

UOT 621.923.5

MÜASİR RƏQƏMSAL PROQRAMLARLA İDARƏDİLƏN HONLAMA DƏZGAHLARINDA SƏTHİN EMAL DƏQİQLİYİNİN TƏHLİLİ

¹Abdullayeva N.B., ²Zeynalzadə H.A., ¹Rəhmanov M.X., ¹Bayramova F.İ.

¹“Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası” PHŞ

Az1000, Bakı şəh., Z. Əliyeva küç., 18

²Mingəçevir Dövlət Universiteti

Az4500, Mingəçevir şəh., D.Əliyeva küç., 21

E-mail: nazila.abdullayeva@asco.az, farina.abdullayeva@asco.az,
muqabil.rahmanov@asco.az, hamida.zeynalzade@aztu.edu.az

Xülasə. Məqalədə 08X18H10T markalı poladdan hazırlanmış və RPİ honlama dəzgahında honlama əməliyyatı aparılan detalların emal dəqiqliyinin formalaşması qanunauyğunluğuna baxılmışdır. Bu məqsədlə materialın kimyəvi tərkibi və bəzi fiziki-mexaniki xüsusiyyətləri analiz edilmişdir. Honlam əməliyyatının əsas giriş parametrlərinin səthin ölçü dəqiqliyə təsiri üzrə eksperimental tədqiqatların nəticələri qrafiki olaraq təqdim edilmişdir. Müasir RPİ honlama dəzgahlarında ölçü dəqiqliyinə təsir edən əsas amillər təyin edilmiş və emalın optimal şəraiti seçilmişdir. Daxili silindrik səthlərin emalında honlama əməliyyatının tətbiqinin müasir metodları göstərilmiş, ölçü dəqiqliyinin formalaşma xüsusiyyəti və emal rejmi parametrlərinin seçilməsinin ümumi qanunauyğunluğu araşdırılmışdır.

Abstract. The article explores the regularities governing the formation of dimensional accuracy in components manufactured from 08X18H10T stainless steel and subjected to the honing process on a CNC honing machine. For this purpose, the chemical composition, along with selected physical, mechanical, and technological properties of the material, have been analyzed. The influence of the main input parameters of the honing operation on surface dimensional accuracy has been experimentally investigated, and the results are presented in graphical form. Key factors affecting dimensional accuracy in modern CNC honing machines have been identified, and optimal machining conditions have been determined. The study also outlines contemporary methods for applying honing processes to the machining of internal cylindrical surfaces. Furthermore, the research examines the characteristics of dimensional accuracy formation and investigates the general regularities governing the selection of machining regime parameters.

Аннотация. В статье рассматриваются закономерности формирования размерной точности деталей из нержавеющей стали 08X18H10T, подвергнутых хонингованию на хонинговальном станке с ЧПУ. Проведен анализ химического состава, а также ряда физико-механических и технологических свойств материала. Экспериментально исследовано влияние основных входных параметров операции хонингования на размерную точность поверхности, результаты представлены в графическом виде. Выявлены основные факторы, влияющие на размерную точность на современных хонинговальных станках с ЧПУ, и определены оптимальные режимы обработки. В работе также изложены современные методы применения хонингования для обработки внутренних цилиндрических поверхностей. Кроме того, изучены особенности формирования размерной точности и выявлены общие закономерности выбора параметров режимов обработки.

Açar sözlər: RPİ honlama dəzgahları, kələ-kötürlük, honlama, bərklik, xüsusi təzyiq, ölçü dəqiqliyi

Key words: CNC honing machine, surface roughness, honing process, hardness, special pressure, accuracy

Ключевые слова: хонинговальный станок ЧПУ, шероховатость поверхности, процесс хонингования, твердость, удельное давление, точность

Giriş. 08X18N10T markalı paslanmayan poladın istehsalı zamanı kimyəvi tərkibin dəqiq şəkildə qorunması son dərəcə vacibdir. Lakin materialın tələb olunan texniki və istismar xüsusiyyətlərinə malik olması da az əhəmiyyət daşıyır. Poladın struktur göstəricilərini artırmaq üçün hazır məhsulda austenitin sabitləşdirilməsi zəruridir. Bunun üçün polad 1020°C-dən 1100°C-yə qədər temperatur diapazonunda təbləndirilir.

Bu markalı polad müxtəlif formalı metal prokatı, o cümlədən fasonlu-GOST 5949-75, GOST 2590-2006, GOST 2591-2006, GOST 2879-2006, çubuq-GOST 8559-75, GOST 8560-78, GOST 7417-75, metallik örtükçəkmə-GOST 14955-77, GOST 18907-73, qalın təbəqə-GOST 7350-77, GOST 19903-74, GOST 19904-90, nazik təbəqə-GOST 5582-75, lentşəkilli-GOST 4986-79, lövhə-GOST 4405-75, GOST 103-2006, döymə məhsulları-GOST 1133-71, GOST 25054-81 və ən əsası isə müxtəlif diametrli borular-GOST 9940-81, GOST 9941-81, GOST 11068-81, GOST 10498-82, GOST 14162-79. şəkildə kütləvi şəkildə istehsal olunur. 08X18N10T markalı polad ABŞ-ın AISI 321, Almaniyanın X6CrNiTi18-10 və Yaponiyanın SUS321 markalı poladları ilə eyni təsnifat qrupunda durur. Qüvvədə olan DIN 1.2312 Tool-Steel və ГОСТ 9940-81 standartlarına uyğun olaraq, 08X18N10T poladı qızmar-yayılma halında çox geniş diapazonda buraxılır. Müxtəlif texniki məqsədlər və xüsusi istifadə üçün nəzərdə tutulmuş bu hissələrin konstruktiv ölçüləri də müxtəlif götürülür [7, 8].

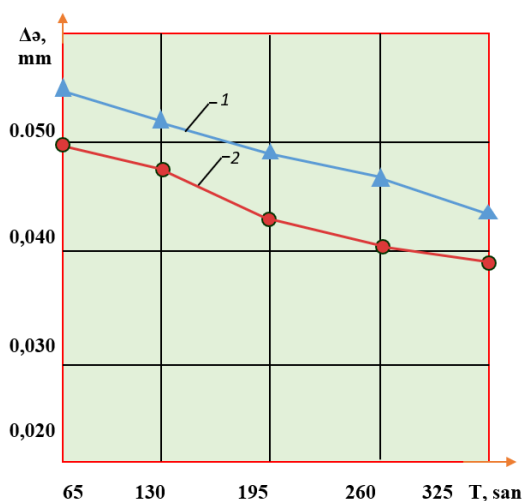
Honlama kimi çox incə texnoloji əməliyyatın daha yüksək dəqiqliklə aparılması üçün materialın standart üzrə verilmiş kimyəvi tərkibindən əlavə olaraq, onun həm də həqiqi kimyəvi tərkibi müəyyənləşdirilməlidir ki, bunu da Almaniyanın “BRUKER” firmasının istehsalı olan Ultra-Compact Metal Analyzer Q-2-İON stasionar spektroskopik qurğusu vasitəsilə nəzarət edilmişdir və alınmış fərq buraxıla bilən həddi aşmamışdır. Cədvəldə 08X18N10T markalı poladın DIN 1.2312 Tool-Steel standartı üzrə kimyəvi tərkibi verilmişdir.

08X18N10T markalı poladın kimyəvi tərkibi, %

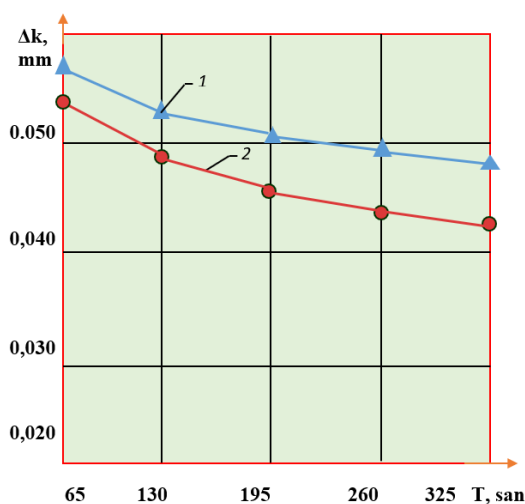
C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Cu
≤0,08	≤0,8	≤2	≤0,02	≤0,035	9-11	17-19	≤0,3

Əsas hissə. Yüksək dəqiq maşın hissələrinin honlama əməliyyatı ilə emalı texnoloji proses kimi səth və səth qatına qoyulmuş keyfiyyətin yüksək dəqiqliklə formalaşdırılması məqsədi ilə həyata keçirilir. Honlama əməliyyatı zamanı baş verən fiziki-mexaniki hadisələr və texnoloji qanunauyğunluqları analiz etməklə belə nəticəyə gəlmək olar ki, səthin formalaşması prosesi əsasən məmuldakı xətlərin aradan qaldırılması zamanı və onun qismən növbəti emal mərhələsinə ötürülməsi ilə həyata keçirilir [1,5]. Bu amillərin təsir intensivliyi detal və hon başlığının hərəkət sxemindən, kontakta girən bülövün dənəvərliyi dərəcəsindən və təzyiqin qeyri-bərabər paylanmasından, kəsmə qüvvələrinin təsir xarakterindən və s. asılıdır [2,6]. Emalın mümkün ola biləcək ən kiçik kəsmə qüvvələrilə aparılması məqsədilə, honlama prosesinin əsas giriş parametrlərinin (başlığın irəli-geri- V_{i-g} və fırlanma- V_f hərəkət sürətləri, xüsusi təzyiq- $P_{x.t}$, bülövün dənəvərliyi- Z və emal müddəti- T) kəsmə qüvvəsi təşkilədicilərinə təsiri analiz edilmişdir [13,14].

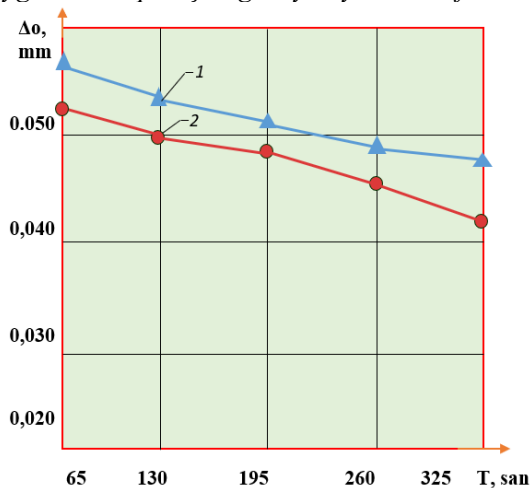
Verilmiş giriş parametrləri avtomatik şəkildə tənzimlənə bilən RPI honlama dəzgahında 08X18N10T markalı poladın emalı zamanı əyrioxluq (Δ_a), konusluq (Δ_k) və ovallıq (Δ_o) qiymətlərinin emal müddəti (T)-dən asılılığı Qrafik 1,2 və 3-də müvafiq ardıcılıq üzrə göstərilmişdir [9, 11, 12]. Burada, 1 və 2 uyğun olaraq, başlanğıc ayrılığı müxtəlif olan detallardır. Dəzgah şpindelinin (hon başlığının) irəli-geri və fırlanma hərəkət sürətlərinin nisbəti (V_f/V_{i-g}) ənənəvi olaraq 1,1÷4,1 intervalında götürülməsi tövsiyə olunur.



Qrafik 1. Əyriləşmə qiyəmətinin (Δ_a) emal müddətindən (T) asılılığı;
 (1, 2 - uyğun olaraq, başlanğıc əyriliyi müxtəlif olan detallar)



Qrafik 2. Kəşşə qiyəmətinin (Δ_k) emal müddətindən (T) asılılığı;
 (1, 2 – uyğun olaraq, başlanğıc əyriliyi müxtəlif olan detallar)



Qrafik 3. Ovailliq qiyəmətinin (Δ_o) emal müddətindən (T) asılılığı;
 (1, 2 – uyğun olaraq, başlanğıc əyriliyi müxtəlif olan detallar)

Aparılmış nəzəri və eksperimental tədqiqatlara əsaslanaraq deyə bilərik ki, emaldan əvvəl və sonra pəstahın konusluq və diametral göstəriciləri arasındakı “gizli” bir bağlılıq vardır. Başlığının profili və emalın giriş parametrlərindən asılı olaraq, konusluq 32-65%, ölçü xətası isə 55-80% həddlərində dəyişirə bilər.

Dəşiklərin incə emalı üçün tətbiq edilən honlama əməliyyatında yaranan kəsmə qüvvələri formalaşan səthin keyfiyyət və dəqiqlik göstəricilərinin araşdırılması və tədqiqi zamanı vacib aspektlərindən biri sayılır [3, 4, 10]. Yüksəkdəqiqlikli detalların istehsalı zamanı tətbiq edilən texnoloji əməliyyatlar üçün seçilmiş alət və texnoloji-təchizat vasitələrinin konstruksiyaları kifayət qədər sərt və istiliyə, həmçinin vibrasiyaya davamlı olması kəsmə qüvvələrinin araşdırılması baxımından zəruri hesab edilir.

Eksperimentlər NCH-450 markalı rəqəmli-proqramla idarə olunan honlama dəzgahında aparılmışdır. Bu dəzgah 45-75 mm diametrli və 500 mm-ə qədər isə dərinliyi olan yuvaları emal etmək qabiliyyətindədir (şəkil).



NCH-450 markalı rəqəmli-proqramla idarə olunan honlama dəzgahı

Nəticə. 08X18N10T markalı poladda honlama əməliyyatının tətbiqindən sonra ölçü dəqiqliyinin formalaşma qanunauyğunluğuna təsir göstərən faktorlar müəyyənləşdirilmişdir. Dəqiqliyin artırılması istiqamətində həllivacib məqamlar tapılmış və optimal emal şərtlərinin təyini üçün müasir tədqiqat metodlarından istifadə imkanları göstərilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, emal dəqiqliyinə təsir göstərən çoxsaylı faktorlar, xüsusən də dəzgah parametrlərinin dəqiqləşdirilmiş hesabı hissələrin ölçü dəqiqliyinə əhəmiyyətli təsir göstərir.

Ədəbiyyat

1. Eziz, S. Sh. Kinematic features of the lapping process and determination of its basic parameters // – Moscow: Computational Nanotechnology, – 2020. №3 (Vol.7), – p. 11-16. 11-16
2. Əziz S.Ş. Daxili silindrik səthlərin sürtmə əməliyyatı ilə emalının əsas xüsusiyyətləri // AMA Xəbərləri, 2018, №3. s.44-50
3. Ümid Yusif. M., Xəlilov Ə.H. Maşınqayırma texnologiyasının əsasları. Bakı: AzPİ, 1987, 121s.

4. Yusubov N.D., Abbasova H.M. Full-factor matrix model of accuracy of dimensions performed on multi-purpose CNC machines. Obrabotka metallov (tekhnologiya, oborudovanie, instrumenty) = Metal Working and Material Science, 2021, vol. 23, no. 4, pp. 6–20. DOI: 10.17212/1994-6309-2021-23.4-6-20. (In Russian).
5. Yusubov N.D., Abbasova H.M. Model of machining process control on multi-tool single-carriage adjustments // MACHINE SCIENCE. - 2023.- № 1 – P. 22-27
6. Yusubov N.D., Abbasova H.M. Models of Machining Accuracy in Multi-Tool Adjustments. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME). vol. 17, no. 3, pp. 8067-8085, Oct. 2020. Malaysia.
7. Yusubov N.D., Abbasova H.M., Dadashov R.Y. Theoretical basis for the development of an algorithmic unified complex of mathematical models of cutting forces// Machine Science. - 2023.- № 1 – p. 55-60.
8. Гафаров А.М. Ротационное хонингование. Баку, ЭЛМ, 1999, 132 с.
9. Гафаров А.М. Прогрессивные методы механической обработки. Баку, "ЭЛМ", 2001. в двух томах т.1, 286 с, т.2, 310 с.
10. Jianxiu, S., Rui, X., Yipu, W., Jiejing, L., Haixu, L. Study on Lapping Paste of 6H–SiC Single-Crystal Substrate in Tribochemical Mechanical Lapping: [Electronic resource] /Journal of The Institution of Engineers India, 2020.
11. Nərimanov V. Ə. Cihazqayırma texnologiyasının əsasları. Bakı: Müəllim, 2006, 456 s.
12. Rəsulov N.M. Maşın istehsal texnologiyası, Bakı: Təhsil, 2010, 432 s.
13. Gleason, E.A. Viewpoint: Soft Metal Gains Hulk-Like Strength: [Electronic resource] / Physics 12, 125. – November 11, 2019.
14. Əziz S.Ş. 32CrMoV12-10 markalı poladların honlama ilə emalında ölçü dəqiqliyinin formalaşması, ADDA, Elmi Əsərləri №1, 2024, 21-27 s. <https://adda.edu.az/uploads/Elmi%20eserler%20%E2%84%96%201.pdf>

Məqalə qəbul olunub: 14.10.25
Təvsiyə edib: prof. Həsənov Y.N.

UOT 669.295.5:621.785:621.77.016.3:620.191

**BƏRABƏRKANALLI BUCAQALTI PRESLƏMƏ VƏ TERMİKİ EMAL
PROSESLƏRİNİN BT6 MARKALI TİTAN ƏRİNTİSİNİN MEXANİKİ
XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ**

Cabbarov T.Q., Axundova X.Y.

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
Az1010, Bakı şəh., Azadlıq pr., 20
E-mail: tahir196041@gmail.com; tahir-cabbarov@mail.ru

Xülasə. Yüksək möhkəmliyə və dağılmaya qarşı müqavimətə eyni zamanda nail olmaq konstruksiya metal materiallar sahəsində daim aktual olan bir problemdir. Müasir materialşünaslıq və texnologiyalarla yüksək möhkəmlik əldə etmək çətin deyil. Lakin materiallarda möhkəmlik və plastiklik sıx şəkildə əlaqəlidir və möhkəmlik artdıqca zərbə özlülüüyü azalır. Bir çox konstruksiya metal materiallar möhkəmliyinə görə deyil, daha çox qırılmaya davamlılığına görə məhdudlaşır.

Müəyyən edilmişdir ki, BT6 titan ərintisi ilkin (qızmar yayılmış) vəziyyətdə qarışıq qlobulyar–lövəvari quruluşa malik olmuşdur və burada α -fazasının qlobulyar hissəsinin həcm payı təxminən 65 % təşkil etmişdir. Termiki emal və bərabərkanallı bucaqaltı presləmə əməliyyatından

sonra ərintidə α -fazasının orta dənə/subdənə ölçüsü (240 ± 60) nm olan ultra xırda dənəli (UXD) strukturun payı artmış və təxminən 70 % olmuşdur.

Tətbiq edilən rejimlər üzrə aparılan bərabərkanallı bucaqaltı presləmə prosesi BT6 ərintisinin bərkliyini 1,2 dəfə, möhkəmlik xüsusiyyətlərini 1,3 dəfə artırmışdır, plastiklik isə 1,6 dəfə azalmışdır.

Abstract. Achieving both high strength and resistance to fracture simultaneously remains a persistent challenge in the field of structural metallic materials. With modern materials science and technology, attaining high strength is not difficult. However, strength and plasticity in materials are strongly correlated, and impact toughness decreases as strength increases. Many structural metallic materials are limited not by their strength but rather by their fracture toughness.

It has been established that BT6 titanium alloy, in its initial (hot-rolled) state, possesses a mixed globular–lamellar structure, with the volume fraction of the globular component of the α -phase being approximately 65%. After heat treatment and equal-channel angular pressing (ECAP), the fraction of the ultra-fine-grained (UFG) structure with an average α -phase grain/sub-grain size of (240 ± 60) nm increased to about 70%.

The applied ECAP regimes increased the hardness of the BT6 alloy by 1.2 times and its strength properties by 1.3 times, while its plasticity decreased by 1.6 times.

Аннотация. Достижение одновременно высокой прочности и сопротивления разрушению остаётся постоянной и актуальной проблемой в области конструкционных металлических материалов. Современные материалы и технологии позволяют без особых трудностей получать высокую прочность. Однако прочность и пластичность материалов тесно взаимосвязаны, и с увеличением прочности ударная вязкость снижается. Многие конструкционные металлические материалы ограничены не прочностью, а в большей степени их трещиностойкостью.

Установлено, что титановый сплав BT6 в исходном (горячекатаном) состоянии имеет смешанную глобулярно-пластинчатую структуру, при этом объёмная доля глобулярной составляющей α -фазы составляет около 65 %. После термической обработки и равноканального углового прессования (РКУП) доля ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры с средним размером зёрен/субзёрен α -фазы (240 ± 60) нм увеличилась и достигла примерно 70 %.

Проведение РКУП по применённым режимам повысило твёрдость сплава BT6 в 1,2 раза и его прочностные характеристики в 1,3 раза, при этом пластичность снизилась в 1,6 раза.

Açar sözlər: möhkəmlik, titan ərintisi, termiki emal, deformasiya, xırda dənəlilik, bərabərkanallı, zərbə özlülüyü, faza, metal, dağılma

Ключевые слова: прочность, титановые сплавы, термическая обработка, деформация, мелкозернистость, равноканальная, ударная вязкость, фаза, металл, разрушение

Key words: strength: titanium alloys, heat treatment, deformation, fine-grained, equal-channel, impact toughness, phase, metal, fracture

Məsələnin müasir vəziyyəti. Eyni zamanda yüksək möhkəmliyə və dağılmaya qarşı müqavimətə nail olmaq konstruksiya metal materialları sahəsində daim aktual bir problemdir.

Məlum olduğu kimi [1,2], materialların müəyyən mexaniki xassə səviyyəsinə nail olmaq üçün materiala eyni zamanda termiki və mexaniki emal üsullarının tətbiqindən istifadə olunur. Termiki emal həm müstəqil, həm də əlavə emal üsulu kimi tətbiq edilir. Hazırda bərklik və möhkəmlik xassələrini artırmaq üçün ən geniş yayılmış üsullardan biri bərabərkanallı bucaqaltı presləmə (BKBP) üsuludur. Termo-mexaniki emal (TME) nəticəsində materialın strukturu, bərkliyi, möhkəmliyi və zərbə özlülüyü dəyişir.

Materialların quruluşuna və xassələrinə effektiv şəkildə nəzarət etmək üçün kombinə olunmuş emal üsullarından istifadə olunur. İntensiv plastik deformasiya (İPD) üsulları daim təkmilləşir və bu da müxtəlif üsul və rejimlərdə İPD tətbiqi ilə alınmış nanokristallik quruluşa malik metalların və ərintilərin hərtərəfli öyrənilməsi zərurətini gündəmə gətirir [3].

Son illərdə tədqiqatçılar materiallarda ultraxırda dənəli (UXD) vəziyyətin əldə olunması üsullarına xüsusi maraq göstərirlər. UXD quruluş materialın bir sıra mühüm xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmaq qabiliyyətinə malikdir [4]. Həcmli UXD materialların alınması üçün perspektivli üsullardan biri intensiv plastik deformasiyadır. Bu proses bərabərkanallı bucaqaltı pressləmə (BKBP) vasitəsilə həyata keçirilir. Bu üsul, pəstahın geometrik ölçülərini dəyişmədən materialda UXD quruluşun formalaşdırılmasına imkan verir [5].

Bu gün titan ərintiləri geniş yayılmış, asanlıqla əldə edilən mühəndislik metalları hesab olunur və paslanmayan polad, xüsusi polad növləri, nikel əsaslı ərintilər və kompozit materiallarla birbaşa rəqabət aparır.

Beləliklə, intensiv plastik deformasiya (İPD) üsulları ilə əldə olunmuş ultraxırda dənəli titan materialları otaq temperaturunda yüksək mexaniki xassələrə malikdir. Bununla belə, bu materialların yüksək temperaturlarda istismar xassələrinə dair tədqiqatlar hələ azdır. Halbuki iki fazalı Ti–6Al–4V tipli ərintilər aviasiyada və mühərriqəyirmada geniş temperatur intervalında işləyən detallar üçün ən çox istifadə olunan materiallar sırasındadır.

Tədqiqat materialı və metodikası. Tədqiqat obyekti kimi iki fazalı $\alpha+\beta$ tipli BT6 titan ərintisi seçilmişdir. Bu ərinti öz yüksək xüsusi möhkəmliyi, yaxşı korroziyaya davamlılığı və geniş temperatur intervalında sabit mexaniki xassələri ilə xarakterizə olunur. Məhz bu xüsusiyyətlərinə görə BT6 ərintisi aviasiya, mühərriqəyirma və digər yüksək texnoloji sahələrdə geniş tətbiq edilir.

Ərintinin kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də göstərilmişdir. Tərkibində əsas komponent titan (Ti) olmaqla yanaşı, vanadium (V) və alüminium (Al) əlavələri ərintiyə yüksək möhkəmlik və istiliyədavamlılıq qazandırır. Alüminium α -fazasını sabitləşdirir və möhkəmlik artırır, vanadium isə β -fazasını sabitləşdirərək plastiklik və texnoloji işlənmə qabiliyyətini yaxşılaşdırır.

Cədvəl 1

BT6 titan ərintisinin kimyəvi tərkibi

Element	Ti	V	Al
%	89.04	5.95	5.01

Bu ərinti tədqiqatlarda ilkin iri dənəli (İD) vəziyyətdə pəstahların qızmar yayıqlanması nəticəsində əldə olunmuşdur və bərabərkanallı bucaqlı pressləmədən (BKBP) sonra əldə edilmiş ultraxırda dənəli (UXD) vəziyyətdə öyrənilmişdir.

BT6 ərintisinin BKBP texnoloji prosesi aşağıdakı mərhələlərdən ibarət olmuşdur:

1. Pəstahın homogenləşdirici tabalınması.

Diametri 20 mm və uzunluğu 100 mm olan ərinti pəstahı homogenləşdirici tabalmaya məruz qoyulmuşdur. Bu əməliyyatın məqsədi materialın plastiklik qabiliyyətini artırmaq olmuşdur.

2. Tablama.

Pəstah 960 °C temperaturda 1 saat saxlandıqdan sonra suda soyudulmaqla tablandırılmışdır.

3. Tabəksiltmə

Tablandırılmış pəstah 675°C temperaturda 4 saat ərzində tabəksiltməyə məruz qalmışdır.

4. Bərabərkanallı bucaqaltı pressləmə (BKBP).

Pəstah 650°C temperaturda BC marşrutu üzrə, $\phi = 120^\circ$ bucaq altında və $n = 6$ keçid olmaqla BKBP prosesindən keçirilmişdir.

Ərintinin Rokvell üsulu ilə bərkliyə sınaqları TimeGroup TH 300 bərklikölçən cihazında aparılmışdır. TimeGroup TH 300 bərklikölçən cihazı materialın bərkliyini avtomatik ölçmə rejimində yüksək dəqiqliklə müəyyən etməyə imkan verir. Ərinti nümunələri iki mərhələdə

sınaqdan keçirilmişdir: birinci dəfə ilkin (İD) vəziyyətdə, ikinci dəfə isə RKBP prosesindən sonra UXD vəziyyətində.

Statik dartılma sınaqları Tinius Olsen H50KT universal sınaq maşınında aparılmışdır. Bu maşın GOST 28840 standartına uyğun gəlir. Dartılma sınaqları üçün diametri 3 mm olan silindrik nümunələr hazırlanmışdır.

V-şəkilli gərginlik konsentratoruna malik BT6 ərintisi nümunələrinin zərbə sınaqları 150 Coul enerjiyə malik TimeGroup JB-W300 tipli mayatnikli sınaq qurğusunda aparılmışdır. Sınaqlar otaq temperaturu intervalında, GOST 9454-78 standartına uyğun olaraq həyata keçirilmişdir.

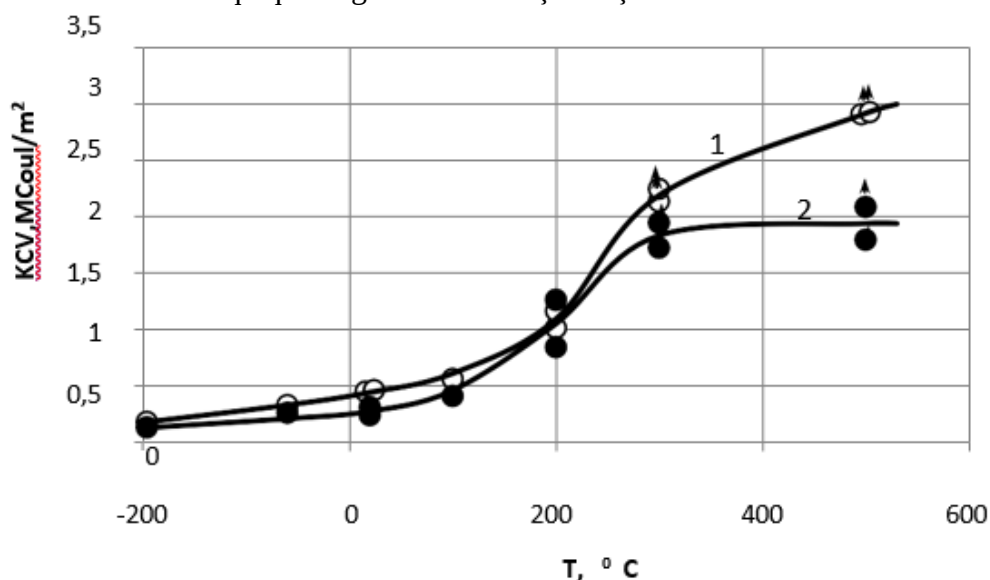
Tədqiqat nəticələri. Tərəfimizdən aparılmış texnoloji rejimlər üzrə aparılmış BKBP prosesi BT6 ərintisinin bərkliyini 1,1 dəfə artıraraq 34 MPa-dan 36 MPa-a qədər yüksəldir, eyni zamanda möhkəmlik xassələri 1,2 dəfə artmış, orta dənə ölçüsü isə $0,24 \pm 0,06$ -ya qədər azalmışdır. Həmçinin göründüyü kimi, plastiklik 1,4 dəfə azalmışdır (cədvəl 2).

Cədvəl 2

BT6 ərintisinin dənələrinin orta ölçüsü və mexaniki xassələri

Ərintinin vəziyyəti	d_{cp}, MKM	HRC	σ_B, MPa	$\sigma_{0,2}, \text{MPa}$	$\delta, \%$
İlkin	15 ± 5	34	950 ± 20	849 ± 30	$12 \pm 1,5$
BKBP-dən sonra	$0,24 \pm 0,06$	36	1090 ± 30	990 ± 40	$8 \pm 0,3$

BT6 markalı titan ərintisindən hazırlanmış nümunələrin zərbə özlülüyünə dair sınaqların nəticələri göstərmişdir ki, sınaq temperaturunun -186°C -dən 200°C -dək artırılması ilə ərintinin zərbə özlülüğü (KCV) həm ilkin (İD) vəziyyətdə, həm də BKBP-dən (UXD vəziyyəti) sonra demək olar ki, eyni olur və $0,1-0,2 \text{ MCoul/m}^2$ -dən $0,8-1,2 \text{ MCoul/m}^2$ -dək artır (şəkil). 300 və 500°C sınaq temperaturlarında nümunələr tamamilə dağılmamışdır (şəkil). Lakin belə nümunələr sındırıldıqdan sonra onların bəzi makrofotoqrafik göstəriciləri ölçülmüşdür.



*BT6 ərintisinin zərbə özlülüğünün (KCV) temperaturdan asılılığı:
 1-ilkin vəziyyətdə; 2- BKBP –dən sonra*

Beləliklə, BKBP –dən sonra BT6 ərintisinin plastiklik göstəriciləri azalsa da, UXD quruluşa malik ərintinin zərbə özlülüğü (KCV) sınaq temperaturlarının -186°C -dən 200°C -ə qədər olan intervalında ilkin (İD) vəziyyətdəki ərintinin KCV göstəricilərindən demək olar ki, fərqlənmir, bu da ərintini konstruktiv möhkəmlik baxımından müsbət səciyyələndirir.

Nəticə. 1. Təyin edilmişdir ki, tədqiqatda nəzərdə tutulmuş rejimlər üzrə aparılmış BKBP prosesi BT6 ərintisinin bərklik dərəcəsini 1,1 dəfə, möhkəmlik xassələrini isə 1,2 dəfə artırmış, plastiklik göstəricilərini isə 1,4 dəfə azaltmışdır.

2. Göstərilmişdir ki, BKBP–dən sonra BT6 ərintisinin plastiklik göstəriciləri azalsa da, UXD quruluşa malik ərintinin zərbə özlülüyü (KCV) sınaq temperaturlarının -186°C-dən 200°C-ə qədər olan intervalında ilkin (İD) vəziyyətdəki ərintinin KCV göstəricilərindən demək olar ki, fərqlənməmişdir, bu isə ərintini konstruktiv möhkəmlik baxımından müsbət səciyyələndirmişdir.

Ədəbiyyat

1. Шляхова Г.В., Данилов В. И., Зуев Л.Б., Карташов Е.Ю. Разрушение ультрамелкозернистого титана // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки, 2016, №3
2. Черняева Е.Ю., Семенова И.П. Влияние деформации и термообработки на коррозионное поведение двухфазных титановых сплавов // Вестник УГАТУ. 2011. №1 (41).
3. Сурикова Н.С., Панин В.Е, Деревягина Л.С., Микромеханизмы деформации и разрушения слоистого материала из титанового сплава BT6 при ударном нагружении // Физ. мезомех. 2014. №5.
4. Салищев Г. А., Кудрявцев Е. А., Жеребцов С. В. Структурные изменения и механическое поведение при низкотемпературной сверхпластичности наноструктурного сплава BT6 // Научные ведомости БелГУ. Серия: Математика. Физика. 2012. №17 (136).
5. Исламгалиев Р. К., Ганеев А. В., Никитина М. А., Караваева М.В. Структура и свойства ультрамелкозернистой мартенситной стали // Вестник УГАТУ. 2016. №3 (73).

Мəqalə qəbul olunub: 29.10.25
Təvsiyə edib: dos. Xankişiyev İ.A.