

UOT: 321.762

DOI: 10.34826/NAA.2023.25.1.004

ALƏT POLADLARINDA KARBİD VƏ NİTRİDLƏRİN MÖHKƏMLƏNMƏYƏ TƏSİRİNİN TƏDQIQI

Qəhrəmanov V.F.
Bakı Mühəndislik Universiteti

Məqalədə karbid əmələ gətirən elementlərin poladların strukturunu dəyişdirməklə onların mexaniki xassələrini necə dəyişdiyi məsələlərinə baxılmışdır. Poladlarda daxilolma fazalarında həllolma proseslərinin kinetikasi, yüksək dərəcədə, onlarda gedən diffuziyalı proseslərlə müəyyən oluna bilər. Hal-hazırda daxilolma fazalarında baş verən diffuziyalı proseslərə dair informasiyalar yalnız karbidlər üçün lazımi səviyyədədir. Metal və qeyri-metal atomların öz-özünə diffuziya əmsalı bir çox daxilolma fazalarında, adətən poladın termiki emalı üçün istifadə olunan temperaturalarda çox aşağı qiymətə malikdir. Karbid və nitridlərdə metal və qeyri-metal atomları arasındakı əlaqə möhkəmliyinin qiymətini fazaların yaranma istiliyi, sərbəstlik enerjisi, onların ərimə temperaturu, elastiklik modulu xarakterizə edir.

Açar sözlər: polad, soba, nikel, xrom, dəmir, volfram, vanadium, temperatur.

Məsələnin qoyuluşu: Dəmir ərintiləri sənayedə geniş tətbiq olunur. Bunlardan daha çox istifadə olunanı polad və çuqundur. Hazırda sənayedə müxtəlif növ konstruksiya materiallarından istifadə edilməsinə baxmayaraq, istifadə olunan maşın və avadanlıqların əsas hissələri (təqribən 90%) polad və çuqunlardan hazırlanır. Bütün bunları nəzərə alaraq polad və çuqunlarda gedən prosesləri daha dərinlən izləmək məsələləri meydana çıxır. Artıq yeni material yaratmaq məsələləri arxa plana keçmək üzrədir. Yalnız mövcud materiallar üzərində dəyişiklik etməklə yeni xassəli materiallar almaq mümkündür. Bu baxımdan poladlara müxtəlif elementləri əlavə etməklə yeni strukturlu, eyni zamanda yeni xassəli materialların alınması məsələləri gündəmdə durur. Haqqında danışdığımız məqalədə karbidəmələgətirən elementlərin təsiri ilə alət poladlarında möhkəmlik xassələrinin yüksəldilməsi öz əksini tapmışdır.

Məsələnin həlli: Qızdırılma zamanı legirli poladlarda austenitləşdirmə prosesi, polimorf $\alpha \rightarrow \gamma$ çevrilməsindən, sementitin və xüsusi karbidlərin, nitridlərin və intermetal birləşmələrin austenitdə həll olunmasından və austenit dənələrinin rekristallaşmasından ibarət olur [1].

Bir çox alimlər hesab edirlər ki, qızdırılma zamanı austenitin əmələ gəlməsi əsasən rəqabətdə olan iki faza çevrilməsi mexanizmi ilə baş verə bilər: kristalloqrafik nizamlanmamış və nizamlanmış. Alət poladlarının başlanğıc strukturu kristalloqrafik nizamlanmamış ferrit-karbid qarışığından (ferrit-perlitli, perlitli, ifrat karbidə malik perlitli və s.) ibarət olur. Poladı böhran temperaturundan yuxarı qızdırdıqda polimorf çevrilməsi baş verir. Bu zaman austenit rüşeymləri yerdəyişmə mexanizmi ilə yarandığından proses, faza çevrilməsi zamanı pərçimlənən austenitin rekristallaşma rejiminə uyğun gedir. Ona görə də böhran nöqtəsini keçdikdə xırda dənəli austenit əmələ gəlir.

Qızdırılma sürəti nə qədər yüksək olarsa, dənə o qədər xırda alınır, çünki yeni fazanın rüşeymlərinin yaranma sürəti, onların böyümə sürətindən daha tez artır [2, 3].

Legirli poladlarda dənələrin böyüməsi yüksək temperatur şəraitində karbonlu poladlara nisbətən yavaş gedir. Bu hal legirli poladlar üçün xüsusi lazımi əhəmiyyət kəsb edir. Onlar, bəzən iri dənəli nizamlanmış: yayma, pəstah, tökmə, qaynaq birləşmələrinin soyudulması zamanı öz-özünə tablandırma nəticəsində alınan başlanğıc strukturunda (martensit və beynit) termiki emala uğradılır [4].

Müəyyən şəraitdə, $\alpha \rightarrow \gamma$ - çevrilməsi zamanı poladlar yenidənrekristallaşma qabiliyyətini itirir.

İri dənəli nizamlanmamış strukturu AC_3 -dən yuxarı qızdırmaq yaranan austenit dənəsinin ölçüsünü və yönəlmə istiqamətini başlanğıc strukturun dənəsi ilə eyni edə bilər, yəni başlanğıc dənənin bərpası baş verir. Bu hadisə poladlarda struktur irsliliyi adlanır.

Yüksək legirli poladlarda irslilik, qızdırılma sürətindən asılı olmayaraq, həmişə baş verir. Legirli poladlarda sürətli və yavaş qızdırılma, aşağılegirli və karbonlu poladlarda isə yalnız $\geq 1000^\circ C/\text{san}$ sürətlə qızdırılma şəraitində struktur irsliliyi yarana bilər. Qızdırılma sürətinin ($100-150^\circ C/\text{dəq}$) azalması ilə tabəksiltmə prosesi daha yüksək dərəcədə inkişaf tapır və austenitin əmələgəlmə mexanizmi, normal və nəzarət olunan diffuziya şəraitində, dənələrin xırdalanması ilə müşayiət olunur. Nizamlanmanın $\alpha \rightarrow \gamma$ - keçidində əmələ gələn austenit, fazaca pərçimlənmiş olur. Qızdırılma temperaturunu T_p -dən yuxarı artırıqda onun rekristallaşması baş verir və təkcə bu vaxt austenit dənələri xırdalanır [5, 6].

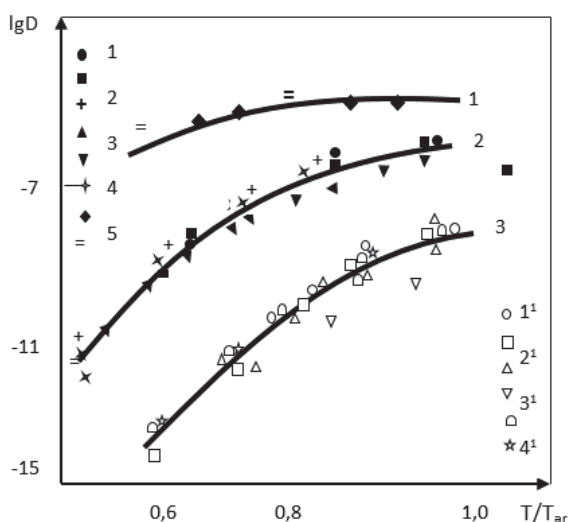
Aralıq, mülayim qızdırılma ($100-150^\circ C/\text{dəq}$) sürətlərində, $\alpha \rightarrow \gamma$ - keçidinin başlanğıcına qədər martensit tam parçalanmağa imkan tapmır və poladın struktur irsliliyi təzahür etmir. Bir çox alimlərin tədqiqatlarından aydın olur ki, Cr, Mo, W, V, Nb, Ti, Zr və s. elementləri sərhədlərinə ayrılaraq, rekristallaşma prosesini onların austenitdə həllolma temperaturuna qədər gecikdirir.

Termiki emal zamanı qabaqcadan ifratqızdırılmış, tərkibində güclü karbidəmələgətirici elementlər (Ti, V, Nb, Ta və s.) olan poladlarda struktur irsliliyinin təzahürünə daha böyük ehtimal vardır. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, yavaş soyutma zamanı bu hala bütün legirli poladlar meyilli deyil.

Yüksəklegirli, martensitli-köhnələn poladlarda iri dənələrin bərpası, adi texnologiya ilə onların termiki emalı zamanı baş verir.

Möhkəmləndirici daxilolma fazalarının poladlarda həllolma proseslərinin kinetikasi, yüksək dərəcədə onlarda gedən diffuziyalı proseslərlə müəyyən oluna bilər. Aydındır ki, metal və qeyri-metal atomların öz-özünə diffuziya əmsalı bir çox daxilolma fazalarında, adətən poladın termiki emalı üçün istifadə olunan temperaturlarda çox aşağı qiymətlərə malikdir. Bu, hətta dəmir əsaslı bərk məhlullarda olduğundan da aşağıdır. Belə ki, daxilolma fazalarında diffuziya proseslərinin təsirini, onların sürətinin çox aşağı olması səbəbindən nəzərə almamaq olar.

Bir çox müəlliflərin işlərində, komponentlərin müxtəlif karbidlərlə eyni nisbi temperaturlarda $T/T_{\text{ər}}$ diffuziyalı hərəkətinin səviyyəsi müqayisə edilmişdir. Şəkil 1-də karbonun niobium və tantalda diffuziyasının nəticələri, IV-V qrup keçid metalları - niobium və volfram karbidlərində öz-özünə diffuziya əmsalı verilmişdir.



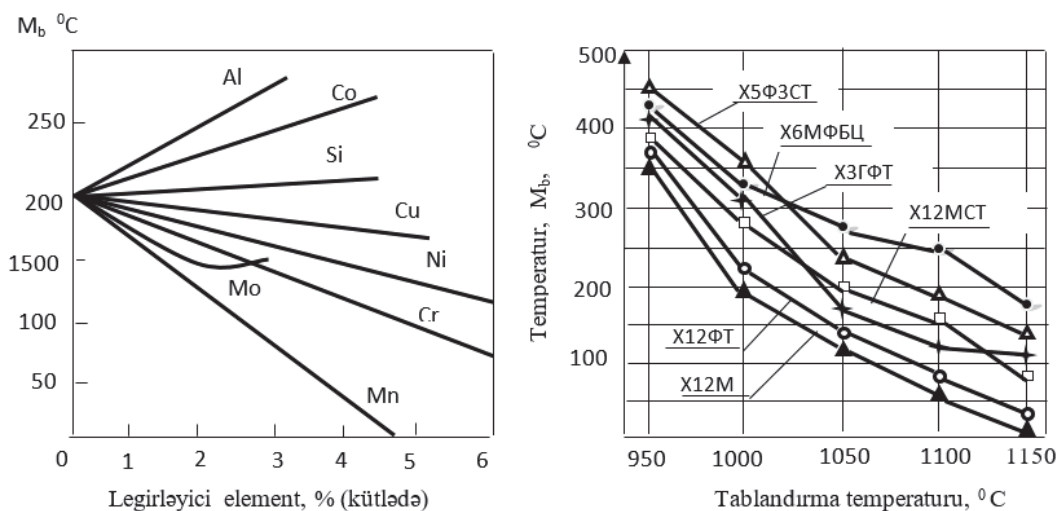
Şəkil 1. Karbon atomlarının keçid metallarında və karbidlərdə, metal atomlarının karbidlərdə və metallarda diffuziya əmsalının temperaturdan asılılığı

1- $C \rightarrow M$; 2- $C \rightarrow MC$; 3- $M \rightarrow MC$; 1- TiC; 2- ZrC; 3- HfC; 4- VC; 5-NbC; 6-TaC; 7- Nb; 8- Ta; 1¹- TiC; 2¹- ZrC; 3¹- VC; 4¹- NbC; 5¹- Nb; 6¹- W.

Göründüyü kimi, karbon və metal atomlarının müxtəlif karbidlərdə diffuziyalı hərəkətləri eyni nisbi temperaturalarda bir-birinə yaxındır. Bütün elementlər üçün karbidlərin həll olması, nitridlərə nisbətən daha çoxdur. Titanın nitridi təcrübi olaraq, heç bir temperaturda austenitdə həll ola bilmir. Niobium və alüminiumun nitridləri də austenitdə çətin həll olurlar. Vanadiumun karbidi və karbonitridi tablandırma temperaturunda belə xeyli həll ola bilər.

Demək lazımdır ki, xrom karbidi və nitridi, vanadium karbidinə və nitridinə nisbətən daha aşağı temperaturlarda austenitə keçə bilər. Karbidlərin austenitdə həll olmasına karbon daha böyük təsir göstərir. Karbonun miqdarının artması ilə karbidlərin austenitdə həllolma temperaturu yüksəlir. Austenitin dayanıqlılığının səmərəli artması, aşağıdakı legirləmə kompozisiyalarında müşahidə olunur: Cr-Ni, Cr-Ni-Mo, Cr-Mn, Cr-Mn-V və s. Burada legirləyici elementlərin təxmini nisbətləri belə $Ni:Cr \approx 2:3$; $Mn:Cr \approx 1,5:2$ götürülə bilər.

Legirləyici elementlər həmçinin martensit çevrilməsinin başlanğıc temperaturuna (M_b) güclü təsir göstərir (şəkil 2).



Şəkil 2. Legirləyici elementlərin martensit çevrilməsinin başlanğıc temperaturuna (M_b) təsiri:
a - ümumiləşdirilmiş; b - xromlu poladlarda

Alət poladlarının istismar xarakteri və termiki emaldan sonra aldığı xassələrinin səviyyəsi, hər şeydən əvvəl başlanğıc strukturundan çox asılıdır. Hazır alətlərin tablandırma və tabəksiltmə əməliyyatlarında qızma və soyutma zamanı yenidən yaranan struktur və karbid (karbonitrid) fazaları çox vaxt materialın kimyəvi tərkibindən asılı olaraq müxtəlif tərkibli və xassəli alınır.

Poladlarda karbidlərin miqdarı onların tərkibindəki karbonun və legirləyici elementlərin faizinə və əmələ gələn karbidlərin növünə əsasən müəyyən olunur. Bərkliyi yüksək olan vəziyyətdə evtektoiddən sonrakı poladlarda karbidlərin miqdarı 5-12%, ledeburitli poladlarda isə 25-30% təşkil etdiyi halda, vanadium və güclü karbidəmələgətirici elementlər iştirak etdikdə ikincidə bu miqdar 32-35 % -ə qədər yüksəlir.

Tablamadan sonra poladlarda, adətən az karbonlu karbidlər (M_3C , M_3C_3 , $M_{23}C_6$) daha çox, karbonla zəngin karbidlər (MC) isə nisbətən az olur. Poladların struktur və xassələrinə təsiri ilə bağlı, karbidlər austenitdə həll olan və həll olmayan (ifrat) olurlar [6, 7].

Austenitdə həll olanlar sırasına evtektoidli, ikinci və üçüncü karbidlər aiddirlər. Onlar həll olaraq, austeniti karbon və legirləyici elementlərlə doydurur, nəticədə poladın tablandırma qabiliyyəti, tablandırma dərinliyi artır və tabəksiltmə zamanı dispers möhkəmlənməyə şərait yaranır. Austenitdə həll olmayan ifrat karbidlərin ölçüsü xeyli böyük olur. Onlar adi tablandırma temperaturunda həll ola bilmədiklərindən bərk məhlulun tərkibinə təsir göstərmirlər. Ona görə də belə karbidlər ən çox poladın yeyilməyə və yüksək gərginlik altında plastiki axmaya müqavimətini artırır.

Yeyilməyə dözümlülük xassəsi poladlarda karbidlərin qeyri-bərabər paylanması və ya bir yerə toplaşması hallarında pisləşir (şəkil 3).

İkinci ayrılmış karbidlər isti halda deformasiya və tablandırma zamanı qızdırdıqda poladın dənələrinin ölçülərinin böyüməsini gecikdirir. Belə karbidlərin dənələrinin xırdalığı və sayının çoxluğu onların bu prosesdə birinci ifrat karbidlərə nisbətən daha güclü olduğunu müəyyən edir. Emal olunan poladın dənələrinin ölçüsünün böyüməsi, ikinci karbidlərin əsas kütləsinin austenitdə həll olması anından başlayır.

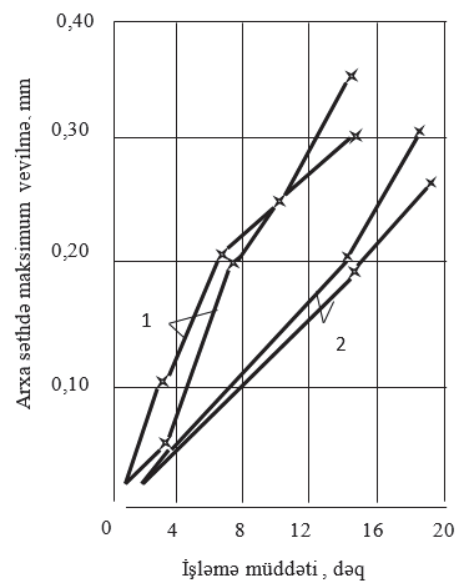
ALINAN NƏTİCƏLƏR:

1. Termiki emal zamanı karbid və nitridlərin austenitdə həllolma dərəcəsindən asılı olaraq, poladlarda dispers möhkəmlənmə mexanizmi müəyyən edilmişdir.

2. Dayanıqlı metal karbidlərinin austenitdə həllolma prosesinə və tablandırma dərinliyinə daha zəif karbidəmələgətirici elementlərin (Mn, Cr, Mo) müsbət təsiri öyrənilmişdir.

3. Alət poladlarının tablandırma temperaturu artdıqca bərk məhlulda xromun miqdarı artır, karbidlər azalır, qalıq austenitin müəyyən artımında bərklik aşağı düşür.

4. Müəyyən olunmuşdur ki, alət poladlarında xrom və başqa legirləyici elementlərin miqdarı artdıqca tabəksiltmə zamanı martensitin parçalanmaya dayanıqlılığı yüksəlir.



Şəkil 3. Karbidlərin poladda paylanmasının kəşkilərin yeyilməsinə təsiri: 1- qeyri-bərabər; 2-bərabər paylanma

ƏDƏBİYYAT

1. Геллер Ю.М. Инструментальные стали. М., Metallurgiya, 1983, 527 с.
2. Мескин В.С. Основы легирования стали. М., Metallurgizdat, 1975, 5684 с.
3. Ляхович Л.С. Специальные стали. Минск, Высшая школа, 1985, 208 с.
4. Большаков В.И. Субструктурное упрочнение конструкционных сталей. Торонто, 1998, 320 с.
5. Məmmədov Z.Q. Keyfiyyətli poladlar və ərintilər. Bakı, Elm, 2006, 475 səh.
6. Məmmədov Z.Q. Alət materialları və onların termiki emalı. Bakı, Çarşıoğlu, 2002, 328s.
7. Məmmədov Z.Q. Materialşünaslıq. Karbid fazaları və sərbəst karbidlər. Bakı, 2004, 235s.

REFERENCES

1. Geller Y.M. Instrumentalniye stali. M., Metallurgiya, 1983, 527 s.
2. Meskin V. S. Osnovi legirovaniya stali. M., Metallurgizdat, 1975, 5684 s.
3. Lyakhovich L.S. Spetsialniye stali. Minsk, Vishshaya shkola, 1985, 208 s.
4. Bolshakov V.I. Substrukturnoye uprochnenie konstruksionnikh staley. Toronto, 1998, 320 s.
5. Mammadov Z.G. Keyfiyyetli poladlar ve erintiler. Baki, Elm, 2006, 475 s.
6. Mammadov Z.G. Alet materiallari ve onlarin termiki emali. Baki, Chashioğlu, 2002, 328s.
7. Mammadov Z.G. Materialshunasliq. Karbid fazalari ve serbest karbidlər. Baki, 2004, 235 s.

STUDY OF THE EFFECT OF CARBIDE AND NITRIDE ON TOOL STEELS HARDENING

Gakhramanov V.F.
Baku Engineering University

The article deals with how carbide-forming elements change the mechanical properties of steel by changing its structure. The kinetics of dissolution processes of inclusion phases in steels can be determined to a high extent by the diffusion processes taking place in them. Currently, information on the diffusion processes occurring in the inclusion phases is available only for carbides. The selfdiffusion coefficient of metallic and non-metallic atoms is very low in many inclusion phases, at temperatures typically used for heat treatment of steel. The value of bond strength between metal and non-metal atoms in carbides and nitrides is characterized by the heat of formation of phases, the energy of freedom, their melting temperature, and the modulus of elasticity.

Keywords: steel, furnace, nickel, chromium, iron, tungsten, vanadium, temperature.

Rəyçi: t.f.d. N.F. Cavadov

Müəllif haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Qəhrəmanov Vurğun Fəxrəddin oğlu	Bakı Mühəndislik Universiteti	Mexanika mühəndisliyi kafedrası, t.f.d.	mob: (+994) 50 610 62 77 vqahremanov@beu.edu.az