მასალათმცოდნეობა (სხვადასხვა)

ელექტროწიდური გადადნობით მიღებული საელექტროდო ლითონის გავლენა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის პროცესზე

პარმენ ყიფიანი,
პაატა გერაძე,
აკაკი კაკაურიძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ქუთაისი, საქართველო
parmenk@gmail.com

სტატიაში განხილულია მავნე მინარევების (გოგირდი, ფოსფორი) გავლენა შენადუღ შეერთებაში ცხელი (კრისტალიზაციური) ბზარების წარმოქმნის პროცესზე. არსებული ყველა სხვა შესაძლო გზების გარდა, შენადუღ შეერთებაში მავნე მინარევების შემცირების ყველაზე მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ელექტროწიდური გადადნობა. გოგირდი და ფოსფორი შენადუღ შეერთებაში ძირითადი და საელექტროდო ლითონიდან გადადის. ელექტროწიდური გადადნობის შედეგად მიღებული ლითონისაგან დამზადებული მავთული მკვეთრად ამცირებს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის შესაძლებლობას.

საკვანძო სიტყვები: *კრისტალიზაციური ბზარები, მავნე მინარევები, ქიმიური შედგენილობა, დეფექტები, დაძაბული მდგომარეობა, შედუღება.*

შენადუღი კონსტრუქციების დამზადებისას შენადუღი შეერთების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ძირითადი და საშემდუღებლო მასალების ხარისხზე და ქიმიურ შედგენილობაზე. უდეფექტო შენადუღი შეერთების მიღებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საშემდუღებლო მასალებში მავნე მინარევების (გოგირდი, ფოსფორი) შემცველობა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი გავლენა ცხელი ბზარების წარმოქმნის პროცესზე მაღალნახშირბადიანი და მომეტებული სიმტკიცის ფოლადების შედუღებისას.

ნაკერის ქიმიური შედგენილობა ყველაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კრისტალიზაციური (ცხელი) ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობაზე. ყველა ელემენტი, რომლებიც შედიან ნაკერის ლითონის შედგენილობაში, იყოფა სამ ჯგუფად.

ჩვენთვის ყველაზე მნიშვნელოვანი ჯგუფია ელემენტებისა, რომელთა არსებობაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობას

კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ. მიღებულია, რომ ასეთ ელემენტებს უწოდებენ მავნეს და მათ პირველ რიგში მიეკუთვნება გოგირდი და ფოსფორი.

გოგირდი - მავნე მინარევია, რომლის შემცველობის ზრდა ნაკერის ლითონში მკვეთრად ამცირებს ნაკერის ლითონის წინააღმდეგობას კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ. გოგირდი ნაკერის ლითონში გადადის ძირითადი და საელექტროდო ლითონიდან, მასალებიდან, რომლებიც ელექტროდის დაფარვაშია, და ფლუსიდან. მოქმედი სტანდარტების თანახმად, გოგირდის შემცველობა ფოლადებში არ უნდა აღემატებოდეს 0,05%-ს, რეალურად კი - 0,03%-ს.

ფოსფორი, ისევე, როგორც გოგირდი, უარყოფით გავლენას ახდენს ნაკერის ლითონში კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობაზე და იწვევს დარტყმითი სიბლანტის მკვეთრ შემცირებას, განსაკუთრებით დაბალი ტემპერატურების პირობებში.

ფოსფორი ნაკერის ლითონში გადადის ძირითადი და საელექტროდე ლითონიდან, მასალებიდან, რომლებიც ელექტროდის დაფარვაშია და ფლუსიდან. მოქმედი სტანდარტების თანახმად, ფოსფორის შემცველობა ფოლადებში არ უნდა აღემატებოდეს 0,055%-ს, რეალურად კი - 0,03%-ს.

ფოსფორის და გოგირდის უარყოფითი გავლენა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის პროცესზე, მათი ერთობლივი მოქმედების გამო, მკვეთრად უარყოფითია, რადგან ამ ელემენტების ლიკვაცია ნაკერის ლითონში ერთმანეთს ემთხვევა.

გოგირდის და ფოსფორის რაოდენობის შემცირება, აღნიშნულ დონესთან შედარებით, შესაძლებელია, მაგრამ დაკავშირებულია ფოლადის გამოდნობის ღირებულების გაზრდასთან, თუმცა, საერთო ეკონომიკური მოსაზრებიდან გამომდინარე, უკეთესია.

გოგირდის და ფოსფორის შემცველობის გავლენის შესასწავლად კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობაზე ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარებული იქნა მაღალნახშიბადიან 65Г ტიპის ფოლადზე. საშემდუღებლო Св-08ХГ2СМФ სერიული მავთულით და ფ.თავაძის სახელობის მეტალურგიის ინსტიტუტში ელექტროწიდური გადადნობის შედეგად მიღებული სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის (გოგირდის და ფოსფორის შემცველობის მიხედვით) ლითონით, რომელთაგან ამავე ინსტიტუტის შედუღების განყოფილებაში დამზადდა საშემდუღებლო

მავთული დიამეტრით 3 მმ. ექსპერიმენტებში შედუღებისათვის ვიყენებდით საშემდუღებლო ფლუსს АН-348А.

ადრე ჩატარებულ კვლევებში (Кипиани 2000: 8-11; Кипиани 2005: 67-73) მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ საშემდუღებლო მასალების ქიმიური შედგენილობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის და მათი გავრცელების პროცესზე. ხშირ შემთხვევაში ეს პროცესი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული შედუღების ოპტიმალური რეჟიმების შერჩევასთან, მავნე მინარევების და ქიმიური შედგენილობის სხვა ელემენტების რაოდენობაზე.

კვლევისათვის აღნიშნული ფოლადის შერჩევა განაპირობა იმან, რომ ეს ფოლადი გამოიყენება რკინიგზის ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის გოგორათვლების დასამზადებლად და ამ გოგორათვლების ქიმის დადუღებით აღდგენისას მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ამაღლებას.

გოგორათვლის ფოლადის, ფლუსის და საშემდუღებლო მავთულების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილებში 1, 2, 3.

ცხრილი 1

მასალა	ელემენტების შემცველობა, %				
	C	Si	Mn	S	P
გოგორათვლის ფოლადი	0,62	0,35	0,76	0,020	0,018

ცხრილი 2

ფლუსი	შემცველობა, %								
	SiO_2	MnO	CaO	MgO	Al_2O_3	CaF_2	Fe_2O_3	S	P
АН-348А	42,50	35,0	6,0	6,0	4,0	4,50	2,0	0,0030	0,11

ცხრილი 3

საშემდურებლო მავთული	ელემენტების შემცველობა, %								
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	Ca	S	P
Св-08ХГ2С МФ	0,08	0,68	1,80	1,16	0,64	0,22	0,05	0,025	0,018
Св-08ХГ2С МФ (1) ექსპერიმენ-ტული	0,08	0,58	1,72	1,14	0,60	0,22	0,05	0,016	0,014
Св-08ХГ2С МФ (2) ექსპერიმენ-ტული	0,07	0,57	1,76	1,20	0,61	0,21	0,05	0,010	0,09

საშემდუღებლო მავთული Св-08ХГ2СМФ და დნობადი ფლუსი АН-348А წარმატებით გამოიყენება გოგორათვლების ქიმის დადუღებით აღდგენისას, თუმცა კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის შემცირების ალბათობა ჯერ-ჯერობით ისევ აქტუალურია.

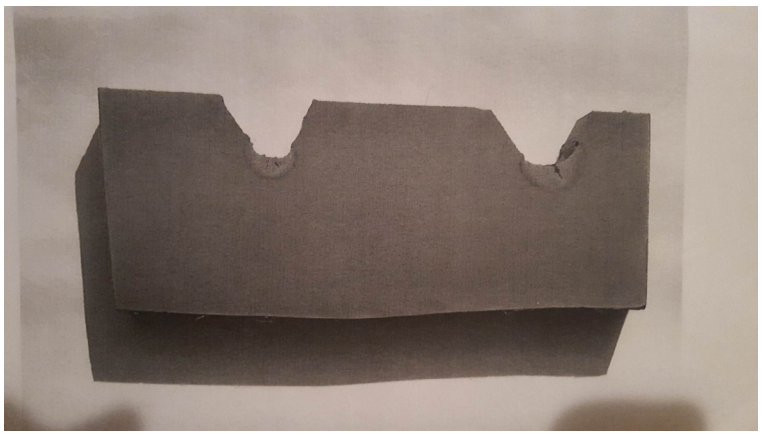
ექსპერიმენტებისათვის სამტრედიის სავაგონო დეპოში გოგორათვლებიდან ამოჭრილი იქნა 300 მმ სიგრძის ფრაგმენტები. შემდგომი მექანიკური დამუშავებით გორვის ზედაპირზე ამოჭრილი იქნა V-ს მაგვარი ღარები შედუღებისას გამჭიმი ძაბვების მნიშვნელობის ასამაღლებლად (ნახ.1,2).

ნიმუშებზე ამოჭრილ ღარებში შედუღებას ვაწარმოებდით შემდეგ რეჟიმებზე: $I_{შედ}$=300-320 ა; $U_{შედ}$=34-36 ვ; $V_{შედ}$=20 მ/სთ. საელექტროდო მავთულის დიამეტრი - 3 მმ.

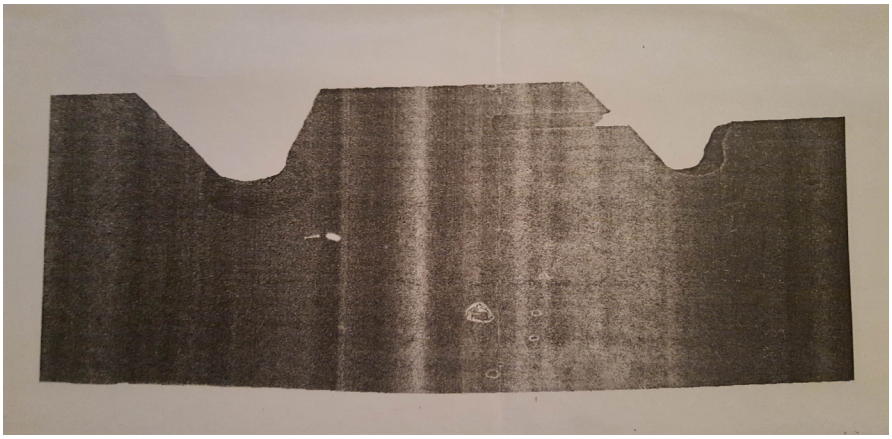
შედუღების ეს რეჟიმი ოპტიმალურია გოგორათვლების ქიმის დადურებით აღდგენისას საწარმოო პირობებში.

ექსპერიმენტები ჩატარებულ იქნა აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მშენებლობის მიმართულების ლაბორატორიაში. დამზადებული ნიმუშები მეტი სიხისტის გაზრდისა და ძაბვების წარმოსაქმნელად ჩამაგრებულ იქნა სპეციალური დამჭერებით (ნახ.3).

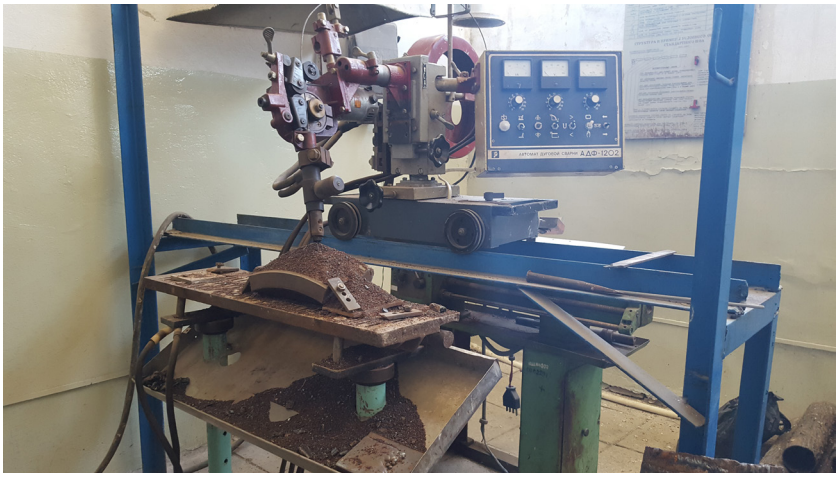
როგორც ნახაზიდან ჩანს, ღარები ამოჭრილია ნიმუშის სისქის მესამედზე, რაც კიდევ უფრო აძლიერებს გამჭიმი ძაბვების წარმოქმნის ალბათობას. ესპერიმენტებისას ვგეგმავდით, რომ ნახშირბადის შემცველობა შენადუღ ნაკერში არ იქნებიოდა 0,18%-ზე მეტი, რაც ახლოსაა რეალურ პირობებში გოგორათვლის ქიმზე დადუღებული ლითონის ქიმიურ შედგენილობაში ნახშირბადის შემცველობასთან.



ნახ.1. სერიული Св-08ХГ2СМФ საშემდუღებლო მავთულით შედუღებული ნიმუში დეფექტებით.



ნახ.2. ექსპერიმენტული Св-08ХГ2СМФ (1) და (2) საშემდუღებლო მავთულით შედუღებული ნიმუში დეფექტების გარეშე.



ნახ.3. საშემდუღებლო სტენდი ნიმუშების ხისტი ჩამაგრებით.

ნახ.4. ნიმუში მრავალგავლიანი შედუღებით ღარის ამოვსებამდე.

თითოეულ ამოჭრილ ნიმუშზე ამოღებული იყო ორი ღარი. ამოჭრილ ღარებში შედუღებას ვაწარმოებდით როგორც ერთი გავლით, ისე ღარის ამოვსებამდე რამოდენიმე გავლით (ნახ.1,2,4). ღრეჩოს ამოვსებისას გამჭიმი ძაბვების გასაძლიერებლად დადუღებას ვაწარმოებდით გოგორათვლის ქიმზე (ნახ.4).

ნახ.5. სერიული Св-08ХГ2СМФ საშემდუღებლო მავთულით შედუღებული ნიმუშის დეფექტები ხისტი ჩამაგრების შემთხვევაში.

შედუღებული ლითონიდან ამოჭრილი ნიმუშების მიკრო- და მაკროხეხები საწყის ეტაპზე ბზარების არსებობის და მათი ზომების დასადგენად შემოწმებული იქნა გამადიდებელი შუშით. როგორც ვვარაუდობდით, სერიული მავთულით შედუღებულ ერთგავლიან ნიმუშებში აღმოჩნდა სხვადასხვა ზომის და რაოდენობის ბზარები (ნახ.1). იმ ნიმუშებში, რომლებიც შედუღებული იქნა დამატებითი ხისტი ჩამაგრების გარეშე ერთეული ბზარები აღმოჩნდა (ნახ.2), ხოლო იმ ნიმუშებში, რომლებიც შედუღებული იქნა ხისტი ჩამაგრებით, ბზარების რაოდენობა და ზომები მეტი იყო (ნახ.5). ჩვენი ვარაუდით ეს გამოწვეული იყო დამატებითი გამჭიმი ძაბვების წარმოქმნით ხისტი ჩამაგრების გამო.

მრავალგავლიანი შედუღების შემთხვევაში პირველი გავლის შემდეგ შენადუღ ნაკერში სხვადასხვა ზომის ბზარები აღმოჩნდა, ყოველი მომდევნო გავლისას წინა ფენაში არსებული ბზარების გადადნობა ხდებოდა. თვითმოშვების გამო გამჭიმი ძაბვების სიდიდე მცირდებოდა, მაგრამ ბოლო ფენაში მაინც გვხვდებოდა მავნე მინარევების და წიდური ჩანართების თავმოყრის ადგილები და ბზარები.

გოგირდის შემცირებული შემცველობის მავთულით (მავთული 1) შედუღებისას ზოგიერთ ერთგვაროვან ნიმუშზე ბზარები აღმოჩნდა არა მთელ სიგრძეზე, არამედ მის ცალკეულ მონაკვეთებზე.

ნიმუშები, რომლებიც შედუღებული იყო გოგირდის და ფოსფორის უფრო ნაკლები შემცველობის (მავთული 2) მქონე მავთულით, ბზარები არც ერთ ნიმუშზე არ აღმოჩნდა (ნახ.2). ამ მავთულით შედუღებულ მრავალგავლიან ნიმუშებზე არ აღმოჩნდა წიდური ჩანართების და ბზარების კვალი, როგორც ეს სერიული მავთულის შემთხვევაში იყო.

ამგვარად, გოგირდის და ფოსფორის რაოდენობის შემცირება საშემდუღებლო მავთულში 0,01%-მდე უზრუნველყოფს კრისტალიზაციური ბზარების წარმოქმნის მიმართ წინააღმდეგობის ამაღლებას.

ლიტერატურა:

Кипиани … 2000: Кипиани П.Н., Павлов Н.В., Якушин Б.Ф. Повышение стойкости металла против образования и развития гопрячих трещин при наплавке гребней колес железнодорожного подвижного состава. «Сварочное производство», №10, 2000.

Кипиани … 2005: Кипиани П.Н., Шаламберидзе М.Ш., Павлов Н.В. Влияние содержания углерода и серы на стойкость металла против образования горячих трещин при наплавке гребней вагонных и бандажей локомотивных колес. Сборник трудов X Международной научно-технической конференции «Проблемы сварки, металлургии и родственных технологий», Кутаиси, 2005.