

UOT 546.231(71.72.74.76.77)

BİMETALLİK YAYMA VALİNİN İŞLƏK HİSSƏSİ ÜÇÜN FUNKSIONAL XASSƏLİ ÇUQUNUN ALINMASI VƏ FİZİKİ-KİMYƏVİ XASSƏLƏRİ

R.İ. Kərimov¹, İ.B. Bəxtiyarlı², S.N. Namazov³, F.T. Quliyev¹, V.S. Məmmədov²,
Ş.S. Abdullayeva², Ş.M. Maşayev³

¹ “Baku Steel Company” MMC, Az-1029, Bakı, Mir Cəlal küç, 15

²AMEA-nın akad. M. Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-Üzvi Kimya İnstitutu
AZ 1143 Bakı, H.Cavid pr.113, e-mail:ibbakhtiyarlı@mail.ru

³ Azərbaycan Texniki Universiteti, Az-1073 Bakı, H.Cavid pr. 25

Redaksiyaya daxil olub 20.04.2021

Çapa qəbul edilib 02.07.2021

Yayma istehsalı üçün valların işlək hissəsinin hazırlanmasında istifadə olunacaq keçid metalları ilə legirlənmiş funksional xassəli yeni çuqun sintez edilmiş, fiziki-kimyəvi analizin kompleks metodları (DTA, RFA, MQA və bərkliyin, mikrobərkliyin ölçülməsi) ilə xassələri öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, termiki işləmədən sonra tədqiq olunan qatılıq intervalında (2.7÷3.5 kütlə %C) əridilmiş çuqunu soyutduqda subsolidusda martenisit, sementit, karbon(qrafit) və α-ferritin izləri çökür. Legirləyici kimi tərkibə daxil olan keçid metalları çuqunun burulmaga, yeyilməyə və istismar zamanı sınımağa qarşı dözümlülüyünü artırır.

Açar sözlər: çuqun, likvidus, subsolidus, evtektoid, konqruyent, bimetallik, faza

DOI: 10.32737/2221-8688-2021-2-113-119

Giriş

Respublikamızda aparılan iqtisadi siyasətin əsas prioritet istiqamətlərindən biri qeyri-neft sektorunun inkişaf etdirilməsidir. Belə ki, ölkəyə xaricdən gətirilən avadanlıqların və ehtiyat hissələrinin daxili resurslar hesabına istehsal olunması, yeni texnologiyaların yaradılmasına istiqamətlənən praktiki tədqiqatların həyata keçirilməsini daha da genişləndirmək aktual problemlərdəndir.

Müasir reallığı nəzərə alaraq Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasında tədqiqat istiqamətlərinin elmi, elmi-texnoloji fəaliyyətin nəticəliliyinə, milli və dövlətçilik mənafeələrinə uyğunlaşdırılması sahəsində geniş islahatlar aparılır.

Bu baxımdan məqalədə, xaricdən gətirilib “Baku Steel Company” MMC şirkətinin yayma istehsalatında istifadə olunan valların innovativ metallurgiya texnologiyası əsasında daxili resurslar hesabına hazırlanarkən işçi hissəsi üçün funksional xassəli çuqunun alınması və fiziki-kimyəvi xassələrinin öyrənilməsi

araşdırılmışdır.

Araşdırılan məsələlər “Baku Steel Company” MMC (33.4%), AMEA-nın akad. M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutunun “Keçid elementlərinin xalkogenidləri” laboratoriyasının (33.3%) və Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və Metalşünaslıq” kafedrasının (33.3%) əməkdaşları tərəfindən yerinə yetirilmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, valların İran Respublikasından idxalı bir tərəfdən xeyli valyutanın ölkədən kənara çıxmasına səbəb olur. Digər tərəfdən həmin valların işlək hissəsinin hazırlanmasında istifadə olunan kütlə %-lə karbon 3.1÷3.5; silisium 0.9÷1.5; manqan 0.5÷0.9; nikel 1.6÷2.7; xrom 0.3÷0.8; dəmir - 89% tərkibli ağ çuqun [1] yayılma prosesində burulmada pis işləyir və əksər hallarda boyuncuq hissəsindən sınır. Eyni zamanda valların işçi səthinin bərkliyi (bərklik 55÷58 HRC) yüksək olduğu üçün yayılan məmulatın

(armaturun) səthində müxtəlif ciddi qüsurlar (cızıqlar, yarıqlar, qopuqlar və s.) yaradır. Bununla yanaşı valların işçi səthi yeyildikdə məhsulun səthində qeyd olunan qüsurlarla yanaşı həm də onların çıxış ölçülərinin pozulması baş verir. Deməli yayma istehsalatında alınan məhsulların keyfiyyəti

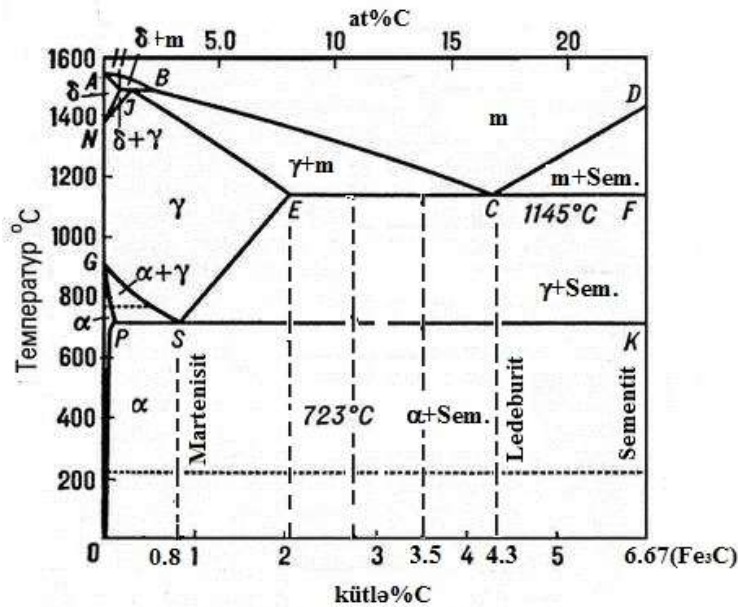
birinci növbədə valların işçi göstəricilərindən asılıdır [2-5].

Ona görə də məqalədə bu qüsurların aradan qaldırılması üçün araşdırılan və həll edilən məsələlər həm iqtisadi, həm də praktiki baxımdan olduqca aktualdır.

Eksperimental hissə

Nəzərdə tutulan funksional xassəli çuqunun alınması üçün ilkin komponentlərdən matrisa kimi ağ çuqun götürülmüşdür. Ağ çuqun Fe-C faza diaqramında 2.14÷6.67 kütlə % C qatılıq intervalında olan ərintilərdir. Qara metallurgiyanın elmi əsasını təşkil edən bu faza diaqramı P.P. Anosov, D.K. Çernovdan başlayaraq N.S. Kurnakov, A.A. Baykov, F.Osmand, U.Ç. Roberts-Osten və s. alimlər

tərəfindən inkişaf etdirilmişdir. Faza diaqramında müəyyən ziddiyətlərin (əsasən diaqramın 0÷6.67 kütlə% C hissəsi) olması ilə əlaqədar bu tədqiqatlar hələ də davam etdirilir. Faza diaqramının bizim təcrübələrlə bir daha təsdiqlənən və [6,7] işdə verilən variantı müəyyən dəyişikliklərlə (dilimizə çevirmək) şəkil 1 də verilmişdir.



Şəkil 1. Fe-C sisteminin faza diaqramı

Fe-C faza diaqramında (şək. 1) 2.14÷4.3 kütlə %C qatılıq intervalına düşən ərintilər evtektikaya qədər ağ çuqun; 4.3÷6.67 kütlə %C qatılıq intervalında olan ərintilər isə evtektikadan sonra ağ çuqun adlanır. 6.67 kütlə %C tərkibdə əmələ gələn və konqruent əriyən Fe₃C birləşməsi isə sementit adlanır.

Bizim tədqiq etdiyimiz tədqiqat obyektimiz (2.7÷3.5 kütlə %C) evtektikaya qədər ağ çuqun sahəsinə daxildir.

İlkin komponentlərdən legirleyici kimi

keçid elementlətinin (Mn, Cr, Ni, Mo) ferro-ərintilərindən istifadə edilmişdir. Ferro-ərintilər komersiya reaktivi kimi götürülmüşdür.

İlkin komponentlərdən metala görə kütlə % ilə hazırlanmış şixtələr 70 МПГ markalı qrafit butada Rusiya (Novosibirsk) istehsalı olan УПН-60-2 markalı İnduksiya Əritmə Qurğusunda 1250 və 1400⁰ C temperaturda hər birində 2 saat saxlamaqla mərhələ ilə əridilmiş və sobanı söndürməklə soyudulmuşdur.

Nümunələri homogenləşdirmək üçün temperaturu hər saatda 25° C artırmaqla 900° C -ə çatdırdıqdan sonra 16 saat tablaşdırılmışdır.

Nümunələr soyudulduqdan sonra eyni qaydada hər saatda sobanın temperaturunu 25-30° C artırmaqla 520÷560° C yığıldıqdan sonra

həmin temperaturda 8 saat tabəksilmə prosesinə uğradılmışdır. Hər iki halda soyudulma havada aparılmışdır.

Nəticədə metallik parıltısı olan boz rəngli legirlənmiş çuqun alınmışdır (şək. 2).



Şəkil 2. Legirlənmiş çuqunun foto şəkili

Sintez olunmuş nümunələrin ABŞ-ın "Baird" DV-6 və Yaponiyanın "Shimadzu" firmalarının istehsalı olan PDA -7000, OES - 5500 Optik Emission Spektrometrində yüksək

dəqiqliklə element analizi aparılmışdır. Bizim məqsəd üçün maraqlı olan nümunələrin element analizinin nəticələri və bərklikləri cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl. Çuqun nümunələrin tərkibi və bərkliyi

№	Elementlərin miqdarı, kütlə %-lə							Bərklik HRC
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Fe	
1	2.7	1.8	1.0	0.5	2.8	1.0	90.2	45
2	2.7	1.8	1.2	0.5	2.9	1.2	89.7	46
3	2.7	1.8	1.5	0.5	3.0	1.5	89.0	46
4	3.0	2.0	1.0	0.7	2.8	1.0	89.5	46
5	3.1	1.6	1.3	0.5	3.0	1.5	89.0	46

Rokvell üsulu ilə bərklik EQUOTIP markalı elektron indikatorlu bərklik ölçən cihazda aparılmışdır.

Texniki emaldan sonra legirlənmiş çuqun fiziki-kimyəvi analizin kompleks metodları- differensial termiki (DTA), rentgen faza (RFA), mikroquruluş (MQA) və bərkliyin, mikrobərkliyin ölçülməsi ilə tədqiq edilmişdir. DTA Almaniyanın NETZSCH firmasının istehsalı olan STA449F3 "Jupiter" sinxron termiki analiz sistemi vasitəsilə öyrənilmişdir. Termiki effektlərin qiymətləri termoqramada müşahidə edilən zolaqların başlanğıcına görə təyin edilmişdir. Biz ancaq qızma əyriələrindən istifadə etmişik. Nümunələr 0.4-0.6 mq götürülmüş və korund (99.7% Al₂O₃) butalardan istifadə edilərək 25-1400° C temperatur

intervalında sürəti 20-30ml/dəq. olan inert qaz (He) axınında tədqiq edilmişdir. DTA göstəricilərinin işlənilib aşkar edilməsi üçün rus dilində tərtib edilmiş menyudan – Proteus (R) Software standart proqramından istifadə edilmişdir.

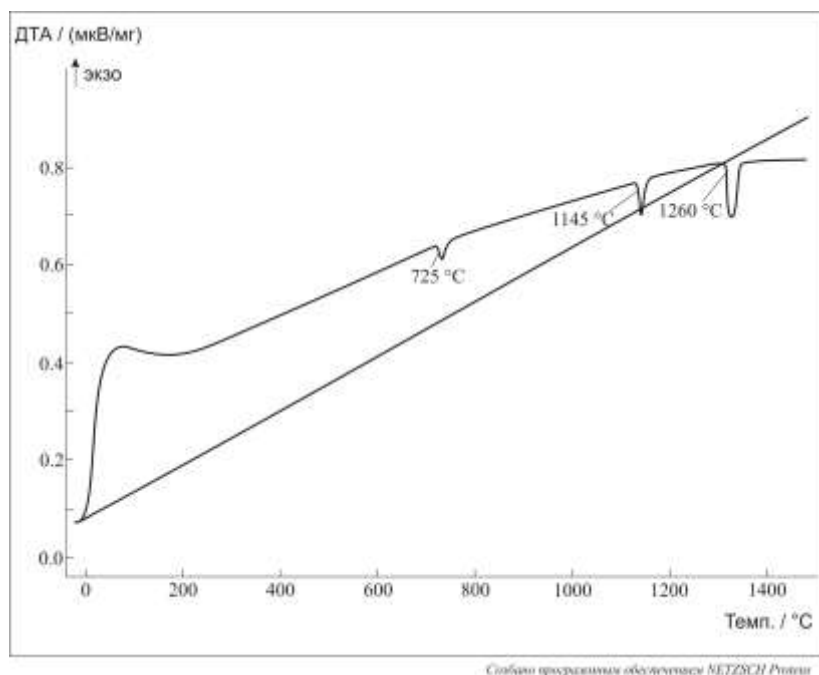
MQA Almaniya istehsalı olan Viev Met. (optik mikroskop x 50-500) markalı Metalloqrafik Mikroskopda aparılmışdır.

Mikrobərklik Rusiya istehsalı olan PMT-3 mikrobərklik ölçmə cihazında aparılmışdır. RFA üçün nümunələrin rentgenoqramalarının çəkilişi Almaniyanın (Bruker) istehsalı olan "D2 Phaser" Avtomatik Difraktometrində (CuKα – şüalanması, Ni-süzgəc) aparılmışdır. Cihazın idarə olunması və alınan informasiyaların

analizi üçün DIFFAC.SUITE unikal program paketindən istifadə edilmişdir.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Cədvəldə göstərilən 5 saylı (kütlə %-lə xrom; 3.0 – nikel; 1.5 – molibden; 89.0-dəmir) 3.1-karbon; 1.6 – silisium; 1.3-manqan; 0.5 – nümunənin termoqramı şəkil 3 də verilmişdir.



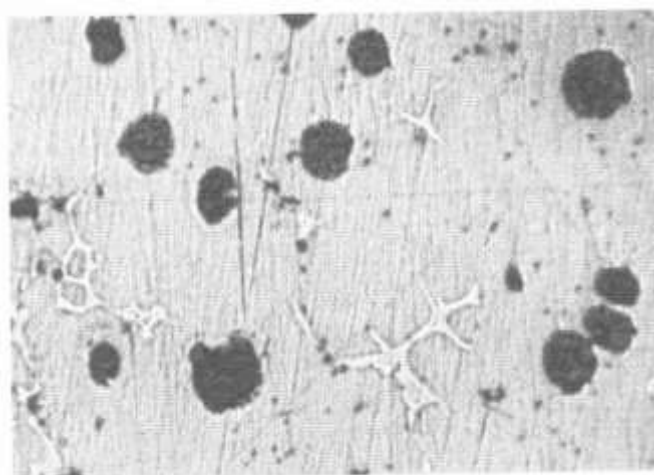
Şəkil 3. 5 saylı (cədvəl) nümunənin termoqramı

Şəkil 3-dən görünür ki, termoqramda üç ekzoeffekt (1260, 1145 və 725°C) müşahidə olunmuşdur ki, bunlar da şəkil 1-də verilən faza diaqramında uyğun qatılıqda baş verən kimyəvi qarşılıqlı təsirə uyğundur. Belə ki, 1260°C temperatur γ (austenit) fazasının ilkin kristallaşmasını xarakterizə edən likvidus temperaturudur. 1145°C isə maye \leftrightarrow γ (austenit) + Sem. (likvidus üzrə ilkin kristallaşan sementit) nonvariant evtektik tarazlığı ifadə edən izoterma temperaturudur (eftektika nöqtəsinin qatılığı 4.3 kütlə % C–dur). Bu eftektik tarazlıq 1145°C izoterması üzrə karbonun austenitdə maksimum həll olma nöqtəsinə - E qədər (2.14 kütlə % C) davam edir.

Temperatur aşağı düşdükcə E nöqtəsindən başlayaraq ES xətti boyunca γ (austenit)- də həll olan karbonun miqdarı γ (austenit) \leftrightarrow Sem. (Fe₃C) +C (qrafit) tarazlığı

üzrə azalmağa başlayır. Burada alınan Sem.(Fe₃C) ikili sementit adlanır və karbonun α (ferrit) –də ifrat həll olma qatılığı olan S nöqtəsində (0.8 kütlə % C) başa çatır. S həm də γ (austenit) \leftrightarrow α (ferrit) faza çevrilməsinin eftektoid nöqtəsidir. Ona görə tərkibində 0.8 kütlə% C olan ərinti eftektoid polad və ya martenisit adlanır.

Faza diaqramında (şək.1) ES xətti boyunca austenitin parçalanması nəticəsində əmələ gələn karbon (qrafit) nəzərə alınmayaraq subsolidusda iki fazanın (α (ferrit)+Sem.(Fe₃C)) qarışığının çökdüyü qeyd olunmuşdur. Lakin bizim apardığımız MQA və RFA uyğun qatılıqlarda (2.7÷3.5 kütlə % C) subsolidusda fərqli fazalar qarışığının çökdüyünü aşkar etmişdir. 5 saylı nümunənin şəkil 4-də göstərilən mikroquruluşunda üç-tünd, boz və açıq faza müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 4. 5 sayılı nümunənin mikroquruluşu

Boz və açıq fazalar üçün təyin edilən 4425 və 7785 MPa mikrobərəkliyi qiymətləri uyğun olaraq ədəbiyyatda göstərilən martenisit [8] və sementit [9] fazalarına uyğundur. Kürə şəklində yayılan tünd faza karbon (qrafit) –dur. Onun mikrobərəkliyi ölçülməmişdir, çünki həmin tünd fazada almaz piramida vasitəsi ilə alınan yuvalar (romblar) dağıldığı üçün diaqonal ölçmək mümkün olmamışdır.

5-saylı nümunənin şəkil 5-də verilən difraktoqramından görünür ki, subsolidusda baş verən kristallaşma prosesi daha mürəkkəbdir. Öncə qeyd etmək lazımdır ki, tərkibdə olan karbonun amorf luq dərəcəsinin yüksək olması metallik ərintinin kristallik dərəcəsinə xeyli aşağı (cihaza görə 61.6%) salır. Bu amorf luq fonu faza analizini çətinləşdirir. Fonu götürdükdən sonra difraksiya mənzərəsi xeyli aydınlaşır. Difraktoqram Beynəlxalq Difraksiya Məlumatları Mərkəzinin məlumatları [10] ilə indeksləndə ərintinin əsasən (▲- yaşıl) martenisit (İCDD-00-044-1291) və (◆-göy) sementit (İCDD-00-035-0772) fazasından ibarət olduğu aydın görünür (şəkil 5). MQA-dən fərqli olaraq burada üç intensiv zolaq isə (● qırmızı) α (ferrit) (ICDD-03-065-4899) fazasının izlərinin olduğu təsdiqləyir. Karbonun (İCDD-00-046-0944) difraksiya qiymətlərinə görə difraktoqrama indeksləndə zəif intensivlikli (○-sarı) zolaqlar görünür (şəkil 5).

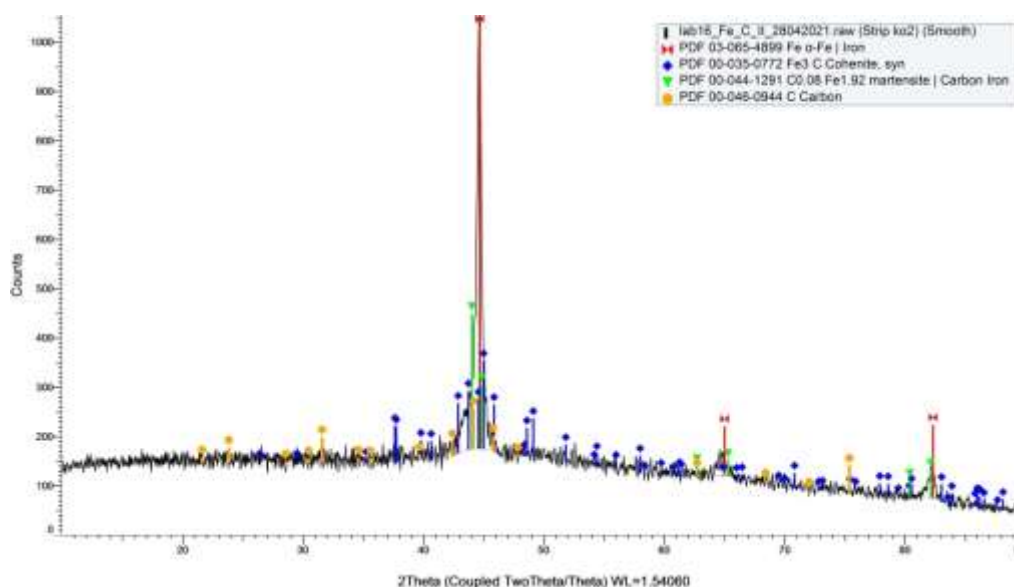
Aparılan DTA, MQA, RFA və mikrobərəkliyin ölçülməsi göstərir ki, ərimiş

nümunəni soyutduqda subsolidusda martenisit, sementit, karbon (qrafit) və α (ferrit) (izlər) çökür.

Tərkib-xassə asılılığının tədqiqi göstərir ki, manqanın, nikelin və molibdenin miqdarı çuqunda iddia olunan sərhəddən kənara çıxdıqda onun termiki emaldan sonra bərəkliyi xeyli aşağı düşür. Bu isə öz növbəsində yayma prosesində valın yeyilməyə dözümlüyünü azaldır.

Göstərilən elementlər iddia olunan aşağı sərhəddən az olduqda valın strukturunda martenisitlə yanaşı troosit strukturu da mövcud olur, bu da ümumi bərəkliyi aşağı salır. Həmin elementlər iddia olunan yuxarı sərhəddən çox olduqda isə tablamaya qızdırdıqda austenit dənələrinin böyüməsi səbəbindən alınan martenisit strukturu 42 HRC-dən yuxarı bərəklik vermir. Beləliklə, valın yüksək bərəkliyinə və aydıdır ki, yüksək yeyilməyə dözümlüyünə yalnız manqan, nikel və molibdenin iddia olunan hədlərində nail olunur.

Manqan və molibden elementləri iddia olunan miqdarda çuqunun strukturunda xırda dənəli yeyilməyə dözümlü karbidlərin yaranmasına səbəb olur. Bu karbidlərin bir hissəsi termik emal (tablama) prosesində austenitdə həll olsa da, qalan hissəsi isə strukturda bərabər paylanır. Çuqunda nikelin iddia olunan miqdarı onun özlülüyünü artırır və valın ağır şəraitlərdə istismar prosesində sınımasının qarşısı alınır.



Şəkil 5.

5 sayılı nümunənin difraktoqramı

Çuqunun quruluşunda kürəli qrafitin mövcudluğu yayma zamanı val və pəstah arasında sürtünmədə bərk sürtkünün iştirakı şəraitinin yaranmasına gətirir. Nəticədə, bu, valın yeyilməsinin müəyyən mənada qarşısını alır. Digər tərəfdən bərk və karbidlərlə zəngin olan martenisit matrisa valın çəllək hissəsinin yayma şəraitlərində yeyilməyə daha dözümlü edir.

Beləliklə, yayma vallarının işlək hissəsi

üçün keçid metalları ilə legirlənmiş yeni çuqun sintez edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, termiki işlənmədən sonra tədqiq olunan qatılıq intervalında ($2.7 \div 3.5$ kütlə %C) əridilmiş çuqunu soyutduqda subsolidusda martenisit, sementit, karbon (qrafit) və α -ferritin (izləri) çökür. Legirləyici kimi tərkibə daxil olan keçid metallarının müəyyən edilən miqdarı çuqunun burulmaya, yeyilməyə və istismar zamanı sınıma qarşı dözümlüyünü artırır.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir. Qrant № EİF /MQM/ Elm-Təhsil-1-2016-1(26)-71/15/1

Ədəbiyyat

1. CSCo (Chodan Sazan Co.) firmasının (İran İslam Respublikası) texniki sənədi
2. Update on Horizontal Caster Start - up of NSC's Hikari Works. *Steelmaker*. 2010, vol. 17, no. 12, p. 10
3. Voest in caster ptoject for Hunfary. *Metal Bulletin*. 2010, no. 7, p.21.
4. VOEST – Alpne Receives Contract from Krakatay Steel. *Iron and Steel Engineer*. 2010, vol. 67, no. 10, p.51.
5. Warren aims for December caster start – up. *Metal Bulletin*. 2011, no. 7607, p. 15.
6. Тыркель Е. История развития диаграммы железо-углерод под. с польск, М.: 1968, 280 с.
7. Бунин К.П., Баранов А.А. Металлография, М. 1970, 256 с.
8. Гайворонский А.А., Жуков В.В., Васильев В.Г., Зибер Т.А., Шишкевич А.С. Структурные изменения в участке перегрева металла ЗТВ железнодорожных колес при дуговой наплавке. *Автоматическая сварка*. 2014, №. 1, с.17-23.
9. Счастливец В.М., Гижевский Б.А., Хлебникова Ю.В., Наумов С.В., Патраков Е.И. Археометалловедческое исследование чугунных изделий, произведенных на Каменских заводах в первой четверти XVIII века. *Физика*

металлов и металловедение. 2019, т. 120, 10. International Centre for Diffraction Data. №4, с. 417-424. ICDD.Pdf -2011

**ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧУГУНА С
ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ
БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**

Р.И. Керимов¹, И.Б. Бахтиярлы², С.Н. Намазов³, Ф.Т. Гулиев¹, В.С. Мамедов², Ш.С. Абдуллаева², Ш.М. Машаев³

¹«Baku Steel Company» ООО

Az-1029, г. Баку, ул. Мир Джалала, 15

² Институт Катализа и Неорганической Химии им. академика М. Нагиева

Национальной АН Азербайджана,

Az-1143 г. Баку, пр. Г. Джавида 113, e-mail: ibbakhtiyarli@mail.ru.

³Азербайджанский Технический Университет,

Az-1073, г. Баку, пр. Г.Джавида, 25

Для изготовления рабочей части валов прокатного производства будет использоваться синтезированный новый чугун с функциональными свойствами, легированный переходными металлами. Изучены его свойства комплексными методами физико-химического анализа (DTA, РФА, МСА, измерение твердости, микротвердости). Установлено, что после термической обработки в исследованном интервале концентрации (2.7÷3.5 масс %С), при охлаждении сплавленного чугуна на субсолидусе, осаждаются мартенсит, цементит, углерод (графит) и следы α-феррита. Переходные металлы, входящие в состав как легирующие агенты, повышают устойчивость чугуна к скручиванию, коррозии и разрушению во время эксплуатации.

Ключевые слова: чугун, ликвидус, субсолидус, эвтектоид, конгруэнтный, фаза.

**SYNTHESIS AND STUDY OF PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF CAST IRON WITH
FUNCTIONAL PROPERTIES FOR WORKING PART OF BIMETALLIC ROLLING PINS**

¹R.I. Kerimov, ²I.B. Bakhtiyarly, ³S.N. Namazov, ¹F.T. Guliyev, ²V.S. Mammadov,

²Sh.S. Abdullayeva, ³Sh.M. Mashayev

¹“Baku Steel Company” LLC Az-1029, Baku, Mir Jalal str. 15

² Acad. M. Nagiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

Az-1143 Baku, H. Javid ave.113, e-mail: ibbakhtiyarli@mail.ru.

³Azerbaijan Technical University Az-1073 Baku, H.Javid ave.25

A new functional cast iron alloyed with transition metals was synthesized for the manufacture of the working part of rolls. Its properties were studied using complex methods of physicochemical analysis (DTA, X-ray, MSA and measurement of hardness and microhardness). It was found that traces of martenicite, cementite, carbon (graphite) and α-ferritin are released in the subsolidus during cooling of molten iron in the studied concentration range (2.7 ÷ 3.5 %wt C. It includes transition metals as an alloying agent increasing resistance of cast iron to twisting, corrosion and destruction during operation.

Keywords: cast iron, liquidus, subsolidus, eutectoid, congruent, phase