

“BAKU STEEL COMPANY” MMC-DƏ İSTEHSAL OLUNAN İNŞAAT ARMATUR POLADLARININ TERMİKİ MÖHKƏMLƏNDİRİLMƏSİNDƏ BAŞ VERƏN STRUKTUR ÇEVRİLMƏLƏRİ

Məmmədov Arif Tapdıq oğlu– t.e.d., prof., Metallurjiya və materiallar texnologiyası kafedrası, AzTU, ariff1947@mail.ru

İsmayilov Nizami Şayı oğlu- t.e.d., prof., Metallurjiya və materiallar texnologiyası kafedrası, AzTU, nizism@mail.ru

Hüseynov Muxtar Çərkəz oğlu- t.e.n., dos., Metallurjiya və materiallar texnologiyası kafedrası, AzTU, muxtar1953@mail.ru

Quliyev Faiq Tofiq oğlu- t.e.n., dos., Baku Steel Company, faiqquliyev@mail.ru

Cəfərova Vüsalə Namiq qızı– dissertant, Fizika və Kimya kafedrası, AzMIU, azmiu_vusale@mail.ru

Xülasə. Metal tullantılarından istifadə etməklə şixtə materialından elektroqövs sobasında əridilmiş inşaat armatur poladlarının fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəldilməsi üçün yayma əməliyyatından sonra dərhal termiki emalı həyata keçirilmişdir. Bu poladların kifayət qədər yüksək texnolojiyə və yaxşı qaynaqolunma qabiliyyətinə malik olması üçün onların azkarbonlu ($C \leq 0,25\%$) və azlegirlənmiş poladlardan hazırlanması tövsiyə olunmuşdur. Lakin inşaat normallarının tələblərini ödəmək üçün bu poladlar yüksək struktur birinciliyinə və fiziki-mexaniki xassələrə malik olmalıdırlar. Müəyyən edilmişdir ki, bu tələbləri yalnız armaturun yayma əməliyyatından sonra dərhal termiki emalı ilə həll etmək olar. Bu halda effekt armaturların möhkəmləndirici termiki emalı ilə alına bilər. Ona görə termomexaniki emal birbaşa yayma zamanı, yəni plastik deformasiyadan sonra aparılmışdır. Yaymadan sonra yüksək termomexaniki emalın (YTME) alınan effekti məhz bundan asılıdır, yəni bu zaman yaymada əldə edilən xassələr təkrar tablandırma zamanı öz irsiliyini saxlayır. Məhz yaymadan sonra dərhal YTME-nin aparılması ilə inşaat azkarbonlu armatur poladlarından fiziki-mexaniki xassələrin, o cümlədən axıcılıq və möhkəmlilik xassələrinin standartın tələblərinə cavab verməsinə nail olunmuşdur.

Açar sözlər: inşaat armatur poladı, termomexaniki möhkəmləndirmə, yayma, tablandırma, fiziki-mexaniki xassələr, mikrostruktur

STRUCTURAL TRANSFORMATIONS OCCURRING DURING THERMAL HARDENING OF CONSTRUCTION REINFORCING STEELS PRODUCED IN "BAKU STEEL COMPANY" LLC

Mammadov Arif Tapdig- doctor in tech.sc., prof., department of Metallurgy and materials technology, AzTU, ariff1947@mail.ru

Ismayilov Nizami Shayi- doctor in tech.sc., prof., department of Metallurgy and materials technology, AzTU, nizism@mail.ru

Huseynov Mukhtar Charkaz- PhD in tech.sc., ass.prof., department of Metallurgy and materials technology, AzTU, muxtar1953@mail.ru

Guliyev Faiq Tofiq- PhD in tech.sc., ass.prof., Baku Steel Company, faiqquliyev@mail.ru

Jafarova Vusala Namiq- PhD candidate, department of Physics and Chemistry, AzUAC, azmiu_vusale@mail.ru

Abstract. Heat treatment of building fittings was carried out immediately after rolling to improve the physical and mechanical properties of steels obtained by smelting in an electric arc furnace of charge using metal waste. It is recommended to use for this purpose low-carbon ($C \leq 0.25\%$) and low-alloy steels with a thoroughly high and manufacturability and weldability. One way to meet the requirements of building codes, these steels must have uniformity of structure and physical and mechanical properties. It has been determined that these requirements can be met only in the case when, after rolling the reinforcement, it is immediately necessary to carry out its heat treatment. At the same time, a hardening heat treatment effect is achieved by heating due to the heat of rolling. The resulting effect of high-temperature thermomechanical treatment (VTMO) after rolling depends on this, i.e. at the same time, the properties achieved by rolling retain their heredity during re-hardening. It is by conducting VTMO immediately after rolling in low-carbon and low-

alloy construction reinforcement steels that physical and mechanical properties, including fluidity, strength, meeting the requirements of the standard, were achieved.

Keywords: construction reinforcing steel, thermomechanical hardening, rolling, hardening, physical and mechanical properties, microstructure

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişaf Fondunun maliyyə dəstəyilə yerinə yetirilmişdir: Qrant №EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/02/1-M-02

Giriş. Armatür inşaat poladları yaxşı texnoloji və qaynaq olunma qabiliyyətlə malik olmalıdırlar. Adətən bütün inşaat konstruksiyaları qaynaq yolu ilə alınır və buna görə də qaynaqlanma qabiliyyəti inşaat poladlarının əsas xassəsi hesab olunur. Bu nöqtəyi nəzərdən inşaat konstruksiyaları azkarbonlu ($C \leq 0,25\%$) və azlegirli poladlardan hazırlanır [1,2]. İnşaat armatür poladlarının möhkəmlik xassələrinə qoyulan tələblər günü-gündən sərtləşdirilir. Hal-hazırda inşaat poladlarının möhkəmliyini artıran əsas istiqamətlər məlumdur. Möhkəmləndirməyə dislokasiyaların sıxlığının artırılması, strukturda bərk məhlulların yaradılması, dənələrin ölçülərinin xırdalanması və ikinci fazanın dispers hissəciklərinin yaranması (məsələn, legirləmə) hesabına nail olunur.

Dislokasiyanın sıxlığı artan zaman onların ətrafında gərginlik sahələri yaranır, nəticədə dislokasiyaların hərəkəti çətinləşir və polad möhkəmlənir. Digər vacib məsələ poladda karbonun miqdarıdır. Onun miqdarının 0,3%-ə qədər artırılması poladın plastiklik ehtiyatını aşağı salır, nəticədə karbon poladın plastikliyinə, zərbə özlüliyinə, martensit çevrilməsinin başlanğıcına və inşaat poladları üçün vacib olan qaynaqlama qabiliyyətinə mənfi təsir göstərir. Ona görə də inşaat armatür poladlarında karbonun miqdarına 0,17- 0,20%-dək azaltmaq tövsiyə olunur.

Bu halda möhkəmliyin artırılmasının çıxış yollarından biri poladın legirlənməsidir. Legirləmənin təsiri dənələrin xırdalanmasında, bərk məhlulların yaranmasında, dispersion möhkəmlənmədə özünü büruzə verir [3,4]. Bunların kompleks təsiri isə müəyyən möhkəmlənmiş strukturun yaranmasına gətirir.

Məsələn, legirleyici elementlərin bir hissəsi ferritdə həll olaraq bərk məhlul yaradır, dəmirin və legirleyici elementin atomlarının ölçü fərqi hesabına ferrit möhkəmlənir. Digər tərəfdən, legirləmə nəticəsində dənələrin sərhəddi kəskin fərqli təbiətə və quruluşa malik olur. Ferrit-perlit struktura malik poladlarda dənələrin xırdalanması hesabına möhkəmlənmə kristalların böyük bucaqlı sərhədlərə bölünməsi nəticəsində baş verir [3,4].

Eyni zamanda inşaat armatür poladları üçün ikinci fazanın hissəcikləri vasitəsilə möhkəmləndirmə mexanizmi vacib əhəmiyyət kəsb edir. Çünki bu poladlarda təbiətinə, ölçüsünə, bərkliyinə, paylanmasına və s. görə bir-birindən fərqlənən ikinci fazanın hissələri iştirak edir. Məsələn, poladın strukturundakı sərt perlit dənələrinin təsirindən əhəmiyyətli möhkəmlənmə baş verir.

Əsas hissə. İnşaat armatür poladlarının möhkəmliyinin artırılmasının digər bir yolu dispers möhkəmlənmə mexanizmidir. Bu halda poladın axıcılıq həddinin artması dispers hissəciklərin sayından, ölçüsündən, paylanma xarakterindən və onların aralarındakı məsafədən asılıdır. Poladın bütün bu möhkəmləndirmə mexanizmləri yayma və termo- mexaniki emal zamanı həyata keçirilir. Termomexaniki möhkəmləndirmə metodu poladın austenit strukturunda deformasiyası və tablandırılmasının birlikdə aparılmasından ibarətdir [5,6].

“Baku Steel Company” MMC- də istehsal olunan armatür poladları. Bu poladlar A400C, A500C və B500C markalara malik olan azkarbonlu, azlegirli və 605- 60 markalı az legirli poladlardır. Onların kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri cədvəl 1- də verilib.

“Baku Steel Company” MMC- də istehsal olunan armatür poladlarının profillər üzrə ən kəskin sahələri 10 mm-dən 32 mm-dək dəyişir (cədv.2). Markalar üzrə buraxılan armatür poladlarının termomexaniki emal rejimlərindən asılı olaraq xassələri xeyli dəyişir. Məsələn, A400 poladının axıcılıq həddi 390- 590 MPa, möhkəmlik həddi isə 590- 750 MPa arasında dəyişir. A500, A500C və A₁500 poladlarında bu göstəricilər A400 poladına nisbətən bir qədər yüksəkdir və uyğun olaraq 500- 700 və 600- 800 MPa hədlərindədir [7,8], yalnız A₁1000 markalı poladda bu göstəricilər digər poladlarla müqayisədə xeyli yüksəkdir və uyğun olaraq $\sigma_{ax} = 100$, $\sigma_b = 1250$ MPa təşkil edir.

Bu göstəricilərin müqayisəli təhlili göstərir ki, eyni kimyəvi tərkibə malik olan lakin müxtəlif texnoloji rejimlərdə alınan armaturların mexaniki xassələri bir- birindən kəskin fərqlənir. Beləki istiyayılmış A400 və A500 markalı polad armaturlara nisbətən termomexaniki emala uğradılmış armatur poladlarının mexaniki xassələri xeyli yüksəkdir. Armatur poladlarının termiki möhkəmləndirilməsinin xüsusiyyətləri. Armatur poladlarının yayılmasını və sonrakı dərhal termiki emalının məcmusunu yüksək termomexaniki emal (YTME) adlandırmaq olar. Yüksək termomexaniki emalın məqsədi yayma prosesində və dərhal ondan sonra poladı tablamaya uğratmaq, kristal qəfəsdə qüsurların yüksək sıxlığına malik təkrar kristallaşmamış ifrat doymuş bərk məhlul alınmasını təmin etməkdir. Tablandırımadan sonra aparılan yüksək tabəksiltmənin sayəsində yuxarı fiziki-mexaniki xassələr formalaşır. Yüksək termomexaniki emal prosesində izafi möhkəmləndirmə praktik olaraq plastikliyin dəyişməz qiymətlərində təmin olunur. Yüksək termomexaniki emaldan sonra (YTME) pəstahda qeyri-bircins struktur yaranır, bu struktur dayanıqlı olmadığından, sürətlə soyuma təmin olunmazsa, fasilə yaranır və nəticədə xassələr tələb olunan səviyyədə əldə olunmur. Ona görə də kristallaşma prosesinə təsir etmək lazım gəlir. Başqa sözlə, poliqonlaşmanın getməsinə imkan verilməməlidir. Beləliklə, YTME zamanı austenit yayma prosesində termiki stabil zonada deformasiya olunur, sonra tablandırılır, tablandırımadan sonra isə yüksək tabəksiltməyə uğradılır.

Armatur poladlarının inşaatda möhkəmlik xassələrinə qoyulan tələbləri, o cümlədən möhkəmliyinin artırılması, soyuğa dözümlülüyünün yaxşılaşdırılması dəmir- beton konstruksiyalar üçün vacib problem olduğundan poladı az legirləmək və sonra termiki emala uğratmaq lazımdır [9]. Şəkil 1- də “Baku Steel Company” MMC- də istehsal olunan armaturun forması və profili göstərilmişdir.

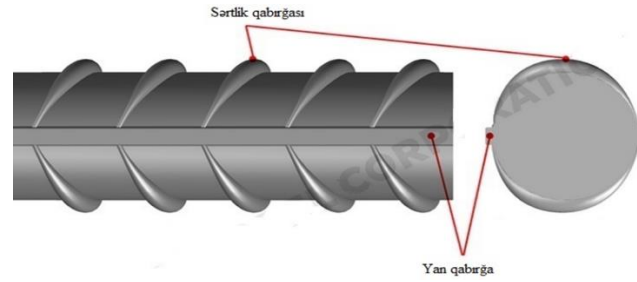
Cədvəl 1. Armaturun standart üzrə kimyəvi tərkibi və mexaniki xassələri [9]

№	Standart	Marka	Kimyəvi tərkib									Mexaniki xassələr			
			C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	N ₂	R _m	R _t	δ ₅	Əyilmə dərəcəsi
1	ГОСТ34028-2016	A400C	<0.22	<1.60	<0.90	0.05	0.045	<0.3	<0.3	<0.3	-	590	390	15	90°
		A500C	<0.22	<1.60	<0.90	0.05	0.045	<0.3	<0.3	<0.3	-	600	500	14	90°
2	ГОСТ52544-2006	A500C	<0.22	<1.60	<0.90	0.05	0.05	-	-	0.5	-	600	500	14	90°
3	EN10080-2005	B500C	0.22	-	-	0.05	0.05	-	-	0.8	0.012	-	500	-	90°
4	ASTM615-60	605-60	0.19-0.32	1.2-1.6	1.2-1.6	<0.04	<0.04	-	-	-	-	615	420	7	90°

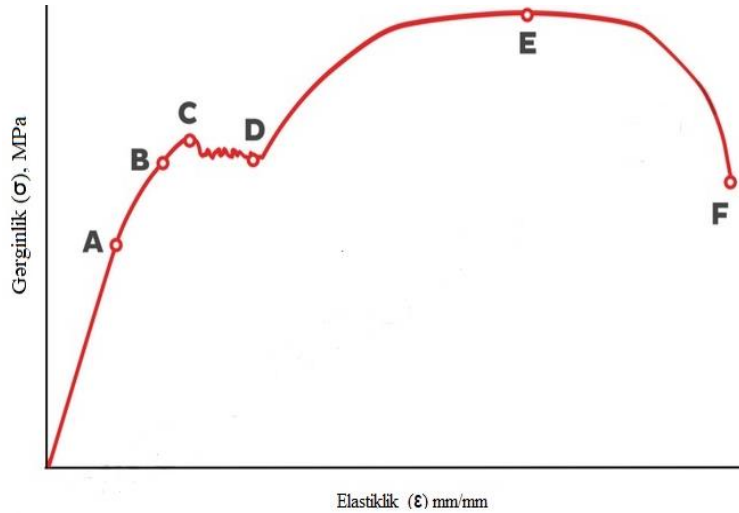
Qeyd: EN10080-2005 standartında N₂ max 120 PPM icazə verir. Möhkəmlik həddi isə 1.15-1.35R_t icazə verilir. Qeyd edək ki, zavodda alınan müxtəlif ölçülü armaturlar kifayət qədər möhkəm sərtlik qabırğalarına malik olurlar. Şəkil 2-də istehsal olunan armaturların mexaniki xassələrinin qiymətləndirilməsinin dartılma diaqramı verilmişdir. A- Mütənasiblik həddi, B- Elastiklik həddi, C- Axmanın maksimum həddi, D- Axmanın minimum həddi, E- Dartılmada möhkəmlik həddi, F- Qırılma möhkəmliyi (boyuncuğun yaranması). Şəkil 3-də temperatur rejimlərindən asılı olaraq armatur poladında austenitin çevrilmə diaqramı verilmişdir. Şəkil 4-də armatur poladının yayılması zamanı poladda baş verən çevrilmələrin sxematik təsviri göstərilmişdir. Şəkil 5- də armaturun termiki emal rejimindən sonra baş verən struktur çevrilmələri əyani təqdim olunmuşdur.

Cədvəl 2. “Baku Steel Company” MMC- də yayılmış armaturların ümumi həndəsi və mexaniki xassələri [9]

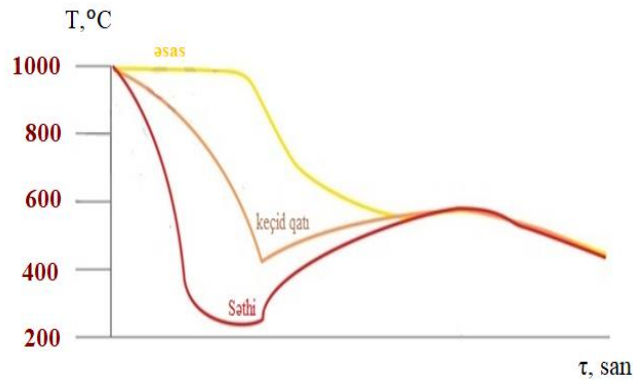
№	Poladın markası	Standart	Markalar üzrə buraxıla bilən diametr, mm	Mexaniki xassələr				Karbon ekvivalenti, Ce, %	Soyuq halda əymə	Profillər üzrə en kəşik sahəsi və paqon/metr çəkisi	En kəsiyi		Paqon metr		
				həddi	R _t	R _m	δ ₅				δ ₁₀	F (mm)		P _m (kq)	
					N/mm ²	%	nom				min	nom	max		
1	A400	DÜİST 34028-2016	10--32	min	390	590	14	--	30-50	180°	8	50.3	0.367	0.395	0.430
				max	590	750		-				78.5	0.579	0.617	0.647
2	A500	DÜİST 34028-2016	10--32	min	500	600	14		<50	180°	12	113.1	0.834	0.888	0.932
				max	700	800						154.4	1.137	1.210	1.270
3	At500	DÜİST 34028-2016	10--32	min	500	600	14		<50	90°	16	201.4	1.501	1.580	1.627
				max	700	800						254.8	1.900	2.000	2.060
4	A500C	DÜİST P 52544-2006	10--32	min	500	600	14		<50	180°	20	314.6	2.347	2.470	2.544
				max	700	800						379.6	2.831	2.980	3.069
5	B500C	EN 10080-2005	10--32	min	500	-	14	-	<50	180°	25	490.4	3.658	3.850	3.965
				max	500	-	14	-				28	615.3	4.589	4.830
6	At 1000	DÜİST 34028-2016	10--32	max	1000	1250	7	-	-	45°	32	803.8	6.310	6.310	6.499



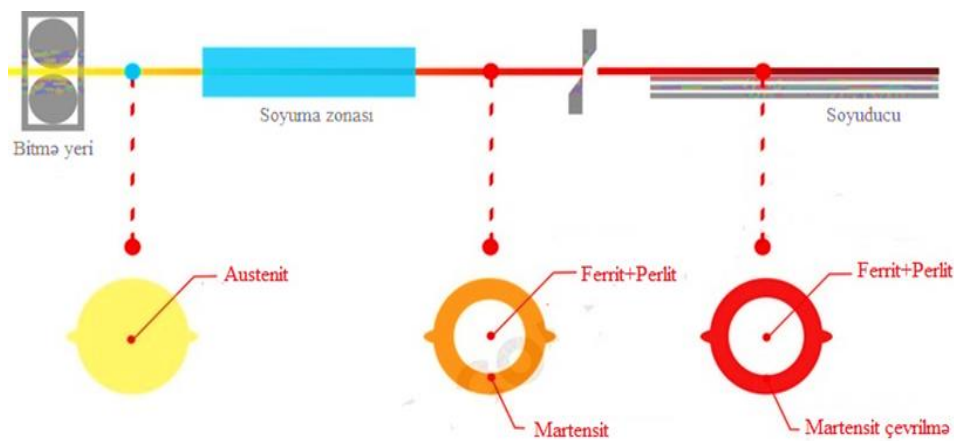
Şəkil 1. İnşaat armaturunun forması və profili [4]



Şəkil 2. İnşaat armatur poladının dartılma diaqramı [5]



Şəkil 3. Temperatur rejimlərindən asılı olaraq austenitin çevrilmə diaqramı [6]



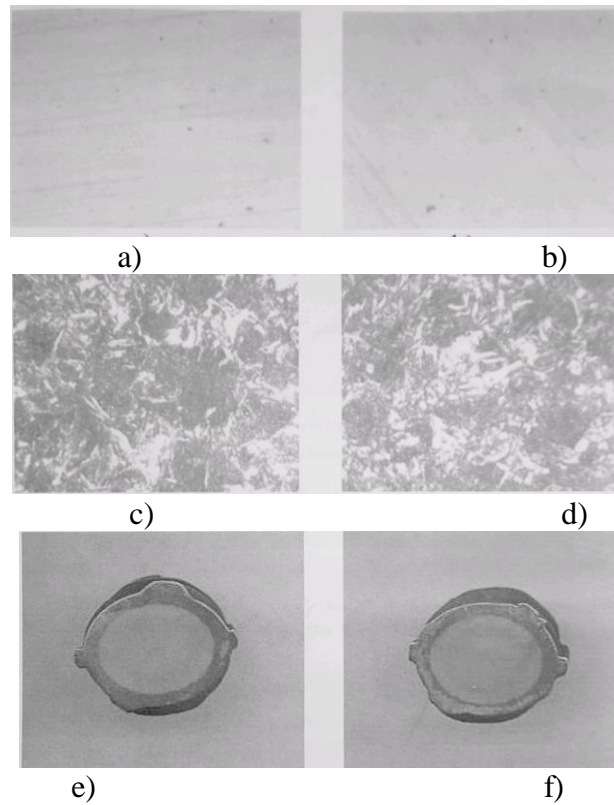
Şəkil 4. Texnoloji sxem üzrə armatur istehsalı zamanı poladda baş verən çevrilmələrin sxemi [7]

Şəkil 6- da YTMEya uğradılmış azkarbonlu armatur poladının aşılınmamış və aşılınmış mikrostrukturunu 500 dəfə böyütmədə göstərilmişdir. Bu mikrostrukturlara baxış göstərir ki, armaturun mikrostrukturunu troostosorbitdən ibarətdir. Belə struktur yalnız YTME-da tablamadan və yayığın öz istiliyi hesabına yüksək temperaturu (580- 620°C) tabəksiltmədən sonra alınır. Beləliklə, müəyyən olunmuşdur ki, azkarbonlu azlegirlənmiş inşaat poladlarında martensit quruluşunu təmin edən soyutma sürətində YTME-ın effekti yaymanın son temperaturu 1070°C-də müşahidə olunur. Bu temperatur aşağı düşdükcə TME-ın effekti artır.

Bununla yanaşı, yaymanın sonu və intensiv soyumanın başlaması arası fasilənin azalması YTME-ın səmərəsinin artmasına gətirib çıxarır. Emalın səmərəsinə deformasiyanın dərəcəsi və sürəti də böyük təsir göstərir [10, 11]. Termiki emal zamanı arkarbonlu poladın möhkəmlənməsinin vacib amillərindən biri poladın yayma dəzgahının çıxışında intensiv soyudulmasıdır. Bu zaman armaturun həm en kəsiyi, həm də uzununu boyu bərabər soyudulmasına xüsusi diqqət yetirilməlidir. Bir çox hallarda bərabər soyumanın təmin olunması məmulatın qalıq deformasiyasının qarşısını almağa və qalıq gərginliklərin azalmasına imkan verir.



Şəkil 5. Armaturun termiki emal rejimindən sonra baş verən struktur çevrilmələri [8]



Şəkil 6. D=20mm-lik armaturun mikrostrukturunu $\times 500$
a, b – aşılammamış; c, d – aşılammış; e, f – termiki zonanın strukturunu [11]

Nəticə

1. İnşaat armatur poladlarının istehsalında armaturun yüksək texnolojiliyini və qaynaqlama qabiliyyətini təmin etmək üçün azkarbonlu və ya azkarbonlu legirli poladların istifadə olunması daha effektivdir.

2. Azkarbonlu və azkarbonlu azlegirli poladlardan armatur istehsalında YTME prosesinin tətbiqi daha effektivdir. Bu halda poladın axıcılıq həddini 1000MPa- dək yüksəltmək mümkündür. İnşaat konstruksiyalarında bu tələb 500 MPa- dır, yəni bu göstəricini 2 dəfə üstələmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Aslanov T.İ. Metallar texnologiyasının əsasları və tikintidə qaynaq işləri. Bakı, 528s. 2002
2. Kərimov R.İ., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T., Həmidova Ə.İ. Azkarbonlu və azlegirlənmiş karbonlu poladların sulfid daxilolmaların deformasiyası və onlara yayma temperaturunun təsirinin tədqiqi. "Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri" mövzusunda 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları, Bakı, 34-36s, 28- 30 noyabr 2017
3. Namazov S.N., Kərimov R.İ., Quliyev F.T. Yayma istehsalında istifadə olunan bimetallik valların termiki emal rejiminin işlənməsi. Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri" mövzusunda 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları, Bakı, 47-48s. 28-30 noyabr 2017
4. Məmmədov A.T., Bayramov A.T., Xankişiyev İ.A. İnşaat armaturlarının istehsalında elektroərıntilərin rolu, ADDA- nın elmi əsərləri №2(30), 39-44s. 2019
5. Оборудование и технология термической обработка металлов и сплавов в машиностроении. Часть 1. Сб. докладов II международного симпозиума. Хорьков: ИПУ "контраст", 196с. 2001
6. Рахманов С.Р., Мамедов А.Т. и др. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 1, Часть 1. Надежность и эксплуатация узлов металлургических машин. Баку- ДНЕПР, АзТУ- НМАУ, Сабах, 588с. 2021
7. Рахманов С.Р., Мамедов А.Т. и др. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 2, Часть 2. Устройство и эксплуатация грузоподъемных металлургических машин и оборудования агломерационных фабрик и коксо- химических цехов. Баку– ДНЕПР; АзТУ- НМАУ, Сабах, 404с. 2021
8. Патент ИА148969 Украины. Рахманов С.Р., Гармашов Д.Ю., Медведев М.И., Балакин В.Ф., Мамедов А.Т., Азимов А.А. Способ прессования труб. Опутл. С. В.И. №40, 05.10.2021
9. Karimov R.I. Improving steel melting intensity in the process of electro-smelting from waste and pellets (HBI). Eastern- european journal of enterprise technologies. ISSN 1729-3774. 3/1 (99). 35-42p. 2019
10. Karimov R.I. Features of removal of Phosphorus and sulfur from Remlting stock turing electric arc melting of Steel. International journal of Control and Automation. vol 13 №1, 137-159p. 2020
11. Karimov R.I. Thermodynamic features of increasing the efficiency of metallurgical processes during electric steel melting, Rensta San Gregorio Ecuador №2. 2020

References

1. Aslanov T.I. Basics of metal technology and welding in construction. Baku, 528p. 2002
2. Karimov R.I., Huseynov M.Ch., Guliyev F.T., Hamidova A.I Deformation of sulfide inclusions of low-carbon and low-alloy carbon steels and study of the effect of rolling temperature on them. Materials of the 2nd International Scientific and Technical Conference on "Problems of Metallurgy and Materials Science", Baku, 34-36p. 28-30 November 2017
3. Namazov S.N., Karimov R.I., Guliyev F.T. Development of heat treatment mode of bimetallic shafts used in rolling production. Proceedings of the 2nd International Scientific and Technical Conference on "Problems of Metallurgy and Materials Science", Baku, 47-48p. 28-30 November 2017
4. Mammadov A.T., Bayramov A.T., Khankishiyev I.A. The role of electric alloys in the production of construction fittings, scientific works of ADDA №2 (30), 39-44p. 2019
5. Equipment and technology of thermal processing of metals and alloys in mechanical engineering. №1, Sat. reports of the II International Symposium. Khorkov: IPU "Contrast", 196p. 2001
6. Rakhmanov S.R., Mamedov A.T. Basics of technical operation of metallurgical equipment. Volume 1, Part 1. Reliability and operation of metallurgical units. Baku- DNEPR, AzTU- NMAU, Sabah, 588p. 2021
7. Rakhmanov S.R., Mamedov A.T. Basics of technical operation of metallurgical equipment. volume 2, №2. Construction and operation of load- bearing metallurgical machines and equipment of sinter plants and coke-chemical plants. Baku- Dnipro; AzTU- NMAU, Sabah, 404p. 2021
8. Patent IA148969 Ukraine. Rakhmanov SR, Garmashov D.Yu., Medvedev M.I, Balakin V.F, Mamedov A.T, Azimov A.A The method of pressing the pipe. Опутл. С. В.И. №40. 05.10.2021

9. Karimov R.I. Improving steel melting intensity in the process of electro-smelting from waste and pellets (HBI). Eastern- european journal of enterprise technologies. ISSN 1729-3774. 3/1 (99). 35-42p. 2019
10. Karimov R.I. Features of removal of Phosphorus and sulfur from Remelting stock during electric arc melting of Steel. International Journal of Control and Automation. vol 13 №1, 137-159p. 2020
11. Karimov R.I. Thermodynamic features of increasing the efficiency of metallurgical processes during electric steel melting, Rensta San Gregorio Ecuador №2. 2020

Redaksiyaya daxil olma /Received 14.02.2022

Çapa qəbul olunma /Accepted for publication 14.03.2022

Məqaləyə istinad: Məmmədov A.T., İsmayilov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T., Cəfərova V.N. "BAKU STEEL COMPANY" MMC- də istehsal olunan inşaat armatur poladlarının termiki möhkəmləndirilməsində baş verən struktur çevrilmələri. Elmi Əsərlər jurnalı AzMIU, s. 41-48, N1, 2022

For citation: Mammadov A.T., Ismayilov N.S., Huseynov M.C., Guliyev F.T., Jafarova V.N. Structural transformations occurring during thermal hardening of construction reinforcing steels produced in "BAKU STEEL COMPANY" LLC. Journal of Scientific Works/Elmi eserler. AzUAC, p. 41-48, N1, 2022