

UOT 620.22

ÇOXKOMPONENTLİ SİSTEMLƏR ÜÇÜN MEXANİKİ LEGİRLƏMƏ REJİMLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ VƏ BƏRABƏR PAYLANMANIN ÖLÇÜLMƏSİ

YUSUBOV FİKRƏT FƏXRƏDDİN oğlu

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, k.e.i., dissertant

fikratyusub@gmail.com

Açar sözlər: xırdalanma, qatışdırma, mexaniki legirləmə, ovuntu metallurjiyası, kompakt nümunələr, bircins qatışıqlar

Məlumdur ki, ovuntu metallurjiya texnikasında keyfiyyətli materialların alınmasında əsas açar vasitələrdən biri ovuntularda bircinsliyin təmin edilməsindən ibarətdir [1]. Mexaniki legirləmə geniş spektrdə çoxfazlı ərintilərin və ya kompozisiyaların alınmasında qəbul olunmuş bir texnologiyadır. Bu metod istər bir-birinə qarışa bilən, istərsə də bir-birinə qarışmayan metal-metal, metal-qeyri-metal və digər kombinasiyaların alınmasına imkan verir. Səmərəliliyinə, sadə emal xüsusiyyətlərinə və iqtisadi əlverişliliyinə [2] görə tədqiqatlarımızda ovuntu metallurjiya metodlarına üstünlük verilmişdir.

Araşdırmamızda yeni nanokompozisiya materialların hazırlanması məqsədilə optimal mexaniki legirləmə parametrlərini müəyyənləşdirmək üçün Al_2O_3 , SiO_2 , fenol-formaldehid, barit, vollastonit və epoksiddən (polimerzasiya edilmiş) istifadə edilmişdir. Tədqiqat obyektinə daxil olan nümunələrdən bircins qarışıqların alınması üçün eksperimentlər iki mərhələ üzrə həyata keçirilmişdir:

1. İlk mərhələdə müxtəlif ölçüyə malik hissəciklər birlikdə laboratoriya dəyirmanında əzilərək xırdalanmış və bütün komponentlər üçün maksimum həddədək hissəciklərin eyni səviyyəli ölçülərdə olması şərti təmin edilmişdir.

2. Növbəti mərhələdə qatışma effektivliyini artırmaq üçün xırdalanmış ovuntu məhsulları müxtəlif rejimlər daxilində mexaniki qatışdırılmışdır.

Eksperimentlərə başlamazdan əvvəl mümkün oksidləşmənin qarşısını almaq üçün materiallar $70^{\circ}C$ temperaturda “СНОЛ” markalı sobada 20 dəq. müddətində quruldulmuşdur. Daha sonra həm ovuntuların xırdalanması, həm də ovuntuların ölçülərinin maksimum səviyyədə eyni ölçü və formaya gətirilməsini təmin etmək üçün vibrasiya prinsipi ilə işləyən MJI-1 markalı laboratoriya dəyirmanında xırdalanmaya məruz qoyulmuşdur. Xırdalanma silindir formalı paslanmayan metal materialdan hazırlanmış qabın içərisində diametri 6 və 12mm olan polad kürələrlə həyata keçirilmişdir. Kürələrin ovuntularla olan kütləsi 10:1 nisbətində götürülmüşdür. Xırdalanma prosesi müxtəlif mərhələlərlə yerinə yetirilmişdir. Müddətindən asılı olmaqla aparılmış xırdalanma prosesinin nəticələri cədvəl 1-də qeyd olunmuşdur.

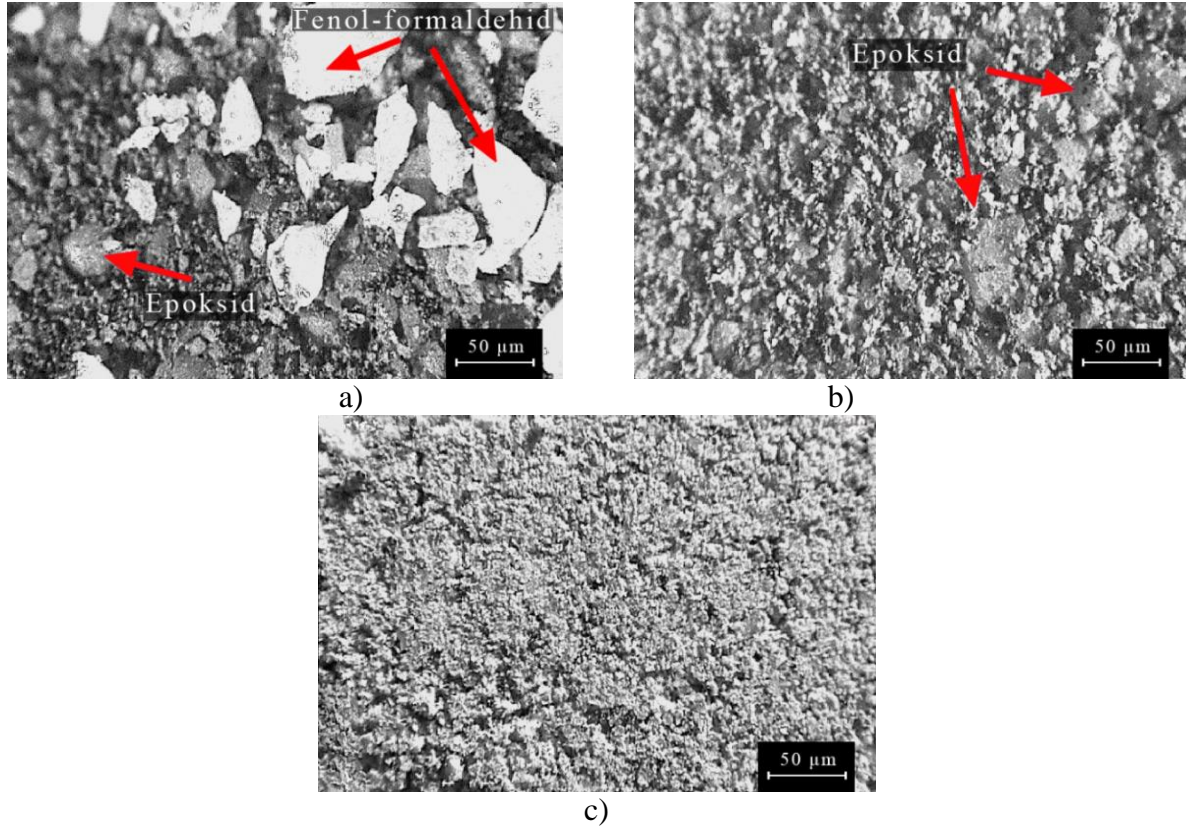
Cədvəl.

Müxtəlif parametrlərdə ovuntuların xırdalanması

Kürəciklərin diametri (mm)	Hissəciklərin ölçüsü (~mkm)	
	2 saat	6 saat
6 (10 ədəd)	10	15
12 (5 ədəd)	35	50

Müxtəlif forma və ölçülü tərkib komponentləri əvvəlcə birlikdə dəyirman qoyularaq xırdalanmaya məruz qoyulduqdan sonra analiz edilmişdir. Analizlərin təhlili göstərmişdir ki,

müxtəlif forma və ölçülü hissəciklər birlikdə xırdalandıqda hissəciklərin xırdalanma səviyyəsi qeyri-bərabər ölçü alır. Seçilmiş materiallar arasında fenol-formaldehid, Al_2O_3 , epoksid və SiO_2 daha iri hissəciklərə malik olduğundan birlikdə xırdalanma istənilən nəticəsini verməmişdir. Bu səbəbdən iri hissəcikli materiallar əvvəlcə ayrı-ayrı ayrılıqda müvafiq ölçülü kürəciklərlə xırdalandıqdan və digər tərkib komponentləri ilə təqribən eyni xırdalanma səviyyəsinə çatdıqdan sonra yenidən birlikdə xırdalanmışlar. Şək. 2.-də Amscope optik mikroskopunda nümunələrin xırdalanmadan əvvəl və sonra alınmış təsvirləri verilmişdir. Müqayisə üçün birlikdə və tək-tək xırdalanıb yenidən xırdalanma parametrlərinin eyni olması şərti gözlənilmişdir.



Şəkil 2. Nümunələrin dəyirmanında xırdalanmadan öncə: a), 1-ci xırdalanmadan sonra; b) və 2-ci xırdalanmadan sonra; c) optik mikroskopda çəkilmiş təsvirləri

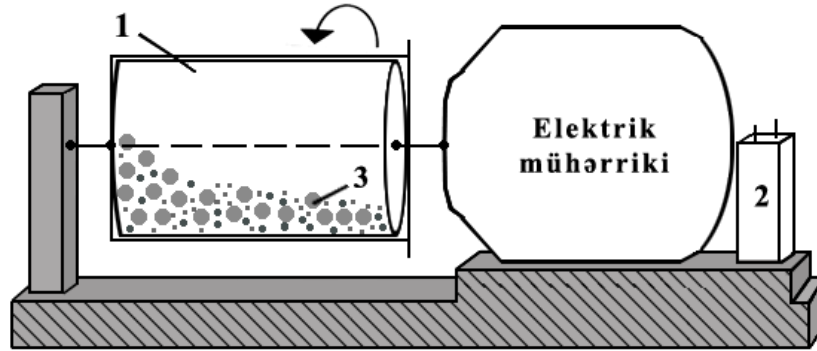
Eyni zamanda apardığımız eksperimentlər göstərmişdir ki, kiçik diametrlə polad kürələr kiçik hissəcikləri xırdalamaq üçün daha effektiv olduğu halda, böyük diametrlə kürələr iriölçülü hissəcikləri xırdalamaqda daha münasibdir.

Proses davam etdiyi müddətdə soyuq işləmə nəticəsində hissəciklərin möhkəmliyinin artmağa başlaması onların qırılma olmadan deformasiyaya qarşı müqavimət qabiliyyətini azaldır. Müəyyən müddətdən sonra iri hissəciklərlə birləşmə və deformasiyaya qarşı müqavimət tendensiyası balanslaşdıqdan sonra qısa vaxt həddində hissəciklərin ölçüsü sabit qalır.

Lakin eksperimentlər zamanı polad kürələrin səthində aşınma halları müşahidə edilmişdir. Aşınmanın mexaniki və ya kimyəvi təsirdən baş verdiyini müəyyənləşdirmək üçün, həm də dispers agent olaraq sınaqlara başlamazdan əvvəl qab və kürələr etanolla yağlanmışdır. Bu tədbir aşınmanın məhz tərkib elementlərinin kimyəvi təsiri ilə baş verdiyini aşkara çıxarmışdır. Etanolsuz quru şəraitdə və müxtəlif elementlərlə aparılmış xırdalanma əməliyyatları mexaniki təsirlərin cüzi olduğunu göstərmiş, kimyəvi aşınmanın isə tərkibdə olan kükürdün təsiri ilə baş verdiyi mülahizəsini irəli yürütməyə əsas vermişdir.

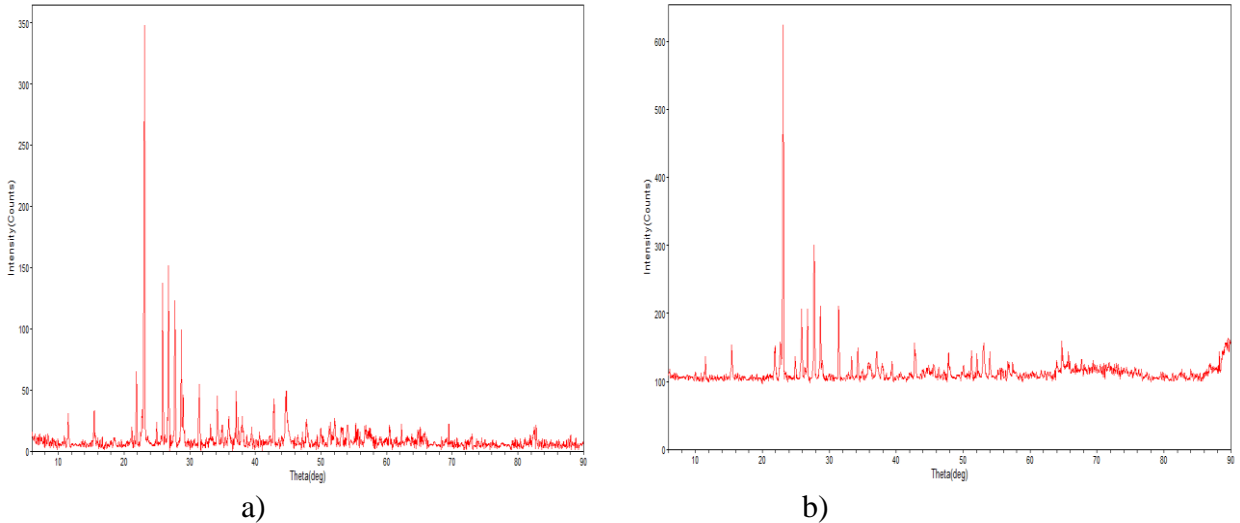
Laboratoriya dəyirmanında vibrasiya təsiri nəticəsində xaotik hərəkətdə olan polad kürəciklər ovuntuları əzərək xırdalamaqla yanaşı, elementlərinin bir-birinə qarışmasına da şərait yaradır. Lakin

optik mikroskopla apardığımız müşahidələr bu qatışmanın qənaətbəxş olmadığını göstərmişdir. Bu səbəbdən nümunələrin yenidən qatışdırılmasına ehtiyac duyulmuşdur.



Şəkil 3. Nümunələrin qatışdırılmasında istifadə edilən qurğunun sxemi
1) baraban, 2) kondensator, 3) ovuntular

Nümunələrin qatışdırılmasında şəkl.3-də təsvir edilən qurğudan istifadə edilmişdir. Ölçüləri $d=50$ mm, $l=90$ mm olan silindr formalı baraban gücü 2700 dövr/dəq olan elektrik mühərikinə tərənəm oxla əlaqələndirilərək fırlanma hərəkəti alınmışdır. Baraban materialı olaraq asan təmizlənməsinə və kimyəvi təsirlərə qarşı təhlükəsiz olması səbəbilə silindrik plastik qab seçilmişdir. Dövrələrin sayını tənzimləmək üçün laboratoriya transformatorundan istifadə edilmişdir.



Şəkil 4. a) 20 və b) 60 dövr/dəq rejimlərlə (8 saat) mexaniki qatışdırılmış komponentlərin difraktoqramları

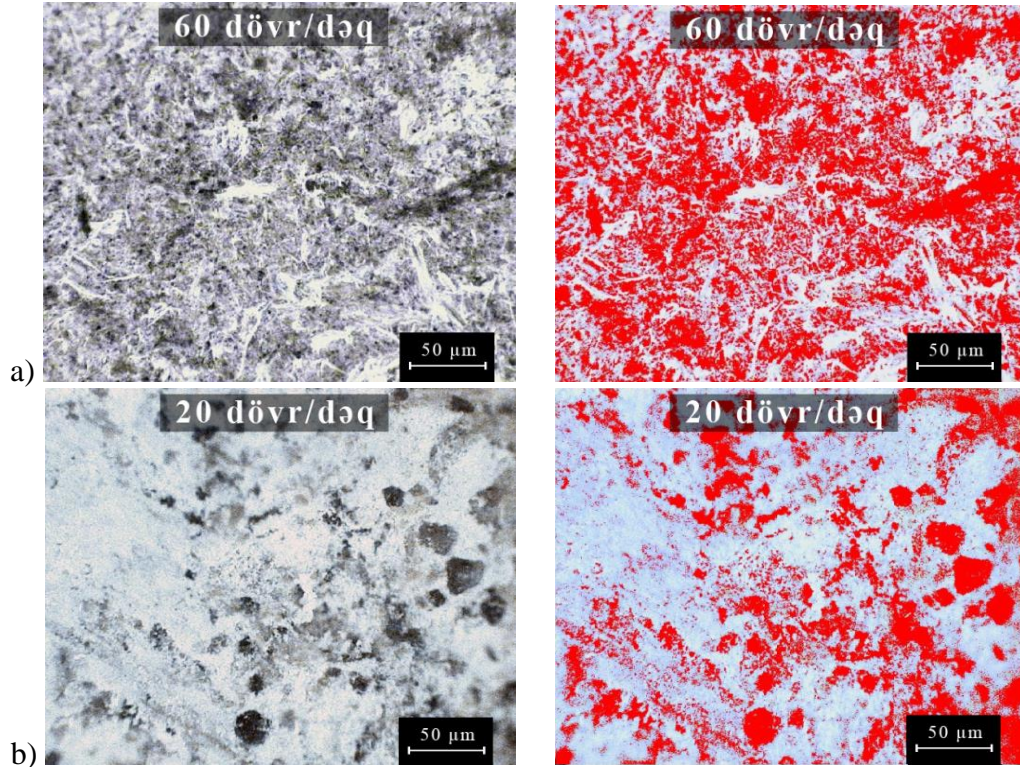
Sürət amilinin qatışma effektivliyinə təsirini müəyyən etmək üçün qatışıqlar 20,60 və 240 dövr/dəq sürətlərdə iki mərhələ ilə (4 və 8 saat) qatışdırılmış və analiz edilmişdir. Əməliyyatların ayrı-ayrı sürətlərdə aparılması qatışdırma intensivliyindən asılı olaraq, faza formalaşmasının müxtəlif xarakterini müəyyən etməyə kömək etmişdir.

Tərkib elementlərinin bərabər paylanmasının qiymətləndirilməsi kompakt materialların (mexaniki legirlənmiş ovuntuların soyuq halda təzyiq altında preslənməsindən alınmış nümunələr) səthinin optik mikroskop vasitəsilə müşahidə edilərək seqmentlərə ayrılması yolu ilə aparılmışdır.

Müxtəlif sürətlərdə 4 və 8 saat ərzində aparılan qatışdırma əməliyyatlarından ən səmərəli nəticələr 8 saat müddətində baş tutan əməliyyatlarda olmuşdur ki, müqayisə üçün məhz bu sınaqların nəticələri müzakirə edilmişdir.

Diffraktometr (TD-3500) vasitəsilə ovuntularda fazaların çəkilməsi mexaniki legirləmə parametrlərində kəskin fərqlər müəyyən etməsə də, şəkl.4-dəki difraktoqramlar 60 dövr/dəq sürətlə

8 saat müddətində yerinə yetirilmiş qatışdırılmada kiçik faza fərqləri olduğunu göstərmişdir ki, bu qatışdırma zamanı hissəciklər arasında sürtünmə nəticəsində istilik təsirlərindən yaranan kimyəvi reaksiya ilə izah edilə bilər. Şək 4. a və b-də verilmiş diffraktoqramlardakı yüksək piklər Al, O və Ba elementlərinə aiddir.



Şəkil 5. 8 saat müddətində 20 və 60 dövr/dəq rejimlərində mexaniki qatışdırılmış kompakt nümunələrin səth təsvirləri

Nümunələrin tədqiqi SEM-də mapping (element tərkibinə görə xəritələmə) kimi əlavə tədbirlər tələb etdiyindən Amscope metalloqrafik mikroskopundan istifadə edilmişdir. Alınmış təsvirlər Motic Images Plus 2.0 proqramının köməyi ilə redaktə olunaraq seqmentlərə ayrılmış və beləliklə də, kompakt nümunələrdə komponentlərin paylanmasının vizual olaraq daha aydın görmək mümkün olmuşdur. Şək 5-də verilmiş təsvirlərdən görüldüyü kimi, 60dövr/dəq sürətiylə qatışdırılan nümunədə bircinslik daha yaxşı təmin edilmişdir. Bircinsliyin ən aşağı faizi isə 240dövr/dəq sürət rejimində aparılan qatışdırımda olmuşdur. Nümunələr sintez olunmadığı üçün təsvirlərdə, xüsusilə də şək 5.b-də 20 dövr/dəq qatışdırılmış materiallardan alınmış kompakt materialın səthində müxtəlif ölçülü məsamələr görmək mümkündür. Seqmentlərə ayırarkən digər rəng tonları fərqi bircinsliyi aşkar etməkdə kifayət etdiyindən məsamələr xüsusi olaraq fərqləndirilməmişdir.

Yuxarıda qeyd olunan metodlar vasitəsilə aparılmış eksperimentlərin müzakirəsi hər iki üsul vasitəsilə alınmış nəticələrin bir-birinə yaxın olduğunu göstərdi ki, bu həmin materiallardan nanokompozisiya materiallarının alınmasına kömək edəcəkdir.

Nəticə. Al_2O_3 , SiO_2 , fenol-formaldehid, barit, vollastonit və epoksiddən ibarət komponentlərin laboratoriya dəyirmanında xırdalanması iri ölçülü hissəciklərin iri diametrlili kürəciklərlə, kiçik ölçülü hissəciklərin isə kiçik diametrlili kürəciklərlə xırdalanmasının daha səmərəli olduğunu göstərdi. Bundan əlavə, məlum olmuşdur ki, müxtəlif ölçülü hissəciklərin birlikdə xırdalanmaya məruz qoyulması effektiv deyildir. Mexaniki qatışdırma rejimləri içərisində isə 60 dövr/dəq (8 saat) daha yaxşı nəticələr vermişdir.

ƏDƏBİYYAT:

1. Sherif El-Eskandarany M. Mechanical Alloying: Nanotechnology, Materials Science and Powder Metallurgy (2nd edition), Elsevier, 2015, p.348
2. Thakur Prasad Yadav, Ram Manohar Yadav, Dinesh Pratap Singh. Mechanical Milling: a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites, Nanoscience and Nanotechnology, Scientific & Academic Publishing, Vol.2 (3), 2012, pp. 22-48

РЕЗЮМЕ

ВЫБОР РЕЖИМОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ДЛЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМ И ИЗМЕРЕНИЕ ИХ РАВНОМЕРНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Юсубов Ф.Ф.

Ключевые слова: *измельчение, смешивание, механическое легирование, порошковая металлургия, компактные образцы, однородность*

Данное исследование было посвящено получению смесей путем пропорционального смешивания компонентов на основе Al_2O_3 , SiO_2 , фенолформальдегида, барита, волластонита и эпоксиды. Для этого образцы подвергали измельчению и механическому смешиванию, а потом режимы механического легирования сопоставлялись. Наряду с анализом порошковых продуктов с помощью дифрактометра, был использован метод визуального исследования компактных образцов оптическим микроскопом для оценки однородности.

SUMMARY

SELECTION OF MECHANICAL ALLOYING REGIMES FOR MULTICOMPONENT SYSTEMS AND MEASUREMENT OF UNIFORM DISTRIBUTION

Yusubov F.F.

Key words: *grinding, mixing, mechanical alloying, powder metallurgy, green compacts, homogeneity*

This study was dedicated to the obtaining of mixtures by proportional mixing of components based on Al_2O_3 , SiO_2 , phenol formaldehyde, barite, wollastonite and epoxide. For this purpose, the samples were subjected to grinding and mechanical mixing, and then the parameters of mechanical alloying were compared. Along with the analysis of the powder products using a diffractometer, with the aim to determine uniform distribution, method for visual examination of green compact samples using an optical microscope has also been used.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	15.07.2020
	Son variant	10.09.2020