

Cu-Al ƏSASLI OVUNTU KOMPOZİSİYALARININ MAYE FAZALI BİŞİRLMƏSİ PROSESİNİN BƏZİ FİZİKİ PARAMETRLƏRİ

E.K. YAQUBOV

Gəncə Dövlət Universiteti

(emin.yagubov@mail.ru)

Dilatometrik və struktur tədqiqatlarının köməyi ilə Cu-Al əsaslı ovuntu kompozisiya materiallarının müəyyən komponent nisbətlərində və temperatur aralığında ekzotermik maye fazalı bişirmə qabiliyyətinə malik olduğu və bu zaman preslənmiş briketlərin ilkin formasını qoruyub saxladığı müəyyən edilmişdir. Sınaq nümunələrində baş verən dəyişikliklərin təhlilini aparmaqla Cu-Al sistemli prespəstahlın maye fazanın iştirakı ilə bişirilməsində baş verən proseslərə aydınlıq gətirilmişdir. Maye fazalı bişirmə zamanı Cu-Al əsaslı ovuntu kompozisiyalarından hazırlanmış nümunələrdə müşahidə olunan həcmi dəyişikliyin xüsusiyyətləri təhlil edilmişdir. Tərkibinə yüksək miqdarda mis daxil edilmiş Cu-Al ərintilərinin ekzotermik maye fazalı bişirilməsinin qanunauyğunluqları aşkar edilmiş və bunun əsasında müvafiq strukturlu prespəstahlın əldə edilməsinin texnoloji əsasları hazırlanmışdır.

Açar sözlər: metal kompozisiya, alüminium ovuntusu, dilatometr, prespəstah, qızdırılma rejimi, bişirmə, diffuziya.

GİRİŞ

Müasir istehsalat şəraitində yüksək istismar xassələrinə malik olan yeni nəsil funksional materialların yaradılması üçün ovuntu metallurjiyası ön perspektivli texnoloji istiqamətlərdən biri hesab edilir. Dispers materiallardan kompozit pəstahlın hazırlanması prosesində sonuncu tamamlayıcı mərhələdən əvvəlki bişirmədir. Bu proses daha mürəkkəb olub, hər bir konkret hal üçün yeni tədqiqatların aparılmasını tələb edir. Metal ovuntularından kompozit ərintilərin əldə edilməsi üçün bir çox texnoloji proseslər mövcuddur ki, onlar arasında iqtisadi cəhətdən əlverişli olan, keyfiyyət tələblərinə daha dolğun cavab verə bilən, eləcə də hazırlıq metallurji emal proseslərinin tətbiqinə imkan yaranan, maye fazalı bişirmə üsuludur. Ovuntu kompozisiyalarının maye fazalı bişirilməsi aşağıda sadalanan proseslər vasitəsilə həyata keçirilir: matrisa materiallarının armaturlaşdırıcı kristal liflərin üzərinə hopdurulması; diskret hissəciklərin metal ərintilərinə mexaniki qarışdırılması; elektrokimyəvi yolla liflərin üzərinə matrisa materialından olan örtüklərin çəkilməsi və sonradan preslənməsi; plazmalı püskürtmə yolu ilə matrisanın möhkəmləndiriciyə oturulması və sonradan sıxlaşdırılması və s.

Maye fazalı bişirmə prosesləri ovuntu kompozisiya materiallarının hazırlanması yolunda prinsipial cəhətdən yeni bir addımdır. Belə ki, bişirmə prosesi maye fazalı hadisələrlə müşayiət olunduqda pəstahın son sıxlaşma kinetika daha mürəkkəb xarakter alır. Cu-Al sistemli dispers kompozitlərin bişirilməsi bu cür maye fazalı proseslərlə müşayiət olunur. Ona görə də, Cu-Al sistemində maye fazalı bişirmədə gedən proseslərin daha dərinə tədqiq olunmasına böyük ehtiyac vardır. Bu halda kompozit pəstahda nəinki sıxlaşma və yaxud böyümə baş verə bilər, həm də bu proseslərlə yanaşı qarşılıqlı diffuziya və elementlərin bir-birində həll olması, yeni fazaların yaranması, möhkəmliyin artması və yaxud azalması kimi kompleks proseslərin getməsi tam labüddür.

Yerinə yetirilmiş işin məqsədi dilatometrik və struktur tədqiqatları əsasında mis və alüminium əsaslı

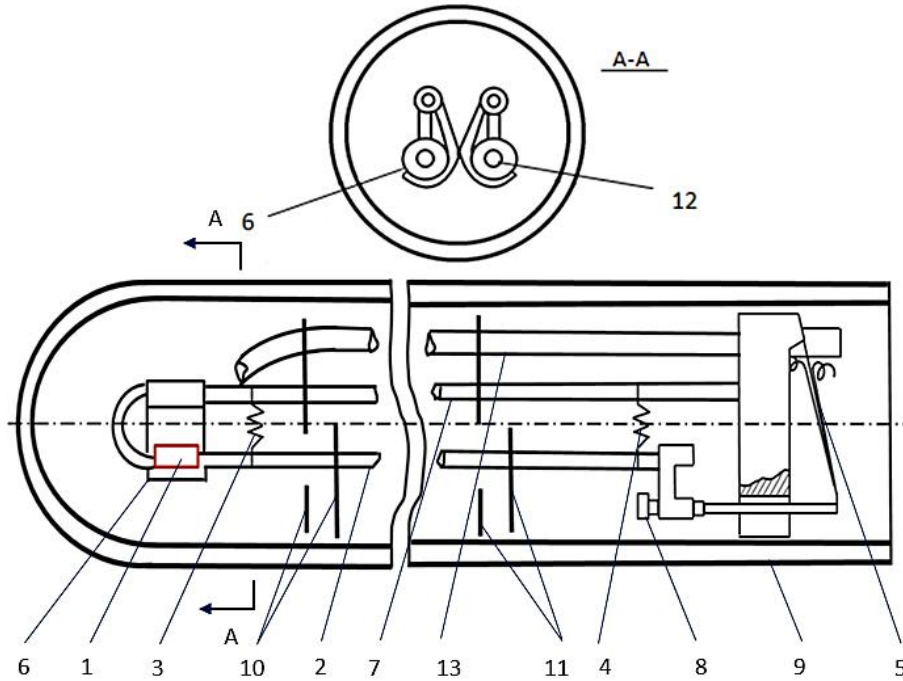
ovuntu kompozisiya materiallarının maye fazalı bişirmə prosesinin texnoloji parametrlərinin öyrənilməsi, həmin üsulun Cu-Al ərintilərinin istehsalında tətbiqinin texniki cəhətdən əsaslandırılması olmuşdur. Göstərilən məqsədə çatmaq üçün Cu-Al sistemli kompozisiyaların maye fazalı bişirmə proseslərinin dilatometrik tədqiqi həyata keçirilmiş və aşağıdakı məsələlər həll edilmişdir: komponentlərin konsentrasiyasından və bişirilmə temperaturundan asılı olaraq Cu-Al sistemli ovuntu kompozisiyaların maye fazalı bişirmə prosesinə xas olan qanunauyğunluqların müəyyən edilməsi; maye fazalı bişirmə zamanı Cu-Al kompozisiyasından hazırlanmış nümunələrin həndəsi ölçülərində baş verən dəyişikliklərin fiziki əsaslarının öyrənilməsi; maye fazalı bişirmə prosesində Cu-Al sistemli ovuntu kompozisiyaların faza tərkibi, struktur və xassələrinin komponentlərin konsentrasiyasından, bişirmə temperaturundan və hissəciklərin ölçülərindən asılı olaraq dəyişməsi xarakterinin təhlili; ekzotermik maye fazalı bişirmə yolu ilə Cu-Al sistemli ovuntu kompozisiyaların əldə edilməsi metodunun işlənməsi və tətbiqi.

Məlumdur ki, ekzotermiki bişirmədə sobanın temperaturu sabit qalsa da prespəstahın həcmi, eləcə də temperaturu dəyişir. Buna səbəb ovuntu qarışığını təşkil edən komponentlərin qarşılıqlı fiziki-kimyəvi təsiri olur. Qeyd olunan şəraitdə, sürətlə cərəyan edən bişirmə proseslərinin təbiətinə aydınlıq gətirmək üçün, müvafiq məlumatların əldə edilməsi vacib əhəmiyyət kəsb edir ki, bizim işimizdə buna dilatometrik metodun metal ovuntularından hazırlanan kompozitlərin tədqiqində dilatometrik metodun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, bu metod təcrübə müddəti ərzində, əvvəldən sonadək, prespəstahın xətti ölçülərinin və onun həcmində baş verən temperatur dəyişmələrinin fasiləsiz qeydiyyatı imkanına malikdir. Dilatometrik qurğuların mövcud olan əksər növləri müxtəlif materialların istidən genişlənməsini ölçməyə və ərintilərdə faza çevrilmələrini öyrənməyə xidmət edir [1,2]. Bu qurğular nümunələrin xətti ölçülərində baş verən dəyişmələrin qeyd olunmasında kifayət qədər yüksək dəqiqliyə malikdir (10^{-6} sm-dək).

Metal ovuntularının bişirmə prosesinin öyrənilməsi üçün nəzərdə tutulmuş dilatometrlər də [3,4] yuxarıda təsvir edilmiş cihazlardan praktiki olaraq az fərqlənirlər. Lakin bu dilatometrlər maye fazalı bişirmənin xüsusiyyətlərilə əlaqəli olan tələblər baxımından vacib olan bir sıra şərtləri ödəmir. Birincisi, maye fazanın iştirakı ilə bişirmə prosesində, sistemin təbiətindən asılı olaraq, prespəstahların xətti ölçülərinin çoxsaylı dəyişmələri, başqa sözlə onların böyüməsi (şişməsi) və yaxud kiçilməsi (yığılması) müşahidə olunur. Bəzi hallarda bu dəyişmələrin impulsu partlayışa bənzər xarakter ala bilər ki, bu da "çevik" qeydedici cihazların tətbiqini tələb edir. Bundan başqa, datçiklərin ötürücü çubuğun kifayət qədər geniş yerdəyişmə intervalında işləyə bilməsi zərurəti yaranır ki, əksər mövcud dilatometrlər bu tələbləri ödəmir. İkincisi, maye fazanın yaranması zamanı, xüsusilə bu böyük miqdarda baş verdikdə, prespəstahlar ilkin möhkəmliyini itirə və dilatometrin ötürücü çubuğunun şaquli vəziyyətində deformasiya oluna bilər.

Dilatometriyanın kontaktsiz optik metodları da

mövcuddür [5]. Ancaq bu halda nümunənin uzunluğunun əhəmiyyətli dəyişmələrində onların dilatasiyasının fasiləsiz yazılışını həyata keçirmək çətinidir. Beləliklə, məlum dilatometrlər maye fazanın mövcudluğu ilə prespəstahların bişirilmə proseslərinin tədqiqi üçün istifadə oluna bilməzlər. Ona görə də, yuxarıda göstərilən çatışmazlıqları aradan qaldıra biləcək yeni cihazın hazırlanması zərurəti yarandı. Məsələn, o az inersiyalı olmalı, ekzotermiki sistemlərin maye fazalı bişirilməsi zamanı, prespəstahların xətti ölçülərində və temperaturunda baş verən dəyişmələrin fasiləsiz qeydiyyatını təmin etməlidir. Bundan başqa, ötürücü çubuqdan prespəstaha verilən yükün miqdarı o qədər az olmalıdır ki, nümunəni əzməsin və eyni zamanda nümunə və çubuq arasında kifayət qədər etibarlı mexaniki kontakt yarasın. Bizim tərəfimizdən yığılmış, bu tələblərə cavab verə biləcək dilatometrin ölçücü hissəsinin sxemi şəkil 1-də verilmişdir.



Şəkil 1. Dilatometrin ölçücü hissəsinin sxemi: 1-tədqiq olunan nümunə; 2-ötürücü çubuq; 3,4-yaylı və şarnirli asılıq; 5-tenzodatçikli elastiki lövhə; 6-nümunə üçün altlıq; 7-dayaq stoku; 8-iyənəybənzər dayağın mikrometrik vinti; 9-kvars boru; 10,11-istilik ekranları; 12-etalon; 13-nümunəni tablandırmaq üçün qazın verilməsi.

İLKİN MATERIALLAR VƏ TƏDQIQATIN METODİKASI

Hissəciklərinin ölçüləri 200-250 mkm olan, ələnmiş və müxtəlif fraksiyalara ələnmiş, ПМС-1 markalı mis və ADC-1 markalı alüminium ovuntusunun qarışığı ikitərəfli presləməklə 10×10 mm ölçüdə silindrik formalı prespəstahlar hazırlanmışdır. Qarışıqlarda alüminiumun miqdarı 10%-dən 90%-dək təşkil etmişdir. Çiy prespəstahları təşkil edən komponentlərin miqdarını dəyişməklə onların kütləsi 10-40% intervalında nizamlanmışdır. Bişirmə prosesi prespəstahın xətti ölçülərinin və temperaturunun zamandan asılı olaraq dəyişməsinə avtomatik və fasiləsiz qaydada qeyd etmə-

yə imkan verən üfüqi tipli vakuum kvars dilatometrində aparılmışdır [6]. Etalon kimi uyğun tərkibli və yaxud təmiz misdən bişirilmiş nümunə istifadə olunmuşdur.

Bərk-maye halda olan prespəstahı (1) ötürücü çubuğun (2) çəkisinin təsirindən azad etmək üçün dilatometrik başlığı üfüqi vəziyyətdə yerləşdirdik. [7, 8]. Digər dilatometrlərdən fərqli olaraq bizim təklif etdiyimiz qurğuda ərimiş kvarsdan hazırlanmış diametri 2,5 mm olan ötürücü çubuq sərbəst şəkildə yaylı və şarnirli asılıqanda (3,4) asılmışdır. Bu cür konstruksiya, çubuğun sürünmə qüvvəsinin və sıxıcı lövhənin nümunəyə təsirinin azaldılması hesabına, onun məruz qaldığı təzyiği minimuma endirməyə imkan verir. Ötürücü çubuğun yerdəyişmə kəmiyyətinin qeydiyyatı

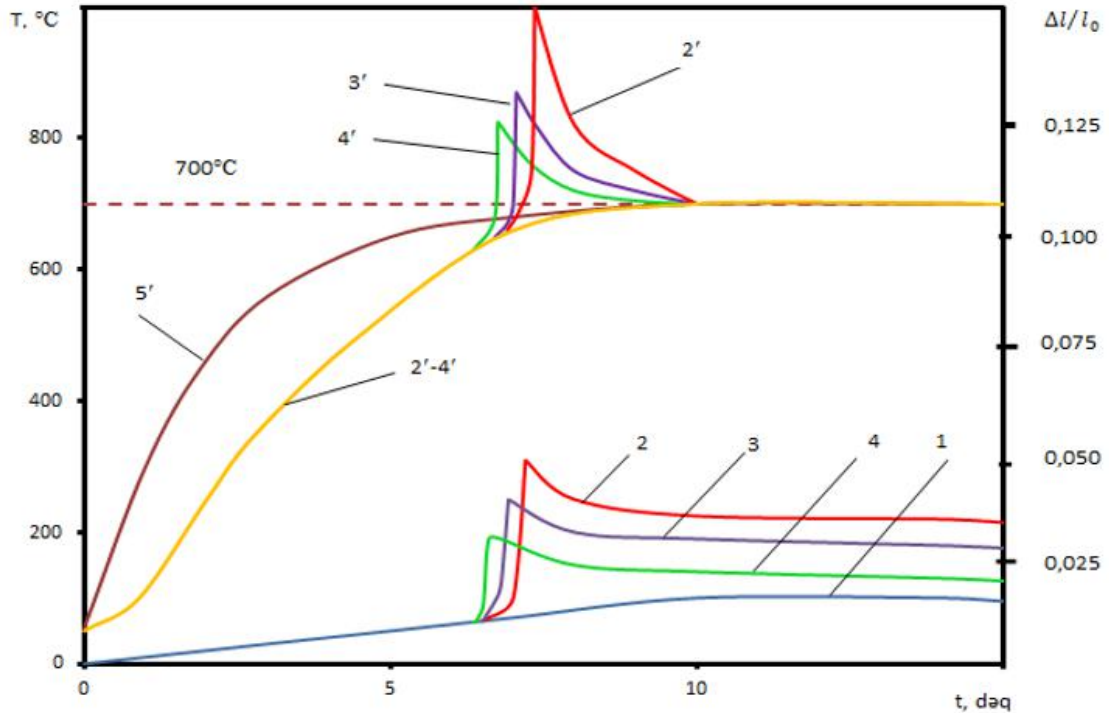
alınması üçün uzunluğu 40 və eni ~10mm olan elastiki polad lövhəcikdən ibarət tenzometrik sistemi (5) istifadə etdik. Polad lövhəciyə hər iki tərəfdən tenzodatçıklar bərkidilmişdir [9]. Tədqiq olunan prespəstah diametri və hündürlüyü 10 mm olan silindrik formalı molibden altlıqda (6) ötürücü çubuqla ucu 180° bucaq altında qatlanmış kvars ştok (7) arasında yerləşdirilmişdir. Ötürücü çubuq iynəvari dayağın uzunluğunu tənzimləyən mikrometrik vint (8) vasitəsilə tenzodatçıklı lövhəyə toxundurulmuşdur. Ötürücü çubuğun arzuolunmaz uzununa yerdəyişməsi nixromdan hazırlanmış yay-asılqan, habelə uzun, incə və çəvik iynəvari dayaqla söndürülür. Mikrometrik vintin köməyiylə nümunəyə təxminən onun çəkisinə bərabər olan yük tətbiq etmək olar. Prespəstahlar öz çəkisinin təsiri altında deformatsiyaya uğramadıqları üçün belə yük nümunənin ölçücü sistemlə etibarlı kontaktını təmin edir, eyni zamanda, bişirmənin gedişində prespəstahı əzmir. Temperaturun sürətlə dəyişməsi zamanı ötürücü çubuqla dayaqla ştokun en kəsiyi hesabına və kvars borunun öz oxu boyunca simmetrik yerdəyişməsi syəsində dilatometrin “sərbəst gedişi” minimuma çatdırılmışdır. Borucuğun oxu boyunca temperatur qradientinin azaldılması məqsədilə ona molibden ekranlar (10,11) sistemi quraşdırılmışdır. Tədqiq olunan nümunənin istidən genişlənməsinin hesablanması ikinci dilatometrik kanal xidmət edir. O əvvəldən bişirilmiş etalon nümunənin (12) uzunluğunu ölçür. Hər iki kanal borunun oxuna nisbətən simmetrik

yerləşdirilib. Dilatometrin konstruksiyası kvars borucuqdan (13) verilən təsirsiz qazın köməyiylə prespəstahın temperaturunun sürətlə artması imkanını nəzərə alır, bu bişirməni istənilən mərhələdə saxlamaqla nümunələrin strukturunu və onların vəziyyətini tədqiq etməyə imkan verir.

EKSPERİMENTAL NƏTİCƏLƏRİN TƏHLİLİ

Məsaməliliyin təsiri. Bizim tərəfimizdən 500°C-də Cu+20at% Al tərkibli qarışıqdan müxtəlif dərəcədə məsaməliliyə malik olan prespəstahların bişirilməsi prosesinin dilatoqramları alınmışdır (şəkil 2). Bişirmədə alüminiumun əriməsindən dərhal sonra prespəstahda müşahidə olunan intensiv böyümə ilə temperaturun sürətlə artması üst-üstə düşür. Bu onunla izah olunur ki, mis hissəciklərinin səthinə alüminium atomlarının üstünlük təşkil edən diffuziyası yolu ilə intermetallidlərin formalaşması istiliyin ayrılmasını çağırır və Kirkendall effekti ucbatından hissəciklərin həcmnin böyüməsinə gətirir.

Bu halda eyni həcmli daha boş prespəstahlar kiçik kütlələri sayəsində, qızmada bir qədər az temperatur zirvəsi verir. Lakin yüksəkməsaməli prespəstahlar daha sıxlara nisbətən bir qədər əvvəl böyüməyə başlayır. Güman ki, məsaməliliyin artması maye alüminiumun prespəstahın həcmi boyu axması üçün şəraitin yaxşılaşmasına gətirir.



Şəkil 2. İkin məsaməlilikdən η_0 asılı olaraq Cu+20at% Al tərkibli prespəstahların ölçülərinin $\Delta l/l_0$ (2-4) və temperaturunun (2'-4') dəyişməsi: 2;2'-20%; 3;3'-30%; 4;4'-40 at % Al; 1-etalonun uzunluğunun dəyişməsi; 5'- dilatometrin borucuğunda temperatur.

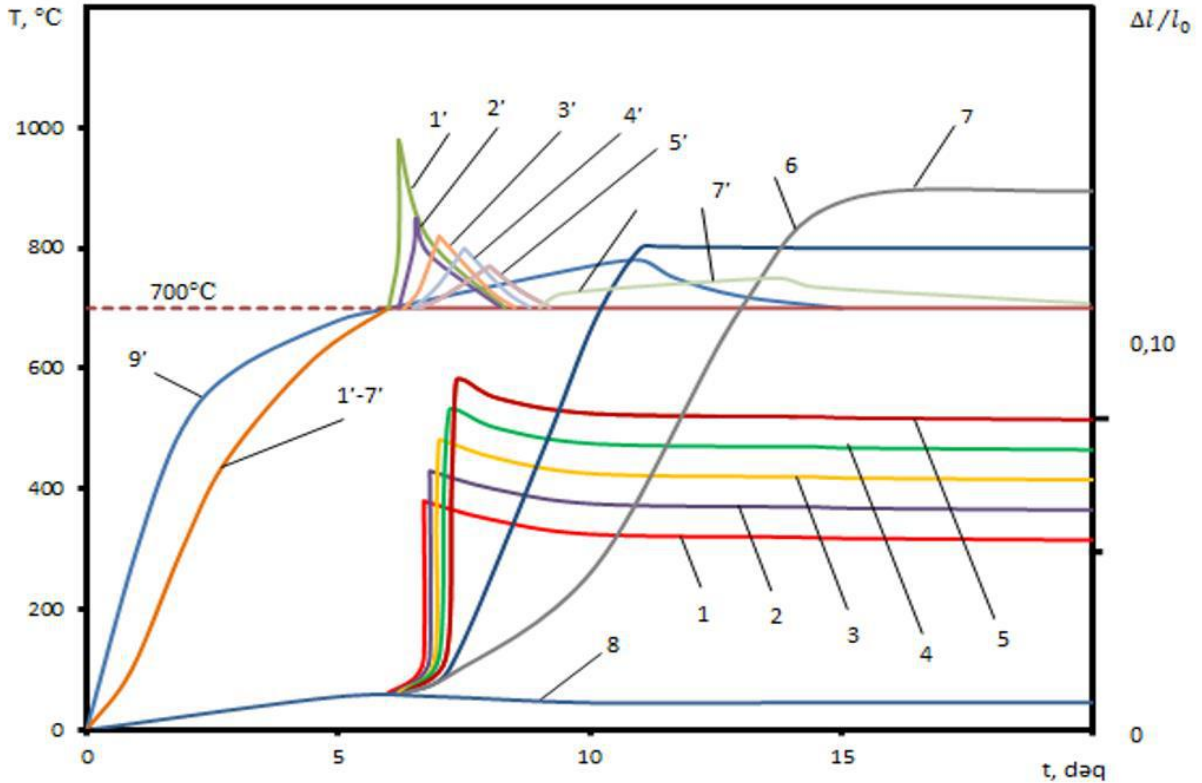
Həcmnin əsas böyüməsi yalnız prespəstahların sərbəst şəkildə qızması prosesində baş verir. Onların temperaturunun sobanın temperaturunadək düşməsi, soyutmada kristal qəfəsinin başlıca olaraq sıxılması ilə şərtlənən həcmnin bir qədər azalması ilə müşayiət olunur.

Başlanğıc məsaməlilik η_0 nə qədər yuxarıdırsa mis və alüminiumun qarşılıqlı təsiri ilə əlaqəli nümunələrin nisbi böyüməsi $\Delta l/l_0$ bir o qədər azdır. Məsaməliliyin η_0 prespəstahların nisbi böyüməsinə təsirinin analogi qa-

nunauyğunluğu onların tərkibində 30at% Al olduqda da müşahidə olunur.

Misin hissəciklərinin ölçüsünün təsiri. 700°C-də, alüminiumun eyni miqdarında, hissəciklərinin ölçü-

çüləri müxtəlif olan mis əsaslı qarışıqlardan prespəstahlardan bişirilməsinin dilatometrik əyriyələri (şəkil 3) göstərir ki, maye ərinti ilə reaksiya praktiki olaraq eyni vaxtda başlayır, çünki prespəstahlardan qızma müddəti və alüminiumun əriməsi eynidir.



Şəkil 3. Misin hissəciklərinin ölçüsündən asılı olaraq $\eta_0=20\%$ məsaməlilikli Cu+20%Al olan prespəstahlardan ölçülərinin $\Delta l/l_0$ (1-7) və temperaturunun (1'-7') dəyişməsi: 1,1'-45; 2,2'-45-63; 3,3'-80-107; 4,4'-160-200; 5,5'-200-250; 6,6'-250-500; 7,7'-500-650mkm; 8-etalonun uzunluğunun dəyişməsi; 9'-dilatometr borucuğunda temperatur.

Bu halda reaksiyanın sürəti və onun nəticəsi kimi prespəstahlardan böyümə sürəti mis hissəciklərinin ölçüsündən asılıdır – onlar nə qədər xırda dırsa, prosesin sürəti bir o qədər yüksək olur. Lakin alüminiumun eyni miqdarında, misin səthində böyüyən intermetallid qatın partlaması hesabına, yekunda iri hissəciklər xırda lara nisbətən daha böyük ölçüdə artırlar [10]. Bu müxtəlif dispersiyalı mis ovuntularından bişirilən prespəstahlardan böyümə kəmiyyətinə təsir edir.

Misin bu hissələrində intermetallid qatın mikrobərkliyi ölçülməsi göstərir ki, o tərkibinə görə eynicinslidir və bərkliyi 4,26 GPa-dır. Maye alüminiumla qarşılıqlı təsirdən yaranan $CuAl_3$ intermetallidi də təxminən həmin bərkliyə (4,90 GPa) malik olur [11].

NƏTİCƏ

1. Ovuntu kompozisiyalarının bişirilməsində təbiiq edilmiş yeni dilatometr maye fazalı bişirmənin spesifik xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla bişirmə prosesində cismin həm böyüməsini, həm də yığışmasını eyni vaxtda öyrənməyə imkan verir. Bununla bərabər dilatometr yeni konstruksiyası 10^{-5} m civarında maksimal dəqiqliklə ± 2 mm hədlərdə prespəstahlardan xətti ölçülərinin mütləq dəyişməsini qeydə ala bilər.

2. Maye fazalı bişirmədə tərkibində eyni miqdar da alüminium olan prespəstahlardan böyüməsi onların

ilkın məsaməliliyinin azalması ilə yüksəlir. Eyni ilkin məsaməlilikdə böyümə alüminiumun miqdarının artması ilə (70 at%-dək) yüksəlir. Məsaməliliyin və alüminiumun konsentrasiyasının eyni olduğu halda mis ovuntusunun hissəciklərinin orta ölçüsünün artması ilə prespəstahlardan böyüməsi yüksəlir. Hissəciklərin yənidən qruplaşması nəticəsində prespəstahlardan yığışmasını çağırən və cismin böyüməsini qabaqlayan dağılma, yalnız alüminiumun 75at% və daha çox miqdarında mümkündür.

3. 80 at% Al konsentrasiyasında yığışma ilə müşayiət olunan bişirmənin gedişində bir müddət yığışma prosesi fasilə verir və prespəstahlardan böyüməsi müşahidə olunur. Prespəstahlardan böyüməsində istiliyin ayrılması ona dəlalət edir ki, alüminium atomlarının maye fazadan bərk fazaya üstünlük təşkil edən diffuziyasının meydana çıxması termodinamiki cəhətdən misin maye ərintidə həll olmasına nisbətən daha əhəmiyyətli rola malikdir.

4. İntermetallidin formalaşması anında maye alüminiumda aparılan mikroanalizin məsaməliliyə dair məlumatlarına görə burada misin olmaması həm də ona dəlalət edir ki, maye fazalı bişirmədə intermetallidin yaranması alüminiumun maye fazadan bərkə doğru üstünlük təşkil edən diffuziyası yolu ilə baş verir.

5. Maye fazanın iştirakı ilə bişirmədə Al-Cu ovuntu kompozisiyaları birinci mərhələdə böyümə deformatsiyasına, ikinci mərhələdə isə yığışmaya məruz qalır.

Əgər bişirmə temperaturunda bərk qarışıqda misin konsentrasiyası onun həll olma həddini üstələmirsə, ovuntu cismləri yalnız böyüyürlər, maye fazanın bütün bişirmə dövrü boyunca mövcud olduğu şəraitlərdə isə böyümə yığışma ilə əvəz olunur.

6. Maye fazalı bişirmədə ovuntu cisimlərinin böyüməsi alüminium hissəciklərindən bərk fazanın yaranması zamanı mis atomlarının maye ərintidən alüminiuma diffuziya etməsi ilə, eləcə də dənələrin sərhədləri üzrə maye fazanın yaranması ilə əlaqədardır.

7. Yığışma mərhələsində ovuntu cisimlərinin deformatsiyası, bərk faza hissəciklərinin maye fazada həll olması və onların yenidən qruplaşması ilə çağırılır.

8. Alınmış eksperimental nəticələr və müəyyən edilmiş qanunauyğunluqlar, mis və alüminium əsaslı ovuntu materiallarının maye fazalı bişirilməsi prosesinin fiziki mahiyyətini daha dərinlən öyrənməyə imkan verir. İşin yerinə yetirilməsindən əldə olunan nəticələr yeni ovuntu materiallarının istehsalı sahəsində mövcud olan texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi üçün təklif olunan praktik metodların əlavə olaraq nəzəri və eksperimental cəhətdən əsaslandırılmasına xidmət edir. Cu-Al sistemi əsasında yaradılmış ovuntu kompozisiya materialının təqdim olunan hazırlanma üsulu mövcud istehsal texnologiyasını sadələşdirilməsi və enerji istehlakını azaldılması baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

- [1] *A.M. Лантев.* Закономерность осадки пористой полосы при наличии контактного трения. В кн.: Обработка металлов давлением. Ростов-на Дону, 2001, с.76-81.
- [2] *В.З. Мидуков.* Исследования закономерностей пластического деформирования материалов с необратимой сжимаемостью: Автореферат диссертации канд. техн. наук. Томск, 1995, 20 с.
- [3] *О.В. Роман.* Применение уравнений теории пластичности пористого тела для определения напряжений в стационарных процессах обработки давлением порошковых материалов. *О. В. Роман, Е. А. Дорошкевич, и др.* Порошковая металлургия, 1995, №5/6, с. 15-21.
- [4] *В.А. Горовой.* Теория упруго – пластического деформирования пористых металлов. Прикладная механика, 2011, 17, № 1, с.38-43
- [5] *Р.Дж. Грин.* Теория пластичности пористых тел. Механика, 1973, № 5, с. 112-122.
- [6] *Г.Н. Романов, П.П. Тарасов, П.К. Дьячковский, А.П. Савицкий, Л.С. Марцунова.* Дилатометрические исследования жидкофазного спекания системы Al-Ti. Известия Томского политехнического университета, 2006. Т. 309. № 1, с. 114.
- [7] *Г.С. Писаренко, В.Г. Троценко, А.Я. Красовский.* Исследование механических свойств пористого железа при растяжении и кручении. Порошковая металлургия, 1995, № 5/6, с. 42-48.
- [8] *В.В. Скороход, И.Ф. Мартынова.* Особенности необратимой деформации спеченного пористого тела из упрочняющегося пластичного металла (Сообщение 1). Порошковая металлургия, 1987, № 4, с. 70-74.
- [9] *В.З. Мидуков, В.Д. Рудь, А.А. Кондратюк.* Влияние технологии изготовления пористых спеченных материалов на их механические характеристики. В кн.: Технология машиностроения и проблемы прочности. Томск: издательство Томского Политехнического Института, 1988, с. 11-14.
- [10] *В.Д. Рудь.* Устройство для испытания спеченных материалов в условиях гидростатического давления. Завод. лаборатория, 2018, 44, № 12, с. 1529.
- [11] *H.A. Kuhn, C.L. Downey.* Deformation characteristics and plasticity theory of sintered powder materials. Int. J. Powder Met., 2001. 7, N 1, p. 15-25

E.K.Yaqubov

SOME PHYSICAL PARAMETRES OF THE PROCESS OF LIQUID-PHASE SINTERING OF COMPOSITIONS BASED ON THE Cu-Al POWDER SYSTEM

With the help of dilatometric and structural studies, it was determined that Cu-Al-based grinding composite materials have the ability to heat in exothermic liquid phase in certain component ratios and temperature ranges, while maintaining the original shape of the pressed briquettes. By analyzing the changes in the test samples, the processes occurring in the heating of Cu-Al systemic preservatives in the presence of the liquid phase were clarified. The characteristics of the volume change observed in samples prepared from Cu-Al-based grinding compositions during liquid phase heating were analyzed. Regularities of exothermic liquid phase heating of Cu-Al alloys with high copper content were revealed and on this basis the technological basis for obtaining appropriate structural alloys was developed.