარ მოძრაობას. ე.ი. იზრდება მისი კინეტიკური ენერგია. შედეგად რკალის ტემპერატურა იზრდება.

ელექტრონი, რომელმაც ელექტრულ ზონაში შეიძინა საკმარისი დიდი ენერგია, შეიძლება შეეჯახოს ატომს, რის შედეგადაც ამოიფრქვევა ელექტრონები. ამ შემთხვევაში ატომი გადაიქცევა დადებით იონად: ერთმუხტიანად, თუ ერთი ელექტრონი ამოიტყორცნა, ორმუხტიანად, თუ ამოიტყორცნა ორი ელექტრონი და ა.შ.

საშემდუღებლო რკალის 6000°C ტემპერატურისას ხდება ქიმიური შენაერთების მოლეკულების დისოციაცია. ყველა ნივთიერება ორთქლდება და გადადის აირად მდგომარეობაში, ამ დროს



ნაწილაკების ენერგია იმდენად იზრდება, რომ ისინი ახდენენ ატომების იონიზაციის გამომწვევ ანადრეკად შეჯახებებს. იონიზაციას, რომელიც ხდება აირის მაღალი ტემპერატურის გამო, თერმული იონიზაცია ეწოდება.

იონიზაციისას ატომების ელექტრონები გადიან ატომს გარეთ და ხდებიან ელექტრული მუხტის თავისუფალი მატარებლები. თუკი ატომისაგან ელექტრონის მოწყვეტისათვის ენერგია არასაკმარისია, მაშინ ელექტრონი აღიგზნება და გადადის უფრო მოშორებულ ორბიტაზე. მაგრამ მას ამ ორბიტაზე თავის შეკავება დიდხანს არ შეუძლია, ბრუნდება თავის ძველ ორბიტაზე და ამასთან გამოყოფს სინათლის კვანტს. საშემდუღებლო რკალში უამრავი ასეთი ელექტრონი წარმოიქმნება (მილიონობით წამში), რაც არის ნათების სიკაშკაშის მიზეზი.

რკალის პლაზმის წონასწორულ მდგომარეობაში შესანარჩუნებლად პირდაპირ პროცესებთან ერთად, რომლებიც საჭიროებენ ენერგიის ხარჯვას, როგორცაა დისოციაცია, აღგზნება და იონიზაცია, აუცილებელია უკუპროცესებიც. განსაკუთრებით საყურადღებო მნიშვნელობა აქვთ დეიონიზაციის პროცესებს ანუ ელექტრულად დამუხტული ნაწილაკების გადასვლას ელექტრულად ნეიტრალურ მდგომარეობაში. დეიონიზაციის პროცესებიდან გამოვყოფთ რეკომბინაციას: ანუ დადებითი იონის გაერთიანებას ელექტრონთან რასაც ახლავს გამოთავისუფლებული ენერგიის გაცემა გამოსხივების სახით.

კათოდთან და ანოდთან მიმდინარე მოვლენები. პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ელექტროდების ზედაპირთან, რთულია. სწორედ აქ წყდება ელექტრონების დინება ლითონური გამტარის – ელექტროდის მეშვეობით და წარმოიქმნება რკალის დენი, რომელიც იქმნება როგორც ელექტრონებით, ისე იონებით. ცვალებადი ხდება არა მარტო ელექტრული, არამედ თერმული მოვლენებიც. რკალის ცხელი პლაზმა, რომლის ტემპერატურაცაა 5000-12000°C, ესაზღვრება ელექტროდების შედარებით ცივ ზედაპირებს, რომლებიც გახურებულია მხოლოდ 2000-3000°C-მდე.

გარდამავალი არეების განფენილობა ძალიან მცირეა და, ჩვეულებრივ, საშემდუღებლო პირობებში შეადგენს მილიმეტრის მეთასედ ნაწილს. კათოდისა და ანოდის გავლით ლითონში შედის სითბოს ძირითადი ნაწილი.

რკალის წვის მდგრადობა. რკალი მდგრადია, როდესაც ის თანაბრად იწვის, წვეგების გარეშე, რაც რკალის განმეორებით ანთებას მოითხოვს. თუ რკალი არათანაბრად იწვის, ხშირად წყდება და ქრება, მაშინ მას არამდგრადი რკალი ეწოდება.

რკალის მდგრადობა ბევრ მიზეზსა და ფაქტორზეა დამოკიდებული, რომელთა შორის ძირითადია: დენი, ელექტროდის დანაფარის შედგენილობა, ელექტროდის სახეობა, დენის პოლარობა და რკალის სიგრძე.

ცვლადი დენის დროს რკალი ნაკლებად მდგრადია, ვიდრე მუდმივი დენის შემთხვევაში, ეს იმით აიხსნება, რომ იმ მომენტში, როდესაც დენის გარდნა ნულამდეა, რკალური შუალედის იონიზაცია მცირდება და რკალი შეიძლება ჩაქრეს.

საშემდუღებლო რკალის წვის მდგრადობის ზრდისათვის ელექტროდის დანაფარში შეჰყავთ ელემენტები (კალიუმი, ნატრიუმი და სხვ.), რომლებიც ზრდიან იონიზაციის ხარისხს და, შედეგად, ზრდიან საშემდუღებლო რკალის წვის სტაბილიზაციას.

საშემდუღებლო რკალის აღზნება ძირითად ლითონზე შეხების გარეშეცაა შესაძლებელი. ამისათვის საჭიროა საშემდუღებლო წრედში პარალელურად ჩაერთოს მაღალი ძაბვის და მაღალი სიხშირის დენის წყარო (ოსცილატორი), ამასთან, ასეთი მიდგომით, რკალის აღზნებისათვის საკმარისია ელექტროდის ბოლოს მიახლოება ნაკეთობის ზედაპირთან 2-3 მმ-ზე.

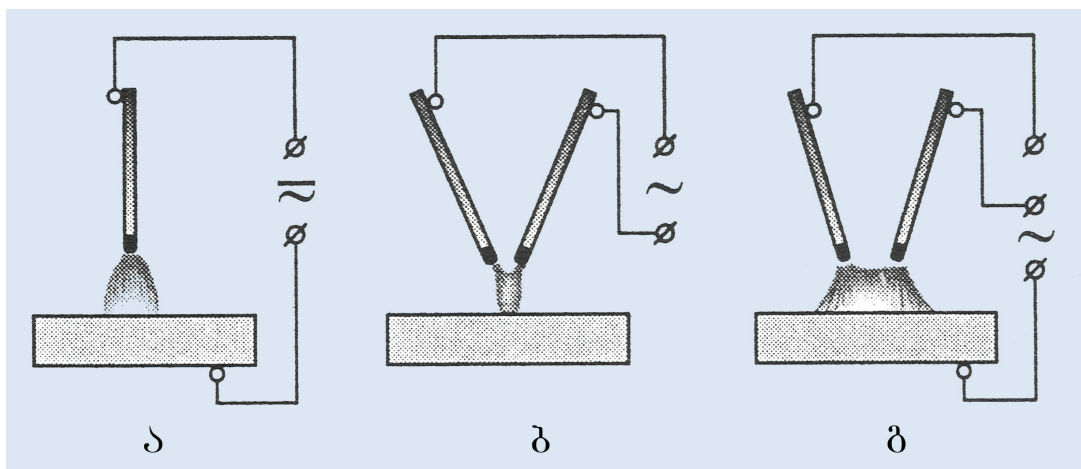
საშემდუღებლო რკალის კლასიფიკაცია

კვების წყაროსთან ჩართვის მიხედვით საშემდუღებლო რკალი შეიძლება იყოს პირდაპირი ქმედების, ირიბი ქმედების და კომბინირებული.

პირდაპირი ქმედების რკალის შემთხვევაში (ნახაზი ქვემოთ, ა) რკალური განმუხტვა ხდება ელექტროდსა და ნაკეთობას შორის და გამოიყენება დაფარული ელექტროდებით რკალური შედუღებისას, დამცავ აირში უდნობი ელექტროდით შედუღებისას, ფლუსის ქვეშ ან დამცავ აირში დნობადი ელექტროდით შედუღებისას.

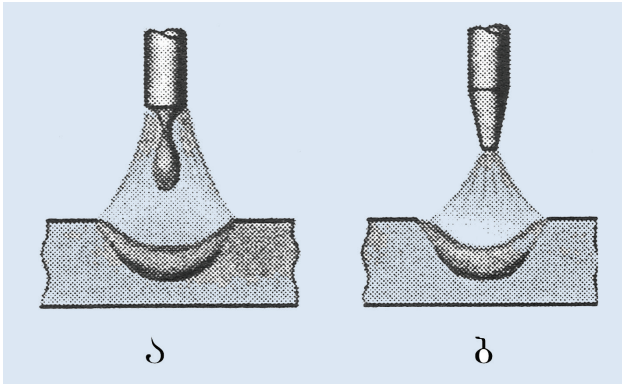
ირიბი ქმედების რკალის შემთხვევაში (ნახაზი ქვემოთ, ბ) რკალური განმუხტვა ხდება ორ ელექტროდს შორის. ის გამოიყენება სპეციალური შედუღებისას და ატომურ-წყალბადური შედუღებისა და დადუღებისას.

კომბინირებული რკალის დროს (ნახაზი ქვემოთ, გ) ელექტროდებსა და ნაკეთობას შორის ხდება ორი რკალური განმუხტვა, ხოლო მესამე – ელექტროდებს შორის. რკალის ანთების ეს ხერხი გამოიყენება, მაგალითად, სპირალურნაკეროვანი მილების შედუღებისას ავტომატური შედუღების ჩარხებზე ფლუსის ქვეშ.



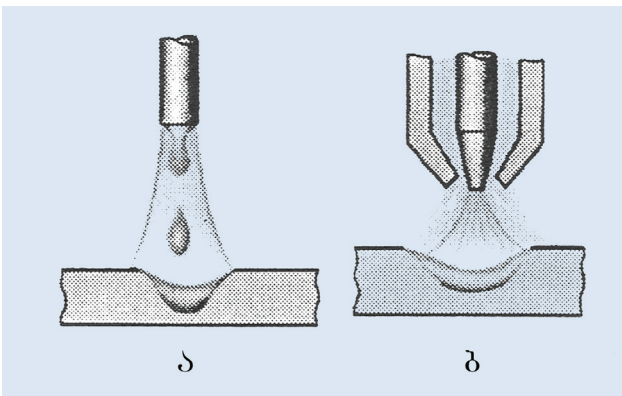
საშემდუღებლო რკალის კლასიფიკაცია კვების წყაროსთან მიერთების მიხედვით

გამოყენებული ელექტროდების მიხედვით რკალი არსებობს დნობადი ელექტროდისას (ნახაზი ქვემოთ, ა) და უდნობი ელექტროდისას (ნახაზი ქვემოთ, ბ).



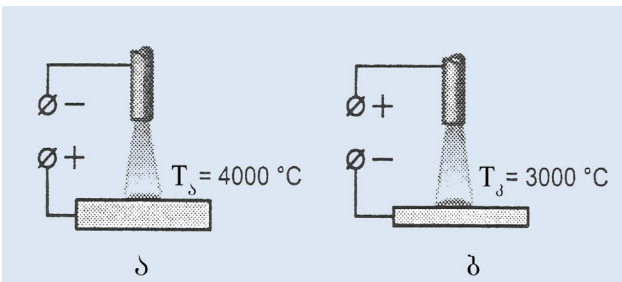
საშემდუღებლო რკალის კლასიფიკაცია გამოყენებული ელექტროდების მიხედვით

კუმშვის ხარისხის მიხედვით რკალი არსებობს თავისუფალი (ნახაზი ქვემოთ, ა) და შეკუმშული (ნახაზი ქვემოთ, ბ).



საშემდუღებლო რკალის კლასიფიკაცია კუმშვის ხარისხის მიხედვით

მუდმივი დენის პოლარულობის მიხედვით რკალი არსებობს პირდაპირი (ნახაზი ქვემოთ, ა) და უკუპოლარულობის (ნახაზი ქვემოთ, ბ).



საშემდუღებლო რკალის კლასიფიკაცია პოლარულობის მიხედვით

პირდაპირია პოლარულობა, რომლის დროსაც ელექტროდი უერთდება რკალის კვების წყაროს უარყოფით პოლუსს, ხოლო შესადუღებელი ობიექტი – დადებითს.

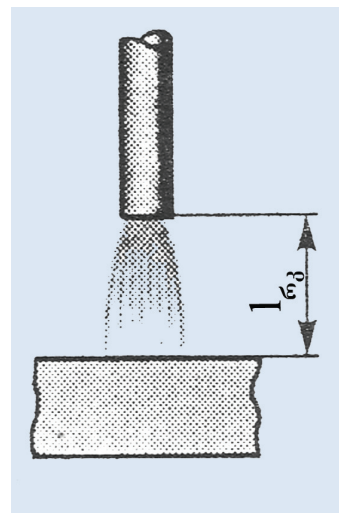
უკუპოლარულობაა პოლარულობა, როდესაც ელექტროდი უერთდება რკალის კვების წყაროს დადებით პო-

ლუსს, ხოლო შესადუღებელი ობიექტი – უარყოფითს.

უკუპოლარულობის დროს ტემპერატურა ლითონის ზედაპირზე უფრო დაბალია, ამიტომ ასეთ პოლარულობას იყენებენ, მაგალითად, თხელი ლითონის შედუღებისას ან მაღალღევირებული ფოლადების შედუღების შემთხვევაში.

სიგრძის მიხედვით რკალი არსებობს მოკლე, ნორმალური და გრძელი.

რკალის სიგრძე არის მანძილი ელექტროდის ტორსსა და შესადუღებელი ნაკეთობის გამდნარი ლითონის ზედაპირს შორის. ფოლადის ელექტროდის შემთხვევაში რკალის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 3-4 მმ-ს. ასეთ რკალს მოკლე რკალი ეწოდება. ის იწვის მდგრადად და უზრუნველყოფს შედუღების სტაბილურ პროცესს.



რკალის სიგრძე

ნორმალურად მიღებულია ჩაითვალოს რკალი, რომლის სიგრძე 4-6 მმ-ია.

6 მმ-ზე მეტი სიგრძის რკალი გრძელი რკალია. ასეთ შემთხვევაში ელექტროდის ლითონის დნობის პროცესი არათანაბრად მიმდინარეობს. ელექტროდის ბოლოდან ჩამონადგენთი ლითონის წვეთები უფრო მეტად შეიძლება დაიჟანგოს ჰაერის წყალბადით და გამდიდრდეს აზოტით. დადუღებული ლითონი ფოროვანია, ნაკერს არასწორი ზედაპირი აქვს, ხოლო რკალი იწვის არამდგრადად. გრძელი რკალის დროს მცირდება შედუღების მწარმოებლობა, იზრდება ლითონის გაშხეფება და შეუდუღებლობის რაოდენობა ან დადუღებული ლითონის ძირითად ლითონთან არასრული შედუღება.

მაგნიტური ბერვა

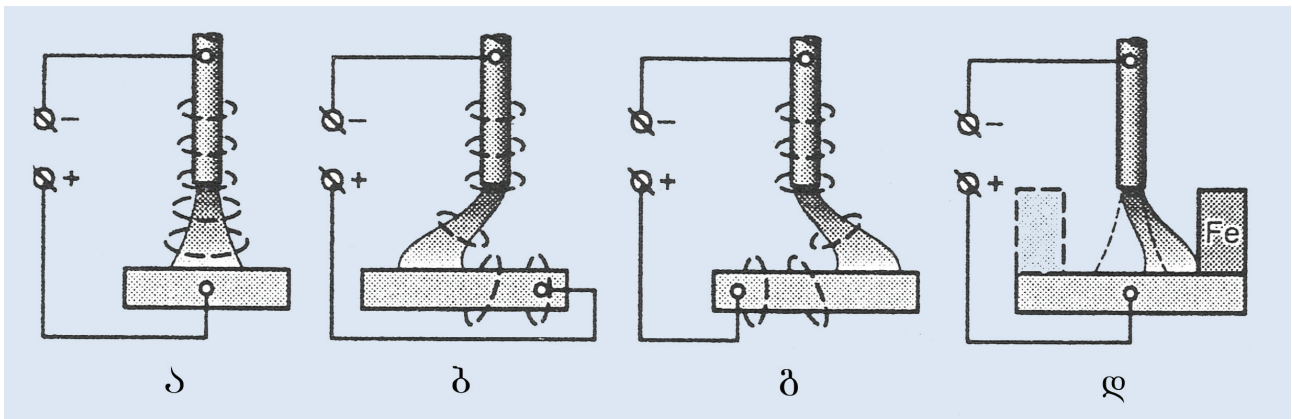
საშემდუღებლო ჯაჭვის ელემენტებზე ელექტრული დენის გავლისას, მათ შორის შესაძლებელ ნაკეთობაზე, წარმოიქმნება მაგნიტური ველი, რომლის დაძაბულობაც დამოკიდებულია საშემდუღებლო დენის ძალისაგან. ელექტრული რკალის აირული სვეტი ელექტრული დენის კარგი გამტარია, ამიტომ ის ექვემდებარება საშემდუღებლო კონტურში წარმოქმნილი მარეგულირებელი (შედგობრივი) მაგნიტური ველის ზემოქმედებას.

ნორმალური რკალი არსებობს მის მიმართ დენის სიმეტრიული მიყვანისას (ნახაზი ქვემოთ, ა). ამ შემთხვევაში დენის საკუთარი წრიული მაგნიტური ველი თანაბარ ზემოქმედებას ახდენს რკალის სვეტზე. ნაკეთობაზე რკალისათვის არასიმეტრიული დენის მიყვანისას რკალი მაგნიტური ველის ზემოქმედების გამო, მრუდდება (ნახაზი ქვემოთ, ბ, გ). დენის მიყვანა ნაკეთობასთან რკალისაგან გარკვეული მანძილის მოშორებით გამოიწვევს მის გადახრას წრიული მაგნიტური ველის ძალწირების გახშირების შედეგად.

ელექტრომაგნიტური ძალების მოქმედებით რკალი გადაიხრება ელექტროდის ღერძისაკენ განივი ან გრძივი მიმართულებით, რაც გარეგნულად ჰაერის ნაკადის დროს ღია ალის გადანაცვლების მსგავსია. ამ მოვლენას მაგნიტური ბერვა ეწოდება.

მაგნიტური ბერვა არის რკალის გადახრა შედუღებისას მაგნიტური ველის ან ფერომაგნიტური მასების ზემოქმედების შედეგად. ის შეიძლება გამოიწვევოს იყოს ფერომაგნიტური მასების შედუღებასთან ახლოს არსებობით (ნახაზი ქვემოთ, დ). ამის გამო ირღვევა რკალის წვის სტაბილურობა, რთულდება შედუღების პროცესი.

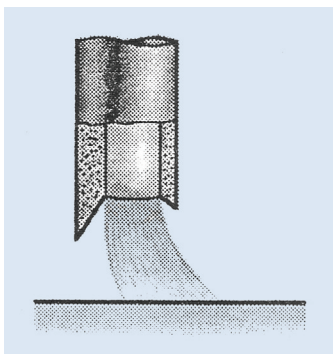
რკალის გადახრის სიდიდეზე აგრეთვე მოქმედებს ელექტროდის დახრის კუთხე, ამიტომ მისი შემცირებისათვის ელექტროდი უნდა გადასწიოთ რკალის გადახრისაკენ, აგრეთვე უნდა შემცირდეს რკალის სიგრძე.



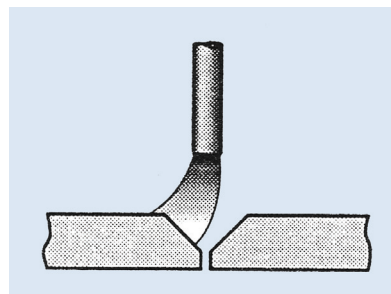
მაგნიტური ბერვა

ა – რკალის ნორმალური მდებარეობა; ბ – მარცხნივ გადახრა; გ – მარჯვნივ გადახრა; დ – ფერომაგნიტური მასის მოქმედება

რკალის გადახრა შეიძლება გამოიწვიოს ელექტროდის დაფარვის ასიმეტრიულობამ და შესაძლებელი ფოლადის ქიმიურმა არაერთგვაროვნებამ.



რკალის გადახრა ელექტროდის არასიმეტრიული შემოგოზვისას



რკალის გადახრა შესაძლებელი ფოლადის ქიმიური არაერთგვაროვნებისას

რკალის გადახრის თავიდან აცილების ზომები: შედუღება მოკლე რკალით; საშემდუღებლო დენის მიყვანა რკალთან მაქსიმალურად ახლო წერტილში; ნაკეთობის მიმართ ელექტროდის დახრის კუთხის შეცვლა; შედუღების ადგილთან მაკომპენსირებელი ფერომაგნიტური მასის მოთავსება; ტრანსფორმატორის ან ინვენტორული კვების წყაროს გამოყენება.

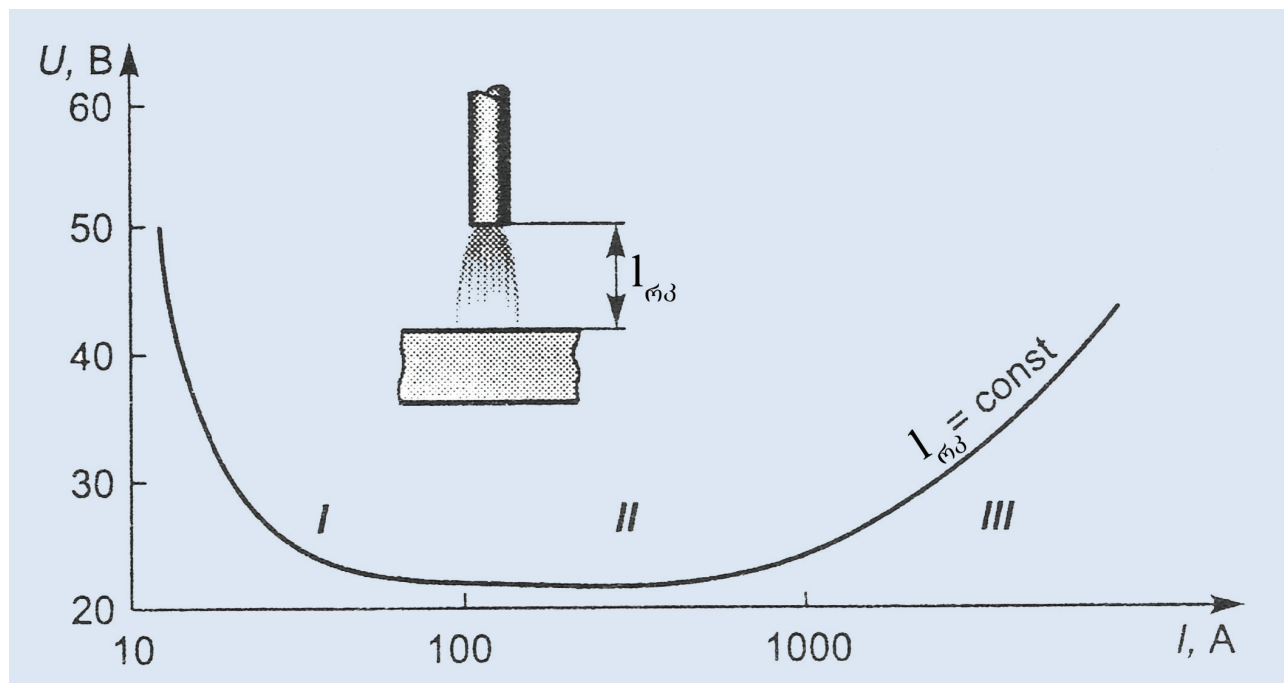
ასეთ შემთხვევაში პრაქტიკაში მაკომპენსირებელი ფერომაგნიტური მასის სახით გამოიყენება ფოლადი მასთან დაკავშირებული დენის მიმყვანით, რომელსაც ათავსებენ 200–250 მმ-ის მოშორებით შედუღების ადგილიდან.

შედუღებისას ხშირად შეინიშნება რკალის ხეტიანი – საშემდუღებლო რკალის უწესრიგო გადაადგილება ნაკეთობაზე, რაც განპირობებულია ლითონის ჭუჭყის, ჰაერის ნაკადისა და მაგნიტური ველების ზეგავლენით. ეს მოვლენა განსაკუთრებით ხშირად შეინიშნება ნახშირის ელექტროდით შედუღებისას. რკალის ხეტიანი აუარესებს ნაკერის ფორმირების პროცესს, ამიტომ მისი თავიდან აცილებისათვის ხანდახან იყენებენ მუდმივ გრძივ მაგნიტურ ველს, რომელსაც ელექტროდთან მოთავსებული სოლენოიდი ქმნის.

საშემდუღებლო რკალის ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი

რკალის ძაბვის დამოკიდებულებას საშემდუღებლო დენზე რკალის მუდმივი სიგრძისას ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი ეწოდება.

ვოლტ-ამპერულ მახასიათებელში განასხვავებენ სამ არეს (იხილე ნახაზი ქვემოთ). I არე – მცირე დენების არე (100 ა-მდე). მას შეესაბამება კლებადი მახასიათებელი, ვინაიდან დენის ზრდასთან ერთად იზრდება გახურებული აირის მოცულობა (იზრდება რკალის სვეტის კვეთის ფართობი) და მისი იონიზაციის ხარისხი, ამასთან იზრდება რკალის ელექტრული გამტარობა, ხოლო რკალის სვეტის წინაღობა მცირდება. შედეგად ეცემა რკალის განმუხტვის დაცვისათვის საჭირო ძაბვა. ვარდნადი ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის მქონე საშემდუღებლო რკალი ნაკლებ მდგრადია.



საშემდუღებლო რკალის სტატისტიკური ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი

II არეში დენის შემდგომი ზრდისას რკალის სვეტი რამდენადმე იკუმშება და რაოდენობა აირისა, რომელიც მონაწილეობს მუხტების გადატანაში, მცირდება. ეს თავის მხრივ ქმნის დამუხტული ნაწილაკების წარმოქმნის სიჩქარის შემცირების პირობებს. რკალის ძაბვა ნაკლებად ხდება დამოკიდებული დენის ძალაზე, ხოლო ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი ხისტი.

კლებადი და ხისტი მახასიათებლები შეესაბამება დაფარული ელექტროდებით ხელით რკალურ და დამცავ აირებში უდნობი ელექტროდით შედუღებას.

III არე დიდი დენების არეა და იონიზაციის ხარისხი ამ დროს ძალიან მაღალია. დენის ძალის ზრდასთან ერთად მიმდინარეობს რკალის სვეტის ინტენსიური შეკუმშვა. მისი ძაბვა იზრდება, ხოლო ვოლტ-ამპერული მახასიათებელი ზრდადი ხდება. ასეთი მახასიათებელი შეესაბამება ფლუსის ქვეშ რკალურ შედუღებას და შედუღებას წვრილი მავთულით დამცავ აირში დიდი სიმკვრივის დენით.

საშემდუღებლო რკალში ძაბვის დამოკიდებულება მის სიგრძეზე გამოისახება განტოლებით:

$$U=a+bl_{\text{რკ}}$$

სადაც a ძაბვის ჯამია ანოდსა და კათოდზე ვოლტობით;

b – რკალის სვეტში ძაბვის ვარდნა მისი სიგრძის 1 მმ-ზე, ვ/მმ;

$l_{\text{რკ}}$ – რკალის სიგრძე, მმ.

რკალის სიგრძის ზრდასთან ერთად იზრდება მისი ძაბვა. ვოლტ-ამპერული მახასიათებლის მრუდი კი ინარჩუნებს თავის ფორმას და რკალის მაღლა იწევს.

ელექტროდული ლითონის გადატანა

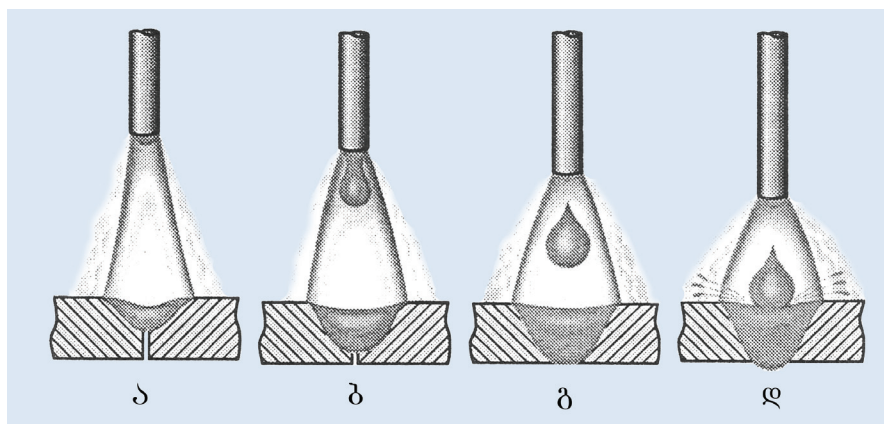
შედუღებისას ელექტროდის ბოლო 2300-2500°C ტემპერატურამდე ხურდება და შედეგად მასზე წარმოიქმნება გამდნარი ლითონის წვეთები.

ლითონის გადატანა არის გამდნარი ელექტროდული ლითონის საშემდუღებლო აბაზანაში გადასვლის პროცესი.

ლითონის გადატანა ხდება მხოლოდ ერთი მიმართულებით – ელექტროდული ლითონიდან საშემდუღებლო ნაკეთობაზე.

უშუალოდ რკალის ქვეშ ნაკეთობის ლითონზე წარმოიქმნება თხევადი ლითონით შევსებული ჩაღრმავება, რომელსაც საშემდუღებლო აბაზანა ეწოდება. რკალის სითბოს ზემოქმედებით ერთდროულად ელექტროდის ბოლოზე დნება ლითონი, რკალის შუალედის გავლით წვეთების სახით ჩაედინება საშემდუღებლო აბაზანაში და წარმოქმნის საშემდუღებლო ნაკერს.

ქვემოთ მოცემულ ილუსტრაციაზე ნაჩვენებია ელექტროდის და ძირითადი ლითონის დნობის პროცესის სტადიები. თავიდან საშემდუღებლო რკალის სითბოს ზეგავლენით ხდება ელექტროდის ბოლოს ჩაღნობა და ძირითადი ლითონის დნობა (ნახაზი ქვემოთ, ა). ელექტროდული ლითონის ჩამდნარი ფენა მისი ფუძის ყელთან იღებს წვეთის ფორმას (ნახაზი ქვემოთ, ბ). ყელის განივკვეთი დროის სვლასთან ერთად მცირდება. რაც წარმოქმნის დენის სიმკვრივის მნიშვნელოვან ზრდას ყელთან, რის შედეგადაც წვეთი ელექტროდინამიკური ძალის ზემოქმედებით წყდება ელექტროდს და მისი გადატანა ხდება რკალზე გავლით (ნახაზი ქვემოთ, გ), ხოლო შემდეგ მიმდინარეობს წვეთის ურთიერთქმედება საშემდუღებლო აბაზანასთან (ნახაზი ქვემოთ, დ).

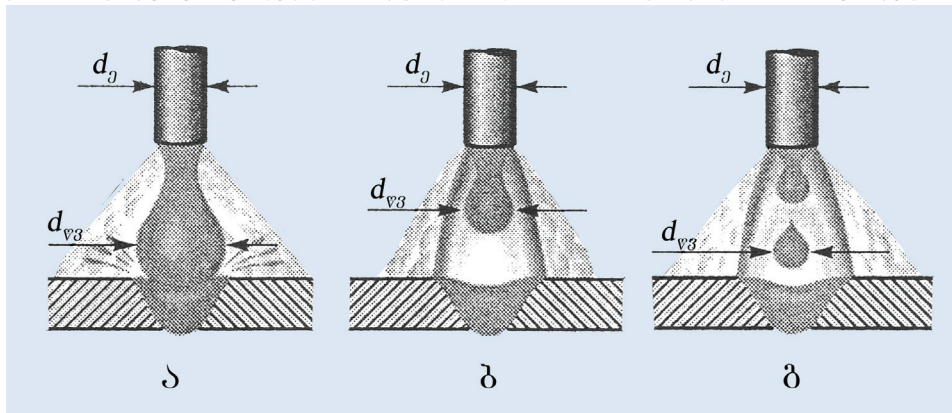


ელექტროდისა და ძირითადი ლითონის დნობის პროცესის სტადიები

ელექტროდული ლითონის დნობისა და გადატანის ხასიათს დიდი გავლენა აქვს შედუღების მწარმოებლურობასთან, მეტალურგიული პროცესების მიმდინარეობასთან. მისგან დამოკიდებულია რკალის წვის მდგრადობა, ლითონის დანაკარგები, ნაკერის ფორმირება და სხვ.

გამდნარი ლითონის წვეთები რკალის წვის დროს ელექტროდიდან საშემდუღებლო აბაზანაში ყველა სივრცობრივ მდებარეობაში (ჰორიზონტალური, ვერტიკალური, ჭერული) გადადიან. როდესაც დენის სიმკვრივე დიდია, 1 წმ-ში შეიძლება წარმოიქმნას რამდენიმე ათეული წვეთი.

წვეთების ფორმირება და გადატანა ხორციელდება სიმძიმის ძალის, ზედაპირული დაჭიმულობის ძალების, გამდნარ ლითონში წარმოქმნილი აირების წნევის, აირული ნაკადების წნევის, ელექტროსტატიკური და ელექტროდინამიკური ძალების, ლითონის ორთქლის რეაქტიული წნევის ზემოქმედებით. წვეთზე მოქმედი ძალების შეფარდების მიხედვით, განასხვავებენ ელექტროდული ლითონის გადატანის შემდეგ სახეობებს:



ელექტროდული ლითონის გადატანის სახეები:

ა – მსხვილწვეთოვანი რკალის მოკლე ჩართვით; ბ – საშუალოწვეთოვანი; გ – წვრილწვეთოვანი.

■ მსხვილწვეთოვანი რკალის მოკლე ჩართვით (დამახასიათებელია ფუძედანაფარიანი ელექტროდების ხელით რკალური შედუღებისათვის): წვეთის დიამეტრიც – d_{v3} მეტია ელექტროდის დიამეტრზე – $d_{ელ}$:

■ საშუალოწვეთოვანი (დამახასიათებელია რუტილური და მჟავადანაფარიანი ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღებისათვის):

$$d_{v3} = d_{ელ}$$

■ წვრილწვეთოვანი (დამახასიათებელია ცელულოზადანაფარიანი ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღებისათვის, აგრეთვე შეინიშნება ფლუსით და დამცავ აირებში შედუღებისას – არგონში, ნახშირორჟანგის აირში და სხვ.):

$$d_{v3} < d_{ელ}$$

■ ჭავლური (არგონის არეში დიდი დენით შედუღებისას.)

ელექტროდული ლითონის წვრილწვეთოვანი და ჭავლური გადატანა უზრუნველყოფს შედუღების პროცესის უფრო მეტად მდგრადობას და ნაკერის უკეთესად ფორმირებას.

ელექტროდული ლითონის გაშხეფება შედუღებისას ძირითადად განპირობებულია პირაპირა შესაკრავის (ზღუდარის) ელექტრული აფეთქებით ელექტროდიდან მოცილებადა წვეთსა და ელექტროდის ბოლოს შორის ელექტრომაგნიტური ძალების ქმედებით.

შედუღება ხდება ცვლადი და მუდმივი დენის რკალით. სამრეწველო სიხშირის (50 პერიოდი წამში) ცვლადი დენით რკალური შედუღებისას კათოდური და ანოდური ლაქები წამში 100-ჯერ იცვლიან ადგილებს. თითოეული პერიოდის თავსა და ბოლოში რკალი ქრება. ამიტომაცაა, რომ რკალი, რომელიც იკვებება ცვლადი დენით, ნაკლებად მდგრადად იწვის, ვიდრე მუდმივი დენით მკვებავი რკალი.

ცვლადი დენით შედუღებისას პოლარობა წამში 100-ჯერ იცვლება, ამიტომ სულ ერთია ტრანსფორმატორის რომელ ჩამჭერზეა მიერთებული ნაკეთობა და ელექტროდი.

ბანვლილი მასალის გამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწერეთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. საშემდუღებლო რკალში ტემპერატურა აღწევს:
1) 1000°C ; 2) 1539°C ;
3) 2500°C ; 4) 6000°C
2. საშემდუღებლო აბაზანა ფოლადების რკალური შედუღებისას ხურდება:
1) 1000°C ; 2) 1529°C ;
3) 2000°C ; 4) 6000°C
3. იონიზაციის ყველაზე უფრო დაბალი პოტენციალი აქვს:
1) ნიკელს; 2) მანგანუმს;
3) ფთორს; 4) კალიუმს.
4. დაფარული ელექტროდებით ხელით რკალური შედუღებისათვის დამახასიათებელია ელექტროდული ლითონის გადატანა:
1) მსხვილწვეთოვანი;
2) წვრილწვეთოვანი;
3) ჭავლური;
4) ორთქლით.
5. ხელით რკალური შედუღებისას რკალზე ძაბვა დაახლოებით არის:
1) 22ვ; 2) 220ვ;
3) 380ვ; 4) 1000ვ.
6. ატომისაგან ელექტრონის მოწყვეტის პროცესი არის:
1) რაფინირება; 2) რეკომბინირება;
3) დისოციაცია; 4) იონიზაცია.
7. საშემდუღებლო რკალში მოლეკულების დაშლა ატომებად არის:
1) განუანგვა; 2) დაუანგვა;
3) დისოციაცია; 4) იონიზაცია.
8. ელექტრონისა და იონის შეერთების პროცესი საშემდუღებლო რკალში არის:
1) რაფინირება;
2) რეკომბინირება;
3) დისოციაცია;
4) იონიზაცია.

9. ხელით რკალური შედუღებისას რკალის სიგრძე ჩვეულებრივ არის:

- 1) 1-2 მმ;
- 2) 3-4 მმ;
- 3) 5-7 მმ;
- 4) 8-10 მმ.

10. პოლარობა, რომლის დროსაც ელექტროდი უერთდება რკალის კვების წყაროს უარყოფით პოლუსს, ხოლო შესადუღებელი ობიექტი – დადებითს არის:

- 1) პირდაპირი;
- 2) უკუ;
- 3) ირიბი;
- 4) დამოუკიდებელი.

მასალები შენადული კონსტრუქციებისათვის

ამ თავში გაეცნობით ლითონის კონსტრუქციებში გამოყენებულ ძირითად მასალებს, მიიღებთ აუცილებელ ცოდნას შავი და ფერადი ლითონების შესახებ, მათ ფიზიკურ, ქიმიურ, მექანიკურ, ტექნოლოგიურ თვისებებზე, ასევე მასალების შედუღებადობაზე, შედუღებადობის მიხედვით ფოლადების კლასიფიკაციაზე. გაეცნობით ფოლადის შედუღებადობის შეფასების მიახლოებით მეთოდებს, მაღლეგირებული ელემენტების გავლენას შედუღებადობაზე.

ლითონი და მისი ძირითადი თვისებები

ლითონის ნიშან-თვისებები. ლითონი არის ნივთიერება, რომელსაც ახასიათებს მაღალი თბო- და ელექტროგამტარობა, ბზინვარება და სხვა თვისებები, რაც განპირობებულია მის კრისტალურ მესერში თავისუფლად გადაადგილებადი ელექტრონების დიდი რაოდენობით. ეს თვისებები ახასიათებს 80-ზე მეტ ქიმიურ ელემენტს და მრავალ ლითონურ შენადნობს.

არსებობს შავი და ფერადი ლითონები.

შავ ლითონებს მიეკუთვნება რკინის შენადნობები – სხვადასხვა ფოლადი და თუჯი.

ფერადი ლითონები დაყოფილია მძიმე (ტყვია, ქრომი, თუთია, ნიკელი, ტანტალი და სხვ.), მსუბუქ (მაგნიუმი, ალუმინი, ტიტანი, ნატრიუმი, ბერილიუმი და სხვ.) და ძვირფას (ვერცხლი, ოქრო, პლატინა, პალადიუმი) ლითონებად.

ორი ან მეტი ელემენტის შენადნობს უფრო ძლიერი მექანიკური თვისებები აქვს, ვიდრე ტექნიკურად სუფთა ლითონს. მაგალითად, სუფთა რკინა ძალიან რბილია და დაბალი სიმტკიცე აქვს, ხოლო ნახშირბადთან რკინის შენადნობი საკმაოდ მტკიცეა, განსაკუთრებით თერმული დამუშავების შემდეგ. შენადნობი გაცილებით იაფია სუფთა ლითონთან შედარებით, რაც მისი უპირატესობაა.

ლითონების და შენადნობების თვისებები იყოფა ფიზიკურ, ქიმიურ, მექანიკურ, ტექნოლოგიურ და საექსპლოატაციო თვისებებად.

ლითონის ფიზიკური თვისებები აიხსნება მისი კრისტალური მესრის განსაკუთრებული აღნაგობით, ხოლო ქიმიური – მისი ატომების აღნაგობით. ფიზიკური თვისებები არის ლითონის უნარი გაატაროს ელექტრობა, სითბო, შეიცვალოს ზომები გახურებისას, დამაგნიტდეს და სხვ. ფიზიკურ თვისებებს მიეკუთვნება ასევე ფერი, სიმტკიცე, დნობის ტემპერატურა, თბოგამტარობა, თბური გაფართოე-



ბა, ხვედრითი თბოტევადობა, ელექტროგამტარობა და დამაგნიტების უნარი.

ქიმიური თვისებები არის ლითონის უნარი გარემოსთან და შენადნობში შემავალ სხვა ელემენტებთან ურთიერთქმედებისა. ლითონების ნაწილი აქტიურად უერთდება ჰაერის ჟანგბადს, ხოლო მეორე ნაწილი მაღალ ტემპერატურაზეც კი არ ურთიერთქმედებს მასთან. მაგალითად, რკინა იჟანგება, ხოლო სპილენძი და ბრინჯაო იფარება მომწვანო ფერის ოქსიდების ფენით. ზოგიერთი ლითონი ადვილად იხსნება მჟავასა და ტუტეში, ზოგიერთი – არა.

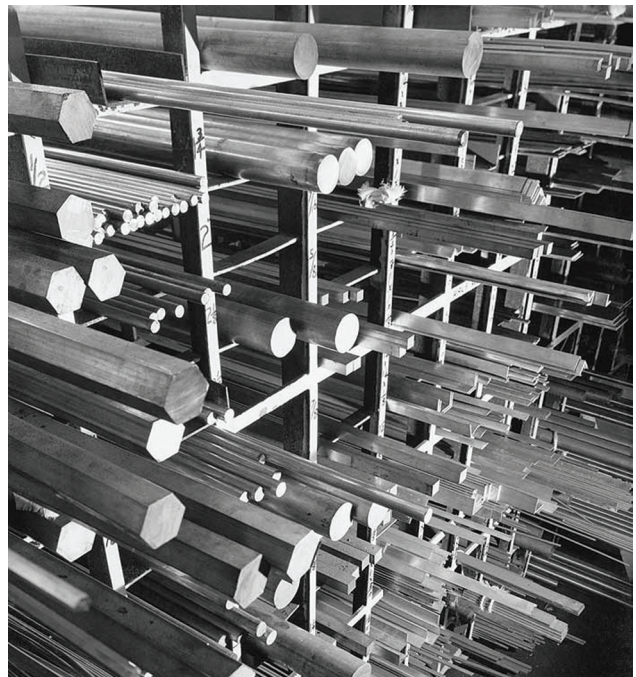
მექანიკური თვისება არის ლითონის უნარი, წინააღმდეგობა გაუწიოს გარე მექანიკური ძალებით გამოწვეულ დეფორმაციას და რღვევას. ძირითად მექანიკურ თვისებებს მიეკუთვნება: სიმტკიცე, სისაღე, პლასტიკურობა, დრეკადობა, სიბლანტე და სხვ.

ტექნოლოგიური თვისებებია ლითონის უნარი დაურღვევლად და ბზარების გარეშე საჭირო ფორმის დეტალების მისაღებად დამუშავდეს სამსხმელო ოპერაციებისას, პლასტიკური დეფორმაციებით (ჭედვა, ტვიფრა, ადიღვა და სხვ.) ასევე შედუღებისას მიღწეულ იქნეს საიმედო ურღვევი შეერთებები; თერმული დამუშავებისას (მოშვება, წრობა, ნორმალ-იზაცია, აუსტენიზაცია და ა.შ.) საჭირო სტრუქტურისა და თვისებების მიღება; ცივი მექანიკური დამუშავებისას (ბურღვა, შლიფვა, პოლირება და სხვ.) დეტალებისთვის საჭირო ფორმის მიცემა.

ექსპლუატაციური (სპეციალური) თვისება – ლითონის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს გარე მუშა ძალების ზემოქმედებას, როდესაც მასალებს მოეთხოვება ცვეთამედგობა, კოროზიამედგობა, თბომედგობა, მხურვალმედგობა, ცვეთამედგობა და სხვ.

ქვემოთ განვიხილოთ ლითონების ძირითადი მექანიკური, ტექნოლოგიური და ექსპლუატაციური თვისებები.

მექანიკური თვისებები. სიმტკიცე არის ლითონის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს რღვევას მექანიკური დატვირთვის ზემოქმედებით. სიმტკიცის მახასიათებლებს განეკუთვნება რღვევის დროებითი წინაღობა ($\sigma_{\text{დ}}$) დენადობის ზღვარი ($\sigma_{0.2}$), სიმტკიცე მოცემულ ტემპერატურაზე, ციკლური სიმტკიცე და ა.შ.



ფოლადისგან მზადდება ნაგლინი პროდუქციის ფართო ასორტიმენტი

სისაღე არის ლითონის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს პლასტიკურ დეფორმაციას ზედაპირულ ფენაში კონტაქტური ზემოქმედებისას. სისაღის გაზომვა ფოლადის ბურთულის ან ალმასის კონუსის ჩაწნეხით დამყარებულია დეფორმირებული ლითონის პლასტიკური დეფორმაციის შეფასებაზე. პლასტიკური ლითონის გამოცდისას შეიმჩნევა კავშირი სისაღესა და დროებით წინაღობას შორის. ამიტომ სისაღე ითვლება ლითონის მნიშვნელოვან მახასიათებლად, რაც საშუალებას იძლევა შეფასდეს მისი სხვა თვისებებიც. მყიფე მასალისათვის დროებით წინაღობასა და სისაღეს შორის დამოკიდებულება არ არსებობს.

პლასტიკურობა არის ლითონის თვისებაა გარე ძალების ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ შიგა ძალებით აღიდგინოს ფორმა.

სიბლანტე არის ლითონის თვისება პლასტიკური დეფორმაციისას დაურღვევლად შთანთქას მექანიკური ენერგია. დატვირთვის ხასიათის მიხედვით არჩევენ სტატიკურ სიბლანტეს, რომელიც წარმოქმნილია გატვირთვის ნელი მეთოდით; დარტყმით – სწრაფი (დარტყმითი, დინამიკური) მოდებით. ტექნიკაში ლითონთა სიბლანტეს, როგორც წესი, აიგივებენ დარტყმით სიბლანტესთან და უპირისპირებენ სიმყიფეს.



თუჯისგან დამზადებული ტურბინის დეტალები

ტექნოლოგიური თვისებები. თხევადდენადობა – გამდნარი ლითონის თვისებაა შეავსოს სამსხმელო ფორმა. ლითონის თხევადდენადობის შესაფასებლად იყენებენ სხვადასხვა სხმულის ტექნოლოგიურ სინჯს. თხევადდენადობის განმსაზღვრელად ითვლება სხმულის სიგრძე და ეტალონური ფორმის ლითონით შევსების ხარისხი. უკეთესი თხევადდენადობით გამოირჩევა ვეტექტიკური შენადნობები. თუჯი, ფოლადებთან შედარებით მეტი თხევადდენადობით გამოირჩევა.

ჭედადობა ლითონის თვისებაა მიიღოს დატვირთვა ცივ და ცხელ მდგომარეობაში დარღვევის ნიშნების გარეშე. ჭედადობას განსაზღვრავენ მჭედლური დაჯდომით დეფორმაციის მოცემულ ხარისხამდე. დაჯდომისთვის ნიმუშის სიმაღლე მისი ორი დიამეტრის ტოლია. თუ ნიმუშის გვერდით ზედაპირზე ბზარი არ წარმოიქმნა, ითვლება, რომ ნიმუშმა გაუძლო შემოწმებას და გამოსაცდელი მასალა გამოსადეგია დამუშავებისათვის.

ტვიფრის უნარი არის ლითონის თვისება შეიცვალოს ფორმა ტვიფრისას ბზარებისა და ნაპრალების წარმოქმნის გარეშე. იგი დამოკიდებულია მასალის ქიმიურ შედგენილობაზე, სტრუქტურასა და მექანიკურ თვისებებზე. ტვიფრისადმი საუკეთესო უნარით გამოირჩევა დაბალნახშირბადიანი ფოლადი. პლასტიკურობის გაზრდით მისი ტვიფრის უნარი უმჯობესდება, დენადობის ზღვრის ზრდით კი უარესდება.

ჭრით დამუშავებადობა არის ლითონის თვისება შეეგუოს მჭრელი ინსტრუმენტით მექანიკურ დამუშავებას. ლითონების

ნაწილი კარგად მუშავდება, ხოლო მაღალი სისაღის მქონენი – ცუდად. დაბალი სისაღის ბლანტი მასალების დამუშავებისას მიიღება ხორკლიანი ზედაპირი ანაგლეჯებით. სისაღის შემცირება შესაძლებელია თერმული დამუშავებით, მაგალითად – გამოწნებით.

შედულებადობა ლითონის კომპლექსური ტექნოლოგიური მახასიათებელია, რომელიც განსაზღვრავს მის ვარგისიანობას საშემდუღებლო ნაკერის მისაღებად რაციონალური ტექნოლოგიური პროცესის დროს.

შედულებადობას აფასებენ შენადნული შეერთებების შედარებით ძირითადი ლითონის თვისებებთან ან მათ ნორმატიულ მნიშვნელობებთან. შედულებადობის მახასიათებლების მიხედვით ფოლადები ოთხ ჯგუფად იყოფა: კარგ, დამაკმაყოფილებელ, შეზღუდულ და ცუდად შედულებად ფოლადებად.

რჩილვადობა ლითონებისა და შენადნობების თვისებაა წარმოქმნან მყარი და ჰერმეტიკული რჩილვის შენაერთები. სარჩილების ტემპერატურა უნდა იყოს მისარჩილი მასალების ღვობის ტემპერატურაზე ნაკლები და ის კარგად უნდა დაასველონ.

საექსპლუატაციო თვისებები. ცვეთამდეგობა მასალის თვისებაა გაუწიოს წინააღმდეგობა ცვეთას ანუ ფორმის შეცვლას, ნაკეთობის ზედაპირის ფენის რღვევას მისი ხეხვის დროს. ლითონის კვლევა ცვეთაზე ხორციელდება ლაბორატორიულ პირობებში, ხოლო დეტალებისა – ექსპლუატაციისას.

ნიმუშის ცვეთას სხვადასხვა ხერხით განსაზღვრავენ: გაზომვით, აწონით და სხვ.

კოროზიამდეგობა ლითონის თვისებაა წინააღმდეგობა გაუწიოს კოროზიას, კერძოდ, გარე (კოროზიული) ძალებით გამოწვეულ რღვევას. ეს მდეგობა განისაზღვრება მასალის ქიმიური შედგენილობითა და სტრუქტურით, მექანიკური ძაბვების არსებობით, ზედაპირის მდგომარეობით, გარემოს აგრესიულობითა და ზემოქმედების პირობებით, სხვა მასალებთან კონტაქტის არსებობით და ა.შ. ფასდება ხარისხობრივი მახასიათებლებით: დროის ერთეულში მასალის სისქის შემცირებით, კოროზიის პირველი კერის წარმოქმნის დროით, ამ კერების რიცხვით და ა. შ.

მხურვალმედვეობა (ხენჯმედვეობა) ლითონის თვისებაა წინააღმდეგობა გაუწიოს ქიმიურ რღვევას მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ლითონის მხურვალმედვეობა დამუხანგავ გარემოში განპირობებულია ზედაპირზე წარმოქმნილი ხენჯის თვისებებით, რომელიც აძნელებს აირების დიფუზიას ლითონში და ამით ეწინააღმდეგება კოროზიის განვითარებას.

მხურვალმედვეობა ფასდება χ მასის პირობითი კარგვით დროის გარკვეულ პერიოდში, მხურვალმედვეობის ΔS წირითი მაჩვენებლით და ა. შ.

თბომედვეობა ლითონის თვისებაა წინააღმდეგობა გაუწიოს დეფორმაციასა და რღვევას მექანიკური დატვირთვებისას მაღალ ტემპერატურაზე (1100°-მდე).

თბომედვეობის ძირითად მახასიათებლად ითვლება სიმტკიცის ხანგრძლივობის ზღვარი, ხასიათდება როგორც გაჭიმვის სტატისტიკური ძაბვა, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ იწვევს რღვევას. სიმტკიცის ხანგრძლივობა განისაზღვრება იმ ფოლადებისათვის, რომლებიც მაღალ ტემპერატურაზე მუშაობს, როდესაც მათში ვითარდება ცოცვის მოვლენები.

ცოცვადობა ლითონის თვისებაა ნელ-ნელა და უწყვეტად დეფორმირდეს პლასტიკურად მუდმივი დატვირთვებისა და ძაბვების ზემოქმედებით, რომლებიც მოცემული ფოლადისთვის ნაკლებია დრეკადობის ზღვარზე.

ცივმედვეობა არის ლითონის თვისება შეინარჩუნოს პლასტიკურობა და სიბლანტე დაბალ ტემპერატურაზე. ხასიათდება მყიფე მდგომარეობაში გადასვლის



ალუმინისგან მზადდება პროფილების ფართო ასორტიმენტი

ტემპერატურით ან სიმყიფის კრიტიკული ტემპერატურით, რომელიც განისაზღვრება სხვადასხვა მექანიკური გამოცდის მეშვეობით. ლითონის მყიფე მდგომარეობაში გადასვლას უწოდებენ ცივტეხადობის ზღურბლს.

ბზარმედვეობა არის ლითონის თვისება წინააღმდეგობა გაუწიოს ბზარების წარმოქმნას მექანიკური დატვირთვისას ან სხვა პირობებში, მაგალითად შედუღებისას.

დეტალების ან კონსტრუქციების დამზადებისას ითვალისწინებენ ლითონის თვისებებს, რათა მათ უზრუნველყონ ნაკეთობის სიმტკიცე და საიმედოობა ექსპლუატაციისას (კონსტრუქციული სიმტკიცე), ტექნოლოგიურ თვისებებს (შედუღების უნარს და დამუშავების სხვა სახეობებისადმი მიდრეკილებას), ასევე მის ღირებულებას.

მასალების შედუღებადობა

შედუღებადობის შეფასება. სხვადასხვა ლითონის და შენადნობის შედუღებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა მარკის ელექტროდები და ეფექტური ტექნოლოგიური ხერხები. თუმცა, შედუღებისას ყველა ლითონი როდი წარმოქმნის მაღალხარისხიან, საიმედო შეერთებას.

ლითონის თვისებების შენარჩუნება ან შეცვლა შედუღებისას გამოწვეულია ერთდროულად მიმდინარე კომპლექსით - ძირითადი და მისართი ლითონების გახურებით და დნობით, ნაკერის ლითონის კრისტალიზაციით და შედნობის ზონაში ურთიერთკრისტალიზაციით.

ლითონის თვისებას შედუღების დადგენილი ტექნოლოგიის დროს წარმოქმნას შენაერთი, რომელიც ნაკეთობის კონსტრუქციით და ექსპლუატაციით განპირობებულ მოთხოვნებს პასუხობს შედუღებადობა ეწოდება.

შედუღებადობის შეფასება ხდება შენადნული შეერთებების თვისებების ძირითადი ლითონის ანალოგიურ თვისებებთან შედარებით.

მასალის შედუღებადობის შეფასების მიზნით კეთდება სპეციალური ნიმუში - ნიმუში შედუღებადობაზე - სპეციალური ნიმუში გარკვეული მეთოდიკით. ცუდი შედუღებადობის ნიშნად ითვლება შესადუღებელი ლითონების გადახურების,

წრთობადი სტრუქტურების წარმოქმნის, შედუღების ზონაში სიმყიფის ზრდის, შენადუღი ნაკერის ლითონისა და გარდამავალ ზონაში ბზარების წარმოქმნის და სხვა დეფექტებისაკენ (ფორები, ნიჟარები, შეუდუღებლობა და სხვ.) მიდრეკილება.

ტექნოლოგიური და ფიზიკური შედუღებადობა. ლითონების შედუღებადობაზე გავლენას ახდენს შედუღების ხერხი, მისართი ლითონის ქიმიური შედგენილობა, შენადუღი შეერთების ტიპი, შესადუღებელი ელემენტების სისქე და სხვ. ტექნოლოგიური მახასიათებლის ფაქტორების ზეგავლენას ლითონების შედუღებადობაზე ტექნოლოგიური შედუღებადობა ეწოდება.

ქიმიური შემადგენლობის და ლითონების თვისებების ზეგავლენას მათ შედუღებადობაზე ფიზიკური შედუღებადობა ეწოდება.

ფოლადის კლასიფიკაცია შედუღებადობის მიხედვით. შედუღებადობის ხარისხის მიხედვით ფოლადები ოთხ ჯგუფად იყოფა: კარგად შედუღებადი, დამაკმაყოფილებლად შედუღებადი, შეზღუდულად შედუღებადი და ცუდად შედუღებადი (იხ. ცხრილები ქვემოთ). ამასთან ფოლადის შედუღებადობის შეფასების კრიტერიუმად ითვლება მისი მიდრეკილება ბზარების წარმოქმნისაკენ და შენადუღი ნაკერის მექანიკური თვისებების ძირითადი ლითონის იმავე თვისებებთან შედარებით.

ფოლადების ტექნოლოგიური შედუღებადობის ჯგუშები

ჯგუშები	შედუღებადობის შეფასება	შედუღებადობის მახასიათება
I	კარგი	მაღალი ხარისხის შენადუღი შეერთებები მიიღება განსაკუთრებული ხერხის გამოყენების გარეშე
II	დამაკმაყოფილებელი	მაღალი ხარისხის შენადუღი შეერთებების მიიღებისათვის აუცილებელია შედუღების რეჟიმების მკაცრი დაცვა, სპეციალური მისართი მასალები, ნორმალური ტემპერატურული პირობები, ზოგ შემთხვევაში – გახურება, ნაკერების ჭედვა, თერმული დამუშავება
III	შეზღუდული	მაღალი ხარისხის შენადუღი შეერთებების მიიღებისათვის აუცილებელია შემდეგი დამატებითი ოპერაციები: გახურება, წინასწარი ან შემდგომი თანამიმდევრობითი თერმული დამუშავება, ნაკერების ჭედვა და სხვ.
IV	ცუდი	ნაკერები მიდრეკილია ბზარების წარმოქმნისაკენ და შედუღების დროს აუცილებელია გახურება. აუცილებელია შემდგომი თანამიმდევრობითი თერმული დამუშავება შენადუღი შეერთებების ხარისხი დაბალია. ჩვეულებრივ ამ ჯგუფის ფოლადებს შენადუღი კონსტრუქციების დასამზადებლად არ იყენებენ

ფოლადების კლასიფიკაცია შედუღებადობის მიხედვით

შედუღებადობა	ფოლადი	
	ნახშირბადიანი	საკონსტრუქციო, ლეგირებული
კარგი	Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, 08, 10, 15, 20, 25, 12, КП, 15КП, 16КП, 18КП, 20КП	15Г, 20Г, 15Х, 15ХА, 20Х, 15ХМ, 14ХГС, 10ХСНД, 15ХСНД
დამაკმაყოფილებელი	Ст5, Ст30, 35	12ХН2, 12ХН3А, 14Х2НР, 10Г2НР, 20ХН3А, 20ХН, 20ХГСА, 25ХГСА, 30Х, 30ХН
შეზღუდული	Ст6, Ст40, 45, 50	35Г, 40Г, 45Г, 40Г2, 35Х, 40Х, 45Х, 40ХН, 40ХНФА, 30ХГС, 30ХГСА, 30ХГСМ, 35ХМ, 20Х2Н4А, 4ХС, 12Х2Н4МА
ცუდი	Ст65, 70, 75, 80, 85, У7, У8, У9, У10, У11, У12	50Г, 50Г2, 50Х, 50ХН, 45ХН3МФА, 6ХС, 7Х3, 9ХС, 8Х3, 5ХТН, 5ХНВ

კარგად შედუღებული ფოლადები უზრუნველყოფს შენადული შეერთებების კარგ ხარისხს, რაც მიიღწევა შედუღების რეჟიმების ფართო საზღვრებში გამოყენებით. გარემოს ჰაერის ნებისმიერი ტემპერატურის დროს, წინასწარი, შედუღების პროცესში და შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავების გამოყენების გარეშე, თუ ის განკუთვნილი არ არის დაძაბულობების მოხსნის მიზნით.

პირველი ჯგუფის ფოლადები კარგად დუღდება განსაკუთრებული ხერხის (საშუალების) გამოყენების გარეშეც.

დამაკმაყოფილებლად შედუღებადი ფოლადები შეიძლება შედუღდეს გარემოს ჰაერის ტემპერატურის არანაკლები $+5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის დროს. შენადული შეერთებების საჭირო ხარისხი მიიღწევა სპეციალური ელექტროდების, ფლუსების და შედუღების რეჟიმების ვიწრო ზღვრებში გამოყენებით. ამ ჯგუფის ფოლადები ექვემდებარება თერმულ დამუშავებას შედუღებამდე რეჟიმებით, რომლებიც დამოკიდებულია ფოლადის მარკისა და შესადუღებელი ნაკეთობის დანიშნულებაზე. სქელი ელემენტების შედუღებისას რეკომენდებულია მათი წინასწარი გახურება. მეორე ჯგუფის ფოლადებისაგან მაღალხარისხიანი შენადული ნაკერების მისაღებად აუცილებელია შედუღების რეჟიმების მკაცრი დაცვა, სპეციალური მისართი მასალები, ნორმალური ტემპერატურული პირობები, ზოგიერთ შემთხვევაში - გახურება, თერმული დამუშავება.

შეზღუდულად შედუღებადი ფოლადი ამჟღავნებს ბზარების წარმოქმნისაკენ მიდრეკილებას. შედუღების რეჟიმები დაცული უნდა იყოს მცირე საზღვრებში; მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება შესაძლებელია შესაბამისი ელექტროდების გამოყენებით, მისართი მასალებით, ფლუსებით; ასეთი პროცესისათვის გამოყენებული უნდა იყოს წინასწარი და თანამდები გახურება და შედუღების შემდგომი თერმული დამუშავება. შედუღება ასეთი ფოლადებისათვის დასაშვებია გარემოს მხოლოდ დადებითი ტემპერატურის შემთხვევაში. მესამე ჯგუფის ფოლადების შედუღების შემთხვევაში მაღალხარისხიანი ნაკერის მისაღებად აუცილებელია წინასწარი თერმული დამუშავება, ზოგჯერ საჭირო ხდება ნაკერის ჭედვა, გახურება.

ცუდად შედუღებადი ფოლადის მიდრეკილება აქვს ნაკერსა და თერმული დამუშავების ზონაში ბზარების წარმოქმნისაკენ. მის შესადუღებლად საჭიროა გახურება და აუცილებელია შემდგომი თერმული დამუშავება. ჩვეულებრივ, მეოთხე ჯგუფის ფოლადები არ გამოიყენება შენადული სამშენებლო კონსტრუქციის დასამზადებლად.

ფოლადში Si, Ni, Cu შედგენილობის ზრდა ნაკლებად მოქმედებს ფოლადის შედუღებადობის გაუარესებაზე. ფოლადის შედუღებადობის გაუარესებას იწვევს Mn, Cr, Mo, V შედგენილობის და განსაკუთრებით ფოსფორის (0.05% მეტი) ზრდა.

ფოლადში მანგანუმის, სილიციუმის, ქრომის და ნიკელის 1%-ზე ნაკლები ჯამური შემცველობის შემთხვევაში, ის კარგად დადუღდება, თუ ნახშირბადის შემცველობა ამ ფოლადში 0,25%-ს არ აღემატება; შედუღებადობა დამაკმაყოფილებელია თუ ნახშირბადის შემცველობა 0,25-0,35%-ია; შეზღუდულია - 0,35-0,45% ნახშირბადის შემცველობის დროს, ხოლო ცუდად შედუღებადობის შემთხვევაში ნახშირბადის შემცველობა ფოლადში 0,45%-ს აღემატება.

თუ მითითებული მინარევების ჯამური შემცველობა შეადგენს 1-3%-ს, ფოლადი კარგი შედუღებადია ნახშირბადის 0,2% შემცველობისას, დამაკმაყოფილებელი - 0,2-0,3%-ის დროს, შეზღუდული - 0,3-0,4%-ის შემთხვევაში და ცუდად შედუღებადი ნახშირბადის 0,4%-ზე მეტი შემცველობისას.

თუ მინარევების ჯამური შემცველობა 3%-ზე მეტია, ფოლადი კარგი შედუღებადია ნახშირბადის 0,2% შემცველობის დროს, დამაკმაყოფილებლად შედუღებადი - 0,2-0,3%-ის შემთხვევაში, შეზღუდულად შედუღებადი - 0,3-0,4% და ცუდად შედუღებადი - 0,4%-ზე მეტი შემცველობისას. და ბოლოს, თუ მინარევების ჯამური შემცველობა ფოლადში 3%-ზე მეტია, ფოლადი კარგი შედუღებადია ნახშირბადის 0,18% შემცველობის დროს, დამაკმაყოფილებლად შედუღებადი 0,18-0,28%-ის დროს, შეზღუდულად შედუღებადი - 0,28-0,38%-ის დროს და ცუდად შედუღებადი ნახშირბადის - 0,38%-ზე მეტი შემცველობისას.

ცნობილია, რომ კარგი შედუღებადია დაბალნახშირბადიანი ფოლადები და ტექნიკურად სუფთა ალუმინი. დაბალშედუღებადობით გამოირჩევა თუჯი და სპილენძ-თუთიის შენადნობების უმრავლესობა.

განსაკუთრებულად რთულია თვისებებით განსხვავებული სხვადასხვა ლითონის შედუღება. დნობის ტემპერატურის სხვაობის, მყიფე შენაერთების წარმოქმნისა, კენ მიდრეკილების და სხვა მიზეზების გამო იქმნება ისეთი პირობები, როდესაც აუცილებელია შემუშავდეს შედუღების საგანგებო ხერხები, განსაკუთრებული საშემდუღებლო მასალები და სხვ.

ლითონის შედუღებადობის შეფასებისათვის გამოიყენება, მაგალითად, ორი ფირფიტა და ისინი რამდენიმე სხვადასხვა რეჟიმით დუღდება. ამის შემდეგ მზადდება ნიმუშები და განისაზღვრება დარტყმითი სიბლანტე, სიმყიფის კრიტიკული ტემპერატურა, სარკისებრობა, დადუღებული ლითონის და თერმული გავლენის ზონის სისაღე. ფოლადის შედუღებადობის შეფასებისას ქიმიური შედგენილობის გარდა მხედველობაში მიიღება: შენადნული კონსტრუქციის ფორმა, ლითონის სისქე და მისი მექანიკური თვისებები, კონსტრუქციაში ნაკერების რაოდენობა და მათი განლაგება, შედუღების ტექნოლოგიური განსაკუთრებულობები და სხვა მახასიათებლები. მაღეგირებელი ელემენტების გავლენა ფოლადის შედუღებადობაზე.

ნახშირბადი (C) არის ერთ-ერთი მეტად საყურადღებო ქიმიური ელემენტი, რომელიც განსაზღვრავს ფოლადის შედუღებადობას. ჩვეულებრივ, კონსტრუქციულ ფოლადში ნახშირბადის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,25%-ს. ასეთ შემთხვევაში ფოლადის შედუღებადობა არ მცირდება. ნახშირბადის უფრო მეტი შემცველობის შემთხვევაში, ფოლადის შედუღებადობა მკვეთრად უარესდება, რადგან ტემპერატურული ზეგავლენის ზონებში წარმოიქმნება ნაწოთობი სტრუქტურები, რომლებიც ბზარების წარმოქმნის საფუძველია.

მანგანუმი (Mn) არ აუარესებს ფოლადის შედუღებადობას თუ მისი შემცველობა ფოლადში არ აღემატება 0,3-0,8%-ს. საშუალომანგანუმიან ფოლადში (1,8-2,5%) მანგანუმი ზრდის მის წოთობითობას, შე-

დუღებისას კი – მიდრეკილებას ბზარების წარმოქმნისაკენ.

სილიციუმი (Si) გავლენას არ ახდენს ფოლადის შედუღებადობაზე, თუ მისი შემცველობაა 0,2-0,3%-ია. სპეციალურ ფოლადში სილიციუმის შემცველობა 0,8-1,5%-ს აღწევს. სილიციუმის ეს რაოდენობა აძნელებს შედუღებას ფოლადის მაღალი თხევადდენადობის, ადვილადუანგვადი და ძნელდნობადი ოქსიდების წარმოქმნის გამო.

ქრომი (Cr) დაბალნახშირბადიან ფოლადში 0,2-0,3-ია. კონსტრუქციულ ფოლადში მისი შემცველობა 0,7-3,5%-მდე იზრდება. ქრომი, იმის გამო, რომ ნახშირბადთან წარმოქმნის ქრომის კარბიდს, რაც მკვეთრად ზრდის ლითონის სისაღეს თერმული ზეგავლენის ზონებში, აძნელებს შედუღებას. ქრომი ასევე ხელს უწყობს ძნელად დნობადი ოქსიდების წარმოქმნას, რაც აგრეთვე აძნელებს შედუღების პროცესს.

ნიკელი (Ni) დაბალნახშირბადიან ფოლადში 0,2-0,3%-ის ოდენობით გვხვდება, კონსტრუქციულში – 1-5%, ლეგირებულში – 8-35%. ზოგიერთ შენადნობებში ნიკელის შემცველობა 85%-ს აღწევს. ნიკელი ზრდის ფოლადის პლასტიკურობას და სიმტკიცეს, აწვრილმარცვლოვნებს მას შედუღებადობის გაუარესების გარეშე.

მოლიბდენი (Mo) ფოლადში შეზღუდული რაოდენობითაა – 0,15-0,18%. ის აწვრილმარცვლოვნებს ფოლადს და აძნელებს შედუღებას, ხელს უწყობს ბზარების წარმოქმნას დადუღებულ ლითონში და თერმული ზეგავლენის ზონაში, ძლიერ იუანგება და ამოიწვება შედუღების დროს.

ვოლფრამი (W) 0,8-1,8% შემცველობით ფოლადში მკვეთრად ზრდის სისაღეს და მუშაობის უნარს მაღალ ტემპერატურაზე. შედუღებისას ის ძლიერ იუანგება, ამიტომ საჭირო ხდება მისი უანგბადისგან დაცვის პირობების შექმნა. ის აძნელებს შედუღებას.

ვანადიუმი (V). ჩვეულებრივ მისი შედგენილობა ფოლადში 0,2-0,8%-მდე მერყეობს. საშტამპე ფოლადში მისი რაოდენობა 1-1,5%-ია. იგი ხელს უწყობს ფოლადის წოთობადობას, რითაც აძნელებს შედუღებას. შედუღებისას ვანადიუმი აქტიურად იუანგება და ამოიწვება.

ტიტანი (Ti) და ნიობიუმი (Nb) კოროზიამდე ფოლადში 1%-ის ოდენობით გვხვდება, ისინი არ ართულებენ საშემდუღებლო პროცესს და არ აუარესებენ ფოლადის შედუღებადობას.

სპილენძი (Cu) სპეციალურ ფოლადში გვხვდება 0,3-0,8%-ის ოდენობით. ის ზრდის ფოლადის პლასტიკურობას, დარტყმით სიბლანტეს და არ აუარესებს მის შედუღებადობას.

გოგირდის (S) შემცველობა ფოლადში თუ დასაშვებ ზღვარს აჭარბებს, აუარესებს შედუღებადობას, იწვევს ცხელი ბზარების წარმოქმნას.

ფოსფორის (P) კონცენტრაცია ფოლადში, როგორც გოგირდისა, თუ აჭარბებს უკიდურესად დასაშვებ რაოდენობას, აუარესებს შედუღებადობას, იწვევს ცივი ბზარების წარმოქმნას.

ჟანგბადი (O) ფოლადის შენადნობში გვხვდება რკინის ოქსიდის სახით. აუარესებს შედუღებადობას და ამცირებს მის მექანიკურ თვისებებს.

აზოტი (N) საშემდუღებლო აბაზანის ლითონში მისი გაცივებისას რკინასთან წარმოქმნის ქიმიურ ნაერთს (ნიტრიდებს), რაც ამცირებს ფოლადის პლასტიკურობას.

წყალბადი (H) მავნე მინარევია. ის გროვდება შენადნული ნაკერის ცალკეულ ადგილებში და წარმოქმნის აირის ბუშტუკებს, ფორიანობას და მცირე ბზარებს.

ბანვლილი მასალის ბამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

- ლითონი: ტყვია, ქრომი, ნიკელი, თუთია არის:
 - 1) მძიმე;
 - 2) მსუბუქი;
 - 3) ძვირფასი;
 - 4) შავი.
- ლითონი: მაგნიუმი, ალუმინიუმი, ტიტანი არის:
 - 1) ძვირფასი;
 - 2) შავი;
 - 3) მძიმე;
 - 4) მსუბუქი.

3. ლითონის ფიზიკური თვისებები განისაზღვრება:

- 1) კრისტალური მესრით;
- 2) ატომებით;
- 3) შენადნული შეერთებით;
- 4) ლითონის სტრუქტურით.

4. ლითონის თვისება წინააღობა გაუწიოს მექანიკურ დატვირთვას არის:

- 1) პლასტიკურობა;
- 2) დრეკადობა;
- 3) სიმტკიცე;
- 4) სიბლანტე.

5. ლითონის თვისება მიიღოს ახალი ფორმები და ზომები გარე ძალის ზეგავლენით რღვევის გარეშე არის:

- 1) სიმტკიცე;
- 2) პლასტიკურობა;
- 3) სიბლანტე;
- 4) დრეკადობა.

6. ლითონის თვისება შინაგანი ძალებით აღიდგინოს გარე ძალების შეწყვეტის შემდეგ საწყისი ფორმა არის:

- 1) სიბლანტე;
- 2) დრეკადობა;
- 3) პლასტიკურობა;
- 4) სიმტკიცე.

7. აუარესებს ლითონის შედუღებადობას, იწვევს ცხელი ბზარების წარმოქმნას:

- 1) აზოტი;
- 2) გოგირდი;
- 3) წყალბადი;
- 4) ჟანგბადი.

8. აუმჯობესებს ფოლადის შედუღებადობას და ამცირებს მის მექანიკურ თვისებებს:

- 1) ქრომი;
- 2) ცემენტიტი Fe_3C ;
- 3) რკინის ოქსიდი FeO ;
- 4) სპილენძი.

9. კარგად შედუღებადი ფოლადის ჯგუფს მიეკუთვნება ფოლადი:

- 1) 40;
- 2) $Cr3$;
- 3) 25X;
- 4) 15XCHD.

10. დამაკმაყოფილებლად შედუღებად ჯგუფს მიეკუთვნება ფოლადი:

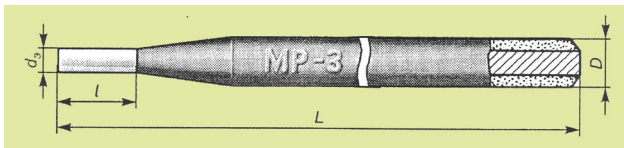
- 1) X18H10F;
- 2) 50X;
- 3) 35;
- 4) $Cr3$.

ფოლადებისა და თუჯის შესადუღებელი ელექტროდები

ამ თავში გაეცნობით თუ რა პირობებია საჭირო რკალის ეფექტური წვისათვის; რას წარმოადგენს საშემდუღებლო მავთულები, როგორია მათი ქიმიური შედგენილობა, როგორ უნდა დაეიცვათ ისინი გარე ფაქტორების მავნე ზემოქმედებისაგან, როგორ უნდა შეირჩეს საშემდუღებლო ელექტროდები, რა დანიშნულება აქვს ელექტროდულ დანაფარს, რა სახის დანაფარები არსებობს, რა სახის შეიძლება იყოს ფოლადის ელექტროდები ძირითადი ლითონის მასალის მიხედვით.

დაფარული ელექტროდების დანიშნულება

ხელით რკალური შედუღება ხორციელდება დნობადი ელექტროდებით, რომლებიც თავის მხრივ შედგებიან d_e დიამეტრისა და $L=250$ -დან 300 მმ-მდე სიგრძის ღეროსაგან და დაფარული არიან სპეციალური საგოზით (საგლესით). ელექტროდის დიამეტრი საგოზით აღინიშნება D ასოთი. ელექტროდის ერთ ბოლოს l სიგრძეზე დაახლოებით $20-30$ მმ-ზე არ არის დაფარული. ამ ადგილას ის მაგრდება ელექტროდსაჭერში. ელექტროდი ჩაირთვება საშემდუღებლო დენის წრედში და შედუღებისას დნება რკალში, ელექტროდის ღერო მისართი ლითონის როლს ასრულებს.



დაფარული ელექტროდი ხელით რკალური შედუღებისთვის

დაფარული ელექტროდით შედუღებისას, იმისათვის რომ შედუღების პროცესმა ეფექტურად ჩაიაროს, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს: რკალის მდგრადი წვა, ღეროს და საგოზის თანაბარი დნობა, რკალის საიმედო აირული დაცვა ჰაერის ზეგავლენისაგან, თხევადი ლითონის დაცვა და აბაზანის წიდით თანაბარი დაფარვა, აუცილებელი მეტალურგიული პროცესე-



სხვადასხვა ტიპის საშემდუღებლო ელექტროდები

ბი, საჭირო ქიმიური შედგენილობისა და მექანიკური თვისებების ნაკერი ლითონის მიღება, ნაკერის კარგი ფორმირება, ამოწვასა და გაშხეფებაზე მინიმალური დანაკარგები, გამყარების შემდეგ წიდის ადგილის მოცილება, ნაკერების საჭირო მდებარეობებში შესრულების მოხერხებულობა, ტოქსიკური გამონაყოფის არარსებობა და სხვ.

ამ მოთხოვნების უზრუნველსაყოფად ელექტროდების დამზადებისას, აუცილებელია სწორად შეირჩეს მავთული ღეროსათვის და ელექტროდის დანაფარი შედგენილობა. დანაფარი უნდა იყოს საკმაოდ მკვეთრი, რომ არ ჩამოსცვივდეს ტრანსპორტირებისა და შედუღებისას.

საშემდუღებლო მავთულები

შესადუღებელი ლითონის ძირითადი თვისებები დამოკიდებულია მის შედგენილობასა და სტრუქტურაზე. იმისათვის, რომ შენადული შეერთება იყოს ძირითადი ლითონის ტოლი სიმტკიცის, აუცილებელია ლითონის ნაკერის სტრუქტურა, შესადუღებელი ლითონის სტრუქტურის ანალოგიური იყოს. ამის მიღწევა შეიძლება ნაკერის ლითონის შესაბამისი ქიმიური შედგენილობის შერჩევით, როდესაც გამოყენებული იქნება საჭირო ლითონური მისართი მასალები, ელექტროდის სპეციალური დანაფარები და ფლუსები.

საშემდუღებლო მავთული ხელით რკალური შედუღებისათვის გამოიყენება ცალობითი დნობადი ელექტროდების დასამზადებლად, აგრეთვე მისი გამოყენება ხდება, როგორც მისართი მასალა, სხ-



საშემდუღებლო მავთულები

გადასხვა მექანიზებული და ავტომატური ხერხით დნობით რკალური შედუღებისას.

ფოლადის საშემდუღებლო მავთული იყოფა დაბალნახშირბადიან, ლეგირებულ და მაღალლეგირებულ მავთულებად.

საშუალოდ ლეგირებულ ფოლადებში მაღლეგირებული ელემენტების შემცველობა 2,5-დან 10%-მდეა, ხოლო მაღალლეგირებულ ფოლადებში – 10%-ის ზევით.

მავთულის მარკის გაშიფვრა ხდება შემდეგნაირად: საშემდ. ნიშნავს საშემდუღებლოს; მომყოლი ციფრები ნიშნავს ნახშირბადის შემცველობას პროცენტის მეასედ ნაწილში (მაგ. 08 ნიშნავს ნახშირბადის შემცველობის 0,8%-ს). ასო ა – გოგირდისა და ფოსფორის შემცირებულ შემცველობას, აა კი ამ ელემენტის უფრო მეტად შემცირებულ შემცველობას. მომდევნო ასოები – მაღლეგირებული ელემენტების პირობით აღნიშვნებს, ხოლო ციფრები მათ შემდეგ – მაღლეგირებული ელემენტების საშუალო შემცველობას პროცენტობით გამოსახულს (მაღლეგირებული ელემენტის 1%-ზე ნაკლები შემცველობისას, ეს ციფრით არ აღინიშნება).

ფოლადის საშემდუღებლო მავთული, რომლის დანიშნულებაა გამოყენებულ იქნეს დნობით, მექანიზებული და ავტომატური შედუღების ყველა სახისათვის და დაფარული ელექტროდების წარმოებისათვის, მზადდება შემდეგი დიამეტრის: 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10 და 12,0 მმ.

3მმ-მდე დიამეტრის მავთული გამოიყენება დამცავ აირში მექანიზებული შედუღებისათვის; 1,6-6,0 მმ – დაფარული

ელექტროდებით ხელით შედუღებისათვის; 2-5 მმ – ფლუსის ქვეშ ავტომატური შედუღებისათვის; დიდი დიამეტრის მავთული – დადუღების სამუშაოებისათვის.

საშემდუღებლო მავთულის კოროზიისაგან დაცვა სრულდება მასზე სპილენძის თხელფენიანი საფარის დაცვით. მომხმარებელს კი მიეწოდება 600 მმ დიამეტრის გორგალებად.

მაღალლეგირებული მავთულის მიწოდება ხდება მოშვებულ და გათვორებულ მდგომარეობაში ან ინერტულ ატმოსფეროში თერმული დამუშავების შემდეგ ღია, ღია-მქრქალი ან რუხი ზედაპირით, საპოხი მასალის კვალის გარეშე.

საშემდუღებლო მავთულის დიამეტრზე დამოკიდებულებით, მომხმარებელს მიეწოდება 150-700 მმ დიამეტრის გორგალები. გორგლის დიამეტრის ზომა დამოკიდებულია მავთულის დიამეტრზე, ხოლო მავთულის დიამეტრის ზრდის შესაბამისად, რა თქმა უნდა, იზრდება გორგალის დიამეტრიც, მისი მასა კი 80 კგ-ს აღწევს.

0,3-0,8 მმ დიამეტრის მავთული მიეწოდება 150-220 მმ დიამეტრის გორგალებად, 1,0-1,2 მმ დიამეტრის – 250-400 მმ დიამეტრის გორგალებად, 1,6-2,0 მმ დიამეტრის – 250-600 მმ დიამეტრის გორგლებად, 2,5-3,0 მმ დიამეტრის – 400-700 მმ გორგლებად, 4-10 მმ დიამეტრის – 500-700 მმ დიამეტრის გორგლებად და 12 მმ დიამეტრის – 700-750 მმ დიამეტრიც გორგლებად. მავთული შეიძლება დაეხვეს კოჭებად ან კასეტებად. მისი ზედაპირი უნდა იყოს სუფთა (ხენჯის, ჟანგის, ცხიმის და ჭუჭყის გარეშე).

მავთულის თითოეულ მოწოდებულ პარტიას თან ერთვის სერტიფიკატი, რომელიც შეიცავს ძირითად ტექნიკურ მონაცემებს. მავთულის თითოეულ გორგალს ან ხვეულას აქვს ლითონური საჭდე, რომელზეც მითითებულია დამამზადებელი ქარხანა, მავთულის მარკა, პარტიის ნომერი, ტექნიკური კონტროლის განყოფილების დაღი.

მოუსპილენძი მავთული ჩვეულებრივი შენახვის პირობებში იჟანგება და უვარგისი ხდება შედუღებისათვის, როგორც მისართი ლითონი და ცალობი-

თი ელექტროდების დამზადებისათვისაც. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ჟანგის და იმ საპოხი ნივთიერებების ნარჩენების მოცილება, რომლებიც გამოყენებული იყო მავთულის გაწევის და კონსერვაციისას. გაჭუჭყიანებულ მავთულს ასუფთავებენ გოგირდმჟავას 20%-იან ხსნარში ან ტუტეში ამოჭმით და ამის შემდეგ ტუტეში ანეიტრალებენ და აშრობენ.

საწარმოებში მავთულის გასუფთავების სამუშაო სრულდება სპეციალური მოწყობილობის მეშვეობით.

ელექტროდის საზარი

ელექტროდების თვისებები. შენადული და ნაკერის სიმტკიცე და საიმედოობა, და აქედან გამომდინარე, მთელი შენადული კონსტრუქციისა, პირველ რიგში დამოკიდებულია გამოყენებულ ელექტროდებზე შედუღების დადგენილი ტექნოლოგიის დაცვის პირობებში.

ელექტროდების შერჩევისას საშემდუღებლო სამუშაოების ჩასატარებლად ნაკერის ლითონი ყოველთვის ისეთი თვისებების უნდა იყოს, რომ არ უნდა ჩამოუვარდებოდეს ძირითად ლითონს.



ელექტროდი ფასდება რკალის წვით მდგრადობის, დნობის, საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის დაცვის, შედუღებისათვის სხვადასხვა სივრცობრივ მდებარეობაში გამოყენების. ვარგისიანობის, საშემდუღებლო ნაკერის ფორმირების, გარემოს დაბინძურების ხარისხის (აირი, მტვრის ნაწილაკები), შედუღების მაღალი წარმადობის უზრუნველყოფის, დანაფარის მექანიკური დაზიანებების წინააღმდეგ მდგრადობის მიხედვით.

ელექტროდების ძირითადი ტექნოლოგიური თვისებები განისაზღვრება შემდეგი მონაცემების მიხედვით: დენის სახე (მუდმივი, ცვლადი); მუდმივი დენის პოლარულობის (პირდაპირი, უკუ); სხვადასხვა დიამეტრის ელექტროდისათვის საშემდუღებლო დენის რეკომენდებული ძალა; დადუღების კოეფიციენტი; ღეროს ლითონის გადასვლის ხარისხი შენადულ ნაკერში. ელექტროდის ტექნოლოგიური თვისებები დამოკიდებულია ელექტროდის ღეროს ლითონის ქიმიურ შედგენილობაზე, ელექტროდის დატანილი საფარის შედგენილობასა და ხარისხზე.

დანაფარის დანიშნულება. ელექტროდის დანაფარი უნდა უზრუნველყოფდეს საშემდუღებლო რკალის წვით სტაბილურობას და ნაკერის ლითონის მიღებას წინასწარ მოცემული თვისებებით (სიმტკიცე, მდგრადობა მაღალი ტემპერატურის მიმართ და სხვ.).

ელექტროდის დანაფარი ასრულებს მრავალ ფუნქციას.

- რკალის წვის სტაბილიზაცია მიიღწევა ელექტროდსა და შესადუღებელ დეტალს შორის ჰაერის შუალედის იონიზაციის პოტენციალის დაწევით. რკალის მდგრადი წვისათვის დანაფარში შეაქვთ ნივთიერებები (ფუძე ლითონების მარილები, კალიუმის და ნატრიუმის თხევადი მინა და სხვ.), რომლებიც შეიცავენ იონიზაციის დაბალი პოტენციალის მქონე ელემენტებს (კალიუმი, ნატრიუმი).
- შედუღების ზონის და გამდნარი ლითონის აირადი დაცვის გარემო წარმოიქმნება აირწარმომქმნელი ნივთიერებების წვის დროს, რომლის მეშვეობითაც ხორციელდება გამდნარი ლითონის დაცვა ჟანგბადისა და აზო-

ტის ზემოქმედებისაგან. აირწარმოქმნელ ნივთიერებებს შეიცავს ელექტროდის დანაფარი არაორგანული შენაერთების (მარმარილო – CaCO_3 , მაგნეზიტი – MgCO_3 და სხვ.) და ორგანული შენაერთების (ხის ფქვილი, ცელულოზა, სახამებელი და სხვ.).

- მინერალები – მარმარილო და მაგნეზიტი – 9000°C ტემპერატურის დროს იშლება ნახშირორჟანგის აირის წარმოქმნით, რომელიც ჰაერზე მძიმეა და რის გამოც ხდება მისი გამოძევება რკალის წვით ზონიდან, რაც უზრუნველყოფს აირულ დაცვას.

ორგანული ნივთიერებები – ფქვილი, სახამებელი, დექსტრინი დისოცირდებიან 200°C ტემპერატურაზე.

ჩვეულებრივ 10 გრ გამდნარი ლითონი გამოყოფს $1000-1500$ სმ³ დამცავ აირს, რაც უზრუნველყოფს ჰაერის საკმაოდ საიმედო გამოძევებას შედუღების ზონიდან.

- საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის განუანგვის უზრუნველყოფა ხდება ელემენტებით, რომლების თვისებებით მეტად ჰგავს ჟანგბადს, ვიდრე რკინას და აქვს მისი შებოჭვის უნარი. ასეთია კალციუმი, ალუმინი, ტიტანი, სილიციუმი, მანგანუმი, ქრომი და სხვ. ეს ელემენტები, რომლებიც არიან შენადული ნაკერის გამდნარ ლითონში, უფრო იოლად წარმოქმნიან ქიმიურ შენაერთებს ჟანგბადთან, რომლებიც ან არ იხსნება, ან მცირედ იხსნება ფოლადში და ჟანგეულების სახით ამოტივტივდებიან საშემდუღებლო აბაზანის ზედაპირზე.
- გამჟანგველთა უმრავლესობა ელექტროდის დანაფარში შედის არა სუფთა, არამედ ფეროშენადნობთა სახით (ფერომანგანუმი, ფეროსილიციუმი და სხვ.). ალუმინი, როგორც გამჟანგველი, დანაფარში შედის ფხვნილის სახით (პუდრი).
- წიღისმიერი დაცვა ემსახურება გამდნარი ლითონის დაცვას ჰაერის ჟანგბადისა და აზოტის ზემოქმედებისაგან. ელექტროდის გამდნარი ლითონის (წვეთების) ზედაპირზე, აბაზანაზე და შედუღების ნაკერზე, წარმოიქმნება წიღის საფარი, რომელიც ამცირებს ლითონის ნაკერის გაცივების და კრისტალიზაციის სიჩქარეს, ხელს

უწყობს მისგან აირის ბუშტულების და არალითონური ჩანართების გამოსვლას. დანაფარის წიდაწარმოქმნელი კომპონენტებია: ტიტანის კონცენტრატი, მანგანუმის მადანი, კაოლინი, მარმარილო, ცარცი, სილიციუმის ქვიშა, დოლომიტი, მინდვრის შპატი, გრანიტი და სხვ. წიდაწარმოქმნელი კომპონენტების სახით გვევლინება ოქსიდები: SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MnO , MgO . მაგალითად, გრანიტის შედგენილობაში შედის: 70% SiO_2 , 20% Al_2O_3 , 5% CaO .

- შედუღების ნაკერის ლითონის ლეგირება დადუღებულ ლითონს ანიჭებს სპეციალურ თვისებებს (ძირითადად ზრდის მექანიკურ თვისებებს, აგრეთვე ცვეთამდებობას, ცეცხლმდებობას, კოროზიის მიმართ წინააღმდეგობას). უფრო ხშირად მალეგირებულ ნივთიერებებად გამოიყენება: ქრომი, ნიკელი, მოლიბდენი, ვოლფრამი, მანგანუმი, ტიტანი და სხვ. ხანდახან ლითონის ნაკერის ლეგირება ხდება სპეციალურად, რომელიც შეიცავს საჭირო ელემენტებს. უფრო ხშირად შედუღების ლითონის ნაკერის ლეგირება ხდება სპეციალური კომპონენტების, ფეროშენადნობების ან სუფთა ლითონების შეყვანით ელექტროდის დანაფარში, ეს საჭიროა შედუღებისას ფოლადებიდან ამომწვარი მალეგირებელი ელემენტების ასანაზღაურებლად.
- ელექტროდის ღეროზე დანაფარის დამკვიდრება (დამაგრება) ხორციელდება სპეციალური ნივთიერებების საშუალებით, რომლებსაც შემკვრელ კომპონენტებს უწოდებენ, ისინი ახდენენ დანაფარის ფხვნილისებრი მასალების დამაგრებას ერთგვაროვანი მასის სახით. უფრო ხშირად ასეთ კომპონენტებად გამოიყენება სილიკატური ნატრიუმისა და კალიუმის ხსნარები, რომლებსაც ნატრიუმის (Na_2SiO_2) ან კალიუმის (K_2SiO_2) თხევად მინას უწოდებენ. გარდა ხსენებული ხსნარებისა, შეიძლება გამოიყენებულ იქნეს ქელოტინი, პლასტმასა და სხვ. გაშრობის შემდეგ ისინი კრავენ (ამაგრებენ) დანაფარს.

ელექტროდის დანაფარის პლასტიკურ თვისებებს უზრუნველყოფს მაყალიბე-

ბელი დანამატები (პლასტიფიკატორები) – ბენტონიტი, კაოლინი, დექსტრინი, ქარსი და სხვ. დანაფარის ზოგიერთი მასალა ასრულებს რამდენიმე ფუნქციას. მაგალითად, მარმარილო ერთდროულად ასრულებს მასტაბილიზებელი, აირდამცავი და წიდის წარმომქმნელი კომპონენტის როლს.

შედულების წარმადობის გაზრდის მიზნით დანაფარში შეჰყავთ რკინის ფხვნილი, რომლის შემცველობა დანაფარის მასის 60% შეიძლება იყოს.

ელექტროდები არსებობს როგორც თხლადდაფარული (შემონაგოხის თხელი ფენით), დანაფარის სისქის საშუალო ფენის, ისე სქლად დაფარული – განსაკუთრებულად სქელი დანაფარით.

სქლად დაფარულ ელექტროდებს ხშირად ხარისხიან ელექტროდებს (ან ელექტროდებს ხარისხიანი შემონაგოხით) უწოდებენ, ზოგიერთი მათგანის დანაფარის სისქე 3 მმ-ს აღწევს.

დანაფარის სისქე შემდეგი ფარდობით ხასიათდება – ძელ/d, სადაც ძელ ელექტროდის დიამეტრია დანაფარით, d – ღეროს დიამეტრი.

$d_{\text{ელ}}/d < 1,2$; $1,2 < d_{\text{ელ}}/d < 1,45$; $1,45 < d_{\text{ელ}}/d < 1,8$; $d_{\text{ელ}}/d > 1,8$ მნიშვნელობები შესაბამისად ახასიათებს ელექტროდებს თხელი, საშუალო, სქელი და განსაკუთრებულად სქელი დანაფარით.

ელექტროდების თხელი დანაფარი უზრუნველყოფს მხოლოდ რკალის წვის მდგრადობას შედულებისას. ასეთი ელექტროდები გამოიყენება დაბალნახშირბადიანი ფოლადების არასაპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედულებისათვის, ვინაიდან წარმოქმნილი აირებისა და წიდების მცირე რაოდენობა არ იძლევა საშემდულებლო აბაზანის საიმედო დაცვას.

ელექტროდების სქელი დანაფარი უზრუნველყოფს საშემდულებლო რკალის წვის მდგრადობას და მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე შენადული შეერთებების მიღებას. ამ ელექტროდების გამოყენება ხდება სხვადასხვა დანიშნულების საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედულებისათვის.

სქელდანაფარიანი ელექტროდები შედულებისას ქმნიან აირად და წიდურ დაც-

ვას, ასტაბილიზებენ რკალს, განუანგავენ ლითონის გამდნარ აბაზანას, ახდენენ დანადუდი ლითონის ლეგირებას და ნაკერის ფორმირებას. ასეთ ელექტროდებს, დანიშნულებისაგან დამოკიდებულებით, ყოფენ კონსტრუქციული, ლეგირებული ფოლადების შედულების და დადულების ელექტროდებად.

განსაკუთრებულად სქელდანაფარიანი ელექტროდები გამოიყენება მაღალწარმადობიანი შედულებისათვის.

დადულებული ლითონის ჰაერის ჟანგბადისა და აზოტისაგან აირული დაცვა დამოკიდებულია ელექტროდის დანაფარის ხარისხისაგან. მაგალითად, თუ შიშველი ელექტროდით შედულებისას ჟანგბადისა და აზოტის შემცველობა ნაკერში შეადგენს შესაბამისად 0,221 და 0,11%, მაშინ JOHU ელექტროდებით შედულებისას მათი შემცველობა მცირდება 0,02 და 0,025%-მდე.

ელექტროდული დანაფარები გავლენას ახდენენ ლითონის ნაკერის მექანიკურ თვისებებზე. ლითონის ნაკერის ყველაზე უფრო მაღალი მექანიკური თვისებები (დროებითი წინაღობა, ფარდობითი წაგრძელება, დარტყმითი სიბლანტე) მიიღწევა სქელდანაფარიანი ელექტროდების გამოყენებისას.

სქელი ელექტროდების დანაფარის მასა, ელექტროდის ღეროს მასის 30-40%-ს შეადგენს. შემოსაგოხი ბასტის მომზადებისათვის, მშრალ ნარევს უმატებენ თხევადი მინის 30%-იან წყალხსნარს. შედულების წარმადობის გაზრდა შეიძლება ელექტროდების დანაფარში რკინის ფხვნილის დამატებით. შემონაგოხში რკინის ფხვნილის პროცენტული (5-50%) შემცველობის მიხედვით დადულების კოეფიციენტი იზრდება 1,5-2-ჯერ.

ელექტროდისათვის ყველაზე უბრალო თხელი დანაფარია ცარცი, რომლის დაცემენტება ხდება მინით. თხელ დანაფარში შეიძლება შეყვანილ იქნეს გრანიტი, კალციუმის შენაერთები ბუნებრივი მინერალების სახით, მინდვრის შპატი, აგრეთვე ცარცი, მარმარილო და სხვა კომპონენტები.

დანაფარის შედგენილობაში შემავალი ნივთიერებები ელექტროდის ლითონის ღეროსთან ერთად შედულებისას დნება

და ორთქლებს, რის შედეგადაც მიიღება ელექტრული მუხტებით – ელექტრონებითა და იონებით გაჯერებული რკალური ჰაერის შუალედი.

კალციუმის და რამდენიმე სხვა ელემენტის ორთქლი იოლად იონიზდება. ამის გამო რკალი ელექტროდსა და საშემდუღებლო აბაზანას შორის მდგრადად, სტაბილურად იწვის, ამიტომ თხელ დანაფარებს მასტაბილიზებლებს, აგრეთვე მაიონიზებლებს უწოდებენ, ვინაიდან ისინი აძლიერებენ რკალური შუალედების იონიზაციას. მასტაბილიზებელი დანაფარის სისქე 0,1-0,25 მმ-ია, ხოლო მისი მასა, ელექტროდის ღეროს მასის 1-5%-ს შეადგენს.

თხელდანაფარიანი ელექტროდებით შედუღებისას მათი დნობით წარმოქმნილი აირებისა და წიდის რაოდენობა ძალიან მცირე და არასაკმარისია ჰაერის ჟანგბადისა და აზოტის მაგნე ზემოქმედებისაგან გამდნარი ლითონის კარგად დაცვისათვის. ასეთი ელექტროდებით შედუღებისას ამოიწევა ნახშირბადი, მანგანუმი და სილიციუმი. შედეგად მიიღება დაბალი მექანიკური თვისებების მქონე შენადული ნაკერი.

ელექტროდის შემონაგოზში შემავალი ორგანული ნაერთები, აგრეთვე მარმარილო, ცარცი, კირქვა მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით იშლება ელექტროდის ტორსთან ახლოს. ამ დროს წარმოქმნილი აირები ხურდება და ფართოვდება, რის მეშვეობითაც ჩამოიცილებენ გარემომცველ ჰაერს.

წიდა წარმოიქმნება საშემდუღებლო აბაზანის ელექტროდის ლითონის დანაფარის კომპონენტებთან (მინდვრის შპატთან, მანგანუმის მაღანთან, კვარცის ქვიშასთან, ცარცთან, მარმარილოსთან და სხვ.) ქიმიური ურთიერთქმედების ხარჯზე. წიდის დნობის ტემპერატურა აღწევს 1200°C . მისი უმნიშვნელო სიბლანტე ხელს უწყობს შენადული ნაკერის კარგად ფორმირებას. წიდის დნობის ტემპერატურა მკაცრად განსაზღვრული არ არის. წიდის ტემპერატურის ზრდასთან ერთად მისი სიბლანტე თანდათან მცირდება და ის გადადის თხევად მდგომარეობაში, ხოლო ტემპერატურის დაქვეითებით წიდის სიბლანტე თანდათან იზრდება და ის მყარდება.

ელექტროდების დანაფარების სხვადასხვა შედგენილობა იძლევა სხვადასხვა სიჩქარით გამყარებად წიდებს. კარგი ნაკერის ფორმირებისათვის უპირატესობა ენიჭება წიდას, რომელიც მყარიდან თხევად მდგომარეობაში მცირე ტემპერატურულ ინტერვალში გადადის.

ელექტროდის დამზადება. ელექტროდის ღეროს დანაფარის მომზადებისათვის პირველ რიგში ხდება იმ კომპონენტების დაქუცმაცება, რომლებსაც შეიცავს დანაფარი, მათი შერევა და ბოლოს ამ ფხვნილების არევა-გადახელა თხევადი მინის ხსნართან.

დანაფარის (შემოსაგოზის) დატანა (შემოგოზვა) ელექტროდის ღეროზე ხდება ორი ხერხით: ამოვლებით და შესხურებით.



ელექტროდების საწარმოო დანადგარი

დატანილი დანაფარის ხარისხის შეფასება ხდება ღეროს სიგრძეზე შემონაგოზის თანაბარზომიერებით, სისქით, ღეროს მიმართ განლაგების კონცენტრულობით.

ელექტროდის ღეროზე დანაფარის ამოვლებით დატანისას საჭიროა საგოზი მასის პერიოდულად გადახელა, ელექტროდის ვერტიკალურად ამოღება და ერთი და იმავე სიჩქარით ამოძრობა ამ მასიდან. ელექტროდის შრობისას დაუშვებელია დანაფარის ჩამოღვენთა. დანაფარის დაწნეხით ღეროზე დატანა სრულდება სპეციალურ საგოზ ხარხებზე.

ელექტროდის დამზადების ტექნოლოგია ზეგავლენას ახდენს მის საშემდგომლო-ტექნოლოგიურ მახასიათებლებსა და დადგენილი ლითონის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე. სტანდარტის მიხედვით დაფარულ ელექტროდებს ამზადებენ 1,6-12 მმ დიამეტრის და 250-450 მმ სიგრძის მავთულისაგან. ყველაზე მეტი გამოყენება პოვა 4 და 5 მმ დიამეტრის და 400-450 მმ სიგრძის ელექტროდებმა.

ელექტროდის დანაფარის სახეობები. ელექტროდის დანაფარებს შეუძლია უზრუნველყოს სხვადასხვა დაცვა. ზოგიერთ მათგანს მოჭარბებული აქვს აირული დაცვა, ზოგიერთს – წილური. ლითონის ნაკერის ისეთი არასასურველი ელემენტისაგან გათავისუფლება, როგორიცაა წყალბადი, შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვაგვარად – ჟანგბადით ან ფტორით. ლითონის ნაკერის გასუფთავების ხარისხი გოგირდისა და ფოსფორისაგან შეიძლება განსხვავებული იყოს.

ცნობილია ელექტროდების დანაფარების ექვსი სახე: მჟავა, ფუძე, რუტილური, ცელულოზური, შერეული და დანაფარი, რომელსაც არა აქვს აშკარად გამოხატული ფუძე.

მჟავა დანაფარი განსხვავდება იმით, რომ მის შედგენილობაში შედის ღიდი რაოდენობის ჟანგბადის შემცველი, წილური დაცვის წარმოქმნილი სხვადასხვა მაღანი და მასალა. მაგალითად, ჰემატიტი (რკინის კრიალა) შეიცავს 92% Fe_2O_3 -ს, გრანიტი – 66-71% SiO_2 -ს, 15-20% Al_2O_3 -ს და სხვ.

ჟანგბადის მოცილებისა და რკინის აღდგენისათვის ოქსიდებიდან გამოიყენება

ფეროშენადნობები, აირული დაცვისათვის დანაფარში შეაქვთ ორგანული ნაერთები – სახამებელი, დექსტრინი. საშემდგომლო აბაზანაში მიმდინარეობს რკინის აქტიური განჟანგვა, აბაზანა დუღს და მისი დუღილი ხელს უწყობს ლითონის დეგაზაციას. მჟავა დანაფარების გამოყენების შემთხვევაში ნაკერის ლეგირება შეუძლებელია მაღლეგირებელი ელემენტების ჟანგვის გამო.

ამ დანაფარის მქონე ელექტროდების გამოყენებით შედგება შესაძლებელია მუდმივ (პირდაპირი და უკუპოლარობის) და ცვლად დენზე ყველა მდებარეობაში. დაიშვება შედგება მცირე ჟანგბადის და ხენჯის არსებობის შემთხვევაში, თუმცა ასეთი პირობების შემთხვევაში იზრდება შედგებით წარმოქმნილი გამდნარი მასის გაშხეფება. ამის გარდა, ნაკერის ლითონი ამჟღავნებს მიდრეკილებას კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნისაკენ.

დანაფარში ფერომანგანუმის გამოყენებისას გამოიყოფა ღიდი რაოდენობის მანგანუმის ტოქსიკური ნაერთები, რაც ზღუდავს ასეთი დანაფარის გამოყენებას.

ფუძე დანაფარი შეიცავს ფტორკალციუმიან ნაერთებს (მდნობი შპატი, რომელშიც 75%-ზე მეტი CaF_2 -ია, კალციუმის კარბონატები – მარმარილო, ცარცი, რომელშიც 92% $CaCO_3$ -ია) და ფეროშენადნობებს.

ეს დანაფარი დნობისას გამოყოფს ღიდი რაოდენობის ნახშირორჟანგს, რომელიც წარმოქმნება კარბონატების დისოციაციის შედეგად. კალციუმი კარგად მოქმედებს ლითონის ნაკერის რაფინირების პროცესზე, ამოაქვს რა იქედან გოგირდი და ფოსფორი. ფტორი წარმოქმნის HF-ს, რითაც ბოჭავს წყალბადს, და გამოჰყავს ის ნაკერიდან. ფტორის შემცველობა დანაფარში იზღუდება, რადგან მისი მეტი შემცველობა აქვეითებს რკალის წვის მდგრადობას.

ფუძედანაფარიანი ელექტროდები განკუთვნილია მუდმივი დენის უკუპოლარობით შედგებისათვის ნებისმიერ მდებარეობაში. ცვლადი დენით შედგებისას დანაფარში შეაქვს უფრო აქტიური სტაბილიზატორები – კალციუმიანი თხევადი მინა, პოტაში და სხვ.

ფუძედანაფარიანი ელექტროდებით და-

დუღებული ლითონი გამოირჩევა მაღალი მექანიკური თვისებებით, განსაკუთრებით დარტყმითი სიბლანტით დადებითი და დაბალი ტემპერატურისას, არ გააჩნია ცხელი და ცივი ბზარების წარმოქმნის მიდრეკილება, შეიცავს ჟანგბადის და აზოტის მინიმალურ რაოდენობას. ეს ელექტროდები გამოიყენება შედარებით საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების, ასევე დიდი კვეთის მქონე დეტალების შესადუღებლად.

ფუძედანაფარის ძირითადი ნაკლია ის, რომ თუ შედუღებისას ადგილი აქვს რკალის დაგრძელებას, ან თუ შესადუღებელ ნაწიბურებზე არსებობს ჟანგი, და აგრეთვე შედუღება სრულდება გამოუწვავი (ნოტიო) ელექტროდებით, მაღალია ფორების წარმოქმნის შესაძლებლობა.

ამ დანაფარის სხვა ნაკლოვანებაა – რკალის წვის დაქვეითებული მდგრადობა, რომელიც გამოწვეულია ფთორის არსებობით და რომელმაც გააჩინა იონიზაციის მაღალი პოტენციალი. ამ მიზეზების გამო ასეთი მეთოდებით შედუღება, ჩვეულებრივ, მუდმივი დენით ხდება. ნაკერში ფორების წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად ფუძედანაფარიანი ელექტროდებით შედუღება უნდა წარიმართოს მოკლე რკალით და ჟანგისაგან, ხენჯისაგან, ზეთისა და ტენისაგან კარგად გასუფთავებულ შესადუღებელ ნაწიბურებზე.

ფართოდაა გამოყენებული ელექტროდები ფტორ-კალიუმიანი დანაფარით. მათი დანიშნულებაა დაბალნახშირბადიანი, საშუალო ნახშირბადიანი და დაბალფერიებული ფოლადებისაგან დამზადებული საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების ცვლადი და მუდმივი დენით შედუღება. ამ ელექტროდებით შეიძლება ნაკერების შედუღება სხვადასხვა სივრცობრივ მდებარეობაში. მათ კარგი საშემდუღებლო-ტექნოლოგიური თვისებები აქვთ (წილის ქერქის იოლი მოცილების უნარი, გაშხეფებაზე ლითონის კარგის უმნიშვნელო დანაკარგები. ანალოგიური დანაფარით სხვა მარკის ელექტროდებთან შედარებით მაგნე გამონაყოფი გაცილებით ნაკლებია, შენადული ნაკერის ლითონი მაღალი სიმტკიცით, პლასტიკურობით და დარტყმითი სიბლანტით გამოირჩევა).

რუტილური დანაფარი, რომელიც ტიტანის ოქსიდის სახით (TiO_2) შეიცავს

50% რუტილური კონცენტრატის დანაფარს, აგრეთვე კალციუმის კარბონატებს – მარმარილოს, ტალკს, მუსკოვიტს, მაგნეზიტს, ფეროშენადნობებს და ცელულოზას. აირული დაცვა ხდება მასალების და ორგანული შედგენილობის დისოციაციის ხარჯზე. ფეროშენადნობებით უზრუნველყოფილია ლითონის განჟანგვა და ლეგირება.

ელექტროდი, რომელსაც ასეთი დანაფარი აქვს, ხელს უწყობს მკვრივი შენადული ნაკერის მიღებას. ნაწიბურებზე ჟანგის არსებობის შემთხვევაში შედუღებისას ხდება ელექტროდის ლითონის უმნიშვნელო გაშხეფება. ელექტროდების გამოყენება შეიძლება მუდმივი და ცვლადი დენით შედუღებისას ნებისმიერ სივრცობრივ მდებარეობაში, ისინი უზრუნველყოფენ რკალის წვის მდგრადობას, აქვთ კარგი ტექნოლოგიური თვისებები და გამოიყენებიან დაბალნახშირბადიანი ფოლადების შედუღებისათვის.

ცელულოზური დანაფარი ძირითადად შეიცავს ოქსიცელულოზას ან მის ანალოგიურ ორგანულ ნივთიერებებს, აგრეთვე რუტილს და ფეროშენადნობებს. ეს დანაფარი გაღლობისას გამოყოფს დიდი რაოდენობით დამცავ აირებს და მცირე რაოდენობით წიდას, რომელიც აუცილებელია განჟანგვის პროცესისათვის. ელექტროდები ასეთი დანაფარით გამოიყენება ნებისმიერ მდებარეობაში შედუღებისათვის მუდმივი დენით და ძირითადად გამოიყენება მილსადენების პირველი ფენის პირაპირი შედუღებისათვის. მათი ძირითადი ნაკლია ელექტროდის ლითონის გაძლიერებული გაშხეფება შედუღებისას.

არსებობენ ასეულობით მარკის ელექტროდები, თუმცა მხოლოდ მათი უმნიშვნელო რაოდენობა გამოიყენება ფართოდ საშემდუღებლო წარმოებაში. ელექტროდების შერჩევისას გასათვალისწინებელია ნაკერის ლითონის საჭირო მექანიკური და სხვა თვისებების მიღების შესაძლებლობა. ელექტროდის თითოეულ ტიპს შეიძლება შეესაბამებოდეს რამდენიმე მარკა, რომლებიც განსხვავდებიან დანაფარის შედგენილობით.

თითოეული მასის ელექტროდის ტექნიკურ პირობებში მითითებულია დანაფარის მაჩვენებლები, ელექტროდის

გამოყენების სფერო, ღეროს მარკა, რეკომენდებული სიგრძობრივი მდებარეობა, ტექნოლოგიური თავისებურებები, რეკომენდებული ელექტროდენი (მუდმივი, ცვლადი) და პოლარობაზე საჭირო საშემდუღებლო დენის ძალის სიდიდე, დადუღების კოეფიციენტი, ღეროს ლითონის საშემდუღებლო ნაკერში გადასვლის მახასიათებელი, მექანიკური თვისებები, დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა და სხვ.

ელექტროდის სიგრძე. ელექტროდის სიგრძეზეა დამოკიდებული შედუღების მართვის პროცესის მოხერხებულობა. რაც უფრო გრძელია ელექტროდი, მით უფრო მოუხერხებელია შედუღება. თუმცა მოკლე ელექტროდებით შედუღება იწვევს დროის და ელექტროდების კარგვას მათი ხშირად გამოცვლის საჭიროების გამო.

ელექტროდის ოპტიმალური სიგრძის შერჩევაზე ზემოქმედებას ახდენს მისი დიამეტრი და ღეროს ლითონის ფიზიკური თვისებები. საგრძნობი მნიშვნელობა აქვს ღეროს ლითონის ელექტრულ წინააღობას. რაც მეტია წინააღობა, მით ნაკლები უნდა იყოს ელექტროდის სიგრძე. მაგალითად, კოროზიამდებელი შენადნობის შესადუღებელი ელექტროდები, სხვა თანაბარი პირობებისას რამდენადმე მოკლე უნდა იყოს, ვიდრე ნახშირბადიანი ფოლადების შესადუღებელი ელექტროდები.

ელექტროდის დიამეტრის შემცირების შემთხვევაში მცირდება მისი სიგრძეც (ელექტროდის ღეროს ელექტროწინააღობა დიამეტრის შემცირებისას იზრდება და მისი სიგრძის ზედმეტობის შემთხვევაში ელექტროდი გადახურდება).

შედუღების წარმადობა. ელექტროდის ღვრიის კოეფიციენტის განსაზღვრა ხდება ელექტროდის გამდნარი ლითონის მასით, რომელიც დენის ძალის ერთ ამპერზე მოდის რკალის ერთსაათიანი წვისას (გ/ა სთ).

ელექტროდის გამდნარი ლითონი მთლიანად არ გადადის შენადუღ ნაკერში, მისი ნაწილი რკალის წვისას იკარგება გაშხეფებით, აორთქლებით და ამოწვით.

დადუღების კოეფიციენტი $a_{\text{დ}}$, როგორც წესი, $a_{\text{დ}}$ კოეფიციენტზე ნაკლებია ლითონის დანაკარგის სიდიდით.

ელექტროდის ღვრიის კოეფიციენტი დანაფარის მარკაზეა დამოკიდებული და 7-22 გ/ა სთ-ს შეადგენს, ხოლო დადუღების კოეფიციენტი მასზე ნაკლებია და შეადგენს 1-3 გ/ა სთ-ს.

დადუღების კოეფიციენტი $a_{\text{დ}}$ შეიძლება ღვრიის კოეფიციენტის $a_{\text{ღ}}$ -ს ტოლი იყოს, ან სჭარბობდეს მას, თუ დანაფარის შედგენილობაში შეტანილი იქნება რკინის ფხვნილი.

დანაკარგების ψ კოეფიციენტი ჩვეულებრივ შეადგენს 3-30%-ს.

ღვრიისა და დადუღების კოეფიციენტებს თითოეული მარკის დანაფარისათვის ცდით განსაზღვრავენ და გამოიყენებენ ელექტროდების ხარჯისა და შედუღებისათვის საჭირო დროის ნორმირებისათვის.

შედუღების მწარმოებლობა მით მეტია, რაც მეტია დადუღების კოეფიციენტი. ის მერყეობს 7-22 გ/ა სთ ზღვრებში. საშემდუღებლო დენის ზრდასთან და რკალის წვის ხანგრძლივობასთან ერთად დადუღებული ლითონის მასა იზრდება.

დადუღების მწარმოებლობის განსაზღვრისათვის ცალკეობით ელექტროდებით შედუღებისას მოცემული ელექტროდების დადუღების კოეფიციენტი უნდა გამრავლდეს დენის ძალაზე. მაგალითად, 180ა დენით შედუღების და $a_{\text{დ}}=7$ გ/ა სთ კოეფიციენტისას დადუღების მწარმოებლობა $a_{\text{ღ}}=a_{\text{დ}} \cdot I=7 \cdot 180=1,26$ კგ/სთ.

დადუღებული ლითონის და გამდნარი ელექტროდის ლითონის მასა ერთნაირი არ არის. ელექტროდის ლითონის ნაწილი იკარგება ლითონის ამოწვაზე, გაშხეფებასა და აორთქლებაზე. დანაკარგები შედუღებისას არ უნდა აჭარბებდეს 3%-ს.

ელექტროდის ტიპები

ფოლადის დაფარული ელექტროდების კლასიფიკაცია

ფოლადების რკალური შედუღებისა და დადუღების ლითონური ელექტროდები მზადდება არსებული სტანდარტების შესაბამისად. დანიშნულების მიხედვით ისინი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

ნახშირბადიანი და დაბალლეგირებული, გაგლეჯაზე 600 მპა-მდე დროებითი წინააღობის მქონე საკონსტრუქციო ფოლადების შედუღებისათვის.

ლეგირებული კონსტრუქციული, 600 მპა-ზე მაღალი გაგლეჯვაზე დროებითი წინაღობის მქონე ფოლადების შედუღებისათვის.

ლეგირებული თბომედეგი ფოლადების შედუღებისათვის.

განსაკუთრებული თვისებების მქონე მაღალლეგირებული ფოლადების შედუღებისათვის

განსაკუთრებული თვისებების მქონე ფოლადების ზედაპირული დადუღებისათვის

კონსტრუქციული ფოლადების შესადუღებელი ელექტროდების ტიპების აღნიშვნაში მოცემული ციფრები ნიშნავს ლითონური ნაკერის გარანტირებულ სიმტკიცის ზღვარს.



ელექტროდის დაფარვის მიხედვით დანაფარით ელექტროდის დიამეტრის ფარდობაზე დამოკიდებულებით ფოლადის ღეროს დიამეტრთან, განარჩევენ ელექტროდებს:

თხელი დანაფარით ($D/d \leq 1,20$);

საშუალო დანაფარით ($1,20 < D/d \leq 1,45$);

სქელი დანაფარით ($1,45 < D/d \leq 1,80$);

განსაკუთრებულად სქელი დაფარვით ($D/d > 1,80$).

ხარისხით ანუ დამზადების სიზუსტით, დანაფარის ზედაპირის მდგომარეობის, ლითონური ნაკერის მთლიანობის, დადუღებულ ლითონში გოგირდისა და ფოსფორის შედგენილობის მიხედვით ელექტროდები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: 1, 2 და 3. რაც მაღალია ნომერი, მით უკეთესია ხარისხი.

შედუღებისა და დადუღებისას დასაშვები სივრცობრივი მდებარეობის ელექტროდებს

ყოფენ შემდეგ ჯგუფებად: 1 – გულისხმობს ყველა მდებარეობას; 2 – ყველა მდებარეობის გარდა ვერტიკალურისა „ზევიდან ქვევით“; 3 – ქვედა, ჰორიზონტალური ვერტიკალურ სიბრტყეზე და ვერტიკალური „ქვევიდან ზევით“; 4 – ქვედა მდებარეობა და ქვედა „ნავში“.

დენის სახეობის და პოლარობის მიხედვით, აგრეთვე გამოყენებული ცვლადი დენის კვების წყაროს საშემდუღებლო რეალის უქმი სვლის ნომინალური ძაბვის მიხედვით ელექტროდებს ყოფენ ჯგუფებად 0-დან 9-მდე.

0 – შედუღება მუდმივი დენის უკუპოლარობაზე;

1, 4, 7 – შედუღება ცვლადი და ნები-სმიერი პოლარობის მუდმივი დენის იმ უქმი სვლისას, რომელიც ტოლია ან აღემატება 50, 70, 90 ვ შესაბამისად.

2, 5, 8 – ცვლადი და მუდმივი დენის პირდაპირი პოლარობის Uxx-სას, რომელიც ტოლია ან აღემატება 50, 70, 90 ვ შესაბამისად;

3, 6, 9 – ცვლადი ან მუდმივი დენის უკუპოლარობაზე დადუღება Uxx-ის 50, 70, 90 ვ ტოლობისას ან მეტობისას შესაბამისად.

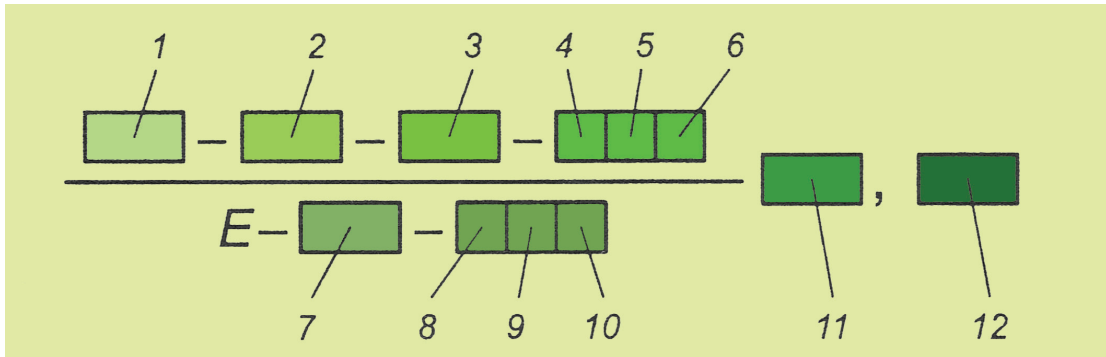
დაფარული ელექტროდის ტიპები. კონსტრუქციული ფოლადების შედუღებისათვის საჭირო ელექტროდები ნაკერის ლითონის და შენადული შეერთების მექანიკური თვისებების მიხედვით კლასიფიცირებულია რამდენიმე ტიპად. თითოეულ ტიპს შეესაბამება ერთი ან რამდენიმე მარკის ელექტროდი. ელექტროდის მარკა ხასიათდება დაფარვის განსაზღვრული შედგენილობით, ელექტროდის ღეროს მარკით, ტექნოლოგიური თვისებებით, ლითონური ნაკერის თვისებებით.

ელექტროდის ტიპისა და მარკის არჩევა დამოკიდებულია შესადუღებელი ფოლადის მარკის, ლითონის სისქის, სივრცობრივი მდებარეობის, შედუღების პირობების, შენადული კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობებისაგან და ა.შ.

ელექტროდების მიმართ საერთო მოთხოვნები, მიღების პირობები, ნაკერებისა და შენადული შეერთებების გამოცდის მეთოდები, მარკირების და შეფუთვის პირობები.

დაფარული ელექტროდის პირობითი აღნიშვნა. ელექტროდის აღნიშვნა შედგე-

ბა ელექტროდის ტიპის სახელწოდების, მისი მარკის, ღეროს დიამეტრის, დანაფარის ტიპისა და სტანდარტის ნომრისაგან



დაფარული ელექტროდის პირობითი აღნიშვნა:

1 – ტიპი; 2 – მარკა; 3 – დიამეტრი, მმ; 4 – ელექტროდის დანიშნულება; 5 – დანაფარის სისქე; 6 – ელექტროდების ჯგუფი; E – ხელით რკალური შედუღების სიმბოლო; 7 – აჩვენებს დადუღებული ლითონის მახასიათებლებს; 8 – დანაფარის სახეობა; 9 – შედუღების დასაშვები სივრცობრივი მდებარეობები; 10 – ღეროს სახეობა და პოლარობა; 11 – ელექტროდების მიმართ მოთხოვნების რეგლამენტირების სტანდარტი; 12 – ელექტროდების ტიპების რეგლამენტირების სტანდარტი

დასადუღებელი ელექტროდების აღნიშვნაში ასოები აღნიშნავს, რომ ელექტროდი დადუღებისთვისაა განკუთვნილი, შემდეგ მოცემულია ფოლადის ღეროს ქიმიური შედგენილობის ძირითადი ელემენტები და, ბოლოს, ციფრები, რომლებიც ახასიათებენ დადუღებული ლითონის სისაღეს. დადუღებისათვის გამოიყენება სხვა ელექტროდებიც, რომლებსაც სხვა აღნიშვნები აქვთ.

ბანგლილი მასალის გახეობა

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

- ხელით რკალური შედუღების საშემდუღებლო ელექტროდების სიგრძე არის:
 - 1) 200-240მმ;
 - 2) 250-400მმ;
 - 3) 500 მმ;
 - 4) 550 მმ.
- რკალის წვის სტაბილიზაციის მიზნით ელექტროდის დანაფარში შეჰყავთ:
 - 1) მარმარილო;
 - 2) თხევადი მინა;
 - 3) ფეროშენადნობები;
 - 4) ალუმინი.
- შედუღების ზონის აირადი დაცვის უზრუნველსაყოფად ელექტროდის დანაფარში შეჰყავთ:
 - 1) მინერალები;
 - 2) თხევადი მინა;
 - 3) ფეროშენადნობები;
 - 4) ალუმინი.
- ჰაერთან შედარებით ნახშირორჟანგი:
 - 1) იმავე სიმკვრივისაა;
 - 2) უფრო მსუბუქია;
 - 3) უფრო მძიმეა;
 - 4) სიმკვრივე არ გააჩნია.
- ნაკერის უფრო დიდ მექანიკურ თვისებებს უზრუნველყოფს ელექტროდის დანაფარი:
 - 1) მჟავა;
 - 2) ფუძე;
 - 3) რუტილური;
 - 4) ცელულოზური.
- დამცავი აირის უფრო მეტი რაოდენობა მიიღება თუ ელექტროდების დანაფარი არის:
 - 1) მჟავა;
 - 2) ფუძე;
 - 3) რუტილური;
 - 4) ცელულოზური.

საშემდუღებლო მოწყობილობები

ამ თავში გაეცნობით საშემდუღებლო მოწყობილობებს, კერძოდ საშემდუღებლო ტრანსფორმატორს, მისი კონსტრუქციის ტიპებს, ტრანსფორმატორის შერჩევას სხვადასხვა ტიპის შედუღებისათვის, საშემდუღებლო გენერატორებსა და გარდამქმნელებს. მიიღებთ საჭირო ინფორმაციას სადენების კვეთებზე, მათი შერჩევის გზებზე, შეიტყობთ თუ რა ძირითადი უწყისიერობანი შეიძლება შეგხვდეთ საშემდუღებლო მოწყობილობებთან მუშაობისას და გაეცნობით მათი გამოსწორების გზებს.

ზოგადი მახასიათებლები

ელექტრორკალური შედუღებისთვის გამოიყენება საშემდუღებლო დენის ორი კვების წყარო: ცვლადი – ერთფაზა და სამფაზა ტრანსფორმატორები; მუდმივი – საშემდუღებლო გამმართველები და საშემდუღებლო გარდამქმნელები.

თანამედროვე სტანდარტებით საშემდუღებლო რკალის კვების წყარო ხასიათდება რამდენიმე პარამეტრით უქმი სვლის, მუშა დატვირთვის და მოკლე ჩართვისას:

- ნომინალური საშემდუღებლო დენი განსაზღვრავს საშემდუღებლო დენის გაანგარიშებულ მნიშვნელობას;
- საშემდუღებლო დენის რეგულირების საზღვრები მიაწინებს დენის იმ მინიმალურ და მაქსიმალურ მნიშვნელობებზე, რომლებიც უნდა გამოიყენოთ შედუღებისას (მაქსიმალური დენის ფარდობა მინიმალურთან გვიჩვენებს რეგულირების ჯერადობას, რომელიც, ჩვეულებრივ, სამიდან ზევით იცვლება);
- უქმი სვლის ძაბვა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს რკალის ხელახლა აღგზნების პირობებს. ის დენის წყაროს მომჭერებზე იცვლება საშემდუღებლო რკალში დატვირთვის არარსებობისას;
- პირობითი მუშა ძაბვა აჩვენებს ძაბვას კვების მომჭერებზე დატვირთვისას და პირობითად განისაზღვრება საშემდუღებლო დენის მნიშვნელობის წრფივი ფუნქციით.

საშემდუღებლო რკალის კვების წყაროსათვის 600ა-მდე ნომინალური დენის

ნის დროს პირობითი U_g მუშა ძაბვა ასე განისაზღვრება $U_g = 20 + 0,04 I_{შედ}$, სადაც $I_{შედ}$ არის შედუღების დენის ძალა.

მძლავრი რკალის კვების წყარო უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტებით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს. ძირითადი პირობითი მუშა ძაბვა მიიღება 44ვ და მეტი.

საშემდუღებლო რკალის კვების წყარო, ასევე უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტებით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს. ძირითადი პირობები შემდეგია:

- რკალის ანთებისა და მისი მდგრადი წვისათვის უნდა უზრუნველყოს უქმი სვლის საკმარისი ძაბვა, მაგრამ უსაფრთხოების გათვალისწინებით არა უმეტეს 80 ვოლტისა ცვლადი დენისა და არა უმეტეს 90 ვოლტისა მუდმივი დენის წყაროსათვის;
- აღჭურვილ უნდა იყოს მოწყობილობით საშემდუღებლო დენის ან მეორეული ძაბვის მდოვრე რეგულირებისათვის;
- უნდა შექმნას გამოყენებული შედუღების შესაბამისი გარე მახასიათებლები;
- არ უნდა შექმნას დაშვებულ ნორმაზე მეტი ხმაური და აკუსტიკური დაბრკოლება;
- კორპუსის მისაწვდომ ადგილას უნდა ჰქონდეს ჭანჭიკი დამიწებისათვის.

ტრანსფორმატორები მზადდება 630, 1000, 1600 და 2000 ამპერი ნომინალური დენისა და მუშა ძაბვის 48-დან 76 ვოლტამდე პირობებისათვის. ხელით შედუღებისათვის საშემდუღებლო ტრანსფორმატორის ძირითადი პარამეტრები რეგლამენტირებულია სტანდარტით, რომლის მიხედვით ის უნდა დამზადდეს შემდეგი პირობების შესაბამისად:

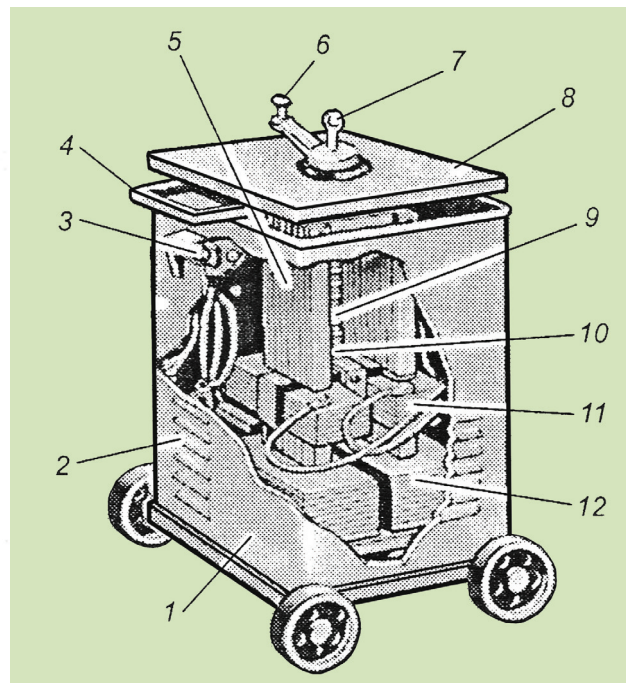
- საშემდუღებლო დენის რეგულირების წესის მიხედვით – მექანიკური ან ელექტრული რეგულირების (მოძრავი ნაწილების გარეშე);
- გადაადგილების წესის მიხედვით – გადასატანი (125, 160, 200 და 25 ა საშემდუღებლო დენსა და 25-დან 30 ვოლტამდე ნომინალურ მუშა ძაბვაზე) და მოძრავი (250, 315, 400 და 500 ა საშემდუღებლო დენსა და 30-დან 40 ვოლტამდე ნომინალურ მუშა ძაბვაზე).

საშემდუღებლო ტრანსფორმატორის კონსტრუქციები

საშემდუღებლო ტრანსფორმატორი (იხ. ნახაზი ქვემოთ) განკუთვნილია ხელით და მექანიზებული რკალური შედუღებისათვის, ასევე ჭრისა და ერთკორპუსიანი ლითონების დადუღებისათვის. წარმოადგენს გადასაადგილებელ ერთკორპუსიან და-ნადგარს ბუნებრივი ვენტილაციით.

შესადუღებელი დენის რეგულირების წესით განეკუთვნება გაზრდილი მაგნიტური გაფრქვევისა და გასაშლელი კოჭებიანი ტიპის ტრანსფორმატორებს.

ტრანსფორმატორი შედგება კორპუსისგან, რომელშიც განლაგებულია დეროს ტიპის გულარი და მეორეული (მოძრავი) გრაგნილი. ასევე საფეხურების დოლური ტიპის გადამრთველი და სექტორული ტიპის დენის მაჩვენებელი მექანიზმი. მაგნიტსადენი მზადდება ლეგირებული ელექტროტექნიკური ფოლადის 0,5 მმ სისქის ფურცლები-საგან. ხვეულები ალუმინისაგან, ხოლო გამომყვანები არმირებულია სპილენძით. თითოეულ გრაგნილს მაგნიტსადენის საერთო დეროებზე წყვილ-წყვილად განლაგებულია ორ-ორი კოჭა.



საშემდუღებლო ტრანსფორმატორის ძირითადი ნაწილები

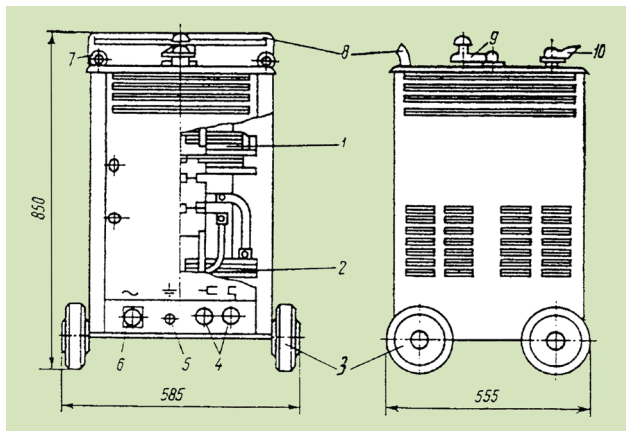
1 - კორპუსი; 2 - გამაცივებელი ჯალუზები; 3 - საშემდუღებლო რკალის მავთულების მომჭერები; 4 - ტარი; 5 - შეკრული გულარი; 6 - სახელური; 7 - ჭანჭიკი; 8 - კორპუსის სახურავი; 9 - ვერტიკალური ხრახნი; 10 - სვლის ქანჩი; 11 - ტრანსფორმატორის მეორეული გრაგნილი; 12 - ტრანსფორმატორის პირველადი გრაგნილი.

მაგნიტსადენის ზედა ფოსოში გადის სიჩქარის ქანჩთან დაკავშირებული სიჩქარის ხრახნი. ამოძრავებენ კორპუსის ზემოთ განლაგებულ ხრახნს, რითაც ცვლიან კოჭებს შორის მანძილს. ტრანსფორმატორს აერთებენ წრედთან, საშემდუღებლო სადენებს – მომჭერების დაფებთან. ეს უკანასკნელი განლაგებულია კორპუსის გვერდით მხარეს და დახშულია ხუფებით. დამიწებისთვის ტრანსფორმატორის კორპუსზე განთავსებულია სპეციალური ჭანჭიკი წარწერით “მიწა”.

ტრანსფორმატორში გათვალისწინებულია კოჭის ხვიათა გადართვით საშემდუღებლო დენის რეგულირების ორი საფეხური: 1) დიდი დენის საფეხური, როდესაც კოჭის ხვები ჩართულია პარალელურად წყვილ-წყვილად; 2) მცირე დენის საფეხური, როდესაც ისინი წყვილ-წყვილად მიმდევრობითაა ჩართული, ხოლო პირველადი გრაგნილის ხვიათა მცირე ნაწილი გამორთულია (ამით მატულობს უქმი სვლის ძაბვა, რაც დადებითად მოქმედებს რკალის წვაზე მცირე დენით შედუღებისას).

ყოველ საფეხურზე დენის მდოვრე რეგულირება ხორციელდება უქმი სვლის სახელურით კოჭებს შორის მანძილის ცვლილებით. კოჭების დაახლოებით მცირდება ინდუქციური გაფრქვევა, რაც იწვევს საშემდუღებლო დენის ზრდას; მათი დაცილებით იზრდება ინდუქციური გაფრქვევა და საშემდუღებლო დენი მცირდება.

ერთი საშემდუღებლო პოსტის კეები-სთვის ერთფაზა ცვლადი დენით ხელთ ელექტრორკალური შედუღებისას, ჭრისას და ლითონების დადუღებისას გამოიყენება დეროს ტიპის საშემდუღებლო ტრანსფორმატორი (იხ. ნახაზი ქვემოთ) ტრანსფორმატორი წარმოადგენს ერთ კორპუსში შესრულებულ გადასაადგილებელ მოწყობილობას ბუნებრივი ვენტილაციით.



1, 2 - პირველადი და მეორადი კოჭები; 3 - ბორბლები; 4 - გასართები საშემდუღებლო მავთულების შესაერთებლად; 5 - დამიწების ჭანჭიკი; 6 - გასართი ქსელში შესაერთებლად; 7 - ქანჩი; 8 - სახელური; 9 - საშემდუღებლო დენის მარეგულირებელი სახელური; 10 - დენის დიაპაზონის გადამრთველი.

ტრანსფორმატორი შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან: კორპუსი, გულარი, გრაგნილები (პირველადი და მეორეული), დენის დიაპაზონის გადამრთველი. ტრანსფორმატორის გრაგნილებს აქვს მაგნიტსადენის ორივე დეროზე წყვილ-წყვილად განლაგებული ორ-ორი კოჭა. პირველადი გრაგნილის კოჭები უძრავადაა დამაგრებული ქვედა უღელთან, მეორეულისა – მოძრავია. გრაგნილები მზადდება ალუმინის მავთულით. ტრანსფორმატორის გულარი შედგება ელექტროტექნიკური ფოლადის ფურცლები-

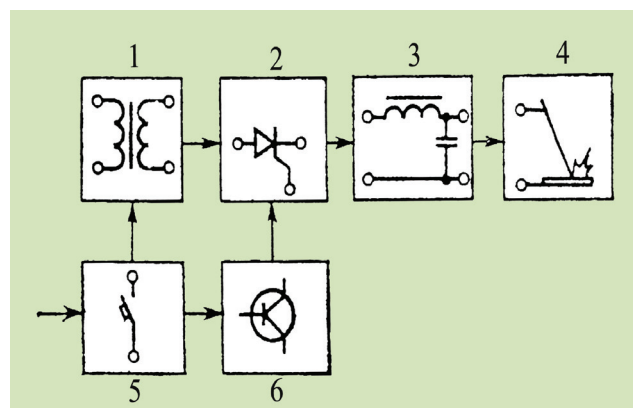
საგან და აქვს უწვეტი კონსტრუქცია. სახელურით სიჩქარის ხრახნის ბრუნვისას გადაადგილდება მეორეული კოჭები და ამრიგად, იცვლება გრაგნილებს შორის მანძილი. დენის დიაპაზონის გადართვა ხორციელდება სახურავზე არსებული გადამრთველით. ტრანსფორმატორი აღჭურვილია ოთხი გადასაადგილებელი ბორბლით, ხოლო ასაწევად – გარსაცმის სახურავზე განლაგებული ჭანჭიკებით.

დეროიანი ძალური საშემდუღებლო ტრანსფორმატორები განკუთვნილია ერთფაზა დენით ავტომატური რკალური შედუღებისათვის.

ზოგადი ცნებები საშემდუღებლო გამმართველზე

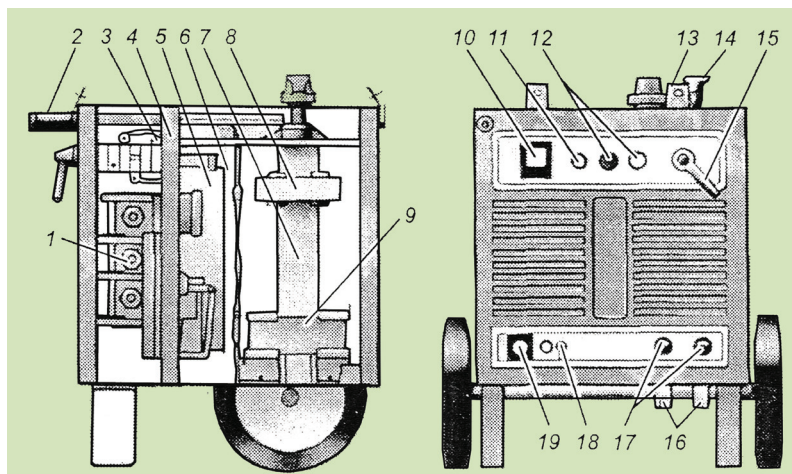
საშემდუღებლო გამმართველი, არის მოწყობილობა, რომელიც განკუთვნილია სამუშაო წრედის ცვლადი დენის მუდმივად გარდასაქმნელად. ის შედგება შემდეგი ძირითადი კვანძებისაგან ძალური ტრანსფორმატორისაგან (1) – წრედში ძაბვის დასაწევად უქმი სვლის აუცილებელ ძაბვამდე; ძალური ვენტილების ბლოკისაგან (2) ცვლადი დენის გამართვისათვის; მასტაბილიზებული დროსელისაგან (3), შესადუღებელ რკალში მისაწოდებელი გასამართი დენის პულსაციის შესამცირებლად.

თუ გამმართველი მართვადია, მაშინ სქემაში შედის დამატებითი კვანძი (6), რომელიც შეიცავს ვენტილების მართვის სისტემას. ავარიული რეჟიმებისას გამმართველის დაზიანებისაგან დასაცავად მის სისტემაში შედის დაცვის და სიგნალიზაციის (5) ბლოკი.



საშემდუღებლო გამმართველის ბლოკ-სქემა.

დამწვევი ძალური ტრანსფორმატორი, როგორც წესი, სამფაზაა, რაც უზრუნველყოფს სამფაზა ქსელის ყველა ფაზის თანაბარ დატვირთვას. გამმართველი ბლოკი გარკვეული სქემით ჩართული ვენტილების ნაკრებია. საშემდუღებლო გამმართველებში იყენებენ ნახევარგამტარულ ვენტილებს: უმართავს – დიოდებს და მართვადს – ტირისტორებს. განსაკუთრებული გავრცელება პოვეს კაუმიწისა და სელენის დიოდებმა და კაუმიწის ტირისტორებმა. ნახევარგამტარი ვენტილების მოქმედება დაფუძნებულია იმაზე, რომ ისინი დენს ატარებენ მხოლოდ ერთი მიმართულებით, რის გამოც მიიღება გამართული საშემდუღებლო დენი.



საშემდუღებლო გამმართველი

1 - გამმართველი ბლოკი; 2 - სახელურები; 3 - დამცველები; 4 - აპარატურის ბლოკი; 5 - ვენტილატორი; 6 - საჭაერო რელე; 7 - ძალური ტრანსფორმატორი; 8 - მეორეული გრაგნილი; 9 - პირველადი გრაგნილი; 10 - ამპერმეტრი; 11 - ნათურა; 12 - გამორთვის ღილაკები; 13 - კაეები; 14 - დენის მარეგულირებელი სახელური; 15 - დენის დიაპაზონების გადამრთველი; 16 - დამიწების საღტეები; 17 - დენის გამრთველები; 18 - დამიწების ჭანჭიკი; 19 - შტეფსელის გამრთველი წრედში შესაერთებელი.

საშემდუღებლო გამმართველების ძირითადი პარამეტრები რეგლამენტირებულია სტანდარტებით, რომელთა შესაბამისად ხელით ელექტრორკალური შედუღების გამმართველები გამოდის 125, 160, 200, 250, 315, 400 და 500 ამპერი დენისათვის, ნომინალური მუშა ძაბვაა 25-დან 40 ვოლტამდე. მექანიზებული და ავტომატური რკალური შედუღების გამმართველები გამოდის 500, 630, 1000, 1250, 1600 და 2000 ამპერზე ნომინალური დენისათვის, მუშა ძაბვაა 46-დან 60 ვოლტამდე.

საშემდუღებლო გამმართველი განკუთვნილია მუდმივი დენით ელექტროსაშემდუღებლო რკალის კვებისათვის ლითონების შედუღების, ჭრის და დადუღებისას სამფაზა კვების დროს ცვლადი დენის წრედიდან. შედგება:

- მოძრავი პირველადი კოჭებიანი დამწვევი სამფაზა ძალური საშემდუღებლო ტრანსფორმატორისგან,
- გამმართველი ბლოკისგან (ვენტილატორით),
- გამწვები და დამცავი აპარატურისგან.

გამმართველის ყველა შემადგენელი ნაწილი განლაგებულია ურიკის კარკასზე და დაცულია ფურცლოვანი ლითონის გარსაცმით.

სამფაზა ძალური ტრანსფორმატორით უზრუნველყოფილია:

- შედუღების პროცესისათვის აუცილებელი ძაბვა;
- გამმართველის ვარდნილი გარე მახასიათებლები;
- საშემდუღებლო რკალის მდგრადი წვა;
- საშემდუღებლო დენის რეგულირება.

ტრანსფორმატორის მოძრავი გრაგნილები სრულდება მინის იზოლაციიანი ალუმინის სადენით. კოჭების ბოლოები სპილენძითაა არმირებული. პირველადი გრაგნილის მოძრავი კოჭები თავსდება სპეციალურ გარსაკრში, რომელიც უზრუნველყოფს მის იზოლაციას გულარისგან. მეორეული გრაგნილის უძრავი კოჭები ჩამაგრებულია

ზედა უდელთან და გულარისგან დაწნეხილი სადებიტაა იზოლირებული. ტრანსფორმატორის გულარი აწვობილია ელექტროტექნიკური ფოლადის გალაქული ფურცლებისაგან. ტრანსფორმატორის ზედა უდლიდან გამოდის სიჩქარის ხრახნის მმართველი. ქანჩის სახელურით ბრუნვისას ხდება პირველადი კოჭების გადაადგილება და შესაბამისად იცვლება მანძილი გრაგნილებს შორის. ცვლადი ძაბვის მუდმივად გარდაქმნა (საშემდუღებლოდ) ხორციელდება ექვსი დიოდისგან შემდგარი გამმართველი ბლოკით.

აუცილებელია გამმართველის ვენტილაცია, რადგან მისი გადახურებისას რელე გამოიწვევს გამშვების კოჭის წრედის გაწყვეტას და გამმართველის წრედიდან გამორთვას.

გამმართველს აქვს საშემდუღებლო დენის რეგულირების ორი დიაპაზონი: მცირე დენისათვის – ტრანსფორმატორის პირველადი და მეორეული გრაგნილების ვარსკვლავურად შეერთებისას და დიდი დენისათვის გრაგნილების სამკუთხა შეერთებისას. საშემდუღებლო დენის დიაპაზონების გადართვა ხორციელდება შესაბამისი გადამრთველით. ყოველი დიაპაზონისთვის მდოვრე გადართვა სრულდება პირველად და მეორად გრაგნილებს შორის მანძილის ცვლით. დაახლოებისას გაბნევის ინდუქციურობა მცირდება, ხოლო საშემდუღებლო დენი მატულობს და პირიქით.

საშემდუღებლო გენერატორი

შედულებისათვის მუდმივი დენის წყაროდ გამმართველებთან ერთად ითვლება საშემდუღებლო გენერატორი. საშემდუღებლო გენერატორი წარმოადგენს საშემდუღებლო გარდამქმნელებისა და საშემდუღებლო აგრეგატების შემადგენელ ნაწილს.

საშემდუღებლო აგრეგატი ეწოდება დანადგარს, რომელიც შედგება საშემდუღებლო გენერატორისა და შიგაწვის ძრავისაგან.

საშემდუღებლო აგრეგატებში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კარბიურატორული ამძრავი და დიზელი. აგრეგატები ძირითადად გამოიყენება ხელით შედულებისას და ჭრისას სავსე პირობებში, ელექტრული ქსელის არარსებობის შემთხვევაში.



საშემდუღებლო აგრეგატი

საშემდუღებლო ინვერტარი

მაღალი სიმძლავრის ნახევარგამტარების კერძოდ ოზილირებული საკეტის მქონე ტრანზისტორების გამოგონების შემდეგ შეიქმნა იმპულსური კვების წყარო, რომელსაც შეუძლია გაუძლოს იმ დატვირთვას, რომელიც საჭიროა ელექტრორკალური შედულებისათვის. სწორედ ამ ტიპის კვების წყაროს იყენებენ საშემდუღებლო ინვერტერში. საშემდუღებლო ინვერტერი ჯერ ცვლად დენს გარდაქმნის მუდმივ დენად, შემდეგ კი დამწვევი ტრანსფორმატორის მეშვეობით გამოიმუშავებს შედულებისათვის საჭირო სასურველი ძაბვისა და ძალის დენს. სხვა ტიპის საშემდუღებლო აგრეგატებთან შედარებით, საშემდუღებლო ინვერტერი უფრო ეფექტურია, მისი მეშვეობით ხორციელდება შედულების პროცესის ზუსტი მართვა.



საშემდუღებლო ინვერტერი

საღენის კვეთის შერჩევა

დენის დასაშვები სიმკვრივიდან გამომდინარე, სადენების შერჩევა ხდება მათი გახურების პირობების შესაბამისად.

მიმყვანი სადენების მნიშვნელოვანი სიგრძის შემთხვევაში (50 მ-ზე მეტი), როგორც წესი, სადენებში ძაბვის ვარდნის შემოწმება ხდება, რომელიც 4-5%-ს არ უნდა აღემატებოდეს. სადენები, ასეთ შემთხვევაში, უნდა იყოს რეზინის იზოლაციით.

კვეთის საღენების შერჩევა

მუდმივი დენის ელექტროსაშემდუღებლო ასინქრონული ელექტროძრავას ქსელთან მიერთებისათვის, სადენების კვეთის შერჩევა ხდება დენის მიხედვით, რომელსაც მოიხმარს ელექტროძრავა ნომინალური დატვირთვისას.

ელექტროძრავას დენის სიდიდე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

I = W / (1.73U cosφη)

სადაც W ელექტროძრავას ნომინალური სიმძლავრეა ვტ-ებით;

U – მკვებავი ქსელის ძაბვა ვ-ებით;

cosφ – ელექტროძრავას სიმძლავრის კოეფიციენტი;

η – ელექტროძრავის მქ კოეფიციენტი;

ანგარიშის დროს მიღებულია, რომ

cosφ=0,8; η=0,8-0,87.

მიმყვანი სადენების მნიშვნელოვანი სიგრძის შემთხვევაში ძაბვის ვარდნა განისაზღვრება ფორმულით

e = (1.73Iρl) / S

სადაც e ძაბვის ვარდნაა ვ-ებით;

I – ელექტროძრავის დენის სიდიდე ა-ებით;

ρ – საღენის ხვედრითი წინაღობა (სპილენძისათვის ρ=0,0175);

l – მიმყვანი საღენის სიგრძე მ-ებით;

S – მიმყვანი საღენის განივკვეთი მმ²-ებით.

მკვებავ ქსელთან საშემდუღებლო ტრანსფორმატორის მიერთების საღენის განივკვეთის შერჩევა ხდება ტრანსფორმატორების პირველადი დენის სიდიდისა და გამომდინარე, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

I = VA / U

სადაც VA ტრანსფორმატორის ვოლტამპერია

U – ტრანსფორმატორის პირველადი ქსელის ძაბვა ვ-ებით;

ძაბვის ვარდნა მიმყვან სადენებში განისაზღვრება ფორმულით

e = (2Iρl) / S

სადაც e ძაბვის ვარდნაა ვ-ებით;

I – ტრანსფორმატორის პირველადი ქსელის დენი;

ρ – საღენის ხვედრითი წინაღობა;

l – საღენის სიგრძე მ-ებით;

S – საღენის განივკვეთი მმ²-ებით.

საშემდუღებლო წრედის საღენის შერჩევა

საშემდუღებლო საღენის სიგრძის სიმცირის შემთხვევაში მძისი შერჩევა (სპილენძის სადენებისათვის) კვეთის მიხედვით შეიძლება ქვემოთ მოცემული ცხრილიდან.

დასაშვები უდიდესი დენი ა-ებით	საღენის განივკვეთი მმ²-ებით	
	ცალფა	ორმაგი
200	25	–
300	50	2×16
450	70	2×25
600	95	2×35

სამშენებლო მოედანზე მუშაობის შემთხვევაში საშემდუღებლო სადენების სიგრძემ შეიძლება მიაღწიოს 50-150 მ-ს. ასეთი სიგრძის საშემდუღებლო სადენების შემთხვევაში ძაბვის ვარდნა ზოგჯერ დიდია, რამაც შეიძლება უარყოფითი გავლენა მოახდინოს შენადული ნაკერის ხარისხზე. ასეთ შემთხვევაში ისინჯება საშემდუღებლო სადენები ძაბვის ვარდნაზე, რომლის გათვლა ხდება ფორმულით

e = (2I_{შვდ}ρl) / S

სადაც e ძაბვის ვარდნაა ვ-ებით;

I_{შვდ} – საშემდუღებლო დენის სიდიდე ა-ებით;

ρ – სადენის ხვედრითი წინაღობა;
 l – სადენის სიგრძე მეტრით;
 S – სადენის განივკვეთი მმ²-ებით.

საშემდუღებლო გენერატორის ან ტრანსფორმატორის სამუშაო ძაბვა უნდა აჭარბებდეს რკალში და საშემდუღებლო სადენებში ძაბვის ვარდნას.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ელექტროსაშემდუღებლო გენერატორის მუშა ძაბვა ჩვეულებრივ 30-35 ვ-ს შეადგენს, ხოლო რკალში ძაბვის ვარდნა ხელით ელექტრორკალური შედუღებისას 18-25 ვ-ია, შეიძლება დაგუშვათ, რომ სადენში ძაბვის ვარდნა შეიძლება იყოს 10-12 ვ.

საშემდუღებლო სადენებში ძაბვის შესაძლო ვარდნის გაანგარიშებისათვის აუცილებლად საჭიროა ელექტროსაშემდუღებლო გენერატორის მუშა ძაბვა განსაზღვრულ იქნეს მისი სტატისტიკური მახასიათებლიდან.

საშემდუღებლო წრედში სპილენძის, ალუმინის ან ფოლადის სალტეების გამოყენებისას მათ განივკვეთს ანგარიშობენ დენის დასაშვები სიმკვრივის შემდეგი ნორმებიდან:

სპილენძის სალტეები 150-200 ა/სმ²

ალუმინის სალტეები 110-150 ა/სმ²

ფოლადის სალტეები (მუდმივი დენი) 45-60 ა/სმ²

მუდმივი დენის ღარული გატარების შემთხვევაში, გამოყენებული სალტეების კვეთის ფორმას (ზოლური, გონიოსებრი, წრიული, კვადრატული და ა.შ.) არსებითი მნიშვნელობა არა აქვს.

ცვლადი დენის შემთხვევაში უპირატესად ზოლური და გონიოსებრი სალტეები გამოიყენება.

ფოლადის სალტეებში ძაბვის ვარდნა ცვლადი დენის შემთხვევაში, შეიძლება 60-70%-ს მიაღწიოს.

საშემდუღებლო მოწყობილობის ძირითადი უწყისრიბობა და მისი თავიდან აცილება. უწყისრიბობა მუდმივი დენის გენერატორში

1. გენერატორის მუსების ძლიერი პერწკლა მუსებისა და კოლექტორის ზედაპირს შორის ცუდი კონტაქტის შედეგია. ცუდი კონტაქტი შეიძლება გამოწვეული იყოს: ა) კოლექტორის ჭუჭყიანი ზედაპირით; ბ) მუსების ცვეთით; გ)

კოლექტორის ზედაპირის ელიფსური ფორმით და დ) ფირფიტებს შორის ქარსის ამობურცული ნაწილების არსებობით. აღნიშნული უწყისრიბობების აღმოფხვრა შეიძლება: ა) კოლექტორის მინისებრი ქაღალდით გაწმენდით; ბ) მუსების გამოცვლით და მიხეხვით; გ) კოლექტორის გაჩარხვით და დ) ფირფიტებს შორის გამობურცული ქარსის გაწმენდით სპეციალური საფხეკით 1 მმ სიღრმეზე.

2. აგრეგატის მუშაობისას გენერატორის მომჭერებზე ძაბვა არ არსებობს. მიზეზები: ა) ალგზნების წრედის გაწყვეტა; ბ) გენერატორის მუსების ცუდი კონტაქტი; გ) გენერატორი განმაგნიტდა.

უწყისრიბობის გასწორებისათვის აუცილებელია: ა) ინდუქტორით ან ნათურით გამოვლენილ იქნეს ქსელის გაწყვეტის ადგილი და გასწორდეს; ბ) გაიწმინდოს კოლექტორი და მიიხეხოს მუსები; გ) განმაგნიტებული გენერატორის ალგზნების ხვიის მიერთებით სხვა მუდმივი დენის ელექტროსაშემდუღებლო აგრეგატთან დამაგნიტდეს. ამასთან უნდა შემოწმდეს დენის მიმართულების სისწორე, რათა თავიდან იქნეს აცილებული უკუდამაგნიტება.

3. ხდება ალგზნების ხვიის გადახურება. მიზეზებად შეიძლება აღმოჩნდეს: ა) მარეგულირებელი რეოსტატის მცირე წინაღობა; ბ) რომელიმე ხვიებს შორის ან მეზობელ ხვიებს შორის მოკლე ჩართვა (შუნტური თანამიმდევრობით). უწყისრიბობების აღმოფხვრა: ა) შეიცვალოს რეოსტატი ან დაემატოს მას წინაღობა; ბ) გამოვლინდეს მოკლე ჩართვა და შეკეთდეს ხვიები.

4. გენერატორის ღუზა ძალიან ხურდება. მიზეზები: ა) გენერატორის გადამეტვირთვა (ზედმეტად დატვირთვა); ბ) ღუზის ხვიებს შორის მოკლე ჩართვა; გ) კოლექტორის ფირფიტებს შორის მოკლე ჩართვა.

უწყისრიბობის აღმოფხვრისათვის საჭიროა: ა) შეწყდეს მუშაობა და ღუზის გაცივების შემდეგ მუშაობა განახლდეს გადამეტვირთვის გარეშე; ბ) აღმოჩენილ იქნეს მოკლე ჩართვა და აღმოფხვრას.

უწესრიგობა საშემდუღებლო ტრანსფორმატორში

1. ტრანსფორმატორი არანორმალურად ვიბრირებს და გადამეტხურდება. ამ შემთხვევის მიზეზი არის პირველად ხვიაში ხვიური მოკლე ჩართვა, რომელიც აუცილებლად უნდა გასწორდეს.
ტრანსფორმატორის ხვიის საგრძნობი დაზიანების შემთხვევაში ტრანსფორმატორი უნდა გაიგზავნოს სახელოსნოში ხვიის გამოცვლის მიზნით.
2. ტრანსფორმატორი იძლევა ძალიან ძლიერ დენს, რომელიც ექვემდებარება რეგულირებას. ასეთი შემთხვევის მიზეზებად შეიძლება აღმოჩნდეს მოკლე ჩართვა დროსელის ხვიების ალმის კლემებს შორის. აუცილებელია მოკლე ჩართვის აღმოჩენა და მისი გასწორება.
3. შედუღებისას დროსელი ძალიან ვიბრირებს. ასეთი უწესრიგობის მიზეზებია: ა) ხრახნული სამაგრების მოშლის ან ბ) ზამბარების დაჭიმვის შესუსტება.
უწესრიგობის აღმოფხვრა: ა) წესრიგში იქნას მოყვანილი ხრახნული ამძრავი; ბ) დაიჭიმოს ზამბარები.
4. ტრანსფორმატორის გულარის ან დროსელის გადამეტხურება. გადამეტხურება დაკავშირებულია გულარის და სარტების იზოლაციის წყობიდან გამოსვლასთან. უწესრიგობის გასწორება, ამ შემთხვევაში, შესაძლებელია მხოლოდ სარემონტო სახელოსნოში.

ბანველილი მასალის გაშეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. დროის მონაკვეთი ძაბვის ასაწევად ნულიდან რკალის მეორეული ანთების ძაბვამდე (30 ვ-მდე) არ უნდა აღემატებოდეს:
1) 0,005 ვმ; 0,05 ვმ; 3) 0,5 ვმ; 4) 5 ვმ.
2. საშემდუღებლო რკალში მოკლე ჩართვისას წინაღობის ნულამდე შემცირებისას კვების წყარო იძლევა:
1) მაქსიმალურ დენს; 2) მინიმალურ დენს; 3) მაქსიმალურ ძაბვას; 4) მინიმალურ ძაბვას.
3. კვების წყაროს მომჭერებზე ძაბვა გათიშული საშემდუღებლო რკალისას არის:
1) მუშა ძაბვა; 2) უქმი სვლის ძაბვა; 3) მოკლე ჩართვის დენი; 4) ნომინალური რეჟიმი.
4. ხელით რკალური შედუღებისას საშემდუღებლო რკალის ელექტრული სიმძლავრე არის:
1) 1-2 კვტ; 2) 3-5 კვტ; 3) 6-8 კვტ; 4) 10-20 კვტ.
5. ელექტრომაგნიტური აპარატი, რომელიც ცვლადი დენის ერთი ძაბვის ენერგიას გარდაქმნის ცვლადი დენის მეორე ძაბვად, არის:
1) ტრანსფორმატორი; 2) გამმართველი; 3) გენერატორი; 4) გარდამქმნელი.
6. ელექტრული აპარტი, რომელიც ნახევარგამტარი ხელსაწყოების საშუალებით, სამფაზა ქსელის ცვლად დენს გარდაქმნის მუდმივად, არის:
1) ტრანსფორმატორი; 2) გამმართველი; 3) გენერატორი; 4) გარდამქმნელი.
7. ელექტრული აპარატი, რომელიც მექანიკურ ენერგიას გარდაქმნის ელექტრულად, არის:
1) ტრანსფორმატორი; 2) გამმართველი; 3) გენერატორი; 4) გარდამქმნელი.
8. დანადგარი, რომელიც შედგება საშემდუღებლო გენერატორისა და ამძრავი სამფაზა ასინქრონული ელექტროძრავასაგან, არის:
1) ტრანსფორმატორი; 2) გამმართველი; 3) გენერატორი; 4) გარდამქმნელი.
9. დანადგარი, რომელიც შედგება საშემდუღებლო გენერატორისა და შიგაწვის ძრავასაგან არის:
1) ტრანსფორმატორი; 2) გამმართველი; 3) გენერატორი; 4) საშემდუღებლო აგრეგატი.
10. ხელით ელექტრორკალური შედუღების წყაროს გარე მახასიათებლებია:
1) ვარდნითი; 2) დამრეცი; 3) ხისტი; 4) მზარდი.

ხელით ელექტრორეკალური შედულების საფუძვლები

საშემდუღებლო შეერთება და ნაკერი

ამ თავში შეისწავლით საშემდუღებლო შეერთებების ტიპებს, მათ კლასიფიკაციას, გაეცნობით შენადული ნაკერების გეომეტრიულ პარამეტრებს, შენადული ნაკერების აღნიშვნის წესს, კონსტრუქციების მიხედვით შენადული შეერთებების სახეების ანგარიშის მეთოდებს

საშემდუღებლო შეერთების ტიპები

ტერმინები და განსაზღვრებები. ტერმინები და განსაზღვრებები საშემდუღებლო კონსტრუქციების, კვანძების, შეერთებებისა და ნაკერებისათვის დადგენილია საერთაშორისო ნორმებით, სტანდარტებით.



შეერთება ნაკეთობის ნაწილების კონსტრუქციული დამაგრებაა. არსებობს გასართი (ჭანჭიკური) შეერთება, რომელიც შეიძლება დაშალო და შემდეგ ისევ ააწყო, და არაგასართი (საშემდუღებლო და მოქლონური) შეერთება.

საშემდუღებლო შეერთება ეწოდება შედუღებით შეერთებულ ორი და მეტი ელემენტის (დეტალის) არაგასართ შეერთებას. საშემდუღებლო შეერთებაში შედის საშემდუღებლო ნაკერი, მასთან მომიჯნავე ძირითადი ლითონის ზონა, რომელიც შედუღების თერმული ზემოქმედების შედეგად განიცდის სტრუქტურულ, აგრეთვე სხვა ცვლილებებს (თერმული გაგდენის ზონა) და აქვს მასთან მიმდებარე ძირითადი ლითონის უბნები.

საშემდუღებლო ნაკერი არის საშემდუღებლო შეერთების უბანი, რომელიც

მელიც ყალიბდება გამდნარი ლითონის კრისტალიზაციის შედეგად; წნევით შედუღების შემთხვევაში პლასტიკური დეფორმაციის გამო ან ორივეს კრისტალიზაციის და დეფორმაციის შეთავსებით.

საშემდუღებლო კვანძი არის საშემდუღებლო კონსტრუქციის ნაწილი, რომელშიც შედუღებულია ურთიერთმიმდებარე ელემენტები.

საშემდუღებლო კონსტრუქცია ეწოდება ლითონურ კონსტრუქციას, რომელიც მზადდება შედუღების მეშვეობით ცალკეული დეტალების ან კვანძებისაგან.

ძირითადი ლითონი ეწოდება შედუღებით შეერთებული ლითონის დეტალებს ან კვანძებს.

მისართი ლითონი ეწოდება რკალის ზონის გამდნარ ლითონში დამატებით მიწოდებულ ლითონს.

დადუღებული ლითონი ეწოდება საშემდუღებლო აბაზანაში შეყვანილ ან ძირითად ლითონზე დადუღებულ გამდნარ მისართ ლითონს.

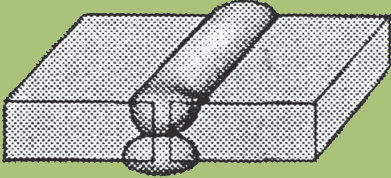
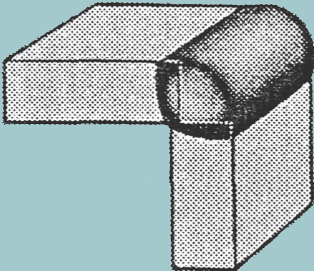
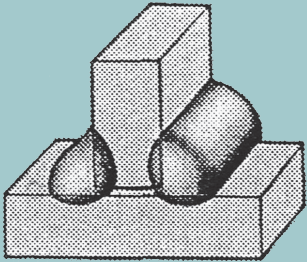
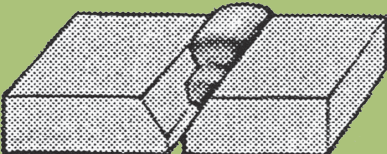
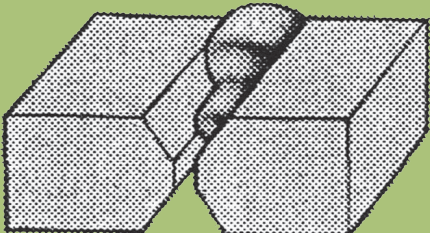
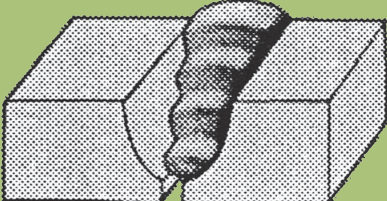
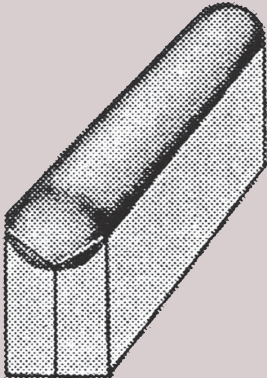
ნაკერის ლითონი ეწოდება შენადნობს, რომელიც წარმოიქმნება გამდნარი ძირითადი ლითონით ან ძირითადი და გამდნარი ლითონებით.

შენადული ნაკერების მუშაობის უნარი განისაზღვრება შენადული შეერთების ტიპით, შენადული შეერთებებისა და ნაკერების ფორმითა და ზომებით, მათი განლაგებით მოქმედი ძალების მიმართ შეფარდებით, შენადული ნაკერიდან ძირითად ლითონზე გადასვლის სიმდოვრით და სხვა.

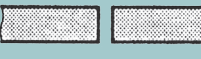
შენადული შეერთების ტიპის შერჩევისას ითვალისწინებენ ექსპლუატაციის პირობებს (სტატიკური ან დინამიკური დატვირთვები), შენადული კონსტრუქციის დამზადების ხერხს და პირობებს (ხელით ან ავტომატური შედუღება, ქარხნის ან სამონტაჟო პირობებში), ძირითადი ლითონის ეკონომიას, ელექტროდებს და სხვა.

შენადული შეერთებების ტიპები. შესაერთებელი დეტალების (ელემენტების) შეუღლების ფორმის მიხედვით განარჩევენ შენადული შეერთებების ტიპებს: პირაპირა, კუთხური, ტესებრი, პირგადადებით, ტორსული

შენაღული შეერთებების ძირითადი ტიპები

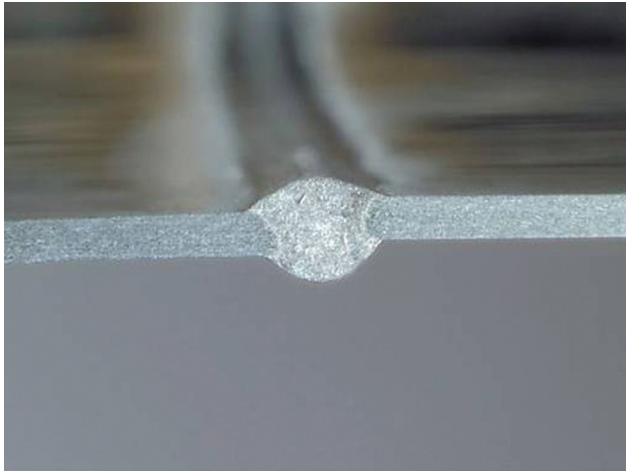
პირაპირა	კუთხურები	ტესებრი
ნაწიბურების ცერობის გარეშე	ნაწიბურების ცერობის გარეშე	
		
V-ს მაგვარი ნაწიბურების ცერობით	ერთი ნაწიბურის ცერობით	
		
X-ს მაგვარი ნაწიბურების ცერობით	ერთი ნაწიბურის ორი ცერობით	
		
ნაწიბურების ირიბი ცერობით		
		
პირგადადებითი		ტორსული
ნაწიბურების ცერობის გარეშე		

შენადგული შეერთებების ძირითადი ტიპები, კონსტრუქციული ელემენტები და ზომები მოცემულია ცხრილში ქვემოთ.

შეერთების ტიპი	მომზადებული ნაწიბურების ფორმა	შესადგულებელი ნაკერის სახე	განივი კვეთის ფორმა		შესადგულებელი დეტალების სისქე, მმ
			დამზადებული ნაწიბურების	შესადგულებელი ნაკერის	
პირაპირა	მოქიმივით	ცალმხრივი			1-4
	ცერობის გარეშე	ცალმხრივი			1-6
	ცერობის გარეშე	ორმხრივი			3-8
	V-ს მაგვარი ცერობით	ცალმხრივი			3-60
	X-ს მაგვარი ცერობით	ორმხრივი			8-120
	K-ს მაგვარი ცერობით	ორმხრივი			8-100
	მრუდხაზა ცერობით	ორმხრივი			15-100
კუთხური	ცერობის გარეშე	ორმხრივი			2-30
	ცერობა ერთი ნაწიბურით	ორმხრივი			3-60
ტესებრი	ცერობის გარეშე	ორმხრივი			4-40
	ერთი ნაწიბური ორი ცერობით	ორმხრივი			8-100
პირგადადებითი	ცერობის გარეშე	ორმხრივი			2-60

პირაპირა შეერთება წარმოადგენს ორი ელემენტის შენადგულ შეერთებას, რომელიც განლაგებულია ერთ სიბრტყეში და ტორსული ზედაპირებით ერთიმეორის მომიჯნავეა. განარჩევენ შემდეგ პირაპირა შეერთებებს: მოქიმივით, ნაწიბურის ცერობის გარეშე, ცალმხრივი ცერობით (V-ს მაგვარი), ორმხრივი ცერობით (X-ის მაგვარი), ნაწიბურების მრუდწირული ცერობით.

პირაპირა შეერთება უფრო მეტად გავრცელებულია შენადგულ კონსტრუქციებში, რადგან მას სხვა სახის შეერთებებთან შედარებით მრავალი უპირატესობა აქვს. მას გამოიყენებენ შესადგულებელი დეტალების სისქის ფართო დიაპაზონში. მილიმეტრის მეათედი ნაწილიდან ასეულ მილიმეტრამდე, თითქმის ყველა სახის შედულების

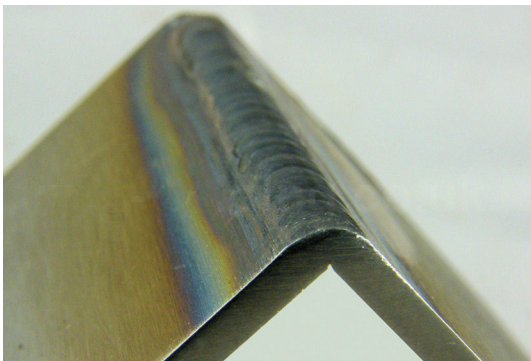


პირაპირა შეერთება

შემთხვევაში. პირაპირა შედუღებისას ნაკერის წარმოქმნაზე იხარჯება ნაკლები მისართი მასალა, იოლი და მოსახერხებელია ხარისხის კონტროლი. თუმცა პირაპირა შეერთება მოითხოვს დეტალების უფრო მეტად ზუსტ აწყობას დნობით შედუღებისათვის დაცული უნდა იყოს თანაბარი ღრეო ნაწიბურებს შორის დეტალის მთელ სიგრძეზე. განსაკუთრებით ძნელია დამუშავდეს და მოერგოს გრძელი (რამდენიმე მეტრამდე) პირაპირის ნაწიბურები და პროფილური ნაგლინის (კუთხოვანები, შველერები და სხვ.) ნაწიბურები.

კუთხური შეერთება ორი ელემენტის შენადული შეერთებაა, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ კუთხით არიან განლაგებულნი. კუთხური შეერთებები ფართოდ გამოიყენება მანქანათმშენებლობაში, აგრეთვე სამშენებლო კონსტრუქციებში (კოჭებში, ანძებში, წამწებში და სხვ.)

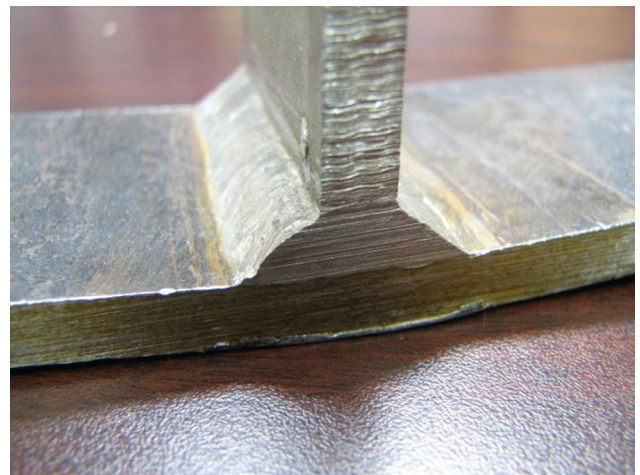
კუთხური შეერთებების ნაკერები სასურველია შესრულდეს ქვედა მდებარეობაში, რომელსაც “ნავში” შედუღებას უწოდებენ. ასეთ მდებარეობაში უზრუნველყოფილია შენადული ნაკერის ფორმირების საუკეთესო პირობები.



კუთხური შეერთება

ტესებრი შეერთება – ისეთი შეერთებაა, რომელშიც ერთი ელემენტის გვერდით ზედაპირთან კუთხით მიერთული და ტორსით მიდუღებულია მეორე ელემენტი. როგორც წესი ელემენტებს შორის კუთხე – მართი კუთხეა.

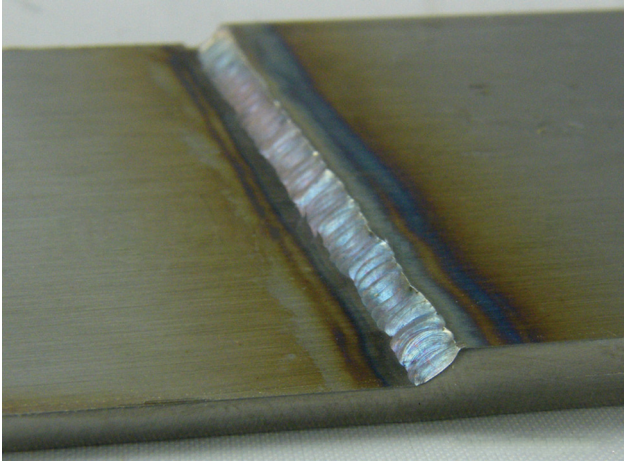
კუთხური და ტესებრი შეერთებები, ჩვეულებრივ, განისაზღვრება შესადუღებელი ნაკეთობის კონსტრუქციის თავისებურებით. შესაერთებელი დეტალების დიდი სისქის შემთხვევაში პირაპირა, კუთხურ და ტესებრ შეერთებებში უნდა შესრულდეს გამოყვანა, რომელიც უზრუნველყოფს ნაწიბურების სრული დადუღების შესაძლებლობას.



ტესებრი შეერთება

პირგადადებითი შეერთება არის შენადული შეერთება, რომელშიც შესაერთებელი ელემენტები განლაგებულია პარალელურად და ნაწილობრივ გადახურავს ერთმანეთს. ეს შეერთებები შეიძლება იყოს როგორც ცალმხრივი, ისე ორმხრივი ნაკერებით.

პირგადადებითი შეერთებები არ საჭიროებს ნაწიბურების გამოყვანას (დამუშავებას), ეს მისი ერთ-ერთი უპირატესობაა. ისინი გამოირჩევიან აწყობის სიმარტივით: პირგადადების სიდიდის ხარჯზე შეიძლება ასაწობი დეტალის ზომების მორგება, გაიზარდოს დაშვება დეტალების ნაწიბურების არაპარალელურობაზე. მაგრამ პირგადადება მოითხოვს ძირითადი ლითონის ხარჯის გაზრდას – პირგადადების სიდიდე უნდა იყოს არანაკლებ სამი სისქისა შესადუღებელი დეტალების შედარებით თხელ დეტალთან. დეტალებს შორის ხერგელში (ჭვრიტე) პირგადადების სიგრძეზე

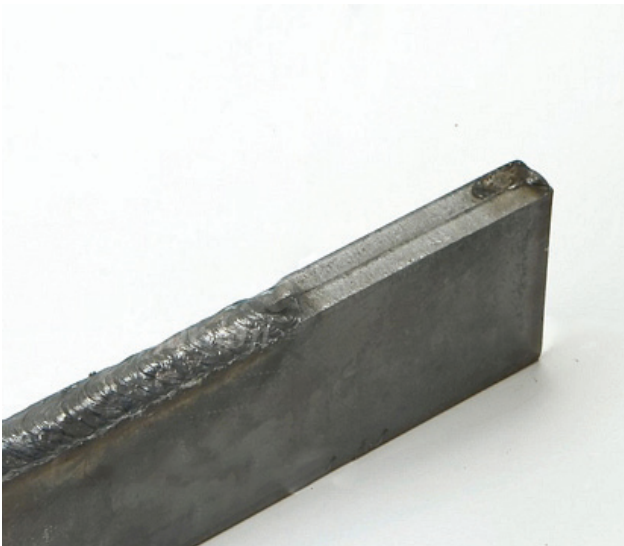


პირგადადებითი შეერთება

შეიძლება მოხვდეს ტენი, რასაც შეუძლია გამოიწვიოს შენადული ნაკერის კოროზია. პირგადადებითი შეერთებაში შენადული ნაკერები განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეში, ექსპლუატაციისას მათში წარმოიქმნება რთული დაძაბული მდგომარეობა, ამიტომ პირგადადებითი შეერთება ცვალებადი ან დინამიური დატვირთვებისას ცუდად მუშაობს.

პირგადადებითი შეერთება ფართოდ გამოიყენება რეზერვუარების, ანძების წამწების, სვეტებისა და სხვა კონსტრუქციების დამზადებისას.

ტორსული შეერთება არის შეერთება, რომელშიც ელემენტების გვერდითი ზედაპირები მართულია (მომიჯნავეა) ერთმანეთთან, ხოლო ნაკერი შესრულებულია ერთობლივად ორივე დეტალის ტორსებზე. მისი პირობითი აღნიშვნა სტანდარტში ჯერჯერობით არ არსებობს.



ტორსული შეერთება

გარდა პირაპირა, ტესებრი, პირგადადებითი, კუთხური შეერთებებისა, გამოიყენება შეერთება ნაწიბურში შედუღებაში შესადუღებელი ელემენტების 3 მმ-მდე სისქის დროს და განაჭერი შეერთებები, რომლებსაც აქვთ განაჭერი პირგადადებითი შედუღების ერთ-ერთ დეტალში. განაჭერ შეერთებებს მრგვალი და წაგრძელებული ნახვრეტი (ხვრელი) აქვს. იმ შემთხვევაში თუ ნახვრეტის დიამეტრი 30 მმ-ს აღემატება, შედუღება მისი სრული შევსების გარეშე სრულდება ნახვრეტის შიგა კონსტრუქციის მიხედვით.

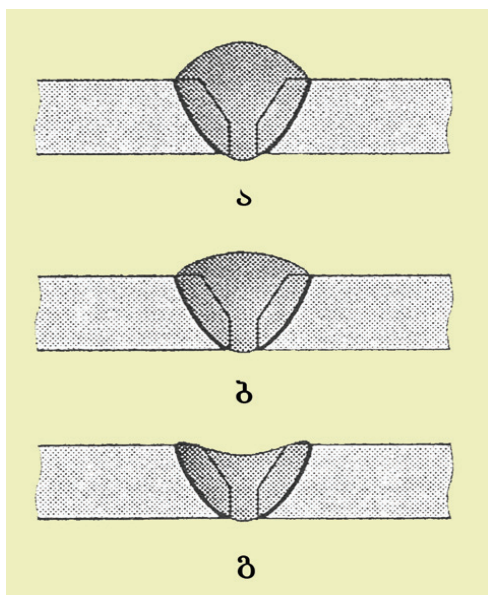
საშემდუღებლო ნაკერები შეერთების ტიპის მიხედვით იყოფა პირაპირად (პირაპირა შეერთებებში) და კუთხურად (კუთხურ, ტესებრი და პირგადადებითი შეერთებისას).

საშემდუღებლო ნაკერების კლასიფიკაცია

შენადული ნაკერი წარმოადგენს შენადული შეერთების ელემენტს, რომელიც წარმოიქმნება შედუღების დროს საშემდუღებლო რკალის ხაზზე გადაადგილების პროცესში საშემდუღებლო აბაზანის გამდნარი ლითონის კრისტალიზაციის (გამყარების) შემდეგ.

შენადული ნაკერები რიგი ნიშანთვისების მიხედვით კლასიფიცირდება.

- გარეგნობის მიხედვით ნაკერებს ყოფენ ამოზნექილ, ნორმალურ, ჩაზნექილ ნაკერებად. როგორც წესი ყველა ნაკერი სრულდება მცირე გაძლიერებით (ამოზნექილობით). თუ მოთხოვნილება ნაკერზე გაძლიერების გარეშეა, ეს მითითებული უნდა იყოს ნახაზზე. თუ კუთხური ნაკერები სრულდება შესუსტებული (ჩაზნექილი) ასეთი მოთხოვნებიც უნდა აღინიშნოს ნახაზზე. ასეთი ნაკერები საჭიროა შენადული შეერთების მუშაობის გასაუმჯობესებლად. მაგალითად, გარდამავალი დატვირთვებისას. შესუსტებული პირაპირა ნაკერების შესრულება არ შეიძლება, ჩაზნექილობა ასეთ შემთხვევაში წუნად ითვლება.
- შენადული ნაკერების ზომების გაზრდა, მოცემულ ზომებთან შედარებით, იწვევს შენადული კონსტრუქციის მასის გაზრდას, რაც ელექტროდის ხარჯს ზრდის.



ნაკერების კლასიფიკაცია გარე სახით
 ა) ამოზნექილი; ბ) ნორმალური;
 გ) ჩაღუნული.

წვევტილი ნაკერია, რომელსაც შუალედები განლაგებული აქვს კედლის ორივე მხარეს ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ.

შედგად იზრდება შენადული კონსტრუქციის თვითღირებულება და იზრდება საშემდურებლო სამუშაოების შრომატევადობაც.

• სიგრძის მიხედვით ნაკერები შეიძლება იყოს უწვევტი და წვევტილი. ძირითადად სრულდება უწვევტი ნაკერები.

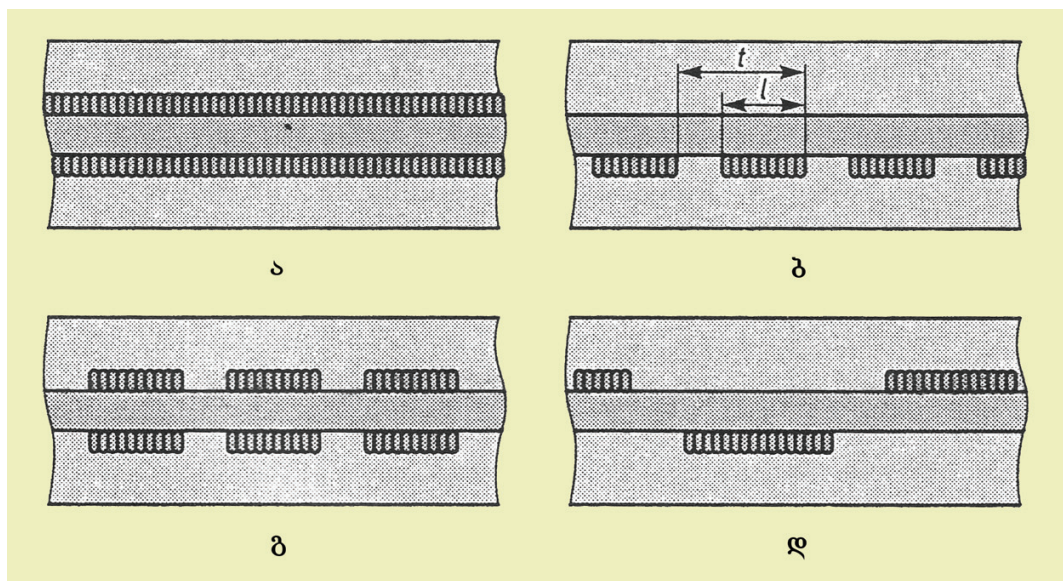
უწვევტი ნაკერი – შენადული ნაკერი სიგრძეში შუალედების გარეშე.

წვევტილი ნაკერი – შენადული ნაკერი სიგრძეში შუალედებით.

წვევტილ ნაკერებს ჩვეულებრივ იყენებენ კონსტრუქციაზე მოქმედი მცირე დატვირთვების დროს.

აქ ორმხრივი, წვევტილია და ა.შ., შეერთების ტესმაგვარი ნაკერი არსებობს ორმხრივ წვევტილი, ცალმხრივ წვევტილი, ორმხრივ ჯაჭვური, ორმხრივ ჭადრაკული.

ჯაჭვური წვევტილი ნაკერი – ორმხრივ



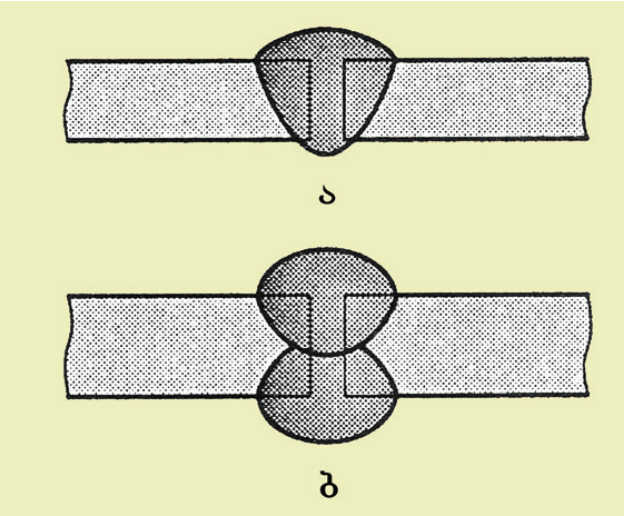
ნაკერების კლასიფიკაცია განფენილობის მიხედვით
 ა) ორმხრივ უწვევტი; ბ) ერთმხრივ წვევტილი; გ) ორმხრივ ჯაჭვური; დ) ორმხრივ ჭადრაკული. 1 – ნაკერის სიგრძე; t – ბიჯი.



ჭადრაკული წვევტილი ნაკერი – ორმხრივ წვევტილი ნაკერია, რომლის შუალედები კედლის ერთ მხარეს განლაგებულია კედლის მეორე მხარის ნაკერის შენადული უბნის საწინააღმდეგოდ.

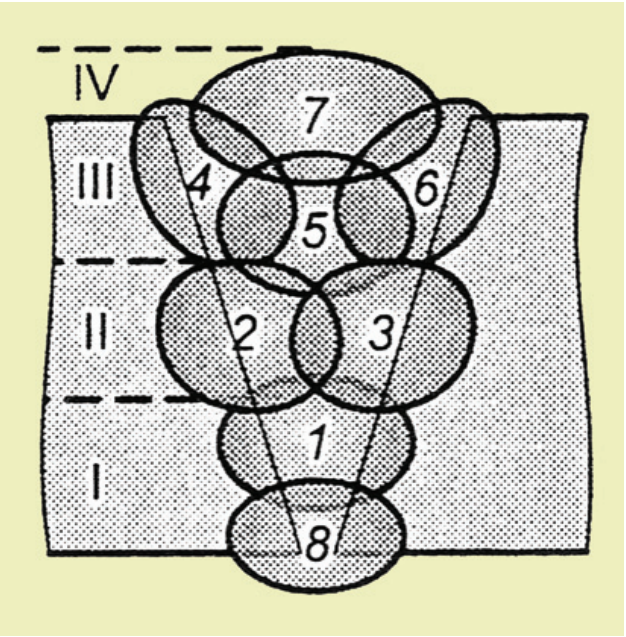
• შესრულების მიხედვით ნაკერებს ყოფენ ცალმხრივ და ორმხრივ ნაკერებად. ნაკერები სრულდება როგორც დაკიდებულ მდგომარეობაში, ისე სხვადასხვა ქვესადების და ფლუსის ბალიშებზე. ორმხრივი ნაკერის მომცრო ნაწილი,

რომელიც გაწვის თავიდან აცილების მიზნით შემდგომი შედუღების დროს წინასწარ ან ბოლოს შედუღებულს ნაკერის ფესვში, მიღუღებული ნაკერი ეწოდება. ნაკერის ფესვი არის შენადული ნაკერის ნაწილი, რომელიც მისი ზედაპირიდან მეტადაა დაშორებული.



ნაკერების კლასიფიკაცია შესრულების მიხედვით.
 ა) ერთმხრივი; ბ) ორმხრივი

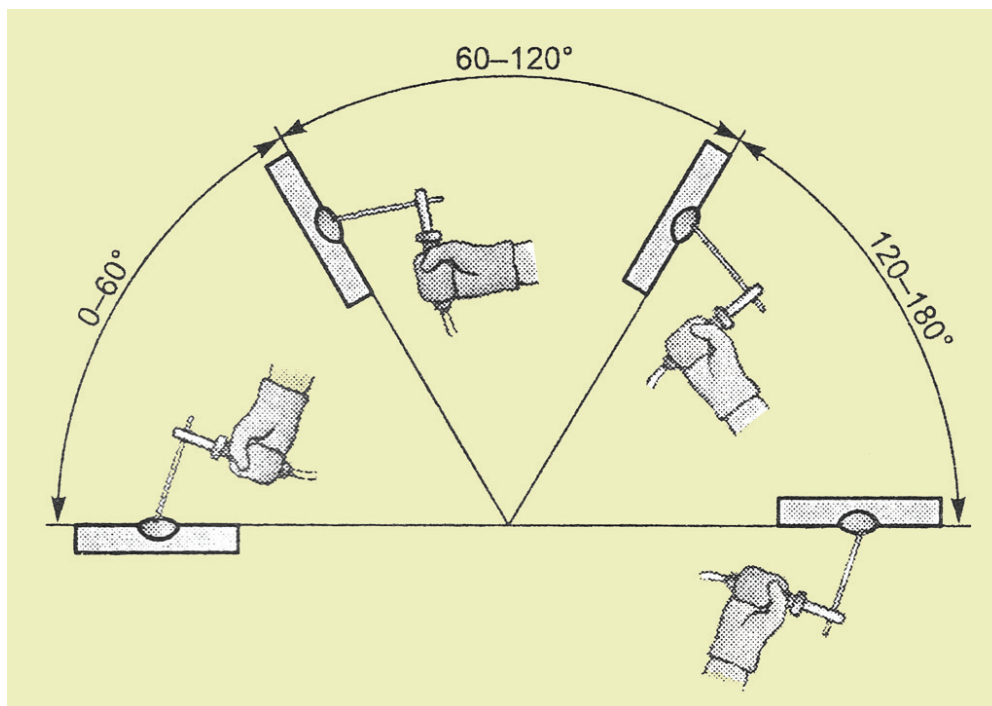
- ფენების და გავლის რიცხვის მიხედვით ნაკერები არსებობს ერთფენოვანი, მრავალფენოვანი, ერთჯერადგანვლადი, მრავალჯერადგანვლადი.



ნაკერების კლასიფიკაცია ფენებისა და გატარებების რაოდენობის მიხედვით:
 I-IV – ფენების რიცხვი; 1-8 – გატარებების რიცხვი.



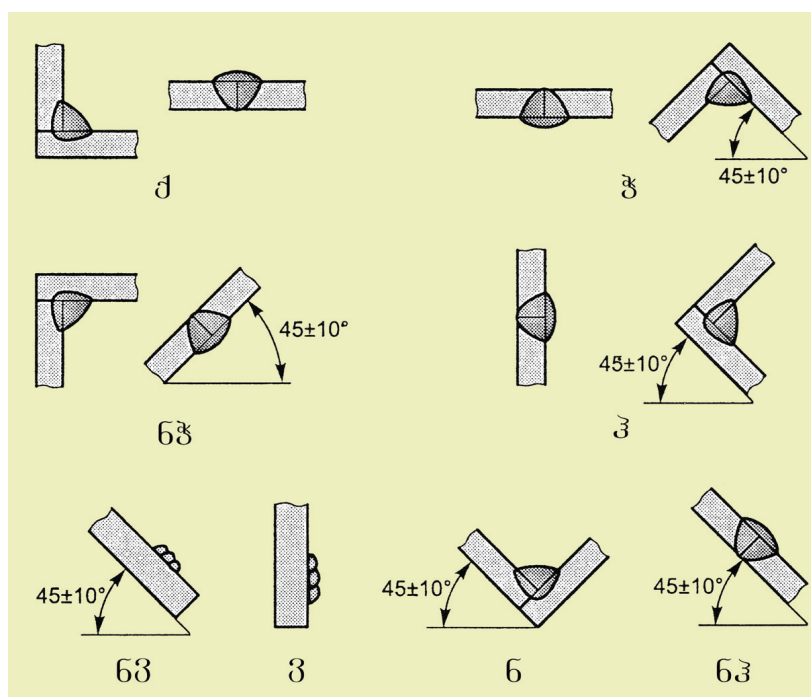
მრავალფენიანი ნაკერი
 შენადული ნაკერის ფენა – შენადული ნაკერის ლითონის ნაწილია, რომელიც შედგება ერთი ან რამდენიმე ლილვაკისაგან, რომლებიც განლაგებულია ნაკერის განივი კვეთის ერთ შრეზე.
ლილვაკი – შენადული ნაკერის ლითონია, დადუღებული ან გადადუღებული ერთი გავლის შედეგად. შედუღების მრავალფენოვანი ნაკერის თითოეული ფენა განიცდის მოწვას შემდგომი ფენის დადების (დადუღების) დროს. შენადული ნაკერის ლითონზე ასეთი თბური ზემოქმედების შედეგად უმჯობესდება მისი სტრუქტურა და მექანიკური თვისებები. თითოეული ფენის სისქე, მრავალფენოვან ნაკერში, დაახლოებით 5-6 მმ-ია.
 მოქმედი ძალვის მიხედვით ნაკერები იყოფა გრძივ (ფლანგის), განივ (შუბლის, ფრონტალური), კომბინირებულ და ირიბ ნაკერებად P ძალვის მიმართ განივი (შუბლის, ფრონტალური) ნაკერი განლაგებულია პერპენდიკულარულად, გრძივი (ფლანგური) – პარალელურად, ხოლო ირიბი – კუთხით.
 სივრცობრივი მდებარეობის მიხედვით ცნობილია შემდეგი ნაკერები: ქვედა, ჰორიზონტალური, ვერტიკალური და ჭერული



საშემდუღებლო ნაკერების კლასიფიკაცია სივრცეში მათი მდებარეობის მიხედვით

ისინი ერთმანეთისგან განსხვავდება შესადუღებელი დეტალის ზედაპირის ჰორიზონტალის მიმართ კუთხით. მათ შორის შესასრულებლად უფრო ძნელია ჭერული ნაკერი, ხოლო ნაკერი ქვედა მდებარეობაში ყველაზე კარგად ფორმირდება. ჭერული, ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ნაკერების შესრულება ჩვეულებრივ საჭირო ხდება მსხვილგაბარიტის კონსტრუქციების დამზადებისას, განსაკუთრებით კი მონტაჟის მიმდინარეობის პროცესში.

შენადული ნაკერების აღნიშვნის მაგალითები სივრცეში მათი მდებარეობის მიხედვით მოცემულია ნახაზზე ქვემოთ.



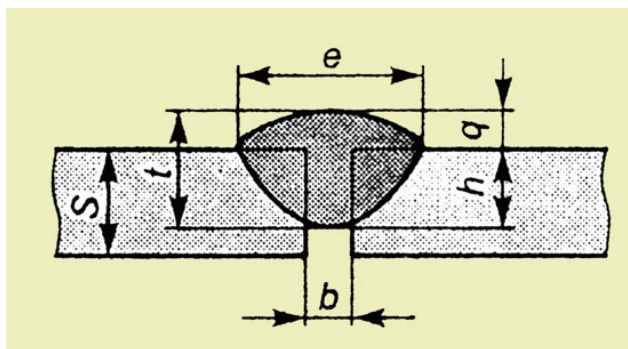
საშემდუღებლო ნაკერების აღნიშვნა სივრცეში მათი მდებარეობის მიხედვით

ქ – ქვედა; ჭ – ჭერის; 6ჭ – ნახევრად ჭერის; ვ – ვერტიკალური; 6ვ – ნახევრად ვერტიკალური; 3 – ჰორიზონტალური; 6 – ნახევრად ჰორიზონტალური.

შენადგული ნაკერის გეომეტრიული პარამეტრები

პირაპირა ნაკერი. პირაპირა ნაკერის გეომეტრიული ფორმის ელემენტებია: ნაკერის სიგანე – e , ნაკერის ამოზნექილობა – q , ჩადულების სიღრმე – h , ნაკერის სისქე – t , ღრეჩო – b , შესადულებელი ლითონის სისქე – s .

შენადგული ნაკერის სიგანე არის დნობით შედულების დროს შედნობის ხილულ ხაზებს შორის მანძილი შენადგული ნაკერის წინა პირზე.



პირაპირა ნაკერების გეომეტრიული პარამეტრები

შენადგული ნაკერის ამოზნექილობა განისაზღვრება მანძილით, რომელიც გადის შენადგული ნაკერის ხილული ხაზების საზღვრებში ძირითადი ლითონის მიმართ და შენადგული ნაკერის ზედაპირის სიბრტყეს შორის, რომლის ყველაზე მეტი ზომაც ამოზნექილ ადგილშია.

ჩადნობის (ჩადულების) სიღრმე თავისთავად ნაკერის ჭრილში ძირითადი ლითონის გადნობის ყველაზე დრმა ადგილია. ეს არის შეერთების შესადულებელი ელემენტების ჩადნობის (ჩადულების) სიღრმე.

ნაკერის სისქე შედგება შენადგული ნაკერის ამოზნექილობისა და ჩადნობის (ჩადულების) სიღრმისაგან ($t=q+h$).

ღრეჩო არის დაშორება შესრულებული ელემენტების წიბოებს შორის. ღრეჩოს დაყენება ხდება შესადულებელი ლითონის სისქის მიხედვით და შეადგენს 0-5 მმ-ს (დიდი ზომა – სქელი ლითონისათვის).

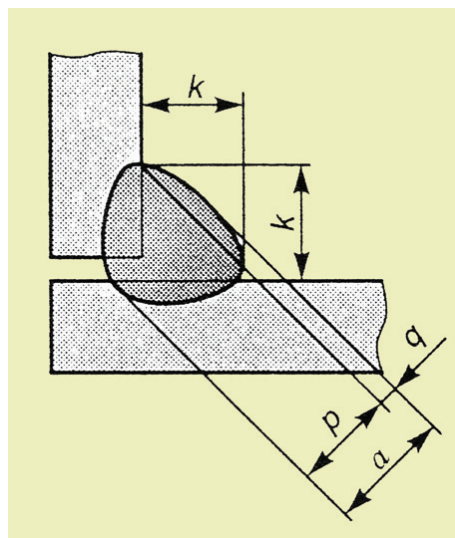
ნაკერის ფორმის მახასიათებელი არის შენადგული ნაკერის ფორმის K_n კოეფიციენტი ეს ის კოეფიციენტია, რომელიც გამოისახება პირაპირა ან კუთხური ნაკერის

სიგანის შეფარდებით მის სისქესთან. პირაპირა ნაკერისათვის $K_n=e/t$. ოპტიმალური K_n 1,2-დან 2-მდეა (შეიძლება იცვლებოდეს 0,5-4-ის ფარგლებში).

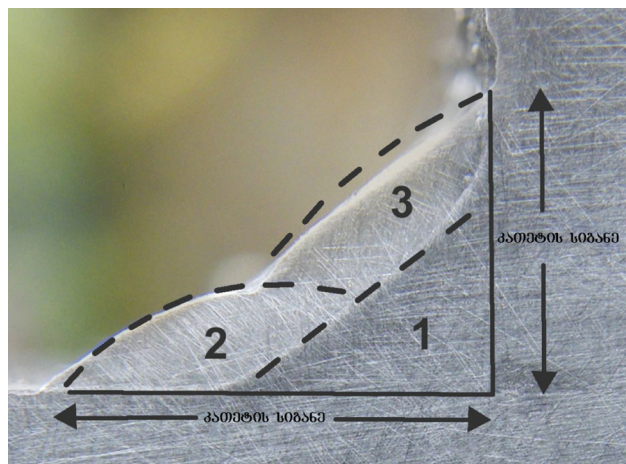
ნაკერის ფორმის სხვა მახასიათებელია **შენადგული ნაკერის ამოზნექილობის კოეფიციენტი**, რომელიც განისაზღვრება ნაკერის სიგანის შეფარდებით მის ამოზნექილობასთან: $K_y=e/q$. K_y კოეფიციენტი არ უნდა აღემატებოდეს 7-10.

შენადგული ნაკერის სიგანე და ჩადულების (ჩადნობის) სიღრმე დამოკიდებულია შედულების სახეობასა და რეჟიმებზე, შესადულებელი ელემენტების სისქესა და სხვა ფაქტორებზე.

კუთხური ნაკერი. კუთხური ნაკერის გეომეტრიული ფორმის ელემენტებს წარმოადგენს: ნაკერის კათეტი – K , ნაკერის ამოზნექილობა – q , ნაკერის გაანგარიშებითი სიმაღლე – P , ნაკერის სისქე – a .



კუთხური ნაკერის გეომეტრიული პარამეტრები



კუთხური ნაკერის კათეტი არის უმოკლესი მანძილი ერთ-ერთი შესადუ-

ღებელი ნაწილის ზედაპირიდან მეორე შესადუღებელი ნაწილის ზედაპირის კუთხური ნაკერის საზღვრამდე.



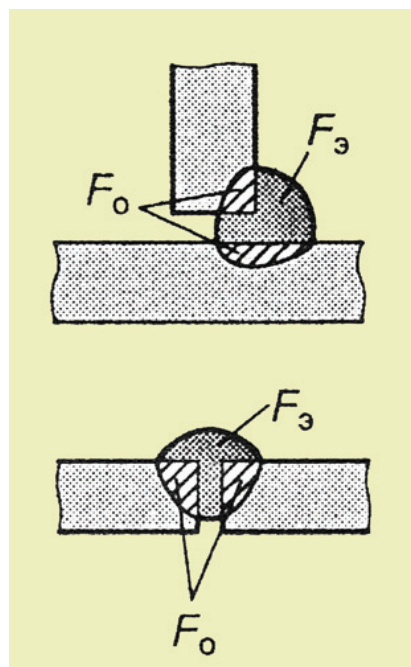
შენადული ნაკერის ამოზნექილობა განისაზღვრება მანძილით, რომელიც გადის ძირითადი ლითონის შენადული ნაკერის ხილული ხაზების საზღვრის სიბრტყესა და შენადული ნაკერის ზედაპირს შორის. ამოზნექილობის გაზომვა ხდება ყველაზე მეტად ამოზნექილ ადგილში.

კუთხური ნაკერის გაანგარიშებითი სიმაღლე არის პერპენდიკულარის სიგრძე, რომელიც დაშვებულია მაქსიმალური ჩადნობის (ჩადუღების) წერტილიდან შესადუღებელი ნაწილების შეუღლების ადგილში მართკუთხა სამკუთხედის ჰიპოტენუზაზე ყველაზე უფრო მეტად ჩახაზული კუთხური ნაკერის გარე ნაწილში.

კუთხური ნაკერის სისქე არის ყველაზე უფრო მეტი მანძილი კუთხური ნაკერის ზედაპირიდან ძირითადი ლითონის ჩადნობის (ჩადუღების) მაქსიმალურ წერტილამდე.

თუ ნაკერი შესრულებულია ჩაზნექილად, მაშინ იზომება **კუთხური ნაკერის ჩაზნექილობა**. ის განისაზღვრება მანძილით სიბრტყესა, რომელიც გამავალია კუთხური ნაკერის ხილულ ხაზებზე, ძირითად ლითონსა და ნაკერის ზედაპირს შორის და რომელიც იზომება ყველაზე მეტად ჩაზნექილ ადგილში.

შედულების პარამეტრებისა და შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურების მომზადების ფორმის მიხედვით ძირითადი და დადუღებული ლითონების მონაწილეობა ნაკერის ფორმირებაში შეიძლება საგრძნობლად შეიცვალოს



გამლდვადი ძირითადი ლითონის და დადუღებული ელექტროდის ლითონის განიკვეთის ფართობები

ძირითადი ლითონის წილის კოეფიციენტი ლითონის ნაკერში განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$K_0 = F_0 / (F_0 + F_3)$$

სადაც F_0 ნაკერის ჭრილის ფართობია, რომელიც ფორმირდება ძირითადი ლითონის გადნობის შედეგად; F_3 არის ნაკერის ჭრილის ფართობი, რომელიც ფორმირდება დადუღებული ელექტროდის ლითონის ხარჯზე.

ნაკერის ფორმირებაში ძირითადი და მისართი ლითონების მონაწილეობის წილის შეცვლის შემთხვევაში, შეიძლება შეიცვალოს მისი შედგენილობა. აქედან გამომდინარე იცვლება მისი მექანიკური, კოროზიული და სხვა თვისებები.

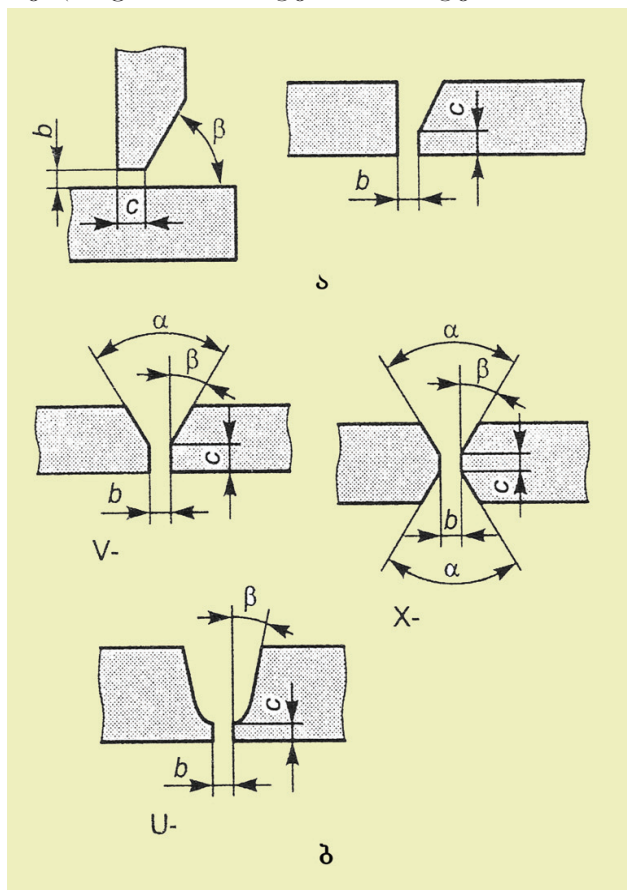
ხელით რკალური შედუღებისათვის შენადული შეერთებების ნაკერების ძირითადი ტიპები და კონსტრუქციული ელემენტები რეგულირდება საერთაშორისო სტანდარტებით, ევრონორმებით, და სხვ.

ნაწიბურის გამოყვანის კონსტრუქციული ელემენტები

ხელით რკალური შედუღების არსებული ხერხები საშუალებას იძლევა შედუღდეს შეზღუდული სისქის ლითონი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე. ეს შესაძლებელია ლითონის 5 მმ-მდე სისქის შემთხვევაში. ამიტომ უფრო მეტი სისქის

ლითონის შედუღებისას სრულფასოვანი შედუღებისათვის აუცილებელია ნაწიბურების გამოყვანა, რათა შესაძლებელი გახდეს საშემდუღებლო რკალის შეერთების სიღრმეში მიტანა და ხარისხიანი ჩადნობის (ჩადუღების) და შენადული ნაკერის ფორმირების უზრუნველყოფა.

ნაწიბურების გამოყვანა არის შესადუღებელი ნაწიბურებისათვის აუცილებელი ფორმის მიცემის პროცესი.



ნაწიბურების გამოყვანის კონსტრუქციული ელემენტები

ა) ერთი ნაწიბურის გამოყვანა; ბ) ორი ნაწიბურის გამოყვანა.

ნაწიბურების შედუღებისათვის მომზადების გეომეტრიული ფორმის ელემენტები: ნაწიბურების გამოყვანის კუთხე - α , ნაწიბურის ცერობის კუთხე - β , ღრეჩო - b , ნაწიბურების დაბლაგვება - c .

ნაწიბურების გამოყვანის კუთხე არის შესადუღებელი ნაწილები ცერობიან ნაწიბურებს შორის კუთხე. შედუღების ხერხისა და შეერთების ტიპებზე დამოკიდებულებით ის იცვლება 60° -დან 90° -მდე. ნაწიბურების ტიპებსა და გამოყვანის სიღრმეზე დამოკიდებული გამოყვანის შეესებისათვის საჭირო დამატე-

ბითი ლითონის რაოდენობა. მაგალითად, ნაწიბურების X-ის მაგვარი გამოყვანა V-ს მაგვართან შედარებით საშუალებას იძლევა დადუღებული ლითონის რაოდენობა 1,6-1,7-ჯერ შემცირდეს.

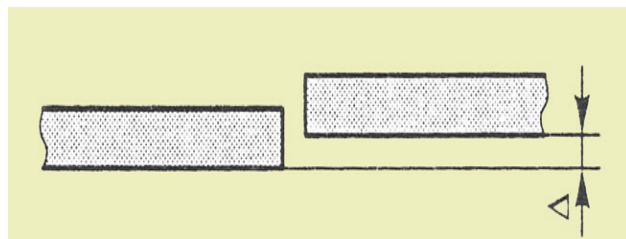
ნაწიბურების ცერობის კუთხე არის მახვილი კუთხე ნაწიბურების გამოყვანის სიბრტყესა და ტორსის სიბრტყეს შორის. ჩვეულებრივ ეს $30-50^\circ$ -იანი კუთხეა.

ნაწიბურების ცერობი არის შედუღებას დაქვემდებარებული ნაწიბურის სწორხაზოვანი დახრილი ჭრა.

ღრეჩო არის შედუღებისათვის აწყობილი დეტალების ნაწიბურებს შორის უმოკლესი მანძილი. შესადუღებელი ლითონის სისქეზე დამოკიდებულებით ის ჩვეულებრივ შეადგენს 0-5 მმ-ს. ღრეჩოს არსებობა აუცილებელია ნაკერის ფესვის ჩადუღებისათვის. რაც მეტია ღრეჩო, მით უფრო ღრმაა ლითონის ჩანადნი.

ნაწიბურის დაბლაგვება (დაჩლუნგება) არის შედუღებას დაქვემდებარებული ნაწიბურის ტორსის დაუცერობებელი ნაწილი (ცერობის გარეშე ნაწილი). შესადუღებელი ლითონის სისქეზე დამოკიდებულებით ის შეადგენს 1-3 მმ-ს. მისი დანიშნულებაა უზრუნველყოს ნაკერის სწორად ფორმირება და ნაკერის ფესვში გაწვის თავიდან აცილება.

დეტალების აწყობისას შედუღებისათვის შეიძლება წარმოიშვას შესადუღებელი ნაწიბურების ურთიერთგადაწევა (გაღანაცვლება, აცილება).



შესადუღებელი ნაწიბურების Δ გადანაცვლება.

ნაწიბურების დასაშვები გადაწევა (გაღანაცვლება, აცილება) Δ შესადუღებელი ლითონის სისქეზე დამოკიდებულებით მითითებულია ცხრილში ქვემოთ.

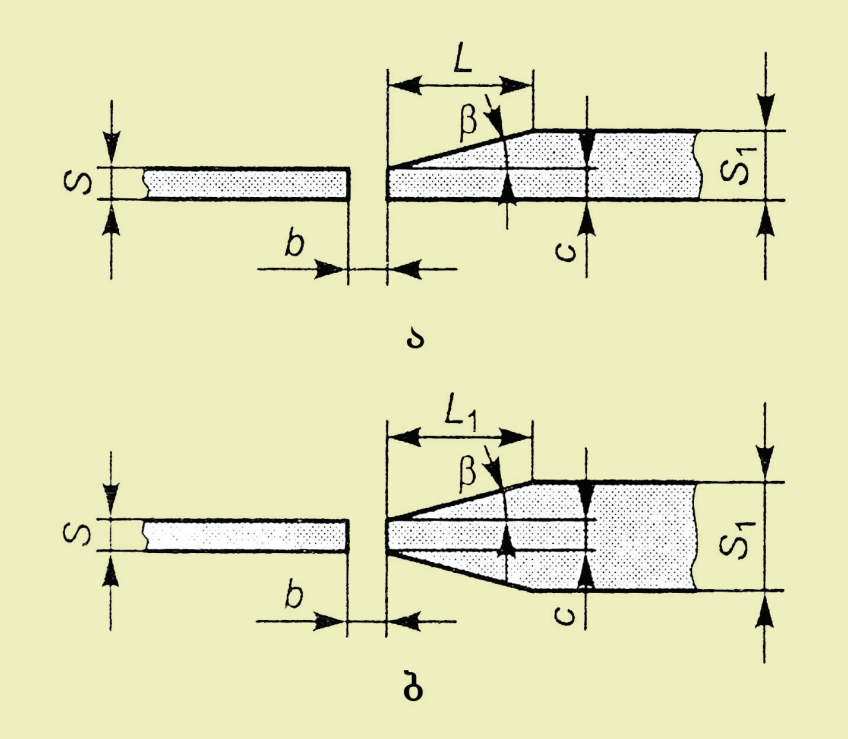
შესადუღებელი ნაწიბურების დასაშვები გადაწევა, Δ

ლითონის სისქე, მმ	4-მდე	4-10	10-100	100-ზე ზევით
ყველაზე დიდი დასაშვები აცილება Δ, მმ	0,5	1,0	0,1 S მაგრამ არაუმეტეს 3 მმ	0,01S+2, მაგრამ არაუმეტეს 4 მმ

სხვადასხვა სისქის ლითონის ფურცლების შედუღებისას ნაწიბურების გამოყვანა სრულდება ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით. ცალმხრივი გამოყვანის შემთხვევაში ცერობის სიგანე

$$L=5(S_1-S),$$

სადაც S₁ და S შესაბამისად თხელი და სქელი ლითონის სისქეა.

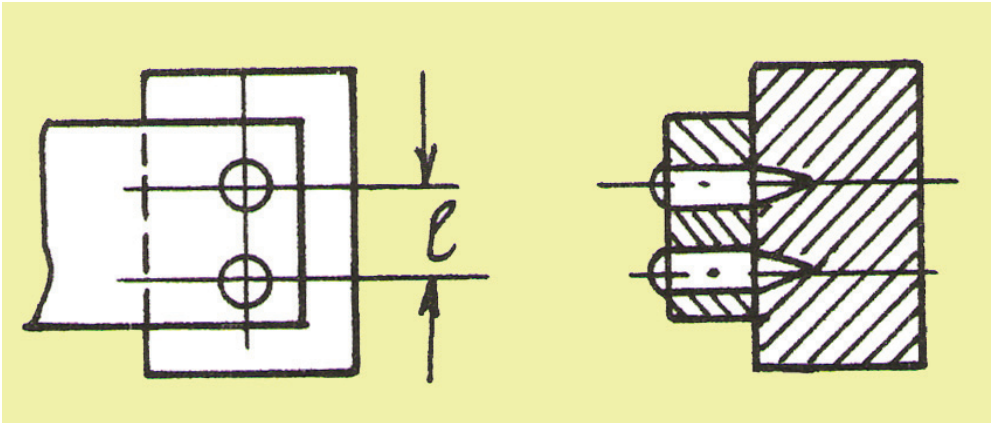


ნაწიბურების გამოყვანა სხვადასხვა სისქის ფურცლისათვის
ა) ერთი ნაწიბურის გამოყვანა; ბ) ორი ნაწიბურის გამოყვანა.

ორმხრივი გამოყვანის შემთხვევაში ცერობის სიგანე

$$L_1=2,5(S_1-S).$$

პირგადადებულ შეერთებებს ხშირად წერტილოვანი ნაკერებით ასრულებენ. ასეთ შემთხვევაში ნაკეთობის ერთ-ერთ ფურცელს წინასწარ მონიშნულ ადგილზე გამჭოლად ბურღავენ, რომელსაც შემდგომ ელექტროდის ლითონის ჩადუღებით ამოავსებენ. ასეთი წერტილოვანი ნაკერი, თავისი ფორმის გამო, საცობს მოგვარონებს და ხშირად მას ელექტრომოქლონური ნაკერი ეწოდება. ამ დროს წარმოებს ქვემო ფურცლის ზედაპირის ნაწილობრივი ჩადნობა.



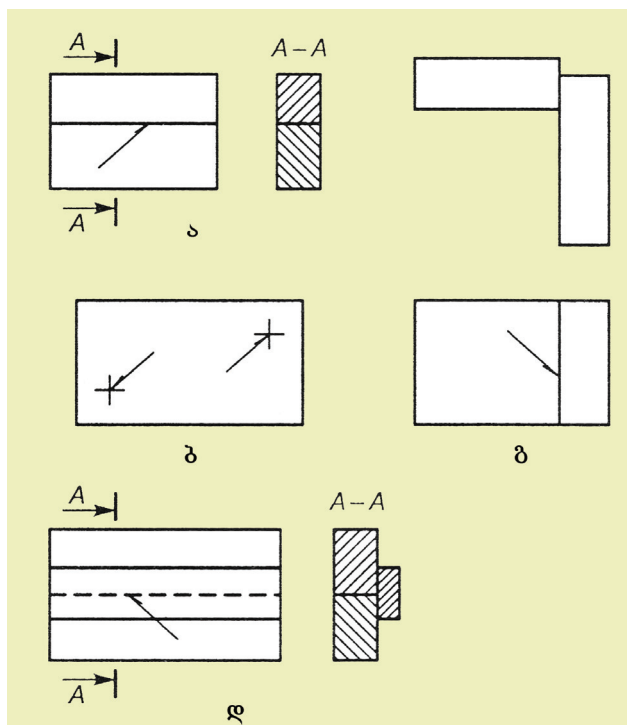
პირგადადებული შეერთების წერტილოვანი შედუღება

შენადული ნაკერის აღნიშვნები

შენადული შეერთებების ნაკერების პირობითი აღნიშვნები ნახაზებზე შენადული შეერთებების და ნაკერების ძირითადი ტიპები, კონსტრუქციული ელემენტები, ზომები და პირობითი აღნიშვნები, აგრეთვე სხვადასხვა კონსტრუქციული მასალებისაგან შესადუღებელი ნაწიბურების მომზადების ფორმა და ზომები, რეგლამენტირებულია სტანდარტებით.

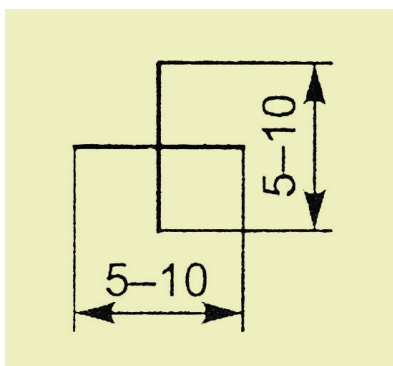
შენადგული ნაკეთობების ნახაზებზე გამოიყენება ნაკერის პირობითი გამოსახულებები აღნიშვნები, რომლებიც მოცემულია საერთაშორისო სტანდარტებში, ევრონორმებში, და სხვ.

შედულების ხერხისაგან დამოუკიდებლად, შენადგული შეერთების ნაკერი, პირობითად გამოსახება: ხილული – მთლიანი ხაზით (ნახ. ა, ბ), უხილავი – შტრიხით (ნახ. გ).



საშემდგომლო ნაკერების გამოსახულებანი

ხილულ ცალკეულ შენადგულ წერტილს, შედულების ხერხისაგან დამოუკიდებლად, პირობითად აღნიშნავენ “+” ნიშნით (ნახ. ბ), რომელიც აღინიშნება უწყვეტი ხაზებით.

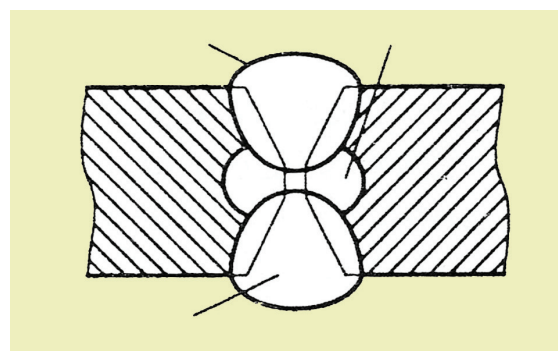


ერთი ხილვადი საშემდგომლო წერტილის გამოსახულება

ნაკერის გამოსახულებიდან, ცალმხრივი ისრით ხდება გამოტანის ხაზის გატარება, რომელიც მიუთითებს ნაკერის

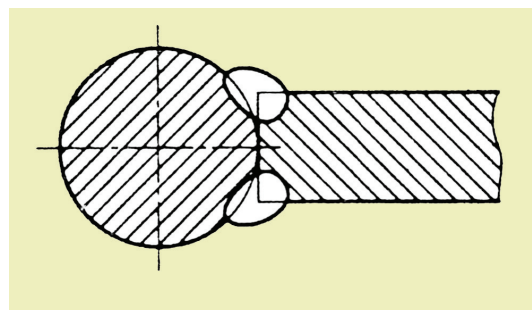
განლაგების ადგილს. გამოტანის ხაზი უკეთესია შესრულებს ხილული ნაკერის გამოსახულებიდან.

მრავალგანვლადი ნაკერის კვეთის გამოსახულებაზე შეიძლება დატანილ იქნეს ცალკეული გავლის კონტურები, ამასთან აუცილებელია ისინი აღინიშნოს მთავრული ასოებით.



მრავალგატარებული ნაკერის კვეთის გამოსახულება

არასტანდარტული ნაკერი გამოსახება კონსტრუქციული ელემენტების მითითებით, რომლებიც აუცილებელია მოცემული ნახაზით ნაკერის შესრულებისათვის.



არასტანდარტული ნაკერის გამოსახულება

განივი კვეთის ნახაზებზე ნაკერის საზღვრები დაიტანება ძირითადი უწყვეტი ხაზებით, ხოლო ნაწიბურების კონსტრუქციული ელემენტები ნაკერის საზღვრებში – უწყვეტი წერტილი ხაზებით.

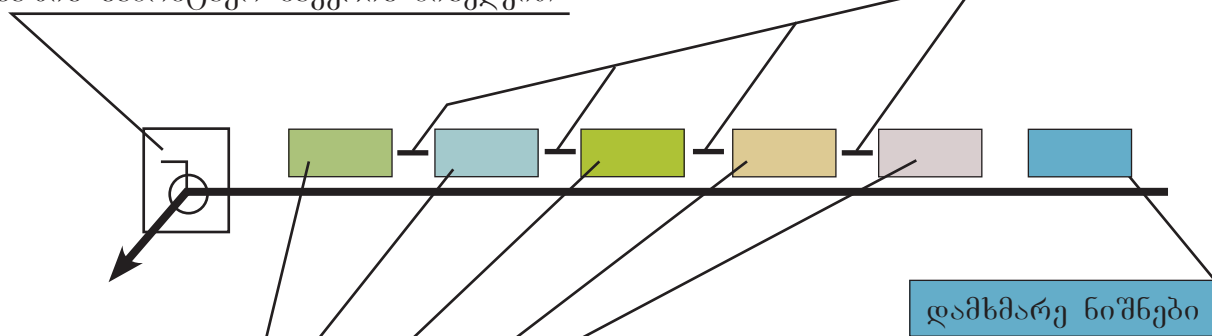
საშემდგომლო ნაკერების აღნიშვნის დამხმარე ნიშნები

ნაკერის პირობით აღნიშვნაში დამხმარე ნიშნები სრულდება უწყვეტი წერტილი ხაზებით. დამხმარე ნიშნები უნდა იყოს იმ ციფრების ტოლი სიმაღლის, რომლებიც შეტანილია ნაკერის აღნიშვნაში.

შენადგული ნაკერისათვის საჭირო დამხმარე ნიშნები მოცემულია ცხრილებში ქვემოთ.

ნაკერის დამხმარე ნიშნები შეკრული
ხაზის სამონტაჟო ნაკერის მიხედვით

“ღევისის” ნიშნები



დამხმარე ნიშნები

წვევტილი ნაკერისათვის – წვევტილი მონაკვეთის ზომის სიდიდე, ნიშანი / ან Z-დან ნაბიჯის ზომა
ერთი შენადული წერტილისთვის – წერტილი საანგარიშო დიამეტრის სიდიდე
ნაკერის კონტაქტური წერტილოვანი შედუღების, ან ელექტროდამოქლონებისთვის – წერტილის საანგარიშო დიამეტრის ელექტროდამოქლონების სიდიდე, ნიშანი / ან Z და ნაბიჯის ზომა
კონტაქტური შედუღების ნაკერისთვის – ნაკერის სიგანის საანგარიშო ზომა
წვევტილი ნაკერისთვის კონტაქტური შედუღებისას – ნაკერის სიგანის საანგარიშო ზომა, გამრავლების ნიშანი, დანადგარი მონაკვეთის სიგრძის ზომა, ნიშანი / ან Z და ნაბიჯის ზომა

შენადული შენაერთების ნაკერების ტიპებისა და კონსტრუქციებისთვის
სტანდარტის შესაბამისი Δ ნიშანი და კათეტის სიდიდე

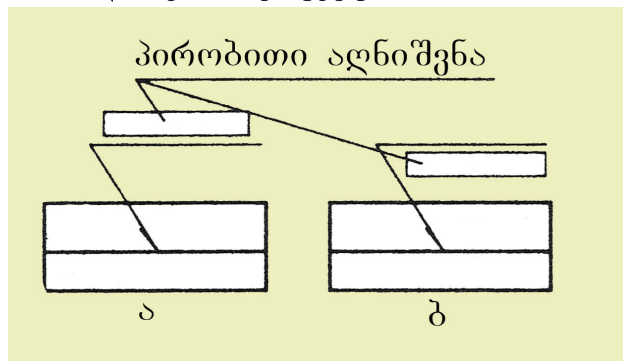
სტანდარტის მიხედვით შედუღების წესების პირობითი აღნიშვნები შენადული შენაერთების
ნაკერების ტიპებისა და კონსტრუქციულ ელემენტებზე (დასაშვებია აღუნიშნაობაც)

სტანდარტის მიხედვით ნაკერის ასო-ციფრული აღნიშვნა შენადული
შენაერთების ნაკერების ტიპებისა და კონსტრუქციულ ელემენტებზე

სტანდარტის აღნიშვნა შენადული შენაერთების
ტიპებისა და კონსტრუქციულ ელემენტებზე

საშემდგომლო ნაკერის პირობითი აღნიშვნის სტრუქტურა

შენადული ნაკერების პირის მხრის
აღნიშვნები დატანილი უნდა იყოს ნა-
კერის პირის გამოტანის ხაზის თაროზე
(ნახაზი ქვემოთ, ა) და ხაზის თაროს
ქვეშ – უკუმხარის აღნიშვნები (ნახაზი
ქვემოთ, ბ).



შენადული ნაკერის აღნიშვნა

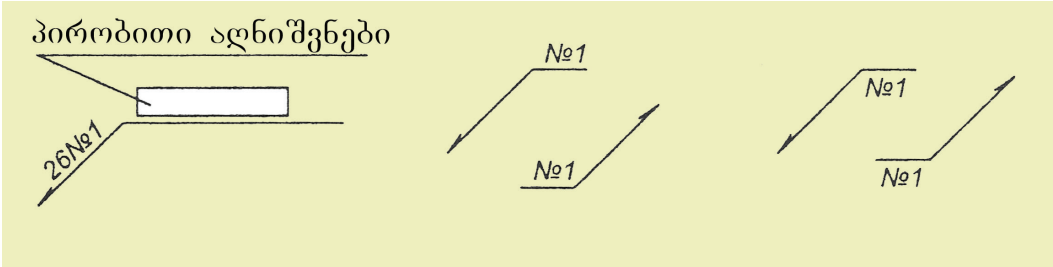
ნახაზზე ერთნაირი ნაკერების არსებობის დროს, აღნიშვნა დატანილი უნდა იყოს მის ერთ-ერთ გამოსახულებაზე, ხოლო ერთნაირი ნაკერების დანარჩენი გამოსახულებებიდან გატანილი უნდა იყოს თაროებით. ყველა ერთნაირ ნაკერს ენიჭება ერთი რიგითი ნომერი, რომლებიც დაიტანება:

ა) გამოტანის ხაზზე, რომელსაც აქვს თარო ნაკერის აღნიშვნის დატანით (ნახაზი ქვემოთ, ა).

ბ) გამოტანის ხაზის თაროზე, რომელიც გატარებულია ნაკერის გამოსახულებიდან და არ გააჩნია აღნიშვნა წინა მხრიდან (ნახაზი ქვემოთ, ბ).

გ) გამოტანის ხაზის ქვეშ, რომელიც გატარებულია ნაკერის გამოსახულებიდან და უკუმხარიდან არა აქვს აღნიშვნა (ნახაზი ქვემოთ, გ).

ერთნაირი ნაკერების რაოდენობა დასაშვებია მითითებულ იქნეს გამოტანის ხაზზე, რომელსაც აქვს თარო დატანილი აღნიშვნით (ნახაზი ქვემოთ, ა).



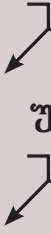
ერთნაირი ნაკერების აღნიშვნა

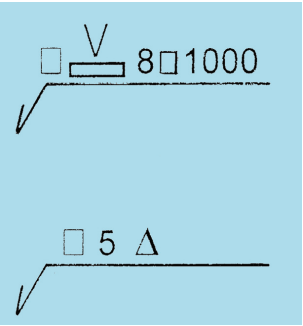
ნაკერები ითვლება ერთნაირად, თუ ერთნაირია მათი ტიპი და კონსტრუქციული ელემენტების ზომები განივკვეთში და თუ მათ მიმართ წაყენებულია ერთი და იგივე მოთხოვნები.

შენადული შეერთებების პირობითი აღნიშვნების მაგალითები მოცემულია ცხრილში ქვემოთ.

შენადული ნაკერის აღმნიშვნელი დამხმარე ნიშნები

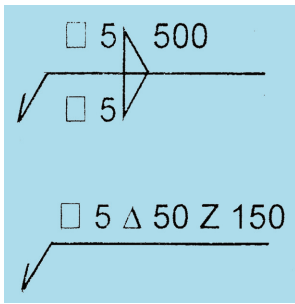
პირობითი ნიშანი	ნიშნის მნიშვნელობა	აღნიშვნებზე ნიშნების განლაგების ადგილი	
		წინა მხრიდან	უკანა მხრიდან
/	ჯაჭვურად განლაგებული უბნების წყვეტილი ნაკერი		
Z	ჭადრაკულად განლაგებული უბნების წყვეტილი ნაკერი		
	ნაკერი ჩაუკეტავი კონტურით		
	სამონტაჟო ნაკერი		
	ნაკერი გაძლიერების მოხსნით		
	ნაკერი ჩაკეტილი კონტურით		
	შეუღლებლობა და თიას დამუშავება ძირითად ლითონთან მღოვრე გადასვლით.		

ნაკერი	აღნიშვნა
ცალმხრივი პირაპირა დარჩენილ ქვესადებზე, ორი ნაწიბურის ცერობით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდებით	სასტ ****-**-C16 
ორმხრივი პირაპირა, ორი ნაწიბურის მრუდხაზოვანი ცერობით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდებით	სასტ ****-**-C19 
ორმხრივი პირაპირა, ორი სიმეტრიული ცერობის ორი ნაწიბურით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდით. ნაკერიდან ძირითად ღითონზე გადასვლის მონაკვეთები დამატებითაა დამუშავებული	სასტ ****-**-C21 
ერთმხრივი პირაპირა ორი ნაწიბურის ცერობით, შეკრული კონტურით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდით. ნაკერის ამოზნექილობა მოხსნილია მქანიკური დამუშავებით	სასტ ****-**-17 
პირაპირა შეერთების ერთი ნაწიბურის მრუდხაზოვანი ცერობით, ორმხრივი, სამონტაჟო, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდით	წადმა მხრიდან სასტ ****-**-C9 უკუდამა მხრიდან სასტ ****-**-C9 
კუთხური შეერთების ერთმხრივი ორი ნაწიბურის ცერობით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდით. ნაკერის კათეტი 5 მმ. ნაკერის ამოზნექილობა მოხსნილია მექანიკური დამუშავებით	სასტ ****-**-Y4 Δ 5 $\bigcirc$ 
ორმხრივი პირაპირა, ორი ნაწიბურის ორი სიმეტრიული ცერობით, შესრულებული რკალური შედუღებისას დაფარული ელექტროდებით. აღნიშვნა გამარტივებულია თუ სტანდარტი ნახაზის განმარტებაშია მითითებული	C21 
მსგავსი ნაკერები – ერთ-ერთი მათგანის №3-ის სრული აღნიშვნის პირობით	№ 3 
იგივე, თუ ყველა ნაკერი ნახაზზე ერთნაირია	



– ცალმხრივი ნაკერი, ჩატოვებულ ქვესადებზე, ნაწიბურების გამოყვანით, რკალური შედუღებით (ნაკერის სისქე 8 მმ, ნაკერის სიგრძე 1000 მმ);

– ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე, ცალმხრივი ნაკერი კათეტი 5 მმ, შესრულებული რკალური შედუღებით ჩაკეტილი კონტურით;



– ორმხრივი ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე, კათეტი 5 მმ, შესრულებული რკალური შედუღებით 500 მმ ნაკერის სიგრძით;

– ნაკერი ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე, კათეტით 5 მმ, ჭადრაკულად განლაგებული უბნებით, შესრულებული რკალური შედუღებით.

ხელით შედუღება ნახაზზე ასოთი არ გამოისახება. თუ ყველა ნაკერი ერთი სტანდარტით სრულდება, მაშინ გამოტანილი ხაზის თაროზე სტანდარტის ჩვენება აუცილებელი არ არის. ამისათვის საჭიროა მხოლოდ სათანადო მითითება ნახაზის შენიშვნაში.

ნახაზებზე დასაშვებია შენადული შეერთებების ნაკერების აღნიშვნების გამარტივება:

- ნახაზზე ნაკერების არსებობისას, როდესაც ისინი შესრულებულია ერთი და იმავე სტანდარტით, სტანდარტის აღნიშვნა მიეთითება ნახაზის ტექნიკურ მოთხოვნებში (ჩანაწერის ტიპის მიხედვით “შენადული ნაკერები” ...) ან ცხრილში.
- თუ ნახაზზე ყველა ნაკერი ერთნაირია და გამოსახულია ერთი მხარიდან (წინა ან უკანა მხარიდან), რიგითი ნომერი არ მიენიჭება. ასეთ შემთხვევაში ნაკერები, რომლებსაც არ გააჩნიათ აღნიშვნა, ინიშნება თაროების გარეშე გამოტანის ხაზებით.
- სიმეტრიული ნაკეთობის ნახაზზე სიმეტრიის ღერძის გამოსახულების არსებობისას იხმარება გამოტანის ხაზები და ნაკერები აღინიშნება ნაკეთობის გამოსახულების მხოლოდ ერთ სიმეტრიულ ნაწილზე.
- ყველა ნაკერსა ან ნაკერების ჯგუფზე წაყენებული ერთნაირი მოთხოვნები, მხოლოდ ერთხელ აღინიშნება ტექნიკურ მოთხოვნებში ან ნაკერების ცხრილში.
- ნახაზი, რომელიც გამოსახავს შენადულ ნაკეთობას, შენადულ კვანძს და ა.შ. და, რომელიც შეიცავს აუცილებელ მონაცემებს აწყობის, შედუღების და კონტროლისათვის, აწყობის ნახაზი ეწოდება.

აწყობის ნახაზი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს, როგორ არის დაპროექტებული და როგორ მუშაობს ნაკეთობა, რომელ დეტალებს შეიცავს ის, როგორი უნდა იყოს შენადული ანკერების ტიპები, შედუღების რომელი ხერხის გამოყენებაა საჭირო დეტალების ერთმანეთთან შესაერთებლად, კონტროლის რომელ წესს უნდა დაექვემდებაროს შენადული შეერთებები და ნაკერები, როგორ ტექნიკურ მოთხოვნებს უნდა შეესაბამებოდეს შენადული ნაკერები და სხვა.

მუშაობის დაწყებისას შემდუღებელმა, პირველ რიგში უნდა შეისწავლოს ხაზი: ყველა წარწერა, გამოსახული სახეობები, პირობითი აღნიშვნები, დეტალების მასალა, ნაკერების მიმართ წაყენებული ტექნიკური მოთხოვნები.

ბანვლილი მასალის ბამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. ერთი გავლით დადუღებული ან გამდნარი შენადული ნაკერის ლითონს ეწოდება:
 - ა) ბურთულა;
 - ბ) გორგოლაჭი;
 - ა) ლილვაკი;
 - დ) ცხრაფურცელა.
2. შენადული ნაკერი, რომელიც აითვისებს ექსპლუატაციურ დატვირთვებს:
 - ა) ძირითადი;
 - ბ) შემაკავშირებელი;
 - ა) მუშა;
 - დ) ცხელი.
- 3) დეტალების ლითონი, რომელიც ექვემდებარება შედუღებით შეერთებას:
 - ა) მისართი;
 - ბ) ძირითადი;
 - გ) დამატებითი;
 - დ) ელექტროდული.
- 4) შენადული კონსტრუქციის ნაწილი, რომელშიც შედუღებულია ერთმანეთს მიდებული ელემენტები:
 - ა) დამატებითი ლითონი;
 - ბ) ძირითადი ლითონი;
 - გ) შენადული ნაკერი;
 - დ) შენადული მარყუჟი.
- 5) შენადნობი, წარმოქმნილი გადამდნარი ძირითადი ან ძირითადი და დანადგული ლითონებით:
 - ა) ნაკერის ლითონი;
 - ბ) მისართი ლითონი;
 - გ) ლილვაკი;
 - დ) დადუღებული ლითონი.
- 6) ნაწიბურის ცერობის კუთხე ჩვეულებრივად არის:

ა) 3-50;	ბ) 60-900;
გ) 30-500;	დ) 90-1800
- 7) შესადუღებელი ლითონის სისქეზე დამოკიდებულებით შესადუღებელ ელემენტებს ტორსებს შორის ღრეჩო უნდა იყოს:

ა) 0-5 მმ;	ბ) 6-10 მმ;
გ) 11-12 მმ;	დ) 15-20 მმ.
- 8) ნაწიბურების დაბლაგვება ლითონის სისქეზე დამოკიდებულებით ჩვეულებრივ არის:

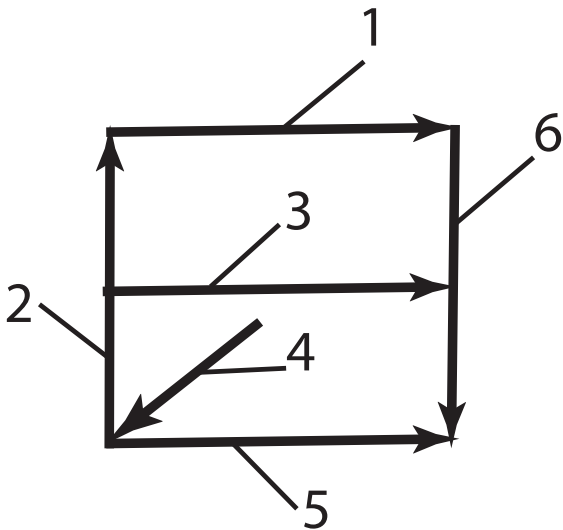
ა) 1-3 მმ;	ბ) 2-6 მმ;
გ) 7-10 მმ;	დ) 15-20 მმ.
- 9) პირობითი ნიშნით ნახაზზე აღინიშნება ნაკერი:
 - ა) წვეტილი;
 - ბ) მოსაპირკეთებელი;
 - გ) სამონტაჟო;
 - დ) მოსაჭიდის მაგვარი.

ნაკერის ხელით შედუღების ტექნიკა და რეჟიმები სხვადასხვა სივრცით მდებარეობაში

ამ თავში გაეცნობით ხელით ელექტრორკალური შედუღების ტექნიკასა და რეჟიმებს ნაკერის სხვადასხვა სივრცით მდებარეობაში, კერძოდ, ქვედა, ვერტიკალურ, ჰორიზონტალურ და ჭერის მდებარეობებში. ნაკერის სივრცითი მდებარეობის საერთაშორისო აღნიშვნებს, შენადული შეერთებების სახეებს, ნახაზზე მათი აღნიშვნის წესებს, ელექტროდის დიამეტრისა და დენის შესაბამისად შედუღების რეჟიმის შერჩევას. ასევე გაეცნობით ნაკერის სხვადასხვა სივრცით მდებარეობაში შედუღების შესწავლისთვის საჭირო პრაქტიკული მეცადინეობის სასწავლო ელემენტებს.

ნაკერის სივრცითი მდებარეობის საერთაშორისო პირობითი აღნიშვნები

ამჟამად მიღებული ნაკერის სივრცითი მდებარეობის საერთაშორისო პირობითი აღნიშვნები ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე.



ნაკერის სივრცითი მდებარეობის საერთაშორისო პირობითი აღნიშვნების სქემა: 1 – ჭერის; 2 – ვერტიკალური, ქვევიდან ზევით; 3 – ვერტიკალური სიბრტყეზე ჰორიზონტალური; 4 – კუთხური და ტესებრი ნაკერები; 5 – ქვედა; 6 – ვერტიკალური, ზევიდან ქვევით.

მიღებულია, აგრეთვე დენის შემდეგი პირობითი აღნიშვნები:

“ - ცვლადი დენი;

= /+/- - შექცეული პოლარულობის მუდმივი დენი;

= /-/- - პირდაპირი პოლარულობის მუდმივი დენი;

= - ნებისმიერი პოლარულობის მუდმივი დენი;

=, /-/-, “ - პირდაპირი პოლარულობის მუდმივი ან ცვლადი დენი;

=, “ - ნებისმიერი პოლარულობის მუდმივი ან ცვლადი დენი.

ნაკერის ქვედა მდებარეობაში ხელით შედუღების ტექნიკა და რეჟიმები

ნაკერის ფორმირების ყველაზე კარგი პირობებია ხელით ქვედა მდებარეობაში შედუღებისას. შედუღების დენის სიდიდეს ირჩევენ ლითონის მარკის, ელექტროდის დიამეტრის, შესადუღებელი ლითონის სისქის, შეერთების სახის, სივრცეში ნაკერის მდებარეობისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით. სასურველია, შედუღება ყოველთვის ვაწარმოოთ რაც შეიძლება მაქსიმალურ დენის ძალაზე. ქვედა მდებარეობაში შედუღებისას დენის ძალის შესარჩევად გამოიყენება შემდეგი დამოკიდებულება.

$I_{შედ.} = 50d_{ელ.}$, ან $I_{შედ.} = (20 + 6d_{ელ.})d_{ელ.}$, სადაც შედუღების დენი იზომება ამპერობით, ელექტროდის დიამეტრი – მმ-ობით. ელექტროდის პასპორტსა ან სერტიფიკატებში მითითებული შედუღების დენის სიდიდე საორიენტაციოა. ქვემოთ მოცემულ ცხრილში მითითებულია მაქსიმალური რეკომენდებული შედუღების დენის სიდიდეები ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით

მაქსიმალური რეკომენდებული შედუღების ღირებულება ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით

ელექტროდის დიამეტრი $d_{ელ}, \text{მმ}$	დენის ძალა $I_{შედ}, \text{ა}$	ელექტროდის დიამეტრი $d_{ელ}, \text{მმ}$	დენის ძალა $I_{შედ}, \text{ა}$
3	170	5	280
4	230	6	350

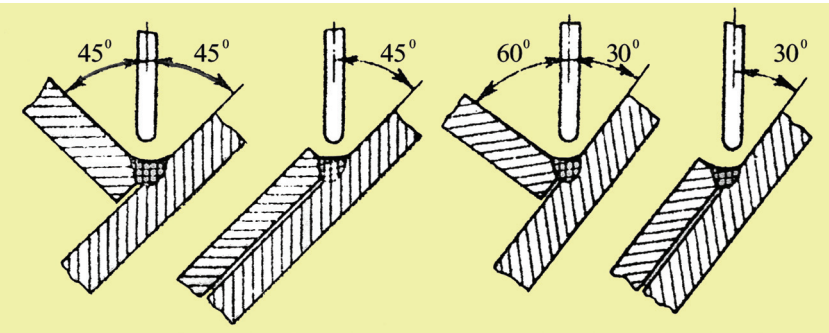
შედუღების შესაბამისი რეჟიმის შერჩევისა და შემდუღებლის მაღალი კვალიფიკაციით შესაძლებელია 4...6 მმ სისქის ლითონების შედუღება ნაწიბურების გამოყენების გარეშემაგრამ ტექნოლოგიური ღრეჩოს დაჭერით. ამისათვის აუცილებელია ქვესადების გამოყენება ან ხელით უკანა ნაკერის მიღუღება. კიდულ მდგომარეობაში მყოფი პირაპირა ნაკერის შედუღებისას ერთი გავლით შესაძლებელია 3 მმ-მდე სისქის ლითონის ფურცლები, ხოლო 6 მმ-ის და მეტი სისქის ლითონების შედუღება ხორციელდება ორი და მეტი გავლით – მრავალშრიანი შედუღებით.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში მოცემულია ხელით კიდულად მყოფი პირაპირა ნაკერის შედუღების რეჟიმები (ერთი და რამდენიმე გავლით). ნაწიბურების შედუღებას აწარმოებენ ისე, რომ მიიღონ არა მარტო საიმედოდ ჩადუღებული ფუძისა და შესადუღებელი ნაწიბურების ნაკერები, არამედ – ნაკერის კარგად ფორმირებული ზედაპირიც. ეს მიიღწევა რკალის თანაბარი ნათების უზრუნველყოფითა და ელექტროდის ბოლოს მდოვრე გადაადგილებით. სასურველია შედუღება ვაწარმოოთ რაც შეიძლება მოკლე რკალით, რადგან რკალის სიგრძის ზრდა ამცირებს შედუღების სიღრმეს, ზრდის გაშხეფას, აუარესებს რკალის არისა და თხევადი საშემდუღებლო ლითონის აბაზანის დაცვას ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან. ხელით შედუღებისას რკალის სიგრძეს, ჩვეულებრივ, ამყარებენ ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით. კუთხური ნაკერების შედუღების ტექნიკა ყველაზე მარტივია ქვედა, “ნავისებრ” მდებარეობაში.

ამ ნაკერის შედუღების ტექნიკა და შედუღების რეჟიმები იგივეა, რაც ქვედა მდებარეობაში პირაპირა შედუღებისას.

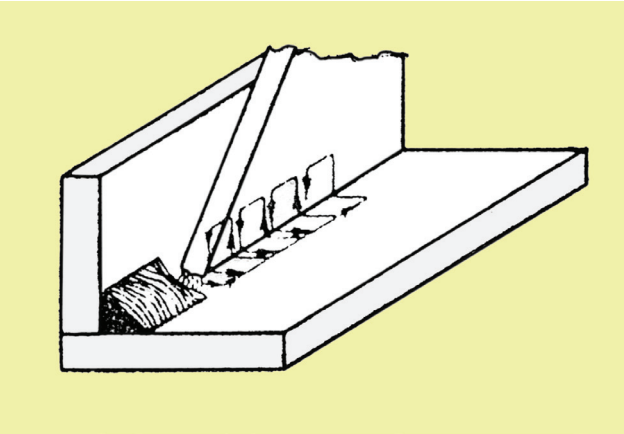
პირაპირა ნაკერის შედუღების რეკომენდებული რეჟიმები

ლითონის სისქე, მმ	შეერთების ფორმა	შრტების რაოდენობა	ელექტროდის დიამეტრი		დენის ძალა		შედუღების სიჩქარე, მ/სთ
			პირველი შრტის	შემდგომი შრტების	პირველი შრტის	შემდგომი შრტების	
3	ნაწიბურ. გამოყვანის გარეშე	1	4	-	180	-	12
6	V-მაგვარი გამოყვანით	1	4	-	200	-	7
10	იგივე	3	4	5	200	250	4
16	იგივე	6	4	6	200	320	2
20	X-მაგვარი გამოყვანით	8	4	6	200	320	1,6



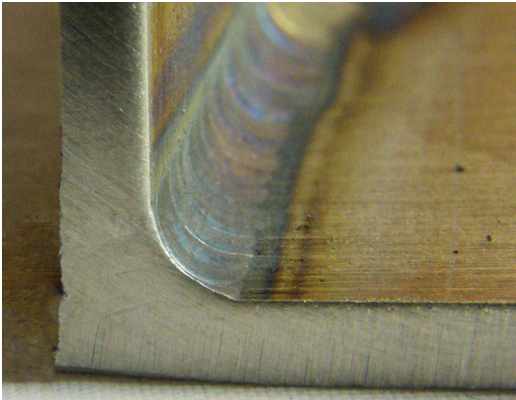
შედუღება “ნავისებრ” მდებარეობაში

კუთხურ მდებარეობაში ნაკერის შესრულების ტექნიკა შედარებით რთულია, შესაძლებელია კუთხის წვერო შეუღუღლებელი დარჩეს. ეს შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც შეღუღლებას იწყებენ ვერტიკალური თაროდან და ამ დროს თხევადი ლითონი ეცემა ქვედა თაროს არასაკმარისად გახურებულ ზედაპირს და ხელს უშლის მასზე რკალის პირდაპირ მოქმედებას. ამიტომ შეღუღლება აუცილებლად ქვედა თაროდან უნდა დაიწყოს. თანაც, კუთხური ნაკერების შეღუღლების პროცესში ელექტროდი შესაღუღებელი ნაწიბურების მიმართ 45°-ით უნდა იყოს დახრილი. ამასთან შეღუღლების პროცესში აუცილებელია მისი გადაადგილება (გადახრა) ხდებოდეს მორიგეობით ზედა და ქვედა თაროებზე, ისე როგორც ეს მოცემულია ნახაზზე.



კუთხური ნაკერის შესრულების ტექნიკა

6 მმ-ზე მეტი კათეტის მქონე ნაკერების კუთხურ შეღუღლებას ახორციელებენ რამდენიმე გავლით (შრიტ). კუთხური ნაკერების შეღუღლების რეჟიმები მოცემულია ცხრილში.



ნაკერის კათეტი, მმ	შრეების რაოდენ.	ელექტროდის დიამეტრი, მმ		შეღუღების დენი, ა		შეღუღების სიჩქარე, მ/წთ
		პირველი შრის	შემდგომი შრეების	პირველი შრის	შემდგომი შრეების	
3	1	4	-	160	-	14
6	1	5	-	230	-	12
10	3	5	5	240	260	5
16	4	5	6	270	360	2,5

ნაწიბურების ცალმხრივი ან ორმხრივი გამოყვანით ტესებრი შეერთებების შეღუღების რეკომენდებული რეჟიმები მოცემულია ქვემოთ ცხრილში.

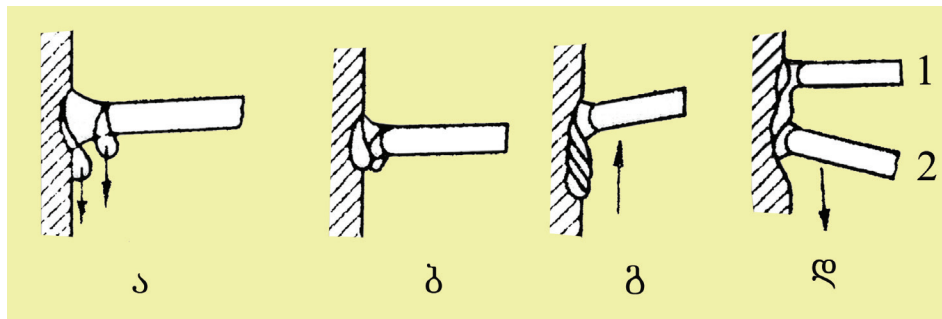
გამოყვანის ტიპი	ლითონის სისქე, მმ	შრეების რაოდენობა	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	დენის პალა, ა
	4	1	3-4	120-160
	8	1-2	4-5	160-220
	12	3-4	4-6	160-300
	20	6-8	4-6	160-320
	10	4	4-6	160-320
	20	8	4-6	160-360
	40	16	4-6	160-360
	60	30	5-6	220-360

ვერტიკალური ნაკერის შედუღება

ვერტიკალური შეერთების ნაკერის ხელით ელექტრორკალური შედუღება საკმაოდ გაძნელებულია, რადგან თხევადი ლითონი ისწრაფვის დაბლა ჩამოღვენთისკენ. ამიტომ ასეთი ნაკერები საჭიროა რაც შეიძლება შეზღუდულ დენზე შედუღდეს მოკლე რკალით, ვიდრე ქვედა მდებარეობაში.

ვერტიკალური ნაკერის კარგი ფორმირებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს წილის სიბლანტის ტემპერატურულ დამოკიდებულებას. იგი შეირჩევა ექსპერიმენტულად ელექტროდის დანაფარში წიდაწარმომქმნელი ელემენტების შეყვანითა და ასეთი ნაკერების შედუღების ტექნიკით. სიბლანტე დამოკიდებულია ელექტროდის დანაფარის შედგენილობაზე, ხოლო შედუღების ტექნიკა – შემდუღებლის კვალიფიკაციასა და ჩვევაზე.

ვერტიკალური ნაკერის შედუღების პროცესში ელექტროდის ბოლოს პერიოდულად გადაადგილებენ ზევით ან ნაწიბურის მხარეს, რათა წილისა და ლითონის აბაზანას მიეცეს გამყარების საშუალება.



ვერტიკალური ნაკერის შედუღების სქემა:

ა – შედუღების დასაწყისი; ბ – ელექტროდის მოძრაობით თხევადი ლითონის წვეთის დაკავება; გ – ელექტროდის გადაადგილება “ქვევიდან ზევით” ხერხით შედუღებისას; დ – ელექტროდის გადაადგილება “ზევიდან ქვევით” ხერხით შედუღებისას.

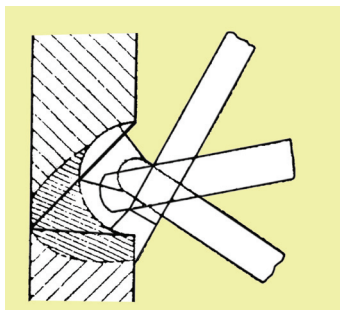
სასურველია, ვერტიკალური ნაკერები შესრულდეს “ქვევიდან ზევით” შედუღების ხერხით. ამ შემთხვევაში ქვემოთ მყოფი თხევადი ლითონისა და წილის ფენა იჭერს გამდნარი ელექტროდის წვეთს და აძლევს მას ჩამოღვენთის საშუალებას.

ზოგიერთ შემთხვევაში ვერტიკალურ შედუღებას აწარმოებენ “ზევიდან ქვევით” შედუღების ხერხით ამ ხერხით შედუღების შესრულებისას რკალი იჭერს წვეთს და გამდნარი ლითონისა და წილის აბაზანას ჩამოღვენთისაგან.

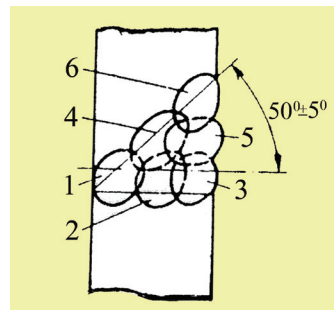
ვერტიკალური ნაკერის შედუღება სასურველია 3-4მმ დიამეტრის ელექტროდებით 130...160 ა დენით, ე. ი. დენით, რომელიც 15-20%-ით ნაკლებია, ვიდრე ქვემოთ შედუღების შემთხვევაში. ელექტროდის განივი რხევების ამპლიტუდა (1,5-2,0) $d_{ელ}$ (მმ) უნდა იყოს.

ჰორიზონტალური ნაკერის შედუღება

ჰორიზონტალური ნაკერის შედუღება ხდება ვერტიკალურ სიბრტყეში და ხორციელდება ნაწიბურების გამოყვანით, რაც აადვილებს პროცესს. შედუღება ქვოშოთ მოცემულ ნახაზებზე ნაჩვენები სქემების მიხედვით მიმდინარეობს.



ვერტიკალურ სიბრტყეზე ჰორიზონტალური ნაკერის შედუღების სქემა

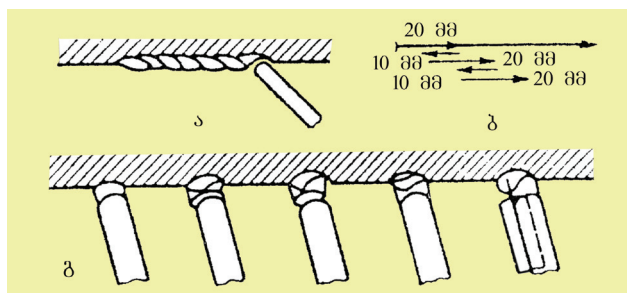


ჰორიზონტალური ნაკერის შედუღებისას ფენების დადების თანამიმდევრობა

როგორც წესი, ჰორიზონტალურ ნაკერებს აღუდებენ გრძივი ლილვაკების დადებით: პირველი ლილვაკი სრულდება 3-4 მმ, შემდგომი კი – 4-5 მმ დიამეტრის ელექტროდებით. შედუღებისას აუცილებელია თვალყური ვადევნოთ, რათა ადგილი არ ჰქონდეს ქვედა ნაწიბურებზე თხევადი ლითონისა და წილის ჩამოღვენთას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს შეუღნობადობა ან ქვედა ნაწიბურის შეუღუღებლობა.

ჭერის მდებარეობაში ნაკერის შედუღება

ჭერის მდებარეობაში ნაკერის შედუღება შესრულების თვალსაზრისით საკმაოდ რთული პროცესია. ასეთი ნაკერის შედუღება აუცილებელია რაც შეიძლება მოკლე რკალით 20-25%-ით ნაკლები დენით, ვიდრე ქვემო მდებარეობის ნაკერისა. ამისათვის ძირითადად გამოიყენება 3-4 მმ დიამეტრის ელექტროდები. ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენებია ჭერის ნაკერის შესრულების და წვეთის გადატანის სქემატური გამოსახულებები. ასეთი ნაკერების შედუღება მხოლოდ მაღალკვალიფიციურმა შემდუღებელმა უნდა შეასრულოს.



ჭერის ნაკერის შედუღების სქემა:
 ა – ელექტროდის მდებარეობა;
 ბ – ელექტროდის მოძრაობის სქემა; გ – ლითონის წვეთის გადატანის სქემა ჭერის მდებარეობაში ნაკერის შედუღებისას.

ლითონის ღნობით ელექტრორკალური შედუღების ტექნოლოგია. ზოგადი განმარტებები

შედუღება ეწოდება ლითონის ან სხვა მყარი სხეულების ნაწილების ისეთ დაკავშირებას, რომლის შედეგადაც მიიღება არადასაშლელი შენადული შეერთება და

რომელიც ხორციელდება შესადუღებელი ნაწილების ადგილობრივი ან მთლიანი გახურების, პლასტიკური დეფორმაციის ან ორივე ფაქტორის ერთდროული მოქმედებით, რის შედეგადაც შესაერთებელ ზედაპირზე დამყარდება ატომთშორისი ბმები.

შენადულ ნაკერსა და შეერთებას, ნაკეთობის ტიპისა და დანიშნულების მიხედვით განსხვავებული მოთხოვნები წაეყენება. ეს მოთხოვნები არ შეიძლება ჩამოყალიბდეს ზოგადი სახით. ზოგადი მოთხოვნებიდან, რომელიც აუცილებელია შენადული შეერთებებისათვის, არის საიმედოობა, მუშაობისუნარიანობა ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში და მისი დამზადებისათვის საჭირო მინიმალური შრომატევადობა.

შენადული შეერთების მუშაობისუნარიანობაში ძირითადად იგულისხმება მისი უნარი შესაბამის დატვირთვებსა და სამუშაო პირობებში შეინარჩუნოს ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში აუცილებელი და საკმარისი სიმტკიცე, გამძლეობა და მედეგობა. შენადული შეერთების სიმტკიცე ძირითადად განისაზღვრება ნაკერის, მიმდებარე ზონისა და ძირითადი ლითონის მექანიკური თვისებებით, მყიფე მდგომარეობაში გადასვლისადმი მიდრეკილებით, ნაკერის ფორმითა და ზომებით, მათში არსებული დეფექტების სახეებითა და სხვ.

შედუღების პრაქტიკაში არსებობს არადასაშლელი შენადული შეერთების პროცესისათვის დამახასიათებელი რამდენიმე ტერმინი, რომლებიც ძირითადი მასალის და ურღვევი შეერთების განმარტებისათვის გამოიყენება:

1. **შენადული შეერთება** – შედუღებით შესრულებული არადასაშლელი შეერთება. იგი შეიცავს ნაკერს, მის მიმდებარე თერმული გავლენის შეერთების ზონას და ძირითადი ლითონის მომიჯნავე უბანს. თერმული გავლენის ზონაში ძირითადი ლითონის სტრუქტურა და სხვა მახასიათებელი თვისებები იცვლება, რაც დიდ გავლენას ახდენს შენადული კონსტრუქციის საერთო მედეგობაზე.

2. **შენადული ნაკერი** – შენადული შეერთების უბანი, რომელიც წარმოიქმნება შედულების პროცესში შედულების აბაზანის კრისტალიზაციის შედეგად.
3. **დადულება** – ნაკეთობის ზედაპირზე შედულების შედეგად ლითონის გარკვეული არადასაშლელი ფენის დადება.
4. **შედულების აბაზანა** – შენადული ნაკერის ნაწილი, რომელშიც შედულების პროცესში ლითონი თხევად მდგომარეობაშია.
5. **კატერი** – შედულების აბაზანაში რკალის აირის წნევის შედეგად წარმოქმნილი ჩარღმავება ანუ ფოსო.
6. **თერმული გაგლენის ზონა** – ძირითადი ლითონის ის უბანი, რომელიც შედულების პროცესში არ დნება და რომლის სტრუქტურა და თვისებებიც შეცვლილია დნობით შედულებისას ან თერმული ჭრის დროს გახურების შედეგად.
7. **ძირითადი ლითონი** – შესადულებელი ნაწილების ლითონი.
8. **მისართი ლითონი** – შედულების პროცესში, შედულების აბაზანაში ძირითადი ლითონის გარდა დამატებით შეტანილი ლითონი.
9. **დადულებული ლითონი** – შედულების აბაზანაში ძირითად ლითონზე დამატებული გადადნობილი მისართი ლითონი.
10. **ნაკერის ლითონი** – შენადნობი, რომელიც წარმოიქმნება ძირითადი და დადულებული ლითონის ურთიერთგადადნობის ან მხოლოდ ძირითადი ლითონის გადადნობის შედეგად.
11. **შენადული** – უწყვეტი ლითონური კავშირი ძირითადი ლითონის შედულებულ ზედაპირებს, ნაკერის შრეებსა და ლილვაკებს შორის.
12. **შედნობის ზონა** – ნაკერისა და ძირითადი ლითონის სასაზღვრო ზონა, სადაც ამავე დროს არის ნაწილობრივ შელხობილი ლითონის მარცვლები.
შენადული შეერთების თვისებები ძირითადად დამოკიდებულია თვით ნაკერის ლითონისა და მის მიმდებარე თერმული გაგლენის ზონის თვისებებზე.

გარდა ამისა, შენადული კონსტრუქციების მდებარეობაზე გარკვეულწილად მოქმედებს თერმული გაგლენის ზონაში (ძირითადი ლითონის მომიჯნავე უბანსა და გარდამავალ ზონაში) არსებული ძაბვები და პლასტიკური დეფორმაციები, რომლებიც გახურებისა და გაცივების პროცესში წარმოიქმნება.

ნაკერის შესრულების და ელექტროდის მანიპულირების ტექნიკა

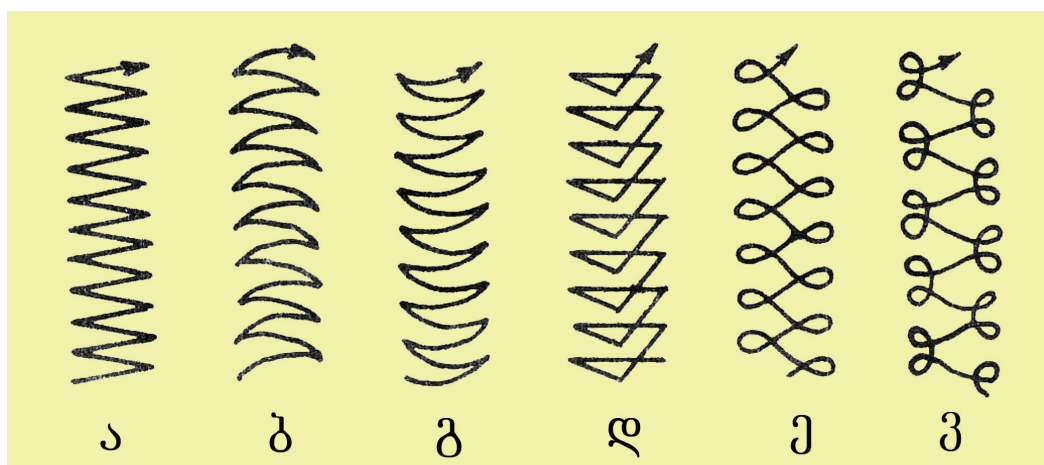
შედულების პროცესში შემდულებელი ელექტროდს სამი მიმართულებით უნდა ამოძრავებდეს:

პირველი მიმართულებაა წინსვლითი, ელექტროდის ღერძის მიმართულებით, რითაც ელექტროდის დნობის სიჩქარეზე დამოკიდებულებით მიიღწევა რკალის უცვლელი სიგრძე;

მოდრაობის მეორე მიმართულება – ნაკერის წარმოსაქმნელად ელექტროდის გადაადგილება ლილვაკის გასწვრივ. ამ მოძრაობის სიჩქარე დგინდება შედულების დენის, ელექტროდის დიამეტრის, მისი დნობის სიჩქარის, ნაკერის სახისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით. გადაადგილების სიჩქარის სწორად შერჩევისას ლილვაკის სიგანე 2-3 მმ-ით მეტი იქნება ელექტროდის დიამეტრზე. ელექტროდის განივი მოძრაობის გარეშე შედულებისას მიღებულ ნაკერს ლილვაკური ან ძაფისებრი ეწოდება და გამოიყენება ძირითადად მცირე სისქის ლითონების შედულებისას ფუძე ნაკერის შესასრულებლად. გარდა ამისა, ასეთი ნაკერები სასურველია გამოყენებულ იქნეს დადულებისას და ვერტიკალურ სიბრტყეში ჰორიზონტალური ნაკერების შესასრულებლად.

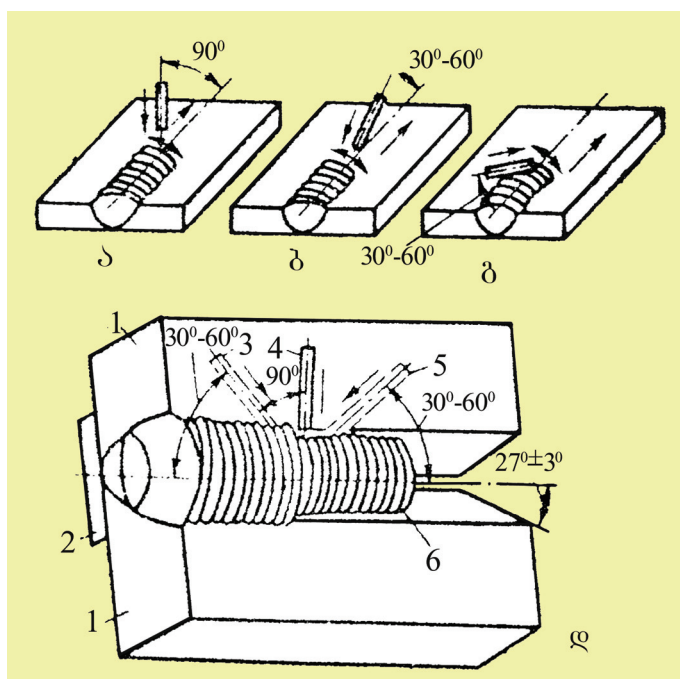
მესამე მიმართულება – ელექტროდის განივი რხევითი მოძრაობები. ხშირ შემთხვევაში სასურველია გარკვეული სიგანის ნაკერის მიღება. ამ მიზნით შედულებისას იყენებენ ელექტროდის რხევით მოძრაობებს. თუ შედულება ნაკერის ღერძის მიმართ ყოველგვარი ხარვეზის გარეშე მხოლოდ სწორხაზოვანი გადაადგილებით ხორციელდება, მაშინ ნაკერის სიგანე

მხოლოდ შედუღების დენითა და შედუღების სიჩქარით განისაზღვრება და იგი ელექტროდის დიამეტრის 0,8...1,5-ს შეადგენს. ამ ხერხს იყენებენ თხელი ფურცლებისა და მრავალშრიანი შედუღების დროს პირველი შრის ფესვის ნაკერის შესრულებისას. ხშირ შემთხვევაში გამოიყენება ელექტროდის დიამეტრის 1,5...4 მმ ტოლი სიგანის ნაკერი, რაც ელექტროდის გარკვეული რხევით მიიღწევა. ხელით შედუღებისას განივი მოძრაობის ყველაზე გავრცელებული სახეები მოცემულია ნახაზზე ქვემოთ. პირველი ოთხი (ა, ბ, გ, დ) გამოიყენება, ჩვეულებრივ, ნაკერის მიღების მიზნით, ხოლო ტეხილი სახეებით გრძივი მოძრაობები – ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე ფურცლების შედუღებისას. ელექტროდის რხევის ბოლო ორ ხერხს (ე, ვ) მიმართავენ იმ შემთხვევაში, როცა შესადუღებელი ლითონის ნაწიბურების გახურება სავალდებულოა. ასეთებია მალეგირებული ფოლადის ფურცლებისა და ნაკეთობების შედუღება.



ელექტროდის განივი რხევების ძირითადი სახეები

ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნაჩვენებია პირაპირა შეერთებების შედუღების ტექნიკა.



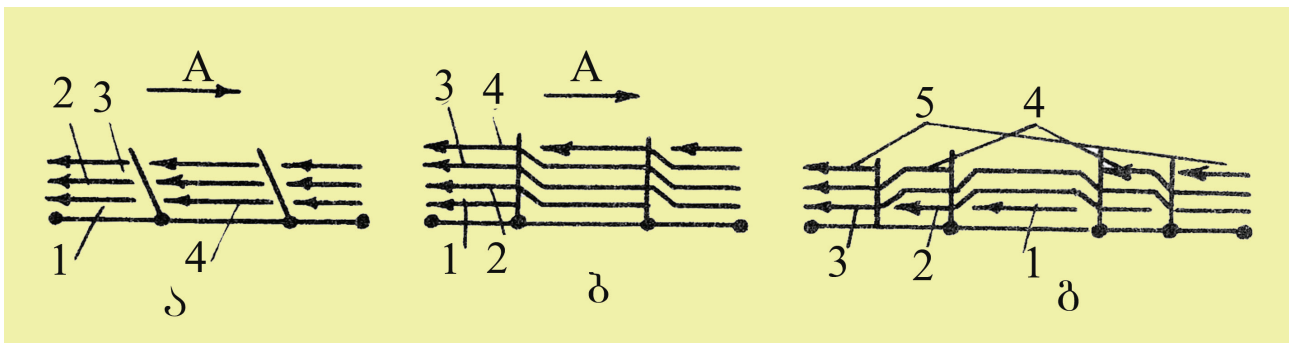
პირაპირა შეერთებების შედუღების ტექნიკა:

ა – ელექტროდის ვერტიკალური განლაგებით; ბ – კუთხით უკან განლაგებით; გ – კუთხით წინ განლაგებით;
 დ: 1 – შესადუღებელი ნაკეთობა; 2 – ქვესადები; 3 – კუთხით წინ ელექტროდის მდებარეობა; 4 – ელექტროდის ვერტიკალური განლაგებით; 5 – კუთხით უკან ელექტროდის მდებარეობით; 6 – ფუძე ნაკერი



პირგადადებითი შეერთების შედუღების ტექნიკა

ნაკერის სიგრძის, შესადუღებელი ლითონის მარკისა და სისქის, კონსტრუქციის სიხისტისა და ა.შ. მიხედვით მრავალშრიანი ნაკერის დადების სხვადასხვა საშუალება არსებობს. მაგალითად, სქელი ლითონის კონსტრუქციების მრავალშრიანი შედუღება შეიძლება შესრულდეს ბლოკებით (ა), კასკადებით (ბ) და გორაკით (გ) (იხილე ნახაზი ქვემოთ). ნახაზზე A-თი ნაჩვენებია შედუღების მიმართულება, ხოლო ისრით – ცალკეული შრის შედუღების მიმართულება; ციფრები 1...5 გვიჩვენებს შრეების დადების თანამიმდევრობას.



მრავალშრიანი ნაკერის დადების თანამიმდევრობა:

ა – ბლოკებით; ბ – კასკადებით; გ – გორაკით

იმის მიხედვით თუ როგორია ძირითადი ლითონის შედგენილობა, ყოველი საფეხურის სიგრძე 300...600 მმ-ის ზღვრებში იცვლება. ყოველი მომდევნო შრის დადება ხორციელდება ჯერ კიდევ გახურებული წილის ქერქმოცილებულ შრეზე. ამის შემდეგ ყოველი ახალი შრის დადებისას ხდება ძირითადი ნაკერის ლითონის გახურება, რაც ამცირებს გაცივების სიჩქარეს, რითაც შესაძლოა 15...20 მმ-ის სისქის შედუღებისას თავიდან ავიცილოთ ნაკერში ცხელი ბზარების წარმოქმნის ალბათობა. 20...25 მმ-სა და უფრო მეტი სისქის ფოლადების შედუღებისას, ბზარების თავიდან აცილების მიზნით, იყენებენ შედუღების კასკადურ ან გორაკის სქემებს.

შედუღების დამთავრებისას რკალის სწრაფი გაწყვეტით ნაკერის ბოლოში წარმოიქმნება კრატერი, რომელშიც თავმოყრილია მინარევების საკმაოდ რაოდენობა, განსაკუთრებით კი არაღივლიანი ჩანარები, გოგირდი და ფოსფორი. ეს, თავისთავად, ხელს უწყობს ბზარების წარმოქმნას, რომლის თავიდან აცილების მიზნით ხდება კრატერის ჩადუღება, ე.ი. ელექტროდის ლითონით შევსება ან გამოჰყავთ იგი ნაკერის მიღმა ძირითად ლითონებზე. თუ შესადუღებელი ლითონი წრთობისადმი მდგრადი იქნება, მაშინ, ბზარების თავიდან აცილების მიზნით, კრატერის გამოყვანა ძირითად ლითონში ყოველად დაუშვებელია. კრატერის შევსება საჭიროა მოხდეს შედუღების ციკლის შეწყვეტის გარეშე. ამისათვის შედუღების დამთავრებისას უნდა შეწყდეს ელექტროდის გადაადგილება და მოწოდება, რაც გამოიწვევს რკალის თანდათანობით დაგრძელებას და მის ბუნებრივ გაწყვეტას. ამ შემთხ-

ვევაში კრატერის ადგილას მიიღება ნაკერის ტოლი სიმაღლისა და პარამეტრების მქონე დადუღებული ლითონის ლილვაკი.

შედულების რეჟიმების შერჩევა ელექტროდის დიამეტრისა და დენის შესაბამისად

შედულების რეჟიმში იგულისხმება მაჩვენებლების ჯგუფი, რომლებიც განსაზღვრავს შედულების პროცესის მიმდინარეობას და უზრუნველყოფს სასურველი ფორმის, ხარისხისა და ზომების შენადული ნაკერის მიღებას. ნაკერის ზომები და ფორმა არსებითად განსაზღვრავს ბზარების წარმოქმნისადმი მის მდგრადობას, ძირითადი ლითონიდან ნაკერისკენ გადასვლის სიძლიერეს და ამით შემოჭრის, შეუღებლობისა და სხვა დეფექტის წარმოქმნის ალბათობას.

დადგენილია, რომ ნაკერის დადუღების ფორმა და ზომები დამოკიდებული არ არის ნაკერის ტიპზე. მაგალითად, “ნავის” წესით შედუღებული ტესტური შეერთების კუთხური ნაკერის ფორმა და ზომები პრაქტიკულად მთლიანად ემთხვევა 90°-ით გადახსნილი ნაწიბურების მქონე პირაპირა ნაკერს.

შედულების რეჟიმის ძირითად მაჩვენებლებს მიეკუთვნება ელექტროდის დიამეტრი, დენის ძალა, რკალის ძაბვა და შედუღების სიჩქარე, ხოლო დამატებით მაჩვენებლებს – დენის სახე და პოლარობა, დაფარული ელექტროდის ტიპი და მარკა, ელექტროდის დახრის კუთხე, ძირითადი ლითონის წინასწარი გახურების ტემპერატურა, რკალის დაცვის სახეობა და სხვ.

ხელით შედუღებისა რეჟიმების შერჩევა ძირითადად წარმოებს ელექტროდის დიამეტრისა და შედუღების დენის მიხედვით. შედუღების სიჩქარე და რკალის ძაბვა დგინდება უშუალოდ შემდუღების მიერ შესადუღებელი ნაკეთობების შეერთების სახის ფოლადისა და ელექტროდის მარკის, ნაკერის სივრცითი მდებარეობისა და სხვათა გათვალისწინებით. ელექტროდის დიამეტრი შეირჩევა შესადუღებელი ლითონის სისქის, ნაკერის ტიპისა და სხვათა მიხედვით. მაგალი-

თად, ქვემო მდებარეობაში 4 მმ სისქის ფურცლების პირაპირა შედუღებისას ელექტროდის დიამეტრი შესადუღებელი ლითონის სისქის ტოლი აიღება. უფრო მეტი სისქის ლითონის ნაკეთობების შედუღებისას იყენებენ 4...6 მმ დიამეტრის ელექტროდებს. 6 მმ-ზე მეტი დიამეტრის ელექტროდები ხელით შედუღების შემთხვევაში არ გამოიყენება, რადგანაც შესაძლებელია არაშედულებადი უბნებისა (ძირითადად ფუძის ნაკერის) და ნაკერის ლითონში დიდი სვეტისებრი კრისტალური სტრუქტურის წარმოქმნა, რაც ამცირებს ნაკერის ხარისხს.

მრავალშრიანი პირაპირა და კუთხური ნაკერის პირველი შრე ანუ ფუძის ნაკერი, სრულდება 2...4 მმ-ის დიამეტრის ელექტროდით, ხოლო შემდეგი შრეები შედარებით დიდი დიამეტრის ელექტროდებით, რაც დამოკიდებულია ლითონის სისქესა და ნაწიბურების გამოყვანის სახეობაზე.

შედუღების დენი ძირითადად ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით შეირჩევა და იანგარიშება ფორმულით

$$I=Kd,$$

სადაც K პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დენის სახეობაზე, მის პოლარობაზე, ელექტროდის მავთულის ან დერის დიამეტრსა და დაფარვის ან ფლუსის სახეზე (ხელით შედუღებისათვის $K=35...60$ ა/მმ); d ელექტროდის დიამეტრია, მმ.

ავტომატური და ნახევრად ავტომატური შედუღებისას შედუღების პროცესის მდგრადობისა და რკალის სიგრძის მუდმივობისათვის, გარდა დენის ძალის ზრდისა აუცილებელია ელექტროდის მავთულის მიწოდების სიჩქარის გაზრდა, რაც გამოიწვევს ნაკერის ამოზნექილობის სიმაღლის ზრდას. ამ შემთხვევაში შედუღების დენი

$$I=h/K,$$

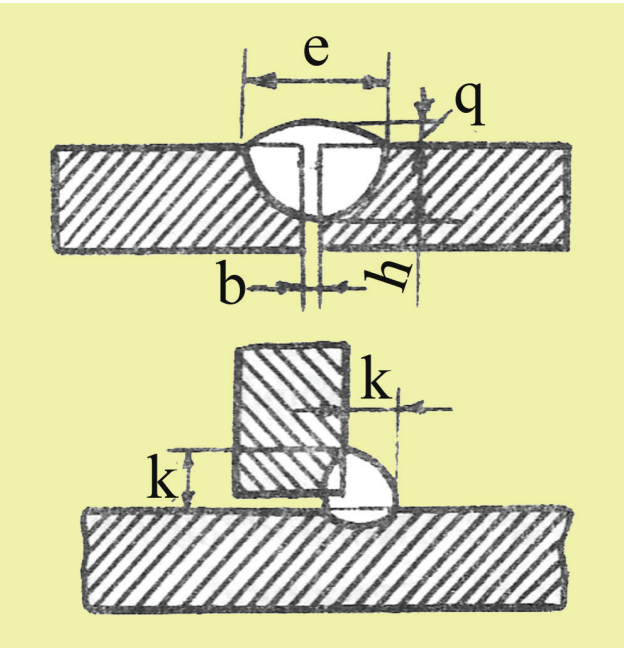
სადაც h ჩადუღების საჭირო სიღრმეა, მმ; K პროპორციულობის ემპირიული კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში.

ფლუსის ქვეშ შედუღებისათვის პროპორციულობის

K კოეფიციენტის მნიშვნელობები

დენის სახე და პოლარობა	ელექტროდის მავთულის დიამეტრი, მმ	K, მმ/100ა	
		ნაწიბურების გამოყვანით ტესტირება და პირაპირა შეერთება	ნაწიბურების გამოყვანის გარეშე პირაპირა შეერთებისა და დადუღებისათვის
ცვლადი	5	1,5	1,1
	2	2	1
მუდმივი, შექცეული პოლარობის	5	1,75	1,1
მუდმივი, პირდაპირი პოლარობის	5	1,25	1
ცვლადი	5	1,55	1,15

შედუღების შედარებით დაბალი დენი იწვევს რკალის არასტაბილურობას. ეს უკანასკნელი კი თავისთავად წარმოქმნის არაშედუღებად უბნებს, რაც ამცირებს ნაკერის ხარისხსა და მის მექანიკურ თვისებებს. ძალზე მაღალი შედუღების დენი კი იწვევს შედუღებისას ელექტროდის გახურებას, ზრდის მისი დნობის სიჩქარესა და შედუღების პროცესში ელექტროდის ლითონის გაშხეფას, რაც აუარესებს ნაკერის ფორმირების ხარისხს. K-ს სიდიდეზე მოქმედებს ელექტროდის დაფარვის სახე: აირ-წარმოქმნელი დაფარვისათვის K-ს მნიშვნელობა შედარებით დაბალია, ვიდრე წილის წარმოქმნელი დაფარვისათვის.



ნაკერის გეომეტრიული პარამეტრები

ვერტიკალური და პორიზონტალური შედუღებისას, ქვემო მდებარეობაში შედუღებასთან შედარებით, შედუღების აბაზანიდან თხევადი ლითონის ჩამოდვრის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა შედუღების დენის 5...10%-ით, ხოლო ჭერი-სეული შედუღებისას – 10...15%-ით შემცირება.

ნაკერი ხასიათდება ჩადუღების ფორმისა ($\Psi=e/h$) და ამობურცულობის კოეფიციენტებით ($b=e/q$).

ნაკერის ჩადუღების ფორმისა და ამობურცულობის (გაძლიერების) კოეფიციენტების რიცხობრივ მონაცემებს აღგენენ შესადუღებელი ნაკეთობების დაპროექტებისას. მაგალითად, ხელით შედუღებისას ნაკერის ფორმის კოეფიციენტი შესაძლოა იყოს 1-დან 20-მდე.

ელექტროდის დიამეტრის შესარჩევად ქვემოთ მოცემულია პრაქტიკული რეკომენდაციები:

პირაპირა შედუღებისას							
დეტალის სისქე	1.5...2	3	4...8	9...12	13...15	16...20	20
ელექტროდ. დიამეტრი, მმ	1.6...2	3	4	4...5	5	5...6	6

სქელი ფურცლების ხელით შედუღების შემთხვევაში შრეების რაოდენობის განსაზღვრისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ერთი გავლით დადუღებული ლითონის მაქსიმალური განივკვეთის ფართობი არ აღემატება 30...40 მმ²-ს. კუთხური

და ტესტები შეერთებების მრავალშრიანი შედუღებისას საჭიროა შრეების საერთო ფართობის (F_{Σ}) ცოდნა, რომელიც შემდეგი ფორმულით გამოიანგარიშება:

$$F_{\Sigma}=k_{\beta} \cdot k^2/2$$

სადაც k_{β} კოეფიციენტია, რომლის მნიშვნელობაც ნაკერის კათეტის მიხედვით შეირჩევა; k ნაკერის კათეტია, მმ. k_{β} -ს მნიშვნელობა შეირჩევა ემპირიულად ნაკერის კათეტის მიხედვით:

ნაკერის კათეტი, მმ	3...4	5...6	7...10	12...20	20...30	30
k_{β}	1.5	1.35	1.25	1.15	1.10	1.05

პირაპირა შედუღებისას ერთი გავლით მიღებული ნაკერის განივკვეთის ფართობი, რომლის დროსაც უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს ფორმირების ოპტიმალური პირობები, ასე იანგარიშება:

პირველი გავლისათვის (ფუძე ნაკერის დადებისას)

$$F_1=(6...8)d_f$$

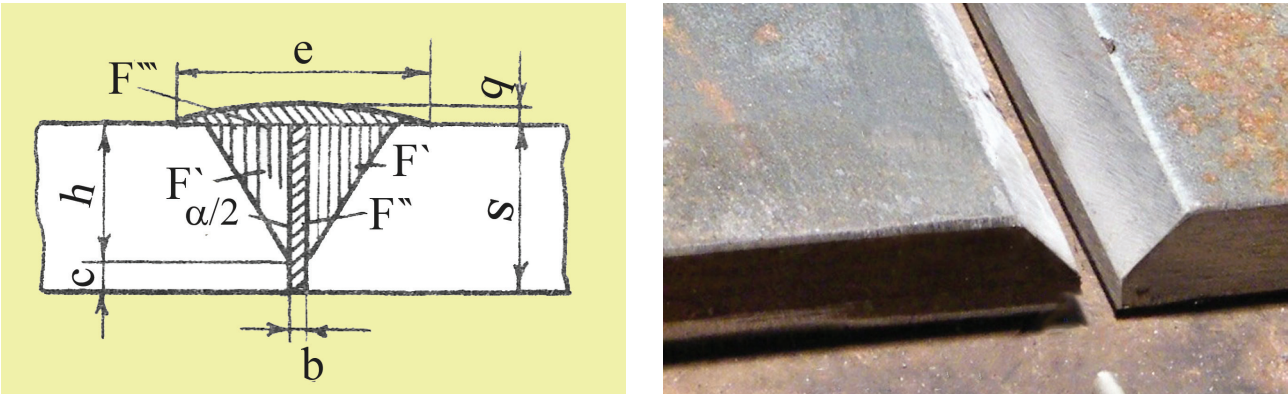
შემდეგი შრეებისათვის

$$F_6=(8...12)d_f$$

სადაც d_f ელექტროდის დიამეტრია, მმ; n – შრეების რიცხოვრივი გამოსახულება (1,2,3 და ა.შ.).

გამოყვანილნაწიბურიანი პირაპირა შეერთებების შედუღებისას ნაკერის შრეების რაოდენობის განსასაზღვრავად აუცილებელია ყოველი შრის დადუღებული ლითონის განივკვეთის საერთო ფართობის გაანგარიშება (იხილე ნახაზი ქვემოთ):

$$F_{\Sigma}=2F+F'+F''$$



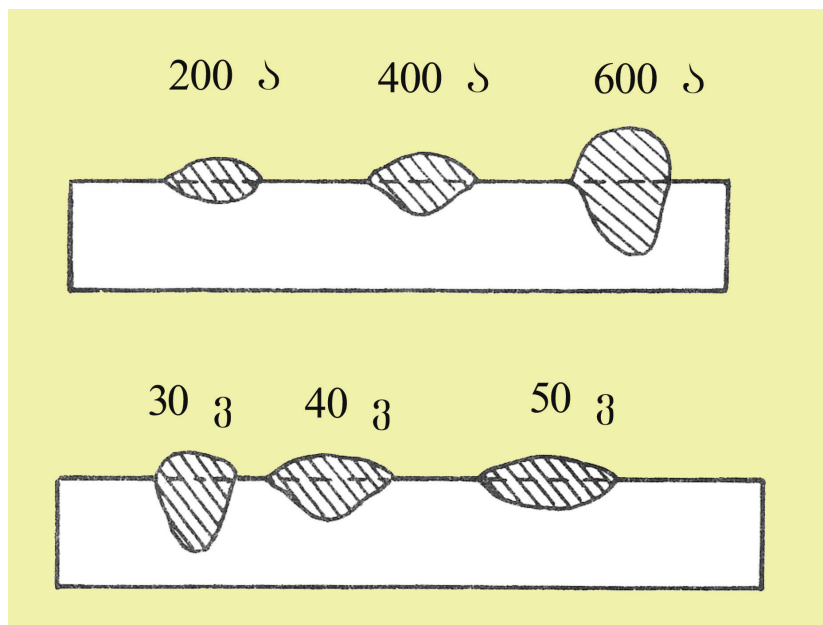
ნაწიბურების V-ს მსგავსი გამოყვანით პირაპირა ნაკერის განივკვეთის ფორმა

ამრიგად, თუ ცნობილია დადუღებული ლითონის განივკვეთის საერთო ფართობი და პირველი და ყოველი შემდგომი შრის განივკვეთის ფართობები, შრეების რიცხვი შესაძლოა შემდეგი გამოსახულებით განვსაზღვროთ:

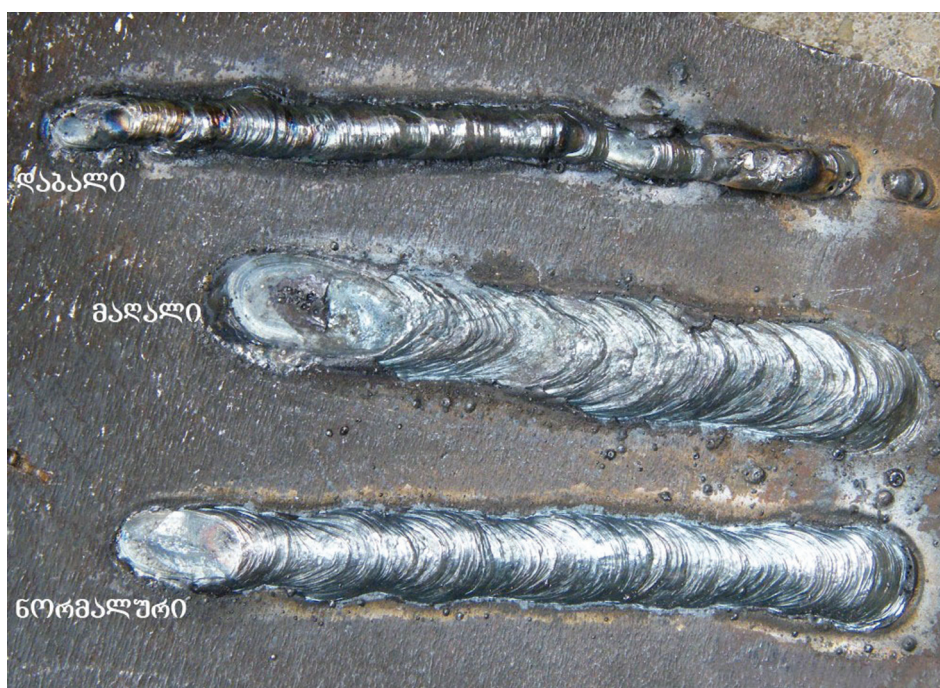
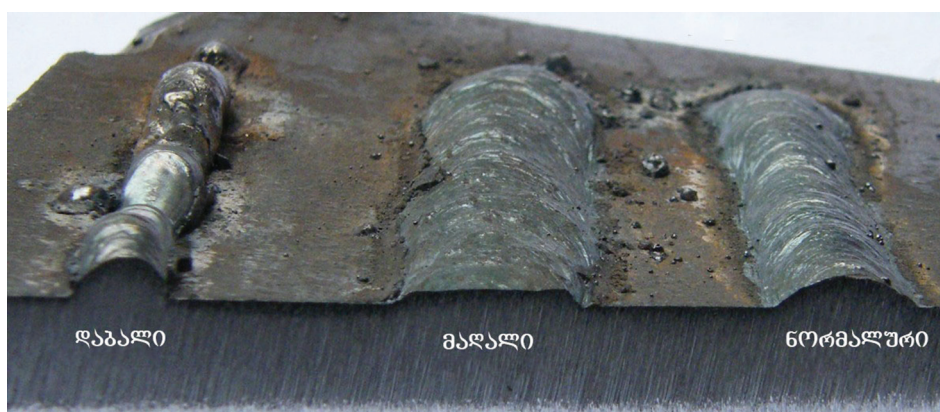
$$n=(F_{\Sigma}+F_1)/F_6+1$$

განვიხილოთ რკალური შედუღებისას სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა ნაკერის ფორმასა და ზომებზე. ნაკერზე რეჟიმის ერთი პარამეტრის გავლენის განხილვისას ვგულისხმობთ, რომ სხვა ყველა დანარჩენი პარამეტრი მუდმივია.

ძაბვის გაზრდით აბაზანის ზომების ზრდა და ჩადუღების სიღრმის შემცირება გამოწვეულია რკალის ეფექტური მარგი ქმედების კოეფიციენტის შემცირებითა და შედუღების აბაზანის ზედაპირზე რკალის აქტიური ლაქის ე.წ. ხეტიალის ზრდით. ქვემოტ მოცემულ ნახაზზე სქემატურადაა გამოსახული ნაკერის სიგანის დამოკიდებულება რკალის ძაბვაზე ცვლადი დენის შემთხვევაში.



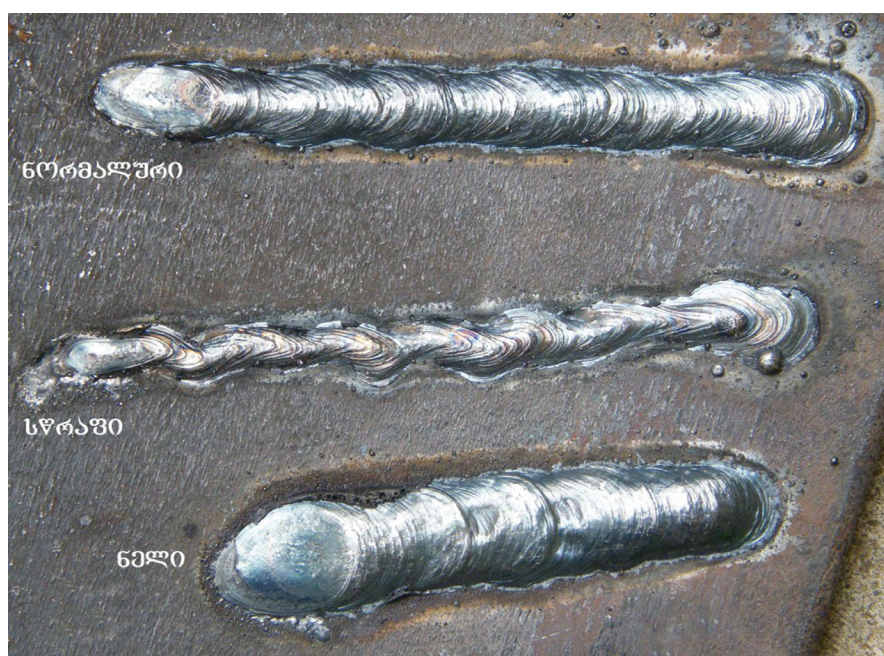
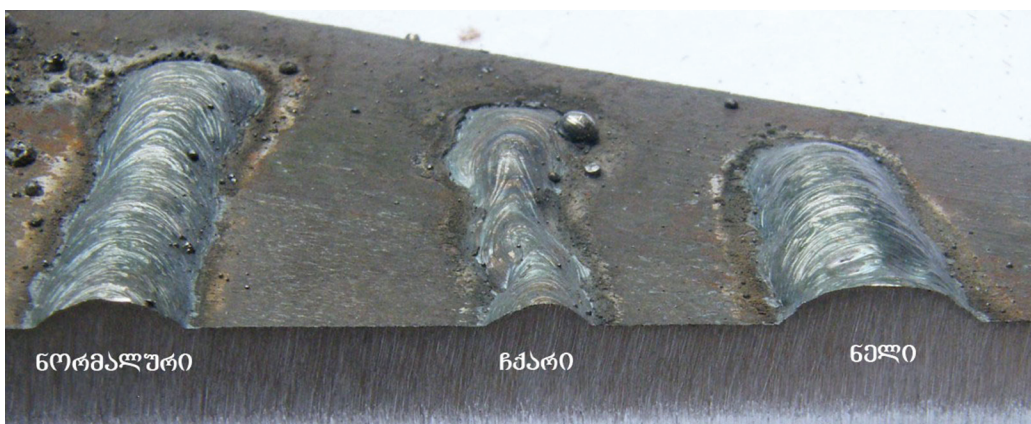
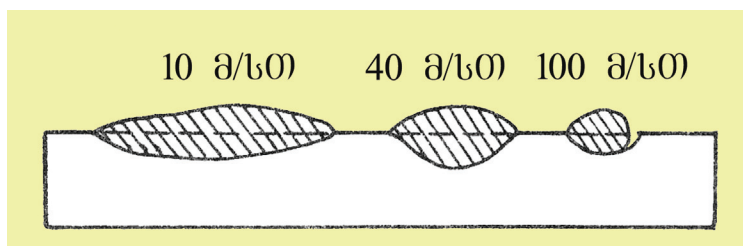
ცვლადი დენით შედუღებისას ნაკერის გეომეტრიული ზომების დამოკიდებულება რკალის ძაბვაზე



შედუღების ნაკერის გეომეტრიული პარამეტრების დამოკიდებულება რკალის დენის პარამეტრებზე

შედულების სიჩქარე. დადგენილია, რომ რკალის მუდმივი თბური სიმძლავრის შემთხვევაში შედულების სიჩქარის ცვლილება საგრძნობ გავლენას ახდენს საშემდუღებლო აბაზანისა და ნაკერის ზომებზე.

ამრიგად, შედულების სიჩქარის ცვლილების გავლენა ჩადულების სიღრმეზე რთული ხასიათისაა. მაგალითად, შედულების დაბალ სიჩქარეებზე (1...1,5 მ/სთ ხელით შედულებისა და 10...12 ს/სთ – ფლუსის ქვეშ შედულებისას) შეიმჩნევა ჩადულების მინიმალური სიღრმე. ეს მოვლენა დაკავშირებულია აბაზანაში რკალის ფუძიდან თხევადი ლითონის ინტენსიურ გამოდევნაზე. ამ დროს რკალის ძირში წარმოიქმნება თხევადი ლითონის გარკვეული ფენა, რომელიც წინააღმდეგობას უწევს ძირითადი ლითონის დნობას. კონკრეტულ პირობებში შედულების სიჩქარის შემდგომი გაზრდა იწვევს ჩადულების სიღრმის ზრდას. მაგალითად, დადგენილია, რომ ფლუსის ქვეშ შედულების შემთხვევაში შედულების სიჩქარის 10-დან 25 მ/სთ-მდე ზრდა იწვევს ჩადულების სიღრმის გაზრდას, ხოლო შემდგომი ზრდა, პირიქით, ამცირებს ჩადულების სიღრმეს. შესაძლოა ეს მოვლენა დამოკიდებული იყოს გრძივი ენერგიის შემცირებაზე

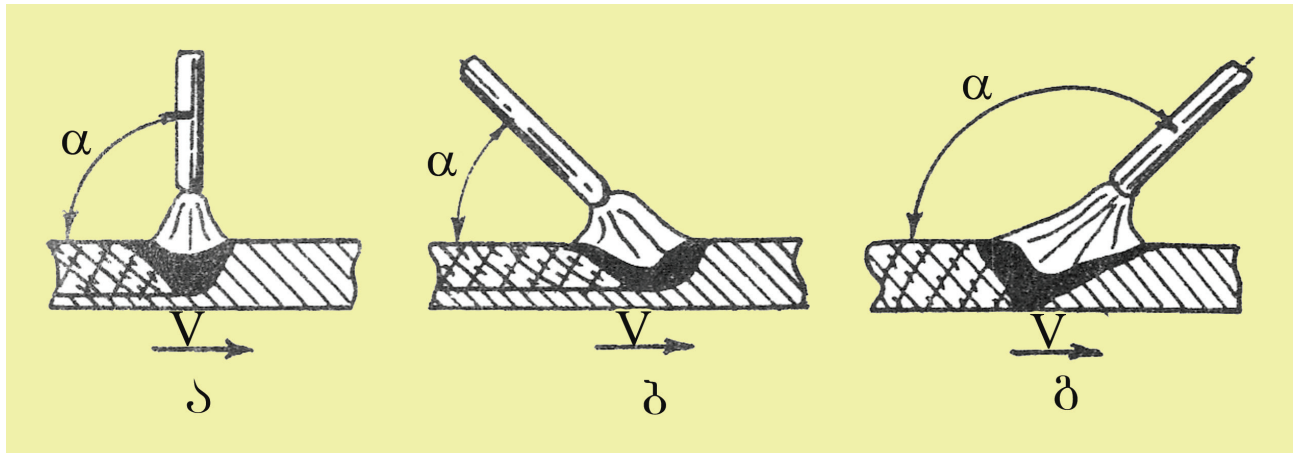


ნაკერის სიგანისა და ჩადულების სიღრმის დამოკიდებულება შედულების სიჩქარეზე

ამრიგად, შედუღების სიჩქარის ზრდით ნაკერის სიგანე მცირდება, რაც განპირობებულია რკალის ე.წ. “ხეტიალის” შემცირებით.

შედუღების პროცესში მუდმივი დენის ძალის დროს ელექტროდის დიამეტრი განსაზღვრავს რკალის ხეტიალსა და ხურების ლაქაში ენერგიის სიმკვრივეს, ამიტომ ელექტროდის დიამეტრის ზრდით რკალის დაწოლა თხევად ლითონზე მცირდება. ეს კი იწვევს ჩადუღების სიღრმის შემცირებასა და აბაზანის სიგანის გაზრდას.

ელექტროდის დახრის კუთხე. ნაკერის ღერძის მიმართ ელექტროდის დახრის კუთხე საგრძნობ გავლენას ახდენს შედუღების აბაზანისა და ნაკერის ზომებზე.



შედუღების ელექტროდის დახრის კუთხის (ა) გავლენა შედუღების აბაზანისა და ნაკერის ფორმირებაზე:

ა – ვერტიკალურ მდგომარეობაში; ბ – კუთხით წინ; გ – კუთხით უკან

თუ $\alpha < 90^\circ$ -ზე, მაშინ შედუღებას აწარმოებენ კუთხით წინ (ა). ამ შემთხვევაში რკალის წნევა გამოდევნის თხევად ლითონს აბაზანის წინა (თავის) მხარეს. ეს უკანასკნელი ამცირებს რკალიდან ძირითად ლითონზე სითბოს გადაცემასა და ჩადუღების სიღრმეს; თუ $\alpha > 90^\circ$ -ზე, მაშინ შედუღებას ახდენენ კუთხით უკან (ბ). ამ დროს რკალის წნევა გამოდევნის თხევად ლითონს აბაზანის თავიდან კუდისაკენ. ეს კი თავისთავად ზრდის ძირითად ლითონზე სითბოს გადაცემას, რაც იწვევს შესაღუდელებელ ლითონის სწრაფ დნობასა და ჩადუღების სიღრმის გაზრდას.

ბანვლილი მასალის გახეობრა

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენოთ ცალკე ფურცელი.

1. საგლინი მასალის დეფორმაციის თავიდან ასაცილებლად ტარდება შემდეგი ტექნოლოგიური ოპერაციები:
1) ჭრა; 2) სწორება;
3) მონიშვნა; 4) გასუფთავება.
2. დეტალების აწობა შედულებით სრულდება მოკლე ნაკერებით, რომლებსაც უწოდებენ:
1) დამაკავშირებელს; 2) მუშას;
3) მოსაჭიდს; 4) ფლანგურს.
3. შესადულებელი დენის ძალის ზრდით ჩასადულებელი ლითონის სიღრმე:
1) იზრდება; 2) მცირდება;
3) არ იცვლება; 4) უდრის ნულს.
4. რკალზე ძაბვის ზრდით საშემდულებლო ნაკერის სიგანე:
1) იზრდება; 2) მცირდება;
3) არ იცვლება; 4) უდრის ნულს.
5. რა მიზნით გამოიყენება უკუსაფეხუროვანი შედულება:
1) ელექტროდების ეკონომიის; 2) წარმადობის ზრდის;
3) დეფორმაციების შემცირების; 4) თერმული დამუშავების.
6. “კუთხით უკან” შედულებისას ჩადულების სიღრმე:
1) იზრდება; 2) მცირდება;
3) არ იცვლება; 4) უდრის ნულს.
7. “აღმართზე” შედულებისას ჩადულების სიღრმე:
1) უდრის ნულს; 2) მცირდება;
3) არ იცვლება; 4) იქრდება.
8. ვერტიკალური ნაკერების შესრულებისას ძირითადი ხერხებია:
1) “ქვემოდან ზემოთ”; 2) “ზემოდან ქვემოთ”;
3) “კუთხით წინ”; 4) “კუთხით უკან”.
9. “ზემოდან ქვემოთ” ვერტიკალური ნაკერის შესრულებისას გამოიყენება ელექტროდები, რომელთა დანაფარია:
1) მუკა; 2) ფუძე;
3) რუტილის; 4) ცელულოზას.
10. ჭერის მდებარეობის შედულებისას ქვედა მდებარეობის შედულებასთან შედარებით აუცილებელია:
1) გაიზარდოს ელექტროდის დიამეტრი;
2) შემცირდეს შესადულებელი დენის ძალა;
3) გაიზარდოს რკალის სიგრძე;
4) გამოიყენებულ იქნეს სხვა კვების წყარო.

პრაქტიკული მეცადინეობის სასწავლო ელემენტები ნაკერის სივრცით სხვადასხვა მდებარეობაში შეღულება ფირფიტების პირაპირა შეღულება ქვედა მდებარეობაში (ერთშრიანი შეღულება)

1. პრაქტიკული მეცადინეობისათვის ქვემოთ მოცემული ცხრილის შესაბამისად შეარჩიეთ ელექტროდები.

დაფარვის სახე	შესადუღებელი დენი	
	დენის სახე	პოლარულობა
რუტილურ-ფუძე	“ (ცვლადი) = (მუდმივი)	+ (უკუ)
B-ფუძე	=	+
რუტილურ-მჟავა	~	+

შენიშვნა: პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ანალოგიური ტიპის ელექტროდი.

2. ქვემოთ მოცემული ცხრილიდან შესადუღებელი ლითონის სისქის მიხედვით შეარჩიეთ ელექტროდის დიამეტრი.

შესადუღებელი ლითონის სისქე, მმ	1-2	3	4-5
ელექტროდის დიამეტრი, მმ	1,5-2,5	3	3-4

შენიშვნა: 4 მმ სისქის ლითონის შესადუღებლად რეკომენდებულია 3 მმ დიამეტრის მქონე ელექტროდების გამოყენება.

3. შედუღების წინ ბამოწმით ელექტროდები ქვემოთ მოცემულ ცხრილში მითითებული რეჟიმის შესაბამისად.

დანაფარის სახე	გამოწვის რეჟიმი		გამოწვის შემდეგ გარგისიანობის ხანგრძლივობა შენახვისას, დღე-ღამე		
	წითლობის ტემპერატურა, °C	წითლობის დრო, საათი	პერმეტულ ტარაში	საშრობ კარადაში t=60÷100°C დროს	გამთბარ შენობაში t≥17°C პირობებში
ფუძე	360÷400	2.0	შეუზღუდავი	შეუზღუდავი	5
რუტილური	150÷190	1.0	—	—	15
მჟავა	150÷200	1.0	—	—	15

4. მოამზადეთ სამუშაოდ შედუღების პოსტი ცვლადი ან მუდმივი დენის წყაროდან კვების უზრუნველყოფით.

5. მოცემული ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით შეარჩიეთ შესადუღებელი დენი.

ლითონის სისქე, მმ	ელექტროდის დიამეტრი	ნაკერის ტიპი	დენის ძალა, ა
3÷4	3	ცალმხრივი	100÷140
	4	—	160÷200

შენიშვნა: 4 მმ სისქის ლითონის შესადუღებლად გამოიყენეთ ისეთი ელექტროდები, რომელთა დიამეტრი შესადუღებელი ლითონის დიამეტრის ტოლია.

6. 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის ცვლადი დენის კვების წყაროს რეგულატორით ან ბალასტური რეოსტატით მრავალპოსტიანი მუდმივი დენის კვების წყაროს გამოყენებისას შესადუღებელი დენის ძალა დააყენეთ $I_{\text{უღ}} = 100 \div 140$ ამპერზე.

- დენის ძალა უფრო ზუსტად დაარეგულირეთ შედუღების პროცესში საშემდუღებლო აბაზანისა და რკალის წვის მდგომარეობის შესაბამისად.

7. ბაიკმთმთ ხელთათმანები, მოირგეთ დამცავი ნილაბი შუქფილტრიანი მინით, ჩართეთ ვენტილაცია.

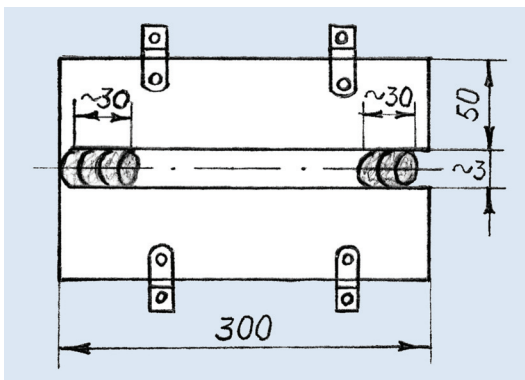
8. ჩაამაგრეთ ელექტროდის შიშველი ბოლო ელექტროდის დამჭერ ტუჩებში და მიუერთეთ კაბელი კვების წყაროს.

9. შესადუღებელი ფირფიტები კაბელით მიუერთეთ კვების წყაროს.

10. ჩართეთ ქსელის ჩამრახი ან ავტომატი.

მოემზადეთ შედუღებისთვის!

11. სამუშაო მაგიდაზე აპრიშმთ, დაამაბრეთ და დააღეთ მოსაჭიდები 4x50x300 მმ ზომის ფირფიტებს (ცერობის გარეშე) (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ).



- ნაწიბურებს შორის ღრეჩო დააყენეთ ≤ 3 მმ.

- შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოს დაადეთ ≈ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.

12. აღაბზნეთ (აანთეთ) საშემდუღებლო რკალი:

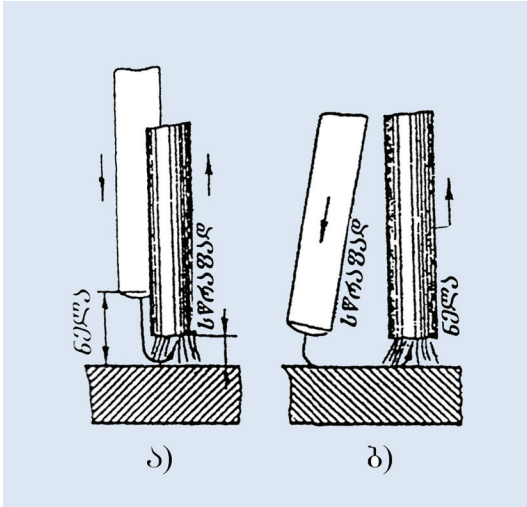
- აანთეთ რკალი შესადუღებელი ნაწიბურების მარცხენა ბოლოში. ელექტროდი დაიჭირეთ შესადუღებელი ზედაპირის პერპენდიკულარულად.

შენიშვნა: რკალის ანთებისას ელექტროდის პერპენდიკულარული მდებარეობა ხელს უწყობს შესადუღებელი ნაწიბურების სწრაფ ღღობას.

13. საშემდუღებლო რკალი აღაგზნეთ ერთ-ერთი მეთოდით:

- შესადუღებელ ზედაპირზე ელექტროდის შეხებით (მოკლე ჩართვით) და შემდეგ ზედაპირიდან 3-4 მმ-ით მისი სწრაფი მოცილებით წარმოქმნილი რკალის ნათების მოცემული სიდიდის შენარჩუნებით (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ, ა) ან

- ელექტროდის ბოლოს “გაკვრით” – “ასანთის ანთების” მსგავსად (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ, ბ).

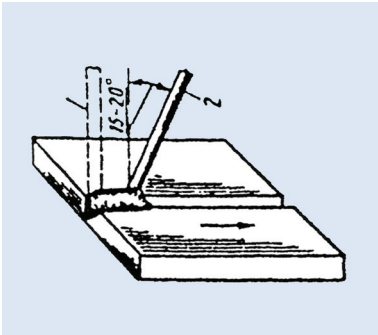


ყურადღება! ელექტროდის შეხება ნაკეთობის ზედაპირთან უნდა იყოს მყისიერი, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში ის მიეწებება, როგორც იტყვიან, “მიეყინება” ზედაპირს.

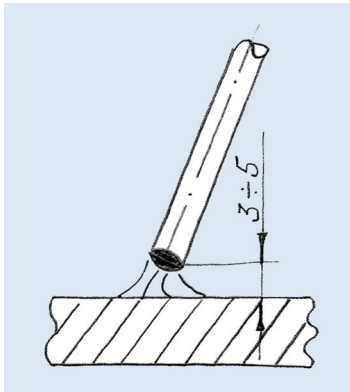
14. რკალისა და გამდნარი საშემდუღებლო ლითონის აბაზანის წარმოქმნისთანავე ელექტროდი შედუღების მიმართულებასთან დახარეთ $10 \div 20^\circ$ -ით.

შენიშვნა:

- რკალის აღზნების შემდეგ ძაბვა $18 \div 32$ ვოლტამდე ეცემა;
- შედუღების დიდი დენის შედეგად ელექტროდის ბოლო სწრაფად დნება.



15. შედუღება განახორციელებთ შეძლებისდაგვარად მოკლე რკალით ($l=3 \div 5$ მმ)



შენიშვნა:

- რკალის სიგრძე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შედუღების ხარისხზე.
- მოკლე რკალი ანთია თანაბრად და მშვიდად, უზრუნველყოფს ნაკერის ხარისხს, რაც მიიღწევა გამდნარი ლითონის წვეთის რკალის შუალედში სწრაფი გავლით.
- მოკლე რკალის დროს ლითონი ნაკლებად იჟანგება და ხდება მისი დაზოტება.
- ზედმეტად მოკლე რკალი იწვევს ელექტროდის “მიყინვას”, რკალი წყდება, ირღვევა შედუღების პროცესი.
- “მიყინული” ელექტროდის ბოლოს მოწვევება შესაძლებელია მისი მარჯვნივ და მარცხნივ მობრუნებით.
- გრძელი რკალი არამდგრადია და იწვის დამახასიათებელი შიშინით. ამ დროს ჩადნობის სიღრმე არასაკმარისია, შეიმჩნევა თხევადი ლითონის გაშხეუება და დაზოტების პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს. მიიღება უფორმო ნაკერი, რომელიც შეიცავს ჟანგეულების დიდ რაოდენობას.

16. შედუღების პროცესი წარმართეთ მარცხნიდან მარჯვნივ!

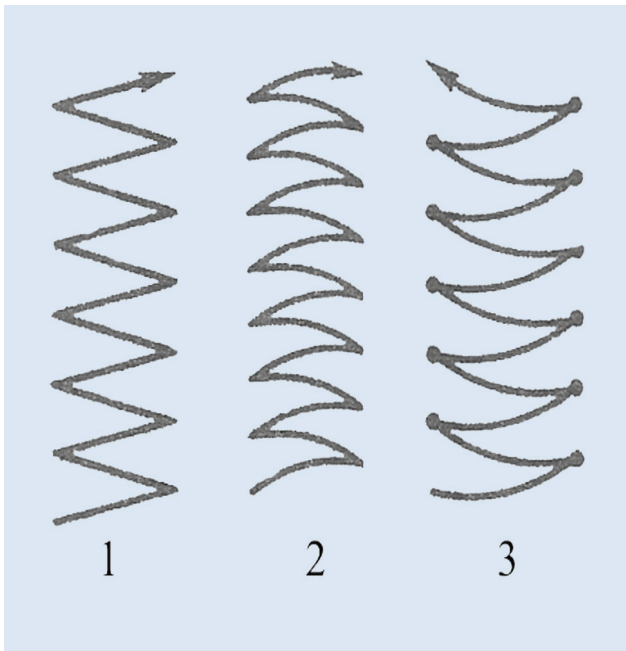
- შედუღებისას ელექტროდი უნდა მდებარეობდეს “კუთხით წინ”.

შენიშვნა:

- ელექტროდის ასეთი მდებარეობა უზრუნველყოფს შედუღებული ნაკერის გამდნარი წილის ფენით თხევადი ლითონის თანაბარ დაფარვას და წილის რკალის წინ, ლითონზე ჩაღვენთას.

17. შეადუღეთ:

- უმნიშვნელო განივი მოძრაობით, რომლის დროსაც ელექტროდი გადაფარავს ორივე ნაწიბურის ღეროს დიამეტრს $\frac{1}{2}$ -ით (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ).
- მოკლე რკალით, ე.წ. “დაყრდნობის” მეთოდით.
- ერთი გავლით.



შენიშვნა:

- განივი რხევა უზრუნველყოფს ნაწიბურების თანაბარ გახურებასა და მათ საიმედო გადნობას.
- განივი რხევისას რკალი უნდა გამოდიოდეს შესადუღებელი ნაწიბურების ზედაპირზე.

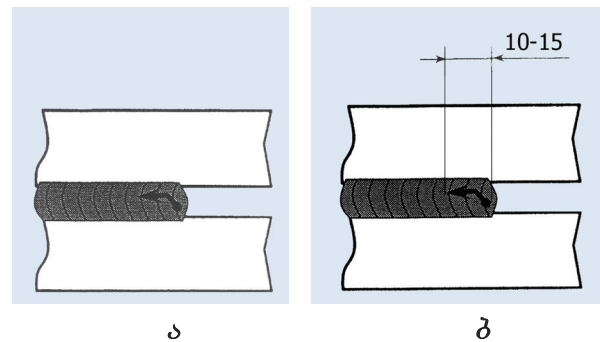
18. შედუღების მიმართულებით ელექტროდის მოძრაობის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს ელექტროდის დნობის სიჩქარეს.

შენიშვნა:

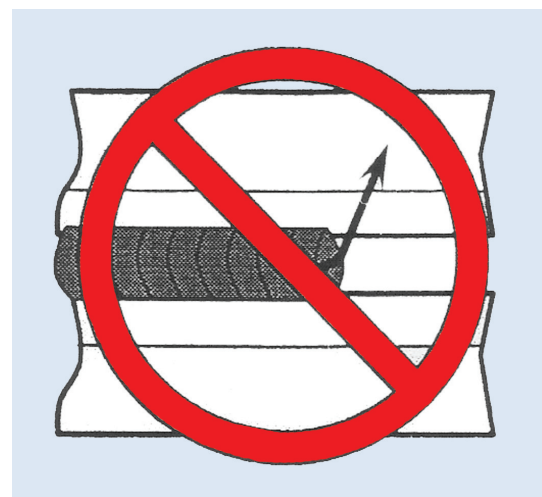
- ელექტროდის გადაადგილების სიჩქარე არ უნდა იყოს დიდი, რადგან ლითონი ვერ მოასწრებს ძირითად ლითონთან შედნობას, რამაც შესაძლოა შეუდუღებლობა წარმოქმნას.
- ელექტროდის გადაადგილების მცირე სიჩქარის შემთხვევაში შესაძლებელია ლითონის გადახურება და გადაწევა, ნაკერი მიიღება ფართო და ეცემა შედუღების პროცესის მწარმოებლურობა.
- აუცილებელია შესადუღებელი ნაწიბურების კარგი და თანაბარი შედნობა, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას ჩანატრები ზედა ნაწიბურებზე და შეუდუღებლობა ქვედებზე.

19. შეცვალეთ ელექტროდი რკალის გაწვევების შემდეგ.

- ელექტროდის შეცვლისას რკალის გაწვევამდე ჩაადულეთ კრატერი.
- კრატერის შედუღებისათვის შეწყვიტეთ ელექტროდის გადაადგილება და მიწოდება, გაჭიმეთ რკალი მის ბუნებრივ გაწვევამდე (იხილე ნახაზი ქვემოთ, ა), ან 10÷15 მმ-ის მანძილით გადაადგილეთ უკან ნაკერის ლითონზე და გაწვევით რკალი (იხილე ნახაზი ქვემოთ, ბ).

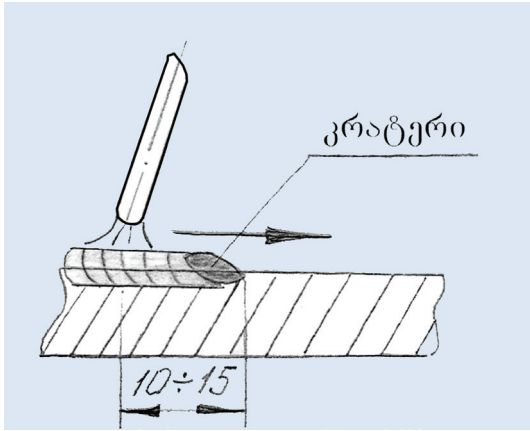


ყურადღება! კატეგორიულად აკრძალულია კრატერის გამოყვანა შესადუღებელი ნაკეთობის (ფირფიტის) ზედაპირზე.



20. ელექტროდის შეცვლის შემდეგ რკალი განმეორებით ანთეთ ნაკერის ზედაპირზე კრატერიდან 10÷15 მმ-ით შედუღების მიმართულების საწინააღმდეგოდ.

- გააძნეთ ნაკეთის ზედა ნაწილი.
- სწრაფი მოძრაობით გამდნარ ნაწიბურებზე გადაანაცვლეთ რკალი ჩადუღებული კრატერის მხარეს.
- გადაადგილება აწარმოეთ შეუსვენებლად.
- განაგრძეთ შედუღების პროცესი.



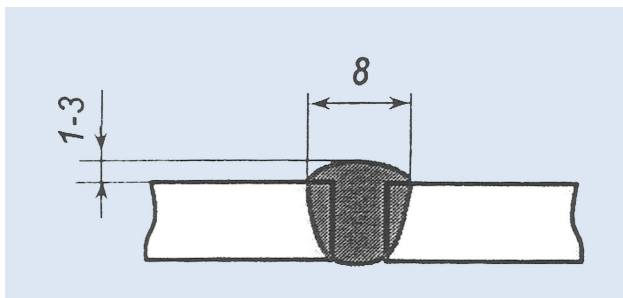
საშემდუღებლო აბაზანა, ზედხედი

21. შედუღების დამთავრებისთანავე ჩაადუღეთ კრატერი

- შედუღების დამთავრების შემდეგ ნაკერის ბოლოს მიეცით რკალის დაგრძელების საშუალება.
- რკალის გაჭიმვას დაამთხვიეთ ლითონის ნაკერზე $10 \div 15$ მმ-ით მისი უკან გადაადგილება.
- მიეცით რკალს ბუნებრივად გაწვევების საშუალება.

22. გაასუფთავეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი!

- ნაკერი მთელ სიგრძეზე უნდა იყოს თანაბრად გაძლიერებული.
- გაძლიერების სიმაღლე ≤ 3 მმ-ის ფარგლებში უნდა იყოს, ნაკერის სიგანე კი – ≈ 8 მმ (იხილე ნახაზი ქვემოთ).



შენიშვნა:

- ნაკერის ფუძეზე ნაწიბურები თანაბრად უნდა იყოს გამდნარი გაწვევებისა და ჩამონადენების გარეშე.
- ნაკერს არ უნდა ჰქონდეს თია, ჩანაჭრები, შეუდუღებლობა ან სხვა დეფექტი.

10 მმ სისქის ფირფიტების ქვედა მდებარეობაში პირაპირა შეერთება (მრავალშრიანი შეღუღება)

23. ფლ-3; ფლ-20 და სხვა მარკის ფოლადის ფირფიტების შესადუღებლად შეარჩიეთ ფოლადის ტიპი და მარკა.

შენიშვნა:

- ნაკერის ფუძის შესადუღებლად რეკომენდებულია 3 მმ დიამეტრის ელექტროდები.
- შესავსები და მოსაპირკეთებელი ფენებისათვის – 4 მმ დიამეტრის.

24. გამოწვით ელექტროდები ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში მოცემული რეჟიმით.

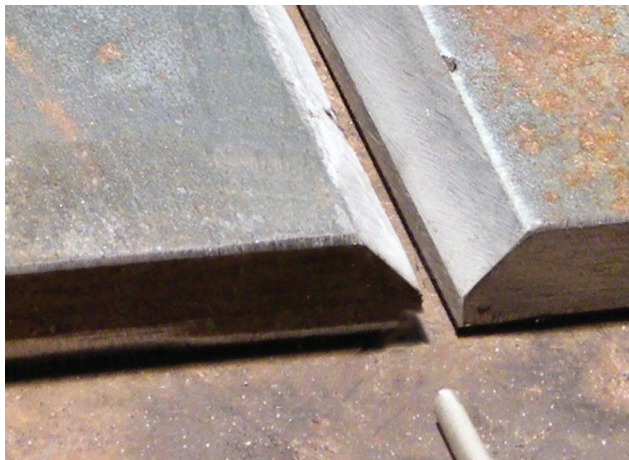
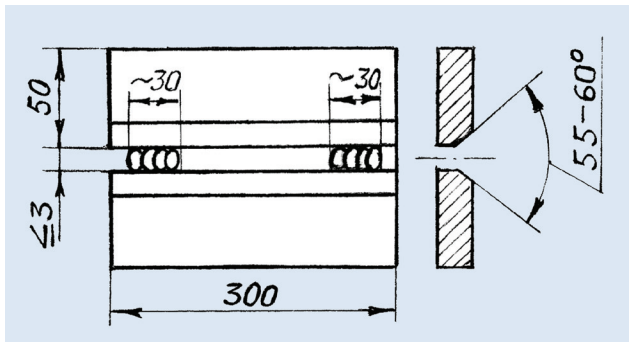
დანაფარის ფორმა	გამოწვის რეჟიმი		გამოწვის შემდეგ შენახვის დასაშვები ხანგრძლივობა		
	წრთობის $t, ^\circ\text{C}$	დაყოვნებ. დრო, სთ	ჰერმეტიკულ ტარაში	საშრობ კარადაში $t=60-100^\circ\text{C}$	გამთბარ შენობაში (დღე-ღამე) $t \geq 17^\circ\text{C}$
ფუძე	360-400	2.0	შეუზღუდავი	შეუზღუდავი	5
რუტოილური	150-190	1.0	—	—	15

შენიშვნა: გამოწვის რეჟიმი დააზუსტეთ ელექტროდის შეფუთვის ეტიკეტის მიხედვით.

25. მოამზადეთ სამუშაოდ შესადუღებელი პოსტი კვების მუდმივი დენის წყაროთი.
26. ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით შეარჩიეთ შესადუღებელი დენის ძალა ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით.

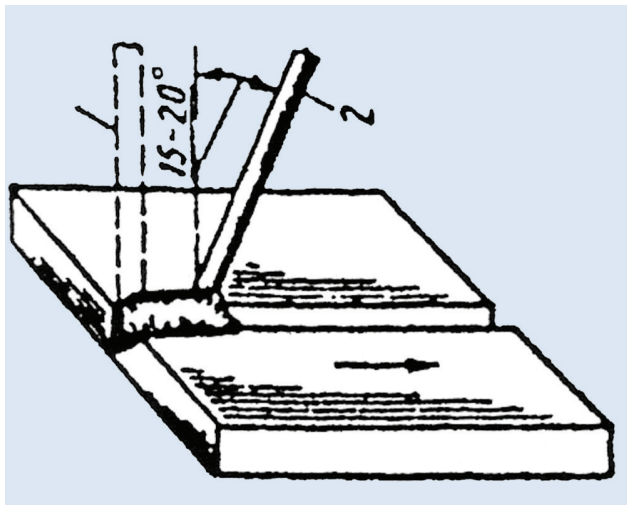
ლითონის სისქე, მმ	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	ნაკერის ტიპი	დენის ძალა, ა
10	3	ცალმხრივი	100÷140
	4	—	160÷200

27. ფუძე ნაკერის შესასრულებლად 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის შეირჩეს დენის ძალა 100÷140 ა.
28. შეასრულეთ 7÷10 პუნქტების პირობები.
29. 9.36 ნახაზის მიხედვით სამუშაო მაგიდაზე ააწყვეთ, დაამაბრეთ და დააღეთ მოსაჯირები 10×50×300 მმ ზომის ფირფიტებს. ნაწიბურების ტიპი V-სებრი უნდა იყოს, გადახრის კუთხე კი – 55÷60°.
- დაბლაგვებებს შორის დააყენეთ 1÷3 მმ ღრიჭო.
 - 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებით შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოში დაადეთ 30÷40 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.



ნაწიბურები V–ს მაგვარი ცერობით

30. შეადუღეთ ნაკერის ფუძე:
- მე-12 და მე-13 პუნქტებში მითითებული მეთოდით ერთ-ერთ შესადუღებელ ნაწიბურზე ადაგზნეთ რკალი.
 - გადაანაცვლეთ რკალი მეორე ნაწიბურზე და შედუღების მსვლელობის მიმართულებით დახარეთ ელექტროდი 10÷20°-ით (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი).



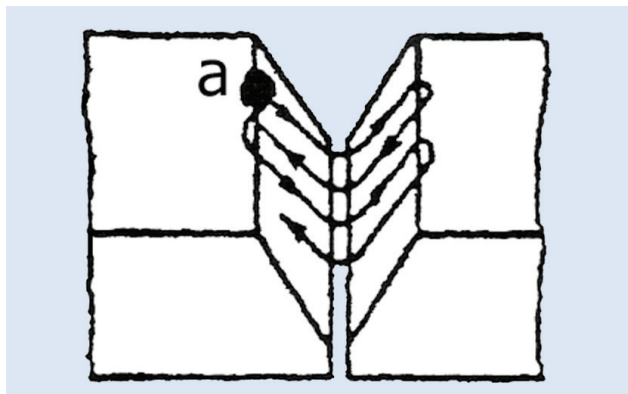
31. ფუძე შრის შედუღების შემდეგ გაწმინდეთ ნაკერის ზედაპირი ლითონურ ბზინვარებამდე.
- ფუძე ნაკერი გაწმინდეთ აბრაზიული წრით ან მავთულის ჯაგრისით.
 - აღმოჩენილი ფორები, ნაპრალები და სხვა სახის დეფექტები აუცილებლად უნდა აღმოიფხვრას.

შენიშვნა:

- შედუღების პროცესში გულდასმით აღევნეთ თვალი ნაწიბურების თანაბარ დნობას მთელ სისქეზე, განსაკუთრებით ქვედა ნაწილის (I შრის) – ნაკერის ფუძის ნაწიბურებისას.
- როგორც ფუძე, ისე შემავსებელი და მოსაპირკეთებელი შრეების შედუღება უნდა წარიმართოს მოკლე რკალით (≤ 4 მმ) “დაყრდნობის” წესით.

32. შემავსებელი შრეების შედუღება უნდა შესრულდეს 2 ფენად 4 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

- შემავსებელი შრეების შედუღება უნდა შესრულდეს ელექტროდების განივი რხევებით (იხილე ქვემოთ მოცემული ნახაზი).

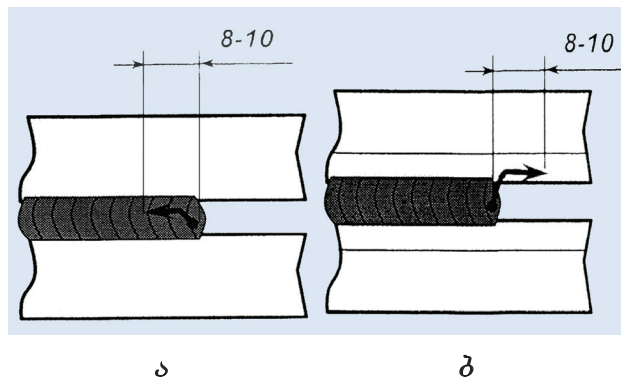


შენიშვნა:

- ელექტროდის რხევითი მოძრაობით არეგულირეთ სითბოს განაწილება და შესადუღებელი ნაწიბურის სასურველი გახურება.
- ძირითადი ლითონის ჩადნობის სიღრმე და ნაკერის ფორმირება უმთავრესად დამოკიდებულია ელექტროდის განივი რხევის სახეზე.
- ყურადღება მიაქციეთ, რომ არ წარმოიქმნას ნაწიბურის ჩანაჭერი და თია.

33. ელექტროდის შეცვლის წინ ჩაადუღეთ კრატერი:

- რკალის გამოყვანით შესადუღებელი ერთ-ერთი ფირფიტის ზედაპირზე 8 მმ-ით წინწევით (იხილე ნახაზი ქვემოთ, ა),
- ან შედუღებული ნაკერის ზედაპირზე რკალის $8 \div 10$ მმ-ით უკან გადაადგილებით (იხილე ნახაზი ქვემოთ, ბ).

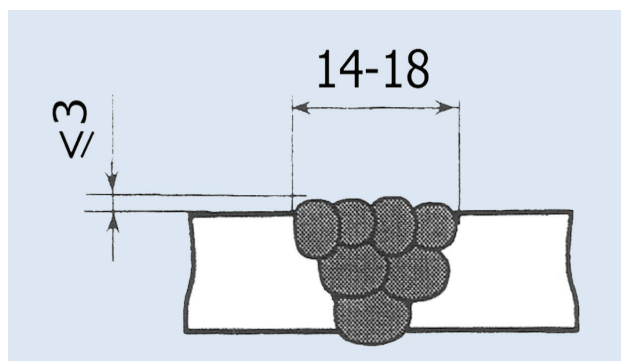


აპრიალულია! ნაწიბურების ზედაპირის ფარგლებს გარეთ ძირითადი ლითონის ზედაპირზე რკალის გამოყვანა ან ხელახლა ანთება.

34. რკალის გაწვევამდე ელექტროდის შეცვლისას მე-19 პუნქტის ანალოგიურად ჩაადუღეთ კრატერი.

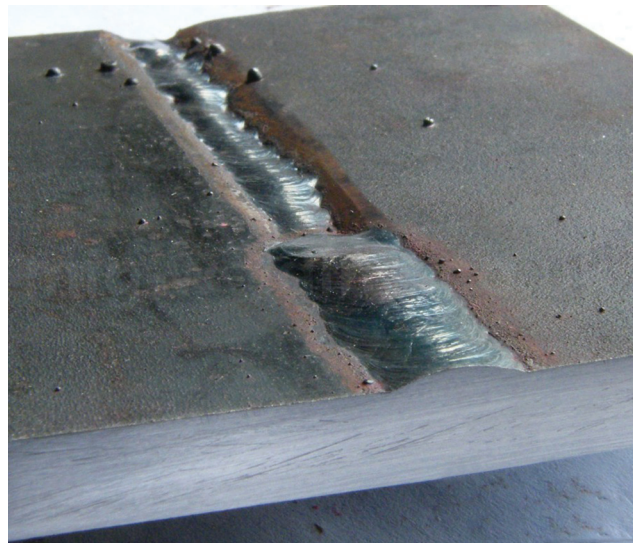
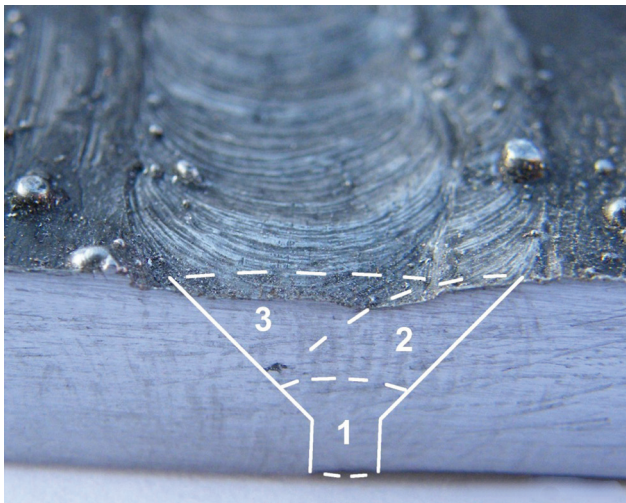
35. შეასრულეთ შემავსებელი შრეების დადება (ორი შრე).

- ყველა შემავსებელი შრის შესრულების შემდეგ ზევიდან ედება მოსაპირკეთებელი შრე (იხილე ქვემოთ მოცემული ნახაზი).
- 4 მმ დიამეტრიც ელექტროდების გამოყენებისას თითოეული შემავსებელი შრის სიმაღლე უნდა შეადგენდეს $4 \div 6$ მმ-ს.
- 21-ე პუნქტის შესაბამისად ყველა შრის დასრულების შემდეგ დადუღდეს კრატერი.
- ყოველი შრის დასრულების შემდეგ გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი.



36. გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერის ზედაპირი.

- ნაკერის სიგანე $14 \div 18$ მმ-ის ფარგლებში უნდა იყოს.
- გაძლიერების სიმაღლე 3 მმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.



მრავალშრიანი ნაკერის განივკვეთი

მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული პრაქტიკული სამუშაოს შესაფასებლად

ფირფიტების პირაპირა შედუღება ჰორიზონტალურ მდებარეობაში (ერთშრიანი შედუღება)

1. პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შეარჩიეთ ელექტროდები.

შნიშვნა: პირდაპირი პოლარულობა აღინიშნება “+”; შექცეული (უკუ) - “-”.

2. ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით შესადუღებელი ლითონის სისქის მიხედვით შეარჩიეთ ელექტროდის დიამეტრი.

შესადუღებელი ფურცლების სისქე, მმ	1 – 2	3	4 – 5	6 – 12	13 და მეტი
ელექტროდების დიამეტრი, მმ	1,5 – 2,5	3	3 – 4	4 – 5	5 და მეტი

- 4 მმ სისქის ლითონის შედუღება სასურველია 3 ან 4 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

3. შედუღების წინ ბამოწმით ელექტროდები ქვემოთ მოცემულ ცხრილში მითითებული რეჟიმის შესაბამისად.

ელექტროდის დანაფარი	წრთობის რეჟიმი		წრთობის შემდეგ შენახვის ხანგრძლივობა		
	წრთობის $t, ^\circ\text{C}$	დაყოვნება საათობით	პერმეტული შეფუთვისას	საშრობ კარადაში $t=60-100^\circ\text{C}$	გამთბარ შენობაში $t \leq 17^\circ\text{C}$ (დღე-ღამე)
ფუქე	360-400	2.0	შეუზღუდავი	შეზღუდული	5
რუტილის	150-190	1.0	- “ -	- “ -	15
ფლუსის	150-200	1.0	- “ -	- “ -	15
ცელულოზის	90-110	1.0	- “ -	- “ -	15

4. მოამზადეთ სამუშაოდ შედუღების პოსტი ცვლადი ან მუდმივი დენის წყაროდან კეების უზრუნველყოფით.

5. მოცემული ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით ქვემოთ მოცემულ ცხრილით შეარჩიეთ შესადუღებელი დენის სიდიდე.

ლითონის სისქე	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	ნაკერის ტიპი	დენის ძალა, ა
3÷4	3	ცალმხრივი	70÷90
	4	—	130÷140

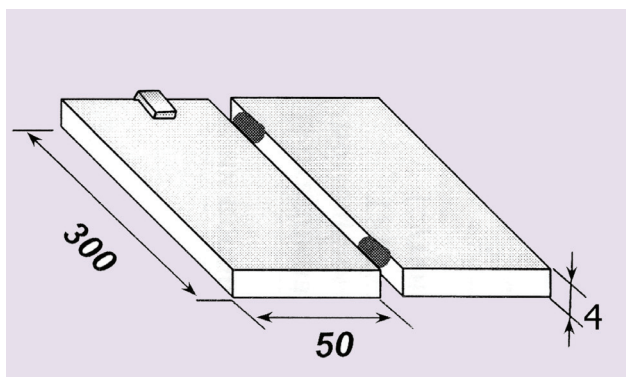
შენიშვნა: 4 მმ-მდე სისქის ლითონის შესადუღებლად ვერტიკალურ მდებარეობაში გამოიყენეთ ისეთი ელექტროდები, რომელთა დიამეტრი შესადუღებელი ლითონის ტოლია.

- შედუღების დენის მნიშვნელობის შერჩევისას გაითვალისწინეთ, რომ დენის ძალა კორიზონტალური მდებარეობისათვის რამდენადმე მეტია, ვიდრე ვერტიკალურისთვის, მაგრამ დაბალია ქვედა მდებარეობასთან შედარებით. შედუღების აბაზანის ჩამოღვრის თავიდან ასაცილებლად მისი მოცულობა რაც შეიძლება მცირე უნდა იყოს. ეს უკანასკნელი უზრუნველყოფს ნალექების გარეშე მის სწრაფად გამყარებას.
- 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისთვის კვების წყაროს რეგულატორით დააყენეთ შედუღების დენის ძალა დაახლოებით $I_{\text{შედ}} = 70 \div 90$ ა-ის ფარგლებში. შედუღების პროცესში ის შეიძლება უფრო ზუსტად დარეგულირდეს (აბაზანის მდებარეობის შესაბამისად).
- 6. ბაიკმთმთ ხელთათმანები, მოირგეთ დამცავი ნიღაბი შუქფილტრიანი მინით, ჩართეთ ვენტილაცია.
- 7. ჩაამაგრეთ ელექტროდის შიშველი ბოლო ელექტროდის დამჭერ ტუჩებში და მიუერთეთ კაბელი კვების წყაროს.
- 8. შესადუღებელი ფირფიტები კაბელით მიუერთეთ კვების წყაროს.
- 9. ჩართეთ ქსელის ჩამრახი ან ავტომატი.

მოემზადეთ შედუღებისათვის!

10. სამუშაო მაგიდაზე აპრიშეთ, დაამაბრეთ და დაადეთ მოსაჭიდები $4 \times 50 \times 300$ მმ ზომის ფირფიტებს (ცერობის გარეშე) (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი).

- ნაწიბურებს შორის ღრწო დააყენეთ ≤ 2.5 მმ.
- შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოს დაადეთ ≈ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.

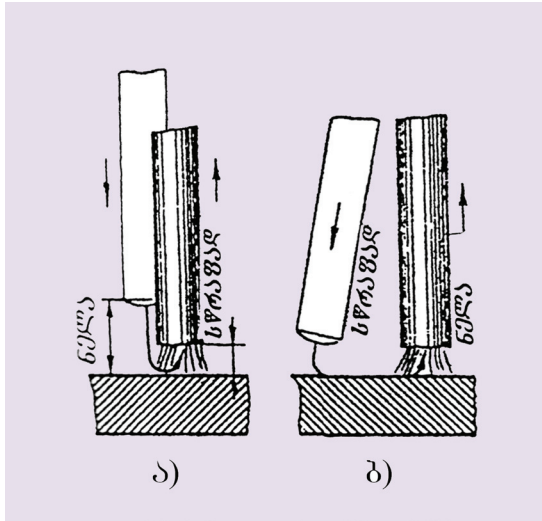


11. აღაბზნეთ საშემდუღებლო რკალი:
- აღაბზნეთ რკალი შესადუღებელი ნაწიბურების მარცხენა ბოლოში. ელექტროდი დაიჭირეთ შესადუღებელი ზედაპირის პერპენდიკულარულად.

შენიშვნა: რკალის აღზნებისას ელექტროდის პერპენდიკულარული მდებარეობა ხელს უწყობს შესადუღებელი ნაწიბურების სწრაფ ღღობას.

12. საშემდუღებლო რკალის აღზნება განახორციელეთ ერთ-ერთი მეთოდით:

- შესადუღებელ ზედაპირზე ელექტროდის შეხებით (მოკლე ჩართვით) და შემდეგ ზედაპირიდან 3-4 მმ-ით მისი სწრაფი მოცილებით წარმოქმნილი რკალის ნათების მოცემული სიდიდის შენარჩუნებით (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი, ა) ან
- ელექტროდის ბოლოს “გაკვრით” – “ასანთის ანთების” მსგავსად (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი, ბ).



მუთავლიება! ელექტროდის შეხება ნაკეთის ზედაპირთან უნდა იყოს მყისიერი, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში ის მიეწებება, “მიეყინება” ზედაპირს.

13. რკალისა და გამდნარი საშემდუღებლო ლითონის აბაზანის წარმოქმნისთანავე ელექტროდი დახარეთ $10\div 20^\circ$ -ით შედუღების მიმართულებით.

შენიშვნა:

- რკალის ადგზნების შემდეგ ძაბვა 18 32 ვოლტამდე ეცემა;
- შედუღების დიდი დენის გავლის შედეგად ელექტროდის ბოლო სწრაფად დნება.

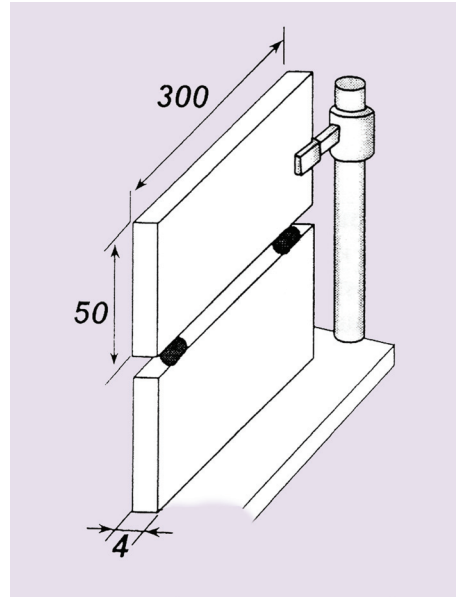
14. შედუღება შეასრულეთ შეძლებისდაგვარად მოკლე რკალით ($l=3\div 4$ მმ).

შენიშვნა:

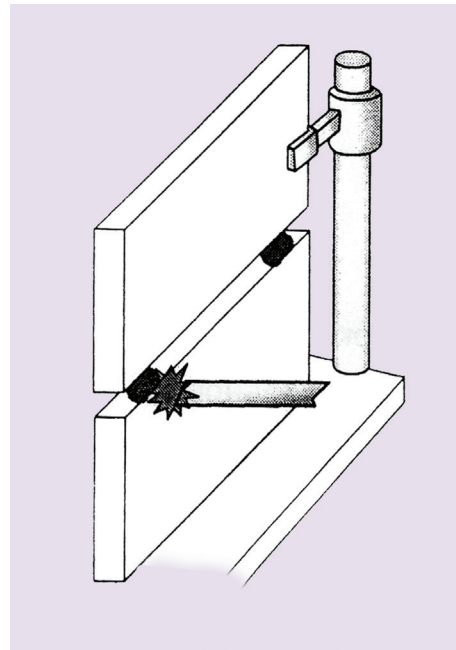
- რკალის სიგრძე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შედუღების ხარისხზე.
- მოკლე რკალი ანთია თანაბრად და მშვიდად, უზრუნველყოფს ნაკერის ხარისხს, რაც მიიღწევა გამდნარი ლითონის წვეთის რკალის შუალედში სწრაფი გავლით.
- მოკლე რკალის დროს ლითონი ნაკლებად იუანგება და დააზოტდება.
- ზედმეტად მოკლე რკალი იწვევს ელექტროდის “მიყინვას”, რკალი წყდება, ირღვევა შედუღების პროცესი.
- “მიყინული” ელექტროდის ბოლოს მოწყვეტა შესაძლებელია მისი მარჯვნივ და მარცხნივ მობრუნებით.

15. დავამაგროთ საშემდუღებლო მაგიდის შტატივით ვერტიკალურ სიბრტყეში აკრეფილი ფირფიტები, როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე.

16. რკალის ადგზნება განახორციელეთ მე-12 პუნქტში მითითებული ერთ-ერთი რომელიმე ხერხით.

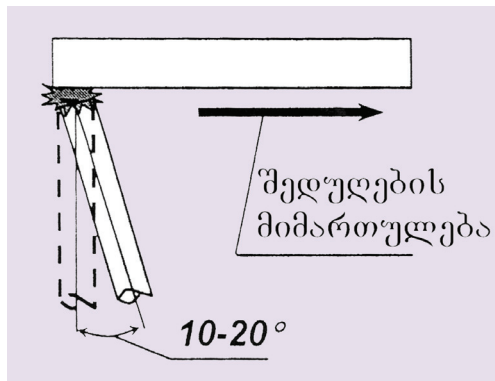


- რკალის ადგზნებამდე ელექტროდსა და ნაკეთობას შორის ძაბვა უნდა შეესაბამებოდეს 60 ვოლტს, ე.ი. კვების წყაროს უქმი სვლის ძაბვა 60 ვ უნდა იყოს.

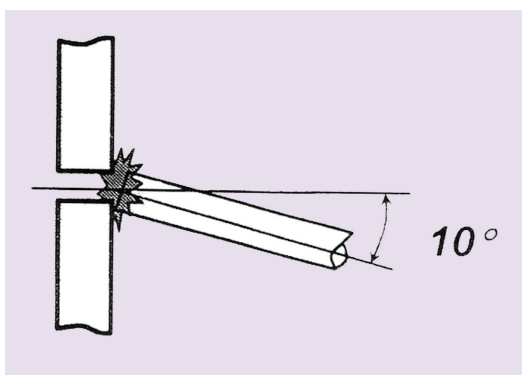


17. გამდნარი ლითონის აბაზანის წარმოქმნისთანავე შედუღების მიმართულებით ელექტროდი დახარეთ $10\div 20^\circ$ -ით (კუთხით წინ), როგორც ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე.

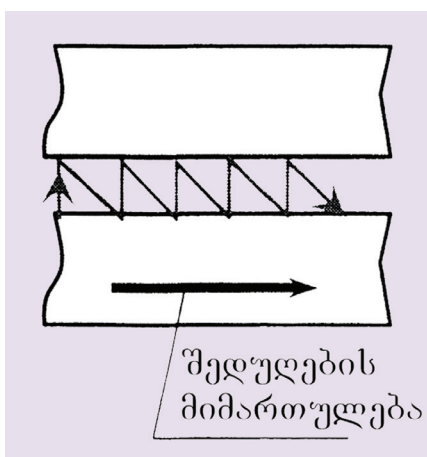
- ელექტროდის ამ მდებარეობისას გამდნარი წიდა თანაბრად ფარავს შედუღების აბაზანის თხევად ლითონს და არ ჩაედინება რკალის ქვეშ, რაც ხელს შეუშლის რკალის ნათების სტაბილურობასა და მოლიანად შედუღების პროცესს.



18. ერთდროულად დახარეთ ქვევით ელექტროდი პორიზონტთან დაახლოებით 10° -იანი კუთხით.



- ელექტროდის ასეთი დახრა საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ შედუღების აბაზანის ლითონის ჩამოღვენთა.
- ქვედა ნაწიბურებზე თხევადი ლითონისა და წიდის ჩამოღვენთამ შეიძლება გამოიწვიოს შეუდუღებლობა.



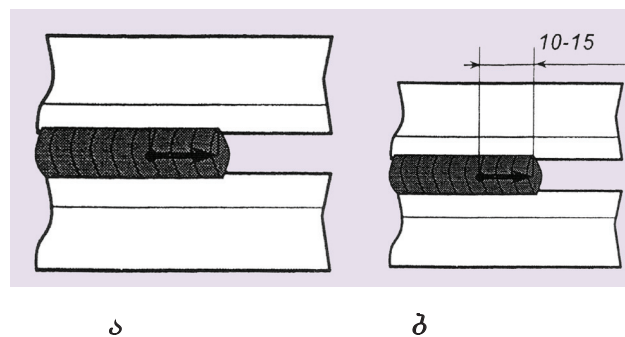
19. გადაადგილეთ ელექტროდი შესადუღებელი ნაწიბურების გასწვრივ.

- შედუღება უნდა წარიმართოს ძალზე მცირე ამპლიტუდეს განივი რხევითი მოძრაობებით, რომლის დროსაც ელექტროდი გადაფარავს თითოეულ ნაწიბურს ელექტროდის ღეროს 0,5 დიამეტრის სიდიდით, რაც უზრუნველყოფს ორივე ნაწიბურის საიმედო გადნობას.
- იმუშავეთ მოკლე რკალით.

შედუღება უნდა წარიმართოს ელექტროდის რაც შეიძლება მოკლე რკალით, ე.წ. "დაბჯენის" მეთოდით. რკალის სიგრძე უნდა შეადგენდეს 1÷3 მმ-ს.

- შეარჩიეთ შედუღების ისეთი სიჩქარე, რომელიც უზრუნველყოფს ნაწიბურების დნობას მთელ სისქეზე.
- თვალი ადევნეთ ნაწიბურების თანაბარ დნობას, რადგან პორიზონტალური ნაკერების შედუღებისას იქმნება ზედა ნაწიბურების ჩაჭრისა და ქვედა ნაწიბურების შეუდუღებლობის საშიშროება.

20. ელექტროდის შესაცვლელად რკალის გაწყვეტის წინ ჩაადუღეთ კრატერი. გამოიყვანეთ ის შედუღებული ნაკერის ლითონზე 10÷15 მმ-ით უკან გადატანით (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ნახაზი).



შენიშვნა: არავითარ შემთხვევაში არ დაუშვათ კრატერის გამოსვლა ფირფიტის ზედაპირზე!

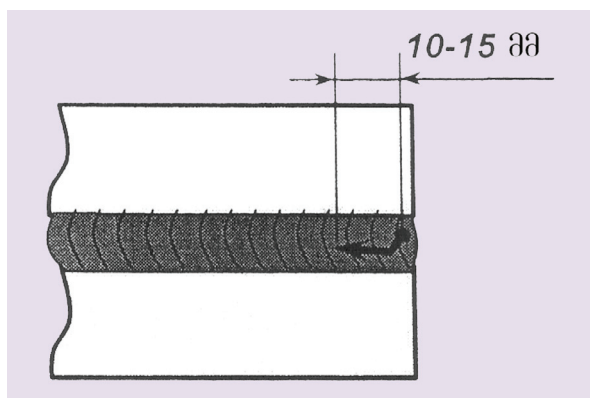
21. რკალის ხელმეორედ ანთება აწარმოეთ დადუღებულ (ნაკერის) ლითონზე წინა დადუღებული შრის ბოლოდან 10÷15 მმ-ით უკან ან კრატერის ოდნავ წინ.

- რკალის ანთების შემდეგ იგი გადაანაცვლეთ წინ დარჩენილი კრატერის გასაღნობად.

- გააღნეთ ნაკერის ზედა ნაწილი.
- თანდათან მიუახლოეთ ელექტროდი ნაკერის ბოლოს.
- სწრაფი მოძრაობით, ჩადუღებულ ლითონთან რაც შეიძლება ახლოს გადაიტანეთ რკალი გაუმდნარ ნაწიბურებზე, რათა არ წარმოიქმნას შუალედური წყვეტა ნაკერში.
- შედუღება გააგრძელეთ ჩვეულებრივი რეჟიმით.

22. შედუღებისას აუცილებელია რკალის გარკვეული სიგრძის შენარჩუნება. მისი სიდიდე დამოკიდებულია ელექტროდის დიამეტრსა და სხვა ფაქტორებზე. რკალის საორიენტაციო სიგრძე უნდა იყოს ელექტროდის დიამეტრის $(0,5 \div 1,2)$ მმ-ის ფარგლებში.

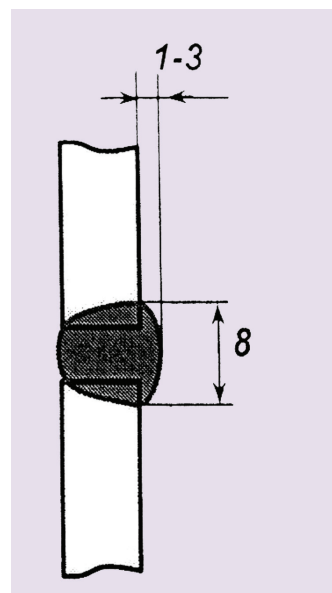
23. შედუღების დამთავრებისას ნაკერის ბოლოს საიმედოდ ჩაადუღეთ კრატერი, რადგანაც მასში შეიძლება თავმოყრილი იყოს არალითონური ჩანარები, ფორები და სხვა, რასაც შეუძლია გამოიწვიოს ბზარების წარმოქმნა.



- შეარჩიეთ რკალის გადაადგილება და მიეცით მას დაგრძელების საშუალება. გაჭიმული რკალი ნაკერზე უკან 10-15 მმ-ით გადაადგილეთ.
- ელექტროდის გადაადგილებისა და მიწოდების შეწყვეტის რკალი თანდათანობით გრძელდება და ბუნებრივად წყდება (ჩაქრება). ამ შემთხვევაში კრატერის ადგილას მიიღება ნაკერის ტოლი სიმაღლის პარამეტრების მქონე ჩადუღებული ლითონი.

24. გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი.

- ნაკერის გაძლიერება დაახლოებით თანაბარი უნდა იყოს მთელ სიგრძეზე – სიმაღლით 1-3 მმ, სიგანით “8 მმ (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ).



- ნაკერის ფუძის ნაწიბურები თანაბრად უნდა იყოს ჩამდნარი გაწვისა და ჩამონადვენთის გარეშე.
- ნაკერს არ უნდა ჰქონდეს თიები და ჩანარები.

მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად.

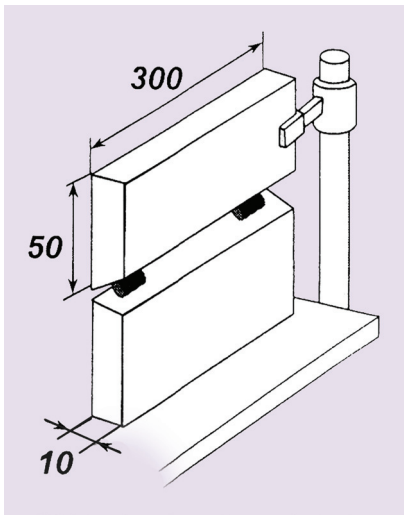
ჰორიზონტალურ მდებარეობაში 10 მმ-იანი ფირფიტების პირაპირა შეერთება (მრავალშრიანი შედუღება)

- მრავალშრიანი შედუღებისას ბუნებრივად უზრუნველყოფილია ყველა შრის ადგილობრივი თბოდამუშავება. ეს დადებითად მოქმედებს ლითონის

ნაკერის პლასტიკურობაზე. გარდა ამისა, მცირდება თითოეული შრის ჩაჯდომით გამოწვეული ძაბვა. თითოეული შრის ოპტიმალური სისქე 4-6 მმ-ია;

- მრავალშრიანი პირაპირა შეერთება ხორციელდება 4 მმ-ზე მეტი სისქის ფოლადის ფურცლების შესადუღებლად.

25. შემდუღებლის პოსტის მაგიდაზე აპრიშეთ, დაამაბრეთ ჭახრაკებით და დააღეთ მოსაჭიდები (როგორც ქვემოთ ნახაზზეა მოცემული) $10 \times 50 \times 300$ მმ ზომის პირაპირად შეერთებულ ფირფიტების ნიმუშებზე ფირფიტის ნაწიბურების გამოყვანით.



- დაავამაგროთ საშემდუღებლო მაგიდის შტატივით ვერტიკალურ სიბრტყეში აკრეფილი ფირფიტები, როგორც ქვემოთ ნახაზზეა მოცემული.
- ჰორიზონტალური ნაკერებისათვის უმჯობესია გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ ზედა ფურცლების ცერობა (როგორც ნახაზზეა მოცემული), რაც თავიდან აგვაცილებს ლითონის ჩამოღვენთას (ორმხრივი ცერობის ნაკერის ფორმირების პირობები გართულებულია).

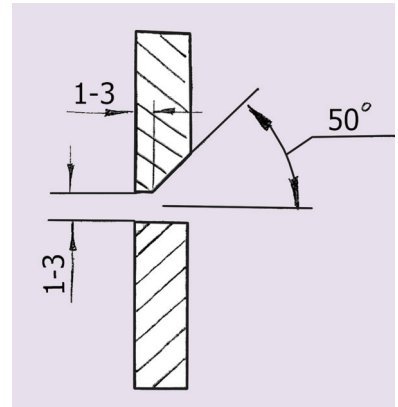
26. შეარჩიეთ ელექტროდები აწყობილი ფირფიტების შესადუღებლად.

- ნაკერის ფესვის შესადუღებლად გამოიყენება 3 მმ დიამეტრის ელექტროდები შესავსებელი და მოსაპირკეთებელი შრეებისათვის შესაბამისად – 4 ან 5 მმ დიამეტრის.

27. გამოწვიოთ ელექტროდები დანაფარის რეჟიმის შესაბამისად.

28. მოამზადეთ სამუშაოდ მუდმივი დენის წყაროს საშემდუღებლო პოსტი.

29. კვების წყაროზე რეგულატორის მეშვეობით შეირჩიეთ შესადუღებელი დენის ძალა ნაკერის ფესვის შესადუღებლად (3 მმ დიამეტრის ელექტროდის დამოყენებისას $I_{\text{შედ}} = 70 \div 90$ ა).

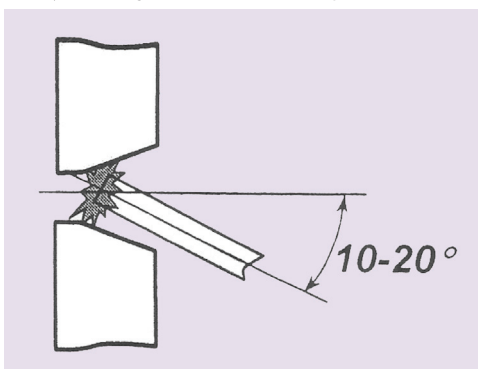


ელექტროდის დანაფარი	წითლობის რეჟიმი		წითლობის შემდეგ შენახვის ვარგისიანობა		
	წითლობის $t, ^\circ\text{C}$	დაყოვნება საათობით	პერმეტული შეფუთვისას	საშრობ კაბადაში $t = 60-100^\circ\text{C}$	გამთბარ შენობაში $t \leq 17^\circ\text{C}$ (დღე-ღამე)
ფუძე	360-400	2.0	შეუზღუდავი	შეზღუდული	5
რუტილის	150-190	1.0	- “ -	- “ -	15
ფლუსის	150-200	1.0	- “ -	- “ -	15
ცელულოზის	90-110	1.0	- “ -	- “ -	15

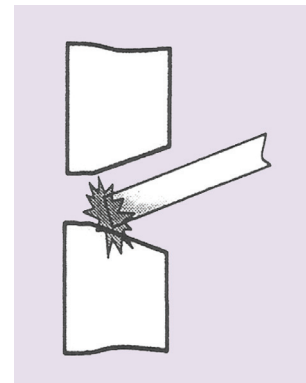
შენიშვნა: გამოწვის რეჟიმი შეარჩიეთ ელექტროდების შეფუთვის ეტიკეტზე მითითებულის შესაბამისად.

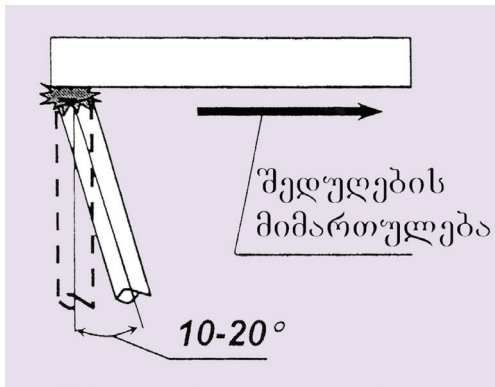
30. შეასრულეთ ფუძე ნაკერი.

- აღაგზნეთ რკალი ქვედა ნაწიბურზე;
- გადაიტანეთ რკალის ზედა ნაწიბურზე და ელექტროდი დახარეთ ჰორიზონტის მიმართ $10 \div 20$ -ით;

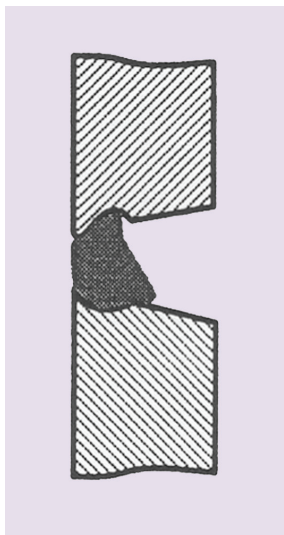


- შედუღების მიმართულებით ელექტროდი დახარეთ $10-20$ -ით;
- განახორციელეთ ელექტროდის რხევითი მოძრაობები, რომლის დროსაც ელექტროდი რიგრიგობით უახლოვდება ორივე ნაწიბურს მონაცვლეობით არა უმეტეს ელექტროდის ღეროს $0,5$ დიამეტრისა.

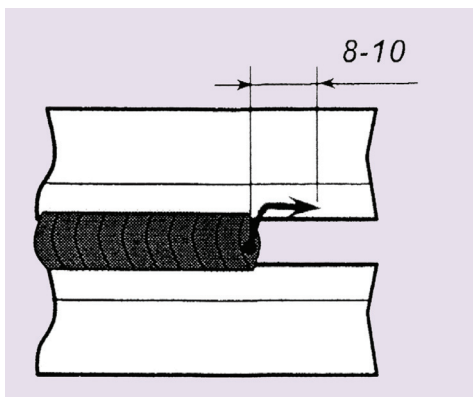




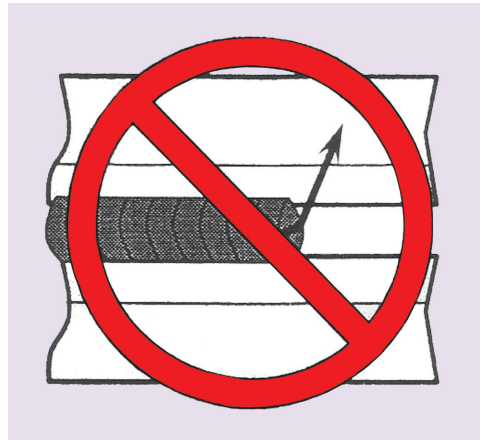
- ყურადღება მიაქციეთ, რათა ადგილი არ ჰქონდეს ჩანაჭრებს ზედა ნაწიბურებზე და თიების წარმოქმნას ქვედაზე.



31. ელექტროლის შეცვლის წინ ჩაადუღეთ კრატერი. გამოიყვანეთ რკალი ზედა ნაწიბურზე და გადაადგილეთ შედულების მიმართულებით 8÷10 მმ-ით. შეგიძლიათ რკალის უკან დადუღებულ ლითონზე გადატანაც.



არავითარ შემთხვევაში არ დაუშვათ რკალის გამოტანა ფირფიტის ზედაპირზე გამოყვანილი ნაწიბურების ფარგლებს გარეთ!

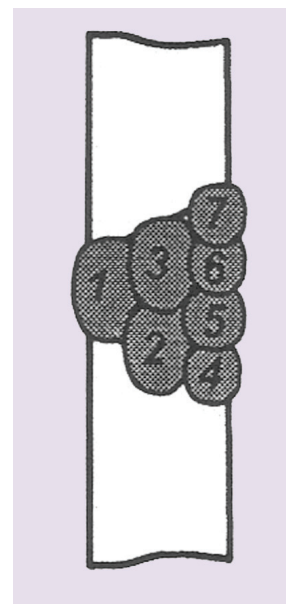


32. ფუძის ნაკერის შესრულებისას რკალის ხელახალი ანთება ხორციელდება ნაკერის ზედაპირზე ნაკერის ბოლოდან 10-15 მმ-ით უკან. გავიმეორეთ ბიჯების ოპერაციები 15, 16, 17, 18 პუნქტების შესაბამისად.

33. გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი ორივე მხრიდან. ფესვის ნაკერი უნდა იყოს თანაბრად ჩამჯდარი, უკუ-ლილვაკი მდოვრედ უნდა გადადიოდეს ლითონის ზედაპირზე. ლილვაკის ზედაპირის ოპტიმალური ფორმა, ნაწიბურების გამოყვანის მხრიდან უნდა იყოს ჩაზნექილი, ნაწიბურებზე კი მდოვრედ გადასული, თიებისა და შემონატრების გარეშე.

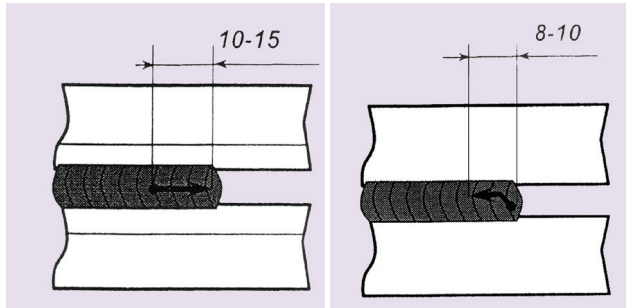
34. შესადუღებელი ნაწიბურების შესავსებად აიღეთ 4 მმ დიამეტრის ელექტროდი; დენის ძალად შეირჩეს $I_{\text{უღ}} = 130-140$ ა.

35. შესრულეთ შემავსებელი შრეების დადუღება. ორი ლილვაკი განივი რხევების გარეშე: თავდაპირველად უნდა შედუღდეს ქვედა (2) ლილვაკი, შემდეგ კი – ზედა (3) (იხილეთ ნახაზი ქვემოთ).



36. რკალის გაწვევებისას ან ელექტროდის შეცვლისას განმეორებით აანთეთ რკალი:

- წინა ლილვაკის ზედაპირზე რკალის გაწვევების ადგილიდან 8-10 მმ-ით წინ (იხილე ნახაზი ქვემოთ).



ა

ბ

ფრთხილად მიიყვანეთ რკალი წინა რკალის გაწვევების ადგილამდე;

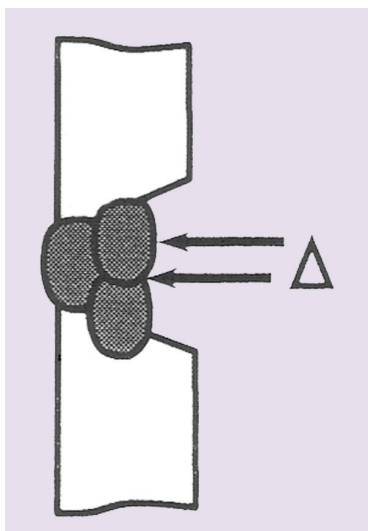
- გააღწეთ კრატერი ელექტროდის წრიული მოძრაობით.

37. ყველა ნაკერის ბოლოს ჩაადუღეთ (შეავსეთ) კრატერი, რისთვისაც რკალი უნდა გადაადგილდეს დადუღებულ ლითონზე 10-15 მმ-ით უკან.

38. ბაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერის ზედაპირი.

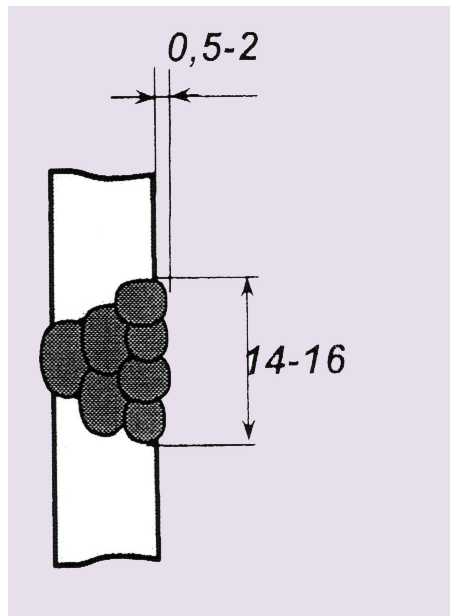
- გაითვალისწინეთ, რომ ძალზე მნიშვნელოვანია ნაკერის ზედაპირების სრული გაწმენდა წიდისგან, რომელიც შეიძლება იყოს ნაკერის ლითონში არალითონური ჩანარების წარმოქმნის წყარო.

39. ნაკერის ამოზნექილ ზედაპირებს შორის ჩაღრმავება (Δ) არ უნდა აღემატებოდეს 1 მმ-ს, რათა იგი შემდეგი შრეების დადებისას საიმედოდ გადადნეს (იხ. ქვემოთ მოცემული ნახაზი).



40. შეასრულეთ ლილვაკების მოსაპირკეთებელი საბოლოო შრე განივი რხევების გარეშე; განალაგეთ ისინი ერთიმეორეზე ისე, რომ ყოველმა ლილვაკმა ოდნავ გადაფაროს წინა. რაც მეტია ლილვაკების რიცხვი მოსაპირკეთებელ შრეში, მით სწორია ნაკერის ზედაპირი. ძირითად ლითონზე გადასვლა უნდა იყოს მღოვრე თიებისა და ჩანაჭრების გარეშე.

41. დეფექტების გამოსავლენად დაათვალიერეთ ნაკერის ზედაპირი, გაზომეთ მისი პარამეტრები (იხ. ქვემოთ მოცემული ნახაზი).



- ნაკერის სიგანე უნდა იყოს 14÷18 მმ;
- გაძლიერების სიმაღლე უნდა მერყეობდეს 0,5÷2 მმ-ის ფარგლებში.

მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად.

**ფირფიტების პირაპირა შედუღება
ვერტიკალურ მდებარეობაში
(ერთშრიანი შედუღება)**

1. პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შეარჩიეთ ელექტროდები.

შენიშვნა: პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ანალოგიური ტიპის ელექტროდები.

2. ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით შესადულებელი ლითონის სისქის მიხედვით შეარჩიეთ ელექტროდის დიამეტრი.

შესადულებელი ლითონის სისქე, მმ	1 – 2	3	4 – 5
ელექტროდების დიამეტრი, მმ	1,5 – 2,5	3	3 – 4

შენიშვნა: 4 მმ სისქის ლითონის შედუღება ვერტიკალურ მდებარეობაში სასურველია 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

3. შედუღების წინ ბამოწმით ელექტროდები ქვემოთ მოცემული ცხრილში მითითებული რეჟიმის შესაბამისად.

ელექტროდის დანაფარი	წითობის რეჟიმი		წითობის შემდეგ შენახვის სან-გრძლივობა		
	წითობის t, °C	წითობის დრო, საათობით	პერმეტული კამერაში	საშრობ კარა-დაში t=60-100 °C დროს	გამთბარ შენობაში t≤17°C (დღე-ღამე)
ფუძე	360-400	2.0	შეუზღუდავი	შეზღუდული	5
რუტილური	150-190	1.0	- “ -	- “ -	15
მჟავა	150-200	1.0	- “ -	- “ -	15

- გამოწვის რეჟიმი დააზუსტეთ ელექტროდის შეფუთვის ეთიკეტების მიხედვით.
4. მოამზადეთ სამუშაოდ შედუღების პოსტი ცვლადი ან მუდმივი დენის წყარო-დან კვების უზრუნველყოფით.
5. მოცემული ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით ქვემოთ მოცემული ცხრილით შეარჩიეთ შესადულებელი დენის სიდიდე.

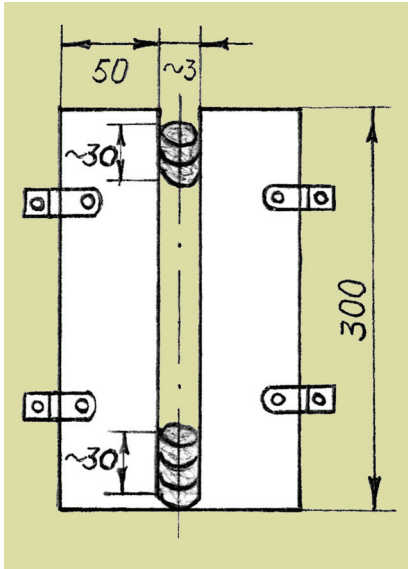
ლითონის სისქე	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	ნაკერის ტიპი	დენის ძალა, ა
3÷4	3	ცალმხრივი	100÷140
	4	—	160÷200

შენიშვნა: 4 მმ-მდე სისქის ლითონის შესადულებლად ვერტიკალურ მდებარეო-ბაში გამოიყენეთ ისეთი ელექტროდები, რომელთა დიამეტრი შესადულებელი ლითონის დიამეტრიც ტოლია.

6. 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის ცვლადი დენის კვების წყაროს რეგულა-ტორით ან მუდმივი დენის კვების წყაროს გამოყენებისას ბალასტური რეოსტატით დააყენეთ შესადულებელი დენის ძალა $I_{\text{უღ}}=60\div80$ ა-ის ფარგლებში.
- საშემდუღებლო აბაზანისა და რკალის წვის მდგომარეობის შესაბამისად დენის ძალა უფრო ზუსტად დაარეგულირეთ შედუღების პროცესში.
7. ბაიკმთმთ ხელთათმანები,მოირგეთ დამცავი ნიღაბი C-5 შუქფილტრიანი მინით, ჩართეთ ვენტილაცია.
8. ჩაამაგრეთ ელექტროდის შიშველი ბოლო ელექტროდის დამჭერ ტუჩებში და მიუერთეთ კაბელი კვების წყაროს.
9. შესადულებელი ფირფიტები კაბელით მიუერთეთ კვების წყაროს.
10. ჩართეთ ქსელის ჩამრახი ან ავტომატი.

მომზადეთ შეფულებისათვის!

11. სამუშაო მაგიდაზე აპრივით, დაამაბრეთ და დააღეთ მოსაჭიდები 4x50x300 მმ ზომის ფირფიტებს (ცერობის გარეშე) (იხ. ქვემოთ მოცემული ნახაზი).



- ნაწიბურებს შორის ღრეჩო დააყენეთ 2.5 მმ.
- შესადულებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოს დაადეთ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.



სტენდზე
დამაგრებული
შესადულებლად
გამზადებული
ფირფიტები

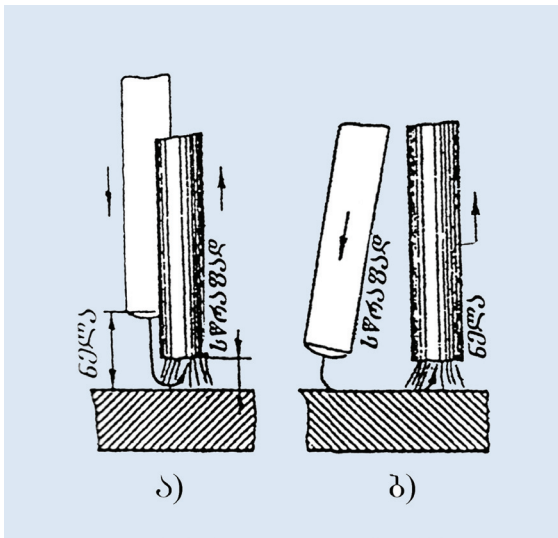
12. აღაბზნეთ (აანთეთ) საშემდულებლო რკალი:

- აანთეთ რკალი შესადულებელი ნაწიბურების მარცხენა ბოლოში. ელექტროდი დაიჭირეთ შესადულებელი ზედაპირის პერპენდიკულარულად.

შენიშვნა: რკალის ანთებისას ელექტროდის პერპენდიკულარული მდებარეობა ხელს უწყობს შესადულებელი ნაწიბურების სწრაფ ღღობას.

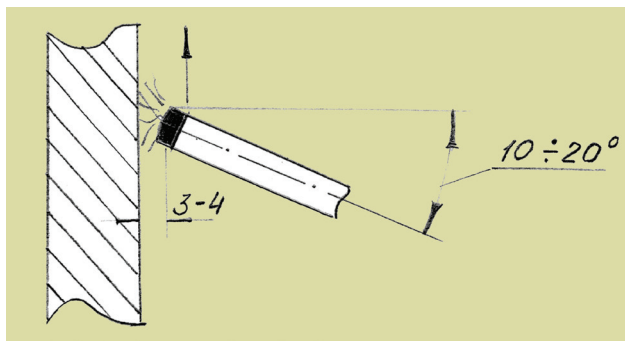
13. საშემდულებლო რკალი აანთეთ ერთ-ერთი მეთოდით:

- შესადულებელ ზედაპირზე ელექტროდის შეხებით (მოკლე ჩართვით) და შემდეგ ზედაპირიდან 3-4 მმ-ით მისი სწრაფად მოცილებით წარმოქმნილი რკალის ნათების მოცემული სიდიდის შენარჩუნებით (იხ. ნახაზი ქვემოთ. ა) ან ელექტროდის ბოლოს “გაკვრით” – ასანთის ანთების მსგავსად (ნახაზი ქვემოთ, ბ).



ყურადღება! ელექტროდის შეხება ნაკეთობის ზედაპირთან უნდა იყოს მყისიერი, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში ის ზედაპირზე მიეწებება, “მიეყინება”.

14. რკალისა და გამდნარი საშემდუღებლო ლითონის აბაზანის წარმოქმნისთანავე ელექტროდი დახარეთ $10 \div 20^\circ$ -ით შედუღების მიმართულებით



შენიშვნა:

- რკალის აღზნების შემდეგ ძაბვა 18 32 ვოლტამდე ეცემა;
- შედუღების დიდი დენის გავლის შედეგად ელექტროდის ბოლო სწრაფად დნება.

15. შედუღება შეასრულეთ შეძლებისდაგვარად მოკლე რკალით ($l=3 \div 4$ მმ).

შენიშვნა:

- რკალის სიგრძე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შედუღების ხარისხზე.
- მოკლე რკალი ანთია თანაბრად და მშვიდად, უზრუნველყოფს ნაკერის ხარისხს, რაც მიიღწევა რკალის შუალედში გამდნარი ლითონის წვეთის სწრაფი გავლით.
- მოკლე რკალის დროს ლითონი ნაკლებად იჯანგება და დააზოტდება.
- ზედმეტად მოკლე რკალი იწვევს ელექტროდის “მიყინვას”, რკალი წყდება, ირღვევა შედუღების პროცესი.
- “მიყინული” ელექტროდის ბოლოს მოწვევება ხორციელდება მისი მარჯვნივ და მარცხნივ ბრუნვით.
- გრძელი რკალი არამდგრადია და იწვევს დამახასიათებელი შიშინით. ამ დროს ჩაღნობის სიღრმე არასაკმარისია, შეიმჩნევა თხევადი ლითონის გაშხეფება და დააზოტების პროცესის ინტენსიური მიმდინარეობა. მიიღება უფორმო ნაკერი, რომელიც შეიცავს ჟანგულების დიდ რაოდენობას.

16. შედუღება წარმართეთ ქვევიდან ზევით!

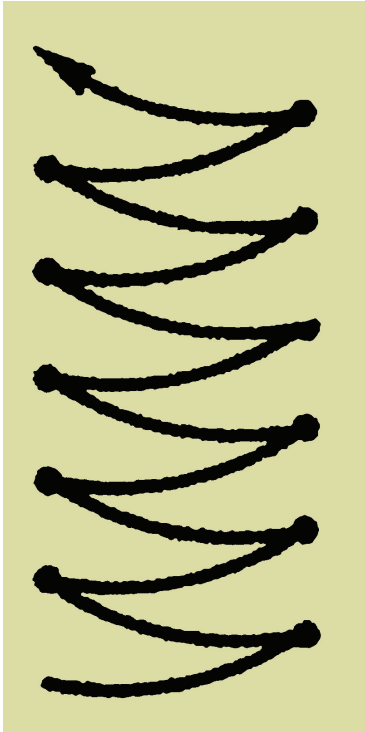
- შედუღებისას ელექტროდი უნდა მდებარეობდეს “კუთხით წინ” (იხ. ნახაზი ზემოთ).

შენიშვნა:

- ელექტროდის ასეთი მდებარეობა უზრუნველყოფს შედუღების აბაზანის თხევადი ლითონის შეკავებას ჩამოღვენთისგან, შედუღებული ნაკერის გამდნარი წილის ფენით თხევადი ლითონის თანაბარ დაფარვას და აცილებს წილის ჩაღვენტას რკალის წინ გაღვლილი ლითონზე.

17. შედუღება წარმართეთ:

უმნიშვნელო განივი მოძრაობით, რომლის დროსაც ელექტროდი გადაფარავს ორივე ნაწიბურის ღეროს დიამეტრს 1/2-ით (იხ. ნახაზი ქვემოთ).



- მოკლე რკალით, ე.წ. “დაყრდნობის” მეთოდით.
- ერთი გავლით.

შენიშვნა:

- განივი რხევები უზრუნველყოფს ნაწიბურების თანაბარ გახურებასა და მათ საიმედო გადნობას.
- განივი რხევებისას რკალი უნდა გამოდიოდეს შესადუღებელი ნაწიბურების ზედაპირზე.

18. შედუღების მიმართულებით ელექტროდის მოძრაობის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს ელექტროდისა და ძირითადი ლითონის დნობის სიჩქარეს.

შენიშვნა:

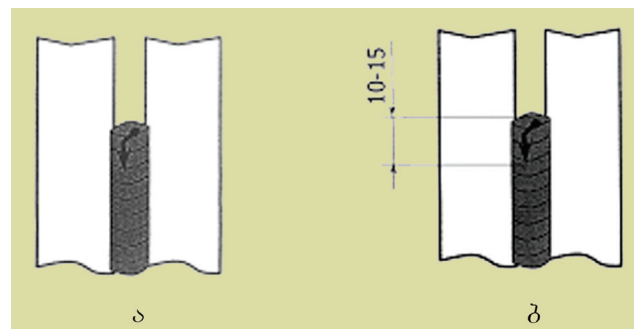
- ელექტროდის გადაადგილების სიჩქარე არ უნდა იყოს დიდი, რადგან ლითონი ვერ ასწრებს ძირითად ლითონთან შედნობას, რის შედეგად შესაძლოა შეუდუღებლობის წარმოქმნა.
- ელექტროდის გადაადგილების მცირე სიჩქარის შემთხვევაში შესა-

ძლებელია ლითონის გადახურება და გადაწევა, ნაკერი მიიღება ფართო და ეცემა შედუღების პროცესის წარმადობა, შეიმჩნევა თხევადი ლითონის ჩამონადენები.

- აუცილებელია შესადუღებელი ნაწიბურების კარგი და თანაბარი შედნობა, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება წარმოიქმნას ჩანაჭრები ზედა ნაწიბურებზე და შეუდუღებლობები ქვედაზე.

19. შეცვალეთ ელექტროდი რკალის გაწევის შემდეგ.

- ელექტროდის შეცვლისას რკალის გაწევამდე ჩაადუღეთ კრატერი (იხ. ნახაზი ქვემოთ).
- კრატერის შედუღებისათვის შეწყვიტეთ ელექტროდის გადაადგილება და მიწოდება, გაჭიმეთ რკალი მის ბუნებრივ გაწევამდე (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ა), ან 10-15 მმ-ის მანძილით გადაადგილეთ უკან ნაკერის ლითონზე და გაწევიტეთ რკალი (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ბ).

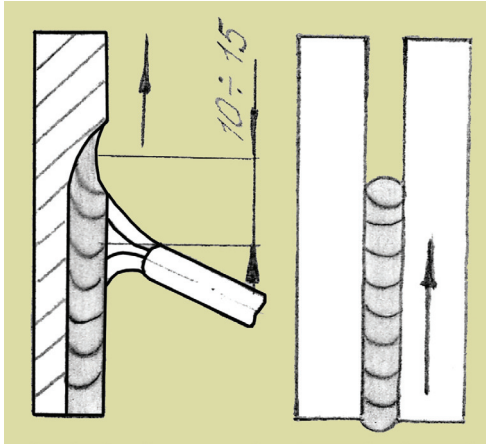


ყურადღება! კატეგორიულად აკრძალულია კრატერის გამოყვანა შესადუღებელი ნაკეთობის (ფირფიტის) ზედაპირზე.



20. ელექტროდის შეცვლის შემდეგ განმეორებით ანთეთ რკალი.

- რკალის განმეორებითი ანთება განახორციელეთ კრატერის ჩადულების ბოლოდან ნაკერზე 10 15 მმ-ით ქვემოთ (იხ. ნახაზი ქვემოთ).
- გააძნეთ ნაკეთის ზედა ნაწილი.
- სწრაფი მოძრაობით გამდნარ ნაწიბურებზე გადაანაცვლეთ რკალი ჩადულებული კრატერის მხარეს.
- გადაადგილება აწარმოეთ შეუსვენებლად.
განაგრძეთ შედულების პროცესი.

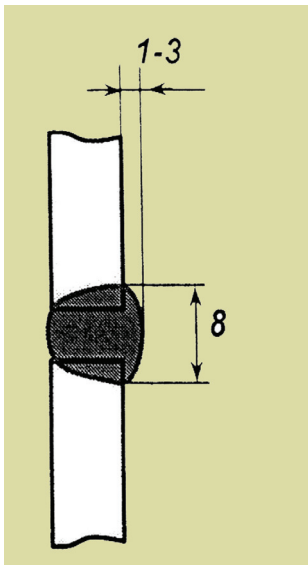


21. შედულების დამთავრებისთანავე ჩააძლეთ კრატერი.

- შედულების დამთავრების შემდეგ ნაკერის ბოლოს მიეცით რკალის დაგრძელების საშუალება.
- რკალის გაჭიმვას დაამთხვიეთ მისი გამოიყვანა ქვევით, ნაკერის ლითონზე 10 15 მმ-ით.
- მიეცით რკალს ბუნებრივი გაწყვეტის საშუალება.

22. გაასუფთავეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი!

- ნაკერი მთელ სიგრძეზე უნდა იყოს თანაბრად გაძლიერებული.
- გაძლიერების სიმაღლე 3 მმ-ის ფარგლებში უნდა იყოს, ნაკერის სიგანე კი – 8 მმ.



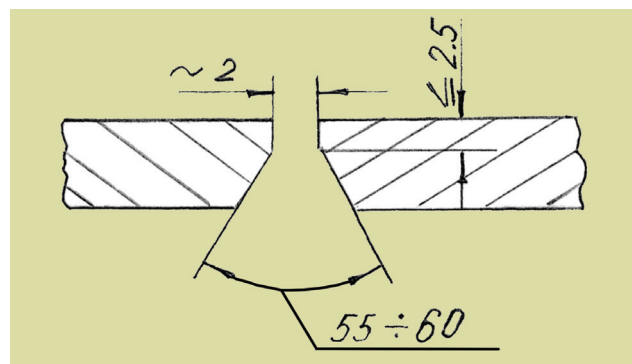
ვერტიკალურ მდგომარეობაში ერთშირიანი შედულებით შედულებული ფირფიტები

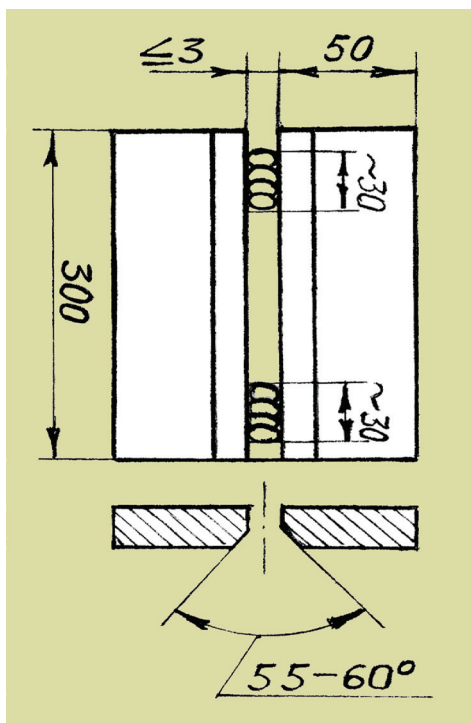
შენიშვნა:

- ნაკერის ფუძეზე ნაწიბურები თანაბრად უნდა იყოს გამდნარი გაწვეებისა და ჩამონადგენთების გარეშე.
- ნაკერს არ უნდა ჰქონდეს თია, ჩანაჭრები, შეუდულებლობა ან სხვა დეფექტი.

10 მმ სისქის ფირფიტების პირაპირა შეერთება ვერტიკალურ მდგომარეობაში

23. მოამზადეთ შესადულებელი ფირფიტების ნაწიბურები V-ს მსგავსი გამოყვანით და გახსნის 55 60° კუთხით ნახაზზე მოცემული ფორმითა და ზომებით.

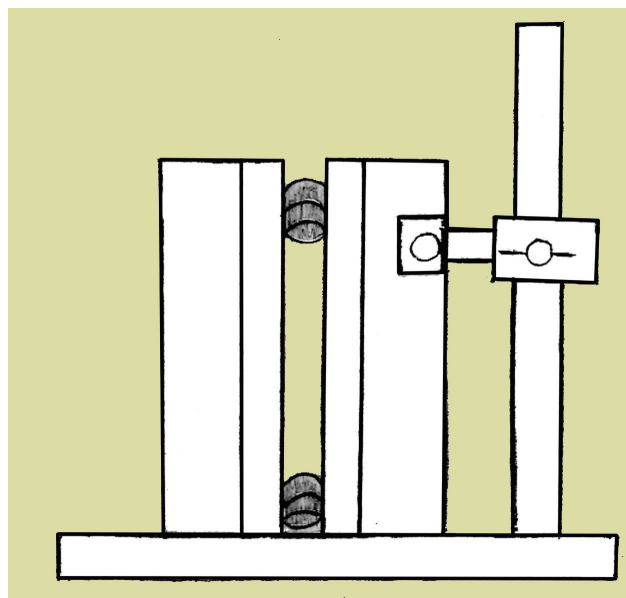




24. შემდუღებლის პოსტის მაგიდაზე აპრივით, დაამაბრეთ და დააღეთ 10×50×300 მმ ზომის მოსაჭიდებში. შესადუღებელი ფირფიტების ნაწიბურების ცერობი V-ს მსგავსი უნდა იყოს, გადახსნის კუთხე კი – 55 60° (იხ. ნახაზი მარცხნივ).

- დაბლაგვების შორისი ღრეჩო დააყენეთ 2 მმ.
- 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებით შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოში დააყენეთ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.

25. გაათავისუფლეთ მუშა მაგიდიდან დამაგრებული შესაერთებელი ფირფიტები და დაამაგრეთ შტატივით ვერტიკალურ მდებარეობაში, როგორც ნახაზზეა მოცემული.



26. ფლ. 3; 20 და სხვა ფირფიტების შესადუღებლად შეარჩიეთ ფოლადის ტიპი და მარკა.

შენიშვნა:

- ნაკერის ფუძის შესადუღებლად რეკომენდებულია 3 მმ დიამეტრის ელექტროდები.
- შესავსები და მოსაპირკეთებელი ფენებისათვის – 4 მმ დიამეტრის.

27. გამოწვით ელექტროდები ქვემოთ ცხრილში მოცემული რეჟიმით.

დანაფარის ფორმა	გამოწვის რეჟიმი		გამოწვის შემდეგ შენახვის ხანგრძლივობა		
	წითობის $t, ^\circ\text{C}$	დაყოვნება, სთ	ჰერმეტიკულ ტარაში	საშრობ კარადაში $t=60-100^\circ\text{C}$	გამთბარ შენობაში (დღე-ღამე) $t\geq 17^\circ\text{C}$
ფუძე	360-400	2.0	შეუზღუდავი	შეუზღუდავი	5
რუტილური	150-190	1.0	–	–	15

შენიშვნა: გამოწვის რეჟიმი დააზუსტეთ ელექტროდის შეფუთვის ეტიკეტის მიხედვით.

28. მოამზადეთ სამუშაოდ შესადუღებელი პოსტი კვების მუდმივი დენის წყაროთი.

29. ქვემოთ მოცემული ცხრილის მიხედვით შეარჩიეთ შესადუღებელი დენის ძალა ელექტროდის დიამეტრის მიხედვით.

ლითონის სისქე, მმ	ელექტროდის დიამეტრი, მმ	ნაკერის ტიპი	დენის ძალა, ა
10	3	ცალმხრივი	60÷80
	4	—	100÷130

30. ფუძე ნაკერის შესასრულებლად 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის შეირჩეს დენის ძალა 80÷100 ა.

31. შეასრულეთ 7÷10 პუნქტების პირობები.

32. შეადუღეთ ნაკერის ფუძე:

- მე-12 და მე-13 პუნქტებში მითითებული მეთოდით ერთ-ერთ შესადუღებელ ნაწიბურზე ალაგზნეთ რკალი.
- გადაანაცვლეთ რკალი მეორე ნაწიბურზე, ელექტროდი დახარეთ 10 20-ით ქვევით.

• ფუძის ნაკერის შედუღება უნდა შესრულდეს ელექტროდის რხევის გარეშე.

33. შედუღება წარმართეთ ქვევიდან ზევით!

34. ფუძე შრის შედუღების შემდეგ გაწმინდეთ ნაკერის ზედაპირი ლითონურ ბზინვარებამდე.

- ფუძე ნაკერი გაწმინდეთ აბრაზიული წრით ან მავთულის ჯაგრისით.
- აღმოჩენილი ფორები, ნაპრალები და სხვა სახის დეფექტები აუცილებელია უნდა აღმოიფხვრას.

შენიშვნა:

- ყურადღება მიაქციეთ, რომ შესადუღებელი ნაწიბურები მთელ სიგრძეზე თანაბრად გადნეს, განსაკუთრებით ქვედა ნაწილზე (I ფენაზე) – ფუძე ნაკერზე.
- როგორც ფუძე ნაკერის, ისე შემავსებელი და მოსაპირკეთებელი შრეების შედუღება უნდა წარმართოს მოკლე რკალით (4 მმ) “დაყრდნობის” წესით.

35. შემავსებელი შრეების შედუღება უნდა შესრულდეს 2 შრედ (და მეტად) 4 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

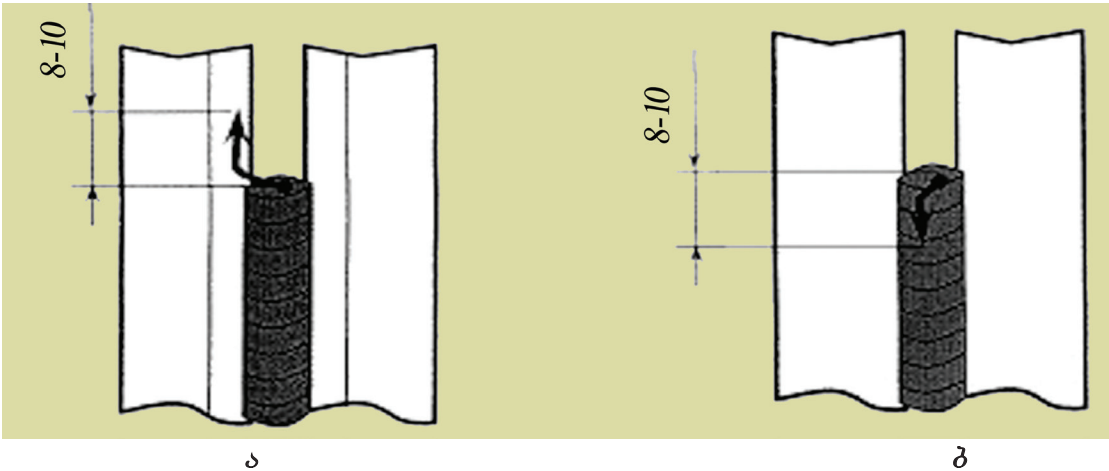
- 4 მმ დიამეტრის ელექტროდებისთვის დენის ძალა დაამყარეთ 100-130 ა-ის ფარგლებში.
- შემავსებელი შრეების შედუღება უნდა შესრულდეს ელექტროდების განივი რხევებით და მე-17 პუნქტის შესაბამისად.

შენიშვნა:

- ელექტროდის რხევითი მოძრაობებით არეგულირეთ სითბოს განაწილება და შესადუღებელი ნაწიბურების სასურველი გახურება.
- ძირითადი ლითონის ჩადნობის სიღრმე და ნაკერის ფორმირება უმთავრესად დამოკიდებულია ელექტროდის განივი რხევის სახეზე.
- ყურადღება მიაქციეთ, რომ არ ჩაიჭრას ნაწიბურები და არ წარმოიქმნას თია.

36. ელექტროდის შეცვლის წინ ჩაადუღეთ კრატერი:

- რკალის გამოყვანით ნაწიბურის ერთ-ერთ ზედაპირზე გამოჭიმეთ ის წინ 8-10 მმ-ით (იხ. ქვემოთ მოცემული ნახაზი, ა).
- ან შედუღებული ნაკერის ზედაპირზე რკალის 8 10 მმ-ით უკან გადაადგილებით (იხ. ქვემოთ მოცემული ნახაზი, ბ).

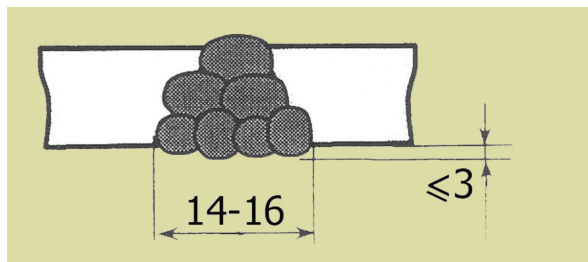


აპრადულია! ნაწიბურების ზედაპირის ფარგლებს გარეთ ძირითადი ლითონის ზედაპირზე რკალის გამოტანა ან ხელახალი ანთება.

37. ელექტროდის შეცვლისას რკალის გაწყვეტამდე კრატერი ჩაადულეთ მე-19 პუნქტის ანალოგიურად.

38. დადეთ შემავსებელი შრეები (ორი ფენა).

- დაყოფის შევსების შემდეგ ზემოდან უნდა დაედოს მოსაპირკეთებელი ფენა (იხ. ნახაზი ქვემოთ).
- 4 მმ დიამეტრის ელექტროდების გამოყენებისას თითოეული ფენის სიმაღლე უნდა შეადგენდეს 4-6 მმ-ს.



ვერტიკალური მრავალშრიანი შედუღება

- ყველა ფენის დასრულების შემდეგ კრატერი უნდა დადულდეს 21-ე პუნქტის შესაბამისად.
- ყოველი ფენის დასრულების შემდეგ გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი.

39. გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერის ზედაპირი.

- ნაკერის სიგანე 14-18 მმ-ის ფარგლებში უნდა იყოს.
- გაძლიერების სიმაღლე 3 მმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად.

ფირფიტების პირაპირა შედუღება ჯერის მღებარეობაში (ერთშრიანი შედუღება)

1. პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შეარჩიეთ ელექტროდები.

შენიშვნა: პრაქტიკული მეცადინეობისათვის შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ანალოგიური ტიპის ელექტროდები ძნელდნობადი ფუძე ან რუტილურ-ფუძე დანაფარით.

2. შესადუღებელი ლითონის სისქის მიხედვით ქვემოთ მოყვანილი ცხრილის შესაბამისად შეარჩიეთ ელექტროდის დიამეტრი.

შესადუღებელი ლითონის სისქე, მმ	1-2	3	4-5
ელექტროდის დიამეტრი, მმ	1,5-2,5	3	3-4

შენიშვნა: ჯერისეული შედუღებისათვის საჭიროა 3-4 მმ დიამეტრის ელექტროდები.

3. შედუღების წინ ბამოწმით ელექტროდები შემდეგი რეჟიმით:

$$T_{\text{გამ}} = 350-400^{\circ}\text{C};$$

დაყოვნება $\tau \approx 2$ საათი;

გაცივება - ნელი, სასურველია ღუმელთან ერთად.

4. მოამზადეთ სამუშაოდ შედუღების პოსტი მუდმივი დენის წყაროდან კვების უზრუნველყოფით (უკუპოლარობით).

5. ქვედა ზღვრის მიხედვით შპარჩიშო შესადუღებელი დენი ქვემოთ მოყვანილი ცხრილის შესაბამისად.

ელექტროდის დიამეტრი, მმ		3	4	5
I, A	ფუძე დაფარვით	70-90	120-140	150-170
	რუტილურ-ფუძე დაფარვით	80-110	140-170	—

6. 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისთვის დააყენეთ კვების წყაროს რეგულატორი დაახლოებით $I=70$ ამპერის დონეზე.

- დენის ძალა უფრო ზუსტად დაარეგულირეთ შედუღების პროცესში საშემდუღებლო აბაზანისა და რკალის წვის მდგომარეობის შესაბამისად.

7. ბაიკშით ხელთათმანები, მოირგეთ დამცავი ნიღაბი შუქფილტრიანი მინით, ჩართეთ ვენტილაცია.

ყურადღება! ჭერის საშემდუღებლო სამუშაოები აუცილებლად უნდა შეასრულოს მაღალი კვალიფიკაციის შემდუღებელმა, რომელსაც უნდა ჰქონდეს ჭერის ნაკერების შედუღების გამოცდილება!

8. ჩაამაგრეთ ელექტროდის შიშველი ბოლო ელექტროდის დამჭერ ტუჩებში და კაბელი მიუერთეთ კვების წყაროს.

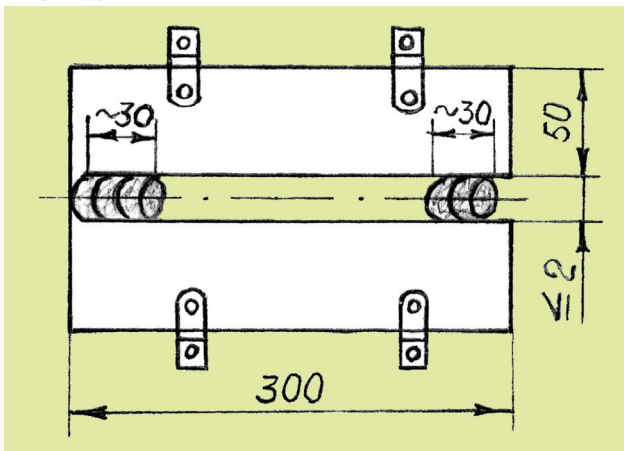
9. შესადუღებელი ფირფიტები კაბელით მიუერთეთ კვების წყაროს.

10. ჩართეთ ქსელის ჩამრახი ან ავტომატი.

მოემზადეთ შედუღებისათვის!

11. სამუშაო მაგიდაზე აპრიშით, დაამაგრეთ და დააღეთ მოსაჭიდები $4 \times 50 \times 300$ მმ ზომის ფირფიტებს (ცერობის გარეშე) (იხ. ნახაზი ქვემოთ)

- ნაწიბურებს შორის ღრეჩო დააყენეთ 3 მმ.
- შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოს დაადეთ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდები.



სტენდზე ჭერის მდებარეობაში დამაგრებული შესადუღებლად გამზადებული ფირფიტები

12. მოსაჭიდებით აკრეფილი ფირფიტები შესადუღებელი პირით დაამაგრეთ შტატივზე ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მაგიდის ზედაპირიდან 500 მმ სიმაღლეზე.

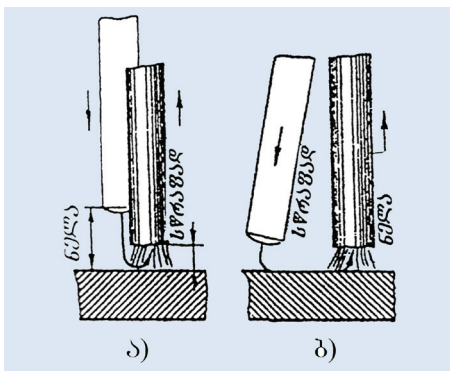
13. აღაბუნეთ (აანთეთ) საშემდუღებლო რკალი:

- ჭერის მდებარეობაში შედუღებისას აანთეთ რკალი ერთ-ერთ შესადუღებელ ნაწიბურზე, ამ დროს ელექტროდი ვერტიკალურ მდებარეობაში უნდა იყოს ჰორიზონტალური ღერძის მიმართ.

შენიშვნა: რკალის ანთებისას ელექტროდის ვერტიკალური მდებარეობა ხელს უწყობს შესადულებელი ნაწიბურის სწრაფ ღღობას.

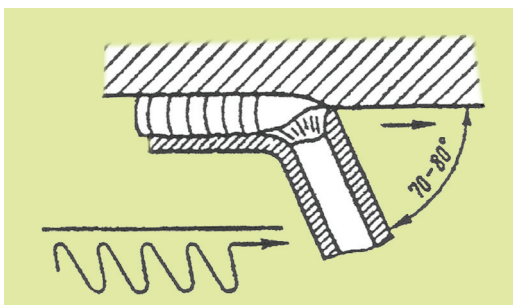
14. საშემდულებლო რკალი აანთეთ ერთ-ერთი მეთოდით:

- შესადულებელ ზედაპირზე ელექტროდის შეხებით (მოკლე ჩართვით) და შემდეგ ზედაპირიდან 3-4 მმ-ით მისი სწრაფი მოცილებით წარმოქმნილი რკალის ნათების მოცემული სიდიდის შენარჩუნებით (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ა) ან
- ელექტროდის ბოლოს “გაკვრით” – ასანთის ანთების მსგავსად (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ბ).



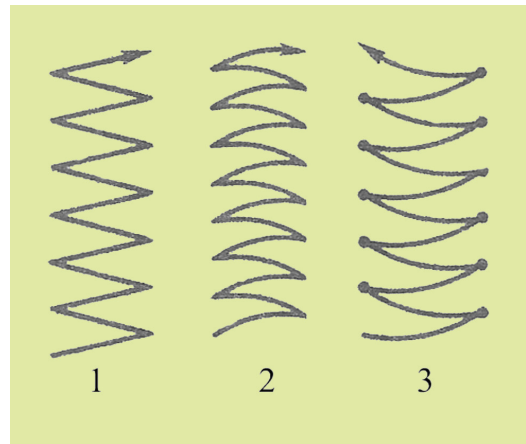
ყურადღება! ელექტროდის შეხება ნაკეთობის ზედაპირთან უნდა იყოს მყისიერი, რადგან წინააღმდეგ შემთხვევაში ის ზედაპირს მიწებება, “მიეყინება”.

- რკალის აგზნების შემდეგ ელექტროდი პორიზონტალური ზედაპირიდან შედულების მიმართულებით დახარეთ 70-80°-ით (იხ. ნახაზი ქვემოთ);
- შედულების პროცესში ელექტროდის ბოლო პერიოდულად ხან მიუახლოვეთ, ხან დააცილეთ საშემდულებლო აბაზანას (ელექტროდის მოძრაობის სქემა იხ. ნახაზზე ქვემოთ).



ყურადღება! ჭერის მდებარეობაში შედულება აუცილებლად უნდა შესრულდეს მხოლოდ და მხოლოდ მოკლე რკალით (1-4 მმ) “დაყრდნობის” მეთოდით!

15. ჭერის მდებარეობაში შედულებისას ელექტროდის რხევის ამპლიტუდა მინიმალური უნდა იყოს (იხ. ნახაზი ქვემოთ).



- ამის შემდეგ უნდა მივიღოთ უფრო ვიწრო ნაკერი, ვიდრე ქვედა ან პორიზონტალური მდებარეობისას;
- შედულების დიდი დენის გავლის შედეგად ელექტროდის ბოლო სწრაფად ღნება.

შენიშვნა:

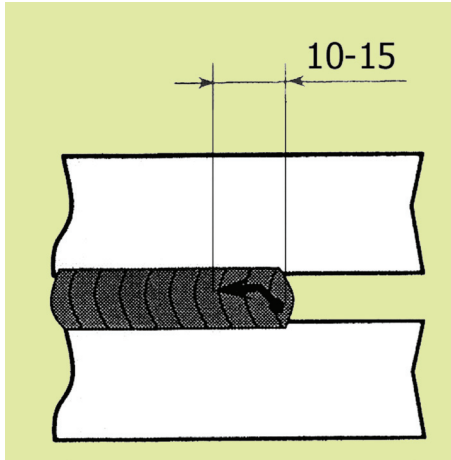
- რკალის სიგრძე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს შედულების ხარისხზე.
- მოკლე რკალი უზრუნველყოფს ნაკერის მაღალ ხარისხს, რაც მიიღწევა ლითონის გამდნარი წვეთის სწრაფი გავლით რკალის მონაკვეთში.
- მოკლე რკალის დროს ლითონი ნაკლებად იჟანგება და დააზოტდება.
- ზედმეტად მოკლე რკალი იწვევს ელექტროდის “მიწებებას”, ირღვევა შედულების პროცესი.
- “მიყინული” ელექტროდის ბოლოს მოწვევება ხორციელდება მისი მარჯვნივ და მარცხნივ ბრუნვით.
- გრძელი რკალი არამდგრადია და იწვევს დამახასიათებელი შიშინით. ამ დროს ჩადნობის სიღრმე არასაკმარისია, შეიმჩნევა თხევადი ლითონის გაშხეფება და დააზოტების პროცესის ინტენსიური მიმდინარეობა. ნაკერი უფორმოა, შეიცავს ჟანგეულების დიდ რაოდენობას.

16. შედუღების პროცესი აწარმოეთ მარცხნიდან მარჯვნივ!

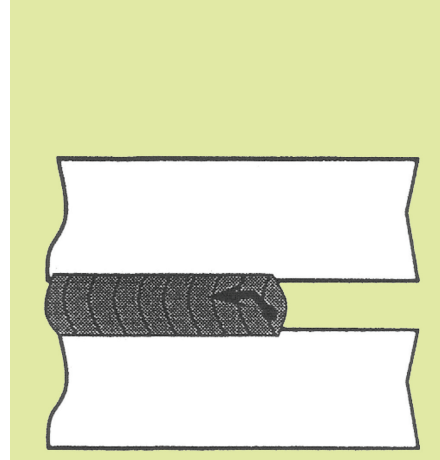
- შედუღებისას ელექტროდი უნდა მდებარეობდეს “კუთხით წინ”
- შეადუღეთ ერთშიანი ნაკერი.

17. შიშვალში ელექტროდი რკალის გაწვევების შემდეგ.

18. ელექტროდის შეცვლისას რკალის გაწვევებამდე კრატერი ჩაადუღეთ ქვედა ან ჰორიზონტალური მდებარეობის ანალოგიურად (იხ. ნახაზი ქვემოთ).



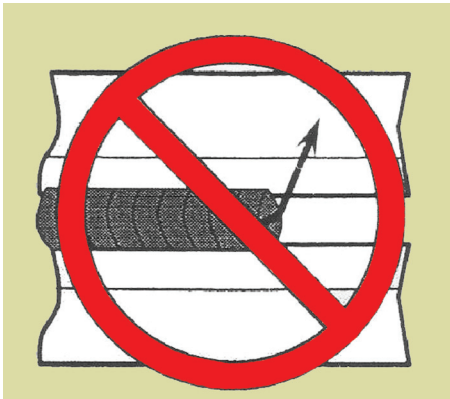
ა



ბ

- კრატერის შედუღებისათვის შეწყვიტეთ ელექტროდის გადაადგილება და მიწოდება, გაჭიმეთ რკალი მის ბუნებრივად გაწვევებამდე (იხ. ნახაზი ზემოთ, ა), ან 10÷15 მმ-ით გადაადგილეთ უკან ნაკერის ლითონზე და გაწვევით (იხ. ნახაზი ზემოთ, ბ).

ყურადღება! კატეგორიულადაა აკრძალული კრატერის გამოყვანა შესადუღებელი ნაკეთობის (ფირფიტის) ზედაპირზე



19. ელექტროდის შეცვლის შემდეგ ხელმეორედ აანთეთ რკალი.

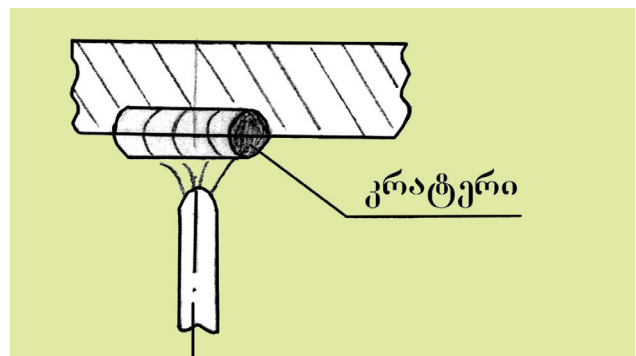
- რკალი ხელახლა აანთეთ ნაკერის ზედაპირზე, კრატერიდან 10 15 მმ დაშორებით, შედუღების მიმართულების საპირისპიროდ (იხ. ნახაზი ქვემოთ).
- გააძნეთ ნაკეთის ზედაპირი.
- სწრაფად გადაადგილეთ რკალი ჩაადუღებული კრატერის მიმართულებით გაუმდნარი ნაწიბურებისაკენ.
- გადაადგილეთ შეუსვენებლად.

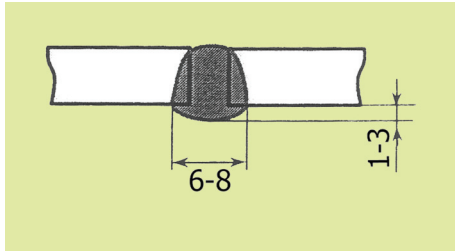
ბანაბრებით შედუღება!

20. შედუღების დამთავრებისთანავე ჩაადუღეთ კრატერი მე-18 პუნქტის ანალოგიურად.

21. გაასუფთავეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი!

- ნაკერი უნდა იყოს თანაბარი, თითქმის ერთნაირად გაძლიერებული მთელ სიგრძეზე (3 მმ).
- 4 მმ სისქის ფირფიტების შედუღებისას ნაკერის სიგანე (ნაწიბურების ცერობის გარეშე) უნდა იყოს 6-8 მმ (იხ. ნახაზი ქვემოთ).
- ნაკერს არ უნდა ჰქონდეს ჩანაჭრები, შეუდუღებლობა ან სხვა დეფექტი.





მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად.

ჯირის მღებარეობაში 10 მმ სისქის ფირფიტების პირაპირა შედუღება (მრავალშრიანი შედუღება)

22. ნაკერის ფუძის შესადუღებლად აუცილებელია ≤ 3 მმ დიამეტრის ელექტროდის გამოყენება, მოსაპირკეთებელი შრეებისათვის კი უნდა გამოიყენოთ 4 მმ დიამეტრის ელექტროდი.

23. შედუღება უნდა შეასრულოთ უკუპოლარული მუდმივი დენით.

24. ელექტროდების გამოწვით მე-3 პუნქტის შესაბამისად.

- მოამზადეთ სამუშაოდ საშემდუღებლო პოსტი.

25. შესადუღებელი დენი შეარჩიეთ წინა პრაქტიკული მეცადინეობის მე-2 ცხრილის შესაბამისად.

26. 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებისათვის კვების წყაროს რეგულატორი დააყენეთ 70-80 ამპერზე.

- დენის ძალა უფრო ზუსტად დაარეგულირეთ შედუღების პროცესში.

27. ბაიკმთმთ ხელთათმანები, მოირგეთ დამცავი ნიღაბი, ჩართეთ ვენტილაცია.

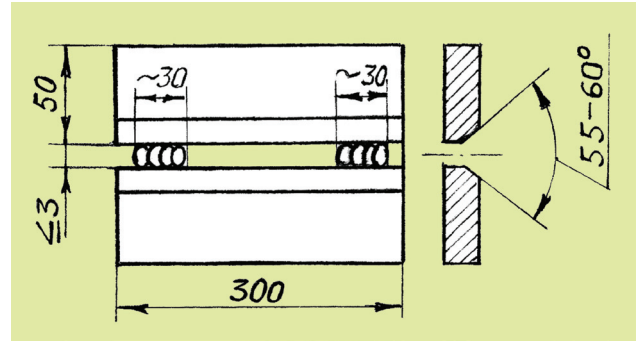
28. შეასრულეთ 8÷10 პუნქტების პირობები.

მოეზადეთ შედუღებისათვის!

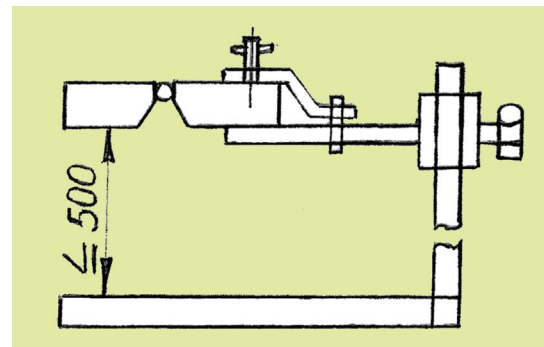
29. სამუშაო მაგიდაზე ააწყვეთ და დაამაბრეთ 10x50x300 მმ ზომის ფირფიტები. ნაწიბურების ცეროები V-ს მსგავსი უნდა იყოს, გადახსნის კუთხე კი – $\leq 50^\circ$ (იხ. ნახაზი ქვემოთ).

- დაბლაგვებებს შორის ღრეჩო დააყენეთ 3 მმ.

- 3 მმ დიამეტრის ელექტროდებით შესადუღებელი ნაწიბურების თავსა და ბოლოში დააყენეთ 30 მმ სიგრძის მოსაჭიდი.



30. აკრეფილი ფირფიტები მოსაჭიდებოთურთ დაამაგრეთ შტატივზე ჰორიზონტალურად, შესადუღებელი პირით ქვემოთ, მაგიდის ზედაპირიდან 500 მმ სიმაღლეზე დამუშავებული ნაწიბურებით ქვემოთ (იხ. ნახაზი ქვემოთ).



31. ერთ-ერთ შესადუღებელ ნაწიბურზე 3 მმ დიამეტრის ელექტროდით 13÷14 პარაგრაფების შესაბამისად აღაგზნეთ რკალი.

- რკალი აღგზნებისთანავე ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ 70 80-ით დახარეთ შედუღების მიმართულებით.
- შეადუღეთ ნაკერის ფუძე.
- ფუძის შედუღება უნდა წარმართოთ მე-19 პუნქტისა და 9.82 ნახაზის შესაბამისად.

შედუღება წარმართეთ რაც შეიძლება მოკლე რკალით “დაყრდნობის” მეთოდით!

32. ფუძის ნაკერის შედუღება შეასრულეთ ელექტროდის განივი რხევების გარეშე.

33. შედუღება წარმართეთ მარცხნიდან მარჯვნივ ელექტროდი უნდა მღებარეობდეს “კუთხით უკან”.

34. შეცვალეთ ელექტროდი რკალის გაწყვეტის შემდეგ.

35. ფუძე შრის შედუღების შემდეგ ნაკერის ზედაპირი ლითონურ ბზინვარებად გაწმინდეთ.

- ფუძე ნაკერი გაწმინდეთ აბრაზიული წრით ან მავთულის ჯაგრისით.
- აღმოჩენილი ფორები, ბზარები და სხვა სახის დეფექტები აუცილებლად უნდა აღმოიფხვრას.

შენიშვნა:

- შედუღების პროცესში გულდასმით აღევნეთ თვალი ნაწიბურების თანაბარ დნობას მათ მთელ სისქეზე, განსაკუთრებით ქვედა ნაწილის (I შრის) ფუძის ნაკერის ნაწიბურებისას.
- როგორც ფუძე, ისე შემავსებელი და მოსაპირკეთებელი შრეების შედუღება შეასრულეთ მოკლე რკალით (4 მმ) “დაყრდნობის” მეთოდით.

36. შემავსებელი შრეების შედუღება შეასრულეთ 2 ფენად 4 მმ დიამეტრის ელექტროდებით.

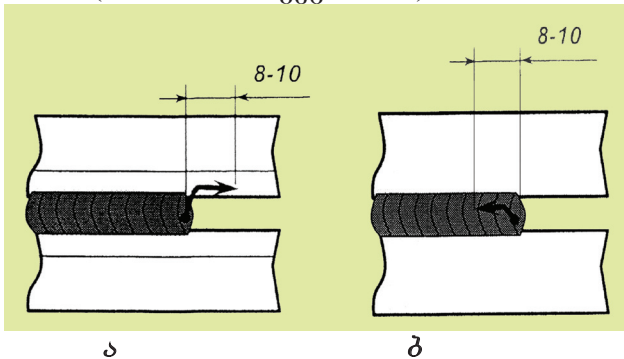
- დენის ძალა უნდა იყოს 120 130 ამპერი.

37. შემავსებელი შრეების შედუღება უნდა წარმართოთ მცირე ამპლიტუდის განივი რხევებით, შედუღების აბაზანასთან ელექტროდის ბოლოს პერიოდულად მიახლოებითა და მოცილებით.

38. ელექტროდი დახარეთ 70-80°-ით ფირფიტების კორიზონტალური ზედაპირიდან შედუღების მიმართულებით “კუთხით უკან”.

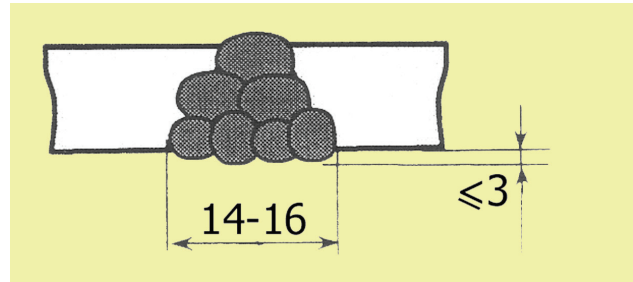
39. ელექტროდის შეცვლის წინ დაადუღეთ კრატერი მე-18 პუნქტის ანალოგიურად (იხ. ნახაზი ქვემოთ):

- რკალის გამოყვანით ნაწიბურის ერთ-ერთ ზედაპირზე გამოჭიმეთ ის 8-10 მმ-ით (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ა),
- ან რკალის უკან გამოყვანით – 8 10 მმ-ით (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ბ).



აბრკალულია! რკალის გამოყვანა ან ხელახალი ანთება ძირითადი ლითონის ზედაპირზე ანუ ნაწიბურების ცერობის ზედაპირის საზღვრებს გარეთ!

40. ყველა შემავსებელი შრის შევსების შემდეგ ზემოდან ედება მოსაპირკეთებელი შრე (იხ. ნახაზი ქვემოთ).



ჭერის მდგომარეობაში შედუღებული მრავალშრიანი ნაკერი

41. ყოველი შრის დასრულების შემდეგ გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი.

42. შედუღების დასრულების შემდეგ გაწმინდეთ და დაათვალიერეთ ნაკერი.

მიმართეთ ინსტრუქტორს თქვენ მიერ შესრულებული სამუშაოს შესაფასებლად.

შენადგენი შეერთებების დეფექტები

ამ თავში საუბარია შენადგენი ნაკერების დეფექტებზე. უნაკლო შენადგენი ნაკერი პრაქტიკულად არ არსებობს, საჭიროა ამ დეფექტების წარმოქმნის მიზეზების ცოდნა და მათ წინააღმდეგ ეფექტური საშუალებების გამოყენება. თავში სრულადაა მოცემული ინფორმაცია დეფექტების ჯგუფებზე, მათი წარმოქმნის მიზეზებით ადგილებზე, თუ რა გავლენას ახდენს დეფექტები შენადგენი ნაკერის სიმტკიცეზე.

დეფექტების კლასიფიკაცია

სტანდარტებით და ტექნიკური პირობებით გათვალისწინებული ნორმებიდან გადახრას შენადგენ ნაკერში დეფექტი ეწოდება.

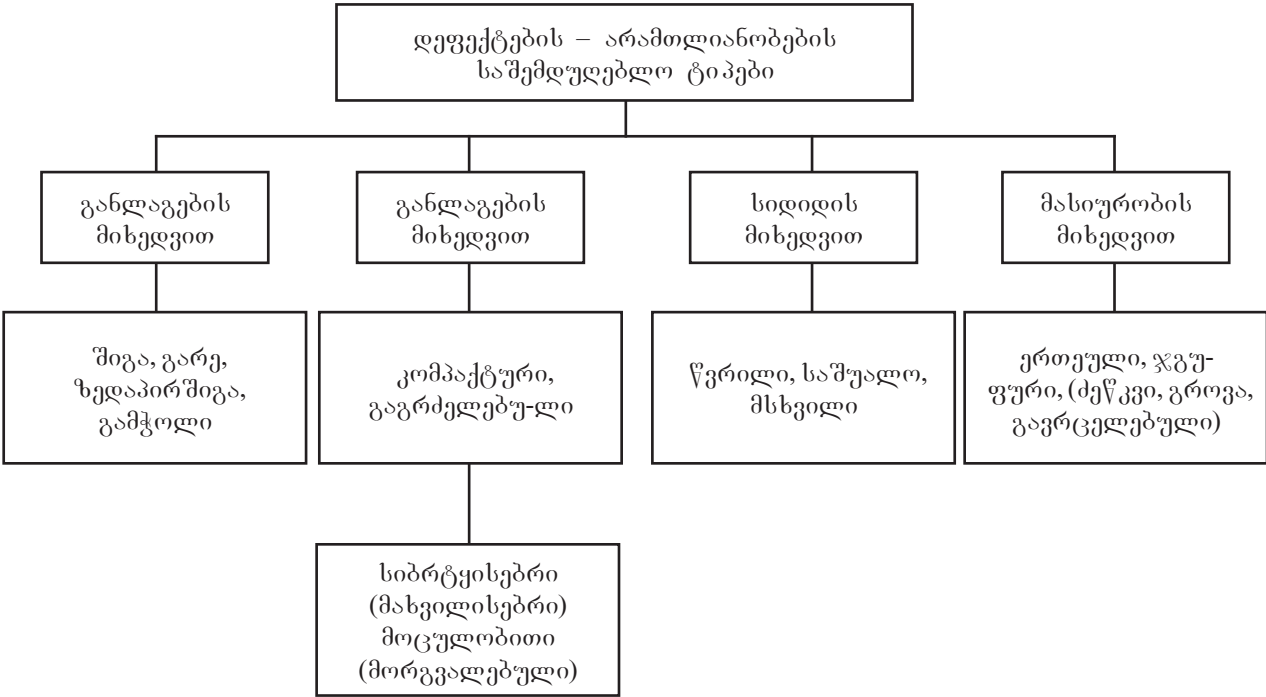
დნობით შედუღებით შესრულებულ შენადგენ შეერთებებში განარჩევენ დეფექტებს, რომლებიც დამოკიდებულია წარმოქმნის მიზეზებსა და მათი განლაგების ადგილზე. წარმოქმნის მიზეზებით გამოწვეული დეფექტები შეიძლება ორ ჯგუფად გაიყოს.

პირველ ჯგუფს განეკუთვნება მეტალურგიულ და სითბურ მოვლენებთან დაკავშირებული დეფექტები, რომლებიც წარმოიქმნება საშემდუღებლო აბაზანის წარმოშობის, ფორმირებისა და კრისტალიზაციის დროს და შენადგენი შეერთების გაცივების პროცესში. ასეთია: ცხელი და ცივი ბზარები ნაკერის ლითონში და ნაკერის მიმდებარე ზონაში, ფორები, წილის ჩანართები, ლითონის ნაკერის თვისებების და თერმული გავლენის ზონის არახელსაყრელი ცვლილებები.

მეორე ჯგუფს შეადგენს ნაკერების ფორმირების დეფექტები ანუ დეფექტები, რომელთა წარმოშობაც ძირითადად დაკავშირებულია შედუღების რეჟიმის დარღვევასთან, კონსტრუქციების არასწორ მომზადებასა და ელემენტების აკრეფასთან შედუღებისათვის, მოწყობილობის გაუმართაობასთან, შემდუღებლის უგულისყურობის და დაბალი კვალიფიკაციის, აგრეთვე ტექნოლოგიური პროცესების სხვა დარღვევების გამო. ასეთ დეფექტებს მიეკუთვნება: ნაკერების გაანგარიშებითი ზომების შეუსაბამობა, ჩაუდუღებლობა, გაწვა, მოჭრა, თია, შეუდუღებელი კრატერი და სხვ.

საშემდუღებლო დეფექტები კლასიფიცირდება ნაკერში მისი ფორმის, სიდიდის, მასიურობის და განლაგების მიხედვით.

პირობითად, ადგილებში არსებობის მიხედვით, არსებობს გარე და შიგა დეფექტები.



საშემდუღებლო ნაკერის დეფექტების კლასიფიკაცია

გარეგანი დეფექტები ეს ნაკერის ფორმის, მოჭრის, გაწვის, თიის, კრატერის, აგრეთვე ბზარების, ფორების დეფექტებია, რომლებიც ლითონის ზერაპირზე გამოდის). უმრავლეს შემთხვევაში გარეგანი დეფექტის გამოვლენა დათვალიერებითაც შეიძლება.

ნაკერის არათანაბარი ფორმა (იხ. ნახაზი ქვემოთ. ა) წარმოიქმნება შედუღების რეჟიმის არამდგრადობის პირობებში, ელექტროდის შესადუღებელი დეტალის გამოყვანის მიმართ არაზუსტი მიმართვით, ღრეხოს და ნაწიბურის ცერობის კუთხის უთანაბრობის და აგრეთვე მოსაჭიდის განლაგების გამო. ჩამოთვლილი დეფექტები ჩვეულებრივ წარმოიქმნება შემდუღებლის დაბალი კვალიფიკაციის გამო.

მოჭრა წარმოიქმნება ნაკერის ზედაპირზე და წარმოადგენს ჩაღრმავებას (ღარაკს) ძირითად ლითონში, რომელიც ვრცელდება ნაკერის საზღვრის გასწვრივ (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ბ). ის წარმოიქმნება მაღალი საშემდუღებლო დენისა და გრძელი რკალის გამოყენების შედეგად, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ნაკერის სიგანე იზრდება და ნაწიბურები უფრო მეტად ჩამოდნება.

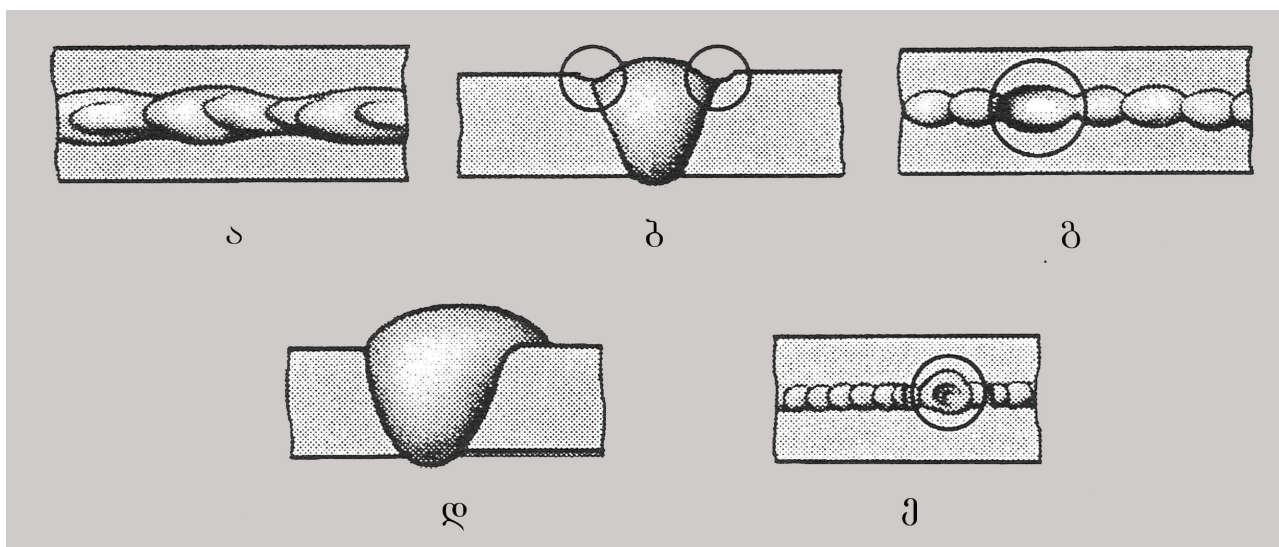
მოჭრის (შემოჭრის) წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი კუთხის ნაკერების შესრულებისას არის ელექტროდის გადაწევა ვერტიკალური კედლისაკენ, რომელიც უფრო ადრე დნება და ჩამოიდვენება ჰორიზონტალურ თაროზე. ასეთ შემთხვევებში ჰორიზონტალურ თაროზე წარმოიქმნება თიები.

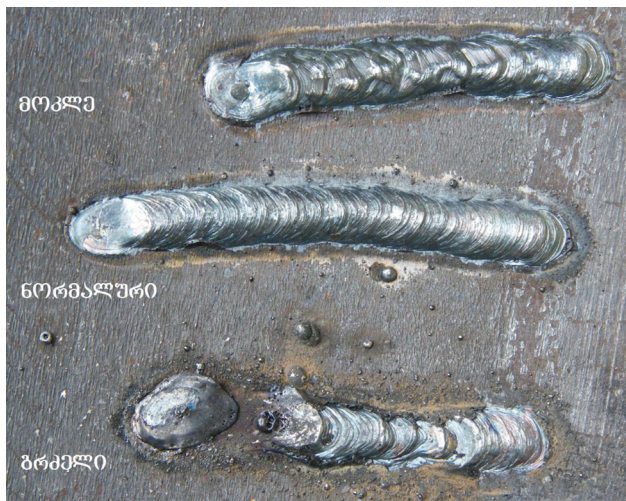
გაწვა არის ძირითადი ან დადუღებული ლითონის გამჭოლი ჩაღრმავება მასში ლიობის (ხერელის) წარმოქმნით (იხ. ნახაზი ქვემოთ, გ). მისი წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება იყოს მაღალი საშემდუღებლო დენის ძალა, შედუღების მცირე სიჩქარის დროს, შესადუღებელ ნაწიბურებს შორის ღრეხოს სიდიდის გადაჭარბება, ნაწიბურების არასაკმარისი დაბლაგვება. ყველაზე ხშირად გაწვა წარმოიქმნება თხელი ლითონის შედუღების და/ან პირველი გავლის შესრულებისას მრავალფენოვან ნაკერში. გაწვა შეიძლება წარმოიქმნას სპილენძის ქვეშსადების ან ფლუსის ბალიშის ცუდად მიკერის შედეგადაც.

თიები წარმოიქმნება საშემდუღებლო აბაზანის გამდნარი ლითონის, ძირითადი გაუმდნარი ლითონის ნაწიბურებზე ჩაჟონვით (იხ. ნახაზი ქვემოთ, დ). ყველაზე ხშირად ისინი წარმოიქმნება ვერტიკალურ სიბრტყეზე ჰორიზონტალური ნაკერის რკალური შედუღების პროცესის დროს.

თიების წარმოქმნის მიზეზებია: დიდი საშემდუღებლო დენის ძალა, ელექტროდის არასწორი დახრა, ზედმეტად გრძელი რკალი, შესაერთებელი დეტალების სივრცული განლაგების უხერხულობა შედუღების დროს.

კრატერი წარმოიქმნება შედუღების ნაუცბათევი, არადროული, შეწყვეტისას და გაცივებულ საშემდუღებლო აბაზანაში ჩაღრმავების სახე აქვს (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ე).





რკალის სიგრძის გავლენა შედუღების პარამეტრებზე

შიგა დეფექტებს მიეკუთვნება ფორები, წილის ჩანართები, ჩაუღუღებლობები, ბზარების შეუღებლობა (შეუღნობადობა), ლითონის გადახურება, აგრეთვე არალითონური ჩანართები, ლითონის გადაწვა, შედუღების ნაწიბურების გადაწვა (აცვილება). ამ დეფექტების აღმოჩენა ხდება ურღვევი კონტროლის მეთოდებით.

ფორები არის ნაკერის ლითონში აირიანი სიცარიელებები ანუ აირის ჩანართები (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ა). აირის ჩანართები წარმოიქმნება თხევადი ლითონის აირებით გადაჯერების შედეგად, რომლებიც ვერ ასწრებს თხევადი ლითონის ზედაპირზე ამოსვლას მისი სწრაფი კრისტალიზაციის დროს და რჩება მასში ბუშტუკების სახით.

შიგა ფორების დიამეტრი მერყეობს რამდენიმე მიკრომეტრიდან 2-3 მმ-მდე. ფორები ნაკერში შეიძლება განაწილებული იყოს ცალკეული ჩანართების სახით, განმარტოებული ჩანართების სახით (განმარტოებული ფორები), ნაკერის ღერძის გასწვრივ ან ცალკეულ ჯგუფებად (ფორების თავმოყრა) ძეწკვისებურად, მწკრივის სახით. შედუღებისას ფორები შეიძლება გამოვიდეს ზედაპირზე

(იხ. ნახაზი ქვემოთ, ბ). ასეთი ფორები ღარისებრია მათ ნახვრეტები ეწოდება.

აირული ფორების წარმოქმნის მიზეზებია: შესადუღებელი ლითონის ნაწიბურების დაჭუჭყიანება (უანგი, ხენჯი, ზეთი, საღებავი და სხვ.), ნოტიო ელექტროდების გამოყენება, რკალის დაგრძელება.

ფორები შეიძლება გამოიწვიოს შედუღების გადამეტებულმა სიჩქარემ, რის გამოც ირღვევა თხევადი ლითონის აბაზანის აირადი დაცვა. ფორების წარმოქმნა შესაძლებელია აგრეთვე გამოიწვიოს ძირითად ლითონში ნახშირბადის გადამეტებულმა (ჭარბმა) შემცველობამ და ელექტროდების არასწორად შერჩევამ.

ნაკერის ლითონში წიღური ჩანართი არის არალითონური ნივთიერებებით (წილებით, ოქსიდებით) შევსებული მცირე მოცულობა (იხ. ნახაზი ქვემოთ, გ). მისი ზომა რამდენიმე მილიმეტრს აღწევს და შეიძლება იყოს: მრგვალი, წაგრძელებული, ბრტყელი ან ფირფიტების სახის. შესაძლებელია შეგვხვდეს ნიტრიდების, სულფიდების, რკინის ოქსიდის ჩანართები. წიღური ჩანართი, ჩვეულებრივ, განფენილია ძირითადი ლითონის დადუღებულ ლითონთან შედუღების საზღვარზე, ხოლო მრავალფეროვანი შედუღებისას - წინამდებარე ფენების ზედაპირზე.

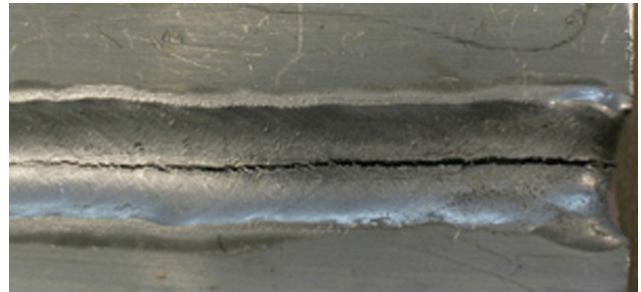
ნაკერში წილის ჩანართი წარმოიქმნება შესადუღებელი ნაწიბურების ხენჯისა და სხვა ჭუჭყისაგან ცუდი გასუფთავების შემთხვევაში, უფრო ხშირად მრავალფეროვანი ნაკერების პირველი ფენების ზედაპირის წილისაგან ცუდი გასუფთავების გამო და ასეთ მდგომარეობაში შემდგომი ფენების დადუღების დროს. წილის ჩანართების წარმოშობა შესაძლებელია საშემდუღებლო დენის უკმარისობის და შედუღების ძალზე მაღალი სიჩქარის დროს.

ჩადუღება არის დეფექტი, რომელიც მიიღება შეუღებლობის სახით შენადუღ შეერთებაში ნაწიბურების ან ადრე შესრულებული შენადუღი ნაკერის ლილვაკების არასრული გადნობის შედეგად (იხ. ნახაზი ქვემოთ, დ). არჩევენ ჩაუღუღებლობებს ნაწიბურების გასწვრივ და კვეთზე. ჩაუღუღებლობები ნაწიბურების გასწვრივ უფრო მეტ გავლენას ახდენენ

ნაკერის სიმტკიცეზე, ვიდრე კვეთზე. ასეთი სახის ჩაუდუღებლობის დროს ძირითად ლითონსა და ნაკერს შორის ჩვეულებრივად აღმოჩნდება ოქსიდების თხელი ფენები, ხოლო ხანდახან – უხეში წიღური ფენები.

ჩაუდუღებლობის მიზეზები შეიძლება იყოს შემდეგი: შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურების ცუდი მომზადება, დეტალების ნაწიბურებს შორის მცირე მანძილი. შედუღების ადგილის მიმართ ელექტროდის მავთულის არასწორად მიმართვა, არასაკმარისი საშემდუღებლო დენი ან შედუღების მეტად მაღალი სიჩქარე, შედუღების რეჟიმის არამდგრადობა და სხვ.

ბზარები არის საშემდუღებლო შეერთების ნაწილობრივი ადგილობრივი დარღვევა (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ე). მათი წარმოქმნა შეასძლებელია გახურებული ლითონის პლასტიკურ მდგომარეობაში ჩაგლეჯის (ჩახევის) შედეგად ან ლითონის დაბალ ტემპერატურამდე გაცივებისათვის დამახასიათებელი, მყიფე დარღვევის შედეგად. ყველაზე ხშირად ბზარები წარმოიქმნება ხისტად დამაგრებულ კონსტრუქციაში, ისინი შეიძლება განლაგებულ იყვნენ საშემდუღებლო შეერთების გასწვრივ და გარდიგარდმო, აგრეთვე ძირითად ლითონში გადაკვეთის და ნაკერების თავმოყრის ადგილებში.



ნაკერში გაჩენილი ბზარი

ბზარების წარმოქმნის მიზეზი შეიძლება გახდეს, აგრეთვე, არასწორად შერჩეული ტექნოლოგია ან შედუღების ცუდი ტექნიკა.

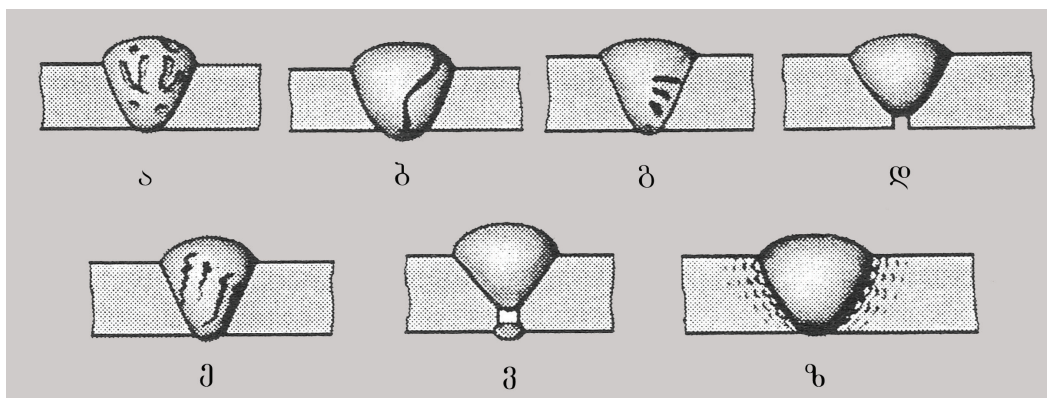
შეუღებლობები წარმოიქმნება, როდესაც შენადული ნაკერის დადუღებული ლითონი არ ელახება ძირითად (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ე) ან იმავე ნაკერის წინა ფენის ადრე დადუღებულ ლითონს.

შეუღებლობის ძირითადი მიზეზები შეიძლება იყოს: ხენჯისაგან, ჟანგისაგან, საღებავებისაგან ცუდად გასუფთავებული შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურები, ამას გარდა, ზედმეტად გრძელი რკალი, არასაკმარისი დენი, შედუღების დიდი სიჩქარე და სხვ.

არალითონური ჩანართები ლითონის ნაკერში არის ლითონის ჟანგბადთან (ოქსიდები), აზოტთან (ნიტრიდები), გოგირდთან (სულფიდები), ფოსფორთან (ფოსფიდები) მიკრო და მაკროსკოპული ნაწილაკების, აგრეთვე წილების, დანაფარების შეერთებები და ა. შ. არალითონური ჩანართები წარმოიქმნება ლითონში მიმდინარე პროცესების, მაგალითად, ქიმიური რეაქციების, აგრეთვე გარედან უცხო ნაწილაკების მოხვედის შედეგად.

ლითონის გადახურება (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ზ) არის მარცვლის ზრდა თერმული ზეგავლენის ზონაში. დეფექტის მიზეზია ლითონის ხანგრძლივად ყოფნა მაღალ ტემპერატურაზე.

ლითონის გადაწვა (იხ. ნახაზი ქვემოთ, ზ) – ლითონის მარცვლების საზღვრების დაჟანგვა მაღალ ტემპერატურებზე.



ლითონის გადახურება ის დეფექტია, რომლის გამოსწორება შესაძლებელია, მაგრამ გადაწვის გამოსწორება შეუძლებელია.

შესადუღებელი ნაწიბურების გადაწვეა არის შესადუღებელი ნაწიბურების არასწორი მდებარეობა ერთმანეთის მიმართ. ასეთი დეფექტების მიზეზია დეტალების ცუდად აწყობა შედუღებისათვის.

დეფექტების ზემოქმედება შენადუღი შეერთების სიმტკიცეზე

დეფექტები ღიდ გავლენას ახდენს შენადუღი შეერთებების სიმტკიცეზე და ხშირად შენადუღი კონსტრუქციების ადრეული დაშლის მიზეზიც ხდება. დეფექტების საშიშროება განპირობებულია ბევრი კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური ფაქტორით. კონსტრუქციულ ფაქტორებს შეიძლება მივაკუთვნოთ მასალების თვისებები და შეერთებების კონსტრუქცია. მასალის თვისებები განსაზღვრავს ნაკერის პლასტიკურობას, ბზარების წარმოქმნისაკენ და განვითარებისაკენ მიდრეკილებას და ა. შ. შეერთების კონსტრუქცია განსაზღვრავს ნაკერის სახეობას და დატვირთვას, ნაირკედლიანობას, ამონაჭრებს და ძაბვების სხვა კონცენტრატორებს, აგრეთვე ნარჩენ ძაბვებს და ა. შ.

საექსპლუატაციო ფაქტორებად ითვლება კონსტრუქციის ექსპლუატაციის პირობები (დატვირთვის სახე, ტემპერატურა, აგრესიული არე და ა. შ.).

საშემდუღებლო დეფექტები იყოფა ორ ჯგუფად: მოცულობით და ბზარისმაგვარ დეფექტებად. მოცულობითი დეფექტები განსაკუთრებულ ზეგავლენას არ ახდენს შეერთებების მუშაობის უნარზე. ისინი (ფორები, წიდეები, ჩანართები) შეიძლება ნორმირებულ იქნეს ზომების ან მათ მიერ ნაკერის კვეთის ფართობის დასუსტებით. ბზარისმაგვარი დეფექტები (ბზარები, ჩაუდუღებლობები, შეუღებლობები) საკმაოდ საშიშია.

მნიშვნელობის მიხედვით დეფექტები პირობითად შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: ნაკლებმნიშვნელოვანი, მნიშვნელოვანი და კრიტიკული. ნაკლებ-

მნიშვნელოვანს მიეკუთვნება ცალკეული ფორები, ჩანართები და ჩაუდუღებლობები, მნიშვნელოვანს – განფენილი დეფექტები, კრიტიკულს – ბზარისმაგვარი. როგორც წესი, ბზარისმაგვარი დეფექტები მათი ზომების მიუხედავად დაუშვებელია. მოცულობითი დეფექტები შეიძლება დაშვებულ იქნეს გარკვეულ ზომებამდე და რაოდენობამდე.

შენადუღი შეერთების ხარისხის კონტროლის და მისი ექსპლუატაციისათვის ვარგისიანობის შეფასებისას აუცილებელია იმის ცოდნა თუ რა ზეგავლენას ახდენს გარე და შიგა დეფექტები კონსტრუქციის სიმტკიცეზე. უმეტეს შემთხვევებში სხვადასხვა დეფექტის ზეგავლენა კონსტრუქციის მუშაუნარიანობაზე, ნიმუშის გამოცდის გზით დგინდება.

შენადუღი კონსტრუქციის საექსპლუატაციოდ ჩაბარებისას, პირველ რიგში, უნდა შეფასდეს, რამდენად დასაშვებია გარე დეფექტები. დაშვების მნიშვნელობები, ჩვეულებრივ, მითითებულია კონსტრუქციის დამზადების ტექნიკურ პირობებში და დამოკიდებულია ექსპლუატაციის პირობებზე.

დადგენილია, რომ სტატიკური დატვირთვებისას ნაკერის ამოხნეკილობა არ ამცირებს სიმტკიცეს, თუმცა ძლიერ ზემოქმედებს ვიბრაციულ სიმტკიცეზე. რაც მეტია ნაკერის ამოხნეკილობა და, შედეგად, მცირეა ძირითადი ლითონიდან დადუღებულ ლითონზე გადასვლის კუთხე, მით უფრო ძლიერად ამცირებს ის გამძლეობის ზღვარს.

საშიში გარე დეფექტია მოჭრა (შემოჭრა). ის დაუშვებელია კონსტრუქციაში, რომელიც დინამიკური დატვირთვის პირობებში მუშაობს. მცირე განფენილობის მოჭრა, რომელიც სტატისტიკური დატვირთვის ქვეშ მომუშავე ნაკერის კვეთს კონსტრუქციაში ასუსტებს არაუმეტეს 50%-ისა, დასაშვებად ითვლება.

თიები მძაფრად ცვლის ნაკერის მოხაზულობას, წარმოქმნის ძაბვების კონცენტრატორებს და ამით დაბლა სწევს კონსტრუქციის სიმტკიცეს. დიდი განფენილობის (სიგრძის) თიები ითვლება დაუშვებელ დეფექტად, ვინაიდან მათ არცთუ იშვიათად ახლავს ჩადუღებლო-

ბები. მცირე ზომის ადგილობრივი თიები დასაშვებ დეფექტად ითვლება.

კრატერი, გაწვის მსგავსად, ყველა შემთხვევაში დაუშვებელი დეფექტია და აუცილებლად უნდა გამოსწორდეს. ხშირად კრატერი ბზარების განვითარების კერას წარმოადგენს.



ნაკერში არსებული კრატერის გამო წარმოშობებული ბზარი

შენადული შეერთების ხარისხის საბოლოო შეფასებისათვის აუცილებელია შიგა დეფექტების შესაძლებელი დაშვების ცოდნა.

ბზარი შენადული ნაკერის ყველზე საშიში დეფექტია. ის ძაბვების ძლიერი კონცენტრატორია. ბზარების გამოვლენის შემთხვევაში მინადულის გამოუსწორებლად დატოვება ყოვლად დაუშვებელია. ბზარებიანი შენადული ნაკერის გამოსწორება სპეციალური ტექნოლოგიით ხდება, რომელიც გარანტიას იძლევა შენადული შეერთების საიმედო მუშაობაზე. კონტროლის არსებული წესებით ბზარი დაუშვებელი დეფექტია.

ჩაუდუღებლობები, სამუშაო კვეთის შესუსტების გამო ამცირებს შენადული შეერთებების მუშაობისუნარიანობას და ქმნის ნაკერში ძაბვების კონცენტრაციას. სტატისტიკურ დატვირთვაზე მომუშავე კონსტრუქციაში შესაძლებელია ლითონის სისქის 10-15%-იანი სიდიდის მქონე ჩაუდუღებლობები არსებით ზეგავლენას ვერ ახდენს საექსპლუატაციო სიმტკიცეზე. თუმცა ის საშიში დეფექტია, თუ კონსტრუქცია მუშაობს ვიბრაციულ დატვირთვაზე.

წვრილი ჩაუდუღებლობაი ვიბრაციული დატვირთვის დროს შეერთებების სიმტკიცეს 40%-მდე ამცირებს. ნაკერის ფესვის დიდ ჩაუდუღებლობას შეუძლია სიმტკიცე 70%-ით შეამციროს. თუ ნაკერში ჩაუდუღებლობა დასაშვებია, მაშინ მისი დასაშვები ზომები მითითებული უნდა იყოს მოცემული ნაკეთობის შესრულების ტექნიკურ პირობებში.

შეუღებლობა საშიში დეფექტია და, როგორც დაუშვებელი ფორები და წილის ჩანართები, თუ მათი ჯამური ფართობი ნაკერის კვეთში შეადგენს 5-10%-ს, პრაქტიკულად ზეგავლენას არ ახდენს შეერთებების სტატისტიკურ სიმტკიცეზე. კონსტრუქციისათვის, რომელიც მუშაობს სტატისტიკური დატვირთვების პირობებში, დასაშვებია ნაკერის გაანგარიშებითი კვეთის ფორების ფართობის არა უმეტეს 7%-მდე არსებობა, ხოლო კონსტრუქციისათვის, რომელიც მუშაობს ვიბრაციულ დატვირთვაზე – არაუმეტეს 4-5%-ისა.

ნაკერის შუაში ან ნაპირებზე ძეწკვის სახით განლაგებული ფორები უფრო საგრძნობ ზეგავლენას ახდენს სიმტკიცეზე, ვიდრე დიდი ფორიანობა უწესრიგოდ განლაგებული ფორებისა. წილის ერთეული ჩანართების ზეგავლენა კონსტრუქციის შრომისუნარიანობაზე დაახლოებით ისეთივეა, როგორიც აირის ფორების.

ნაკერის სიღრმეში განლაგებული აირის ან წილის მსხვილი ჩანართები უფრო მეტად ამცირებს ნაკერის წინაღობას დარტყმით დატვირთვაზე, ვიდრე მცირე ფორები. წილის ჩანართები, რომლებიც თავმოყრილია ნაკერის ზედაპირზე, იწვევს არამჭიდრო ფორიან ნაკერს, რითაც ამცირებს მის პლასტიკურობას.

უდეფექტო შენადული კონსტრუქციის დამზადება თითქმის შეუძლებელია, მაგრამ აუცილებელია, რომ მას მინიმალური რაოდენობის დეფექტები ჰქონდეს და აკმაყოფილებდეს ტექნიკური პირობების მოთხოვნებს.

დეფექტების გამოსწორება

გარე და შიგა დაუშვებელი დეფექტების აღმოჩენის შემთხვევაში მათ აუცილებლად მოაცილებენ. თუ ეს შეუძლებელია,

მაშინ ნაკეთობას იწუნებენ.. ჩვეულებრივი, 10-20 მმ კედლის სისქის ლითონკონსტრუქციის და მილების შენადული ნაკერებისათვის დეფექტი ანუ უბნები შეიძლება ამოიჭრას მექანიკურად ან აირის სანთურით. ამის შემდეგ ნაკერს კელავ შეადუღებენ. მცირე დიამეტრის შემთხვევაში, მრავალი დეფექტის არსებობისას პირაპირის პერიმეტრზე, ის მთლიანად უნდა ამოიჭრას და ჩაისვას მილის ახალი ნაჭერი.

გარე დეფექტების მოცილება ხდება ამოხეხვით, რაც ამოსაკრები ადგილების შემდგომი შედუღების გარეშე შეიძლება მხოლოდ დეტალის კედლის მინიმალური დასაშვები სისქის შენარჩუნების შემთხვევაში მაქსიმალური ამოსაკრები სისქის ადგილებში. ნაკერის უკანა მხარის დეფექტები შეიძლება მოცემულ იქნეს ნაკერის მთელ სიგრძეზე ძირითადი ლითონის თანაპირად.

ხშირად, ფოლადისაგან დამზადებულ კონსტრუქციაში, დასაშვებია დეფექტური უბნების მოცილება ჰაერ-რკალური ან პლაზმურ-რკალური რანდვით და ამოღებული ზედაპირის აბრაზიული ინსტრუმენტებით შემდგომი დამუშავება. ასეთ შემთხვევაში ნახშირბადიანი და სილიციუმმანგანუმიანი ნაკეთობის ზედაპირები უნდა გასუფთავდეს (გაიხეხოს) ჭრის კვალის სრულ მოცილებამდე.

დეფექტიანი ადგილების მოცილებისას საჭიროა გარკვეული წესების დაცვა. მოსაცილებელი უბნის სიგრძე ყველა მხარიდან უნდა უტოლდებოდეს დეფექტური უბნის სიგრძეს მიმატებული 10-20 მმ, ხოლო გამოყვანის სიგანე შედუღების შემდეგ არ უნდა აღემატებოდეს შედუღებამდე არსებულ ორმაგ სიგანეს. შედუღებისათვის მომზადებული ამონაკრებების ფორმა და ზომები საიმედო ჩანადუღის შესაძლებლობას უნდა უზრუნველყოფდეს ნებისმიერ ადგილში. თითოეული ამონაკრების ზედაპირს უნდა ჰქონდეს მდოვრე მოხაზულობა მკვეთრი შვერილების, მახვილი ჩაღრმავებებისა და ხიწვების გარეშე. დეფექტიანი უბნის შედუღებისას უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ძირითადი ლითონის მიმდებარე უბნების გადახურვა.

შედუღების შემდეგ უბანი აუცილებლად უნდა გასუფთავდეს, უნდა მოშორდეს კრატერში არსებული ფუჭვილები და სიფხვიერე და უნდა შეიქმნას პირობა ძირითადი ლითონისაგან მდოვრე გადასვლისათვის.

შედუღების წინ მსხვილი ან გამჭოლი ბზარები იბურდება (30-50 მმ) მათ ბოლოებთან ახლოს. ეს საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ მათი გავრცელება. ამის შემდეგ ხდება ბზარების გამოყვანა მთელ სიღრმეში. ასეთ შემთხვევაში დეფექტური უბანი ჩადუღებულ უნდა იქნეს მთელ სიღრმეზე.

ბზარების, ნაკერის ბოლოში ჩაუდუღებლობების, შიგა ჩაუდუღებლობების, წიდური ჩანართების, თიებისა და შიგა ფორების გამოსწორება უნდა მოხდეს ამოხეხვით, ამოჭრით ან რკალური რანდვით.

ზედაპირული ფორები, რომლებიც განლაგებულია ზედაპირთან ახლოს, მცირე სიღრმეში, მოშორებული უნდა იქნეს მიდუღებით.

მოჭრა (შემოჭრა) უნდა მოაცილოთ მოშორებული ძაფისებრი ნაკერის დადუღებით დეფექტის მთელ სიგრძეზე. თუმცა ეს პროცესი იწვევს საშემდუღებლო მასალების ხარჯის ზრდას. ასეთ შემთხვევებში მიზანშეწონილია მოჭრის ჩადნობა არგონრკალური მეთოდით, რაც საშუალებას იძლევა დეფექტები “გადაუთოვდეს” დამატებითი დადუღების გარეშე.

თიებისა და ნაკერის ფორმის უთანაბრობის გამოსწორება შეიძლება დეფექტების მექანიკური დამუშავებით მთელ სიგრძეზე. ნაკერების კრატერების გამოსწორება ხდება დნობით შედუღების ერთ-ერთი ხერხით (ხელით რკალური, ინერტული აირების არეში რკალით და ა. შ.), რომელიც უზრუნველყოფს შენადული ნაკერის ხარისხს ნაკეთობისადმი წაყენებული მოთხოვნების შესაბამისად.

შენადული შეერთების გამოსწორებული ნაკერები, როგორც წესი, უნდა გაკონტროლდეს. იმ შემთხვევაში თუ დეფექტები კიდევ იქნა აღმოჩენილი, მაშინ მათი გამოსწორება აუცილებელი მოთხოვნების დაცვით უნდა მოხდეს. ერთი და იმავე დეფექტური უბნის გამოსწორების რიცხვი დამოკიდებულია კონსტრუქციის კატეგორიაზე და არ უნდა აღემატებოდეს სამს.

ბანვლილი მასალის გაშვება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

1. ქანგი, ხენჯი, ზეთი, საღებავი, ტენი დეფექტების წარმოქმნის მიზეზებია, რომლებიც იწვევს:
1) ფორებს; 2) ბზარებს; 3) ჩანართებს; 4) შეუღუღებლობებს.
2. ბზარები, ჩაუღუღებლობები, შეუღუღებლობები განეკუთვნება შემდეგი დეფექტების წარმოქმნის მიზეზებს:
1) მოცულობითი; 2) ბზარისმაგვარი; 3) შემთხვევითი; 4) ავარიული.
3. ბზარისმაგვარი დეფექტი მისი ზომების მიუხედავად არის:
1) დაუშვებელი; 2) დასაშვები; 3) არასასურველი; 4) უმნიშვნელო.
4. ფორები, წიდეები, ჩანართები მიეკუთვნება შემდეგი დეფექტების გამოწვევ მიზეზებს:
1) მოცულობითი; 2) ბზარისმაგვარი; 3) შემთხვევითი; 4) ავარიული.
5. საშემდუღებლო ნაკერების ყველაზე სახიფათო დეფექტებია:
1) ფორები; 2) ჩანართები; 3) ბზარები; 4) თიები.
6. საშემდუღებლო ნაკერის ყველაზე სახიფათო კონცენტრატორებია:
1) ფორები; 2) ჩანართები; 3) თიები; 4) ბზარები.
7. დეფექტიანი ადგილების მოცილებისას მოსაცილებელი მონაკვეთის სიგრძე დეფექტიან მონაკვეთზე ორივე მხრიდან მეტია:
1) 1-2 მმ-ით; 2) 5-10 მმ-ით; 3) 10-20 მმ-ით; 4) 20-40 მმ-ით.
8. დეფექტიანი ადგილების დაღუღების შემდეგ ნაკერის სიგანე წინასწარს არ უნდა აღემატებოდეს:
1) ერთნახევარი სიგანით; 2) ორმაგი სიგანით; 3) სამმაგი სიგანით; 4) ხუთმაგი სიგანით.
9. ბზარების გავრცელების აღსაკვეთად შეღუღების წინ მათ:
1) ათვალიერებენ; 2) ასუფთავებენ; 3) ჩაბურღავენ; 4) ღებავენ.
10. ერთი და იმავე დეფექტის გამოსწორების რიცხვი დამოკიდებულია კონსტრუქციის მნიშვნელობაზე და არ უნდა აღემატებოდეს:
1) ორს; 2) სამს; 3) ოთხს; 4) შვიდს.

შენადული შეერთების ხარისხის კონტროლი

თავი ეძღვნება შენადული შეერთების კონტროლს, გაეცნობით რა ეტაპებისაგან შედგება კონტროლის სისტემა. პირველ რიგში უნდა იცოდეთ თუ რა მოთხოვნები წაყენება პროდუქციის ხარისხს, დეტალურადაა განხილული კონტროლის ძირითადი სახეები: ურღვევი, მექანიკური, მეტალოგრაფიული, თითოეული მათგანის მნიშვნელობა პროდუქციის ხარისხისათვის.

მოთხოვნები პროდუქციის ხარისხის მიმართ

შეერთების ხარისხი ძირითადად დამოკიდებულია შენადული ნაკეთობისა და კონსტრუქციების მუშაობის უნარზე. აქედან გამომდინარე, მისი უსაფრთხოება ადამიანებისა და გარემოსათვის ექსპლუატაციის პროცესში. პროდუქციის ხარისხი არის მისი თვისებების ერთობლიობა, რომლებიც აკმაყოფილებს გარკვეულ მოთხოვნებს. საშემდუღებლო წარმოებაში პროდუქტად ითვლება დეტალები, კვანძები, კვანძები და ნაკეთობები, რომლებიც დამზადებულია შედუღების გამოყენებით მოცემულ წარმოებაში. შენადული შეერთების ხარისხის მაჩვენებელი არის სიმტკიცე, დეფექტების უქონლობა, გამოსწორების რიცხვი და სხვ.

პროდუქციის ხარისხის კონტროლი არის ხარისხის მაჩვენებლების დადგენილ მოთხოვნებთან შესაბამისობის შემოწმება.

შენადული შეერთებების მიმართ მოთხოვნები მოცემულია ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტებში (ნტდ), კონტროლის წესებში (კწ), ტექნიკურ პირობებსა (ტპ) და ა.შ. სამშენებლო კონსტრუქციებისათვის ძირითად ნტდ-ს წარმოადგენს სამშენებლო ნორმები და წესები. დნობით შედუღებისას ტექნიკური პირობები, როგორც წესი, რეგლამენტირდება ნაკერის გეომეტრიული ზომებით (ნაკერის სიგანე და ამოხნეილობა), ჩადუღების სიღრმით და გაწვის რაოდენობით. დეფექტების დასაშვები ნორმები რეგლამენტირდება კონტროლის წესებით. გამო-

სული პროდუქციის ხარისხს ამოწმებენ თვითონ დამამზადებლები ან საწარმოს ტექნიკური კონტროლის განყოფილების (ტკპ) თანამშრომლები.

მაღალხარისხიანი შენადული შეერთების მიღება შეუძლებელია მხოლოდ მზა პროდუქციის კონტროლით, ამიტომ პრაქტიკაში გამოიყენება კონტროლის ის სისტემები, რომლებიც ითვალისწინებს კონტროლს ნაკეთობის დამზადების, მონტაჟის და საექსპლუატაციო მოწყობილობის რემონტის სტადიაზე. კონტროლის სისტემა შეიცავს ქვემოთ ჩამოთვლილ სტადიებს.

- წინასწარი კონტროლი ითვალისწინებს შემდეგ შემოწმებას: შემდუღებლის, თერმისტის, დეფექტოსკოპისტის კვალიფიკაციას; შესადუღებელი მასალების ხარისხს; საშემდუღებლო და თერმული მოწყობილობის და აპარატურის ასაწყობ-საშემდუღებლო სამარჯვების, დეფექტოსკოპიის ხელსაწყოებისა და მასალების მდგომარეობას.

წინასწარი კონტროლის შემადგენელი ნაწილია **შემოსვლის კონტროლი**, რომელიც სრულდება მოწოდებული მასალების (ნაგლინის, ჩამოსხმული დეტალების და სხვ.) დეფექტოსკოპიური შემოწმებით. შემოსვლის კონტროლი სრულდება არჩევით ან სრული მოცულობით.

- თანამიმდევრული ოპერაციების შედეგების ტექნოლოგიური კონტროლი გულისხმობს შედუღებისათვის დეტალების მომზადებას და აწყობის ხარისხის შემოწმებას, დეტალების გახურების და შედუღების რეჟიმების დაცვის კონტროლს, მრავალშრიანი ნაკერის შესრულების თანამიმდევრობის რიგს, საშემდუღებლო ოპერაციების ჩატარების დროს წარმოქმნილი წილისაგან დადუღებული ლითონის გასუფთავებას და თერმული დამუშავების შესრულების კონტროლს (გახურების რეჟიმების დაცვას, ხელსაწყოების ექსპლუატაციის სისწორეს, თერმული დამუშავების პარამეტრების რეგისტრაციის სისწორეს და ა.შ.). ამის შემდეგ ხდება მიღებული მონაცემების შედარე-

ბა მოთხოვნებთან, რომლებიც მითითებულია ტექნოლოგიურ ინსტრუქციებში.

თანამიმდევრული ოპერაციული კონტროლი აუცილებელია ტექნოლოგიური პროცესის დროული კორექტირებისათვის და დეფექტური ზონების ოპერაციული რემონტისათვის.

- მისაღები კონტროლი ტარდება ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული ყველა ოპერაციის დამთავრების შემდეგ; მისი შედეგები ფიქსირდება ნაკეთობის დოკუმენტაციაში.

შედულების ხარისხის შემოწმებისათვის მზა ნაკეთობაში გამოიყენება კონტროლის შემდეგი სახეები: შენადული შეერთების გარეგანი დათვალიერება და აზომვა, სიმტკიცეზე გამოცდა, რენტგენის ან გამა-სხივებით გაშუქება, ულტრაბერითი დეფექტოსკოპია, კონტროლის მაგნიტური მეთოდები, კონტროლის ლუმინესცენციური მეთოდი, მექანიკური გამოცდა, მეტალოგრაფიული გამოკვლევები.

შენადული ნაკერის ხარისხის კონტროლის სახე ირჩევენ ნაკეთის იმ დანიშნულებისა და მოთხოვნების მიხედვით, რომლებიც მას წარედგინება ტექნიკური პირობებით და სტანდარტით.

მიღების კონტროლი არსებობს ან მთლიანი (მოწმდება ყველა შენადული ნაკერი), ან არჩევითი (მოწმდება შეერთებების ნაწილი). არჩევითი კონტროლის შედეგები, მთელი შესამოწმებელი პარტიის წუნდების საფუძველია.

კონტროლის ოპერაციები პრინციპულად განსხვავდება დამზადების ტექნოლოგიური ოპერაციებისაგან. კონტროლი ტექნოლოგიური პროცესის ნაწილია, რომელიც საშუალებას იძლევა არა მარტო შეაფასო პროდუქციის ვარგისიანობა, არამედ მიიღო ინფორმაცია მის ხარისხზე. ეს ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ტექნოლოგიური პროცესის რეგულირებისათვის მის ყველა სტადიაზე.

ძირითადი და საშემდგომლო

მასალების ხარისხის კონტროლი

ძირითადი ლითონის ხარისხი უნდა შეესაბამებოდეს სერტიფიკატის მოთხოვნებს. მასში მითითებული უნდა



მიღგაყვანილობაში შენადული შეერთების ხარისხის რენტგენოსკოპიული შემოწმების აპარატურა

იყოს დამამზადებელი ქარხანა, ლითონის მარკა და ქიმიური შედგენილობა, დნობის ნომერი, ლითონის პროფილი და ზომა, ლითონის მასა და პარტიის ნომერი, სტანდარტით გათვალისწინებული ყველა გამოცდის შედეგები, მასალის მოცემული მარკის სტანდარტი.

სერტიფიკატის უქონლობის შემთხვევაში, ლითონის წარმოებაში გამოყენება ხდება მხოლოდ გულდასმით შემოწმების გარეგნული დათვალიერებისა და შედუღებადობაზე ნიმუშის გამოცდის, აგრეთვე ლითონის მექანიკური თვისებების და ქიმიური შედგენილობის დადგენის შემდეგ.

კონსტრუქციების შედუღებისას სრომელთა ნახაზებში მითითებულია ელექტროდის ტიპი, არ შეიძლება უსერტიფიკატო ელექტროდის გამოყენება. უსერტიფიკატო ელექტროდის გამოყენების შემთხვევაში, სტანდარტების შესაბამისად უნდა შეფასდეს დანაფარის სიმტკიცე, ელექტროდის საშემდგომლო თვისებები ნიმუშებით ლითონის ნაკერის და შენადული შეერთების მექანიკური თვისებები, რომლებიც შედუღებულია შესაბამისი პარტიის ელექტროდებით. შედუღებისათვის ელექტროდების ვარგისიანობაზე მსჯელობენ აგრეთვე დადუღებული ლითონის ხარისხით, რომელსაც არ უნდა ჰქონდეს ფორები, ბზარები და წილის ჩანაროები.

გარეგნულად ელექტროდი უნდა აკმაყოფილებდეს სტანდარტების მოთხოვნებს, კერძოდ, ელექტროდის დანაფარი უნდა იყოს მტკიცე, მკვრივი, ფორების, ბზარების, ამობერილობების გარეშე და კარგად

გადაზედილი (კოშტების გარეშე) კომპონენტებით. ელექტროდები, რომელთა დანაფარი დანესტიანებულია, წარმოებაში არ დაიშვება.

ვიზუალური კონტროლი

საკონტროლო ოპერაციები სრულდება მოცემული წარმოების და მისი პროდუქციის ხარისხის დაცვის შესამოწმებლად.

შენადული შეერთებების ვიზუალური კონტროლი სრულდება EN970-203-ის შესაბამისად.

ის ემსახურება გარე დეფექტების გამოვლენას. აგრეთვე შესრულებული ნაკერების ზომების შესაბამისობას საპროექტო ზომებთან. ის აუცილებლად წინ უძღვის კონტროლის სხვა სახეობებს.

ვიზუალური კონტროლის დროს ხდება ნაკერსა და ნაკერის მიმდებარე ზონაში ბზარების, ჩაუდუღებელი კრატერების, გაწეების, თიების, ფესვურ ნაკერში ჩაუდუღებლობების, მოჭრების (შემოჭრების), შენადული ნაკერის უხეშპერცლოვანობის, ნახაზში მოცემულობებთან შენადული ნაკერის კონსტრუქციული ელემენტების შეუსაბამობის აღმოჩენა.

ვიზუალური კონტროლით გამოვლინდება აგრეთვე დეფექტები, რომელთა აღმოჩენაც შეიძლება შეუიარაღებელი თვალით, აგრეთვე 10-ჯერადი გადიდების ლუპით. დათვალიერებამდე შენადულ ნაკერს და მასთან ლითონის 20 მმ-ის სიგანით დაშორებულ ზედაპირს ასუფთავებენ წილისაგან, შხეფებისა და ჭუჭყისაგან.

ბზარების ზღვრების აღმოჩენა ხდება ჩაბურღვის გზით, ღოჯით ლითონის ამოტეხვით, დეფექტური უბნის ამოხეხვით და შემდგომი ამოჭმით.

შენადული ნაკერების ფორმა და ზომები მოწმდება შაბლონების (თარგების) და კალიბრების მეშვეობით, აგრეთვე ჩვეულებრივი (უნივერსალური) საზომი ინსტრუმენტებით.

ურღვევი კონტროლი

რენტგენული კონტროლი. რენტგენის სხივის თვისებაა გაიაროს ისეთ ნივთიერებაში, რომელშიც ვერ გადის სინათლე. შენადულ ნაკერში გავლისას მას შეხვდება დეფექტები, რის გამოც სხივები

იცვლის ინტენსიურობას, რაც ფიქსირდება რენტგენის ფირზე.

შენადული შეერთებების გაშუქებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის აპარატები.

კონტროლის დროს გამოსხივების წყაროს (რენტგენის მილაკი) ათავსებენ ნაკერიდან გარკვეულ მანძილზე. ნაკერის მოპირდაპირე მხარიდან თავსდება კასეტა რენტგენის ფირით და გამაძლიერებელი ეკრანებით. გაჭვირვის დროს ფირი სხივების ქვეშ ყოვნდება გარკვეული დროით, რასაც ექსპოზიცია ეწოდება. ის დამოკიდებულია ლითონის სისქეზე, ფოკუსურ მანძილზე, გამოსხივების ინტენსიურობასა და ფირის მგრძნობიარობაზე. გამაძლიერებელი ეკრანები ექსპოზიციის შესამცირებლად გამოყენებული.

ამის შემდეგ ფირი უნდა ამოიღოთ კასეტიდან და უნდა გაამუდგნოთ. ნაკერის უბნის მიღებულ გამოსახულებაზე ცალკეული ადგილების ჩაბნელებები არაერთგვაროვანი იქნება. დეფექტის გავლით ფირზე მოხვედრილი სხივები ნაკლებად შთაინთქმება იმ სხივებთან შედარებით, რომლებიც ლითონის მკვერთ ფენებში გაივლის. ამიტომ შენადული დეფექტი ფირზე უფრო მუქად იქნება გამოსახული.

გაჭვირვის დროს ნაკერის გვერდით, გამოსხივების წყაროს მხარიდან, უნდა დაიდგას დეფექტომეტრი, რომელიც ემსახურება ნაკერში დეფექტის სიდიდისა და სიღრმის განსაზღვრას. დეფექტომეტრი არის ფირფიტა, რომელიც იმავე მასალისაგან მზადდება, რომლისგანაც გასაჭვირვი ლითონი. ფირფიტის სისქე, როგორც წესი, უნდა იყოს ნაკერის გაძლიერების ტოლი. შედეგის შედარებისათვის დეფექტომეტრი დადარული უნდა იყოს სხვადასხვა სიღრმის ღარაკებით. რენტგენოგრაფიის მიხედვით დეფექტის სიდიდე (სიმაღლის) უნდა განისაზღვროს მისი დამუქებით, დეფექტომეტრის ღარაკების დამუქებასთან შედარებით.

რენტგენული კონტროლის დახმარებით შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს შიგა დეფექტების უმრავლესობა: ჩაუდუღებლობა, ფორები, ჩანართები, ბზარები.

გამა-კონტროლი

გამა სხივები, ისევე როგორც რენტგენისა, ელექტრომაგნიტური ტალღებია. ზოგიერთ ქიმიურ ელემენტს (ურანი და სხვ.) აქვს თვისება გამოასხივოს გამა-სხივები. ამ მოვლენას რადიოაქტიურობა ეწოდება.

გაჭვირვისათვის გამოიყენება ისეთი ხელოვნური რადიოაქტიური ელემენტები, როგორიცაა კობალტ-60, ტელიუმ-170, ირიდიუმ-192 და სხვ.

გამა-სხივების ადამიანზე მავნე ზემოქმედების გამო, რადიოაქტიურ იზოტოპები ინახება სპეციალურ კონტეინერებში. გამა-სხივებით შედუღებული შეერთებების გაჭვირვის ტექნიკა რენტგენოსკოპიული კონტროლის ანალოგიურია.

რენტგენთან შედარებით გამა-სხივებით კონტროლს შემდეგი უპირატესობები აქვს: კონტეინერი რადიოაქტიური იზოტოპებით შეიძლება დაიდგას ისეთ ადგილას, სადაც არ ეტევა რენტგენის უზარმაზარი დანადგარი; გამა-სხივების მეშვეობით შესაძლებელია რამდენიმე დეტალის ერთდროულად კონტროლი, და ნაკეთობის წრიული ნაკერების კონტროლიც; ეს მეთოდი მოხერხებულია სავსე პირობებშიც; გამა-სხივებით გაჭვირვის ხარჯები ნაკლებია, ვიდრე რენტგენის სხივებით გაჭვირვისა.

რადიოაქტიური იზოტოპ კობალტ-60-ის პრეპარატი უტყუარია მუშაობაში და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 5 წელზე მეტხანს.

გამა-სხივებით გაჭვირვის ნაკლია 50 მმ-ზე ნაკლები სისქის ნაკერში დეფექტების გამოვლენის შედარებით დაბალი მგრძნობელობა, ვიდრე რენტგენული კონტროლის დროს.

ულტრაბგერითი კონტროლი.

კონტროლის ულტრაბგერითი მეთოდი დამყარებულია ულტრაბგერითი ტალღების არეკვლის უნარზე ორი გარემოს გამყოფი საზღვრიდან, რომლებსაც სხვადასხვა აკუსტიკური თვისებები აქვს.

თავისთავად ულტრაბგერა მატერიალური გარემოს 20 კმ-ზე მეტი სიხშირის დრეკადი რხევებია.

შენადული ნაკერის ულტრაბგერითი კონტროლისათვის, როგორც წესი, გამოი-



შენადული ნაკერის ულტრაბგერითი კონტროლი

ყენება უფრო მეტად მაღალი სიხშირეები 0,5-დან 5 მგჰც-მდე.

არსებობს ულტრაბგერითი რხევების მიღების რამდენიმე ხერხი. ყველაზე გავრცელებულად ითვლება ხერხი, რომელიც დაფუძნებულია ზოგიერთი კრისტალის (კვარცი, სეგნეტის მარილი) ან ხელოვნური მასალების პიეზოელექტრულ ეფექტზე. ამ ეფექტის არსი ისაა, რომ თუ კრისტალიდან ამოჭრილი ფირფიტის საპირისპირო წახნაგებზე, მიეწოდება სხვადასხვა დასახელების მუხტები, მაშინ ის შეიცვლის ზომებს ელექტრული მუხტის ნიშნის ცვლილების შესაბამის ტაქტში. თუ იცვლება ელექტრული მუხტის ნიშნები წამში 20 ათასზე მეტი რხევის სიხშირით, მიღებული იქნება პიეზომეტრული ფირფიტის იმავე სიხშირის მექანიკური რხევები, რომლებიც გადაიცემა ულტრაბგერის სახით.

შენადულ ნაკერში ულტრაბგერითი რხევების შეყვანისათვის გამოიყენება ხელსაწყო, რომელსაც პიეზომეტრული გარდამქმნელი ეწოდება, მას აგრეთვე შეუძლია მიიღოს შენადული ნაკერის დეფექტიდან არეკლილი რხევები, რომლებიც დეფექტოსკოპის ეკრანზე შესაბამისი სიგნალით ფიქსირდება.

ულტრაბგერის მეშვეობით შეიძლება გამოვლენილ იქნეს ბზარები, ჩაუდუღებლობები, წიდის ჩანართები, ფორები შენადულ ნაკერში, აგრეთვე ლითონის ფურცლის შრეებად დაშლა. ამასთან ერთად ულტრაბგერით კონტროლს აქვს არსებითი ნაკლი, რომელიც აღმოჩენილი დეფექტების ძალიან რთულ გაშიფვრასთანაა დაკავშირებული. ამ სამუშაოს

შესრულება შეუძლია მხოლოდ მაღალი კვალიფიკაციის ოპერატორს, რომელსაც დიდი გამოცდილება აქვს.

დღეისათვის შექმნილია ისეთი ხელსაწყოები, რომლებიც აღმოჩენილი დეფექტის შესახებ ინფორმაციას იძლევა ციფრებით ან სპეციალურ ფირზე.

მაგნიტური კონტროლი

კონტროლის მაგნიტური მეთოდები დაფუძნებულია მაგნიტური გაბნევის პრინციპის გამოყენებაზე, რომელიც წარმოიშობა დეფექტის თავზე საკონტროლო ნაკეთობის დამაგნიტებისას. თუ შენადუღი ნაკერი უდევექტოა, მაშინ მაგნიტური ძალური ხაზი ნაკერის კვეთში თანაბრად განაწილდება. ხოლო, ნაკერში დეფექტის არსებობის შემთხვევაში, დეფექტის ნაკლები მაგნიტური შეღწევადობის გამო, მაგნიტური ძალური ნაკადი გვერდს აუღლის დეფექტს, რის გამოც შეიქმნება მაგნიტური გაბნევა.

ნაკადის განბნევის ფიქსირების ხერხზე დამოკიდებულებით არსებობს მაგნიტური ფხვნილის და ინდუქციური მეთოდი. პირველ შემთხვევაში არის უთანაბრობა განისაზღვრება ნაკეთობის ზედაპირზე ფერომაგნიტური ფხვნილის თავმოყრის ადგილების მიხედვით. მეორე შემთხვევაში გაბნევის ნაკადებს იჭერს ინდუქციური კოჭა. ნაკეთობას ამაგნიტებენ ელექტრომაგნიტით, სოლენოიდით ან დენის უშუალოდ შენადუღ ნაკერზე გატარებით.

კონტროლის მაგნიტოფხვნილური მეთოდი სრულდება ორი ხერხით: მშრალი და სველი. პირველ შემთხვევაში მაგნიტური ფხვნილი მშრალი (სურინჯი,

რკინის ნაქლიბი და სხვ.), ხოლო მეორეში თხევად მდგომარეობაშია (ნავთი, წყალი).

მშრალი მეთოდი გამოიყენება სიღრმის და ზედაპირული დეფექტების გამოსავლენად, ხოლო სველი – უპირატესად ზედაპირულისა.

მაგნიტური ფხვნილის მეთოდი გამოსადგება მხოლოდ ფერომაგნიტური მასალების კონტროლისათვის. ამ მეთოდით შესაძლებელია ზედაპირული და შიგა ბზარების, აგრეთვე 6 მმ-მდე სიღრმეში ჩაუდუღებულობების გამოვლენა.

მაგნიტოგრაფიული კონტროლი. მაგნიტოგრაფიული ხერხი დაფუძნებულია დეფექტებზე წარმოქმნილი გაბნევის არეების მაგნიტურ ფირზე ჩაწერასა და მის შემდგომ აღწარმოებაზე მაგნიტოგრაფიული დეფექტოსკოპით. ამ ხერხით შეიძლება გამოვლენილ იქნეს დეფექტები შენადუღ ნაკერებში, რომლებიც განლაგებულია მისი სიღრმის არა უმეტეს 15 მმ ღონეზე.

ლუმინესცენციური და ფერადი დეფექტოსკოპია. ამ ხერხების დროს დეფექტის ღრუში შეჰყავთ მაფლუორესცირებელი ხსნარი ან მკვეთრი წითელი სითხე, რომელსაც შემდგომ აცილებენ ზედაპირიდან. ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით ხდება დეფექტის ღრუში მოქცეული ხსნარის ნათება. ფერადი დეფექტოსკოპიის დროს დეფექტების გამოვლენა ხდება თეთრი გამჟავნებადი საღებავის დახმარებით (თეთრ ფონზე ხდება წითელი ნახატის გამომჟღავნება, რომელიც დეფექტის ფორმას შეესაბამება).

ამ მეთოდების მეშვეობით ხდება ზედაპირული დეფექტების, ძირითადად ბზარების განსაზღვრა სხვადასხვა, მათ შორის არამაგნიტური ფოლადების, ფერადი ლითონების და შენადნობების შენადუღ შეერთებებში.

მეტალოგრაფიული კვლევა

მეტალოგრაფიული კვლევა ხორციელდება ლითონის სტრუქტურის კვლევით შლიფების ან ნაკერებზე საკვლევი ზედაპირის ფოტოგრაფირებით.

მეტალოგრაფიული კვლევით საზღვრავენ ლითონის ნაკერის მაკროსკოპულ და მიკროსკოპულ სტრუქტურებს, შენადუღ ზონებს, ძირითად ლითონში თერმული გავლენის ზონებს.



შენადუღი ნაკერის შემოწმება მაგნიტურ-ფხვნილური მეთოდით

ლითონის მაკროსტრუქტურა ლითონის აღნაგობაა, რომელიც ჩანს შეუიარაღებელი თვალით ან ლუპით ლითონის ნიმუშის გაშლილ ფენაზე. ლითონის მაკროსტრუქტურული კვლევის პროცესს მაკროსტრუქტურულ კვლევას (ანალიზს) უწოდებენ. მაკროსტრუქტურაზე მკაფიოდ ჩანს შენადული შენადნობის ზონები (ნაკერი, თერმული გავლენის ზონა), დადუღებული ლითონის ფენები, კრისტალების მიმართულება, დეფექტები (ბზარები, წიდური ჩანართები, ფორები) და სხვ.

ლითონის მაკროსტრუქტურა ასევე შეისწავლება შენადული შეერთებების ნიმუშების იმ ნატეხების მიხედვით, რომლებიც მორჩება მექანიკური დამუშავების შედეგად ან მზადდება სპეციალურად ტექნოლოგიური ნიმუშების სახით. ლითონის რღვევის ხასიათზე მსჯელობენ ტეხილის სახის მიხედვით. მსხვილმარცლოვანი მზინავე შედაპირიანი ნატეხებით ხასიათდება მყიფე ლითონი. რუხი ბოჭკოვანი ნატეხის მქრქალი შედაპირები მიგვანიშნებს ლითონის კარგ პლასტიკურობაზე.

ლითონის მიკროსტრუქტურა ლითონების სტრუქტურაა, რომელიც ჩანს მიკროსკოპით. მანამდე ლითონის ნიმუშის შედაპირის პოლირება ხდება სარკისებრ ბზინვარებამდე. მუშავდება (ამოჭმა) სპეციალური ხსნარით. მიკროსტრუქტურის კვლევის პროცესს მიკროსტრუქტურული ანალიზი (კვლევა) ეწოდება. ოპტიკური მიკროსკოპით (50-3000-ჯერ გადიდებით) განისაზღვრება მარცვლების ფორმა და სიდიდე, ლითონის სტრუქტურული მდგენელები (ფერიტი, პერლიტი და სხვ.), არალითონური ჩანართები და შენადული შეერთებების ცალკეული ნაწილების სხვა დეფექტები.

ბანვლილი მასალის გამეორება

პასუხები ქვემოთ მოცემულ ტექსტში არ ჩაწეროთ, გამოიყენეთ ცალკე ფურცელი.

- კონტროლი, რომელიც ითვალისწინებს: შემდუღებლების კვალიფიკაციას, საშემდუღებლო მასალების ხარისხს, საშემდუღებლო მოწყობილობის და აპარატურის, ასაწყობ-საშემდუღებლო სამარჯვების მდგომარეობას:
 - 1) წინასწარი; 2) ოპერაციობრივი; 3) მისაღები; 4) სასწრაფო.
- კონტროლი, რომელიც შეიცავს დეტალების შედუღებისათვის მომზადების და აწყობის შემოწმების ხარისხს, შედუღების რეჟიმების დაცვას, მრავალფეროვანი ნაკერების შესრულების რიგითობას და ა.შ.:
 - 1) წინასწარი; 2) ოპერაციობრივი; 3) მისაღები; 4) სასწრაფო.
- კონტროლი, წარმოებული იმის შემდეგ, რაც დასრულებული იქნება ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული ყველა ოპერაცია, რომლის შედეგები ფიქსირდება ჩაბარების დოკუმენტაციაში ნაკეთობაზე:
 - 1) წინასწარი; 2) ოპერაციობრივი; 3) მისაღები; 4) სასწრაფო.
- მიღების კონტროლი, რომლის დროსაც მოწმდება ყველა შენადული შეერთება:
 - 1) მთლიანი; 2) არჩევითი; 3) აუცილებელი; 4) ოპერატიული.

- მისაღების კონტროლი, რომლის დროსაც მოწმდება შენადული შეერთების ნაწილი:
 - 1) მთლიანი; 2) არჩევითი; 3) აუცილებელი; 4) გადაუდებელი.
- დოკუმენტი, რომელშიც მითითებულია ძირითადი ლითონის დამამზადებელი ქარხანა, ლითონის მარკა და ქიმიური შედგენილობა, დნობის ნომერი, მასალის პროფილი და ზომები, ლითონის მასა და პარტიის ნომერი. ყველა გამოცდის შედეგი, მოცემული მარკის მასალის სტანდარტი:
 - 1) ატესტატი; 2) კალკულაცია; 3) დიპლომი; 4) სერტიფიკატი.
- ოპერაციები, რომლებიც სრულდება მოცემული წარმოების და მისი პროდუქციის ხარისხის სისწორის დაცვის შესამოწმებლად:
 - 1) საკონტროლო; 2) ტექნოლოგიური; 3) მარეგისტრირებელი; 4) გამომწვები.
- კონტროლი, რომლის დროსაც ხდება დეფექტის შეუიარაღებელი თვალით გამოვლენა, აგრეთვე ათმაგი გადიდების ლუპის დახმარებით:
 - 1) ფიზიკური; 2) ვიზუალური; 3) ოპერატიული; 4) ობიექტური.
- გამოცდები, რომლის დროსაც ხდება ლითონის სიმტკიცის, სისაღის, პლასტიკურობის განსაზღვრა:
 - 1) ანალიტიკური; 2) ფიზიკური; 3) ტექნოლოგიური; 4) მექანიკური.
- ლითონის სტრუქტურის კვლევები შლიფსაზე ან ტეხილზე:
 - 1) ფიზიკური; 2) მეტალოგრაფიული; 3) მექანიკური; 4) ტექნოლოგიური.

სამუშაოს მოძიების და პროფესიული წინსვლის უნარ-ჩვევები

ამ თავში თქვენ გაეცნობით პერსონალურ თვისებებს, რომლებიც ხელს შეგიწყობთ დასაქმებასა და პროფესიულ წინსვლაში. ეს თვისებები საჭიროა იმ უნარ-ჩვევებთან ერთად, რომლებიც თქვენ შეიძინეთ ამა თუ იმ სფეროში. დამსაქმებლები თვლიან, რომ ზემოთ აღნიშნული თვისებები ისევე აუცილებელია, როგორც ხელობის ცოდნა.

სწავლის დასრულების შემდეგ სპეციალისტს სურს რაც შეიძლება სწრაფად დაიწყოს მუშაობა. დამსაქმებელი ყველაზე მაღალკვალიფიციურ მუშაკს ეძებს, მაგრამ პროფესიის ცოდნა არ არის დასაქმების განმსაზღვრელი ერთადერთი ფაქტორი. დამსაქმებელს ასევე აინტერესებს სპეციალისტის პიროვნული თვისებები და ზოგადი უნარ-ჩვევები, რაც განსაზღვრავს თუ როგორი მუშაკი იქნება ის.



სწავლებისას ინსტრუქტორი აკვირდება მუშაკის ქვემოთ ჩამოთვლილ პიროვნულ თვისებებსა და შრომით უნარ-ჩვევებს. იგი მოგაწოდებთ ინფორმაციას თუ როგორია თქვენი ეფექტურობის მაჩვენებელი ამა თუ იმ სფეროში. ეფექტურობის მაღალი მაჩვე-

ნებლები დაარწმუნებს დამქირავებელს, რომ პროფესიულ უნარ-ჩვევებთან ერთად თქვენ ისეთი პიროვნული თვისებები გაქვთ, რომელთა წყალობითაც დიდი შენაძენი იქნებით ნებისმიერი სამშენებლო პროექტისათვის.



ზოგადი უნარ-ჩვევები

ზოგადი უნარ-ჩვევები არის ის ზოგადი თვისებები, რომლებიც დამსაქმებლის აზრით, მუშაკს უნდა ახასიათებდეს. ერთ ადგილას ათვისებული ზოგადი უნარ-ჩვევები შეიძლება სხვაგანაც გამოგადგეთ. მაგალითად, ჯგუფში გუნდური მუშაობის გამოცდილება შეიძლება გამოგადგეთ სამშენებლო გუნდის წევრად მუშაობისას.

ზოგად უნარ-ჩვევებში იგულისხმება:

- **საბაზისო/ძირითადი უნარები**, როგორიცაა წერა-კითხვის ცოდნა, არითმეტიკული გამოთვლის უნარი, ძირითადი ტექნოლოგიებით სარგე-

ბლობის უნარი და სხვა;

- **ურთიერთობის უნარი**, როგორიცაა კომუნიკაციის, გუნდური მუშაობის, კლიენტებთან ურთიერთობის უნარ-ჩვევები;
- **იდეათა ფორმირების/აზროვნების უნარი**, როგორიცაა ინფორმაციის შეგროვება-ორგანიზება, პრობლემათა გადაჭრა, დაგეგმვა და ორგანიზება, შემოქმედებითი აზროვნება;
- **პიროვნული უნარ-თვისებები**, როგორიცაა პასუხისმგებლობის გრძნობა, მოხერხებულობა და მოქნილობა, დროის განაწილების უნარი, საკუთარი თავის რწმენა;
- **საქმიანი უნარი**, როგორიცაა ნოვატორული აზროვნება, ინიციატივიანობა;
- **საზოგადოებრივი უნარ-ჩვევები**, როგორიცაა სამოქალაქო უფლებამოსიანობების ცოდნა და სამოქალაქო უნარ-ჩვევები.

მუშაკი კარგად უნდა კითხულობდეს, რომ შეეძლოს წერილობითი ინფორმაციის გარჩევა, გაგება და ინტერპრეტაცია. სამუშაო ადგილზე დაგჭირდებათ წერილობითი განკარგულებების, ინსტრუქციების, სახელმძღვანელოებისა და მარტივი გეგმების კითხვა.



მათემატიკურ უნარებს შორის ყველაზე ხშირად გამოიყენება აზომვა. უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მოცემული ზომების გამოსახვას მეტრებითა და სანტიმეტრებით. ზომების დადგენი-

სათვის და მრავალი სხვა დავალების შესასრულებლად აუცილებელია შეკრება-გამოკლებისა და გამრავლება-გაყოფის ცოდნა. წარმატებით მუშაობისათვის საჭიროა გამოთვლების შესრულების ცოდნა ათწილადების გამოყენებით.

ზედამხედველს, მუშაკებს, კლიენტებსა და ინსპექტორებს შორის ურთიერთობა ძირითადად ზეპირი ფორმით ხორციელდება. აქედან გამომდინარე, დიდი მნიშვნელობა აქვს ყურადღებით მოსმენას. მოსმენის უნარი ნიშნავს ზეპირი შეტყობინების და რეპლიკის მიღებისა, და დამუშავების უნარს. მუშაკს უნდა შეეძლოს მოსმენა და მოსაუბრეს მთელი ყურადღება უნდა დაუთმოს.

შეტყობინების უკეთ გასაგებად კარგი მსმენელი ყურადღებას აქცევს სხვა მინიშნებებსაც მოსაუბრის მხრიდან. ეს შეიძლება იყოს საუბრის ტონი და ტემპი, მთავარ სიტყვებზე გაკეთებული მახვილი, ქესტიკულაცია და მიმიკა. საუბრის ტონი შეიძლება გამოხატავდეს სიბრაზეს, სასწრაფო რეაგირების აუცილებლობას, წუხილს, დიდ მნიშვნელობას და სხვა ემოციებს, რომლებიც იძლევა გარკვეულ მინიშნებებს ნათქვამის შესახებ.



მსმენელის უმთავრესი ვალდებულებაა ზეპირ შეტყობინებაზე პასუხის გაცემა. ისეთი მარტივი მოქმედებები, როგორიცაა თავის დაქნევა თანხმობის ნიშნად ან სიტყვა „დიახ“, აუწყებს მოსაუბრეს, რომ მისი ნათქვამი გაგებულია. მოსაუბრის შეტყობინების მოკლე შინაარსი თქვენი სიტყვებით უნდა გადმოსცეთ იმაში დასარწმუნებლად, რომ მოსაუბრეს სწორედ ამ ინფორ-

მაციის გადმოცემა სურდა. თუ რომელიმე საკითხი გაუგებარია, ზრდილობიანად ითხოვეთ განმარტება.

ეფექტური მეტყველება ნიშნავს აზრების ჩამოყალიბებას და ზეპირი ფორმით გადმოცემას. ეფექტური მეტყველებისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს აზრების ლოგიკურად დაწყობას, სათანადო ტექნიკური ტერმინების გამოყენებას, გრამატიკულად გამართულ წინადადებებს, ლაკონურ და მკაფიო მეტყველებას. დაუშვებელია ბილწსიტყვაობა, ქაღალთა მიმართ დისკრიმინაციული ხასიათის, შეურაცხმყოფელი ან წამქეზებლური გამოხატვამების გამოყენება.

აზროვნების უნარი

აზროვნების უნარის საშუალებით მუშაკს შეუძლია თავისი ცოდნის გამოყენება სამუშაო სიტუაციაში. აზროვნების 6 ძირითადი უნარია: ლოგიკური მსჯელობა, გადაწყვეტილების მიღება, ვიზუალიზაცია (თვალნათლივ წარმოსახვა), პრობლემათა გადაწყვეტა, შემოქმედებითი აზროვნება და სწავლის უნარი.

ლოგიკური მსჯელობა ნიშნავს მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის პრინციპებისა და წესების წვდომას და ახალ სიტუაციაში მათი გამოყენების უნარს. გადაწყვეტილების მიღების უნარი ნიშნავს სამუშაოს შესრულების ალტერნატიული ვარიანტების განსაზღვრას და ყველაზე ეფექტური მეთოდების შერჩევას. გადაწყვეტილება მიღებულ უნდა იქნეს კონკრეტული სიტუაციის გათვალისწინებით.

მშენებლობის მუშაკისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია დასრულებული ობიექტის თვალნათლივ წარმოსახვის უნარი. პრობლემის სწორად განსაზღვრის უნარი მისი გადაწყვეტის წინაპირობაა. როდესაც პრობლემა ზუსტად არის განსაზღვრული, შესაბამისი გადაწყვეტილების შერჩევამდე და განხორციელებამდე საჭიროა ალტერნატიული ვარიანტების განხილვა.

შემოქმედებითი აზროვნება ნიშნავს ახალი იდეების შექმნას. ეს არ შემოიფარგლება მხოლოდ აქამდე უცნობი უნიკალური იდეების მოფიქრებით. შემოქმედებითი აზროვნების საშუალებით შეიძლება ისეთი მეთოდების შემუშავება, რომლებიც სიახლეა მოცემული პროფესიისათვის და პირველად გამოიყენება კონკრეტულ სამუშაოში.

ყველაზე მნიშვნელოვანია სწავლის უნარი. იარაღები, მასალები, ინსტრუქციები, მეთოდები და მართვის პროცედურები გამუდმებით იხვეწება. უნდა აღიაროთ, რომ მშენებლობაში წარმატებით მუშაობისათვის საჭიროა მთელი ცხოვრების განმავლობაში სწავლა. მუშაკებს შეუძლიათ სწავლა ლიტერატურის კითხვის, კურსებზე სიარულის, სხვათა მუშაობაზე დაკვირვებისა და სხვებთან საუბრის, ასევე სიახლეების საკუთარ პრაქტიკაში დანერგვის საშუალებით.



ზოგადი შრომითი უნარ-ჩვევები

მშენებლობისათვის დროის ფაქტორს დიდი მნიშვნელობა აქვს. კონტრაქტორმა სამუშაო უნდა შეასრულოს დროის შეთანხმებული ვადისა და ბიუჯეტის ფარგლებში. გაჭიანურებული მშენებლობა წამგებიანია. ამიტომ კონტრაქტორი დამოკიდებულია თავისი გუნდის ეფექტურ და ნაყოფიერ მუშაობაზე. რაც უფრო ნაკლებ დროს და კარგავს ზედამხედველი სამუშაო ჯგუფის ყოველდღიური მომზადებისათვის, მით მეტია თანხების ეკონომია. ზედამხედველს სურს ჰყავდეს ისეთი

თანამშრომლები, რომლებიც ყოველდღე სრულ მზადყოფნაში გამოცხადდებიან სამუშაოდ.

საერთო წარმატებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს თითოეული მუშაკის თვისებებს. სამსახურის შესაწარმუნებლად ყველაზე მაღალკვალიფიციური პროფესიონალებისთვისაც კი აუცილებელია კარგი პიროვნული თვისებები. მშენებლობაში დასაქმებისათვის აუცილებელი ძირითადი უნარ-ჩვევებია:

- ◆ დაგეგმვა და ორგანიზება;
- ◆ ზემდგომ მუშაკთა პატივისცემა;
- ◆ გუნდური მუშაობა;
- ◆ პრობლემების გადაწყვეტა.

დაგეგმვა და ორგანიზება

პირველი შთაბეჭდილება მუშაკის შესახებ ზედამხედველს ექმნება სამუშაო დღის დასაწყისში მისი გარეგნობის მიხედვით. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია, რომ ყოველი სამუშაო დღის დასაწყისშივე ჩანდეს, რომ მუშაკი პროფესიონალია. დამსაქმებელი ეძებს ისეთ მუშაკს, რომელიც ყოველდღე ავლენს შემდეგ თვისებებს:

- ◆ დროულად მოდის სამსახურში;
- ◆ სათანადოდ არის ჩაცმული სამუშაოსათვის;
- ◆ იცავს პირად ჰიგიენას;
- ◆ იარაღები სუფთა და გამართულ მდგომარეობაში აქვს (თუ პირადი იარაღები აუცილებელია);



- ◆ არ იღებს ნარკოტიკსა ან ალკოჰოლს;
- ◆ დაუფონებელივ იწყებს მისთვის დავალებული სამუშაოს შესრულებას;
- ◆ იცავს უსაფრთხოების წესებს.

მუშაკი უნდა ავლენდეს დაგეგმვისა და ორგანიზების კარგ უნარს მთელი სამუშაო დღის განმავლობაში. დავალების მაქსიმალურად ნაყოფიერად შესასრულებლად მან უნდა მოიფიქროს დროისა და მასალების ორგანიზების ყველაზე ეფექტური მეთოდები. საჭიროა პრობლემის დადგენა მანამ, სანამ იგი სერიოზულ დაბრკოლებად იქცეოდეს და გადაწყვეტილების შეთავაზება.

დამქირავებელი ეძებს ისეთ მუშაკს, რომელსაც აქვს საკუთარი თავის მართვის უნარი. ეს ნიშნავს, რომ მას შეუძლია მობილიზება მიზნის მისაღწევად. მუშაკი პასუხისმგებელი უნდა იყოს თავისი მუშაობის ეფექტურობაზე. საკუთარი თავის მართვა გულისხმობს:

- ◆ საკუთარი მუშაობის ეფექტურობის განსაზღვრასა და შეფასებას იმ სფეროების დასადგენად, სადაც აუცილებელია ეფექტურობის გაზრდა;
- ◆ საკუთარ საქმიანობაზე კოლეგების, ზედამხედველებისა და ხელქვეითების აზრის გაგებას და გათვალისწინებას;
- ◆ ორგანიზაციის სტრუქტურის, სამუშაოზე საკუთარი როლის და საკუთარი უფლებამოსილების საზღვრების ცოდნას;
- ◆ უსაფრთხოების წესების დაცვას.

ზემდგომ მუშაკთა პატივისცემა

თითოეულ სამშენებლო მოედანზე ზედამხედველები პასუხისმგებელნი არიან შესასრულებელი დავალების განაწილებაზე. თქვენ გეყოლებათ ზედამხედველი, რომლის წინაშეც პასუხისმგებელი იქნებით. დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო თქვენი უშუალო ზედამხედველის, არამედ სხვა ზედამხედვე-



ღებისა და ხელმძღვანელი მუშაკების პატივისცემას.

პროფესიონალს შემდეგი თვისებები უნდა ახასიათებდეს:

- ◆ სუბორდინაციის აღიარება და მისი დაცვით მუშაობა;
- ◆ ზედამხედველობაზე შესაბამისი რეაგირება;
- ◆ კონსტრუქციული კრიტიკის მიღება;
- ◆ მითითებების შესრულება;
- ◆ ყურადღებით მოსმენა;
- ◆ განმარტების მოთხოვნა როდესაც საჭიროა დამატებითი ინფორმაცია.

გუნდური მუშაობის უნარი

გუნდური მუშაობისას დიდი მნიშვნელობა აქვს სხვა მუშაკებთან ურთი-

ერთობას. მშენებლობის წარმატება დამოკიდებულია სხვადასხვა კვალიფიკაციური მუშაკის გუნდურ მუშაობაზე. ზედამხედველს სურს ისეთი გუნდის ჩამოყალიბება, რომლის წევრებიც მზად არიან ერთად იმუშაონ საერთო მიზნის მისაღწევად.

გუნდის წევრს შემდეგი თვისებები უნდა ახასიათებდეს:

- ◆ უნდა ჰქონდეს გუნდური მუშაობის უნარი;
- ◆ სხვა პირებს უნდა უზიარებდეს ინფორმაციას და განუმარტავდეს პროცედურებს;
- ◆ ჰარმონიულად უნდა მუშაობდეს სხვადასხვა რასის, სქესის, ასაკისა და კულტურის ადამიანებთან;
- ◆ პატივისცემით უნდა უსმენდეს სხვების წინადადებებსა და იდეებს;
- ◆ უნდა უფრო ხილდებოდეს იარაღებს, აღჭურვილობას, მასალებსა და სხვების საკუთრებას;
- ◆ კონცენტრირებული უნდა იყოს თავის სამუშაოზე და არ უნდა გაფანტოს სხვების ყურადღება;
- ◆ უნდა შეეძლოს მთელი დღის განმავლობაში მუშაობა, რომ მისი სამუშაოს შესრულება სხვას არ მოუწიოს.

პრობლემის გადაწყვეტის უნარი

გუნდურ მუშაობას დიდი მნიშვნელობა აქვს, მაგრამ ზოგჯერ დროისა და თანხების დაზოგვის და მშენებლობის შეუფერხებლად მიმდინარეობის უზრუნველსაყოფად პროფესიონალს უნდა შეეძლოს პრობლემის დამოუკიდებლად გადაწყვეტა. დამკვეთი აფასებს ისეთ მუშაკს, რომელსაც შეუძლია მწვავე საკითხების აღმოჩენა მანამ, სანამ ის პრობლემებად გადაიქცეოდეს. ამგვარი საკითხების დადგენისთანავე შემოთავაზებული უნდა იქნეს მათი გადაწყვეტის გზები. დამკირავებელი ეძებს ისეთ მუშაკს, რომელსაც შეუძლია:



- ◆ პრობლემის მოგვარება და გადაწყვეტილების მიღება;
- ◆ ინიციატივის გამოჩენა პრობლემის გადაწყვეტისას;
- ◆ სიტუაციის შესაბამისად სწრაფად მოქმედება;
- ◆ სახელმძღვანელოდან და/ან კომპიუტერიდან საჭირო ინფორმაციის მოძიება და გამოყენება პრობლემის გადასაწყვეტად.



თუ გთხოვს პრობლემის გადაწყვეტა ან საკუთარი მოსაზრების გამოთქმა პრობლემის გადაჭრის თაობაზე, გახსოვდეთ შემდეგი სასარგებლო მინიშნებები:

- ◆ ისაუბრეთ პირდაპირ და გასაგებად;
- ◆ სათანადოდ შეაფასეთ პრობლემა და ამასთან შესთავაზეთ გადაწყვეტილება;
- ◆ აღნიშნეთ სხვების წვლილი, თუ გადაწყვეტილება მხოლოდ თქვენი მოფიქრებული არ არის;
- ◆ პოზიტიურად იყავით განწყობილი;
- ◆ მოერიდეთ სარკაზმს;
- ◆ აკონტროლეთ ემოციები;
- ◆ ყოველთვის სიმართლე ილაპარაკეთ;
- ◆ იყავით კონსტრუქციული და მოერიდეთ სხვის გაკრიტიკებას;
- ◆ იყავით მისაბაძი.

ეთიკა

პირადი შრომითი ეთიკა

ეთიკა არის „მორალური პრინციპების სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს პირის ან გარკვეული ჯგუფის შესაბამის ქცევას“. ბიზნესის ეთიკის პრინციპების დაცვა წარმატებული მუშაობის წინაპირობაა. დამკვეთი ითვალისწინებს ამ თვისებას თქვენი სხვა პროექტში დაქირავების ან დაწინაურებისას. თქვენი შრომითი ეთიკა მოიცავს თქვენს შრომით ენთუზიაზმს, სამუშაოს დადგენილ ვადებში შესრულების მიზნით გვიანობამდე მუშაობის მზადყოფნას, სამუშაო ადგილზე დროულად გამოცხადებას და მუშაობისათვის მზადყოფნას. კოლეგებთან თქვენი ურთიერთობაც შრომითი ეთიკის ნაწილია. თუ გსურთ ნაყოფიერი მუშაობა და სამსახურებრივი წინსვლა, უდიდესი ყურადღებით მოეკიდეთ პირად შრომით ეთიკას.

ბიზნესეთიკა

კომერციულ ორგანიზაციასაც უნდა ჰქონდეს თავისი ეთიკური კოდექსი, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება შემდეგი ეთიკური პრინციპები:

- ◆ საქმის პროფესიულად და უნარიანად წარმოება;
- ◆ საუკეთესო ხარისხის უზრუნველყოფა შესაძლებლობის ფარგლებში;
- ◆ მხოლოდ ხარისხიანი მასალისა და მშენებლობის წარმოების მოწინავე მეთოდების გამოყენება კეთილსინდისიერებასთან და შესაბამის მომსახურებასთან ერთად;
- ◆ ყველა ფინანსური ვალდებულების სათანადო პასუხისმგებლობით შესრულება;
- ◆ კონტრაქტის პირობების დაცვა;
- ◆ სამართლიანობა და პატიოსნება მუშაკებთან, ქვეკონტრაქტორებთან და მასალების მომწოდებელ კომპანიებთან ურთიერთობისას;

- ♦ ინფორმირებულობა, შესაბამისი სამთავრობო პოლიტიკის შემთხვევაში;
- ♦ ყველა ადგილობრივი და სახელმწიფო კანონისა და დადგენილების დაცვა;
- ♦ პატიოსნება, როგორც საქმიანი პოლიტიკის უმნიშვნელოვანესი პრინციპი.

ის კომპანიები, რომლებიც ზედმეტი წევნით იცავენ ეთიკის პრინციპებს, ყველაზე დიდი მოთხოვნით სარგებლობენ კლიენტების მხრიდან.

კარგი შრომითი ჩვევები და მაღალი შრომითი ეთიკა გააუმჯობესებს იმ უნარებს, რომელთაც წინამდებარე კურსის ფარგლებში აითვისებთ.

დასაქმების შესახებ დამატებითი ინფორმაციის მისაღებად ეწვიეთ პროფესიული ორიენტაციის ცენტრს. იქ მუშაობენ შესაბამისი მომზადების მქონე პროფესიონალები, რომლებიც დახმარებას გაგიწევენ სამუშაოს ძიების პროცესში.

საკუთარი ბიზნესის წამოწყება

შეიძლება ოდესმე საკუთარი ბიზნესის წამოწყება მოისურვოთ. ამ შემთხვევაში უნდა გაითვალისწინოთ ქვემოთ მოცემული ფაქტორები.

ყოველწლიურად მრავალი ახალი ბიზნესი იწყება, მაგრამ მათი უმეტესობა წარუმატებელია. ამის მთავარ მიზეზებად ასახელებენ ფინანსების სიმცირეს, ცუდ მენეჯმენტსა და ცოდნის ნაკლებობას.

საკუთარი ბიზნესის წარმოებას აქვს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეები. დადებითი მხარეა ის, რომ კერძო ბიზნესის მქონე პირს აღარ ჰყავს ზემდგომი, აქვს მეტი ფულის შოვნის შესაძლებლობა და წარმატებული ბიზნესის შექმნით გამოწვეული კმაყოფილება. უარყოფითი მხარეებს მიეკუთვნება გადაწყვეტილებების მიღების უზარმაზარი პასუხისმგებლობა,

არანორმირებული სამუშაო დღე, წარუმატებლობის რისკი და სხვა ადამიანების შემოსავლებზე პასუხისმგებლობა.

ახალი ბიზნესის დაწყებისას გაითვალისწინეთ შემდეგი საკითხები:

- ♦ რამდენი ზედნადები ხარჯი (კომუნალური მომსახურების ხარჯი, გადასახადები, დაზღვევა) გაქნებათ;
- ♦ რამდენად კონკურენტუნარიანი იქნებით;
- ♦ როგორ დაიქირავებთ კარგ მუშაკებს;
- ♦ შეძლებთ მუშაკების მართვას;
- ♦ ბიზნესის მართვის რა ცოდნა და უნარ-ჩვევები გაქვთ;
- ♦ შეგიძლიათ დაფინანსების მოპოვება;
- ♦ რომელი სახელმწიფო დადგენილებები უნდა დაიცვათ;
- ♦ რა მიზნები გაქვთ;
- ♦ როგორ გაუკეთებთ რეკლამას თქვენს ბიზნესს;
- ♦ სად შეძლებთ ბიზნეს-კონსულტაციების მიღებას;
- ♦ რომელი სახელმწიფო უწყებები შეიძლება დაგეხმაროთ.

ბიზნესში წარმატების მისაღწევად მხოლოდ კარგი იდეა და კარგი მომსახურების შეთავაზება არ არის საკმარისი. საჭიროა დეტალების მიმართ მუდმივი ყურადღება და საფუძვლიანი დაგეგმვა. ყოველთვის არსებობს წარუმატებლობის რისკი. ზოგჯერ წარუმატებლობა ჩვენგან დამოუკიდებელი გარემოებებითაა გამოწვეული. როგორც წესი, წარმატებული ბიზნესისაგან მიღებული სარგებელი გაცილებით მეტია, ვიდრე ვაღდებულებები.

ბიზნესი

ყველა ბიზნესს ზუსტი, მკაფიოდ განსაზღვრული მიზნები უნდა ჰქონდეს. მიზნები იძლევა მიმართულებას და

გეხმარებათ თქვენ ბიზნესთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებების მიღებაში. გაითვალისწინეთ შემდეგი საკითხები:

- ♦ თქვენი საქმიანობა ჩვეულებრივია თუ განსაკუთრებული?
- ♦ როგორ მოიპოვებთ თქვენი მუშაკების მხარდაჭერასა და პატივისცემას?
- ♦ კომპანიის როგორი იმიჯი გინდათ წარუდგინოთ სხვებს?
- ♦ ვინ იქნება თქვენი კლიენტი?
- ♦ რა ფასები უნდა დააწესოთ?
- ♦ როგორ უნდა დააჯილდოვოთ მოწინავე თანამშრომლები?
- ♦ როგორ უნდა დაიცვათ თანამშრომლები უბედური შემთხვევისაგან სამუშაო ადგილზე?
- ♦ რა ღონისძიებები დაგეხმარებათ თქვენი მიზნის მიღწევაში?
- ♦ როგორ შეძლებთ თქვენი კომპანიის ეფექტურად ორგანიზებას?
- ♦ გაქვთ თუ არა საკმარისი ძალა და მტკიცე გადაწყვეტილება გქონდეთ და მართოთ საკუთარი ბიზნესი?
- ♦ როგორი იქნება თქვენი საქმიანობის გრძელვადიანი შედეგები თქვენთვის და თქვენი ოჯახისთვის?
- ♦ მზად ხართ თუ არა წარუმატებლობის რისკისათვის?

მეწარმის თვისებები

ახალი ბიზნესის წამომწყებ ადამიანი, წარმატებული მეწარმე რომ გახდეს, უნდა ახასიათებდეს გარკვეული თვისებები, კერძოდ, ის უნდა იყოს:

1. **ჯანმრთელი.** მეწარმეს არანორმირებული სამუშაო დღე და ღიდი ფიზიკური დატვირთვა აქვს;
2. **მცოდნე.** მოგების მისაღებად აუცილებელია კონკრეტული საქმიანობის ყველა ასპექტის ცოდნა. ამას-

თან ერთად საჭიროა საქმიანობის ამ სფეროსთან დაკავშირებული ყველა წარმოების, ბაზრისა და პროდუქციის ცოდნა;

3. **დაგეგმვის ჩინებული უნარის მქონე.** წარმატებულ ბიზნესში დაუშვებელია რაიმეს ალაღბედზე გაკეთება. მეწარმეს უნდა შეეძლოს პრობლემის წინასწარ განჭვრეტა და მისი გადაწყვეტის დაგეგმვა;
4. **მზადყოფნა გაწიოს რისკი წარმატების ზუსტად გაანგარიშებული შანსით.** ისეთი გეგმის მომზადების შემდეგ, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება ყველა სავარაუდო მოვლენა, მეწარმე მზად უნდა იყოს, რომ საფრთხე შეუქმნას თავის ფულსა და მომავალს ამ გეგმის განსახორციელებლად;
5. **ნოვატორი.** კლიენტების ნდობის მოსაპოვებლად მეწარმემ უნდა იპოვოს თავისი პროდუქციისა და მომსახურების გაუმჯობესების გზები;
6. **პასუხისმგებელი** თავისი გადაწყვეტილების დადებით ან უარყოფით შედეგებზე. ეს მოიცავს დავალიანების გადახდას, დაპირების შესრულებას და საკუთარი მუშაკების შეცდომებზე პასუხისმგებლობის გაზიარებას;
7. **მიზანწარფული.** მეწარმემ უნდა დასახოს მიზნები და თავგამოდებით იმუშაოს მათ მისაღწევად.

ბიზნესგეგმის მომზადება

როდესაც დარწმუნდებით, რომ გაქვთ საკუთარი ბიზნესის წამოსაწყებად საჭირო ყველა თვისება, უნდა შეიმუშაოთ ბიზნესგეგმა. ბიზნესგეგმა მინიმუმ სამ მიზანს ემსახურება:

- ♦ ბიზნესგეგმა ბიზნესის კონცეფციის შემუშავების საშუალებაა. საგულდაგულოდ შედგენილი ბიზნესგეგმა საშუალებას მოგცემთ შეისწავლოთ მომავალი ბიზნესის ყველა ასპექტი;

- ♦ ის გაძლევთ ბიზნესის დასაწყებად საჭირო თანხების მობილიზაციის საშუალებას;
- ♦ ბიზნესგეგმის საშუალებით შესაძლებელია ბიზნესის მიმდინარეობის შეფასება და მის გასაუმჯობესებლად აუცილებელი ცვლილებების შეტანა;

ტრენინგის წინამდებარე სახელმძღვანელოში არ არის განხილული სრული ბიზნესგეგმის მომზადება, თუმცა არსებობს მრავალი წიგნი და ინტერნეტ-რესურსი, სადაც ეს საკითხი დეტალურად არის აღწერილი.

ბიზნესგეგმის სქემა

ბიზნესგეგმა შედგება შემდეგი ძირითადი კომპონენტებისაგან:

1. სარჩევი;
2. მოკლე მიმოხილვა – მთელი დოკუმენტის მოკლე აღწერა (იწერება ბოლოს);
3. კომპანიის აღწერა – კომპანიის საქმიანობისა და ხასიათის მოკლე აღწერა;
4. პროდუქცია და მომსახურება – კომპანიის მომსახურების აღწერა;
5. მიზნები და ამოცანები – კომპანიის მიზნების აღწერა სამუშაოთა მოცულობის, მოგების და სხვა ასპექტების თვალსაზრისით;
6. მარკეტინგის გეგმა – ახალი კომპანიის კლიენტურის განსაზღვრა და მისი მომსახურების მარკეტინგის აღწერა;
7. კონკურენტული უპირატესობანი – კონკურენციისა და შესაბამის ბაზარზე ახალი კომპანიის უპირატესობათა აღწერა;
8. სამოქმედო გეგმა – ბიზნესის წარმოების აღწერა;
9. საორგანიზაციო სტრუქტურა და მენეჯმენტი – ორგანიზაციის სქემა, სადაც ასახული იქნება კომპანიაში არსებული ყველა თანამდებობა;
10. ფინანსური რესურსები – მოსალოდნელი შემოსავალი და ხარჯები;
11. ფინანსური გეგმა – კომპანიის მოსალოდნელი შემოსავალ-გასავლის პროგნოზი;
12. მოსალოდნელი პრობლემები – მოსალოდნელი პრობლემებისა და მათი გადაწყვეტის გზების აღწერა;
13. დასკვნითი ნაწილი – მომავალი კომპანიის კონკურენტული უპირატესობების, ხარჯებისა და მოგების აღწერა;
14. დანართები – კონკურენტუნარიანობის ანალიზი; ძირითადი პერსონალის პირადი მონაცემები.

საქართველოს კანონმდებლობა

საქართველოს ეკონომიკა სწრაფად და პოზიტიურად იცვლება. 4.5 მილიონი მოსახლეობის მქონე საქართველოს ბაზარი მცირეა, მაგრამ ეს ქვეყანა მდებარეობს ევროპისა და ცენტრალური აზიის გადაკვეთაზე, რაც მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს ქვეყნისათვის.

მსოფლიო ბანკის შეფასებით 2003 წლის „ვარდების რევოლუციის“ შემდეგ საქართველოს ეკონომიკის რეფორმირება მსოფლიოში ყველაზე სწრაფი ტემპებით მიმდინარეობს და საქართველო ლიდერობს კორუფციასთან ბრძოლაში. საქართველო შეიძლება გახდეს ბაზისი კავკასიაში, ცენტრალურ აზიასა და რუსეთში ვაჭრობისა და ინვესტირებისათვის. მსოფლიო ბანკის შეფასებით ბიზნესის წარმოებისათვის ხელსაყრელი პირობების შექმნის თვალსაზრისით 2010 წლის მონაცემებით საქართველო მე-11 ადგილზეა.

მრავალ ადამიანს სურს საქართველოს მზარდი ეკონომიკის შესაძლებლობათა გამოყენება და საკუთარი ბიზნესის წამოწყება. თუ თქვენ ფიქრობთ, რომ წარმატებული ბიზნესის დასაწყებად ყველა თვისება და უნარჩვევა გაქვთ, უნდა გაითვალისწინოთ, რომ შესაძლოა საჭირო იყოს სპეციალური ლიცენზია ან ნებართვა. საქართველოს კანონი ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ განსაზღვრავს ლიცენზიებისა და ნებართვების სახეებს და მათი გაცემის წესს. კანონის თანახმად ლიცენზია გაიცემა როგორც გარკვეული სამეწარმეო საქმიანობის, ისე ბუნებრივი რესურსებით სარგებლობის შესახებ. კანონი ასევე ადგენს იმ საქმიანობათა ნუსხას, რომელთაც სჭირდება ნებართვა. აღსანიშნავია, რომ კანონში ჩამოთვლილი საქმიანობები უშუალოდ არ უკავშირდება იმ სამშენებლო პროფესიებს, რომლებსაც ჩვენს სასწავლებელში ეუფლებით. მაგალითად, ნებართვა სჭირდება მშენებლობის დაწყებას და განხორციელებას ზოგადად და არა კონკრეტულად კალატოზის, მეფილის, სანტექნიკოსის თუ სხვა ხელოსნის საქმიანობას. მიუხედავად ამისა, შესაძლებელია შეიქმნას სიტუაცია, როდესაც საჭირო გახდება ლიცენზიისა თუ ნებართვის მიღება. მაგალითად, თქვენ შეიძლება გადაწყვიტოთ გარკვეული სამშენებლო მასალების არა შეძენა, არამედ თავად მოპოვება და წარმოება. ამ შემთხვევაში შესაძლოა დაგჭირდეთ ბუნებრივი რე-

სურსებით სარგებლობის შესახებ ლიცენზიის აღება.

ბიზნესის რეგისტრაცია

საქართველოს კანონმდებლობის თანახმად საჭიროა ნებისმიერი ბიზნესის რეგისტრაცია. საქართველოს კანონი მეწარმეთა შესახებ განსაზღვრავს მეწარმე სუბიექტის სახეობას და მისი რეგისტრაციის წესს. ამ კანონის შესაბამისად არსებობს შემდეგი მეწარმე სუბიექტები:

- ინდივიდუალური მეწარმე;
- სოლიდარული პასუხისმგებლობის საზოგადოება (სპს);
- კომანდიტური საზოგადოება (კს);
- შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება (შპს);
- სააქციო საზოგადოება (სს, კორპორაცია);
- კოოპერატივი.

ამ სუბიექტებიდან მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის უფრო პოპულარული სუბიექტებია: ინდივიდუალური მეწარმე და შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება (შპს). აქედან ინდივიდუალური მეწარმე არ არის იურიდიული პირი, ხოლო შპს იურიდიული პირის სტატუსის მქონე საწარმოა (კომპანია).

მეწარმე სუბიექტის რეგისტრაციას ახორციელებს საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს მმართველობის სფეროში მოქმედი საჯარო სამართლის იურიდიული პირი – საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტო (მარეგისტრირებელი ორგანო).

ინდივიდუალური მეწარმე

ინდივიდუალური მეწარმე თავისი სამეწარმეო საქმიანობიდან წარმოქმნილი ვალდებულებებისათვის კრედიტორის (პირი ვისი ვალიც აქვს მეწარმეს/საწარმოს) წინაშე პასუხს აგებს მთელი თავისი ქონებით.

ფიზიკური პირი ინდივიდუალურ მეწარმედ რეგისტრაციისათვის მარეგისტრირებელ ორგანოს (საჯარო რეესტრს) წარუდგენს განცხადებას და პირადობის დამადასტურებელ მოწმობას. განცხადებაში უნდა მიეთითოს:

- განმცხადებლის სახელი;
- განმცხადებლის საცხოვრებელი ადგილის მისამართი;
- განმცხადებლის პირადი ნომერი;
- განცხადების შევსების თარიღი;
- განმცხადებლის ხელმოწერა.

შეზღუდული პასუხისმგებლობის საზოგადოება (შპს)

შპს არის საწარმო (კომპანია), რომლის პასუხისმგებლობა კრედიტორების წინაშე შემოიფარგლება მთელი მისი ქონებით (ანუ მხოლოდ კომპანიის ქონებით და არა დამფუძნებელთა პირადი ქონებითაც). შპს-ის დაფუძნება შეუძლია ერთ (ფიზიკურ ან იურიდიულ) ან რამდენიმე პირს (ფიზიკურს ან იურიდიულს).

შპს-ის კაპიტალი დაყოფილია წილებად. წილი არის მომოქცევადი უფლება.

შპს-ის რეგისტრაციისათვის:

1. დაინტერესებული პირი (პირები) (ფიზიკური, თუ იურიდიული) საწარმოს (კომპანიის) რეგისტრაციის შესახებ განცხადებას წარუდგენს მარეგისტრირებელ ორგანოს (საჯარო რეესტრს);
2. განცხადებას უნდა დაერთოს საწარმოს ყველა პარტნიორის მიერ ხელმოწერილი და სანოტარო წესით დამოწმებული წესდება (პარტნიორთა შეთანხმება), რომელშიც სავალდებულო წესით უნდა მიეთითოს:
 - საწარმოს სახელწოდება/საფირმო სახელწოდება;
 - საწარმოს სამართლებრივი ფორმა (ამ შემთხვევაში – შპს);

- საწარმოს იურიდიული მისამართი;
- საწარმოს დამფუძნებელი პარტნიორის (პარტნიორების) სახელი და გვარი, საცხოვრებელი ადგილის მისამართი და პირადი ნომერი, ხოლო თუ პარტნიორი იურიდიული პირია – მისი საფირმო სახელწოდება, სამართლებრივი ფორმა, იურიდიული მისამართი, რეგისტრაციის თარიღი, საიდენტიფიკაციო ნომერი და მონაცემები მისი წარმომადგენლის (წარმომადგენლების) შესახებ;
- საწარმოს მმართველობის ორგანო, გადაწყვეტილების მიღების წესი და მონაცემები პარტნიორთა წილობრივი მონაწილეობის შესახებ;
- ინფორმაცია ყველა იმ შეზღუდვის შესახებ (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), რომელიც შეეხება წარმომადგენლობაზე უფლებამოსილი პირის მიერ წარმომადგენლობითი უფლებამოსილების განხორციელებას.

3. საწარმოს რეგისტრაციისათვის სარეგისტრაციო განცხადებასთან, წესდებასთან და სხვა სარეგისტრაციო დოკუმენტთან ერთად წარდგენილ უნდა იქნეს დოკუმენტი, რომელშიც მიეთითება საწარმოს ხელმძღვანელობასა და წარმომადგენლობაზე უფლებამოსილი პირის (პირების) სახელი და გვარი, საცხოვრებელი ადგილის მისამართი და პირადი ნომერი. თუ საწარმოს წარმომადგენლობაზე უფლებამოსილი რამდენიმე პირი ჰყავს, უნდა მიეთითოს, ისინი ერთად წარმოადგენენ საწარმოს თუ ცალ-ცალკე. დოკუმენტს ხელს აწერენ საწარმოს ხელმძღვანელობასა და წარმომადგენლობაზე უფლებამოსილი პირის (პირების) დანიშვნაზე უფლებამოსილი პირები, რაც დამოწმებულ უნდა იქნეს სანოტარო წესით. ამ დოკუმენტის სანოტარო წესით დამოწმება სავალდებულო არ

არის, თუ დოკუმენტზე ხელმოწერა ხდება მარეგისტრირებელ ორგანოში. ასევე წარმოდგენილ უნდა იქნეს წარმომადგენლობაზე (ხელმძღვანელობაზე) უფლებამოსილი პირის (პირების) ხელმოწერის ნიმუში. ეს ნიმუში უნდა დამოწმდეს ნოტარიულად ან ხელმოწერა უნდა მოხდეს მარეგისტრირებელ ორგანოში.

4. საწარმოს რეგისტრაციისათვის ან საქმიანობისათვის არ არის სავალდებულო საწარმოს ბეჭდის არსებობა. დაუშვებელია ნორმატიული აქტით ან სახელმწიფო ორგანოს მიერ მოთხოვნილ იქნეს საწარმოს ბეჭდით დამოწმებული ნებისმიერი დოკუმენტი;
5. რეგისტრაციის მიზნებისათვის საწარმოს კაპიტალის არსებობის დამადასტურებელი დოკუმენტის წარდგენა არ მოითხოვება.

საწარმოს რეგისტრაციისას საჭიროა მოსაკრებლების გადახდა, ასევე გარკვეულ ხარჯებთანაა დაკავშირებული სანოტარო და სხვა მომსახურება (მაგ. წესდების შედგენა). სანოტარო და სხვა მომსახურების მოცულობიდან გამომდინარე ჯამური ხარჯი იცვლება დაახლოებით 200-დან 600 ლარამდე.

გადასახადები

საქართველოს საგადასახადო კოდექსის თანახმად, საქართველოს ტერიტორიაზე მოქმედებს შემდეგი გადასახადები: საშემოსავლო, მოგების, დამატებული ღირებულების გადასახადი (დღგ), აქციზი, საბაჟო, ქონების გადასახადი.

საშემოსავლო გადასახადის გადამხდელია ფიზიკური პირი (მათ შორის ინდივიდუალური მეწარმე). დასაბეგრი შემოსავალი განისაზღვრება, როგორც სხვაობა კალენდარული წლის განმავლობაში მიღებულ ერთობლივ შემოსავალსა და ამ პერიოდისათვის საგადა-

სახადო კოდექსით გათვალისწინებული გამოქვითვების თანხებს შორის. გადასახადის განაკვეთია **20%**. დეკლარაცია წარედგინება საგადასახადო ორგანოებს საანგარიშო წლის მომდევნო წლის 1 აპრილამდე. ამავე ვადაში ხდება გადასახადის გადახდა (დაზუსტებული).

მეწარმე ფიზიკური პირი იხდის მიმდინარე გადასახდელების თანხებს გასული საგადასახადო წლის წლიური გადასახადის მიხედვით, შემდეგი ოდენობით: არა უგვიანეს 15 მაისისა – 25%, არა უგვიანეს 15 ივლისისა – 25%, არა უგვიანეს 15 სექტემბრისა – 25%, არა უგვიანეს 15 დეკემბრისა – 25%

მოგების გადასახადის გადამხდელია საწარმო (იურიდიული პირი). დასაბეგრი მოგება განისაზღვრება, როგორც სხვაობა ერთობლივ შემოსავალსა და საგადასახადო კოდექსით გათვალისწინებული გამოქვითვების თანხის შორის. დასაბეგრი მოგება იბეგრება **15%-ით**. დეკლარაცია წარედგინება საგადასახადო ორგანოებს საანგარიშო წლის მომდევნო წლის 1 აპრილამდე და ამავე ვადაში გადახდილ უნდა იქნეს გადასახადი (დაზუსტებული). საწარმო/ორგანიზაცია მიმდინარე გადასახდელებს იხდის მეწარმე ფიზიკური პირის ანალოგიურად.

ქონების გადასახადი არის ადგილობრივი გადასახადი. მისი შემოღება და განაკვეთის დადგენა (ზღვრული განაკვეთების ფარგლებში) ხდება ადგილობრივი თვითმმართველობის წარმომადგენლობითი ორგანოების მიერ. საწარმოსათვის/ორგანიზაციისათვის დასაბეგრ ქონებაზე, გარდა მიწისა, გადასახადის წლიური განაკვეთი განისაზღვრება არა უმეტეს **1%-სა**. საწარმო/ორგანიზაცია ქონების გადასახადის დეკლარაციას აბარებს საგადასახადო ორგანოებს საანგარიშო წლის მომდევნო წლის 1 აპრილამდე და ამავე ვადაში იხდის ქონების (გარდა მიწისა) გადასახადს, ხოლო მიმდინარე გადასახდელს - გასული წლის წლიური გადასახადის ოდენობით არა უგვიანეს 15 ივნისისა.

ფიზიკური პირის ქონების გადასახადის განაკვეთი დიფერენცირებულია გადამხდელის ოჯახის მიერ წლის განმავლობაში მიღებული შემოსავლის მიხედვით. დეკლარაცია წარედგინება არა უგვიანეს 1 მაისისა. მასში მონაცემები დასაბეგრი მიწის შესახებ შეიტანება მიმდინარე საგადასახადო წლის მიხედვით, ხოლო სხვა დასაბეგრი ქონების შესახებ, წინა წლის მიხედვით.

ფიზიკური პირი დასაბეგრ ქონებაზე ქონების გადასახადს იხდის არა უგვიანეს 15 ნოემბრისა. ამავე ვადაში საწარმო/ორგანიზაცია იხდის მიწაზე ქონების გადასახადს.

დღგ-ის გადამხდელად ითვლება პირი, რომელიც რეგისტრირებულია ან ვალდებულია დარეგისტრირდეს დღგ-ის გადამხდელად. პირი, რომელიც არ არის დღგ-ის გადამხდელი, მაგრამ ახორციელებს საქონლის დასაბეგრ იმპორტს ან დროებით შემოტანას საქართველოში, დღგ-ის გადამხდელად ითვლება მხოლოდ ამ იმპორტზე ან დროებით შემოტანაზე.

პირი ვალდებულია დარეგისტრირდეს დღგ-ის გადამხდელად, თუ:

- ეწევა ეკონომიკურ საქმიანობას და ნებისმიერი უწყვეტი 12 კალენდარული თვის განმავლობაში მის მიერ განხორციელებული დღგ-ით დასაბეგრი ოპერაციების საერთო თანხა აღემატება 100000 ლარს. პირმა ამ მომენტის დადგომიდან არა უგვიანეს 2 სამუშაო დღისა საგადასახადო ორგანოში უნდა წარადგინოს განცხადება დღგ-ის გადამხდელად რეგისტრაციისათვის;
- ეკონომიკური საქმიანობის ფარგლებში ახორციელებს აქციზური საქონლის წარმოებას ან/და იმპორტს (გარდა გარკვეული სახის მსუბუქი ავტომობილების იმპორტისა ან/და მიწოდებისა). პირი უნდა დარეგისტრირდეს აქციზური საქონლის მიწოდებამდე;

- ეკონომიკური საქმიანობის ფარგლებში მოსალოდნელი ერთჯერადი ოპერაციის შედეგად ან/და ერთ დღეში დღგ-ით დასაბეგრი ოპერაციის თანხა აღემატება 100000 ლარს. პირი უნდა დარეგისტრირდეს მიწოდების განხორციელებამდე.

დღგ-ით დაბეგვრის ობიექტია: დასაბეგრი ოპერაცია (საქონლის/მომსახურების მიწოდება და სხვა – იხ. საგადასახადო კოდექსის 225-ე მუხლი), დასაბეგრი იმპორტი, დასაბეგრი დროებითი შემოტანა (საქონლის დროებითი შემოტანა საქართველოს ტერიტორიაზე).

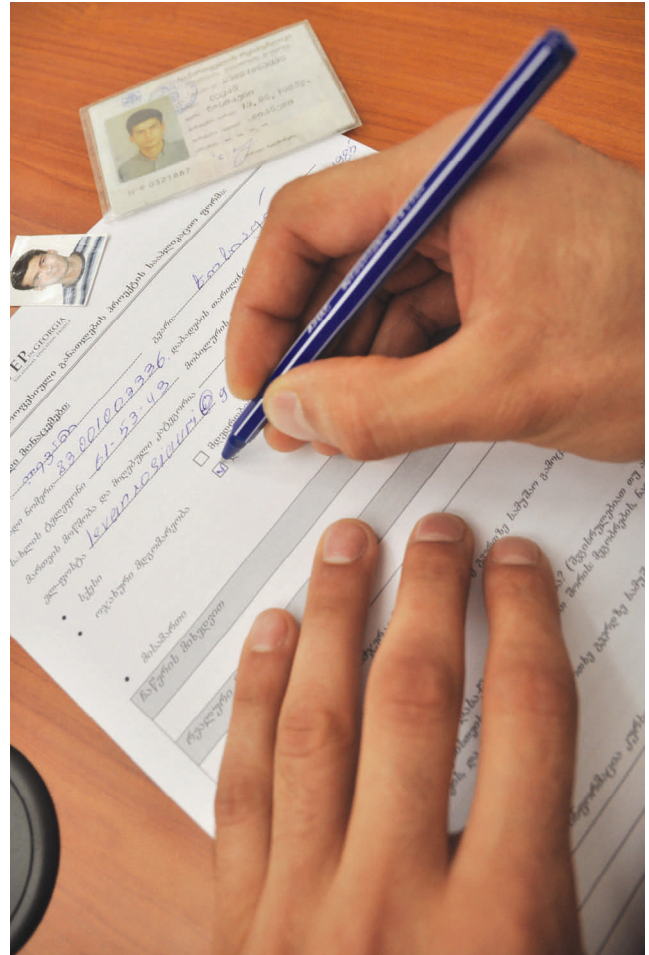
დღგ-ის განაკვეთი შეადგენს დასაბეგრი ბრუნვის ან დასაბეგრი იმპორტის თანხის **18%-ს**. დასაბეგრი ბრუნვა არის საანგარიშო პერიოდში განხორციელებული დასაბეგრი ოპერაციების თანხათა ჯამი.

დღგ-ის გადამხდელი ვალდებულია რეგისტრაციის ადგილის მიხედვით საგადასახადო ორგანოში წარადგინოს დღგ-ის დეკლარაცია ყოველ საანგარიშო პერიოდზე არა უგვიანეს ამ პერიოდის მომდევნო თვის 15 რიცხვისა. ასევე, ყოველ საანგარიშო პერიოდზე დეკლარაციის წარსადგენად დადგენილ ვადაში გადაიხადოს დღგ.

დასაქმების ცენტრები

სწავლების დასრულებისას აუცილებლად უნდა ესტუმროთ პროფესიული სწავლების ცენტრში განლაგებულ დასაქმების ცენტრს. დასაქმების ცენტრის მაღალი კვალიფიკაციის მქონე პერსონალი დაგეხმარებათ დასაქმების მონაცემთა ბაზაში თქვენი რეზიუმეს (CV) შეყვანაში. დამსაქმებლები იყენებენ დასაქმების მონაცემთა ბაზას პოტენციური თანამშრომლების მოძიების მიზნით.

დასაქმების ცენტრის პერსონალს შეუძლია დაგეხმაროთ დასაქმების მონაცემთა ბაზაში შესვლაში, რათა იხილოთ ის ინფორმაცია, რომელიც



თქვენ გსურთ, რომ ხელმისაწვდომი იყოს დამსაქმებლებისათვის.

დასაქმების ცენტრის პერსონალი დაგეხმარებათ განაცხადის ფორმის შევსებაში, რომლის მიხედვითაც თქვენს შესახებ საჭირო ინფორმაცია შეყვანილი იქნება მონაცემთა ბაზაში.



განაცხადის ფორმაში მოცემულია ინფორმაცია თქვენი სამუშაო გამოცდილებისა და განათლების შესახებ და ასევე უახლესი საკონტაქტო ინფორმაცია. სურათის დართვა რეკომენდებულია.

ლია, მაგრამ არ არის სავალდებულო. ზემოხსენებულ ინფორმაციას დასაქმების ცენტრის პერსონალი ჩატვირთავს მონაცემთა ბაზაში.

თქვენ შეგიძლიათ შეხვიდეთ მონაცემთა ბაზაში არსებული ვაკანსიების ან თქვენს შესახებ მონაცემთა ბაზაში ჩატვირთული ინფორმაციის სანახავად.

დასაქმების ცენტრის თანამშრომლები დაგეხმარებიან: რეზიუმეს დაწერასა და დამსაქმებელთან გასაუბრებისათვის მომზადებაში. ხშირად ესტუმ-



რეთ დასაქმების ცენტრებს არსებული გაკანსიების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად.



განვლილი მასალის განმეორება
პასუხები დაწერეთ ცალკე ფურცელზე.
სახელმძღვანელოში არ ჩაწეროთ
გაეცით მოკლე პასუხები:

1. ვინ არის პასუხიმგებელი, რომ მუშაკი სამუშაოს შესასრულებლად გამოცხადდეს მომზადებული?
2. რა სიკეთე მოაქვს კარგ სამუშაო უნარ-ჩვევებს?
3. რა პირადი თვისებები სჭირდება თანამშრომელს მშენებლობაზე?
4. რატომაა გუნდური მუშაობა მნიშვნელოვანი?
5. ჩამოთვალეთ ჯგუფის ეფექტიანი წევრის ოთხი თვისება.
6. ვარაუდის, იდეის და/ან გადაწყვეტილების შეთავაზებისას რა არის ის ხუთი რამ, რაც ყოველთვის უნდა გახსოვდეთ?
7. რატომ სურს დამქირავებელს ისეთი თანამშრომლის აყვანა, რომელსაც შეუძლია პრობლემის გადაჭრა?
8. განმარტეთ ეთიკა.
9. რატომაა კომპანიისათვის მნიშვნელოვანი შესაბამისი ბიზნესის ეთიკა?
10. სად შეგიძლიათ დასაქმების შესახებ დამატებითი ინფორმაციის მიღება?



პირადი მონაცემები:

ID - 133
დაბადების თარიღი: 7/1/1969
მართვის მოწმობა: დიას სქესი: მამრობითი ოჯახური მდგომარეობა: დასაოჯახებელი რეგისტრაციის მისამართი: გარდაბანი ფაქტობრივი მისამართი: გარდაბანი მოქალაქეობა (ქვეყანა): საქართველო სად სურს სამსახური (ქალაქი/რეგიონი): ყველგან ინფორმაციის გადამოწმების ბოლო თარიღი: 2/10/2011

საშუალო განათლება:

მიღებული აქვს თუ არა საშუალო განათლება
დიას

უმაღლესი განათლება:

ჩანაწერი არ არის

პროფესიული განათლება:

სასწავლებლი	სწავლის პერიოდი	სპეციალობა	კვალიფიკაცია
თბილისის პროფესიული სწავლების ცენტრი "სპექტრი"	2010/10 - 2011/2	მძიმე ტექნიკის ოპერატორი	სპეციალისტი
თბილისის 138-ე პროფესიული ტექნიკუმი	1986/9 - 1989/8	ავტო შემკეთებელი	III კლასი

სამუშაო გამოცდილება:

ორგანიზაცია	მუშაობის პერიოდი	თანამდებობა	მოვალეობები
სამშენებლო ბლოკის საამქრო	2005/5 - 2008/9	მუშა	ბლოკის მოჭრა ყალიბებში ჩასხმა
ბაქო-სუფსის ტერმინალი	1997/3 - 1998/4	მუშა	მიწების გაყვანა და მონტაჟი
თბილისის მეორე სამმართველო	1990/2 - 1991/11	მძღოლი	სამშენებლო მასალების გადატანა გადაზიდვა

უცხო ენები:

უცხო ენა ცოდნის დონე
ქართული მშობლიური
რუსული კარგად

კომპიუტერთან მუშაობის ცოდნა:

ჩანაწერი არ არის

დასაქმების პრიორიტეტული სფერო:

სფერო	სპეციალობა
სამშენებლო მძიმე ტექნიკის ოპერატორი	

ამ სახითაა მოცემული კურსდამთავრებულების შესახებ ინფორმაცია დასაქმების მონაცემთა ბაზაში

სახელმძღვანელოს დანართი

მეტალურგიული პროცესები შედუღებისას

დანართის ამ თავში გაეცნობით შედუღების მეტალურგიულ პროცესებს, თუ რით განსხვავდება ეს პროცესები ფოლადსადნობ ღუმელში მიმდინარე პროცესებისაგან, როგორ ურთიერთქმედებს ერთმანეთთან გამდნარი ლითონები და აირები, როგორ იჟანგება ლითონი შედუღებისას, რა როლი ეკისრება განმჟანგველს, რა იწვევს ფორებს, როგორ მიმდინარეობს ლითონის დანაფარის კრისტალიზაციის პროცესი, როგორ მიიღება შენადუდი შეერთება, როგორ წარმოიქმნება ბზარები და რა სახის ბზარებია ცნობილი.

საშემდუღებლო მეტალურგიული პროცესების თავისებურებები

ზოგადი ცნობები. თვისი ბუნებით რკალური შედუღება დნობით მეტალურგიული პროცესია. მეტალურგიულ პროცესში იგულისხმება თხევადი ლითონის აირებთან და საშემდუღებლო წიღებთან მაღალტემპერატურული, აგრეთვე გამყარებადი ლითონის თხევად და კრისტალიზებად წიღებთან ურთიერთქმედების პროცესები. ეს პროცესები მიმდინარეობს ელექტროდის დნობის, თხევადი ლითონის წვეთების გადასვლისას რკალის შუალედის გავლით და თვით საშემდუღებლო აბაზანაში.

ჩვეულებრივ ფოლადსადნობ ღუმელებში მიმდინარე მეტალურგიული პროცესებისაგან განსხვავებით, საშემდუღებლო პროცესს ზოგიერთი განსხვავებული თავისებურებები აქვს.



- საშემდუღებლო აბაზანის მცირე მოცულობა და მისი გაცივების დიდი სიჩქარე იწვევს იმას, რომ ყველა დაწყებული რეაქცია არ მიდის ბოლომდე. ამის გარდა ჩნდება წინაღობა, რაც ხელს უშლის ნაკერის ლითონის სრულ გასუფთავებას სხვადასხვა ოქსიდისაგან (ჟანგეულებისაგან), არალითონური ჩანართებისა და აირებისაგან, რომლებიც ნაკერის თხევადი ლითონის სწრაფად გაცივების გამო ვერ ასწრებენ ამოტივტივებას (ამოსვლას) საშემდუღებლო აბაზანის ზედაპირზე.

- გამდნარი ლითონის აქტიური ურთიერთქმედება მაღალ ტემპერატურამდე გახურებულ აირად და წიღურ გარემოსთან, ხელს უწყობს ნაკერის ლითონის აირებითა და წიღური ჩანართებით დამატებით გაჯერებას.

- საშემდუღებლო რკალისა და საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის მაღალი ტემპერატურა იწვევს აირების დისოციაციას ანუ მოლეკულების დაშლას ატომებად, მაგალითად, ჟანგბადის, აზოტის, წყალბადის.

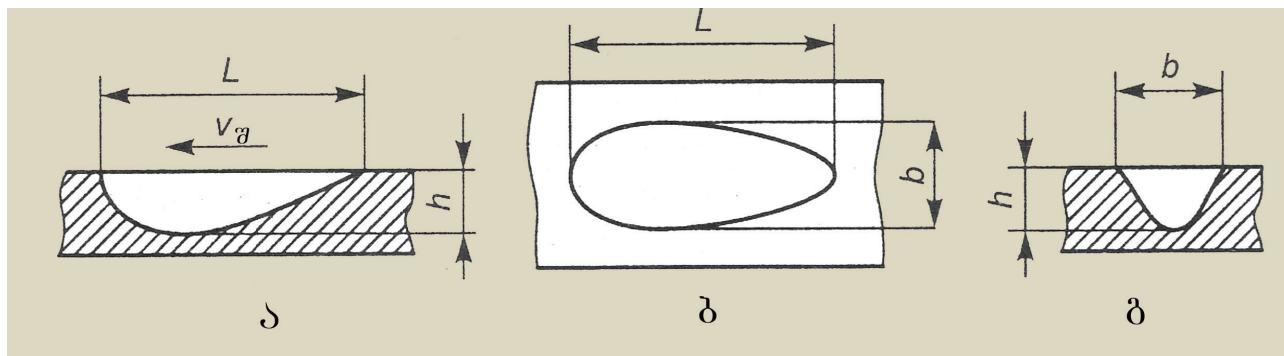
ატომურ მდგომარეობაში, ეს აირები უფრო აქტიურები ხდებიან, ურთიერთქმედებენ ნაკერის ლითონთან და მძაფრად აუარესებენ მის ხასიათს.

მეტალურგიული პროცესების შედეგად შეიძლება მოხდეს ნაკერის ლითონის დანაფარისა და განაფარის, მისი ლეგირება სათანადო ელემენტებით, აგრეთვე ნაკერში აზოტის, წყალბადის და სხვა აირების გახსნა და გამოყოფა.

საშემდუღებლო აბაზანის აღნაგობა და ფორმა. საშემდუღებლო აბაზანა იმ საშემდუღებლო ნაკერის ნაწილია, რომელიც შედუღების მომენტში გამდნარ მდგომარეობაშია, უჭირავს თხევადი ლითონის შედარებით მცირე მოცულობა, რომელიც წარმოიქმნება გასადნობი ძირითადი და მისართი ლითონებისაგან გამოყოფილი სითბოს წყაროს ზემოქმედებით და გამყარებისას იძლევა საშემდუღებლო ნაკერს

საშემდუღებლო აბაზანა ხასიათდება სიგრძით, სიგანით და ძირითადი ლითონის

ნის ჩადულების სიღრმით (ნახაზი ქვემოთ, ა). ის შემოისაზღვრება იზოთერმული ზედაპირით, რომელსაც ძირითადი ლითონის ტემპერატურა აქვს. სიტუაციურ გეგმაში საშემდულებლო აბაზანას აქვს ელიფსოიდური, შედულების მიმართულებით წაგრძელებული მოხაზულობა (ნახაზი ქვემოთ, ბ). განივკვეთში შედულების რეკიმ-სა და პირობებზე დამოკიდებულებით, საშემდულებლო აბაზანას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვადავარი ფორმა, მაგრამ ყველაზე მეტად დამახასიათებელია ჩადულების ფორმა, რომელიც მოხაზულობით უახლოვდება ნახევარწრეწირს (ნახაზი ქვემოთ, გ).



საშემდულებლო აბაზანის ფორმა:
L – სიგრძე; *b* – სიგანე; *h* – სიღრმე.

საშემდულებლო აბაზანის არსებობის დაახლოებითი ვადა $t_{\text{შ}}$ შეიძლება განისაზღვროს დამოკიდებულებიდან

$$t_{\text{შ}} = L/v_{\text{გ}}$$

სადაც L აბაზანის სიგრძეა, მმ;

$v_{\text{გ}}$ – შედულების სიჩქარე, მმ/წმ.

საშემდულებლო აბაზანაში მიმდინარე პროცესები. საშემდულებლო აბაზანაში ხდება ლითონის დაკრისტალება და საშემდულებლო ნაკერის ფორმირება. ლითონი იუანგება, განიუანგება და ხდება მისი ლევირება. ამასთან შეიძლება წარმოიქმნას აირადი ფორმები და წილის ჩანართები.

საშემდულებლო აბაზანაში მიმდინარე პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს ჰაერი, რომელიც ეხება გამდნარ ლითონს და უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს მის თვისებებზე. ამასთან დაკავშირებით აუცილებელია, რომ საშემდულებლო აბაზანის გამდნარი ლითონი დაცული იყოს ჰაერის ზემოქმედებისაგან.

მეტალურგიული რეაქციები შედულებისას. გამდნარი ლითონის აირთან და დამცავ საშუალებებთან ურთიერთქმედებისას მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებს საშემდულებლო მეტალურგიულ რეაქციები ეწოდება.

აირებთან და წილებთან გამდნარი ლითონის ურთიერთქმედების ორ ძირითად ზონას გამოყოფენ – ელექტროდის ტორსს მასზე წარმოქმნილი წვეთებით და საშემდულებლო აბაზანას.

შედულებისას აირად, წილურ და ლითონურ ფაზებში მიმდინარე მეტალურგიული რეაქციები ერთდროულად მიმდინარეობს.

საშემდულებლო მეტალურგიული რეაქციები მიმდინარეობს მაღალი გახურების ტემპერატურისას, გამდნარი ლითონის მცირე მოცულობაში და ხასიათდება პროცესის ხანმოკლეობით.

აბაზანაში ჩანადენი ელექტროდის ლითონის წვეთების საშუალო ტემპერატურა იზრდება დენის სიმკვრივის ზრდასთან ერთად და ფოლადების შედულებისას შეადგენს 2200-2700°C, ე.ი. ხდება ლითონის მნიშვნელოვანი გადახურება (რკინის დნობის ტემპერატურაა 1539°C, დუდილის ტემპერატურა 2860°C).

საშემდულებლო აბაზანის ტემპერატურა ასევე მნიშვნელოვნად (300-700°C-ით) ჭარბობს ლითონის დნობის წერტილს, რაც ხელს უწყობს რეაქციების მაღალ სიჩქარეებს.

7.2. გამდნარი ლითონის აირებთან ურთიერთქმედება

შედულების ზონის ძირითადი რეაქციები. რკალური შედულებისას რკალის ზონის აირადი ფაზა, რომელიც გამდნარ ლითონთანაა კონტაქტში, შედგება შემდეგი ნარევისაგან – N_2 , O_2 , CO_2 , CO და $-H_2O$ -ს ორთქლისაგან, აგრეთვე მისი დოსოციაციის (დაშლის) პროდუქტებისაგან – ლითონისა და წიდის ორთქლისაგან.

აზოტი შედულების ზონაში ძირითადად ჰაერიდან ხვდება.

ჟანგბადისა და წყალბადის წყაროს წარმოადგენს ჰაერი, საშემდულებლო ელექტროდები, ფლუსები, დამცავი აირები და ა.შ., აგრეთვე ოქსიდები, ტენი და ძირითადი და მისართი ლითონის ზედაპირის სხვა ჭეჭყი.

მაღალი ტემპერატურის ზონაში ხდება აირის მოლეკულების დაშლა ატომებად. მოლეკულური ჟანგბადი, აზოტი და წყალბადი გადადის ატომურ მდგომარეობაში: $O_2=2O$, $N_2=2N$, $H_2=2H$. ატომური მდგომარეობის აირების აქტივობა მკვეთრად იზრდება.

თხევად ლითონთან კონტაქტისას ჟანგბადი ლითონში იხსნება, ხოლო ხსნადობის ზღვრის მიღწევისას წარმოიქმნება ოქსიდები. ქიმიური ურთიერთქმედების შედეგად ამ პროცესებთან ერთდროულად იჯანგება ლითონში შემავალი მინარევები და მალეგირებელი ელემენტები. პირველ რიგში იჯანგება უფრო ჟანგბადის მსგავსი ელემენტები, მაგალითად, მანგანუმი: $Mn+O=MnO$.

წყალბადიც იხსნება უმეტეს ლითონებში. ის მავნე მინარევია, ვინაიდან ფორებისა და ბზარების წარმოქმნის მიზეზი ხდება როგორც ნაკერში, ისე თერმული გაფლენის ზონაში.

ნახშირორჟანგი, რომელიც რკალის ზონაში არსებობს, აქტიურად ჟანგავს ლითონს.

წარმოქმნილი ნახშირბადის ოქსიდი – CO ლითონის ნაკერში არ იხსნება. ის გამოიყოფა საშემდულებლო აბაზანის კრისტალიზაციის პროცესში და შეუძლია წარმოქმნას ფორები. ნახშირორ-

ჟანგი შედულების ზონის დასაცავად გამოიყენება განმჟანგველების (Mn , Si) გამოყენებისას, რომლებიც ანეიტრალებენ CO_2 -ის მოქმედებას.

აირად ფაზაში შემავალი წყლის ორთქლი ურთიერთქმედებს თხევად ლითონთან.

შედულებისას გამდნარი ლითონი ჰაერიდან შთანთქავს ჟანგბადს და აზოტს. შედეგად ამ აირებით ლითონის გაჯერების შედეგად მისი მექანიკური თვისებები უარესდება.

ლითონში ჟანგბადის არსებობა აქვეითებს დროებით წინააღმდეგობის ზღვარს და დარტყმით სიბლანტეს.

აზოტი კონსტრუქციული მასალების უმრავლესობაში იხსნება და ბევრ ელემენტთან ერთად წარმოქმნის შენაერთებს, რომლებსაც ნიტრიდები ეწოდება. რკინასთან ის წარმოქმნის F_2N და Fe_3N ნიტრიდებს, რომლებიც ამცირებენ ლითონის სიბლანტეს და ფოლადი მიჰყავთ დაძველებამდე.

ჟანგბადი და აზოტი საშემდულებლო ნაკერის ლითონშიც მავნე მინარევებს წარმოადგენენ. საშემდულებლო მასალებისა და შედულების ტექნოლოგიის დამუშავებისას ამ ელემენტების ლითონის შედგენილობაში შემცირების საკითხს არსებითი ყურადღება ექცევა. აირების მავნე ზემოქმედების წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხებია – თხევადი ლითონის ხარისხობრივი დაცვა და გამჟანგველი ელემენტების გამოყენება საშემდულებლო მასალებში.

საშემდულებლო აბაზანაზე ჰაერის ზემოქმედების თავიდან ასაცილებლად იქმნება აირადი დაცვა. შედეგად ჰაერის აზოტისა და ჟანგბადის თხევად ლითონში გახსნის შესაძლებლობა მცირდება. დაცვის აირები, თვის მხრივ, წარმოიქმნება ელექტროდის დანაფარის კომპონენტების წვის დროს.

საშემდულებლო რკალის სიგრძის გაზრდის შემთხვევაში გამდნარი ლითონის რკალურ შუალედში ყოფნის ხანგრძლივობა იზრდება. ლითონის წვეთის ჟანგბადით და აზოტით გაჯერება გაიზრდება, რადგანაც ეს ხდება წვეთის

არსებობის მთელ გზაზე, ვიდრე ის არ მოხვდება საშემდუღებლო აბაზანაში. ამიტომ მოკლე საშემდუღებლო რკალით შედუღების პროცესი გაცილებით მიზანშეწონილია, ვიდრე გრძელით.

ლითონის დაჟანგვა შედუღებისას. შენადული ნაკერის ლითონი ძირითადად იჟანგება ჟანგბადით, რომელიც არის საშემდუღებლო აბაზანის აირებისა და წილებში. გარდა ამისა, ჟანგვა შეიძლება მიმდინარეობდეს ოქსიდების არსებობის შემთხვევაში (ხენჯი, ჟანგი) დეტალების ნაწიბურებსა და ელექტროდის მავთულის ზედაპირზე. გახურების პროცესის დროს ჟანგში არსებული ტენი ორთქლდება, ხოლო მასში არსებული ჟანგბადი ჟანგავს ლითონს. ხენჯი დნობის დროს გარდაიქმნება რკინის ოქსიდად. ამ დროს გამოიყოფა თავისუფალი ჟანგბადი. საშემდუღებლო აბაზანის ცუდი დაცვის შემთხვევაში დაჟანგვა გამოწვეულია ჰაერის ჟანგბადით.

რკინა ჟანგბადთან წარმოქმნის სამ შენაერთს (ოქსიდს): FeO -ს (შეიცავს 22,27% O_2); Fe_3O_4 -ს (27,64% O_2); Fe_2O_3 -ს (30,06% O_2). ლითონში ამ შენაერთების არსებობა დაბლა სწევს მის სიმტკიცესა და პლასტიკურობას.

საშემდუღებლო რკალის მაღალი ეტემპერატურის დროს ატომური ჟანგბადის ხარჯზე, $Fe+O=Fe$ რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება უდაბლესი ოქსიდი, რომელიც ტემპერატურის დაცემისას შეიძლება გარდაიქმნას უმაღლეს ოქსიდებად Fe_3O_4 და Fe_2O_3 .

ნაკერისათვის უფრო მეტად საშიში ოქსიდი არის FeO , რომელსაც აქვს თხევად ლითონში გახსნის უნარი. ნაკერის გაცივების შემდეგ გამყარების დაბალი ტემპერატურის გამო, FeO 1370°-ზე რჩება მასში აფსკის სახით, რომელიც მარცვლებზეა შემოვლებული (შემოარშივებული), რაც ძლიერ ამცირებს ნაკერის პლასტიკურ თვისებებს. რაც მეტია ჟანგბადი ნაკერში FeO -ს სახით, მით უარესია მისი მექანიკური თვისებები. უმაღლესი ოქსიდები Fe_3O_4 , Fe_2O_3 თხევად ლითონში არ იხსნება და თუ არ ამოტივტივდება

საშემდუღებლო აბაზანის ზედაპირზე, მაშინ რჩება ლითონურ ნაკერში წიდური ჩანართების სახით.

რკინა შეიძლება დაიჟანგოს, აგრეთვე CO და CO_2 აირების ჟანგბადით და H_2O -ს ორთქლით.

რკინის გარდა იჟანგება ფოლადში მყოფი სხვა ელემენტებიც, მაგალითად ნახშირბადი, მანგანუმი, სილიციუმი. ლითონის წვეთის რკალში გავლისას ელემენტების იჟანგება ატომურ ჟანგბადთან შეერთების შედეგად.

საშემდუღებლო აბაზანაში ელემენტები იჟანგება რკინის ჟანგთან - FeO -სთან ურთიერთქმედებით.

დაჟანგვის შედეგად ამ ელემენტების შემცველობა ლითონში მცირდება. ამის გარდა, წარმოქმნილი ოქსიდები შეიძლება დარჩეს ნაკერში აირადი ფორმის და წიდის ჩანართების სახით, რაც საგრძნობლად აუარესებს შენადული შეერთების მექანიკურ თვისებებს.

ლითონის განჟანგვა შედუღების დროს.

ლითონის განჟანგვა ნიშნავს თხევადი ლითონიდან ჟანგბადის მოცილებას. შედუღებასთან დაკავშირებით განჟანგვა ეწოდება გახსნილი რკინის ოქსიდის FeO გადასვლას გაუხსნად შენაერთებში, მათი შემდგომი წიდაში გადასვლით. განჟანგვის რეაქციები ძირითადად გამოისახება იმავე განტოლებებით, რომლებითაც დაჟანგვის რეაქციები, მაგრამ მიმდინარეობს საპირისპირო მიმართულებით.

გამჟანგველი ის ნივთიერებაა, რომელიც გამოიყენება საშემდუღებლო აბაზანის თხევადი ლითონიდან ჟანგბადის მოსაცილებლად. იგი აღადგენს ლითონს მისი ოქსიდებიდან. გამჟანგველებად გამოიყენება მანგანუმი, სილიციუმი, ტიტანი, ალუმინი, ნახშირბადი და სხვა ელემენტები, რომლებიც თვისებებით ჟანგბადთან უფრო ახლოსაა, ვიდრე რკინასთან. გამჟანგველები საშემდუღებლო აბაზანაში შეაქვთ ელექტროდის მავთულით, მისი დანაფარით და ფლუსებით.

წარმოქმნილი ნახშირბადის ოქსიდი გამოიყოფა ატმოსფეროში, რითაც იწვევს საშემდუღებლო აბაზანის ძლიერ

დუღილს ნაკერში ფორების წარმოქმნით. მჭიდრო ნაკერების მიღებისათვის საჭიროა ნახშირბადით განჯანგვის რეაქციის „ჩახშობა“ საშემდუღებლო აბაზანაში შედარებით ენერგიული განმჯანგველის მაგალითად სილიციუმის შეყვანით.

ლითონის ურთიერთქმედება წილასთან და აირთან

წილის დანიშნულება. რკალური შედუღებისას საშემდუღებლო აბაზანაში წარმოიქმნება არალითონური მასალა – საშემდუღებლო წიდა.

წილის ფორმირება ხდება ელექტროდის დანაფარისაგან, აგრეთვე აირებთან ლითონის ურთიერთქმედების შედეგად. ის შედგება არალითონური შენაერთების ნაღობისაგან – ოქსიდებისა და სხვ. გამდნარ მდგომარეობაში ლითონი და წიდა შეურევადი სითხეებია. წიდა ლითონში არ იხსნება (გარდა ზოგიერთი ელემენტისა, რომლებიც მასში შედიან). თხევადი წილის თვისებები ზემოქმედებს ლითონის ნაკერის ხარისხზე.

წილის ქიმიური შედგენილობა განისაზღვრება ელექტროდის დანაფარის კომპონენტებით. წიდა შედგება სილიციუმის (SiO_2) ტიტანის (TiO_2) მანგანუმის (MnO) რკინის (Fe_2O_3) ოქსიდებისაგან და სხვადასხვა მჟავას მარილებისაგან.

საშემდუღებლო წილის ფუნქციებია:

- თხევადი ლითონის დაცვა ჰაერთან უშუალო კონტაქტისაგან;
- ლითონის განჯანგვა, ლეგირება და რაფინირება;
- შედუღების თბური რეჟიმის გაუმჯობესება ლითონის გაცივების სიჩქარის შემცირების გზით;



- შედუღების პროცესის მდგრადობის ხელშეწყობა;
- ნაკერის სწორი ფორმირების უზრუნველყოფა.

ყველაფერი ეს შესაძლებელია მხოლოდ საშემდუღებლო წილების გარკვეული თვისებების შემთხვევაში.

წიდა მყარდება $1100-1400^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს. ტემპერატურის ამ ინტერვალში ხდება წილის გადასვლა თხევადიდან რბილ და შემდეგ მყარ მდგომარეობაში.

წილის ძირითადი დანიშნულებაა გამდნარი ლითონის ჰაერისაგან იზოლაცია. ელექტროდების დანაფარები ასტაბილიზებენ რკალს, ხელს უწყობენ ნაკერის ხარისხოვან ფორმირებას, ახორციელებენ გამდნარი ლითონის მეტალურგიულ დამუშავებას – მის გადნობასა და ლეგირებას.

საშემდუღებლო წილები, რომლებითაც დაფარულია გამდნარი ლითონი, იცავენ მას ჰაერის მავნე ზემოქმედებისაგან, ელექტროდის გამდნარი ლითონის წვეთებს თავიდან აცილებენ ჰაერთან შეხებას, როდესაც ისინი რკალის შუალედში გადიან. ამის გარდა, ლითონთან ქიმიური ურთიერთქმედების შედეგად წიდა განჯანგავს საშემდუღებლო აბაზანის ლითონს, ხსნის მავნე მინარევებს, ლეგირებას უკეთებს ნაკერის ლითონს, აგროვებს სითბოს, რითაც ანელებს ნაკერის ლითონის გაცივებას, რაც ხელს უწყობს მისი ხარისხის გაუმჯობესებას. წილის შემცველი ელემენტებზე დამოკიდებულებით მისი თხევად ლითონზე ზემოქმედება შეიძლება იყოს დამჯანგველი ან განმჯანგველი.

ლითონის ნაკერის აუცილებელი თვისებების მისაღებად, ძალზე მნიშვნელოვანია წილის ფიზიკური და ტექნოლოგიური თვისებები.

საშემდუღებლო წილის დნობის ტემპერატურა უფრო დაბალია, ვიდრე ძირითადი ლითონს (დაახლოებით $200-300^{\circ}C$). ეს აუცილებელია იმისათვის, რომ გამდნარმა წიდამ მთლიანად დაფაროს საშემდუღებლო აბაზანა. ასეთ სიტუაციაში იზრდება წილის დამცავი ქმედება და ნა-

კერის ფორმირება უმჯობესდება. წიდას უნდა ჰქონდეს ნაკლები სიმკვრივე, ვიდრე ძირითად ლითონს; ქიმიური პროცესების დასაჩქარებლად კარგი თხევადდენადობა; უნარი, დაიცვას გამდნარი ლითონი ჰაერისაგან და ამასთანავე ადვილად გაატაროს აირები, რომლებიც გამოიყოფა ლითონის აბაზანიდან; სხვადასხვა შენაერთის კარგი ხსნადუნარიანობა; მავნე ნივთიერებებს მინიმალური რაოდენობით უნდა შეიცავდეს და ადვილად უნდა სცილდებოდეს საშემდუღებლო ნაკერის ლითონს.

წილის ჩანართები. შედუღების პროცესში საშემდუღებლო აბაზანის ლითონი, რომელიც გახურებულია ისეთ ტემპერატურამდე, რომელიც მისი დნობის ტემპერატურას აღემატება, ურთიერთმოქმედებს წიდებთან. ამ ურთიერთქმედებას შეუძლია გააუმჯობესოს ლითონის ნაკერის ხარისხი, მაგრამ გააუარესოს მისი ქიმიური შედგენილობა.

ლითონის ნაკერში არსებული წილის ჩანართები, ელექტროდის დანაფარში კვარცის (SiO_2) და კორუნდის (Al_2O_3) არსებობის შედეგია. ეს ჩანართები ოქსიდებთან (MnO , FeO) წარმოქმნიან ადვილად დნობად ჩანართებს.

არაალითონურ ჩანართებს მიეკუთვნება აგრეთვე ლითონთან აზოტის ქიმიური შენაერთები. ფოლადების რკალური შედუღებისას ნაკერის ლითონის თვისებებზე უფრო მეტ გავლენას ახდენენ რკინასთან აზოტის ქიმიური შენაერთები. მათ მაღალი სისაღე აქვთ და მკვეთრად ამცირებენ ლითონის პლასტიკურ თვისებებს.

წილის ჩანართები ლითონს არაერთგვაროვანს ხდის, აუარესებს მის თვისებებს. ქიმიური შედგენილობით წილის ჩანართები განსხვავდება დადუღებული ლითონისაგან, რაც კოროზიის წარმოქმნას იწვევს.

წიღური ჩანართების შემცველობის შესამცირებლად საშემდუღებლო ნაკერის ლითონში შედუღების ადგილებში ასუფთავებენ ზედაპირს, შესადუღებელი ზედაპირებიდან აშორებენ ჟანგს, ხენჯს

და ჭუჭყს. მრავალფენოვანი შედუღების შემთხვევაში ხდება თითოეული შრის შენადული ნაკერის გასუფთავება. ელექტროდის დანაფარში შეჰყავთ ელემენტები, რომლებიც ამცირებენ ოქსიდების, აგრეთვე არასასურველი ჩანართების დნობის ტემპერატურას, წარმოქმნიან შენაერთებს, რომლებიც ადვილად ამოტივტივდებიან ლითონიდან და მოშორდებიან მას წილის ქერქთან ერთად.

ნაკერის ლითონის რაფინირება. საშემდუღებლო მასალები, დამჟანგველის გარდა, შეიძლება შეიცავდნენ მავნე ნივთიერებებსაც – გოგირდსა და ფოსფორს, რომლებიც ნაკერის ლითონის ცხელი ბზარების, და სიმყიფის ზრდის წარმოქმნის მიზეზია. ლითონის მავნე ნივთიერებებისგან გასუფთავებას რაფინირება ეწოდება.

გოგირდი საშემდუღებლო აბაზანაში ხვდება ძირითადი ლითონიდან, საშემდუღებლო მავთულიდან და ხანდახან ელექტროდის დანაფარიდან ან ფლუსიდან. გოგირდი უერთდება რკინას და რკინის FeS სულფიდს წარმოქმნის.

შესადუღებელი ლითონის გოგირდისაგან გასასუფთავებლად საშემდუღებლო აბაზანაში შეჰყავთ ელემენტები, რომლებსაც მეტი ნათესაობა აქვთ გოგირდთან, ვიდრე რკინას. წარმოქმნილი სულფიდი ცუდად უნდა იხსნებოდეს ლითონში და კარგად – წიდაში. ასეთ ელემენტი არის მანგანუმი, რომელიც მეტად ქცავს გოგირდს. მანგანუმის სულფიდი არ იხსნება ლითონში, აქვს მცირე სიმკვრივე და იოლად ამოტივტივდება საშემდუღებლო აბაზანის წიდაში.

ფოსფორიც მავნე მინარევს მიეკუთვნება ფოლადში. ნაჭერში მისი მოხვედრის გზები იგივეა, რაც გოგირდის. ფოსფორი ლითონში რკინის ფოსფიდის სახით არსებობს, რომელთა დნობის ტემპერატურა ($1170^{\circ}C$) გაცილებით დაბალია, ვიდრე რკინისა.

ფოსფორი ლითონის ნაკერში გროვდება მარცვლების საზღვრებზე შუა შრის სახით, რაც ლითონის პლასტიკურობას ამცირებს. განსაკუთრებით მძლავრად

მცირდება ლითონის პლასტიკურობა დაბალი ტემპერატურის პირობებში, რაც ლითონის ცივად მსხვრევადობას იწვევს.

შემდეგ ფოსფორი ურთიერთქმედებს კალციუმთან და შეიბოჭება მტკიცე შენაერთებად, რომლებიც წიდაში გადადიან.

ფორების წარმოქმნა

ფორების წარმოქმნის მიზეზი შენადული ნაკერის ლითონში და მის ზედაპირზე აირებია რომლებიც გამოიყოფიან დადუღებული თხევადი ლითონიდან მისი გაცივებისა და გამყარების დროს. ეს პროცესი განპირობებულია ტენისა და ოქსიდების არსებობით მისართ მასალებში, აგრეთვე ტენის, ხენჯის და ჟანგის გამო შესადუღებელი მასალების ნაწიბურებზე.

ჟანგი რკინის წიღოვანი ოქსიდია, რომლის შედგენილობა დაახლოებით შეესაბამება ფორმულას $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$

ხენჯი რკინის ჟანგის პროდუქტია, რომელიც მეტწილად მის ზედაპირზე გახურების დროს წარმოიქმნება. ქიმიური შედგენილობით ხენჯი უახლოვდება რკინის ოქსიდს Fe_3O_4 .

ძირითად ლითონში გახსნილი წყალბადი აგრეთვე ქმნის აირების გამოყოფის პირობებს და შედეგად იწვევს ფორების წარმოქმნას.

აირების წარმოქმნაში შედუღებისას მთავარ როლს ასრულებს წყალბადი. ის იხსნება საშემდუღებლო აბაზანის ლითონში და გამოიყოფა ლითონის კრისტალიზაციის დროს. ამიტომ ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ ელექტროდის შემონაგოში და საშემდუღებლო ფლუსი იყოს მშრალი (გამომწვარი), შედუღებამდე შესადუღებელი ზედაპირები გაიწმინდოს ჟანგისაგან, ზეთისა და სხვა ჭუჭყისაგან. ნაკერის ლითონში აირები ზრდიან მის სიმკვრივეს და სისაღეს და ამცირებენ პლასტიკურობას.

ფორების არსებობა შენადულ ნაკერში დამოკიდებულია შედუღების რეჟიმზე. რაც მეტია ლითონის გაცივების სიჩქარე, მით მეტია ხელსაყრელი პირობები ფორების წარმოქმნისათვის, ვინაიდან

აირები ვერ ასწრებენ გამდნარი ლითონიდან გამოყოფას.

იმ რეჟიმით შედუღებისას, რომელიც უზრუნველყოფს საშემდუღებლო რკალის დიდ თბურ სიმძლავრეს, დაბალი სიჩქარეებისას ფორები არ წარმოიქმნება.

მცირე და დიდი სისქის შესაერთებელი ელემენტების შედუღება ერთნაირ რეჟიმებზე იწვევს ფორების წარმოქმნას დიდი სისქის ელემენტების შენადული ლითონის ნაკერში.

საშემდუღებლო აბაზანა, რომელშიც წარმოიქმნება და ზედაპირზე ამოდის აირის ბუშტები, ემსგავსება დუდილის პროცესს. საშემდუღებლო აბაზანის დუდილი ფოლადის შედუღებისას ჩვეულებრივად გამოწვეულია ლითონში უხსნადი ნახშირბადის ოქსიდის წარმოქმნით.

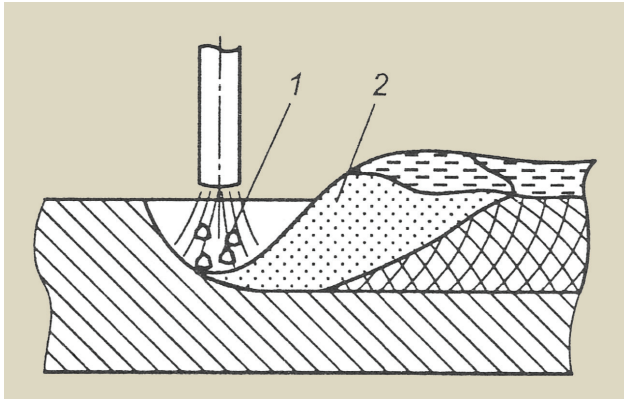
ლითონის ნაკერის

კრისტალიზაცია

საშემდუღებლო აბაზანის კრისტალიზაცია. საშემდუღებლო აბაზანის ლითონი კრისტალიზაციის დროს ერთდროულად იმყოფება საშემდუღებლო რკალის სითბოსა და დეტალის ცივი გაუდნობელი ლითონის გავლნის ქვეშ. რკალს შეაქვს სითბო, გარშემორტყმულ ლითონს კი გააქვს.

ლითონის თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლისას წარმოიქმნება კრისტალები. ასეთ პროცესს კრისტალიზაცია ეწოდება. შენადული ნაკერის კრისტალიზაცია მიმდინარეობს უწყვეტად საშემდუღებლო პროცესის დროს – ძირითადი და მისართი ლითონების დნობისას.

საშემდუღებლო ნაკერს ჩამოსხმული ლითონის სტრუქტურა აქვს. შედუღების პროცესში აბაზანას უწყვეტად მიეწოდება ძირითადი ლითონის ნაწიბურები და ელექტროდის მავთულის ნადნობი (ნახაზი ქვემოთ). საშემდუღებლო აბაზანა პირობითად შეიძლება გაიყოს ორ ნაწილად: წინა (სათავო) 1 და უკანა (ბოლო) 2. წინა ნაწილში ხდება დნობა, ხოლო კუდის ნაწილში – კრისტალიზაცია და შენადული ნაკერის ფორმირება. კრისტალიზაციის პროცესის მიხედვით განასხვავებენ პირველად და მეორად პროცესს.



საშემდუღებლო აბაზანის აგებულება

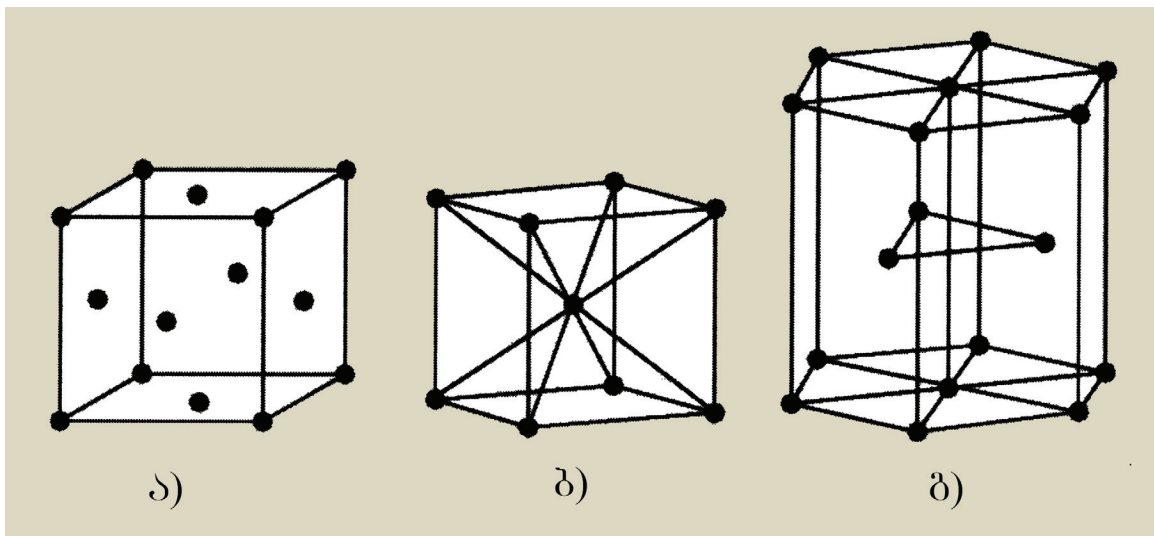
პირველადი კრისტალიზაცია ეწოდება ლითონის თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება კრისტალები.

თავიდან თხევად ლითონში წარმოქმნილი თითოეული კრისტალი თავისუფლად იზრდება და სწორი გეომეტრიული ფორმა აქვს. ერთდროულად სხვა კრისტალების ზრდაც მიმდინარეობს. ზრდის შედეგად ისინი ერთმანეთს ეხებიან, რის შედეგადაც მათი სწორი ფორმა ირღვევა და იღებენ მომრგვალებულ, მარცვლის მსგავს ფორმას. ასეთ კრისტა-

ლებს, როგორც საერთოდაა მიღებული, მარცვლებს უწოდებენ.

იმისდა მიხედვით, თუ როგორ მიმდინარეობდა კრისტალიზაციის პროცესი, მარცვლები შეიძლება იყოს მსხვილი, რომლებიც შეუიარაღებელი თვალითაც კი ჩანს და წვრილი, რომელთა დანახვაც მიკროსკოპის საშუალებით შეიძლება.

ლითონის ან შენადნობის კრისტალურ აღნაგობას სტრუქტურა ეწოდება. ლითონის აღნაგობას, რომლის დანახვაც შეუიარაღებელი თვალით ან გამაღივებელი შუშით შეიძლება, მაკროსტრუქტურა ეწოდება, ხოლო ლითონების და შენადნობების აღნაგობას, რომელიც მხოლოდ მიკროსკოპით ჩანს, ეწოდება მიკროსტრუქტურა.

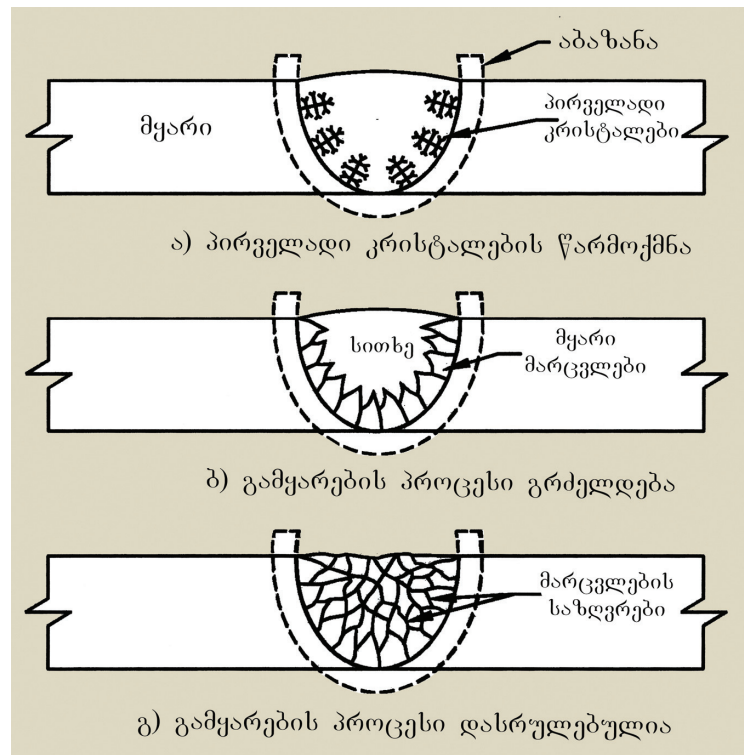


ლითონების კრისტალურ სტრუქტურაში ყველაზე ფართოდ გავრცელებული კრისტალური ფორმები

ა) წახნაგ ცენტრირებული ბ) კუბურ ცენტრირებული, გ) ჰექსაგონალური

შენადნული ნაკერების კრისტალიზაცია სხმულების კრისტალიზაციისაგან მაღალი სიჩქარეებით განსხვავდება, ვინაიდან საშემდუღებლო აბაზანის ინტენსიური გახურების შემდეგ მიმდინარეობს სითბოს სწრაფი გაცემა შენადნულ ნაკეთობაში.

კრისტალიზაციის პროცესი მიმდინარეობს ცალკეულ თხელ ფენებში. პირველი საკრისტალიზაციო ფენის წარმოქმნის შემდეგ შეიმჩნევა ლითონის გაცივების გარკვეული შეკავება მისი კრისტალიზაციის ფარული სითბოს გამოყოფის გამო. შემდგომში იწყებს დაკრისტალებას მეორე ფენა და ა.შ. საშემდუღებლო აბაზანის სრულ გამყარებამდე. საკრისტალიზაციო ფენების სისქე მერყეობს მილიმეტრის მეათედი ნაწილიდან რამდენიმე მილიმეტრამდე და დამოკიდებულია საშემდუღებლო აბაზანის მოცულობასა და თბოგაცემის პირობებზე. თითოეული ფენის შემდეგ ბოძისებრი კრისტალები წარმოადგენენ წინა ფენის კრისტალების გაგრძელებას. ამრიგად, წარმოქმნილი კრისტალები თითქოსდა გადაიზრდებიან ფენიდან ფენაში.



თხევადი ლითონის პირველადი კრისტალიზაციისათვის აუცილებელია კრისტალიზაციის ცენტრების (ჩანასახების) წარმოქმნა და მათი უწყვეტი ზრდა. კრისტალიზაციის დასაწყისში მის ცენტრებს წარმოადგენენ ძირითადი ლითონის ჩამომდნარი მარცვლები, რომლებიც საშემდუბლო აბაზანის ძირზე იმყოფებიან. კრისტალიზაციის პროცესში, ცენტრების გარდა, ზრდადი კრისტალების სახით შეიძლება წარმოიქმნას კრისტალიზაციის ახალი ცენტრებიც – როგორც თვითნებურად წარმოქმნილი ხსნარიდან, ისე ცალკეული ძნელად დნობადი ნაწილაკების, მარცვლების ნამსხვრევების სახით და ა.შ. მრავალშრიანი შედუღებისას კრისტალიზაციის ცენტრები არის წინა ფენის კრისტალების ზედაპირები. კრისტალების ზრდა ხდება გარშემორტყმული ნაღობიდან მათ ზედაპირზე ცალკეული ნაწილაკების (ატომების) მიერთების შედეგად. შედნობის საზღვარზე ცალკეული მარცვლებიდან მზარდი თითოეული კრისტალი თავისთავად წარმოადგენს ერთობლივად მზარდ ელემენტარული სვეტოვანი კრისტალების ჯგუფს, რომლებიც ერთი ბოლოთი შეზრდილია საერთო ფუძესთან ანუ ძირითადი ლითონის ჩამომდნარ მარცვალთან. გამყარებული ლითონის კრისტალების ფორმისა და განლაგების მიხედვით არსებობს მარცვლოვანი, აგრეთვე სვეტოვანი და დენდრიტული (ხისმაგვარ) სტრუქტურები.

მარცვლოვანი სტრუქტურის შემთხვევაში მარცვლებს განსაზღვრული ორიენტაცია არ გააჩნიათ, ხოლო ფორმით მრავალწახნაგებს მოგვაგონებენ. ასეთი სტრუქტურა, ჩვეულებრივ, დამახასიათებელია ძირითადი ლითონისათვის, აგრეთვე შენადუდი ნაკერის ლითონისათვის, რომელიც შესრულებულია დაფარული ელექტროდებით, მისი სწრაფი გაცივებისას. სვეტოვანი და დენდრიტული სტრუქტურების შემთხვევაში მარცვლები გაჭიმულია ერთი მიმართულებით. ამასთან ერთად სვეტოვან სტრუქტურაში მათ კომპაქტური ფორმა აქვთ, ხოლო დენდრიტული სტრუქტურის დროს – დატოტვილი, ნაძვის სახის ფორმა. დენდრიტები ჩვეულებრივ სვეტოვან მარცვლებში განლაგდებიან და მის ფუძეს წარმოადგენენ. ნაკერს ასეთი სტრუქტურა აქვს ნელი გაცივების დროს ანუ ფლუსის ქვეშ და ელექტროწიდური შედუღების დროს.

კრისტალების ზრდის მიმართულება დაკავშირებულია თხევადი ლითონის აბაზანიდან სითბოს არინების ინტენსიურობასთან. კრისტალები იზრდებიან შელხობის (შედნობის) საზღვრის პერპენდიკულარულად, სითბოს არინების მიმართულების საწინააღმდეგოდ. ნაკერის ღრმად ჩადუღების კრისტალიზაცია ქვევიდან თბოარინების

გარეშე წარმოქმნის დენდრიტებს, რომლებიც ურთიერთსაწინააღმდეგოდ იზრდებიან, რის შემდეგადაც კრისტალების პირაპირში ნაკერის ღერძის მიმართულებით დენდრიტების ბოლოების ცუდი შეზრდის გამო წარმოიქმნება მოშვებულების ღრუ, სადაც შესაძლებელია წიდური და აირადი ჩანართების წარმოქმნა. ხოლო ფართო ნაკერის ქვევიდან თბოარინებით კრისტალიზაციის დროს დენდრიტები იღუნებიან ზევით და უკან ახევიანებენ მის ზემო ნაწილში არალითონურ ჩანართებს, რითაც უზრუნველყოფენ წიდების და აირების თავისუფალ გამოდევნას ზედაპირზე.

აბაზანის დიდი მოცულობა და გაცივების დაბალი სიჩქარე უზრუნველყოფენ კრისტალების ზომების ზრდას, რაც აუარესებს ნაკერის მექანიკურ თვისებებს. საშემდუღებლო აბაზანის პირველადი კრისტალიზაციის პროცესი მთავრდება სვეტოვანი კრისტალების წარმოქმნით.

ფოლადების შედუღებისას კრისტალებს აუსტენიტური სტრუქტურა აქვთ, რაც თავის მხრივ ნახშირბადის მყარ ხსნარს წარმოადგენს γ -რკინაში. ტემპერატურის შემდგომი შემცირების შედეგად მიმდინარეობს ალოტროპიული გარდაქმნები, რომლებიც მჟღავნდება წახნაგდაცენტრებული კუბური გისოსის მქონე γ -რკინის, მოცულობადაცენტრებული კუბური გისოსის მქონე α -რკინაში გადასვლით. ამას თან სდევს ლითონის აღნაგობის ცვლილება, პირველად სვეტისებრი კრისტალების ფარგლებში ახალი წარმონაქმნების გაჩენის შედეგად. აუსტენიტის სტრუქტურის მქონე კრისტალები იშლება, წარმოქმნის რა თითქმის სუფთა α -რკინის (ფერიტი) და რკინის კარბიდის Fe_3C (ცემენტიტი) მექანიკურ ნარევს. ასეთ მოვლენას მეორეული კრისტალიზაცია ან გადაკრისტალდება ეწოდება.

საშემდუღებლო აბაზანის კრისტალიზაციის თავისებურებები.

განვიხილოთ საშემდუღებლო აბაზანის კრისტალიზაციის განსხვავებული თავისებურებები ხელით რკალური შედუღების დროს.

- შედუღების დროს სითბოს წყარო გადაადგილდება შესაერთებელი ნაწიბურების გასწვრივ, მასთან ერთად მოძრაობს საშემდუღებლო აბაზანაც. აბაზანის თავის ნაწილში განლაგებული რკალის სვეტი დამუხტული ნაწილაკების დარტყმების, აირებისა და რკალის მაგნიტური ბერვის მეშვეობით ზემოქმედებას ახდენს გამდნარი ლითონის ზედაპირზე. წნევა, გავლენას ახდენს რა თხევად ლითონზე, გამოდევნის მას რკალის ფუძიდან, რაც ხელს უწყობს რკალის სვეტის ძირითადი ლითონის სიღრმეში შესვლას. რკალის ქვევიდან გამოდევნილი თხევადი ლითონი, მისი გადაადგილების მიხედვით, გადაისროლება საშემდუღებლო აბაზანის უკანა ნაწილში, რკალის მოშორების დროს სითბოს არინება სჭარბობს მიწოდებას და იწყება გამყარება – საშემდუღებლო აბაზანის კრისტალიზაცია. გამყარების პროცესის დროს ლითონის ღღობის საზღვრის გასწვრივ წარმოიქმნება კრისტალები, რაც უზრუნველყოფს შეერთების მონოლითურობას.
- საშემდუღებლო აბაზანას მცირე მოცულობა აქვს (1–3 სმ³), რომელიც დამოკიდებულია შედუღების რეჟიმის ძირითად პარამეტრებზე. ეს იწვევს სითბოს ინტენსიურ გადაცემას მიმდებარე ცივ ლითონში, რაც განაპირობებს აბაზანის ლითონის კრისტალიზაციის დიდ სიჩქარეს.
- საშემდუღებლო აბაზანის გამდნარი ლითონი ძლიერ გადახურდება და მისი შერევა ინტენსიურად მიმდინარეობს. საშემდუღებლო აბაზანის ტემპერატურა ფოლადების შედუღების დროს 1800-2200°C-ს აღწევს.
- საშემდუღებლო აბაზანის კრისტალიზაცია ძირითადად იწყება კრისტალიზაციის გამზადებული ცენტრებიდან – ძირითადი ლითონის ნაწილობრივ ჩამომდნარი მარცვლებიდან. ნაკერის ლითონს აქვს სვეტოვანი წყობა, რადგანაც შედგება წაგრძელებული (სვეტოვანი) კრისტალებისაგან, რომლებიც იზრდება კრისტალიზაციის დროს, თბოარინების საწინააღმდეგო მიმართულებით.

ლითონის ნაკერის თვისებების ფორმირება. ლითონის თვისებები განისაზღვრება მისი სტრუქტურითა და შედგენილობით. როგორც წესი, ჩამოსხმული ლითონის სტრუქტურა დეფორმირებული შესადუღებელი ძირითადი ლითონის სტრუქტურაზე უარესია. საშემდუღებლო ნაკერის ლითონის თვისებების გაუმჯობესების შედარებით ეფექტური საშუალებაა მისთვის შესაბამისი ქიმიური შედგენილობის მიცემა.

ნაკერის ლითონის ქიმიური შედგენილობის რეგულირება მიიღწევა საშემდუღებლო მასალების მეშვეობით (ელექტროდის შემონაგოში, საშემდუღებლო მავთული და სხვ.).

შესადუღებელი ლითონის ნაკერი თვის მხრივ წარმოადგენს შესადუღებელ (ძირითად) და მისართ ლითონებს.

ძირითად და მისართ ლითონებს შორის შეფარდებაზე შენადუღ ნაკერში ზეგავლენას ახდენს შედუღების მეთოდი, დადუღებული ლითონის მოცულობა, შედუღების სიჩქარე და სხვ. მაგალითად, ხელით რკალური შედუღების შემთხვევაში ძირითადი ლითონის რაოდენობა შენადუღი ნაკერის ლითონში შეადგენს 30-40%, ხოლო ელექტროდის ლითონი 60-70%-ს.

ნაკერის ლითონის მოდიფიცირება. ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების მიზნით მის მოდიფიცირებას ახდენენ – საშემდუღებლო აბაზანაში ნივთიერებების მცირე დამატების შეყვანა, რომლებიც ხელს უწყობენ ნაკერის ლითონის დაწვრილმარცვლოვანებას, პრაქტიკულად, მისი ქიმიური შედგენილობის შეცვლის გარეშე. ასეთ დანამატებს მოდიფიკატორები ეწოდება. მოდიფიკატორების სახით ფოლადისათვის იყენებენ ტიტანს, ალუმინს, ვანადიუმს, ცირკონს და სხვ.

მოდიფიცირების პროცესი არის ან ლითონის ნაკერში დიდი რაოდენობით წვრილ-წვრილი, განთესილი (დისპერსიული) ჩანართების წარმოქმნა, რომლებიც კრისტალიზაციის დამატებით ცენტრებს წარმოადგენენ, ან სითხეში მზარდი კრისტალების ზედაპირულად აქტიური აფსკებით დაფარვა, რომლებიც

კრისტალებსა და სითხეს შორის ქმნიან ბარიერს და წინააღმდეგობას უწევენ კრისტალების ზრდას. ორივე შემთხვევაში კრისტალიზაციის შედეგად წარმოქმნება წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურა.

ლითონის ნაკერში ზონალური და დენდრიტული ლიკვაცია. ლიკვაცია ეწოდება შენადნობის შედგენილობის არათანაბარ განაწილებას, რომელიც მისი ქიმიური შედგენილობის არაერთგვაროვნებას იწვევს. ლიკვაცია განპირობებულია ნაკერის ლითონში ელემენტების და მინარევების არსებობით (გოგირდი, ფოსფორი, ნახშირბადი და სხვ.), რომლებიც მასში ან არ იხსნება, ან იხსნება შეზღუდულად, გამყარების ტემპერატურეს დროს.

ზონალური მიკროსკოპული ლიკვაცია ნაკერის ლითონში მისი პერიფერიული და ცენტრალური ნაწილების სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობით ხასიათდება. ეს განპირობებულია იმით, რომ ნაკერის ლითონის პერიფერიული ზონები, რომლებიც პირველ რიგში მყარდება, შეიცავენ მაღლიკვიდირებელი მინარევების მინიმალურ რაოდენობას. ხოლო მინარევების შედგენილობა დარჩენილ თხევად ხსნარში იზრდება. კრისტალების ზრდასთან ერთად ნადნობი მდიდრდება მინარევებით, რომლებსაც დაბალი გამყარების ტემპერატურა აქვთ. ასეთი ნადნობის მიწევა ხდება ნაკერის შუაგულისაკენ, ამიტომ მისი ცენტრალური ნაწილი მეტად დანაგვიანებული ხდება მინარევებით; აქ წარმოიქმნება ე.წ. ნაკერის სუსტი ზონა. მისი აღმოჩენა შესაძლებელია დიდი კვეთის ერთგანვლად ნაკერში.

დენდრიტული (კრისტალშიგა) მიკროსკოპული ლიკვაცია ხასიათდება ცალკეული შემადგენელი კრისტალების ქიმიური შედგენილობის არაერთგვაროვნებით. ეს განპირობებულია იმით, რომ ნაკერის ლითონის გამყარებისას ღერძის წარმოქმნელი პირველადი კრისტალები, შემდეგ კი დენდრიტების ტოტები შეიცავენ ნაკლებ მინარევებს, ვიდრე საწყისი თხევადი ნადნობი. ღერძების და დენდრიტის შრეების ზრდასთან ერთად ნადნობი მინარევებით მდიდრდება და წარმოქმნილი რკისტალი ქიმიური შედგენილობის მიხედვით არაერთგვაროვანი აღმოჩნდე-

ბა: დენდრიტის ცენტრალური ნაწილები შედგება, წარმოიქმნება შედარებით უფრო სუფთა სალი ხსნარისაგან, ხოლო მისი დენდრიტშიორისი სივრცეები და განსაკუთრებით სასაზღვრო ზონები გაცილებით ჭუჭყიანია.

ნაკერის ლითონის გაცივების სიჩქარის ზრდა იწვევს საშემდუდებლო აბაზანის ლითონის ორფაზა მდგომარეობაში ყოფნის არსებობის პერიოდის შემცირებას და თხევად და მყარ ფაზებს შორისი განსხვავების შენელებას, რის შედეგადაც დენდრიტული ლიკვაცია ნაკლებად შესაძინევი.

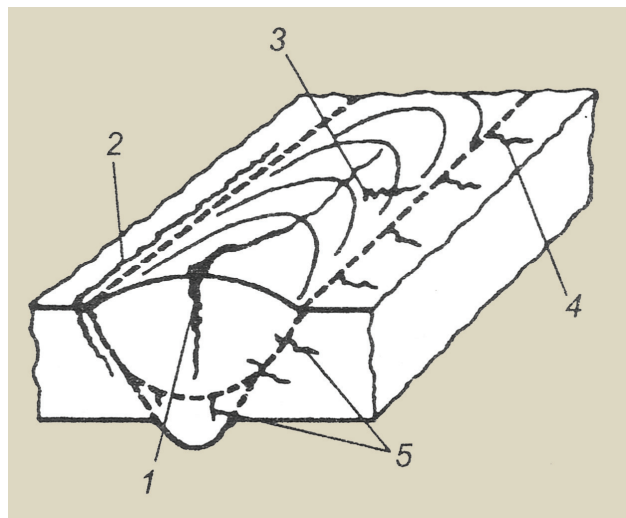
ლიკვაციის პროცესები დამოკიდებულია აგრეთვე კრისტალიზაციის ტემპერატურის დასაწყისისა და ბოლოსაგან. რაც მეტია ტემპერატურული ინტერვალი, მით უფრო ინტენსიურია ლიკვაციის პროცესები. მაგალითად, დაბალნახშირბადიანი ფოლადისათვის კრისტალიზაციის ტემპერატურული ინტერვალი სულ რაღაც 20-30°C-ია, ამიტომაც ლიკვაციის მნიშვნელოვან განვითარებას არ ექვემდებარება. ფოლადში ნახშირბადის შემცველობის ზრდის დროს კრისტალიზაციის ტემპერატურული ინტერვალი მკვეთრად იზრდება, რაც ხელს უწყობს ლითონის ინტენსიურ ლიკვაციას. ეს, თავის მხრივ, სხვა სიძნელეებთან ერთად ართულებს მაღალნახშირბადიანი ფოლადის შედულებას.

ბზარების წარმოქმნა შედულებისას

ბზარების სახეობები. კრისტალიზაციისა და ლითონის ნაკერის ფორმირების პროცესში შენადულ შეერთებაში შეიძლება წარმოიქმნას ბზარები. ნაკერის ღერძის მიმართ განლაგებით ისინი შეიძლება იყოს გრძივი და განივი; სიდიდის მიხედვით – მიკრო- ან მაკროსკოპული (მიკრობზარების აღმოჩენა ხდება მიკროსკოპის მეშვეობით, ხოლო მაკროსკოპულისა – შეუიარაღებელი თვალით ან მცირე გადიდებით გამაღიანებელი შუშის მეშვეობით); ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით, ბზარები იყოფა ორ ქვეჯგუფად: ცხელ (მაღალტემპერატურულ) და

ცივ (დაბალტემპერატურულ) ბზარებად. მათი წარმოქმნის მექანიზმი შეიძლება სხვადასხვა იყოს.

ცხელი ბზარები. ცხელი ბზარების წარმოქმნა განპირობებულია ლითონის ნაკერის კრისტალიზაციით. მათი წარმოქმნა ხდება ლითონის გამყარების დასრულების ტემპერატურის დროს (ჩვეულებრივ, 1200°C ტემპერატურაზე ზევით). როგორც წესი, ბზარები კრისტალების საზღვარზე გადის, კრისტალებს შორის რჩება თხევადი ან ნახევრად თხევადი შუა შრე, რომელსაც შედარებით დაბალი დნობის ტემპერატურა აქვს. თუ ამ დროს საჩამომსხმელო ჩაჯდომის წარმოქმნის შედეგად გამჭიმავი ძაბვები საკმაოდ დიდია, ეს შუა შრეები დაირღვევა და შედეგად წარმოიქმნება ბზარები. იმ შემთხვევაში, თუ პირველადი კრისტალიზაცია მთავრდება დიდი გამჭიმავი ძაბვების წარმოქმნამდე, ცხელი ბზარების არ მიიღება.



ცხელი ბზარების განლაგება შენადულ შეერთებებში:

1, 2 – გრძივი ნაკერში და ნაკერის მიმდებარე ზონებში; 3, 4 – განივი ნაკერში და ნაკერის მიმდებარე ზონებში; 5 – განივი შესადულებელი ლითონის სისქეზე.

დადგენილია, რომ ცხელი ბზარების წარმოქმნას ხელს უწყობს ნაკერში გოგირდის, ნახშირბადის, სილიციუმის და ნიკელის გაზრდილი შემცველობა. მაგალითად, გოგირდი და ნიკელი რკინასთან წარმოქმნიან ადვილად დენად ევოქტიკას, რომელიც განლაგებულია მარცვლების საზღვარზე და ზრდიან ნაკერში

ბზარების წარმოქმნის ალბათობას. ბზარების წარმოქმნაზე ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე კრისტალის ზრდის მიმართულება. ვიწრო ნაკერები ღრმა ჩადუღებით მეტ მიდრეკილებას იჩენენ, ვიდრე ფართო ნაკერები მცირე ჩადუღებით. ამ შემთხვევაში ბზარები ნაკერის შუაში განლაგდება, კრისტალების ტორსებს შორის და ზედაპირზე არ ვრცელდება.

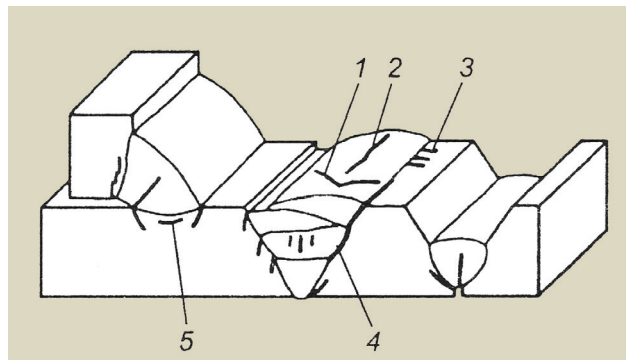
იმისათვის, რომ შემცირდეს ლითონის მიდრეკილება ცხელი ბზარების წარმოქმნისაკენ, საჭიროა შემდეგი ზომების გატარება:

- გამოიყენება საშემდუღებლო მასალები გოგირდისა და ნახშირბადის მინიმალური შემცველობით, რომელიც ხელს უწყობს გოგირდის ლიკვაციის გაძლიერებას;
- ლითონის ნაკერში ზრდიან მანგანუმის შემცველობას, რომელიც ხელს უწყობს გოგირდის ბმას და წიდაში მის გადაყვანას;
- ნაკერში შეჰყავთ მამოდიფიცირებელი ელემენტები (ტიტანი, ალუმინი და სხვ.), რომლებიც ხელს უწყობენ სტრუქტურის დაწვრილმარცვლოვნებას;
- აწარმოებენ ნაკეთობის წინასწარ და თანამდევ გახურებას, რომელიც შენადულ ნაკერში ამცირებს გამჭიმავ ძაბვებს.

ბზარების წარმოქმნის მიზეზები შეიძლება იყოს: მასალის ფარული დეფექტები (მიკროსკოპული ბზარები, რომლებიც წარმოიქმნება ღუნვის, შტამპვის დროს და სხვ.); მისი ზეთით დატუჭიანება და ჟანგის არსებობა (რომლებიც ხელშემწყობნი არიან ნაკერის ჟანგის, ფორიანობის და მიკრობზარების წარმოქმნის); შესადუღებელი ნამზადის დეფექტები (ამონაჭრები, რომლებშიც კონცენტრირდება ძაბვები); შესადუღებელი დეტალების კვანძების კონსტრუქცია, რომელშიც გათვალისწინებული არ არის შედუღების თავისებურება, მაგალითად, გადამკვეთი ნაკერები; შენადული ნაკერების თანამიმდევრობის აღრევა, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს დეტალების დაბრეცა და დაძაბულობების კონცენტრაცია; შედუღების უცებ შეწყვეტა.

ლითონური ნაკერის მდგრადობის განსაზღვრისათვის ბზარების წარმოქმნის მიმართ საჭიროა ჩატარდეს რიგი ცდებისა, რომლებსაც ტექნოლოგიური ნიმუშები ეწოდება. იმ შემთხვევაში, თუ შენადულ ლითონში ხელოვნურად შექმნილ მკაცრ პირობებში ბზარები არ წარმოიქმნება, ის არც რეალურ ნაკეთობებში უნდა დაირღვეს (დაიშალოს).

ცივი ბზარები. შენადულ ნაკერში, 300°C ტემპერატურაზე დაბლა, საკმაო შიგა დაძაბულობების შედეგად წარმოიქმნება ცივი ბზარები. მათი წარმოქმნა ხდება მარცვლების საზღვრებზე, ხოლო გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ (რამდენიმე დღე-ღამე) ვრცელდებიან ნაკერში და ძირითადი ლითონის ნაკერის მიმდებარე ზონაში. ცივი ბზარების განლაგების ადგილები (ტოპოგრაფია) ნაჩვენებია ნახაზზე ქვემოთ. ყველაზე ხშირად ცივი ბზარები წარმოიქმნება წრთობად ფოლადებზე შესრულებულ შენადულ ნაკერებში. ცივი ბზარების წარმოქმნისაკენ ფოლადის მიდრეკილებაზე გავლენა აქვს ნახშირბადის და მალეგირებული ელემენტების გაზრდილ შემცველობას, ნაკერში წყალბადის, ფოსფორის არსებობას, ნაკერის სწრაფ გაცივებას და სხვ.



ცივი ბზარების განლაგება შენადულ შეერთებებში:

1 – განივი ნაკერში; 2 – გრძივი ნაკერში (ზედაპირული, ფესვური, შინაგანი); 3 – განივი თერმული გავლენის ზონაში; 4 – გრძივი შედუღების ზონაში; 5 – განივი თერმული გავლენის ზონაში (ანაცვენი, ფესვური, კონცენტრატორისაგან, ლილვქვეშა, ფენოვანი ნაპრალები).

შედულებისას წარმოქმნილი ცივი ბზარები შეიძლება გამოწვეული იყოს შემდეგი მიზეზებით: წრთობის პროცესების შედეგად ლითონის სიმყიფის გაზრდა სწრაფი გაციების დროს; ნარჩენი ძაბვები, რომლებიც წარმოიქმნება შენადულ შეერთებებში; შენადულ ნაკერში წყალბადის მაღალი შემცველობა, რომელიც აძლიერებს პირველი ორი მიზეზის არასასურველ (ხელისშემშლელ) მოქმედებას.

ცივი ბზარების წინააღმდეგ ბრძოლა ძირითადად შეიძლება ლითონის ქვესადგურების ხარისხის შემცირებით, ნარჩენი ძაბვების მოხსნით, წყალბადის შემცველობის შეზღუდვით. ყველაზე ეფექტური საშუალება არის ლითონის გახურება შედულების დაწყებამდე.

ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ ლითონის მიდრეკილების შემცირების მიზნით საჭიროა შემდეგი ზომების გატარება:

- გამოიყენება საშემდუბლო მასალები ფოსფორის მინიმალური შემცველობით, რომელიც ფოლადს ცივმსხვრევადობას ანიჭებს;
- როგორც წესი, ხდება ელექტროდების და ფლუსების გამოწვა, აგრეთვე სინესტის მოცილების მიზნით (რაც შესაძლებელია წყალბადის ნაკერში მოხვედრის წყარო გახდეს) სრულდება დამცავი აირების შეთბობაც;
- შინაგანი ძაბვების მოხსნის ან შემცირების მიზნით ხდება ნაკერების ცხლად გადაჭედვა შედულების შემდეგ;
- აუცილებლობის შემთხვევაში გამოიყენება შესადულებელი ნაკეთობების წინასწარი ან თანამდევი გახურება.

ლითონის ცივი ბზარების წარმოქმნის მიმართ მდგრადობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება რიგი ტექნოლოგიური სინჯები.

ბაბვები და დეფორმაციები შეღულების დროს

დანართის ამ თავში გაეცნობით ძირითად ცნებებს დაბვეებისა და დეფორმაციების შესახებ, მათი თავიდან აცილების გზებს, რა როლი ენიჭება საშემდგომლო ნაკერების თერმულ დამუშავებას, თერმული დამუშავების ძირითად სახეებს.

ბაბვისა და დეფორმაციის წარმოქმნის მიზეზები

მყარი სხეულის ფორმისა და ზომების ცვლილებებს გარე და შიგა ძალების ზემოქმედებით დეფორმაცია ეწოდება. იმ შემთხვევაში, თუკი მყარი სხეულის ფორმისა და ზომების აღდგენა ხდება ძალის ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ, დეფორმაცია დრეკადია, ხოლო თუკი სხეული არ აღდგება პირველად ფორმადე, მაშინ დეფორმაცია ნარჩენი ან პლასტიკურია. დეფორმაციის სიდიდე განისაზღვრება მიყენებული ძალვით. რაც მეტია მიყენებული ძალვა, მით მეტია დეფორმაცია. ძალვის სიდიდეზე დასკვნა კეთდება დაბვის მიხედვით, რომელიც სხეულში მის მიერაა გამოწვეული.

დაბვა ეწოდება შინაგან ძალას, რომელიც მოდის სხეულის განივი კვეთის ერთეულ ფართობზე. ამრიგად, დაბვასა და მის მიერ გამოწვეულ დეფორმაციას შორის არსებობს პირდაპირი კავშირი.

დაბვებს და დეფორმაციებს, რომლებიც წარმოიქმნება არათანაბარი გახურებისა და გაცივების შედეგად, თბური ან თერმული ეწოდება. ლითონის გაფართოება დამოკიდებულია მისი გახურების და წრფივი გაფართოების კოეფიციენტებზე – სიდიდეზე, რამდენითაც წაგრძელება 1 მ სიგრძის ლითონის დერო 1°C-ით გათბობის დროს. რაც მეტია თერმული წრფივი გაფართოების კოეფიციენტი და მაღალია ტემპერატურა, მით მეტ დეფორმაციას განიცდის ლითონი გახურებისა და გაცივებისას.

თუ ლითონის დეროს ისე ჩავამაგრებთ, რომ მას არ ექნება საშუალება თავისუფლად წაგრძელდეს ან დამოკლდეს, მაშინ დეროს თერმული დეფორმაციები

მასში გამოიწვევს თერმულ დაბვებს. რაც მეტ დატვირთვას განიცდის ჩამაგრებული დერო, მით მეტია მისი დეფორმაცია და მით მეტია მასში წარმოქმნილი დაბვები.

დეფორმაციის სიდიდეზე შეღულებისას გავლენას ახდენს ლითონის თბოგამტარობა. რაც უფრო მაღალია თბოგამტარობა, მით უფრო ნაკლებია დეფორმაცია. მაგალითად, შეღულებისას ნაკლები თბოგამტარობის და თერმული წრფივი გაფართოების მაღალი კოეფიციენტის მქონე უჟანგავი ფოლადის დეფორმაცია მეტია, ვიდრე უკეთესი თბოგამტარობის და თერმული წრფივი გაფართოების შედარებით მაღალი კოეფიციენტის მქონე დაბალნახშირბადიანი ფოლადისა. ხოლო ალუმინი, რომელსაც უფრო მეტად მაღალი თერმული წრფივი გაფართოების კოეფიციენტი აქვს, მაგრამ გაცილებით უკეთესი თბოგამტარია, ვიდრე დაბალნახშირბადიანი ფოლადი, შეღულებისას ნაკლებად დეფორმირდება დაბალნახშირბადიან ფოლადთან შედარებით.

თერმულ დაბვებს, რომლებიც ლითონში გარე ძალების ზემოქმედების გარეშე წარმოიქმნება, საკუთარი თერმული დაბვები ეწოდება. სხვადასხვა დაბვიდან უფრო მეტი მნიშვნელობა იმ დაბვებს აქვს, რომლებიც ნაკეთობის გაცივების პროცესში წარმოიქმნება. თუ ისინი მხოლოდ ნაკერის გასწვრივ მოქმედებს, მაშინ მათი მოქმედება არ იმოქმედებს შენადული შეერთებების სიმტკიცეზე. უფრო საშიშია ის დაბვები, რომლებიც ნაკერის დერძზე მოქმედებს პერპენდიკულარულად (განივი დაბვები), ვინაიდან მათ შეუძლიათ გამოიწვიონ ბზარები როგორც ნაკერში, ისე ნაკერის მიმდებარე ზონაში.

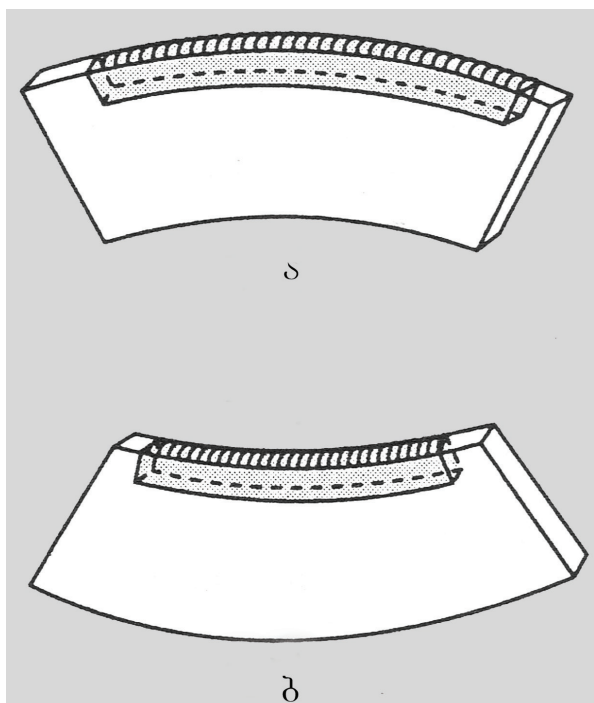
დეფორმაციის ძირითადი მიზეზებია:

- ლითონის არათანაბრად გადახურება;
- გამდნარი ლითონის საჩამომსხმელო ჩაჯდომა;
- ცვლილებები ლითონის სტრუქტურაში.

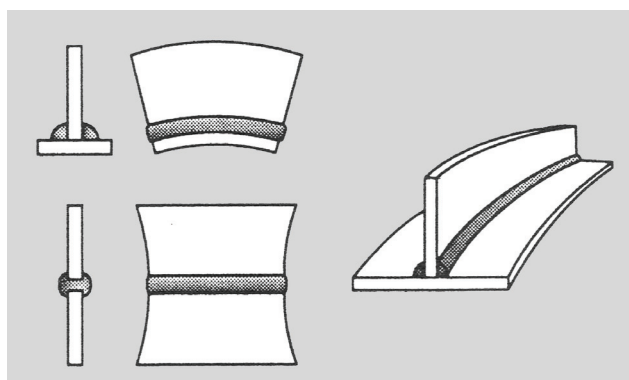
ნაწიბურის ზოლზე ლილვაკის დაღულებისას, ლილვაკიც და ზოლის გახ-

ურებული ნაწილიც ფართოვდება და ქმნიან რა გაჭიმვებს ნაღუნით წელავენ ზოლის ცივ ნაწილს (ნახაზი ქვემოთ, ა) თვით ლილვაკი და ზოლის გახურებული ნაწილი შეიკუმშება, ვინაიდან მათ თბურ გაფართოებას წინაღობას უწევს ზოლის ცივი ნაწილი. შედეგად ზოლი გაიღუნება, ამოიზნიქება.

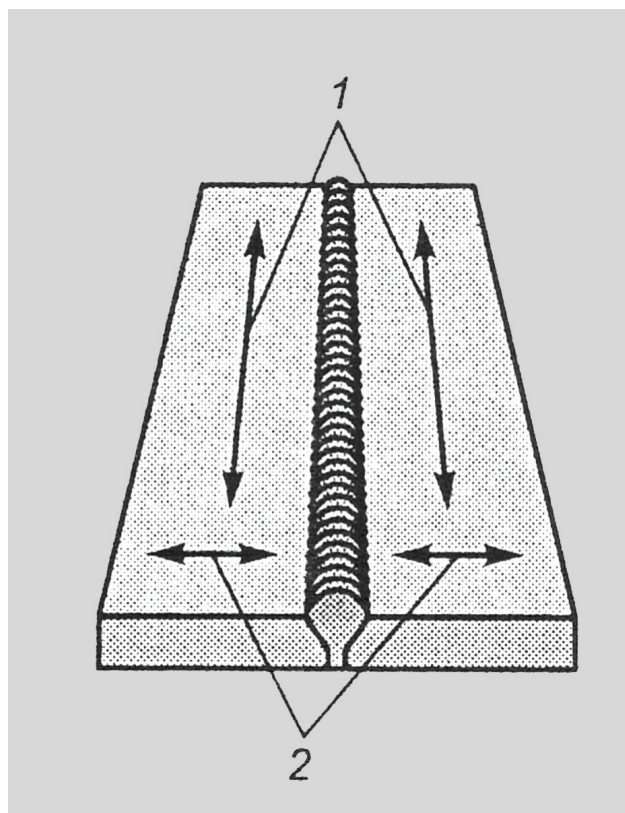
გაცივებისას (ნახაზი ქვემოთ, ბ) ლილვაკი და ზოლის გახურებული ნაწილი, პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად დამოკლდება, თუმცა ამასაც წინაღობას ისევ ლითონის ცივი ფენები გაუწევს, ლილვაკი და ზოლის ცხელი ნაწილი მოჭიმავს ზედა ბოჭკოებს და ზოლი გაიღუნება, ჩაიზნიქება.



გაცივებისას ლითონი ძალიან მკვრივდება, მისი მოცულობა მცირდება და შენადულ შეერთებაში წარმოიქმნება შიგა ძაბვები



განივი ძაბვის გამო ნაკეთობა ამ მიმართულებით იბრიცება

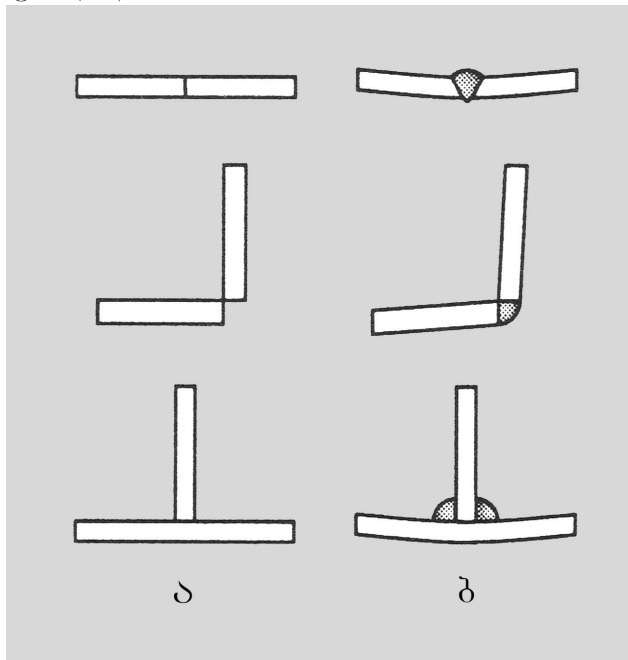


ლითონის გაცივებისას შენადულ შეერთებაში წარმოიქმნება შიგა ძაბვები

შიგა ძაბვა წარმოიქმნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დეტალის თავისუფალ გაფართოებას და შეკუმშვას ხელს უშლის რაიმე, მაგალითად ლითონის მეზობელი ნაწილები, რომლებიც შედარებით ცივად დარჩა არათანაბარი გახურების გამო და ამიტომ ნაკლებადაა გაფართოებული. ერთად თავმოყრილი სითბოს წყაროს (ელექტრორკალის) არსებობა, რომელიც ნაკერის გასწვრივ გადაადგილდება განსაზღვრული სიჩქარით და შედეგების დროს იწვევს ლითონის არათანაბარ გახურებას, არის შინაგანი ძაბვებისა და დეფორმაციების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი შენადულ ნაკეთობებში.

დადუღებული ლითონის თხევადი მდგომარეობიდან მყარში გადასვლისას ხდება დადუღებული ლითონის ჩაჯდომა. ეს მოვლენა ასე აიხსნება: ლითონის გამყარებისას ის მეტად მჭიდრო ხდება, რის შედეგადაც მისი მოცულობა კლებულობს. სხვადასხვა ლითონს სხვადასხვა ჩაჯდომა ახასუათებს. ის, ჩვეულებრივ, ნიმუშის ან დეტალის საწყისი გრძივი ზომის პროცენტებით იზომება. მაგ-

ალითად, ალუმინის ჩაჯდომა 1,7-1,8%-ია; ბრინჯაოსი - 1,45-1,6%; თითბრის - 2,06%; სპილენძის - 2,1%; დაბალნახშირბადიანი ფოლადის - 2%.



ძაბვა, როგორც წესი, იწვევს ლითონის კუთხურ დეფორმაციას - გამდნარი ლითონის მეტი მოცულობითი მხარის დაბრეცას

ჩაჯდომით გამოწვეული ძაბვა იზრდება მანამ, სანამ ლითონი გაჭიმვას (გაწელვას) დაიწყებდეს. თუ ლითონის პლასტიკურობა არასაკმარისია, დეტალი წარმოქმნის ბზარს ყველაზე სუსტ ადგილას. ეს ადგილი უფრო ხშირად ნაკერის მიმდებარე ანუ თერმული ზეგავლენის ზონაა. შედუღებისას ჩაჯდომის ან ლითონის მოცულობის შემცირების გამო, ცხელი ბზარები წარმოიქმნება.

დეფორმაცია და მასთან დაკავშირებული ძაბვები, დამოკიდებულია შედუღებისას გახურების ზონაზე. რაც მეტი მოცულობის ლითონი ხურდება შედუღების დროს, მით უფრო ძლიერია დეფორმაცია და დაბრეცა.

შედუღების ნაკერის ზომა და ადგილმდებარეობა გავლენას ახდენს დეფორმაციის სიდიდეზე. დიდესი დეფორმაციები წარმოიქმნება გრძელ ნაკერში, რომელიც ასიმეტრიულადაა განლაგებული შესადუღებელი პროფილის კვეთის მიმართ. რაც მეტად რთულია დეტალის ფორმა, რაც მეტია მასში სხვადასხვა ნაკერი, მით მეტად დეფორმირდება ის.

რკალის სითბო შედუღებისას იხარჯება არა მარტო საშემდუღებლო აბაზანის ლითონის გადნობაზე, არამედ ნაკეთობის გახურებაზეც. ამ დროს ის ხურდება არათანაბარზომიერად: აბაზანის საზღვარზე - თითქმის დნობის ტემპერატურამდე, ხოლო რაც მეტად შორდება აბაზანას, მით უფრო დაბალია ტემპერატურა.

დადუღებული ლითონის გამყარებისას ჩაჯდომის შედეგად, შედუღების დროს საშემდუღებლო ნაკერის სხვადასხვა უბნის არათანაბარი გახურებისა და გაცივების, აგრეთვე ლითონის მოცულობის ცვლილების გამო, რომელიც გამოწვეულია ლითონის სტრუქტურის ცვალებადობით, ლითონურ კონსტრუქციაში წარმოიქმნება ძაბვები.

ძაბვა განისაზღვრება ფორმულით $\sigma = P/F$ პა, სადაც P დატვირთვაა; F - ფართობი, რომელზეც მოქმედებს დატვირთვა.

ლითონში შედუღებისას წარმოქმნილი შინაგანი ძალები შეიძლება საკმარისი აღმოჩნდეს იმისათვის, რომ ნაკერში ან მის გვერდით გამოიწვიოს ბზარების წარმოქმნა.

დაბალპლასტიკური მასალების, რომელთა წრთობაც შესაძლებელია (თუჯი, ლეგირებული ფოლადი, ინსტრუმენტალური ფოლადები და სხვა), შედუღების შედეგად გამოწვეული დაძაბული მდგომარეობა ხელს უწყობს ძირითადი ლითონის შენადუღ ნაკერში ბზარების წარმოქმნას.

ნარჩენი დეფორმაციების სიდიდე და ხასიათი მნიშვნელოვანწილად განისაზღვრება ძირითადი ლითონის სისქისა და თვისებებისაგან, შედუღების რეჟიმისაგან, ნაკერების დადების თანამიმდევრობისაგან, შესადუღებელი დეტალების კონსტრუქციული ფორმებისა და ნაკერის ფორმისაგან. შესადუღებელი ლითონი სისქის გაზრდის შემთხვევაში დეფორმაციები მცირდება, რაც დაკავშირებულია კონსტრუქციის მეტ სიხისტესთან (სიმაგრესთან).

შენადუღი კონსტრუქციის ზომებისა და ფორმის შეცვლა, ზოგიერთ შემთხვევაში ამცირებს მის მუშაობისუნარიანობას და აფუჭებს გარეგნულ სახეს. აწყოების ტექნოლოგიისა და კონსტრუქციის

შედულების დამუშავებისას, გასათვალისწინებელია ნარჩენი დეფორმაციის შემცირების აუცილებლობა იმ სიდიდემდე, რომელიც მუშაობისუნარიანობასა და კონსტრუქციის გარეგნობაზე არ მოახდენს გავლენას. აგრეთვე არ გაართულებს ცალკეული ელემენტების აწვობს.

წარმოვიდგინოთ შენადული, პირამდე დამუშავებული პირაპირა ნაკერიანი ფირფიტა, რომელსაც ნაკერის გაძლიერება მოცილებული აქვს მჭრელი იარაღით. ეს ფირფიტა იჭიმება P ძალებით. ასეთ ფირფიტაში, მისი დატვირთვის შემთხვევაში, წარმოიქმნება გარე ძალების საწინააღმდეგო ძაბვები, რომლებიც ფირფიტის ნებისმიერ კვეთაში თანაბრად განაწილება.

თუ პირაპირა ნაკერი პირამდე დამუშავებული არ იქნება, ხოლო ფირფიტა დაიტვირთება იმავე P გამჭიმავი ძალებით, მაშინ ფირფიტაში წარმოქმნილი ძაბვები მის კვეთში არ იქნება განაწილებული თანაბრად. ფირფიტების ზედაპირიდან შენადულ ნაკერთან გადასვლის ადგილებში, შენადული ნაკერის საზღვარზე, ძაბვები უფრო მეტ სიდიდეებს მიაღწევს, ხოლო შენადული ნაკერიდან მოცილებით არსებულ კვეთში, ძაბვების განაწილება თანაბარი იქნება.

ძაბვების ადგილობრივი ზრდის მოვლენას ძაბვების კონცენტრაცია ეწოდება. პირაპირა ნაკერით შეერთებებში ის დამოკიდებულია ნაკერის ამოხნეტილობაზე. რაც ნაკლებია ნაკერის ამოხნეტილობა და მდოვრება შეუღლება ძირითად ლითონთან, მით ნაკლებია ძაბვების კონცენტრაცია. პირაპირა ნაკერში არა მარტო ნაკერის ამოხნეტილობა, არამედ ნაკერის ფესვის ჩაუღუღებლობა ან ზედმეტად ჩაღნობაც ძაბვების გაცილებით დიდი კონცენტრაციის ადგილებს ქმნის.

ძაბვების კონცენტრაციის გამომწვევია დეფექტები – ძაბვების კონცენტრაციას შენადულ შეერთებასა და ნაკერში იწვევს: მოჭრა, შენადული ნაკერების ზედმეტად გაძლიერება, ნიჟარები, წილის ჩანართები, ბზარები, ჩაუღუღებლობა და სხვ. ის შეიძლება განპირობებული იყოს, აგრეთვე, შენადული ნაკერის არარაციონალური მოხაზულობით და შენადული შეერთების არარაციონალური კონსტრუქციით.

კაპზისა და დეფორმაციის თავიდან აცილება

საშემდუღებლო ნარჩენი დეფორმაციის შემცირების ეფექტური ღონისძიება არის სამარჯვში (სპეცმოწყობილობაში) ჩამაგრებული დეტალებისა და კვანძების შედუღება. თუმცა ასეთ დროს ძალიან იზრდება საშემდუღებლო ძაბვა. შენადული კვანძის სამარჯვიდან გათავისუფლების შემდეგ ნაკერის ჩაჯდომის გამო წარმოიქმნება დეფორმაცია. ჩამაგრებულ მდგომარეობაში შედუღებისას დეფორმაციის შემცირება იმით აიხსნება, რომ მაღალ ტემპერატურებამდე გახურების დროს ხდება პლასტიკური დეფორმაცია. შედუღების ამ ხერხს მიმართავენ კონსტრუქციისათვის, რომელიც დამზადებულია ისეთი ბლანტი მასალისაგან, რომელსაც ბზარების წარმოქმნისადმი მიდრეკელება არა აქვს.

ხშირად ნამზადზე იწვევენ დამატებით უკუდეფორმაციას. შესადუღებელი ელემენტების უკუდეფორმაცია შეიძლება შესრულდეს ქვემოთ მოცემულ ნახაზზე ნახევნები სქემების მიხედვით. შესადუღებელი დეტალების წინასწარი ღუნვის მეთოდს იყენებენ კუთხური დეფორმაციის თავიდან ასაცილებლად.

მცირე სიგანის ფურცლებს წინასწარ გაღუნავენ და განალაგებენ იმ მხარის საწინააღმდეგოდ, საიდანაც მოსალოდნელია დეფორმაცია. ხოლო დიდი სიგანის ფურცლების განლაგება შეიძლება შესადუღებელი ნაწიბურების წინასწარი გაღუნვით.

ტესებრი და ორტესებრი კოჭების დეფორმაციების თავიდან აცილების მიზნით გამოიყენება ხელსაწყოები, რომლებიც ღუნავს კოჭებს მოსალოდნელი დეფორმაციების საპირისპირო მხარეს (ნახაზი ქვემოთ, ა).

დადუღებული ლითონის მასის შემცირება საშემდუღებლო კონსტრუქციაში მიიღწევა ნაკეთობის სწორი კონსტრუქციით, საშემდუღებლო ნაკერების რაოდენობისა და ზომების შემცირებით, აგრეთვე ნაკერის კვეთის შემცირებით ცერობის ნაწიბურების კუთხის შეცვლის ხარჯზე, შედუღების ღრმა ჩადუღების ტექნოლოგიის და ფორსირებულ რეჟიმებზე შედუღების გამოყენებით.

შენადული კონსტრუქციის წარმოების ტექნოლოგიურ პროცესში გამოიყენება შედუღების ხერხები, რომლებიც იწვევს მინიმალურ დეფორმაციებს (ნახაზი ქვემოთ, ბ, გ).

პირაპირა შეერთებები X-ის მსგავსი ნაწიბურების მომზადებით საჭიროა შედუღდეს რიგრიგობით (მონაცვლეობით) ყოველი მხრიდან, შესადუღებელი ელემენტების დაბრუნების შესამცირებლად.

მრავალგვარი ნაკერით შედუღება საშუალებას იძლევა შემცირდეს შიგა ძაბვები, გაუმჯობესდეს დადუღებული ლითონის სტრუქტურა და ხარისხი, შესრულდეს ნაკერების შრეობრივად თერმული დამუშავება. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია იმ მარკის ელექტროდის გამოყენება, რომელიც უზრუნველყოფს უფრო მეტად პლასტიკური ნაკერის მიღებას.

დაბალნახშირბადიანი და არაწრთობადი ფოლადების შედუღებისას ძაბვისა და დეფორმაციის შემცირება მიიღწევა იძულებითი გაცივების გამოყენებით (წყლით, სპილენძის თბოსარინების მეშვეობით და სხვ.).

ძაბვისა და დეფორმაციის გამოსწორება

იმ შემთხვევაში თუ საშემდუღებლო ძაბვისა და დეფორმაციის წარმოქმნის თავიდან აცილების ზომები არასაკმარისი აღმოჩნდა, წარმოიქმნება მათი მოცილების (მოხსნის) ზომების მიღების აუცილებლობა. შიგა ძაბვების ნაწილობრივ ან სრულად მოსაცილებლად, შედუღებამდე ლითონს ახურებენ, შედუღების დამთავრების შემდეგ ნაკერს და ნაკერის მიმდებარე ზონას თერმულად ამუშავებენ, ხანდახან საჭიროა ნაკეთობის სრული თერმული დამუშავება.

საშემდუღებლო ძაბვისა და დეფორმაციის შემცირებისათვის ფოლადის, თუჯის, ალუმინის შენადნობების, ბრინჯაოს შედუღებისას გამოიყენება წინასწარი ადგილობრივი გახურება. მასთან, ალუმინს და მის შენადნობებს ახურებენ 300°C-მდე ბრინჯაოს – 400°C-მდე, ფოლადს – 400-600°C-მდე, თუჯს – 500-800°C-მდე.

საშემდუღებლო ძაბვების მოხსნა თითქმის მთლიანად შეიძლება, თუ ნაკერ-

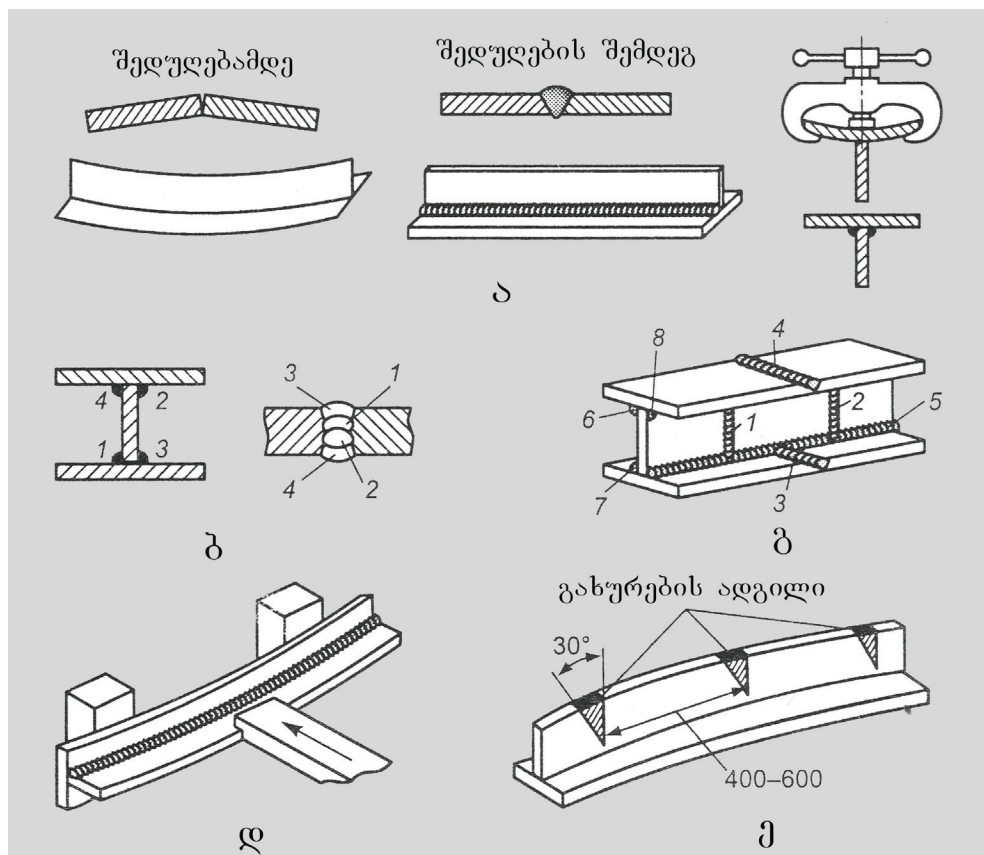
ში და ნაკერის მიმდებარე ზონაში შეიქმნება დამატებითი პლასტიკური დეფორმაციები, რაც შეიძლება მიღწეულ იქნეს ნაკერების გადაჭედვით. დიდი სისქის ლითონის და პლასტიკური ცეცხლმდეგი ფოლადების შედუღების დროს გამოიყენება შრედაშრე გადაჭედვა. ამას ახორციელებენ შენადული ნაკერის გაცივების დროს (ტემპერატურა 450°C და მეტი ან 150°C და ქვევით). 400-300°C ინტერვალში ლითონის დაქვეითებული პლასტიკურობის გამო, მისი გადაჭედვისას შეიძლება წარმოიქმნას ჩანაგლეჯი (ჩანახევი). როგორც წესი, შენადული შეერთების სპეციალური გახურება გადაჭედვისათვის საჭირო არ არის. გადაჭედვა სრულდება ყოველი შრის დადების შემდეგ პნევმატური ღოჯის მსუბუქი დარტყმებით ან ხელით 0,6-1,2 კგ მასის მომრგვალებული საცემლიანი ჩაქუჩის მეშვეობით.

გადაჭედვის სიხშირე და ინტენსივობა დამოკიდებულია ლითონის სისქის, ფოლადის შედგენილობის, გახურების ტემპერატურის, რა ტემპერატურაზეც მიმდინარეობს შედუღება, და მრავალ სხვა ფაქტორზე. გადაჭედვა უნდა შესრულდეს ნაკერის სახის მოსწორებით.

შენადული ნაკერის გადაჭედვა ხელს უწყობს აგრეთვე კონსტრუქციის დაღლილობითი სიმტკიცის გაზრდას.

დეტალების დეფორმაციის მოცილება ხდება სწორებით, რისთვისაც გამოიყენება წნეხები, დომკრატები, სასწორებელი მოწყობილობა, რომელსაც დასარტყმელი მოწყობილობით აქვს და სხვა (იხ. ნახაზი ქვემოთ, დ). 3 მმ-მდე სისქის ლითონის სწორება ხდება ხელით, ჩაქუჩის მეშვეობით. მექანიკური სწორების დროს წარმოიქმნება ადგილობრივი ცივნაჭედი, რომელიც ზრდის ლითონის დენადობის ზღვარს. ცივჭედვით გამოწვეული მექანიკური თვისებების არაერთგვაროვნება უარყოფითად აისახება კონსტრუქციის სტატისტიკურ სიმტკიცეზე და ცვალებადი დატვირთვებისას მისი ექსპლუატაციის დროს.

შედუღების შემდეგ წარმოქმნილი სხვადასხვა დეფორმაციის გამოსწორება ხდება თერმული სწორებით (ნახაზი ქვემოთ, ე).



თერმული სწორება დეფორმირებულ უბანზე ხორციელდება სითბოს ადგილობრივი წყაროს ზემოქმედების გზით. სისადავის, მოხერხებულობის, სიიარის გამო ის ფართოდ გამოიყენება, რადგანაც იმავდროულად საშუალებას იძლევა გამოსწორდეს საერთო და ადგილობრივი დეფორმაციები.

თერმულ სწორებას შეიძლება დაეუქვემდებარეთ ლითონი, რომელიც საკმარისად პლასტიკურია და არ იცვლის თვისებებს სწორების ტემპერატურის ინტერვალში.

სწორებისას დეფორმირებულ ზედაპირს ახურებენ $750-800^{\circ}\text{C}$ -მდე ამოზნექილი ნაწილის მხრიდან. გახურებული უბანი მიისწრაფვის გაფართოებისაკენ, თუმცა მასზე გარშემორტყმული ცივი ლითონი, ზღუდავს ამ შესაძლებლობას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება შეკუმშვით გამოწვეული პლასტიკური დეფორმაციები. დეფორმაციის სიდიდის მიხედვით გახურება ხდება რამდენიმეჯერ. გახურება იწყება გაღუნვის მაქსიმალური წერტილიდან გამოსასწორებელი უბნის ნაპირისკენ თანდათანობითი გადასვლით. გაცივების შემდეგ გახურებული უბნის წრფივი ზომები მცირდება, რაც დეფორმაციის შემცირებას ან სრულ აღმოფხვრას იწვევს.

თხელი ფურცლის დეფორმაციის შემთხვევაში, რომელიც მიღებულია მასიურ ჩარჩოზე და მიღებული აქვს დეფორმაცია, მისი სწორება შეიძლება ფურცლის ამოზნექილ მხარესთან სიმეტრიულად განლაგებულ წერტილებში ლითონის გახურების გზით. გახურება უნდა შესრულდეს ამოზნექილობის ცენტრიდან.

ფურცლოვან კონსტრუქციაში წარმოქმნილი დეფორმაციების წარმატებულად თავიდან მოშორება შეიძლება განხორციელდეს ადგილობრივი გახურების მაშველობით და დეფორმაციის ერთდროული სწორებით ლითონის ან ხის ჩაქუჩით.

შენაღწევი ნაკერის თერმული დამუშავება

თერმული დამუშავება გამოიყენება შედუღების ძაბვის მოსახსნელად და სტრუქტურის გასაუმჯობესებლად. ამისათვის გამოიყენება თერმული დამუშავების შემდეგი ძირითადი სახეობები: მაღალი მოშვება, ნორმალიზაცია, აუსტენიზაცია.

ყველაზე ხშირად, ამ თვალსაზრისით, გამოიყენება მაღალი მოშვება (650°C -მდე გახურება, 3 წმ-მდე დაყოვნება სისქის ყოველ მილიმეტრზე, ჰაერზე ნელი გაცივება).

გაცივების რეჟიმი ძირითადად დამოკიდებულია ფოლადის ქიმიურ შედგენილობაზე. რაც მეტია ელემენტები, რომლებიც ხელს უწყობს წრთობას, მით ნაკლები უნდა იყოს გაცივების სიჩქარე.

შედულების შემდგომი მოშვება, რომელიც, ჩვეულებრივ, გამოიყენება ნაკერის მიმდებარე ზონისა და მისი სტრუქტურის გათანაბრებისათვის, შიგა ძაბვებსაც ამცირებს. ხოლო, როდესაც ხურდება მთელი ნაკეთობა, მოშვება შეიძლება იყოს საერთოც და ადგილობრივიც, ადგილობრივი მაშინ, როდესაც ხურდება მხოლოდ შენადული შეერთების ზონა. საერთო მოშვების უპირატესობა ისაა, რომ ძაბვების შემცირება ხდება შენადულ კონსტრუქციაში მთლიანად, მისი საერთოსაგან დამოუკიდებლად. მოშვების ტექნოლოგიური ოპერაცია ოთხი სტადიისაგან შედგება: გახურება; ტემპერატურის გათანაბრება ნაკეთობის სიგრძე-სიგანით; მოშვების ტემპერატურაზე დაყოვნება; გაცივება.

ნორმალიზაცია ძირითადად გამოიყენება 100 მმ-მდე დიამეტრის და კედლის მცირე სისქის ლეგირებული ფოლადებისაგან დამზადებული მილების შენადული შეერთებებისთვის – ნაკეთობას იმაზე უფრო მაღალ ტემპერატურამდე ახურებენ, ვიდრე მაღალი მოშვებისთვისაა საჭირო (დაბალლეგირებული ფოლადისათვის 900-950°C), რამდენიმე წუთით აყოვნებენ და ჰაერზე აცივებენ.

თერმული დამუშავების დამთავრების შემდეგ შენადული ნაკერის გარე ზედაპირის სისაღის ან საკონტროლო შეერთებების და კონსტრუქციიდან ამოჭრილი ნიმუშების გაზომვის გზით იხინჯება მისი ხარისხი.

საშემდუღებლო ელექტროდები

ნახშირბადიანი და დაბალლემბირებული ფოლადების შედუღებისათვის . .	1
ლემბირებული თბომედეები ფოლადების შედუღებისათვის	2
მაღალლემბირებული ფოლადების შედუღებისათვის	3
დადუღებისათვის	4
ფერადი ლითონებისა და შენადნების შედუღებისა და დადუღებისათვის .	5
თუჯის შედუღებისათვის	6
ლითონების ჯრისათვის.	7

ელექტროდების კოდირების სისტემა

AHO-4

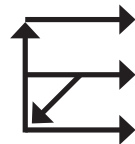
ნახშირბადიანი და დაბალფერტილებული
კონსტრუქციული ფოლადების შედუღებისათვის
სასტ 9466-75
და სასტ 9467-75 მიხედვით.

Э46-AHO-4-Ø-YJ
E430(3)-P21
ГОСТ 9467
ISO 2560
DIN 1913
AWS A5.1
Э46
E432R21
E4332R21
E6012

სასტ 9466-75
ტმ 05416923.001-95

ფ.3, 10, 20 და სხვა მარკის დანიშნულება და გამოყენების არე დაბალნახშირბადიანი ფოლადებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შედუღებისათვის.

მავთულის მარკა დაფარვის სახეობა
C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70 რუტილური
საშემდუღებლო
ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	10-140	90-110	100-120
4,0	170-210	140-150	140-170
5,0	190-270	150-170	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური
შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	C	Si	S	P
0,55-0,80	0,10	0,20	0,040	0,045

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები
(არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინააღობა, ნ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV- 34/ჯ/სმ² ტემპერა- ტურისას
450	18	78
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ
ელექტროდისთვის, გ/წთ

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 92,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ

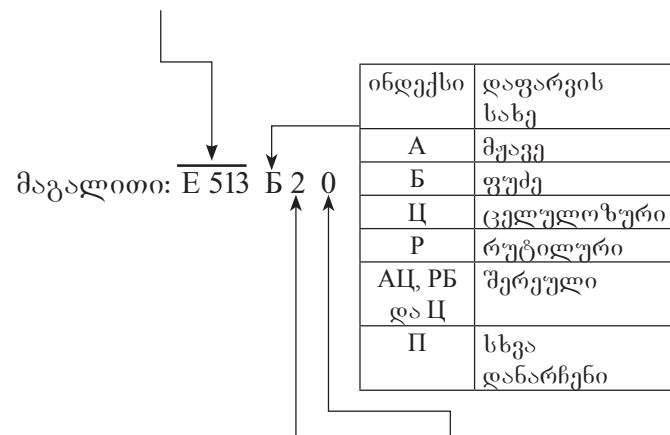
თერმული დამუშავების რეჟიმი
შედუღების წინ 180°C/1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

AHO-4 ელექტროდები მაღალი რეჟიმების დროს უზრუნველყოფენ უდევფექტო ნაკერის მიღებას. უზრუნველყოფენ აგრეთვე ლითონის ნაკერის კარგ ფორმირებას, ლითონის ნაკერის მაღალ მდგრადობას ფორებისა და ცხელი ბზარების წარმოქმნის წინააღმდეგ.

1

პირობითი ნიშანი		დადუღებული ლითონის მინიმ- ალური მექანი- კური თვისებები		მინიმალური ტემპერატუ- რა KCV>34 ჯ/სმ² დროს	
ინდექსი		σ _B , მპა		δ ₅ , %	ინდექსი °C
E410	E430	410	430	20	0
E411	E431	410	430	20	1
E412	E432	410	430	22	2
E413	E433	410	430	24	3
E414	E434	410	430	24	4
E415	E435	410	430	24	5
E416	E436	410	430	24	6
E417	E437	410	430	24	7
E510	510			18	0
E511	510			18	1
E512	510			18	2
E513	510			20	
E514	510			20	
E515	510			20	
E516	510			20	
E517	510			20	



ინდექსი	ნაკერების მდებარეობა შედუღების- სას	ინდექსი	მუდმივი დენის პოლარობა	U _{xx} კვების წყაროს, ვ
1	ყველა			
2	ყველა, გარ- და ვერტი- კალურისა ზევიდან ქვევით	0	უკუპოლარობა	—
		1	ნებისმიერი (+1-)	50
		2	პირდაპირი პო- ლარობა (-)	50
		3	უკუპოლარობა (+)	50
		4	ნებისმიერი (+/-)	70
		5	პირდაპირი პო- ლარობა (-)	7-
		6	უკუპოლარობა (+)	70
		7	ნებისმიერი (+/-)	90
		8	პირდაპირი პო- ლარობა (-)	90
		9	უკუპოლარობა (+)	90
3	ქვედა, პორი- ზონტალური ვერტი- კალურ სი- ბრტყეზე			
4	ქვედა და ნავისებურ მდებარეო- ბაში			

AHO-6

AHO-13

Յ42-AHO-6-Շ-YII	ГОСТ 9467	Յ42	Յ42-AHO-13-Շ-YII	ГОСТ 9467	Յ46
E410(1)-P21	ISO 2560	E432R21	E430(1)-P21	ISO 2560	E432R11
	DIN 1913	E4321R21		DIN 1913	E4321R(C)11
სასტ 9466-75	AWS A5.1	E6012	სასტ 9466-75	AWS A5.1	E6013
ტმ 05416923.010-95			ტმ 14-4-1684-91		

დანიშნულება და გამოყენების არე

ფ.3, 10, 20 და სხვა მარკის დაბალნახშირბადიანი ფო-
ლადებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შე-
დულებისათვის.

დანიშნულება და გამოყენების არე

ფ.3, 10, 20 და სხვა მარკის დაბალნახშირბადიანი ფო-
ლადებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შე-
დულებისათვის.

მაეთულის მარკა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა

რუტილური (ილმენიტის
კონცენტრატის ფუქეზე)

საშემდუღებლო ნა-
კერების მდებარეობა



დედნის სახეობა

■ ცვლადი დენი – დენის
წყაროსაგან თავისუფა-
ლი სვლის არანაკლები
50გ ძაბვით.
■ ნებისმიერი პოლარო-
ბის მუდმივი დენი.

მაეთულის მარკა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა

რუტილური

საშემდუღებლო ნა-
კერების მდებარეობა



დედნის სახეობა

■ ცვლადი დენი – დენის
წყაროსაგან თავისუფა-
ლი სვლის არანაკლები
50გ ძაბვით.
■ ნებისმიერი პოლარო-
ბის მუდმივი დენი.

შედულების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	100-140	90-110	100-120
4,0	170-210	140-150	140-170
5,0	190-270	150-170	–

შედულების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	80-140	100-140	90-120
4,0	160-190	150-200	150-180
5,0	180-260	160-220	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)				
Mn	C	Si	S	P
0,55-0,80	0,10	0,20	0,040	0,045
ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)				
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინაღობა, ნ/ მმ²	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV- 34/ჯ/სმ² ტემპერა- ტურისას		
410	18	78	+20°C	
დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ				
				28,0
დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 93,0				
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ ლითონი, კგ				
				1,65
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედულების წინ				
				180°C/1,0სთ.

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)				
Mn	C	Si	S	P
0,60-0,90	0,10	0,30	0,040	0,045
ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)				
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინაღობა, ნ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV- 34/ჯ/სმ² ტემპერა- ტურისას		
450	18	78	+20°C	
დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ				
				27,0
დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 96,0				
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ ლითონი, კგ				
				1,65
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედულების წინ				
				120°C/1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

AHO-6 ელექტროდები უზრუნველყოფენ ნაკერის
ლითონის მაღალ მდგრადობას დეფექტების წარმო-
ქმნის წინააღმდეგ დაჟანგულზე შედულებისას. აღნიშ-
ნული ელექტროდი უზრუნველყოფს ლითონის ნაკერ-
ის კარგ ფორმირებას, ფორიანობის წარმოქმნისა და
ცხელი ბზარების თავიდან აცილებას.

დამატებითი ცნობები

AHO-13 ელექტროდები საშუალებას იძლევიან შე-
დულება წარიმართოს დენის უკიდურესად დაბალ
მნიშვნელობაზე, შესრულებულ იქნას ვერტიკალური
ნაკერი ზევიდან ქვევით. ეფექტურია მცირე სიგრძის
ლითონური ნაკერის შესრულებისას, ავლენს ნაკერის
ლითონის მაღალ მდგრადობას ფორიანობისა და ცხ-
ელი ბზარების წარმოქმნის მიმართ.

AHO-21

Э46-AHO-21-Ø-YII
E432(3)-P11

ГОСТ 9467

ISO 2560

DIN 1913

AWS A5.1

Э46

E432RC11

E4332R(C)21

E6013

სასტ 9466-75

ტმ 054160223.001-95

AHO-24

Э46-AHO-24-Ø-YII
E430(3)-P21

ГОСТ 9467

ISO 2560

DIN 1913

AWS A5.1

Э46

E432R21

E4332R21

E6012

სასტ 9466-75

ტმ 05416923.001-95

1

დანიშნულება და გამოყენების არე

ფ. 3, 20 და სხვა მარკის მცირე სისქის დაბალნახ-
შირბადიანი ფოლადებისაგან დამზადებული კონ-
სტრუქციების შედუღებისათვის შეიძლება გამოყ-
ენებულ იქნას წყალგაყვანილობის, დაბალი წნევის
აირგაყვანილობის შედუღებისათვის.

მაეთულის მარკა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

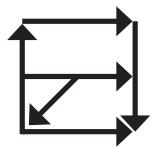
დაფარვის სახეობა

რუტილ-ცელულოზური

საშემდუღებლო ნა-

კერების მდებარეობა

დენის სახეობა



- ცვლადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფა-
ლი სვლის არანაკლები
50ვ ძაბვით.
- ნებისმიერი პოლარო-
ბის მუდმივი დენი.

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
2,0	50-90	50-70	70-90
2,5	60-110	60-90	80-100
3,0	90-140	80-100	100-130

დადუღებული ლითონის ქიმიური

შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	C	Si	S	P
0,50-0,80	0,10	0,30	0,040	0,045

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინადაობა, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV- 34/ჯ/სმ² ტემპერა- ტურისას
410	18	78
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø3მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 14,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 95,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
ლითონი, კგ 1,65

თერმული დამუშავების რეჟიმი

შედუღების წინ 120°C/
40წთ.

დამატებითი ცნობები

AHO-21 ელექტროდები უზრუნველყოფენ კარგ
საშემდუღებლო-ტექნოლოგიურ თვისებებს მცირეა-
ბარიტიანი (საყოფაცხოვრებო) ტრანსფორმატორების
გამოყენებისას შედუღებისათვის: რკალის მსუბ-
უქი (იოლი) ანთება, ნაკერის ლითონის წვრილფარ-
ფლოვანი ფორმირება წიდის ქერქის მსუბუქი (იოლი)
ან თავისთავადი მოცილებადალა.

დანიშნულება და გამოყენების არე

ფ. 3, 20 და სხვა მარკის დაბალნახშირბადიანი ფო-
ლადებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შე-
დუღებისათვის.

მაეთულის მარკა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

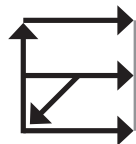
დაფარვის სახეობა

რუტილური

საშემდუღებლო ნა-

კერების მდებარეობა

დენის სახეობა



- ცვლადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფა-
ლი სვლის არანაკლები
50ვ ძაბვით.
- ნებისმიერი პოლარო-
ბის მუდმივი დენი.

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	100-140	90-110	100-120
4,0	170-210	140-150	140-170
5,0	190-270	150-170	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური

შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	C	Si	S	P
0,55-0,80	0,10	0,20	0,040	0,045

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინადაობა, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV- 34/ჯ/სმ² ტემპერა- ტურისას
450	18	78
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 27,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 92,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ 1,67

თერმული დამუშავების რეჟიმი

შედუღების წინ 180°C/
1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

AHO-24 ელექტროდები საშუალებას იძლევიან ვა-
წარმოთ შედუღება დენის უკიდურეს დაბალ მნიშვნე-
ლობებზე, ეფექტურია მცირე სიგრძის ნაკერების შე-
დუღებისას, ვერტიკალურ სიბრტყეზე შედუღებისას ელ-
ექტროდები უზრუნველყოფენ ლითონის ნაკერის კარგ
ფორმირებას, ლითონის ნაკერის მაღალ მდგრადობას
ფორიანობის და ბზარების წარმოქმნის წინააღმდეგ.

MP-3

YOHI-13/45

ო46-MP-3-ო-YII	ГОСТ 9467	ო46
E430(3)-P26	ISO 2560	E432R26
	DIN 1913	E4332R26
სასტ 9466-75	AWS A5.1	E6012
ტმ 14288312.001-95		

დანიშნულება და გამოყენების არე
ფ. 3, 10, 20 და სხვა მარკის დაბალნახშირბადიანი კონსტრუქციების შედუღებისათვის.

მაეთულის მარკა
C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა
რუტილური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- ცვლადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 60გ ძაბვით.
- ნებისმიერი პოლარობის მუდმივი დენი.



შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	100-140	80-110	80-110
4,0	160-220	140-190	140-180
5,0	180-260	160-200	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	C	Si	S	P
0,55-0,80	0,10	0,30	0,040	0,045

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ2 ტემპერატურისას
450	18	78
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა ო4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ 23,5

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 90,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ 1,70

თერმული დამუშავების რეჟიმი 180°C/
შედუღების წინ 1,0სთ.

დამატებითი ცნობები
MP-3 ელექტროდებით გაძლიერებულ (აწეულ) რეჟიმებზე შესაძლებელია ნაკერში ფორების წარმოქმნა. ელექტროდები უზრუნველყოფენ ლითონის ნაკერის კარგ ფორმირებას, ლითონის ნაკერის მაღალ მდგრადობას ფორიანობისა და ცხელი ბზარების წარმოქმნის წინააღმდეგ.

ო42-YOHI-13/45-ო-YII	ГОСТ 9467	ო46
E430(3)-P26	ISO 2560	E432R26
	DIN 1913	E4332R26
სასტ 9466-75	AWS A5.1	E6012
ტმ 14288312.001-95		

დანიშნულება და გამოყენების არე
08, 20, 20II ფ.3, ტიპის ნახშირბადიანი და 09Г2, 14Г2 ტიპის ფოლადებისაგან დამზადებული საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედუღებისათვის, როდესაც ნაკერის ლითონს წაყენებული აქვს პლასტიკურობისა და დარტყმითი სიბლანტის მაღალი მოთხოვნები, კერძოდ, დაბალი ტემპერატურების პირობებში მუშაობისას.

მაეთულის მარკა
C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა
ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- მუდმივი დენის უკუპოლარობა



შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	80-100	80-110	70-90
4,0	130-160	130-140	130-140
5,0	180-220	160-200	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Si	C	S	P
0,45-0,80	0,2-0,3	0,11	0,030	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KfV-34/ჯ/სმ2 ტემპერატურისას
450	18	78
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა ო4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ 21

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 93

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ 1,65

თერმული დამუშავების რეჟიმი 380-400°C/
შედუღების წინ 1,5სთ.

დამატებითი ცნობები
MP-3 ელექტროდებით შესაძლებელია დეტალების ნაწიბურებზე ჟანგის ან ზეთის არსებობის შემოხვევაში და რკალის დაგრძელებისას მგრძნობიარეა ფორების წარმოქმნის მიმართ.

1

YOH1-13/55

942-YOH1-13/55-Ø-УД	ГОСТ 9467	946
E514(3)-B26	ISO 2560	E514R20
	DIN 1913	E5143R20
სასტ 9466-75	AWS A5.1	E6015
ტმ 05416923.015-95		

1

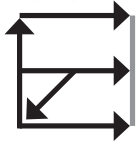
დანიშნულება და გამოყენების არე

08, 20, 20П ფ.3, ნახშირბადიანი და დაბალლევირებული 16ГC, 09Г2C ტიპის ფოლადებისაგან დამზადებული საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შედუღებისათვის, როდესაც ნაკერის ლითონს წაყენებული აქვს პლასტიკურობისა და დარტყმითი სიბლანტის მაღალი მოთხოვნები, კერძოდ, დაბალი ტემპერატურების პირობებში მუშაობისას.

მაეთულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70 ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



- მუდმივი დენის უკუპოლარობა

შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
დიამეტრი, მმ	ქვედა ვერტიკალური ჭერისეული
3,0	80-100 70-90 70-90
4,0	130-160 130-140 130-140
5,0	180-220 160-180 -

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Si	C	S	P
0,65-1,20	0,18-0,50	0,11	0,030	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
490	20	127 -30°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 21

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 93

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ 1,65

თერმული დამუშავების რეჟიმი 380-400°C/შედუღების წინ 1,5სთ.

დამატებითი ცნობები

YOH1-13/55 ელექტროდებით შესადუღებელი დეტალების ნაწიბურებზე ჟანგის ან ზეთის არსებობის შემთხვევაში და რკალის დაგრძელებისას მგრძნობიარეა ფორების წარმოქმნის მიმართ.

AHO-TM/CX

950A-AHO-TM/CX-Ø-УД	ГОСТ 9467	946
E533-B26	ISO 2560	E43 3B 26
	DIN 1913	E43 32 B 26
სასტ 9466-75	AWS A5.1	E7016
ტმ 05416923.011-96		

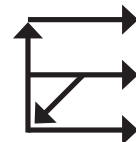
დანიშნულება და გამოყენების არე

490-540МПа-ს (ფესვური ფენების) და 490-540 МПа-ს (შემავსებელი და მოსაპირკეთებელი გასასვლელების სიმტკიცის ზღვრის მქონე ნახშირბადიანი და დაბალლევირებული ფოლადებისაგან შესრულებული მაგისტრალური მილგაყვანილობების პირაპირა შეერთებების შედუღებისათვის.

მაეთულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70 რუტილური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



- უკუპოლარობის მუდმივი დენი.
- ცვლადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 70ჯ ძაბვით.

შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
დიამეტრი, მმ	ქვედა ვერტიკალური ჭერისეული
3,0	80-100 70-90 70-90
4,0	130-160 130-140 130-140
5,0	180-220 160-180 -

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Si	C	S	P
0,80-1,20	0,20-0,50	0,10	0,030	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
490	20	127 -30°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 27

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 95

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ 1,60

თერმული დამუშავების რეჟიმი 380-400°C/შედუღების წინ 2სთ.

დამატებითი ცნობები

AHO-TM/CX ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ფესვური ფენის შექცეული (უკუ) ლილვების ხარისხიან ფორმირებას, ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლით. ამასთან დაკავშირებით, მიღის ფესვის მიღდება შეიძლება საჭირო არ არის. აღნიშნულ ელექტროდს ნავთობაირი ობიექტების კომპლექსის უკრაინის მშენებლობის სერტიფიცირების და ხარისხის კონტროლის ცენტრისაგან მიღებული აქვს ნებართვა ნავთობაირი კომპლექსის ობიექტებზე გამოყენებულ იქნას მიღების ფიტინგების და ჩამკეტი არმატურის შედუღებისათვის.

AHO-TM60

AHO-TM70

<u>Э60А-АНО-TM60-Э-ЛД</u>	ГОСТ 9467 Э60	<u>Э70А-АНО-TM70-Э-ЛД</u>	ГОСТ 9467 Э70
<u>E-08ГНМ-4-Б26</u>	ISO 2560 –	<u>E-08ГНМ1М1-3-Б26</u>	ISO 2560 –
	DIN 8529 EY46431NiMoB26		DIN 1913 EY55321NiMoB26
სასტ 9466-75	AWS A5.5 E8016-G	სასტ 9466-75	AWS A5.1 E10016-G
ტმ 05416923.012-96		ტმ 05416923.012-96	

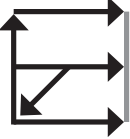
დანიშნულება და გამოყენების არე

588МПа-ზე (ფესვური ფენების) და 540-550МПа-ზე მეტი (შემავსებელი და მოსაპირკეთებელი გასასვლელების სიმტკიცის ზღვრის მქონე ნახშირბადიანი და დაბალლესიერებული ფოლადებისაგან შესრულებული მაგისტრალური მილსადენების პირაპირა შეერთებების შედუღებისათვის.

მათულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_Б-08, C_Б-08A სასტ 2246-70 ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



- უკუპოლარობის მუდმივი დენი.
- ცვალებადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 70გ ძაბვით.

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	70-120	60-110	80-120
4,0	140-200	120-150	130-170
5,0	190-230	160-180	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Si	Ni	Mo	C	S	P
0,80-1,20	0,20-0,50	0,50-0,90	0,20-0,40	0,10	0,030	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
588	18	98
		-30°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ

27

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 95

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,60

თერმული დამუშავების რეჟიმი

380-400°C/შედუღების წინ

2,0სთ.

დამატებითი ცნობები

АНО-TM60 ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ფესვური ფენის შექცეული (უკუ) ლილვების ხარისხიან ფორმირებას, ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლით. ამასთან დაკავშირებით, მილის ფესვის მიღუდება შიგნიდან საჭირო არ არის. აღნიშნულ ელექტროდს ნავთობაირი ობიექტების კომპლექსის უკრაინის მშენებლობის სერტიფიცირების და ხარისხის კონტროლის ცენტრისაგან მიღებული აქვს ნებართვა ნავთობაირ კომპლექსის ობიექტებზე გამოყენებულ იქნას მიღების, ფიტინგების და ჩამკეტი არმატურის შედუღებისათვის.

დანიშნულება და გამოყენების არე

685МПа-ზე მეტი სიმტკიცის ზღვრის მქონე დაბალლესიერებული ფოლადებისაგან დამზადებული მაგისტრალური მილსადენების პირაპირა შეერთებების შედუღებისათვის.

მათულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_Б-08, C_Б-08A სასტ 2246-70 ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



- უკუპოლარობის მუდმივი დენი.
- ცვალებადი დენი – დენის წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 70გ ძაბვით.

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	70-120	60-110	80-120
4,0	140-200	120-150	130-170
5,0	190-230	160-180	–

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Si	Ni	Mo	C	S	P
0,80-1,20	0,20-0,50	0,80-1,20	0,70-1,00	0,10	0,030	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
686	14	59
		-20°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ

27

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 95

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,60

თერმული დამუშავების რეჟიმი

380-400°C/შედუღების წინ

2,0სთ.

დამატებითი ცნობები

АНО-TM70 ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ფესვური ფენის შექცეული (უკუ) ლილვების ხარისხიან ფორმირებას, ძირითად ლითონზე მდოვრე გადასვლით. ამასთან დაკავშირებით, მილის ფესვის მიღუდება შიგნიდან საჭირო არ არის. აღნიშნულ ელექტროდს ნავთობაირი ობიექტების კომპლექსის უკრაინის მშენებლობის სერტიფიცირების და ხარისხის კონტროლის ცენტრისაგან მიღებული აქვს ნებართვა ნავთობაირ კომპლექსის ობიექტებზე გამოყენებულ იქნას მიღების, ფიტინგების და ჩამკეტი არმატურის შედუღებისათვის.

263

ელექტროდების კოდირების სისტემა

TMJ-1Y

ლეგირებული თბომდეგი ფოლადების
შედულებისათვის **სასტ 9466-75** და
სასტ 9467-75 მისხედით

Э09Х1М-ТМЖ-1Y-Ø-ТЛ
Е514(3)-Е26

ГОСТ 9467
ISO 3580
DIN 8575
АWS А5.5

Э-09Х1М
Е1 CrMoB
ECrMo 120
Е6515-В2

სასტ 9466-75
ტმ 34-10-10169-90

2

მინიმალური ტემპერატურა KCV>34ჯ/სმ²		მაქსიმალური სამუშაო ტემპერატურა როდესაც დადუღებული ლითონის σ _{0.2} რეგლამენტირებულია	
ინდექსები	°C	ინდექსები	°C
0	—	0	<450
1	+20	1	450-465
2	0	2	470-495
3	-20	3	490-505
4	-30	4	510-525
5	-40	5	530-545
6	-50	6	550-565
7	-60	7	570-585
		8	590-600
		9	<600

მაგალითი E-04-B-2 0

ინდექსი	დაფარვის სახე
A	მუავე
B	ფუძე
П	ცელულოზური
P	რეტილური
PB	შერეული
П	დანარჩენი

ინდექსი	ნაკერების მდებარეობა შედუღებისას
1	ყველა
2	ყველა, გარდა ვერტიკალურისა ზევიდან ქვევით
3	ქვედა, ჰორიზონტალური ვერტიკალურ სიბრტყეზე და ვერტიკალური ქვევიდან ზევით
4	ქვედა და ქვედა ნავისებური

ინდექსი	მუდმივი დენის პოლარობა	Uxx ^{1*}
0	უკუ (+)	—
1	ნებისმიერი (+/-)	50
2	პირდაპირი (-)	50
3	უკუ (+)	50
4	ნებისმიერი (+/-)	70
5	პირდაპირი (-)	70
6	უკუ (+)	70
7	ნებისმიერი (+/-)	90
8	პირდაპირი (-)	90
9	უკუ (+)	90

დანიშნულება და გამოყენების არე
545°C-მდე მომუშავე 12MX, 15XM, 20XMJ, 12X2M1, 12X1MØ, 12X2MØ6 და 12X2MΦCP ფოლადების თბო და ატომური ელექტროსადგურების ენერგომოწყობილობის მიღების პირაპირა შედუღებისათვის.

მაეთულის მარკა
C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა
ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა
▪ უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	90-115	75-100	60-90
4,0	130-170	110-140	100-120
5,0	170-200	140-170	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P
0,06-0,12	0,15-0,40	0,50-0,90	0,89-1,20	0,40-0,70	0,025	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)		
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დარტყმითი დროებითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
ნ/მმ²	ჯ/სმ²	
470	18	88
		+20°C

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ		21
დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 98		
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ		1,70
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ		380-400°C/1,5სთ.

დამატებითი ცნობები
TMJ-1Y ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ მდგრადობას ფორების წარმოქმნის მიმართ რკალის დაგრძელების დროს, საშუალებას იძლევა შედუღება შესრულდეს ვიწრო გამოყვანით.

TMJ-3Y

ГОСТ 9467

ISO 3580

DIN 8575

AWS A5.5

Э-09XIMФ

E1 CrMoB

ECrMo 120

E7015-B2

Э09X1HФ-ТМЛ-3У-Э-ТЛ

E16-B20

სასტ 9466-75

ტმ 34-10-10174-90

დანიშნულება და გამოყენების არე

565°C-მდე მომუშავე 12MX, 15XM, 20MJ, 12X2M1, 12X1MΦ, 12X2MΦБ, 12X2MΦCP, 12XMΦ-Л, 15X1M1Φ და 15X1M1Φ ფოლადების თბო და ატომური ელექტროსადგურების ენერგომოწყობილობის მიღების პირაპირა შედუღებისათვის.

მათულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70 ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიაგნოტიკა, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	90-115	75-100	60-90
4,0	130-170	110-140	100-120
5,0	170-200	140-170	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P
0,06-0,12	0,15-0,40	0,50-0,90	0,89-1,20	0,40-0,70	0,025	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

(თერმული დამუშავება — მაღალი მოშვება 725±15°C/1+0,5 სთ)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
490	16	78

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ

20,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი %

95,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,70

თერმული დამუშავების რეჟიმი

380-400°C/1,5 სთ.

დამატებითი ცნობები

TMJ-3Y ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ მდგრადობას ფორების წარმოქმნის მიმართ რკალის დაგრძელების დროს, შესაძლებლობას იძლევა შედუღება შესრულებულ იქნას ვიწრო გამოყვანით ნაწიბურების ცეროზის საერთო კუთხით არანაკლებ 150°.

ЦУ-5

ГОСТ 9467

ISO 2560

DIN 1913

AWS A5.1

Э-50А

E1 431B20

E4310B10

E7015

Э-50А-ЦУ-5-2,5-УЛ

E-431-B20

სასტ 9466-75

ტმ 34-10-10174-90

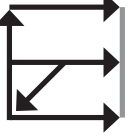
დანიშნულება და გამოყენების არე

ნახშირბადიანი და დაბალლევირებული საკონსტრუქციო ფოლადებისაგან დამზადებული, 400°C ტემპერატურაზე მომუშავე, საჭეხე აგრეგატების გახურების ელემენტების ზედაპირების, მილგაყვანილობების პირპირების ფესვური ნაკერების შედუღებისათვის.

მათულის მარკა დაფარვის სახეობა

C_B-08, C_B-08A სასტ 2246-70 ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა დენის სახეობა



უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიაგნოტიკა, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
2,5	75-90	70-85	65-95

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

C	Si	Mn	S	P
0,06-0,12	0,20-0,50	1,00-1,60	0,030	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, % დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ² | შენადნობის ნაკერის გადამტანის კუთხე || 490 | 20 | 137 | 150° |

დადუღების მწარმოებლურობა Ø2,5მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ

13,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი %

96,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,70

თერმული დამუშავების რეჟიმი

340-380°C/2,0 სთ.

დამატებითი ცნობები

ЦУ-5 ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ მდგრადობას ფორების წარმოქმნის მიმართ რკალის დაგრძელების დროს, შესაძლებლობას იძლევა სქელკედლიანი მილის ფესვური ნაკერის შედუღება შესრულდეს დიდი ღრეწოთი.

265

II-39

II-39-2,5-TI

E-27-B20

ГОСТ 9467

ISO 3580

DIN 8575

AWS A5.5

Э-09Х1МФ

E1CrMoV B20

E CrMoV 120

E6015-G

სსსტ 9466-75

ფსტ 24-948-01-90

2

დანიშნულება და გამოყენების არე

ლეგირებული თბომდევი ქრომმოლიბდენვანადი-უმბიანი ფოლადებისაგან დამზადებული 565°C ტემპერატურაზე მომუშავე თბო და ატომური ელექტროსადგურების ენერგომოწყობილობის შედულებისათვის.

მავთულის მარკა

დაფარვის სახეობა

C_B-08, C_B-08A

სსსტ 2246-70

ფუძე

დედნის სახეობა

საშემდუდებლო ნაკერების მდებარეობა

დედნის სახეობა

უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედულების რეჟიმი

საშემდუდებლო დენის ძალა, A

ლიამეტრი, მმ

ქვედა

ვერტიკალური

ტერისეული

2,5

75-90

70-85

65-85

დადუდებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	S	P
0,06-0,12	0,20-0,40	0,60-0,90	0,80-1,25	0,40-0,70	0,12-0,30	0,025	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, წ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე, წ/მმ²	KCV-34/ჯ/სმ² ტემპერატურისას
490	16	78
		0°C

დადუდების მწარმოებლურობა Ø2.5მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ

10,0

დადუდებული ლითონის გამოსავალი %

94,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუდებულ მეტალზე, კგ

1,65

თერმული დამუშავების რეჟიმი

340-380°C/2,0სთ.

შედულების წინ

დამატებითი ცნობები

II-5 ელექტროდი უზრუნველყოფს ნაკერის ლითონის მაღალ მდგრადობას ფორების წარმოქმნის მიმართ რკალის დაგრძელების დროს, შესაძლებლობას იძლევა სქელკედლიანი მილის ფესვური ნაკერის შედულება შესრულდეს დიდი ღრეწოთი.

ელექტროდების კოდირების სისტემა

მაღალლეგირებული ფოლადების შედულებისათვის სსსტ 9466-75 და სსსტ 10052-75-ის მიხედვით

კრისტალთ-შორისი კოროზიის წინააღმდეგ მდგრადობა

ГОСТ 6032-69-ს მიხედვით

ინდექსი	მეთოდი
0	—
1	A
2	AM-AMU
3	Б
4	В и ВУ
5	Д

მაქსიმალური მუშა ტემპერატურა მხურვალმტკიცეობისა და მხურვალმდეობის მიხედვით

ინდექსი	მხურვალ-მტკიცეობა	მხურვალ-მდეობა
0	—	—
1	500-550	610-650
2	510-550	610-650
3	560-600	660-700
4	610-650	710-750
5	660-700	760-800
6	710-750	810-900
7	760-800	910-1000
8	810-850	1010-1100
9	850-ზე მეტი	1100-ზე მეტი

ფერიტული ფაზის შემცველობა დადუდებულ ლითონში

ინდექსი	%
0	—
1	0,5-4,0
2	2,0-4,0
3	2,0-5,5
4	2,0-8,0
5	2,0-10
6	4,0-10
7	5-15
8	10-20

ინდექსი

დაფარვის სახე

A

მუავე

Б

ფუძე

Ц

ცელულოზური

P

რუტილური

РБ და სხვა

შერეული

П

სხვა დანარჩენი

ინდექსი

ნაკერების მდებარეობა შედულებისას

1

ყველა

2

ყველა, გარდა ვერტიკალურისა ზევიდან ქვევით

3

ქვედა, ჰორიზონტალური ვერტიკალურ სიბრტყეზე და ვერტიკალური ქვევიდან ზევით

4

ქვედა და ქვედა ნავისებური

ინდექსი

მუდმივი დენის პოლარობა

U_{xx}^{2*} დენის წყაროს (ტრანსფორმატორის)

0

უკუ (+)

—

1

ნებისმიერი (+/-)

50

2

პირდაპირი (-)

50

3

უკუ (+)

50

4

ნებისმიერი (+/-)

70

5

პირდაპირი (-)

70

6

უკუ (+)

70

7

ნებისმიერი (+/-)

90

8

პირდაპირი (-)

90

9

უკუ (+)

90

3

O3Л-8

Э-07Х20Н9-03-8-ВЛ	ГОСТ 10052	Э-07Х20Н9
E-0004-B20	ISO 3581	E19.9 B20
	DIN 8556	E 19.9 B20
სასტ 9466-75	AWS A5.4	E308-15
ტმ 14288312. 002-96		

დანიშნულება და გამოყენების არე
08X18H10, 12X18H10T და მათი მსგავსი მარკის კოროზიამდებელი ფოლადებისაგან დამზადებული ნაკეთობების შედუღებისათვის, როდესაც ნაკერის ლითონის მიმართ მოთხოვნილება კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ მკაცრი არ არის.

მავთულის მარკა

C_B-04X19H9, ან C_B-06X19H9T

სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა

ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა



უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
2,0	30-50	30-40	30-40
2,5	40-60	40-50	40-50
3,0	50-70	50-60	50-60
4,0	110-130	100-120	100-120
5,0	150-170	120-150	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შემადგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
Si	Mn	Cr	Ni	C	S	P
0,30-1,20	1,00-2,00	18,0-21,5	7,5-10	0,09	0,020	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)		
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინააღმდეგობა, წინააღმდეგობა, ნ/მმ²	ფარდობითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	
540	78	22

ფერიტული ფაზის შემცველობა ნაკერის დადუღებულ ლითონში 2-8%

დადუღების მწარმოებლურობა Ø2.5მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	24,0
დადუღებული ლითონის გამოსავალი %	93,0
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,70
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	280-300°C/1,0სთ.

ЦЛ-11

Э-08Х20Н9Г2Б-ЦЛ-11-ВЛ	ГОСТ 10052	Э-08Х20Н9Г2Б
E-2005-B20	ISO 3581	E19.9 N _B B20
	DIN 8556	E 19.9 N _B B20
სასტ 9466-75	AWS A5.5	E347-15
სასტ 24-948-01-90		

დანიშნულება და გამოყენების არე
08X18H10, 0X18H10T, 0X18H12B და მსგავსი მარკის კოროზიამდებელი ფოლადებისაგან დამზადებული ნაკეთობების შედუღებისათვის, როდესაც ნაკერის ლითონის მიმართ წაყენებულია მკაცრი მოთხოვნები კრისტალთშორისი კოროზიის მდგრადობისადმი.

მავთულის მარკა

C_B-04X19H9, C_B-06X19H9T ან C_B-07X19H10B

სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა

ფუძე

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა



უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
2,0	40-55	30-40	30-40
2,5	55-65	40-50	40-50
3,0	70-90	50-80	50-80
4,0	130-155	110-130	110-130
5,0	150-180	120-160	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შემადგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)							
C	Mn	Cr	Ni	Nb	Si	S	P
0,05-0,12	1,00-2,50	18,0-22,5	7,5-10	0,70-1,30	1,30	0,020	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)		
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინააღმდეგობა, წინააღმდეგობა, ნ/მმ²	ფარდობითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	
540	78	22

ფერიტული ფაზის შემცველობა ნაკერის დადუღებულ ლითონში 2,5-10%

დგარების ნაკერის ლითონი კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ JIMY-ს მეთოდით გამოცდისას.	
დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	25,0
დადუღებული ლითონის გამოსავალი %	95,0
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,60
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	270-300°C/1,0სთ.

ИТ-15

Э-08Х19Н10Г2Б-ИТ-15-ЭБ/Л
E-2005-Б20

ГОСТ 10052 Э-08Х19Н10Г2Б
ISO 3581 E19.9 Nb B20
DIN 8556 E 19.9 Nb B20
AWS A5.4 E347-15

სასტ 9466-75
სასტ 10052-75

3

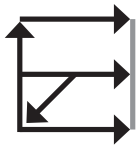
დანიშნულება და გამოყენების არე

X18H9T-Л, X20H12T-Л, X16H13Б და მსგავსი მარკის აუსტენიტური ფოლადებისაგან დამზადებული საპასუხისმგებლო კვანძების შედუღებისათვის, რომლებიც 570-650°C ტემპერატურაზე და მაღალ წნევებზე მუშაობენ, აგრეთვე იგივე მარკის ფოლადების შედუღებისათვის, რომელთა ნაკერის ლითონის მიმართ მკაცრი მოთხოვნებია მდგრადობაზე კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ.

მავთულის მარკა

C_B-07X19H10B სასტ 2246-70

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა



დაფარვის სახეობა

ფუჟე

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
2,0	50-60	40-60	40-60
2,5	70-90	60-80	60-80
3,0	80-100	70-90	70-90
4,0	110-140	100-125	100-125
5,0	150-180	135-160	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

C	Mn	Cr	Ni	Nb	Si	S	P
0,05-0,12	1,00-2,50	18,0-20,5	7,5-10	0,70-1,30	1,30	0,020	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, ნ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²
540	78

ფერიტული ფაზის შემცველობა ნაკერის დადუღებულ ლითონში

2-5,5%

დგარების ნაკერის ლითონი კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ IMY მეთოდით გამოცდისას.

დადუღების მწარმოებლურობა 04მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ

21,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი %

95,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,70

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ

280-300°C/
1,5სთ.

ОЗЛ-6

Э-10Х25Н13Г2- ОЗЛ-6-ЭБ/Л
E-2975-Б20

ГОСТ 10052 Э-10Х25Н13Г2
ISO3581 E23.12 B20
DIN 8556 E 23.12 B20
AWS A5.4 E309-15

სასტ 9466-75
სასტ 14288312.002-96

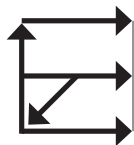
დანიშნულება და გამოყენების არე

20X23HB, 20X23H18 და მსგავსი მარკის მხურვალმედევი ფოლადებისაგან ნაგლისა და სხმულების კონსტრუქციების შედუღებისათვის, რომლებიც მჟანგავი გარემოს პირობებში 1000°C ტემპერატურაზე მუშაობენ. შესაძლებელია 15X25T და მისი ანალოგიური ქრომოვანი ფოლადების შედუღება, აგრეთვე დაბალნახშირბადიანი და დაბალლეგირებული ფოლადების შედუღება აუსტენიტური კლასის ფოლადებთან.

მავთულის მარკა

C_B-07X19H10B სასტ 2246-70

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა



დაფარვის სახეობა

ფუჟე

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	60-80	50-70	50-70
4,0	120-140	100-120	100-110
5,0	140-140	120-140	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Cr	Ni	C	Si	S	P
1,0-2,5	22,5-27,0	11,5-14,0	0,12	1,00	0,020	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, ნ/მმ²	წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²
540	25	88

ფერიტული ფაზის შემცველობა ნაკერის დადუღებულ ლითონში

2,5-10%

დგარების ნაკერის ლითონი კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ AMY მეთოდით გამოცდისას.

დადუღების მწარმოებლურობა 04მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ

23,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი %

95,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ

1,60

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ

270-300°C/
1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

შენადნული ნაკერის ლითონი ხასიათდება ხანგრძლივი სიმტკიცით $\sigma_{00001\text{თ-20}}^{900^\circ\text{C}} = 10,9\text{H/მმ}^2$ მაღალი 1000°C მხურვალმედეგობით.

3ИО-8

НИИ-48Г

3ИО-8-Ø-ВЛ	ГОСТ 10052	Э-10Х25Н13Г2	Э-10Х20Н9Г6С-НИИ-48Г-Ø-ВЛ	ГОСТ 10052	Э-10Х20Н9Г6С
E-2003-B20	ISO3581	E23.12 B20	E-0050-B20	ISO3581	E18.8Mn B20
	DIN 8556	E 23.12 B20		DIN 8556	E 18.8Mn6 B20
სასტ 9466-75	AWS A5.4	E309-15	სასტ 9466-75		
ფსტ 5.9370-81			სასტ 10052-75		

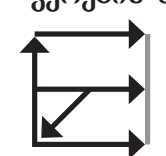
დანიშნულება და გამოყენების არე

08X18H10, 12X18H10T და მსგავსი მარკის აუსტენიტური კლასის კოროზიამდებვი ფოლადების შედულებისათვის, პერლიტური კლასის ფოლადებზე ანტიკოროზიული საფარის პირველი ფენის დადულები-სათვის, აგრეთვე ორფენოვანი ფოლადების ლევირუბული ფენის მხრიდან შედულებისათვის, როდესაც შედულებული (დადულებული) ნაკერის ლითონის მიმართ წაყენებულია მოთხოვნილება კრისტალთშორისი კოროზიის მიმართ მდგრადობაზე.

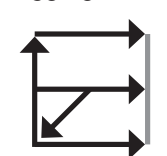
დანიშნულება და გამოყენების არე

08X18H9T, 10X18H10 ტიპის და მათი მსგავსი სპეციალური დაბალლევირებული, კოროზიამდებვი ფოლადებისაგან, აგრეთვე სხვადასხვაგვარი ფოლადები-საგან (08X13, 12X17 და ასესტენიტური მაღალქრომი-ანი 08X18 9, 10X18 10 ტიპის და მათი მსგავსი კონსტრუქციული ნახშირბადიანი და დაბალლევირუ-ლი) და მაღალმანგანუმიანი 110Г13-Л ფოლადისაგან დამზადებული კონსტრუქციების შესადულებლად.

მათულის მარკა	დაფარვის სახეობა
C _Б -07X25H13 სასტ 2246-70	ფუძე
საშემდულებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა



უკუპოლარობის მუდმივი დენი



უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედულების რეჟიმი		საშემდულებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	80-100	60-80	60-80
4,0	130-150	110-130	110-130
5,0	150-170	120-140	—

შედულების რეჟიმი		საშემდულებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჰერისეული
3,0	100-130	90-120	90-120
4,0	140-180	130-160	130-160
5,0	190-200	170-180	—

დადულებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
Cr	Ni	C	Si	Mn	S	P
23,0-27,0	11,5-14,0	0,12	1,00	2,7	0,020	0,030

დადულებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
Mn	Si	Cr	Ni	C	S	P
4,8-7,0	0,5-1,2	18,5-21,5	8,5-11,0	0,13	0,020	0,040

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)		
გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინააღობა, ნ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	დენადობის ზღვარი H/მმ²
540	25	88
294		

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინააღობა, ნ/მმ²	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²
540	25
88	

ფერიტული ფაზის შემცველობა დადულებულ ლითონში	ნაკერის
	2-5%
დგარების ნაკერის ლითონი კრისტალთშორისი კოროზიის წინააღმდეგ ЛМТУ მეთოდით გამოცდისას.	
დადულების მწარმოებლურობა 04მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	25,5
დადულებული ლითონის გამოსავალი %	95,0
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადულებულ მეტალზე, კგ	1,60
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედულების 250-270°C/წინ	1,5სთ.

დადულების მწარმოებლურობა 04მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	30,5
დადულებული ლითონის გამოსავალი %	95,0
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადულებულ მეტალზე, კგ	1,70
თერმული დამუშავების რეჟიმი შედულების 280-300°C/წინ	1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

560-800°C ტემპერატურაზე განმეორებით გახურების შემდეგ ნაჯერის ლითონს მიდრეკილება უნდდება კრისტალთშორისი კოროზიისადმი.

დამატებითი ცნობები

დადულებული ლითონი ხასიათდება მაღალი, 900°C-მდე თბომედეგობით.

ЭА-400/10У

ОЗЛ-17У

ЭА-400/10У9-ВЛГОСТ 10052Э-07Х19Н11М3АГ2Ф
E-2004-Б20
სასტ 9466-75
ფსტ 5.9370-81

ОЗЛ-17.Л-ВЛГОСТ 10052Э-03Х23Н27М3Д3Г2Б
E-004-БР20
სასტ 9466-75
ტმ 14-4-712-76

დანიშნულება და გამოყენების არე
08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 08Х17Н13М2 და სხვა მარკის აუსტენიტური კლასის, 350°С ტემპერატურაზე თხიერ აგრესიულ უჟანგ გარემოში მომუშავე ფოლადების შესადუღებლად და დასადუღებლად.

დანიშნულება და გამოყენების არე
06Х28МДТ (ЭИ943), 03ХН28МДЭ(ЭП-516) მარკის შენადნებისაგან, 03Х21Н21М4ГБ (ЭИ-35) მარკის ფოლადისაგან, უპირატესად 12 მმ-მდე სისქის, ფოთრის-ტულ მინარევებიანი შენაერთების, გოგირდისა და ფოსფორის მჟავების არეში მომუშავე კონსტრუქციების შედუღებისათვის.

მაეთულის მარკა
C_Б-10Х16Н25АМ6(ЭИ 395)
სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა
ფუძე

საშემდუღებლო ნა-
კერების მდებარეობა

დენის სახეობა
▪ უკუპოლარობის
მუდმივი დენი

მაეთულის მარკა
C_Б-10Х23Н28АМ3Д3Т(ЭП 516)
სასტ 2246-70

დაფარვის სახეობა
რუთილ-ფუძე

საშემდუღებლო ნა-
კერების მდებარეობა

დენის სახეობა
▪ უკუპოლარობის
მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, А	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
2,0	30-50	30-40	30-40
3,0	80-100	60-80	60-80
4,0	130-150	110-130	110-130
5,0	150-170	120-140	—

შედუღების რეჟიმი		საშემდუღებლო დენის ძალა, А	
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	110-130	65-85	70-90
4,0	130-160	90-120	110-130

დადუღებული ლითონის ქიმიური
შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	C	S	P
0,35-0,7	1,2-2,8	13,517,0	20,0-27,0	4,5-7,0	0,08-0,20	0,12	0,018	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები
(არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, წ/მმ²	დარტყმითი წიბლანტე ჯ/სმ²	დენადო- ბის ზღ- ვარი H/მმ²
540	25	88

ფერიტული ფაზის შემცველობა ნაკერის
დადუღებულ ლითონში 2-8%

დგარების ნაკერის ლითონი კრისტალთშორისი
კოროზიის წინააღმდეგ ЛМVს მეთოდით გამოცდისას.

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ
ელექტროდისთვის, გ/წთ 35,0

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 92,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ 1,80

თერმული დამუშავების რეჟიმი 200-220°С/
შედუღების წინ 1,5სთ.

დადუღებული ლითონის ქიმიური
შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	C	S	P
0,35-0,7	1,2-2,8	13,517,0	20,0-27,0	4,5-7,0	0,08-0,20	0,12	0,018	0,030

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები
(არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წინაღობა, წ/მმ²	დარტყმითი წიბლანტე ჯ/სმ²	დენადო- ბის ზღ- ვარი H/მმ²
540	26	108

ნაკერის ლითონის მდგრადობა კრისტალთშორისი
კოროზიის წინააღმდეგ В და ВУ მეთოდებით
გამოცდისას.

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ
ელექტროდისთვის, გ/წთ 32,5

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 95,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ 1,70

თერმული დამუშავების რეჟიმი 200-220°С/
შედუღების წინ 1,5სთ.

დამატებითი ცნობები
12მმ-მდე სისქის ლითონის შემთხვევაში შედუღება
რეკომენდირებულია შესრულდეს ლილვაკებით გამო-
ყვანის მთელ სიგანეზე. დიდი სისქის ლითონის შე-
დუღება საჭიროა ვაწარმოთ ნაწიბურების ორმხრივი
გამოყვანით. საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების შე-
დურებისას კრატერი აუცილებელია ამოიშლიფოს.

ОЗЛ-25Б

Э-10Х20Н70Г2М2Б2В-ОЗЛ-25Б-Ө-ВЛ

E-087-Б20

სასტ 9466-75

ტმ-14-4-935-78

3

დანიშნულება და გამოყენების არე

XH78T (ЭИ-435) მარკის კოროზიამდებელი მსურველ-მედეგი შენადნისაგან, ცივმედეგი და სხვადასხვაგვარი ფოლადებისაგან დამზადებული ნაკეთობების შედუღებისათვის.

მაგთულის მარკა

C_Б-10X23H28AM3D3T(ЭП 516)
სასტ 2246-70

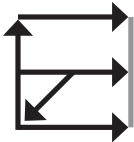
დაფარვის სახეობა

ფუძე

საშემდუღებლო ნა- კერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის
მუდმივი დენი



შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიაპეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	60-80	60-70	60-70
4,0	120-140	100-120	100-110

დადუღებული ლითონის ქიმიური

შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Cr	Ni	Mo	W	Nb	C	Si	S	P
1,5-2,5	18,0-22,0	ფუძე	1,3-2,5	0,1-0,3	2,5-3,5	0,12	0,80	0,020	0,035

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინააღობა, ნ/მმ²	წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²
640	30	98

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 16,5

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 110

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ 1,40

თერმული დამუშავების რეჟიმი 220°C/
შედუღების წინ 1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

ნაკერის ლითონი ხასიათდება მაღალი მექანიკური და სპეციალური თვისებების შეთავსებით:

- მსურველმედეგობა 1000°C-მდე
- ხანგრძლივი სიმტკიცით $\sigma_{1000\text{სთ-30}}^{850^\circ\text{C}} = 75\text{H/მმ}^2$
- კოროზიამდებულობით V კორ<0,02მმ/წელ (30% H₂SO₄-10% HNO₃ ხსნარის არეში 80°C ტემპერატურის დროს 96 საათის განმავლობაში).

ЦТ-28

Э-08Х14Н65М15В4Г2-ЦТ-28-Ө-ВЛ

E-037-Б20

სასტ 9466-75

ტმ-14-4-1415-87

დანიშნულება და გამოყენების არე

XH78T (ЭИ-435), XH70MB10T მარკის ნიკელის ფუძიანი და მათი მსგავსი შენადნებისაგან დამზადებული კონსტრუქციების, აგრეთვე სხვადასხვაგვარი ლითონების (პერლიტური, ქრომიანი ფოლადების ნიკელის ფუძიან შენადნებთან) შედუღებისათვის.

მაგთულის მარკა

C_Б-06X15H60M15
სასტ 2246-70

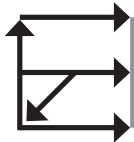
დაფარვის სახეობა

ფუძე

საშემდუღებლო ნა- კერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის
მუდმივი დენი



შედუღების რეჟიმი

საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიაპეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური	ჭერისეული
3,0	80-100	70-80	70-90
4,0	110-140	100-125	100-125

დადუღებული ლითონის ქიმიური

შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Mn	Cr	Ni	Mo	W	C	Si	S	P
1,5-2,5	12,5-15,5	ფუძე	13,5-16,0	3,5-4,5	0,10	0,50	0,018	0,020

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)

გაგლეჯვაზე ფარდობითი დროებითი წაგრძელება, წინააღობა, ნ/მმ²	წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე ჯ/სმ²
540	20	98

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ

ელექტროდისთვის, გ/წთ 21,5

დადუღებული ლითონის გამოსავალი % 88,0

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ
მეტალზე, კგ 1,50

თერმული დამუშავების რეჟიმი 200°C/
შედუღების წინ 1,0სთ.

დამატებითი ცნობები

შედუღებას აწარმოებენ ვიწრო ლილვაკებით ელექტროდის არაუმეტეს 2,5 დიაპეტრისა.

ლითონის ნაკერი ხასიათდება მაღალი მექანიკური და სპეციალური თვისებების შერწყმით:

- მსურველმედეგობა 10000h პირობებში დაჟანგვის სიღრმე 9000სთ-ის განმავლობაში 0,1მმ-ს შეადგენს.
- ხანგრძლივი სიმტკიცით $\sigma_{1000\text{სთ-30}}^{565^\circ\text{C}} = 75 /\text{მმ}^2$

T-590

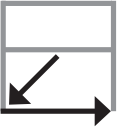
ЦН-6Л

Э-320Х25С2ГР-Т-590-Ø-НГ ГОСТ 10052 Э-320Х25С2ГР
E-700/59-1-П46
სასტ 9466-75
ტმ 05447444.004

Э-320Х25С2ГР-Т-590-Ø-НГ სასტ 10051 Э-08Х17Н8С6
E-300/33-2-Б40
სასტ 9466-75
ფსტ 24.948.01-90

დანიშნულება და გამოყენების არე
უპირატესად აბრეშული ცვეთის პირობებში მომუშავე ფოლადისა და თუჯის სწრაფცვევადი დეტალების დადუღებისათვის.

დანიშნულება და გამოყენების არე
550°C ტემპერატურამდე და 78МПа-მდე ხვედრითი წნევის პირობებში მომუშავე ენერგეტიკული დანადგარების არმატურის შემამჭიდროებელი ფენების დადუღებისათვის.

მაეთულის მარკა C _B -08 ან C _B -08A სასტ 2246-70	დაფარვის სახეობა ფუძე	მაეთულის მარკა C _B -04X19H9C2 სასტ 2246-70	დაფარვის სახეობა ფუძე
საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა - უკუპოლარობის მუდმივი დენი - დენის წყაროს (ტრანსფორმატორის) ცვალებადი დენი უკში სვლის არანაკლებ 70ვ ძაბვით.	საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა უკუპოლარობის მუდმივი დენი
			
შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A	შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
დიამეტრი, მმ	ქვედა	დიამეტრი, მმ	ქვედა
4,0	200-220	3,0	80-110
5,0	250-270	4,0	120-150
		5,0	160-190

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
C	Si	Mn	Cr	B	S	P
2,90-3,50	2,00-2,50	1,00-1,50	22,0-27,0	0,50-1,50	0,035	0,040
დადუღებული ლითონის სისალე			შედუღების შემდეგ	5	8	-
დადუღებული ლითონის სისალე						
დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ						
30,0						
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ						
1,40						
თერმული დამუშავების რეჟიმი						
შედუღების წინ						
300-350°C/ 1,0სთ.						
დამატებითი ცნობები						
დადუღებულ ლითონს მიდრეკილება აქვს ბზარებისაკენ. ამოფშენის თავიდან აცილების მიზნით ფოლადზე 2 შრეზე მეტი, ხოლო თუჯზე 1 შრეზე მეტი შრეების დადუღება რეკომენდირებული არ არის დიდი ცვეთის შემთხვევაში ქვედა შრეები საჭიროა დადუღდეს სხვა ელექტროდებით, რომელთა არჩევაც დამოკიდებულია ძირითადი ლითონის შედგენილობისაგან.						

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,05-0,012	5,2-6,0	1,0-2,0	15,5-17,5	7,0-9,0	0,025	0,030
ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არანაკლები)						
დადუღებული ლითონის სისალე						
თერმული დამუშავების შემდეგ (მაღალი მოშვება 1სთ განმავლობაში 625°C დროს						
29,5-39,0HRC ₃						
დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ						
26,0						
ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ						
1,70						
თერმული დამუშავების რეჟიმი						
შედუღების წინ						
310-350°C/ 1,5სთ.						
დამატებითი ცნობები						
დადუღება წარმოებს არანაკლებ 300°C ტემპერატურამდე წინასწარი გახურებით. მცირე ზომის ნაკეთ ბაზე დადუღება შეიძლება იწარმოოს წინასწარი გახურების გარეშე.						

O3A-1

O3A-1-Ø

ტმ 14-4-614-75

დანიშნულება და გამოყენების არე

AO, A1, A2, A3 მარკის ალუმინის კონსტრუქციების და დეტალების შედუღებისა და დადუღებისათვის.

5

მავთულის მარკა

C_B-A5 სასტ 7871-75

დაფარვის სახეობა

სპეციალური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის მუდმივი დენი



შედუღების რეჟიმი საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური
4,0	100-120	100-120
5,0	100-120	120-140
6,0	160-180	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Si	Ti	Fe	Al
0,3-0,5	0,15-0,25	0,1-0,3	ფუძე

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არაუმცირეს)

დროებითი წინაღობა გაგლეჯვაზე H/მმ2	გადაღუნვის კუთხე
63	160°

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	11,7
---	------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	2,00
--	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	200°C/ 1,0სთ.
---	------------------

დამატებითი ცნობები

შედუღება წარმოებს ნაკეთობების წინასწარ 250-400°C –მდე გახურებით (შესადუღებელი ნაკეთობის სისქისაგან დამოკიდებულებით) და ნაწიბურების ჟანგეულებისა და ჭუჭყისაგან გაწმენდით. წიდის მოშორება ხდება ნაკერების გარეცხვით ცხელი წყლისა და ფოლადის ჯაგრისის გამოყენებით.

O3A-2

O3A-2-Ø

ტმ 14-4-509-74

დანიშნულება და გამოყენების არე

AL-4, AL-9, AL-11 და სხვა ტიპის ალუმინ-სილიცი-უმისანი შენადნებისაგან დამზადებული დეტალების შედუღებისა და დადუღებისათვის, სხმულების წუნის შედუღებისათვის.

მავთულის მარკა

C_B-A5 სასტ 7871-75

დაფარვის სახეობა

სპეციალური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა

დენის სახეობა

- უკუპოლარობის მუდმივი დენი



შედუღების რეჟიმი საშემდუღებლო დენის ძალა, A

დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური
4,0	100-120	100-120
5,0	130-150	120-140
6,0	160-180	—

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)

Ti	Al	S	Si
0,15-0,25	ფუძე	0,2	5,0

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არაუმცირეს)

დროებითი წინაღობა გაგლეჯვაზე H/მმ2	გადაღუნვის კუთხე
72	90°

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	11,7
---	------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	2,00
--	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	200°C/ 1,0სთ.
---	------------------

დამატებითი ცნობები

შედუღება წარმოებს ნაკეთობების 250-400°C–მდე წინასწარი გახურებით (შესადუღებელი ნაკეთობის სისქისაგან დამოკიდებულებით) და ნაწიბურების გაწმენდით ჟანგეულებისა და ჭუჭყისაგან. წიდის მოშორება ხდება ნაკერების გარეცხვით ცხელი წყლისა და ფოლადის ჯაგრისის გამოყენებით.

Комсомолец-100

Комсомолец-100-Ø
ტა 14-4-644-75

დანიშნულება და გამოყენების არე
M-1, M-2, M-3 მარკის სუფთა სპილენძის შედუღებისა და დადუღებისათვის.

მავთულის მარკა	დაფარვის სახეობა
სპილენძი M1 სასტ 2112-79	
სპილენძი MT სასტ 859-78	სპეციალური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა
-----------------------------------	---------------

	▪ უკუპოლარობის მუდმივი დენი
---	-----------------------------

შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
დიამეტრი, მმ	ქვედა
4,0	65-80
5,0	90-120
6,0	130-150

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)			
Si	Mn	Fe	Cu
0,75	5,1	0,8	ფუძე

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არაუმცირეს)		
დროებითი წინაღობა გაგლეჯვაზე H/მმ2	ფარდობითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²
410	25,5	49

დადუღების ლითონის სისაღე (ტიპური)	120 HB
-----------------------------------	--------

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	30,0
--	------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,60
---	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	250°C/2,0სთ.
--	--------------

დამატებითი ცნობები
გახურების გარეშე ან მინიმალური გახურებით (150-400°C), 0,01% ჟანგბადის შემცველი სპილენძის ტიპური მარკების ნაკეთობების შედუღებისა და დადუღებისათვის. შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვა მარკის სპილენძისა და მისი შენადნების, აგრეთვე წინასწარი შემოწმების პირობებით სპილენძის ფოლადთან შედუღებისათვის.

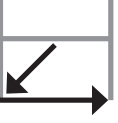
АНЦ-3М

АНЦ-3М-Ø

დანიშნულება და გამოყენების არე
გახურების გარეშე ან მინიმალურად გახურებით ტექნიკური მარკის 0,01% ჟანგბადის შემცველი სპილენძის შედუღებისა და დადუღებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვა მარკის სპილენძისა და მის ფუძეზე არსებული შენადნების, აგრეთვე სპილენძის ფოლადთან წინასწარი შემოწმების პირობებით შედუღებისათვის.

მავთულის მარკა	დაფარვის სახეობა
სპილენძი M1 სასტ 2112-79	
სპილენძი MT სასტ 859-78	სპეციალური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა
-----------------------------------	---------------

	▪ უკუპოლარობის მუდმივი დენი
---	-----------------------------

შედუღების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
დიამეტრი, მმ	ქვედა
3,0	160-120
4,0	200-280
5,0	330-280
6,0	440-480

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (არაუმეტეს)			
Si	Mn	Fe	Cu
შეჯამებითი შედგენილობა – არა უმეტეს			1,0 ფუძე

ნაკერის ლითონის მექანიკური თვისებები (არაუმცირეს)			
დროებითი წინა- დაღობა გაგლე- ჯვაზე H/მმ2	ფარდობითი წაგრძელება, %	დარტყმითი სიბლანტე, ჯ/სმ²	დენადო- ბის ზღ- ვარი
180	25	78	80

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	45,0
--	------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,76
---	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	350°C/2,0სთ.
--	--------------

დამატებითი ცნობები
10 მმ-მდე სისქის შეერთებები სრულდება გახურების და ნაწიბურების გამოყენების გარეშე, ელექტროდის მცირე, განივი რხევით ერთმხრივი ან ორმხრივი ნაკერით, სწორი, გამომშრალი გრაფიტის ქვესაღებზე ან გრაფიტის ქსოვილზე, მოკლე რკალით, ქვედა ან ოდნავ „აღმართზე“ მდებარეობით; ელექტროდის განლაგებით ნაკეთობის პერპენდიკულარულად. 10-დან 25მმ-მდე სისქის შეერთებებს წინასწარ ახურებენ 200-400°C-მდე.

5

МНЧ-2

МНЧ-2-Ø
ტმ 14-4-780-76

დანიშნულება და გამოყენების არე
რუხი მაღალი სიმტკიცის და ჭედადი თუჯისაგან დამზადებული სხმულების დეფექტების ცივად შედუღებისა და დეტალების დადუღებისათვის უპირატესობა ენიჭებათ სიმკვრივის მაღალი მოთხოვნების შეერთებებში პირველი ფენის შედუღებისათვის, აგრეთვე შეერთებების შედუღებისათვის, რომლებსაც წარედგინებათ მაღალი მოთხოვნები ზედაპირის სისუფთავეზე დამუშავების შემდეგ.

მაეთულის მარკა	დაფარვის სახეობა
HMЖMц 28-2,5-1,5	
ტმ 48-21-7-72	სპეციალური

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა
	▪ უკუპოლარობის მუდმივი დენი

შედუღების რეჟიმი საშემდუღებლო დენის ძალა, A		
დიამეტრი, მმ	ქვედა	ვერტიკალური
3,0	90-110	70-90
4,0	120-140	100-120
5,0	160-190	140-170

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (ტიპიური)

Mn	Ni	Fe	Cu
1,8-2,6	64-68	2,2-3,5	დანარჩენი

დადუღებული ლითონის სისაღე	შედუღების შემდეგ	120-160- HB
----------------------------------	-------------------------	-------------

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	23,0
---	------

დადუღებული ლითონის გამოსავლიანობა, %	98,0
---	------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,50
--	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	200°C/1,0სთ.
---	--------------

დამატებითი ცნობები
შედუღება წარმოებს მოკლე ნაკერებით 20-30მმ. ყოველი ნაკერის დადების შემდეგ დადუღებულ უბანს ჭედავენ ჩაქუჩის მსუბუქი დარტყმებით. შედუღების განახლება ხდება შედუღების ადგილის 60°C-მდე გაცივების შემდეგ.

ПЧ-4

ПЧ-4-Ø
ტმ 14-4-831-77

დანიშნულება და გამოყენების არე
მაღალი სიმტკიცის და რუხი თუჯის კონსტრუქციების, აგრეთვე მათი ფოლადთან შეთავსების შემთხვევაში ცივად შედუღებისათვის რუხი და მაღალი სიმტკიცის თუჯების სხმულების დეფექტების შედუღებისათვის, აგრეთვე სპეციალური ელექტროდებით შემდგომი დადუღების ქვეშ თუჯის გაცვეთილ დეტალებზე პირველი ფენის წინასწარი დადუღებისათვის.

მაეთულის მარკა	დაფარვის სახეობა
C _Б -08 ან C _Г -08A სასტ 2246-70	სპეციალური
ტმ 48-21-7-72	

საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა
	▪ უკუპოლარობის მუდმივი დენი ▪ ცვალებადი დენი კვების წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 70გ ძაბვით.

შედუღების რეჟიმი საშემდუღებლო დენის ძალა, A	
დიამეტრი, მმ	ქვედა
3,0	65-80
4,0	90-120
5,0	130-150

დადუღებული ლითონის ქიმიური შედგენილობა, მას. % (ტიპიური)

V	C	Si	Mn	S	P
2,30-3,20	0,50-0,90	0,80-1,20	0,40-1,00	0,030	0,035

დადუღებული ლითონის მექანიკური თვისებები (ტიპიური)

დროებითი წინაღობა გაბლუ-ჯვაზე, H/მმ ₂	სისაღე
480-510	160-190 HB

დადუღების მწარმოებლურობა Ø4მმ ელექტროდისთვის, გ/წთ	18,0
---	------

დადუღებული ლითონის გამოსავლიანობა, %	115,0
---	-------

ელექტროდის ხარჯი 1 კგ დადუღებულ მეტალზე, კგ	1,80
--	------

თერმული დამუშავების რეჟიმი შედუღების წინ	350°C/1,0სთ.
---	--------------

დამატებითი ცნობები
შედუღება წარმოებს მცირე უბნებით 25-35მმ სიგრძით ჰაერზე შემდგომი 60°C-მდე გაცივებით. ჭედადი თუჯის ნაკეთობების შედუღებისას ლილვაციის სიგრძე შეიძლება გაიზარდოს 80-100მმ-მდე.

ელექტროდები ლითონების ჭრისათვის

მეტალკონსტრუქციებისა და მოწყობილობის მონტაჟისა და რემონტისას ჩამოსხმით დეტალების დამზადებისას და სხვ. ლითონების სხვადასხვა ხერხით ჭრის აუცილებლობა წარმოიქმნება. მონტაჟის პირობებში ჭრის ყველაზე ხელსაყრელ მეთოდს,ღია მოედნებზე,ძნელად მისაღწეომ ადგილებში, სამუშაოს მცირე მოცულობისას, წარმოადგენს ხელით რკალური ჭრა დაფარული ელექტროდებით. ეს მეთოდი არ მოითხოვს სპეციალურ მოწყობილობას, ჭრის ადგილას აცეტილენის შეკუმშული ჰაერის ან ჟანგბადის მიტანას, საშუალებას იძლევა სამუშაო ჩატარდეს დამხმარე მუშების გარეშე.

ჭრისათვის აუცილებელია მაღალი თბოსიმძლავრის რკალის მომცემი სპეციალური ელექტროდები. მისი საფარი (დანაფარი) უნდა ფლობდეს მაღალ თბომდგეობას, უზრუნველყოფდეს გამძნარი ლითონის ჟანგვას მისი ჭრის ზედაპირიდან ადვილად მოშორებისათვის,უზრუნველყოფდეს მაღალ ჰიგიენურ მახასიათებლებს.

AHP-3

ჭრის ელექტროდი AHP-3-Ø

დანიშნულება და გამოყენების არე

ელექტროდი განკუთვნილია ჭრისათვის, რანდვისათვის, ნახერცის გაჭოლისათვის, დეფექტის აღრილების აღმოფხვრისათვის და ფოლადის (მათ შორის მაღალლეგირებული) სხვა ნაკეთობების, თუჯის, სპილენძისა და ალუმინის შენადნების სხმულის დეფექტების გამოყვანისათვის.

მათულის მარკა	დაფარვის სახეობა
C _B -08 სანტ 2246-70	სპეციალური
საშემდუღებლო ნაკერების მდებარეობა	დენის სახეობა
	- ცვალებადი დენი კვების წყაროსაგან თავისუფალი სვლის არანაკლები 70გ ძაბვით. - ნებისმიერი პოლარობის მუდმივი დენი.

შედულების რეჟიმი	საშემდუღებლო დენის ძალა, A
	ვერტიკალური და ჰორიზონტული
დიამეტრი, მმ	ქვედა ჭერული
3,0	65-80 110-170
4,0	90-120 180-260
5,0	130-150 250-350

ჭრის სიჩქარის მახასიათებლები

4მმ დიამეტრის ელექტროდებით ჭრის სიჩქარის საშუალო მნიშვნელობა; ფოლადისათვის C_T მარკის (სისქით 14მმ) და 12X18H10T (სისქით 12მმ) -11-12მ/სთ.

დამატებითი ცნობები

ელექტროდების გამოყენება ზრდის შრომის ნაყოფიერებას ამოჭრასა და ხეხვასთან შედარებით. ადგილი არ აქვს ჭრის ნაწიბურების დანახშირბადიანებას. ჭრის ზედაპირი სუფთაა. ჭრის დროს გამოყოფილი აეროზოლები არ შეიცავენ ტოქსიკურ მინარევებს.

საერთაშორისო სტანდარტის (ISO 4063-78) და ევროსტანდარტის (EN 287(1,2) შესაბამისად მიღებული პირობითი აღნიშვნები, სიმბოლოები და შემოკლებები:

ნუმუშები:

- 1) P – ფირფიტა;
- 2) T – მილი;
- 3) P – მილის გარე დიამეტრი;
- 4) t – ფირფიტის ან მილის კედლის სისქე.

შედულების ხერხები:

- 1) 111 – დაფარული ელექტროდით რკალური შედუღება (P_აД);
- 2) 114 – ფხვნილგულა მავთულით რკალური შედუღება (СН);
- 3) 121 – ფლუსის ქვეშ რკალური შედუღება (СФ);
- 4) 131 – ინერტულ აირში დნობადი ლითონური ელექტროდით რკალური შედუღება (MIG);
- 5) 135 – დამცავ აქტიურ აირში ცნობადი ლითონური ელექტროდით რკალური შედუღება (MAG);
- 6) 136 – დამცავ აქტიურ აირში ფხვნილგულა მავთულით რკალური შედუღება (ПАГ);
- 7) 141 – ინერტულ აირში უდნობი (ვოლფრამის) ელექტროდით შედუღება (WIG);
- 8) 15 – პლაზმური შედუღება (ПС);
- 9) 311 – ჟანგბადაცეტილენის ალის გამოყენებით აირული შედუღება.

მისართი მასალები:

- 1) nm – შედუღება მისართი მასალების გარეშე;
- 2) wm – შედუღება მისართი მასალების გამოყენებით;
- 3) A – ელექტროდი მჟავა დაფარვით;
- 4) B – ელექტროდი ფუძე დაფარვით;
- 5) C – ელექტროდი ცელულოზის დაფარვით;
- 6) R – ელექტროდი რუტილური დაფარვით;
- 7) Rf – ელექტროდი რუტილ-მჟავა დაფარვით;
- 8) RB – ელექტროდი რუტილ-ფუძე დაფარვით;
- 9) RC – ელექტროდი რუტილ-ცელულოზის დაფარვით;
- 10) S – სხვა ტიპის დაფარვა.

შენადული ნაკერის ტიპები, სახე და შედუღების შესრულების პირობები:

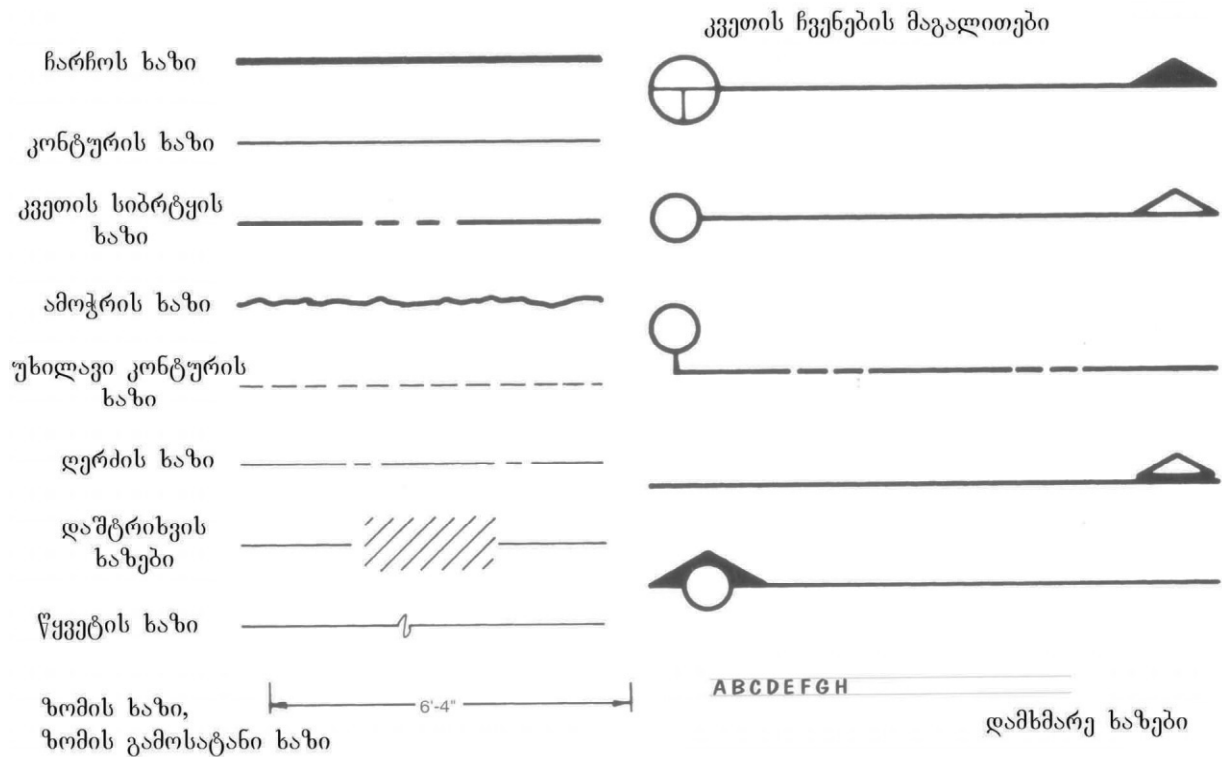
- 1) BW – პირაპირა ნაკერი;
- 2) FW – კუთხური ნაკერი;
- 3) a – კუთხური ნაკერის მოცემული სისქე;
- 4) z – კუთხური ნაკერის კათეტი;
- 5) SS – შენადული ნაკერის ცალმხრივი შესრულება;
- 6) bs – შენადული ნაკერის ორმხრივი შესრულება;
- 7) gb – შენადული ფესვის აირის ქვეშ შედუღება;
- 8) mb – ნაკერის შედუღება ქვესადების გამოყენებით;
- 9) nb – ნაკერის შედუღება ქვესადების გამოყენების გარეშე;
- 10) gg – შედუღება ნაკერის ფესვის გაწმენდით;
- 11) ng – შედუღება ნაკერის ფესვის გაწმენდის გარეშე.

ფოლადების ჯგუფები EN287-1-ის მიხედვით:

ინდექსი	ფოლადების სახე და მათი ზოგიერთი მონაცემი
W01	დაბალნახშირბადიანი და დაბალლეგირებული ფოლადები, რომელთა დენადობის ზღვარი ნორმალურ ტემპერატურაზე ≤ 355 მპა-ს ტოლია და რომლებიც შედუღებამდე წინასწარ გახურებას არ მოითხოვენ.
W02	დენადობის მიმართ მდგრადი ქრომმოლიბდენიანი და ქრომმოლიბდენვანადუმიანი ფოლადები, რომლებიც შედუღებამდე მოითხოვენ წინასწარ გახურებას, ხოლო შედუღების შემდეგ თერმულ დამუშავებას.
W03	წვრილმარცვლოვანი (ნორმალიზებული, გაუმჯობესებული და თერმომექანიკურად დამუშავებული) ფოლადები, რომელთა დენადობის ზღვარი ნორმალურ ტემპერატურაზე ≤ 366 მპა-ს ტოლია, აგრეთვე 2%-დან 5%-მდე ნიკელის შემცველი ანალოგიურად შედუღებადი ფოლადები, რომლებიც შედუღებამდე წინასწარ გახურებას მოითხოვენ.
W04	მაღალლეგირებული (ქრომიანი, ფერიტული (0 ამარტენსიტული) ფოლადები 2%-დან 20%-მდე ქრომის შემცველობით).
W11	მაღალლეგირებული აუსტენიტური, მხურვალმტკიცე და კიოროზიამედეგი, აგრეთვე უჟანგავი აუსტენიტურ-ფერიტული და ასესტენიტურ-მარტენსიტური ქრომნიკელიანი ფოლადები.

პირობითი აღნიშვნები

ნახაზებში გამოყენებული ხაზთა ტიპები



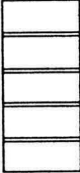
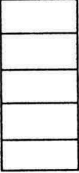
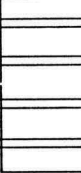
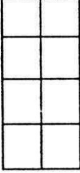
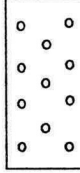
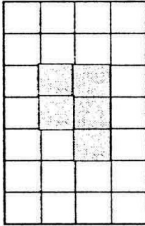
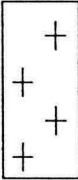
სამშენებლო ბენერალური გეგმა (პირობითი აღნიშვნები)

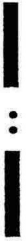
გამოსახულების დასახელება	პირობითი გრაფიკული აღნიშვნა
1. დროებითი შემოღობვა	
2. ავტომატის მოძრაობის ღერძი	
3. ავტომატის სადგომები	
4. კანალიზაციის გამოშვება	
5. წყალსადენის შეყვანა	
6. ელექტროქსელის შეყვანა	
7. თბოქსელის შეყვანა	
8. დროებითი გრუნტიანი გზა	
9. მშენებარე შენობა	
10. მასლებისა და ნაკეთობების დასაწყობების ადგილები	
11. დროებითი შენობები და ნაგებობები	
12. საპროექტორო განათება	

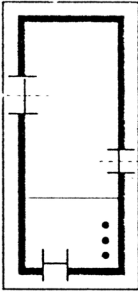
ბენეფიციური გეგმის ელემენტების პირობითი
ბრავიკული აღნიშვნები

დასახელება	აღნიშვნა
1. დასაგეგმარებული შენობა	
2. შესანარჩუნებული შენობა	
3. არსებული დასაშლელი შენობა	
4. არსებული სარეკონსტრუქციო შენობა	
5. გასასვლელი ჰიშკარი (შენობის ქვეშ)	
6. კედელი-ბრანდმაურერი	
7. ფარდული	
8. მიწისზედა გალერეა	
9. ფხვიერი მასალის დია საწყობი ბაქანი	
10. სხვადასხვა მასალის დია საწყობი ბაქანი	
11. შენობის ასაგები სარეზერვო ბაქანი	
12. დია საწყობის სარეზერვო ბაქანი	

დასახელება	აღნიშვნა
13. აშვის ესტაკადა	
14. ტელეფონის ესტაკადა	
15. ბრემსბერვის ესტაკადა	
16. ბოძი (სვეტი, ღვარი, ანის)	
17. შემოღობვა (ღობი)	
18. საერდენი კედელი	
19. მიწის ქანიზი	
20. დაკეფვის ღერი	
21. შენობის კუთხის მიბმა საკოორდინატო ღერძთან	
22. დასაგეგმარებული ნიშნულები	
23. ნიშნულები შენობის გარე კედლების დამახასიათებელ ადგილებში, პროექციების გარდატეხის და გზების გადაკვეთაზე	
24. რეზის თაგის ნიშნული	
25. ნებისმიერი წერტილის წითელი (ზემოთ) და შავი (ქვემოთ) ნიშნულები	
26. ნორმალური ლიანდაგის დასაგეგმარებული რკინიგზა	
27. ვიწრო ლიანდაგის დასაგეგმარებული რკინიგზა	
28. ელექტროფიკრებული რკინიგზა საკონტაქტო ქსელი	
29. ნორმალური ლიანდაგის არსებული რკინიგზა	
30. ვიწრო ლიანდაგის არსებული რკინიგზა	
31. ურელსო გზა	

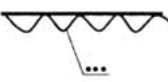
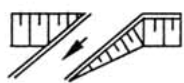
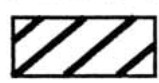
დასახელება	აღნიშვნა
1. დასახლებული, ათვისებული ტერიტორია	
2. სამრეწველო ტერიტორია	
3. კომუნიკალური ტერიტორია	
4. სასაწყობო ტერიტორია	
5. დასახლებული ზონის ტერიტორია	
6. მიწის ნარეკები:	
ა) საერთო სარგებლობის;	
ბ) სპეციალური დანიშნულების;	
7. ქალაქის ცენტრისა და დასაგეგმარებული და საცხოვრებელი რაიონების ტერიტორია	
8. სასაფლაო	

დასახელება	აღნიშვნა
1. ქალაქის ხაზი	
2. მიწათსარგებლობისა და არიონების საზღვარი	
3. სანიტარული დაცვის ზონის საზღვარი	
4. სამრეწველო მოედნის პირობითი საზღვარი	
5. გაშენების საპროექტო წითელი ხაზი	

დასახელება	აღნიშვნა
1. უფროა ჩაგებიან: ა) მიწისზედა, უმცირესი და საერთო რაოდენობის სვეტები უნიშვნა: 1. საერთო რაოდენობა 2+5 აღნიშნავს უმცირესი სვეტების რაოდენობით. 2. 5-ზე მეტი საერთო რაოდენობა აღნიშნავს ციფრებით. 3. 1 : 2000 და უფრო პატარა მასშტაბის უმცირესი უმცირესი და კარის დონეზე არ უნდა იყოს (კარის დონის აღიარება აღნიშნავს დონეებით).	 

დასახელება	აღნიშვნა
ბ) მიწისზედა, რომლის კედლები ვერ აღწევს მიწის ზედაპირამდე, ფარდული შენიშვნა: 1 : 2000 და უფრო პატარა მასშტაბის შემთხვევაში უზენებზე მხოლოდ კედურა საყრდენებს	
გ) მიწისქვეშა;	
დ) გასაფართოებელი.	
2. შენობის (ნაგებობის) გასასვლელი პირველი ხარბულის დონეზე	
3. გადასასვლელი (გალერეა) შენიშვნა: საყრდენების არსებობისას მათ მასშტაბში არ უზენებზე შენობის ჩაკიდებული ნაწილი	
ა) საყრდენების გარეშე;	
ბ) საყრდენებით.	
5. კოშკურა, ანძა	
6. ავტოსადგომი	
7. საწარმოო, სასაწყობო მოედანი (ლია) ა) გადაუხურავი;	
ბ) გადახურვით;	

დასახელება	აღნიშვნა
გ) მოწყობილობებით. შენიშვნა: მაგალითისათვის გადაუხურავ მოედანზე ნახევრები ჯოჯბინა ამწე.	
8. სამწეო ესტაკადა	
9. მალაი პლატფორმა (რამპა) შენობასთან, ნაგებობასთან	
10. პლატფორმა (პანდუსითა და კიბით)	
11. ფერდი: ა) გაუმჯობესებული;	
ბ) გამაგრებული;	
გ) ბერმითა და ქვედა ნაწილის გამაგრებით. შენიშვნა: 1. მნიშვნელოვანი სიგრძის ფერდობის დაშტრიხვას უზენებზე ნაწილობრივ 2. მრავალწერტილის ადგილზე ადინიშნება მასალის დასახელება და ფერდობის ქვედებულის დახრილობა	
12. საყრდენი კედელი	
13. ბარიერის ტიპის შემოღობვა (პარაპეტი, მოაჯირი, ტუმბები) ფერდობთან და საყრდენ კედლებთან	
14. ტერიტორიის ჰიშკრიანი შემოღობვა	
15. კიბე	

დასახელება	აღნიშვნა
16. ნაპირგამაგრება, ხრამგამაგრება. შენიშვნა: მრავალწერტილის მაგიერად ნაწევნები უნდა იყოს მასალის დასახელება.	
17. ჩასასვლელი	 
18. საცხოვრებელი შენობა: ა) პირველი რიგის: 5 სართულამდე: 5 სართულს ზემოთ: ბ) საპროექტო ვადით.	  
19. საზოგადოებრივი დანიშნულების შენობა. ა) პირველი რიგის; ბ) საპროექტო ვადით.	 
20. საყრდენი შენობა	

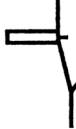
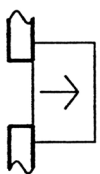
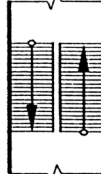
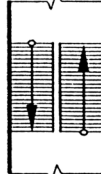
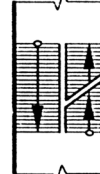
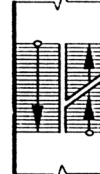
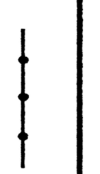
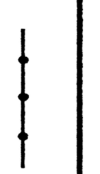
ლითონის ნაგბინი მასალების პროფილების პირობითი ბრაზიკული აღნიშვნა

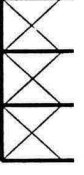
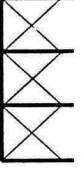
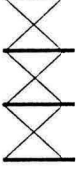
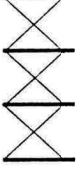
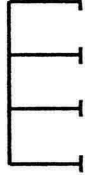
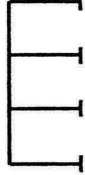
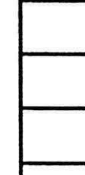
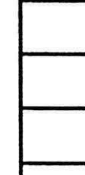
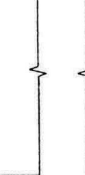
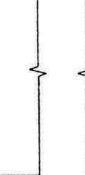
პროფილის სახე	აღნიშვნა
1. წრე. მრგვალი კვეთის მილი	○
2. კვადრატ. კვადრატული კვეთის მილი	□
3. მართკუთხედი. მართკუთხა კვეთის მილი	▭
4. მთლიანი ლენტი. ზოლურა	—
5. ტოლთაროიანი კუთხოვანა	└
6. არატოლთაროიანი კუთხოვანა	└
7. T - სებრი	T
8. ორტესებრი	I
9. Π - სებრი	Π
10. არასიმეტრიული C - სებრი	C
11. C - სებრი	C
12. Z - სებრი	Z

შენიშვნის ელემენტების პირობითი ბრუნვითი აღნიშვნები

დასახელება	ბრუნვითი აღნიშვნა	
	ბრუნვითი	აღნიშვნა
1. კედელი, ტიხარი		
2. ტიხარი ასაწყობი, ფარისებრი		
3. მინაბლოკის ტიხარი		
4. დიდი ნაოთხალების გარეშე კედელსა და ტიხარში: ა) იატაკამდე არმისული;		
ბ) იატაკამდე მისული.		
5. ფანჯრის დიდი ნაოთხალების გარეშე		

დასახელება	ბრუნვითი აღნიშვნა	
	ბრუნვითი	აღნიშვნა
6. ფანჯრის დიდი ნაოთხალებით		
7. კვამლსადენი		
8. სავენტილაციო არხი		
9. გაზის ხელსაწყოებიდან გამოდგადი გამწოვი არხი		

დასახელება	ბაგოსახეულება	
	ბეჭედი	პროექტი
10. უმცირესი კონსტრუქცია		
11. პანელი		
12. კიბე		
ა) უკეთესი მასა		
ბ) უკეთესი მასა		
13. კიბე ლითონის		
ა) კონსტრუქციული		
ბ) დასრული		
14. ბაჟის უმცირესი		

დასახელება	ბაგოსახეულება	
	ბეჭედი	პროექტი
15. საშაპე კაბინები		
16. საპირფარეო კაბინები:		
ა) 1 : 200-მდე მასშტაბით;		
ბ) 1 : 200-ზე მეტ მასშტაბით;		
7. დაშლას დაქვემდებარებული არსებული კონსტრუქციები		
18. ღარი, რომელიც უნდა გაიწვას არსებულ კედელში, ტიხარში, გადასასვლელში		
19. ღარი, რომელიც უნდა გაიწვას არსებულ კედელში, ტიხარში, გადასასვლელში		

ბეშბეაჟე პარისა და ფანჯარის
პირობითი ბრაფიკული ბამოსახულეპა

დასახელეპა	ბამოსახულეპა
1. კარი (კიშკარი) ცალფერთიანი ნაოთხალეპის გარეშე დიობში:	
ა) მარჯვენა;	
ბ) მარცხენა.	
2. კარი (კიშკარი) ორფერთიანი ნაოთხალეპის გარეშე დიობში	
3. კარი (კიშკარი) განშლადი, ნაოტა, ნაოთხალეპის გარეშე დიობში.	
4. კარი (კიშკარი) ცალფერთიანი ნაოთხალეპის დიობში:	
ა) მარჯვენა;	
ბ) მარცხენა.	
5. კარი (კიშკარი) ორფერთიანი ნაოთხალეპის დიობში	
6. კარი (კიშკარი) განშლადი, ნაოტა, ნაოთხალეპის დიობში	
7. კარი (ცალფერთიანი შიქანაქე)	
8. კარი ორფერთიანი შიქანაქე	
9. კარი (კიშკარი) გაღასაფორეპული ცალფერთიანი	
10. კარი (კიშკარი) განშლადი ორფერთიანი	
11. კარი (კიშკარი) ასაწეე	
12. კარი მბრუნაქე	

კედელსა და გაღასეურგაჟი ხგრელეპის, ნიშეპის,
კილეპის და ნაღარეპის პირობითი ბრაფიკული
აღნიშვნეპი

დასახელეპა	ბამოსახულეპა
1. ხერელი გეგმაში: ა) კედელი.	
ბ) გადასეურეპი.	
2. კილეპი ნიშაში გეგმაში: ა) კედელი;	
ბ) გადასეურეპი ხილეპი;	
გ) გადასეურეპი უხილეპი	
1 : 100 და 1 : 50 მასშტაბი.	
3. ხერელი კედელში კრილის სიბრტეპი	

დასახელება	გამოსახულება
8. ნიშა ჭრილის სიბრტყის გარეთ	
9. კილო გადახურვაში ჭრილის სიბრტყეში	
10. კილო გადახურვაში ჭრილის სიბრტყის გარეთ	
11. ნაღარები	
12. ნაღარები ჭრილის სიბრტყის გარეთ	

დასახელება	გამოსახულება
4. ხერხელი კმდეულში ჭრილის სიბრტყის გარეთ	
5. ხერხელი გადახურვაში	
6. ხერხელი გადახურვაში ჭრილის სიბრტყის ზემოთ	
7. ნიშა ჭრილის სიბრტყეში	

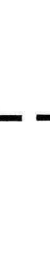
კონსტრუქციის ელემენტების პირობითი ბრავიკული აღნიშვნები

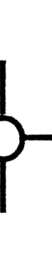
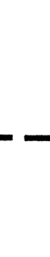
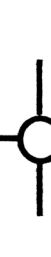
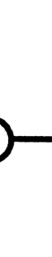
დასახელება	ბრავიკული	
	გეგმაში	ჭრილში
1. სვეტოვანი ან ხიმინჯოვანი საძირკველი რისტრუქტო		
2. მონილითური ღუნტური საძირკველი		
3. ანაწილი ღუნტური საძირკველი		
4. სვეტი: ა) რკინაბეტონის ერთიანი კვეთით; ბ) რკინაბეტონის ორტოვანი; გ) ლითონის მთლიანკედლიანი; დ) ლითონის ორტოვანი.		
5. გრძივი გაშვებული კოჭი, მასალისა და კვეთისაგან დამოუკიდებელი		
6. ფერმა		
7. ფილა, წიბოვანი პანელი		
8. ფილა, ბრტყელი პანელი (მთლიანი, მრავალსივრცულიანი, შედგენილი)		
9. ლითონის ბისისოვანი კაშშირი ა) ვერტიკალური; ბ) პირიწონილი.		
10. საპირფარეო რკინაბეტონის ჩარჩო		

არმატურის ნაკვეთების პირობითი ბრავიკული აღნიშვნები

დასახელება	ბრავიკული
1. სარმატურე ღერი, არმატურის მხოლოდ, არმატურის წნა, ბაგერი: ა) ბეჭედი; ბ) კვეთი.	
2. ღერის კავიანი ბოლო	
3. ღერის თათიანი ბოლო	
4. ღერის ბოლო სხვადასხვა სიგრძის ღეროების თანხვედრით გამოხატულებით: ა) კავისა და თათის გარეშე; ბ) კვეთი; გ) თათი.	
5. ღერის ხრახნიანი ბოლო	
6. ანკერი დამბეჭდ ღეროზე, წნულზე, ბაგერზე	
7. ღეროების გადაკვეთი: ა) გადახრის ან შედუღების გარეშე; ბ) გადახრით; გ) ვერტიკალური შედუღებით.	
8. წნა, ბაგერი, არმატურის წნული არხში	
9. წნა, ბაგერი, არმატურის წნული არხშეშეშეში	
10. არმატურის კარკასი ან ბაღე: ა) პირიბითად; ბ) გაშვებული ღერი (განყოფილება დაიჭრება კარკასის ბოლოებში ან ბაღის შედუღების ადგილებში).	
11. არმატურის კარკასი ან ბაღე შედუღებული გამოხატულებით	

მიღბაყვანოლოზის ელემენტების პირობითი
ბრაფიკული აღნიშვნები

ლასახელეპა	აღნიშვნა
1. მიღბაყვანილობა (საერთო აღნიშვნა)	
2. მიღბაყვანილობების შეერთებები	
3. მიღბაყვანილობის გადაჯაჭვადინება (შეერთების გარეშე). შენიშვნა: მუხებლობის დოკუმენტაციისათვის დასაშვებია ასეთი აღნიშვნა	
4. ვერტიკალურდგარიანი მიღბაყვანილობა	
5. მიღბაყვანილობის იზოლირებული უბნები	
6. მიღბაყვანილობა მიღში (აფუცლიარში)	
7. მიღბაყვანილობის ელემენტების შეერთება გასართი: ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) მიღტუხოვანი; გ) უტუცერული ხრახნილი; დ) ქუროსებრი ხრახნილი; ე) მიღბაბროვანი.	
8. მიღბაყვანილობის დაბოლოება გასართი შეერთებით: ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) მიღტუხოვანი; გ) უტუცერული ხრახნილი; დ) ქუროსებრი ხრახნილი; ე) მიღბაბროვანი.	
9. მიღბაყვანილობის დაბოლოება სახშიბით (საცობით): ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) მიღტუხოვანი;	

ლასახელეპა	აღნიშვნა
გ) ხრახნილი; დ) მიღბაბროვანი. 10. მიღბაყვანილობის დეტალები: ა) სხვადასხვა სამკალები; ბ) სხვადასხვა ჯვარედენი; გ) მუხლები, ხარისები სხვადასხვა ქუთით; დ) განშტოება, კოდექტორი, სავარცხელი; ე) სახანძრო ქვესადგამი; ვ) სახანძრო სამკაბი ქვესადგამით; ზ) სახანძრო ჯვარედინი ქვესადგამით; თ) გამოშვება. 11. სხვადასხვა სიფონი (პიდროსამექტი) 12. გადასვლა, გადასასვლელი, გადასასვლელი მილაკი: ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) მიღტუხოვანი; გ) უტუცერული;	                        

ლესახელეები	აღნიშვნა
12. ლ) მილადროვანი; ვ) მილადრია – მილტუნი; ჰ) მილადრია – გლუვი ბილი; 13. კომპენსაციო; ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) Π -ს მაგვარი; გ) ქარიშხლები; დ) ღინჯისებრი. 14. საღმე: ა) საამორტოზაციო; ბ) ხმის მაიზოღირებელი; გ) ელექტრომაგნიტური ელფი. 15. მილსადენის დასაყრდენი: ა) უძრავი; ბ) მოძრავი (საერთო აღნიშვნა); გ) მომართოველი; დ) სრიალი; ე) მგორავი. 16. საკიდი: ა) უძრავი;	                 

ლესახელეები	აღნიშვნა
ბ) მომართოველი; გ) დრეკალი. 17. გადსასვლელი სარკავი (მიღტუქსა); ა) პირდაპირი; ბ) პირდაპირი დაბალი. 18. პირდაპირი დაბალი სარკავი (მიღსპროვანი) 19. საკომპენსაციო პირდაპირი სარკავი 20. აკვარელი ორხიბრტყისი 21. საკომპენსაციო მიღსაქი 22. რევიზია 23. უქვრა 24. ქუნი: ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) წმისა(ქელი).	                 

	დასახელება	აღნიშვნა
12.	სამხელაინი ონკანი: ა) ზოგადი აღნიშვნა; ბ) T-ს მაგვარი საცობით; გ) ხელსაპანი; დ) საბაზანი; ე) საბოსურე;	
	ზ) წამყვები კონტაქტური მოქმედებით; თ) დამბრუნებელი;	
	ი) სახანძრო (სახანძრო სარკველი); ერთი ულანგის შესაერთებელი; ორი ულანგის შესაერთებელი;	
13.	ონკანი ორმაგი რევულირებით ა) სარწყავი.	
14.	უემდევი; ა) საერთო აღნიშვნა; ბ) მობრუნებით ამოღებით; გ) საშაპე ბადით;	
	დ) თეთრფაქეტი ონკანი პირსახანსათვის; ე) სამყოფინო სათაყუბი	

სარეცხი, საბაზანო და საპირფარეშო მოწყობილობების პირობითი
ბრაზიკული აღნიშვნები

დასახელება	აღნიშვნა	
	ბეჭედი	ხელშეკრულება, პროექტირება, სამუშაო
1. უნიტაზი		
2. ლიუვტი - კლოზეტი		
3. იატაკის საკლოზეტი ჯამი		
4. ჩამრეცხი ავზი		
5. პისუარი კედლის, სიფონის გარეშე		
6. საავადმყოფოს გადასაშვები		
7. საფურთხეხელი ურნა		
8. მართკუთხა ნიჟარა		
9. ორგანოფილებიანი მართკუთხა სარეცხელი		
10. ერთგანოფილებიანი სამზარეულოს სარეცხელი		
11. ერთგანოფილებიანი პირსაბანი		
12. ორგანოფილებიანი პირსაბანი		
13. პირსაბანი საფურთხეხელი ურნით		
14. ჯგუფური პირსაბანი (ონკანების რაოდენობის მანუქნებული)		
15. აბაზანა		
16. საშხაპე ქვეში		
17. სასმელი შადრევანი		
18. ტრაპი		

სანიტარულ-ტექნიკური მოწყობილობების ელემენტების პირობითი ბრავოული აღნიშვნები

დასახელება	აღნიშვნა	
	საქონელი გამოყენება	წინამდებარე ან გვერდითი პროექტის სამუშაო
1. საშაპე ბაღე		
2. ნაშუები ძაბრი		
3. იატაკის ტრაპი		
4. ტრაპ-ძაბრი		
5. შიდა წყალსადენების ძაბრი		
6. სავენტილაციო ფლუგარა		
7. კა ქსელში		
8. კა ქსელში სახანძრო პოდრანტი		
9. წებოვანი		
10. წყალგამყოფი სვეტი		
11. ტალახშემკრები		
12. ცხიმშემკრები		
13. არტეზიული კაბუდო		
14. შახტური კა		

დასახელება	აღნიშვნა	
	საქონელი გამოყენება	წინამდებარე ან გვერდითი პროექტის სამუშაო
15. კლანდი		
16. გლეგი გათბობის მთლი რეგისტრი გლეგი მთლიდან		
17. წითელი გათბობის მთლი რეგისტრი წითელი მთლიდან		
18. რადიატორი, გათბობის პანელი		
19. პერგამონიანი აგრეგატი		
20. პერგამონიანი		
21. პერგამონიანი		
22. პერგამონიანი ფილტრი		
23. მრეგალი კვების პერგამონიანი, (ორი ხაზით გამოხატვისას)		
24. მრეგალი კვების პერგამონიანი, (ორი ხაზით გამოხატვისას)		
25. პერგამონიანი შახტა		
26. პერგამონიანი შახტა		
27. სერვისი ან გისი პერგამონიანი		
28. სერვისი ან გისი პერგამონიანი		
29. წითელი პერგამონიანი- პერგამონიანი		

ბამათობელი ღუმელების, ზვალბამათობელების, ბამათობელი ჟვამების, სამზარეულოს ღუმელების
მაცემების პირობითი ბრევიტული აღნიშვნები

დასახელება	აღნიშვნა	
	უძლესი ბეგაზე	წინასწარ გამართული, პროექტის და სპეციფიკა
30. წყობილი პერმანენტი, პერის მოკრებილი მოქმედებისთვის		
31. აბორაციული მოქმედების ადგილობრივი გაწევა		
32. დეფლექტორი		
33. საფრთხილი საფარი		
34. შიბერი		
35. უკონტროლო ავტომატიზაცია (ავტომატიზაცია) მუშაობისთვის (საფრთხილი)		
36. ციხულ მუშაობისთვის საფრთხილი		
37. გამართული საფრთხილი კაბრა		
38. კონტროლი		
39. პერმანენტი		
40. წყობილი წყალმომარაგების		
41. საფრთხი		
42. გამართული		
43. დაბალი წყობის გათვალისწინებული		
44. კაბრა თბობისთვის		
45. იატაკის არხი		

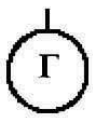
დასახელება	აღნიშვნა	
	ბეგაზე	ხელისა, პროექტის, სპეციფიკა
1. გამართული ღუმელი (საერთო აღნიშვნა)		
2. სტაციონარული გამართული ღუმელი, მკვეთრი საფრთხი		
3. გაზის გამართული, გადამამუშავებელი ღუმელი		
4. გამართული ქვაბი (საერთო აღნიშვნა)		
5. გამართული ქვაბი თხევად საწვავზე		
6. საფრთხილი ღუმელი (საერთო აღნიშვნა)		
7. საფრთხილი ულტრაიისფერი		
8. საფრთხილი გაზის ღუმელი		
9. საფრთხი ქვაბი		
10. წყალმომარაგების თხევად საწვავზე		
11. გაზის წყალმომარაგების		
12. ულტრაიისფერი წყალმომარაგების		
13. გაზის მაცივარი		
14. ულტრაიისფერი მაცივარი		

**ელექტროდინამიკის პირვითი ბრავიკული აღნიშვნები
პრინციპულ სქემებზე**

დენის და კაპის სახე

დასახელება	აღნიშვნა
1. მუდმივი დენი	
2. ცვლადი დენი	
3. მუდმივი და ცვლადი დენები	
4. უარყოფითი პოლარობა	
5. დადებითი პოლარობა	

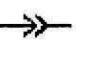
ელექტრული ენერგიის წყაროები

დასახელება	აღნიშვნა
1. გალვანური ელემენტი ან აკუმულატორი	
2. გალვანური ან აკუმულატორული ელემენტებისგან შემდგარი ბატარეა	
3. ელექტროგენერატორი (საერთო აღნიშვნა)	

ელექტროკავშირის სახეები

დასახელება	აღნიშვნა
1. ელექტროკავშირის სახი (სადენი, კაბელი, სალტე (საერთო აღნიშვნები)	
2. მოქნილი სადენით განხორციელებული ელექტროკავშირის სახი;	
3. ელექტროკავშირის სახების გადაკვეთა	
4. ელექტროკავშირის სახი განშტოებით	
5. ელექტროკავშირის სახის მოხვევა	
6. სადენებს შორის იზოლაციის დაზიანება	
7. მიწაზე იზოლაციის დაზიანება	
8. კორპუსზე იზოლაციის დაზიანება	
9. დამიწება	

კომუტაციური მოწყობილობები და კონტაქტური შეერთებები

დასახელება	აღნიშვნა
1. დნობადი დამცველი (საერთო აღნიშვნა)	
2. საკომუტაციო მოწყობილობის ჩამკეტი კონტაქტი (ნორმალურად ღია)	
3. საკომუტაციო მოწყობილობის “განმრთველი” კონტაქტი (ნორმალურად ჩაკეტილი)	
4. საკომუტაციო მოწყობილობის გადამრთველი კონტაქტი	
5. ელექტროსითბური რელეს კონტაქტი	
6. გასართი (დაშლადი) კონტაქტური შეერთების კონტაქტი	
7. მანჭვალისებრი ბუდე;	
8. არაშლადი კონტაქტური შეერთების კონტაქტი	
9. სამპოლუსიანი გამომრთველი	
10. დასაჭერდილაკიანი გასართი ჩამკეტი კონტაქტით	
11. დასაჭერდილაკიანი გასართი განმრთველი კონტაქტით	
12. გასართი კონტაქტური შეერთება	

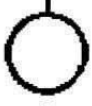
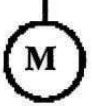
ელექტრომექანიკური მოწყობილობის აღმქმელი ნაწილი

დასახელება	აღნიშვნა
1. ელექტრომექანიკური მოწყობილობის (მაგნიტური გამშვების) კოჭა	
2. ელექტროსითბური რელეს აღმქმელი ნაწილი	

კოჭას ინდუქციურობა, ტრანსფორმატორები

დასახელება	აღნიშვნა
1. ფერომაგნიტური გულარი (მაგნიტოგამტარი)	
2. ინდუქციურობის კოჭა (დროსელი) გულარის გარეშე	
3. ინდუქციურობის კოჭა (დროსელი) ფერომაგნიტური გულარით	
4. ტრანსფორმატორი გულარის გარეშე	
5. ტრანსფორმატორი ფერომაგნიტური გულარით	
6. ერთფაზიანი ავტოტრანსფორმატორი ფერომაგნიტური გულარით	

ელექტრომანქანები

დასახელება	აღნიშვნა
1. ელექტრომანქანა	
2. ელექტროძრავა	
3. ცვლადი დენის მანქანის სტატორის გრაგნილი, მუდმივი დენის მანქანის მიმდევრობითი აგზნების გრაგნილი	
4. მუდმივი დენის მანქანის პარალელური აგზნების გრაგნილი, დამოუკიდებელი აგზნების გრაგნილი	
5. დამატებითი პოლუსების გრაგნილი	
6. სტატორი, სტატორის გრაგნილი	
7. მოკლედხართული გრაგნილიანი როტორი	
8. გრაგნილიანი, კოლექტორიანი და ჯაგრისიანი როტორი	

ელექტროსაზომი ხელსაწყოები

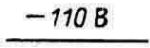
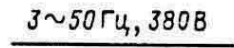
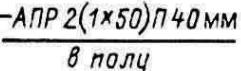
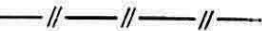
დასახელება	აღნიშვნა
1. მზომი მაჩვენებელი ხელსაწყო	
2. მზომი მარეგისტრირებელი ხელსაწყო	
3. მზომი მაინტეგრირებელი ხელსაწყო (ელექტრომრიცხველი)	
4. მზომი ხელსაწყოს დენის გრაგნილი	
5. მზომი ხელსაწყოს ძაბვის გრაგნილი	

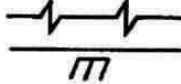
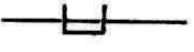
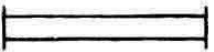
განათების და სასიგნალო ნათურები

დასახელება	აღნიშვნა
1. ვარვარების ნათურა, განათებისა და სასიგნალო	
2. სასიგნალო ნათურა	
3. განათებისა და სასიგნალო აირგანმუხტვის ნათურა	
4. ამამუშავებელი (ლუმინესცენციური ნათურებისათვის)	
5. ელექტროზარი	
6. ელექტროსირენა	
7. საყვირი	

**ელექტროდინამიკის პირობითი გრაფიკული აღნიშვნები
არქიტექტურულ სქემებზე**

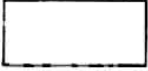
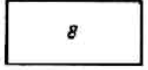
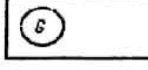
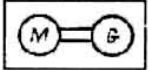
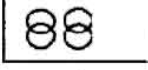
ხაზების, საღებავებისა და ღენსაღენების აღნიშვნები

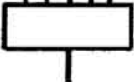
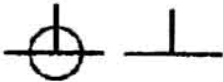
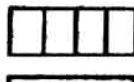
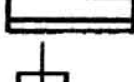
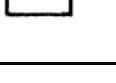
დასახელება	აღნიშვნა
1. სადენის ზოგადი აღნიშვნა	
2. 110 ვოლტიანი მუდმივი დენის ხაზი	
3. 50 ჰერციანი, 380 ვოლტიანი ძაბვიანი სამფაზიანი ცვლადი დენის ხაზი	
4. 50 ჰერციანი, 6 კილოვატიანი ცვლადი დენის წრედი, რომელიც შესრულებულია 120მმ ² კვეთის AB მარკის სამძარღვიანი კაბელით კედელზე	
5. მუდმივი დენის ხაზი, რომელიც შესრულებულია იატაკში განლაგებული პლასტმასის 40 მმ დიამეტრის მილში გატარებული 50 მმ ² კვეთის II მარკის ორი ცალძარღვა სადენით	
6. დამიწებისა და დანულების ხაზები	
7. გრუნტში ჩასობილი მილის დამიწებლები	
8. დამიწების მაგისტრალბად გამოყენებული ლითონის კონსტრუქციები	
9. მართვის, კონტროლისა და გაზომვის წრედის ხაზები	
10. ა. ავარიული და დაცვის განათების ქსელების ხაზები;	ა) 
10. ბ. იგივე 36 V და ნაკლები ძაბვის შემთხვევაში	ბ) 
11. სამუშაო განათების ხაზი	
12. რადიომაუწყებლობის ხაზი	
13. ტელევიზიის ხაზი	
14. არაიზოლირებული საღტეებით, ღენტებითა და სადენებით გაყვანილი ხაზები	
15. დახურული საღტის გამტარები დგარებზე	
16. დახურული საღტის გამტარები საკიდებზე	

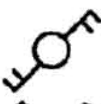
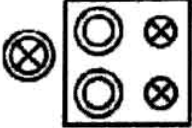
დასახელება	აღნიშვნა
17. დახურული საღტის გამტარები კრონშტეინებზე	
18. ტროლეიბუსის ხაზები	
19. მოქნილი სადენები	
20. ტროსის სადენები	
21.ა. ხაზი ადის უფრო მაღალ ნიშნულზე	
21.ბ. ხაზი ჩამოდის უფრო მაღალი ნიშნულიდან	
22.ა. ხაზი ჩადის უფრო დაბალ ნიშნულზე	
22.ბ. ხაზი ამოდის უფრო დაბალი ნიშნულიდან	
23.ა. სადენი კვეთს ნიშნულს ზემოდან ქვემოთ	
23.ბ. სადენი კვეთს ნიშნულს ქვემოდან ზემოთ	
24. სადენის ღია გაყვანა ბათქაშზე	
25. სადენის გაყვანა ბათქაშის ქვეშ	
26. სადენის გაყვანა იატაკში	
27. სადენის გაყვანა იატაკქვეშ	
28. სადენის გაყვანა მიწებში	
29. სადენის გაყვანა პლინტუსის ქვეშ	
30. სადენის გაყვანა ღარში	
31. სადენის გაყვანა იზოლატორებზე	
32. კაბელის სადენები	
33. კაბელის არხი	
34. კაბელის ტრანშეა	

დასახელება	აღნიშვნა
35. კაბელის ბლოკი	
36. კაბელის გვირაბი	
37. კაბელის ჭა	
38. გვირაბის ლიუკი კაბელისათვის	
39. მიწებში გაყვანილი სადენები, მიწი გაყვანილია ღიად	
40. მიწი გაყვანილია დაფარულად (ბეტონში, იატაკში, გრუნტში) ჩადების ნიშნულის მითითებით	
41. სადენები გადახურვის ქვეშ გატარებულ მიწებში	
42. ღიად გაყვანილი მიწების ნაკადი	
43. დაფარულად გაყვანილი მიწების ნაკადი	
44. გადახურვის ქვეშ გაყვანილი მიწების ნაკადი	
45. ზემოთ, +0.5 ნიშნულზე აღმართული მიწი	
46. ქვემოთ, -0.2 ნიშნულზე მიმართული მიწი	

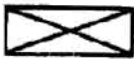
**ელექტროდანადგარების, აპარატებისა და მოწყობილობების პირობითი
ბრაზიკული აღნიშვნები**

დასახელება	აღნიშვნა
1. ელექტრომოწყობილობის საერთო აღნიშვნა	
2. ციფრი 8 – სპეციფიკაციაში პოზიციის ნომერი, რომელშიც მითითებულია ელექტრომოწყობილობის დასახელება	
3. გენერატორიანი მოწყობილობა (ზოგადი აღნიშვნა)	
4. ელექტროძრავიანი მოწყობილობა (ზოგადი აღნიშვნა)	
5. მრავალძრავიანი ამძრავის მქონე მოწყობილობა	
6. ძრავა-გენერატორი	
7. გამმართველი (ზოგადი აღნიშვნა)	
8. ტრანსფორმატორიანი მოწყობილობა (ზოგადი აღნიშვნა)	
9. მოწყობილობა, რომელშიც ორი ტრანსფორმატორია	
10. ტრანსფორმატორული ქვესადგური (ზოგადი აღნიშვნა)	
11. ღია ქვესადგური	
12. დახურული ქვესადგური	
13. გადასაადგილებელი ქვესადგური	
14. კონდენსატორული ბატარეა	
15. აკუმულატორული ბატარეა	
16. ელექტროგამათბობელი მოწყობილობა (ზოგადი აღნიშვნა)	
17. მრავალძრავიანი ამძრავის მქონე მოწყობილობა	

დასახელება	აღნიშვნა
18. ელექტროქურა	
19. მაცივარი	
20. სარეცხი მანქანა	
21. ვენტილატორი	
22. საშრობი	
23. წყლის ელექტროგამაცხელებელი	
24. ჭურჭლის სარეცხი მანქანა	
25. ცალმხრივი მომსახურების ფარი	
26. გამანაწილებელი ფარი (მაგალითად, ერთი შეყვანით და ოთხი გამომყვანით)	
27. გამანათებელი კოლოფი. წრე შეიძლება არ ჩაიხატოს	
28. რამოდენიმე პანელისაგან შემდგარი ფარი	
29. ორმხრივი მომსახურების ფარი	
30. შეყვანილობის კოლოფი	
31. გამრთავი შეერთება;	
32. დამცავ კონტაქტიანი შტეფსელური შეერთება	
33. შეყვანი კოლოფი მომჭერების გარეშე	
34. შეყვანი კოლოფი მომჭერებით	
35. ელექტროძრავას ამამუშავებელი მოწყობილობის ზოგადი აღნიშვნა	
36. კონტაქტორის აღნიშვნა	
37. სამპოლუსიანი კონტაქტორის აღნიშვნა	

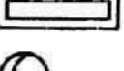
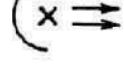
დასახელება	აღნიშვნა
38. ვარსკვლავიდან სამკუთხედზე კონტაქტორული გადამრთველის აღნიშვნა	
39. ვარსკვლავიდან სამკუთხედზე გადამრთველი	
40. ამომრთველის ზოგადი აღნიშვნა	
41. სამპოლუსიანი ამომრთველი	
42. ორპოლუსიანი გადამრთველი	
43. დენის მიმართულების შემცვლელი გადამრთველი	
44. დამცავი ამომრთველი	
45. მაქსიმალური დენის სამპოლუსიანი დამცავი	
46. დილაკიანი ამომრთველი	
47. პოსტი 2 დილაკიან გამომრთველზე	
48. პოსტი 2 დილაკიან გამომრთველზე 2 სასიგნალო ნათურით	
49. ამომრთველი ცენტრიდანული ამძრავით	
50. ამომრთველი დროის დაყენებით	
51. ამომრთველი ელექტრომაგნიტური ამძრავით	
52. ტემპერატურული ამომრთველი	
53. ტივტივიანი ამომრთველი	

**ელექტრომოწყობილობისა და აპარატურის პირობითი ბრაზიკული აღნიშვნა
არქიტექტურულ სქემაზე**

დასახელება	აღნიშვნა
1. ჯგუფური სამუშაო განათების ფარი	
2. ჯგუფური საავარიო განათების ფარი	
3. ზარი	
4. ავტომატური ამომრთველი	
5. მართვის ყუთი	
6. კედლის მასრა	
7. შესაკიდი მასრა	
8. ჭერის მასრა	
9. მაგნიტური ამამუშავებელი	
10. მართვის ღილაკი	
11. მცირე სიმძლავრის ტრანსფორმატორი	
12. შტეფსელის როზეტი ღია გაყვანილობისათვის	
13. ორპოლუსიანი გაორწვერებული როზეტი ღია გაყვანილობისათვის	
14. როზეტი დამცავი კონტაქტით ღია გაყვანილობისათვის	
15. სამპოლუსიანი როზეტი დამცავი კონტაქტით ღია გაყვანილობისათვის	
16. შტეფსელის როზეტი ჰერმეტიკული შესრულებით	
17. დამცავ კონტაქტიანი შტეფსელის როზეტი ჰერმეტიკული შესრულებით	

დასახელება	აღნიშვნა
18. ორპოლუსიანი როზეტი დახურული გაყვანილობისათვის	
19. ორპოლუსიანი გაორწვერებული როზეტი დახურული გაყვანილობისათვის	
20. ორპოლუსიანი როზეტი დამცავი კონტაქტით დახურული გაყვანილობისათვის	
21. სამპოლუსიანი როზეტი დამცავი კონტაქტით დახურული გაყვანილობისათვის	
22. ორპოლუსიანი გაორწვერებული დაცვის ამაღლებული ხარისხი	
23. სამპოლუსიანი დამცავი კონტაქტით	
24. ერთპოლუსიანი ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
25. ორპოლუსიანი ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
26. სამპოლუსიანი ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
27. ერთპოლუსიანი გაორწვერებული ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
28. ერთპოლუსიანი ჩაშენებული ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
29. ორპოლუსიანი გაორწვერებული ამომრთველი ღია გაყვანილობისათვის	
30. ერთპოლუსიანი ამომრთველი დახურული გაყვანილობისათვის	
31. ორპოლუსიანი ამომრთველი დახურული გაყვანილობისათვის	
32. სამპოლუსიანი ამომრთველი დახურული გაყვანილობისათვის	
33. ერთპოლუსიანი გაორწვერებული ამომრთველი დახურული გაყვანილობისათვის	
34. ერთპოლუსიანი ჩაშენებული ამომრთველი დახურული გაყვანილობისათვის	
35. ორპოლუსიანი ამომრთველი დაცვის ამაღლებული ხარისხით	

დასახელება	აღნიშვნა
36. ერთპოლუსიანი გადამრთველი	
37. ერთპოლუსიანი გადამრთველი დაცვის ამადლებული ხარისხით	
38. ორპოლუსიანი გადამრთველი	
39. სამპოლუსიანი გადამრთველი	
40. სამპოლუსიანი გადამრთველი დაცვის ამადლებული ხარისხით	
41. ამომრთველი და შტეფსელის როზეტი	
42. ორი ამომრთველი და როზეტი	
43. სამი ამომრთველი და როზეტი	
44. ჭერის აბრები	ა)
ა) ვარვარის ნათურები;	ბ)
ბ) ლუმინესცენციური ღამპები	
45. შეკიდული აბრები	ა)
ა) ვარვარის ნათურები;	ბ)
ბ) ლუმინესცენციური ღამპები	
46. კედლის აბრები	ა)
ა) ვარვარის ნათურები;	ბ)
ბ) ლუმინესცენციური ღამპები	
47. ჩაშენებული აბრები	ა)
ა) ვარვარების ნათურები;	ბ)
ბ) ლუმინესცენციური ღამპები	
48. ლუმინესცენციური აბრების ხაზი	
49. აბრების საერთო აღნიშვნა	
50. აბრები ვარვარის ნათურებით	

დასახელება	აღნიშვნა
51. აბრა ძაბვის რეგულირებით	
52. ავარიული განათების აბრა	
53. კომბინირებული აბრა	
54. აბრა გამშვები მოწყობილობის გარეშე	
55. პროექტორი	
56. პროექტორის ზოგადი აღნიშვნა	
57. მოფენილი შუქის პროექტორი	
58. მიმართული შუქის პროექტორი	

ბამოყენებული ლიტერატურა

1. ეზუგბაია ზ., ირემაშვილი ი., ქვის სამუშაოების ტექნოლოგია (კალატოზი), სტუ 2006.
2. წულეისკირი გ., არაბიძე მ., საინჟინრო გრაფიკა (სამშენებლო ნახაზები), სტუ 2009.
3. ს. იაკობაშვილი, ა. ავრამოვი – შედუღებისა და რჩილვის პროცესების თეორია. თბილისი, 2001.
4. С. Якобашвили, А. Аврамов – Теория сварочных процессов. Тбилиси-София, 1993.
5. ს. იაკობაშვილი – ხელით ელექტრორკალური შედუღების ტექნიკა და ტექნოლოგია. თბილისი, 2007.
6. ს. იაკობაშვილი, ა. ბოჭორიშვილი – შრომის დაცვა და უსაფრთხოების ტექნიკა შედუღებისას. თბილისი, 2006.
7. ს. იაკობაშვილი, ა. გორდეზიანი – ლითონების ხელით ელექტრორკალური შედუღების ტექნოლოგია. თბილისი, 2008.
8. Б. Е. Патон, А. Н. Корниенко – Огонь сшивает металл. Москва, 1988.
9. ს. იაკობაშვილი, ა. გაგნიძე, გ. იაკობაშვილი – საშემდუღებლო რკალში მიმდინარე პროცესები. თბილისი, 2006.
10. ს. იაკობაშვილი, ა. გაგნიძე, გ. იაკობაშვილი – შედუღების რკალში არსი და სითბოს ძირითადი წყაროები. თბილისი, 2006.
11. ს. იაკობაშვილი, ა. გაგნიძე, გ. იაკობაშვილი – საშემდუღებლო წიდები და ფლუსები. თბილისი, 2006.
12. ს. იაკობაშვილი, ა. გაგნიძე, გ. იაკობაშვილი – შენადული ნაკერის კრისტალიზაცია. თბილისი, 2006.
13. С. Якобашвили, Г. Якобашвили, - Источники питания сварочной дуги. Тбилиси, 2006.
14. С. Якобашвили, А. Гагნიдзе, Г. Якобашвили – Дефекты в стальных отливках, заготовках и соединениях. Тбилиси, 2007.
15. მ. ოქროსაშვილი – მასალათმცოდნეობის მოკლე კურსი. თბილისი, 2007.
16. ს. იაკობაშვილი – შენადული კონსტრუქციების დამზადების ტექნიკა და ტექნოლოგია. თბილისი, 2003.
17. ს. იაკობაშვილი – აირული შედუღება და ჭრა. თბილისი, 2003.
18. <http://www.mig-welding.co.uk/arc-tutorial.htm>, ჩამოტვირთულია 15/04/11.
19. <http://www.tecnitest.com/en/ndt-inspection-systems/>, ჩამოტვირთულია 15/04/11.
20. <http://met-tech.com/spindle-failure.html/>, ჩამოტვირთულია 15/04/11.
21. <http://www.gowelding.org/>, ჩამოტვირთულია 15/04/11.
22. <http://www.millerwelds.com/>, ჩამოტვირთულია 20/04/11.
23. <http://isadikin.wordpress.com/2006/08/27/weld-defects>, ჩამოტვირთულია 20/04/11.
24. <http://www.ndted.org/EducationResources>, ჩამოტვირთულია 20/04/11.
25. <http://www.lincolnelectric.com>, ჩამოტვირთულია 20/04/11.
26. <http://www.smithandarrow.com.au/blog/metal-welding/guidelines-personal-protective-equipment-welding-cutting>, ჩამოტვირთულია 20/04/11.

დიდი მაღლობა თანამშრომლობისათვის

ხელით ელექტრორკალური შედუღების სახელმძღვანელო მრავალი ადამიანის ურთიერთთანამშრომლობის შედეგია. საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროსა და პროფესიული განათლების ცენტრების დირექტორებთან მჭიდრო თანამშრომლობამ დიდი როლი შეასრულა სახელმძღვანელოს შექმნაში. სახელმძღვანელო შედგენილ და დაბეჭდილ იქნა USAID-ის მიერ დაფინანსებული “პროფესიული განათლების პროექტის” მიერ (VEP). სახელმძღვანელოს სხვადასხვა ნაწილების შემუშავებაში მონაწილეობდნენ სამშენებლო დარგში მოღვაწე სპეციალისტები და საერთაშორისო ექსპერტები.

წინამდებარე სახელმძღვანელო მრავალი ადამიანის შრომის შედეგია. მათ ამ სახელმძღვანელოს შექმნით თავისი წვლილი შეიტანეს საქართველოში განათლების ხარისხის ამაღლებაში. “პროფესიული განათლების პროექტს” (VEP) სურს, თავისი მადლიერება გამოხატოს ქვემოთ ჩამოთვლილი პიროვნებების და ორგანიზაციების მიმართ, ვინც მონაწილეობდა სახელმძღვანელოს შექმნაში:

- გიორგი ნაცვლიშვილი, მონაწილეობდა სახელმძღვანელოს შემუშავებაში;
- რამაზ ნაცვლიშვილი, ფოტოგრაფი, გადაიღო თბილისის პროფესიული სწავლების კოლეჯ “სპექტრში” მოქმედი შემდუღებელთა სასწავლო კურსის სტუდენტების ფოტოები;
- მედეა ბახაძე, რედაქტორი;
- “Wood Service” და “Menointernational”, რომლებმაც მოგვაწოდეს არქიტექტურული ნახაზები;
- ე. პატონის სახელობის შედუღებისა და მონათესავე ტექნოლოგიების საქართველო-უკრაინის საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრი “ინტერველი”, რომელმაც მოგვაწოდა სახელმძღვანელოს შექმნისათვის საჭირო მასალები;
- ნენსი პარკსი, ნიკოლოზ ჩაჩხიანი, საბა სარიშვილი, ნათია მღებრიშვილი, ლელა რუხაძე, გიორგი ფრანგიშვილი, ნუცა გოგუაძე, ვიქტორია გაჩეჩილაძე, ბექა ხაჩატუროვი, კობა ფეტვიაშვილი; “კვლევის ამერიკული ინსტიტუტების” კოლექტივი, რომელმაც მრავალი საათი მიუძღვნა სახელმძღვანელოს შექმნას.

სახელმძღვანელოს შექმნა შეუძლებელი იქნებოდა ამერიკელი ხალხის მხარდაჭერის გარეშე, რომელიც განხორციელდა ამერიკის შეერთებული შტატების საერთაშორისო განვითარების სააგენტოს მეშვეობით.

USAID-ის პროფესიული განათლების პროექტი საქართველოში