

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNIVERSİTETİ

Əlyazma hüququnda

ZƏNURƏ ƏSGƏR qızı NAMAZOVA

**PAUZALI İLİQ PRESLƏMƏ İLƏ ALINAN OVUNTU
MATERİALLARININ STRUKTUR VƏ XASSƏLƏRİNİN
QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ**

3315.01 – Metallurgiya texnologiyası

Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi
dərəcəsi almaq üçün təqdim olunmuş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ – 2018

İş Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və metalşünaslıq” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru,
professor **S.N. Namazov**

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru,
professor **R.C. Bəşirov**

texnika elmləri namizədi,
dosent **T.İ. Aslanov**

Aparıcı təşkilat: Azərbaycan Dövlət Dəniz
Akademiyası “Gəmiqayırma və gəmi
təmiri” kafedrası

Müdafiə 14 dekabr 2018-ci il tarixində, saat 14⁰⁰-da Azərbaycan Texniki Universitetində fəaliyyət göstərən D.02.171 dissertasiya şurasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Bakı, H. Cavid prospekti 25, Azərbaycan Texniki Universiteti

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat 12 noyabr 2018-ci ildə göndərilmişdir.

**D.02. 171 dissertasiya şurasının
elmi katibi, t.e.d., professor**

N.M. Rəsulov

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Son illər dünya ölkələrinin sənayesində metal ovuntularına və onlardan alınan məmulatlara tələbatın əhəmiyyətli dərəcədə artması müşahidə olunur. Ovuntu metallurqiyası üsulları ilə istehsal olunan müxtəlif formalı və ölçülü məmulatların sırası genişlənir və onlara qoyulan tələbatlar artırılır. Ona görə də istehsal olunan məmulatlara əsas tələbat kimi onların yüksək sıxlığı və möhkəmliyi məsələsi qoyulur. Metal ovuntularının preslənməsində adətən otaq temperaturu istifadə olunur. Eyni zamanda qızmar presləmə və ilıq presləmə (qızmar və soyuq presləmə arasındakı temperaturlarda presləmə) üsulları da tətbiq olunur. Soyuq və ilıq presləmə, yəni hər iki üsul ovuntuya daxil edilən sürtkünün mövcudluğunu tələb edir.

Otaq temperaturundan yuxarı temperaturlarda presləmə əlbəttə müəyyən üstünlüklərə malikdir, soyuq presləmənin istifadəsində olduğuna nisbətən bu halda çiy prespəstahlar daha yüksək sıxlığa və möhkəmliyə malik olurlar. Əksər məlum sürtkü materialları ilıq presləmə üçün istifadə oluna bilməz, çünki hər bir sürtkü yalnız kiçik temperatur intervalında tətbiq oluna bilər. Effektiv sürtkü presləyici alətin əhəmiyyətli dərəcədə yeyilməsinə gətirir. Alətin yeyilməsinə bir sıra amillər, o cümlədən ləvazimatın materialının bərkliyi, presləmədə tətbiq olunan təzyiqlik, prespəstahı çıxararkən onunla matrisanın divarları arasında yaranan sürtünmə təsir edir. Sonuncu amil tətbiq edilən sürtküdən güclü asılıdır. Prespəstahı çıxarma qüvvəsi o qüvvədir ki, o qüvvə ilə pəstah matrisadan tam xaric olunur. Bu qüvvə nəinki alətin yeyilməsinə, həm də prespəstahın zədələnməsinə gətirə bilər. Ona görə də presləmədə bu qüvvənin azaldılması vacib sayılır. Sürtkü materialını düzgün istifadə etdikdə, o presləmədə yağlayıcılıq effektini təmin edərək, ovuntu kompozisiyasından prespəstah və alət arasındakı araboşluğuna sızıq dırılıb çıxarılmalıdır.

Lakin texnoloji sürtkü nə qədər plastik vəziyyətdə olsa da, onun ovuntu zərrəciklərinin arasından tam sızıq dırılıb çıxarılması mümkün deyil, zərrəciklər arasında və daxilində qalan sürtkü qalıqları presləmənin sonuncu mərhələsində həm sıxlaşmaya mane olur, həm də havanın presləmə zonasından, o cümlədən prespəstahdan xaric olunmasında çətinliklər yaradır. Ona görə də sürtkü materialı şixtənin daxilinə yox, matrisanın divarlarına verilsə, daha məqsədəuyğundur, lakin texniki cəhətdən bunun həyata keçirilməsi prosesi istehsalatda hələ ki, mümkün deyildir.

Presləmənin aparılmasından və yükün götürülməsindən sonra çiy prespəstahda ovuntunun matrisanın divarları ilə qarşılıqlı təsirlə əlaqədar olan qalıq gərginliklər iştirak edir. Matrisadan prespəstahın çıxarılmasının əsas problemi onun böyük olmayan mexaniki möhkəmliyidir. Əgər çiy pəstahın möhkəmliyi kifayət edici deyilsə, onun çıxarılma qüvvəsi isə böyükdürsə, onda prespəstahda çıxarma anında sıx olmayan zəif yerlər və hətta çatlar ola bilər ki, bunlar da son məhsulun keyfiyyətinə güclü təsir edən amil kimi qiymətləndirilir. Belə dağılmadan qaçmaq üçün prespəstahlarda yüksək bircins sıxlığın və yüksək çiy möhkəmliyinin alınması arzu olunandır.

Presləmə təcrübəsində presləmədə, yüksüzləşdirmədə və detallı çıxarıqda presqəlibin formaəmələgətirici elementləri arasında yerdəyişmə kinematikasının optimal birliyinin tapılması çox mürəkkəbdir. Presləmə mərhələsində ovuntunun minimal axmasını və bircins konsolidasiyasını reallaşdırmaq daha arzu olunandır. Presləmədə ovuntunun böyük ölçülü yerdəyişməsi çatların yaranmasına səbəb ola bilər. Arzu olunmayan qalıq gərginliklər çiy prespəstahların nəql olunmasında, mexaniki emalda və habelə bişirmə temperaturularınadək qızdırmada bir sıra problemlərə gətirə bilər. Adətən presləmə üçün multipleks puansonların mürəkkəb sistemini istifadə edirlər. Mürəkkəb formalı detalların qeyri-düzgün yüksüzləşdirilməsi və çıxarılması çatların yaranmasına və ya böyük qalıq gərginliklərin meydana çıxmasına gətirə bilər. Presləyici alətin səthinin yüksək keyfiyyəti və böyük olmayan mailliklər prespəstahın çıxarılmasında qalıq gərginliklərin azaldılmasına gətirə bilər. Çıxarmada yaranan əyici gərginlikləri adətən yuxarı puanson “yuxarı puansonu azacıq yükləmə” adlandırılan əlavə yük qoymaqla kompensasiya edirlər.

Presləmə prosesini aşağıdakı bir sıra ardıcıl aparılan addımlara bölmək olar: Matrisanın ovuntu ilə doldurulması, ovuntunun yenidən qablaşması, ovuntunun kipləşdirilməsi (kompaktlaşdırılması), prespəstahdan yükün götürülməsi, matrisadan onun çıxarılması və presləmə prosesindən əvvəl müəyyən şəraitlərdə ovuntunun verilən həcmnin matrisanı doldurması. Ovuntu zərrəciklərinin forması səpilmə sıxlığına əsaslı təsir göstərir. Qeyri-düzgün formalı zərrəciklərə nisbətən sferik formalı zərrəciklər daha yüksək səpilmə sıxlığına malik olurlar. Qidalandırıcının hərəkəti, qidalandırıcıya nisbətən matrisanın səmtləşdirilməsi və matrisanın həndəsəsi presləmədə sıxlığın paylanmasına əhəmiyyətli təsir göstərir. Əksər hallarda matrisanı doldurmaq üçün onun soruculuq effektindən aşağı puansonları hərəkət etdirməklə istifadə edirlər.

Sonra ovuntu matrisanın boşluğuna elə sorulur ki, matrisanın adi doldurulmasında havanın kənarlaşdırılmasından istifadəyə ehtiyac qalmır. Matrisa ovuntu ilə doldurulduqdan sonra o yuxarı puansonla örtülür və bəzi hallarda, məsələn, detal pilləli formaya malik olduqda, kipləşmədən əvvəl zəruri forma vermək üçün puansonların hərəkətilə ovuntunun yenidən paylanması baş verir. Puansonlar matrisaya daxil olduqları andan matrisaya ovuntunun sürtünməsi divarlara yaxın zonalarda onun kipləşməsinə gətirib çıxarır. Presləmə prosesini aparmaq üçün sıxlığın son paylanması vacib rol oynayır. Əgər pəstahda bircins sıxlıq və möhkəmlik tələb olunursa, onda formaəmələgətirici puansonların yerdəyişmə kinematikasına fikir vermək lazımdır.

Presləmədə puansonlar arasında qalan ovuntunun həcmi azalmağa başlayır. Presləmənin başlanğıc mərhələsində presləmə təzyiqi az əhəmiyyətlidir. Həcmın böyük deformasiyası ovuntu zərrəciklərinin hərəkəti və zərrəciklərdə elastiki kontaktın qarşılıqlı təsirlə təmin olunur. Presləmə təzyiqini artırdıqca zərrəciklərin kontakt zonalarında plastiki deformasiya baş verir, qarşılıqlı təsirdə olan zərrəciklərin səthlərindəki oksid qatları dağılır və bəzi hallarda zərrəciklərin soyuq qaynaqlanması baş verir. Zərrəciklər arasındakı dolmamış son boş həcm məsələliliyi formalaşdırır. Presləmənin sonunda matrisada yalnız azacıq həcm ovuntu ilə dolmamış qalır. Həmin həcmdə yüksək təzyiqlə sıxılmış hava qalır ki, bu da adi presləmədə öz mənfi təsirini göstərir. Sonrakı kipləşmə ovuntunun zərrəciklərinin birləşməsilə və onların deformasiya edici möhkəmlənməsilə məhdudlaşır. Zərrəciklərin sərhəddində yaranan soyuq qaynaq detalda möhkəmliyi təmin edir. Çox yüksək təzyiqlərdə deformasiyaya müqavimət kompakt materiallardakı qiymətə yaxın olur.

Presləmədən sonra çiy cisim aksial istiqamətdə yükəndən azad olunur. Hətta əgər yük tam götürülsə də, çiy prespəstah və matrisa arasında radial gərginliklər mövcud olur. Prespəstah matrisa boşluğunda sıxılmışdırsa onun çıxarılması üçün müəyyən qüvvə tələb olunur. Presləmə təzyiqini artırdıqca, radial qüvvə və prespəstahı matrisadan çıxarma qüvvəsi yüksəlir. Əgər ovuntuda sürtkü materialı iştirak edərsə, onda prespəstahı matrisadan çıxarma qüvvəsi azalır. Sürtkü materialı ovuntu və matrisa arasındakı sürtünməni və alətin yeyilməsini azaldır, ancaq presləmənin sıxlaşma əyrisinə güclü təsir göstərir. Sürtkü materialının az miqdarı zərrəciklərin bir-birinə nisbətən sürüşməsinə yaxşılaşdırır və prespəstahın sıxlığını daha da artırır. Sürtkü materialının böyük miqdarı

onun tərəfindən əlavə həcmın tutulması nəticəsində zərrəciklərin sıxılmasına mane olur.

Sürtkü materialının istifadəsinin digər mənfi təsiri presləmə təzyiqi artırıldıqca onun tərəfindən sıxılan prespəstahın məsamələrindəki havanın xaric olunma yollarının bağlanmasıdır. Həm də bu mənfi effekt avtomatik presləmədə, yəni presləmə sürəti yüksək olduqda özünü daha qabarıq şəkildə biruzə verir. Belə ki, sıxılmış texnoloji sürtkünün qalıq ünsürləri presləyici elementlərin araboşluğunu tutur, orada nisbətən bərk qat vardır və nəticədə havanın çıxması çox çətinləşir. Məsamələrdə qalmış və yüksək təzyiqə malik olan hava prespəstah matrisadan azad olduqda güclü elastiki əks təsir qüvvəsi və prespəstahda hətta qatlararası çatlar yaradır.

Yuxarıda baxılan problemləri nəzərə alaraq, hesab edirik ki, prespəstahların yüksək sıxlığına və keyfiyyətinə nail olmaq üçün şıxtəyə minimal miqdarda sürtkü daxil edərək, pauzalı presləmə üsulundan istifadə etməklə tədqiqatların aparılması məqsədəuyğundur.

Tədqiqat işinin məqsədi ovuntu şıxtəsinə minimal miqdarda texnoloji sürtkü qatmaqla və pauzalı ilıq presləmə üsulundan istifadə edərək, prespəstahların və son məmulatın keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasıdır. Bu məqsədə nail olmaq üçün qarşıya aşağıdakı vəzifələr qoyulmuşdur:

1. Zərrəciklərin məsaməli strukturunun onların kipləşmə qabiliyyətinə və qarşılıqlı ilişməsinə təsirinin öyrənilməsi;
2. Ovuntu şıxtəsinə pauzlı ilıq presləmə prosesinin tətbiq edilməsi və alınmış nəticələrin təhlili;
3. Pauzalı ilıq presləmə ilə alınan ovuntu materiallarının xassələrinin tədqiqi;
4. Ovuntu zərrəciklərinin süngərlik və konqlomeratlıq dərəcəsilə kipləşmə və qəlibləmə qabiliyyətlərinin əlaqəsinin tədqiqi;
5. Zərrəciklərin kipləşmə qabiliyyətinə və qarşılıqlı ilişməsinə texnoloji sürtkünün təsirinin öyrənilməsi;
6. Tədqiqatların nəticələrinin istehsalatda tətbiqini təmin edən elmi əsaslandırılmış tövsiyələrin formalaşdırılması.

Tədqiqat üsulları və nəticələrin dürüstlüyü. İşdə qoyulan məsələlər laboratoriya və istehsalat şəraitində aparılan nəzəri və eksperimental tədqiqatlar əsasında həll edilmişdir. Riyazi düsturların alınması və bəzi müddəaların təhlili müasir üsullarla, o cümlədən kompüter texnikasının tətbiqilə həyata keçirilmişdir.

Alınmış nəticələrin dürüstlüyü müasir cihazların, ölçmə vasitələrinin, qurğuların və ləvazimatların istifadəsilə aparılmış eksperimental tədqiqatlarla təsdiqlənir.

İşin elmi yeniliyi. Müəyyən edilmişdir ki, ovuntunun karbona və oksigenə görə ən yüksək təmizliyində onun sıxlaşma qabiliyyətinə, yalnız sferikə yaxın olan bərabər oxlu formaya malik ovuntuların istifadəsi hesabına minimum xüsusi səthdə, süngərlik və konqlomeratlaşma dərəcəsinə, habelə, maksimum səpilmə sıxlığında nail olmaq mümkündür. Reduksiyaetmə yolu ilə alınan dəmir ovuntularına xas olan səpilmə sıxlığının yüksəldilməsi və silkələmə kipliyinin artırılması ilə sıxlaşma qabiliyyətinin qanunauyğun artması, tozlandırma-tabalma texnologiyası ilə alınmış ovuntular üçün heç də həmişə xas deyildir.

Tozlandırma yolu ilə alınmış dəmir ovuntularının səmərəli texnologiyasının proqnozlaşdırılması üçün ovuntu zərrəciklərinin xassələrilə onun sıxlaşma qabiliyyəti arasında qarşılıqlı təsiri əks etdirən analitik ifadə təklif edilmişdir. Ovuntunun süngərlik və konqlomeratlıq dərəcələrinin məqsədyönlü tənzimlənməsi verilən xassəli tozlandırılmış dəmir ovuntuları yaratmağa imkan verir.

Pauzalılıq presləmə şəraitində verilən presləmə təzyiqində ovuntuların maksimal sıxlaşma qabiliyyətini təmin edən texnoloji sürtkünün optimal miqdarı başlıca olaraq zərrəciklərarası məsamələrin həcmilə təyin edilir. Prespəstahın sıxlığı nə qədər yüksəkdirsə və məsamələrin miqdarı nə qədər azdırsa, o prespəstah bir qədər az texnoloji sürtküyə malik olmalıdır.

Pauzalılıq presləmə şəraitində, texnoloji sürtkünün dəmir ovuntusuna müəyyən miqdarda qatılması pres-qəlibin divarlarının yağlanması variantından daha səmərəlidir. Bərk sürtkünün iştirakı ilə dəmir ovuntusunun sıxlaşmasının yeni mexanizmi təklif olunmuşdur. Bu halda həlledici amil zərrəciklərarası kontaktların elastiki boşalmasının texnoloji sürtkü ilə intensivləşməsidir.

İşin praktik əhəmiyyəti. Pauzalılıq presləmə metodunun tətbiqilə tozlandırma yolu ilə alınmış dəmir ovuntusundan prespəstahların alınma texnologiyası işlənmişdir. Yeni presləmə metodunun tətbiqi mövcud soyuq presləmə ilə müqayisədə daha yüksək sıxlığa və bişirmədən sonra yüksək xassələrə malik məmulatların alınmasına imkan verir. Presləmə anında tam təzyiq prespəstaha tətbiq olunduqdan sonra yuxarı puansonun müəyyən müddət ərzində pres-qəlibdən çıxarılması və yenidən tətbiq edilməsi prespəstahda toplanmış qazların pauza müddətində xaric olunmasına,

zərrəciklər arasında gərginliklərin qismən götürülməsinə və nəticədə pres-qəlibdən xaric olunduqda elastiki əks təsir qüvvəsinin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına gətirib çıxarır. Məhz bunun nəticəsində prespəstahın sıxlaşma dərəcəsi, prespəstahı pres-qəlibdən çıxarma qüvvəsi əhəmiyyətli dərəcədə azalır, prespəstahın dözümlülüyü artır.

Tövsiyə olunan presləmə variantının tətbiqi istehsal olunan ovuntu pəstahının keyfiyyətini (sıxlığını, möhkəmliyini, etibarlılığını) artırmağa, metal tutumunu və əmək xərclərini azaltmağa imkan verir.

İşin nəticələri praktiki tətbiqini soyuq presləmə və bişirmə üsulu ilə ovuntu pəstahları istehsal edən müəssisələrdə tapa bilər.

İşin aprobeasiyası. Dissertasiya işinin əsas müddəaları aşağıdakı konfranslarda və seminarlarda müzakirə edilərək bəyənilmişdir:

1. Прогрессивные технологии в машиностроении. Донецкий Национальный Технический Университет, Донецк, 2012.
2. Ümummilli Lider H. Əliyevin anadan olmasının 90-cı ildönümünə həsr olunmuş “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” I Beynəlxalq elmi konfrans, Bakı, 2013.
3. “Инновационные технологии и экономика в машиностроении”. Сб. трудов. науч. Прак. конфер. гор. Томск, 2013.
4. Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XIX Respublika konfransı”, Bakı, 2015.
5. 5th International Scientific Conference “Applied Science and technologies”, New-York, USA, 2016.
6. “Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar” Beynəlxalq Elmi-Texniki Konfrans, AzTU, Bakı, 2016.
7. “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri” II Beynəlxalq elmi-texniki konfrans, Bakı, 2017.
8. AzTU-nun “Metallurgiya və metalşünaslıq” kafedrasının elmi seminarları.

Dissertasiya işinin dərci. İşin əsas məzmunu 15 məqalədə və konfrans materiallarında dərc olunmuşdur.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, ümumi nəticələri əks etdirməklə, 150 səhifə kompüter mətnindən, 49 şəkildən, 18 cədvəldən, 115 adda ədəbiyyat mənbələrindən və əlavələrdən ibarətdir. Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin “Metallurgiya və metalşünaslıq” kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

İŞİN MƏZMUNU

Girişdə dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, elmi yenilikləri, praktiki əhəmiyyəti, həmçinin tədqiqat mövzusu barədə mövcud nəzəri və təcrübi işlərin qısa xülasəsi verilmişdir.

Dissertasiya işinin I fəslində ədəbiyyat icmalı aparılmış, presləmədə istifadə olunan dəmir ovuntularının xüsusiyyətləri, ovuntu materiallarının sıxlaşmasında baş verən qanunauyğunluqlar, birdəfəlik presləmə və bişirmə üsulu ilə məmulatların sıxlığının və möhkəmlik xassələrinin yüksəldilməsi yolları müəyyən edilmişdir. Aydınlaşdırılmışdır ki, ovuntuları presləyən zaman, ovuntu hissəciklərinin yerdəyişməsi və hissəciklər arasında kontakt sahəsinin yaranması və böyüməsi baş verir. Məsələlikdən asılı olaraq elastiki əks təsirin azalmasını və ya onun əhəmiyyətsiz dərəcədə dəyişməsini prespəstahda zərrəciklər arasında əlaqələrin (kontaktların) qismən dağılması ilə izah etmək olar.

Müəyyən olunmuşdur ki, yüksək xassəli materialların birdəfəlik presləmə və bişirmə üsulu ilə hazırlanma prosesi preslədiyimiz şixtədə üzvi sürtkülərin mövcudluğu ilə əlaqədardır və prespəstahın həcmının böyük bir hissəsi sürtkü materialı kənarlaşdıqdan sonra məsamə şəklində qalan sürtkünün payına düşür.

Dissertasiya işinin II fəslində istifadə olunan materiallar onların xarakteristikaları, bu materiallardan nümunələrin hazırlanma texnologiyası, məmulatların sıxlığı, materialların mikrostrukturunu, kimyəvi tərkibi, analizi, aparılan tədqiqatların riyazi planlaşdırılması və s. proseslər yerinə yetirilmişdir. Tədqiqatlar üçün Brovari (Ukrayna respublikası) adına metallurjiya zavodunda istehsal olunan ПЖРБ və ASC 100.29 markalı (İsvec) tozlandırma yolu ilə alınmış dəmir ovuntularından istifadə edilmişdir. ПЖРБ ovuntu materialının sıxlığı, 400MPa təzyiq altında 5,8q/sm³-dən, 700 MPa təzyiq altında isə 6,7q/sm³-dən az olmuşdur. Qrafit ovuntusu kimi ГС-2 markalı qrafit götürülmüşdür. Şixtənin tərkibində miqdarı 0,8%-ə qədər olunmuşdur. Ovuntuların qarışdırılması V şəkilli presqəliblərdə, T-1000 markalı texniki tərəzidə çəki ilə tozlandırmada aparılmışdır. Eksperimentlər istehsalat şəraitində presləmə gücü 1000 kN olan HPM-100S presində diyircəkləri presləmək üçün sənaye pres-qəlibində preslənmişdir. Burada eyni zamanda materialların mexaniki xassələrini təyin etmək üçün 10x10x55 mm olan prizmatik nümunələr hazırlanmışdır (preslənərək). Presləmə təzyiqi 1000 MPa olmuşdur. Prespəstahların bişirilməsi sənaye şəraitində “Koyo Lindberg”

markalı konveyr tipli sobada 1000-1200°C temperaturalarda yerinə yetirilmişdir. Nümunələrin sıxlığı və məsaməliliyi hidrostatik metodla təyin edilmişdir.

Yağın miqdarı nümunə hopdurulmuş yağın həcmi faizi vasitəsilə ifadə edilmişdir. O da aşağıdakı düsturla təyin edilmişdir:

$$M = \frac{m_2 - m_0}{(m_2 - m_3) \cdot d} \cdot 100\% , \quad (2.5)$$

burada M – yağın miqdarıdır, %-lə;

m_0 – yağsızlaşdırılmış nümunənin kütləsidir, q-la;

m_1 – yağla hopdurulmuş nümunənin kütləsidir, q-la;

m_2 – parafinlə hopdurulmuş nümunənin kütləsidir, q-la;

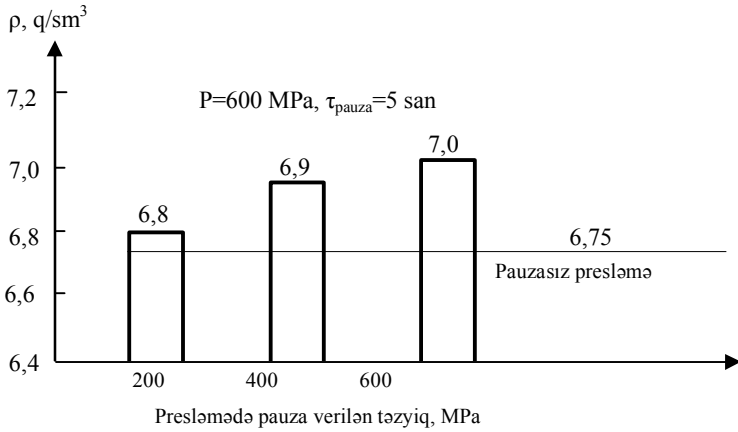
m_3 – parafinlə hopdurulmuş nümunənin suda kütləsidir, q-la;

d – ətraf mühitin temperaturunda yağın sıxlığıdır, q/sm³.

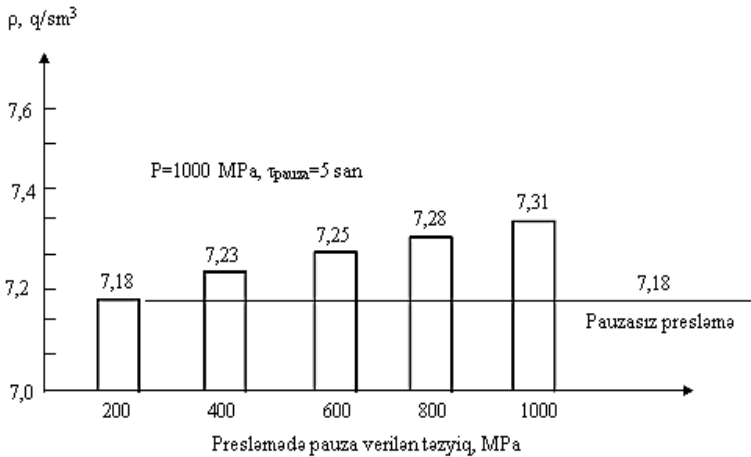
Nümunələrin XM-6 markalı yağla hopdurulması qalıq təzyiqi 1,3 Pa olmaqla vakuumda aparılmışdır. Nümunələrin bərkliyi isə TK 2M tipli Rokvel bərklik ölçənində ölçülmüşdür. Əyilmədə möhkəmlik həddi dartıcı maşında, zərbə özlülüyü isə KM-30 maşınında təyin edilmişdir. Nümunələrin mikrostrukturunu isə optik mikroskoplarda aparılmışdır.

Sürtünmə əmsali və yeyilmə intensivliyini müəyyən etmək üçün CMIQ-2 maşınından istifadə edilmişdir. Nümunələrin sınağı yağla və quru sürtülmədə yerinə yetirilmişdir.

Disseratasiya işinin III fəslində presləmə prosesində pauza dövrünün və müddətinin təyin edilməsi, pauzalılıq presləmədə şıxtə temperaturunun seçilməsi, pauzalılıq presləmə təzyiqinin prespəstahların sıxlığına və mexaniki xassələrinə təsiri əsaslı öyrənilmişdir. İstifadə olunan ovuntuya 0,8 % texnoloji sürtkü-sink stearat qatılaraq istifadə edilmişdir. Presləmə zamanı verilən təzyiq götürüldükdən sonra pauza müddəti 5 san. qəbul edilmişdir. Presləmə təzyiqi isə ilk öncə 600MPa-da yoxlanmışdır. Puzanın verildiyi təzyiq isə 200, 400 və 600MPa-da yoxlanmışdır. Presləmə zamanı puzanın 200 MPa-da verilməsi 600MPa-da yüksək sıxlığın alınmasına gətirmir. Ona görə də bu mərhələdə qazların və texnoloji sürtkünün maksimum sıxılması baş vermir və onların yaratdığı neqativ hadisə götürülə bilmir. Odur ki, bu pauza təzyiqində sıxlıq puzasız presləmədə alınmış sıxlığa bərabər olur. Pauza verilən təzyiq artıqca sıxlığın artımının daha effektiv olması müşahidə olunur. Ona görə də sonrakı mərhələdə təzyiqi artıraraq nümunələri 1000 MPa altında presləmişik.

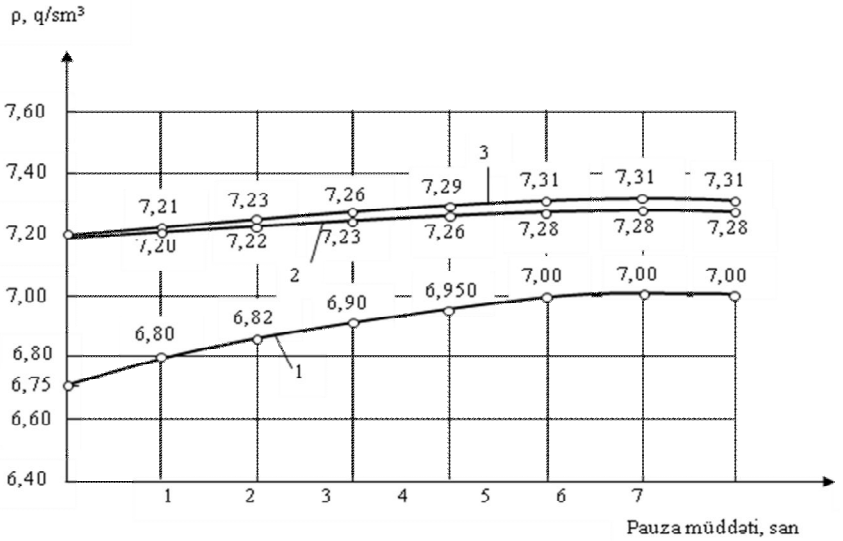


a)

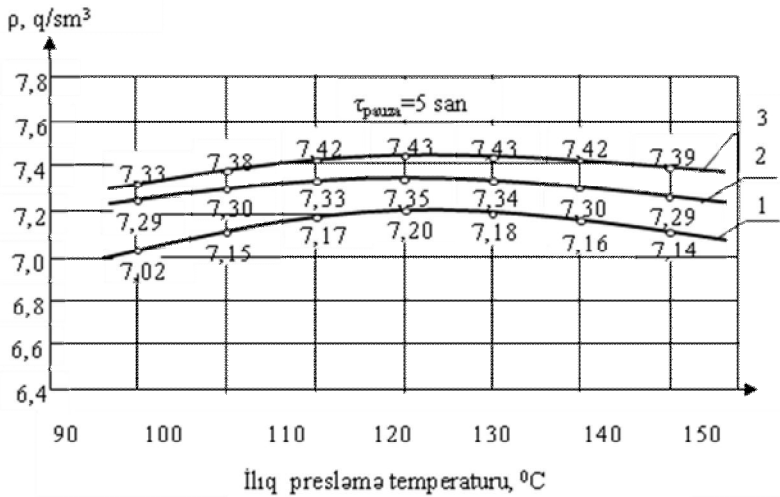


b)

Şəkil 1. Prespəstahlarnın sıxlığının presləmədə pauza verilən təzyiqdən asılılığı: a) ilkin təzyiq 600MPa, b) ilkin təzyiq 1000MPa



Şəkil 2. Prespəstahlın sıxlığının pauza müddətindən asılılığı



Şəkil 3. Prespəstahlın sıxlığının iliq presləmə temperaturundan asılılığı

Pauza verilən təzyiqin 200 MPa verilməsi adı presləmə ilə müqayisədə nəticə verməmişdir. Yalnız 1000 MPa presləmə və 1000 MPa pauza təzyiqində sıxlıqda ciddi artım müşahidə olunmuşdur. (Şəkil 1). Belə ki, bu təzyiqdə adı presləmə zamanı sıxlıq $7,18 \text{ q/sm}^3$ olmuşdursa, bizim təklif etdiyimiz presləmə üsulu ilə sıxlıq $7,31 \text{ q/sm}^3$ olmuşdur. Nəticə kimi qeyd etmək olar ki, pauzalı ilıq presləmə adı soyuq presləməyə nisbətən müəyyən üstünlüyə malikdir.

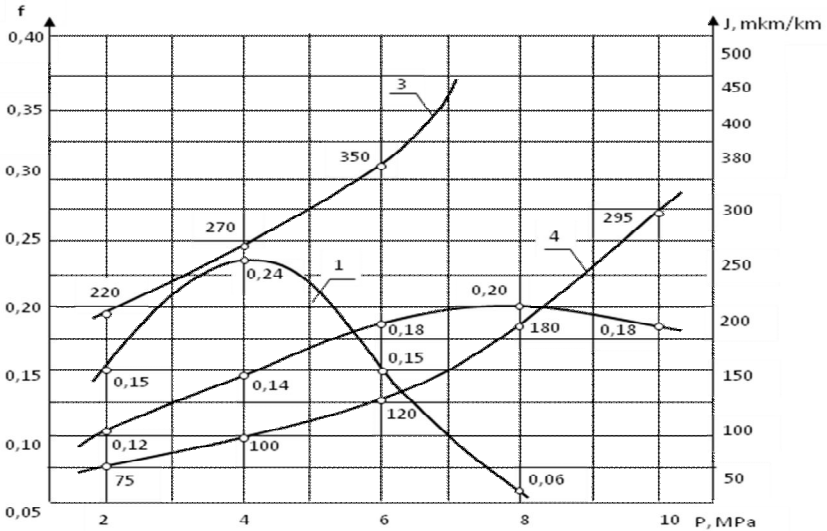
Qeyd etdiyimiz kimi, pauzanın verilməsində məqsəd prespəstahda qapalı şəraitdə yüksək təzyiq altında toplanmış qazların (havanın) maksimum xaric olunması və texnoloji sürtkünün sıxılmasından yaranan sonrakı elastiki təsirin qismən də olsa götürülməsidir. Əlbəttə, pauza müddəti nə qədər çox olarsa, bu o qədər etibarlı sayılır, lakin nəzərə almaq lazımdır ki, pauza müddətinin həddən çox artırılması presləmə prosesinin məhsuldarlığına mənfi təsir göstərir.

Ona görə də pauza müddəti 0-7san intervalında öyrənilmişdir. Qrafiklərdən də görürük ki, ən kiçik pauza müddəti 1 san. maksimal sıxlığın alınması üçün kifayətedici müddət deyildir. Bu ani bir müddət olduğundan sıxlıqda artım müşahidə olunmur. Pauza müddətini 5 saniyəyədək artırıqda prespəstahlar verilən presləmə təzyiqində maksimal sıxlığa nail olmuşdur (şəkil 2).

Dəmir əsaslı ovuntu materiallarının alınması üçün pauzalı ilıq presləmə texnologiyası işlənmişdir. Yüksək sıxlıqlı və möhkəmlikli bişirilmiş ovuntu materiallarının alınmasında texnoloji sürtkünün neqativ rolu elmi-praktiki cəhətdən əsaslandırılmışdır. Texnoloji sürtkünün neqativ təsirini azaltmaq üçün isə ilıq presləmə texnologiyası işlənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, ən səmərəli ilıq presləmə temperaturu 120°C -dir. Bundan aşağı temperaturda texnoloji sürtkü-sink stearatı lazımi plastikliyə malik olmur. 120°C -dən yuxarı temperaturda isə o destruksiya edir. Bu zəmanə gələn destruksiya qazları presləmə prosesində neqativ rol oynayır. Alınmış nəticələrdən də görünür ki, ilıq presləmə temperaturu 90°C olduqda nümunələrin sıxlığı soyuq presləmə ilə müqayisədə o qədər də ciddi artıma nail olmur. Bunun səbəbi həmin temperaturda şıxtəyə qatılmış texnoloji sürtkünün plastikişməsinin tam başa çatmaması hesab olunur. Bütün presləmə təzyiqlərində sıxlığın ən yüksək qiyməti $115-120^{\circ}\text{C}$ ilıq presləmə temperaturunda olmuşdur. Həmin temperatur sink stearatın ərimə temperaturuna ($123,4^{\circ}\text{C}$) da uyğun gəlir. Ona görə də ilıq presləmə temperaturunu 120°C götürərək tədqiqatlarımızı davam etdirmişik (şəkil 3).

Adi soyuq presləmə ilə müqayisəli şəkildə pauzalılıq presləmənin bişirilmiş ovuntu materiallarının sıxlığına, məsəməliliyinə, mexaniki və tribotexniki xassələrinin formalaşmasına təsiri də öyrənilmişdir.

Alınmış nəticələrdən görünür ki, yükləmə təzyiği artdıqca nümunələrin tribotexniki xassələri aşağı düşür. Lakin pauzalılıq presləmə şəraitində alınmış nümunələrin tribotexniki xassələri adi presləmədə alınmış nümunələrə nisbətən daha yaxşıdır.



Şəkil 4. Nümunələrin tribotexniki xassələrinin yükləmə təzyiqindən asılılığı

1,4-adi presləmə, 2,3- pauzalılıq presləmə

Qeyd etmək lazımdır ki, yükləmə təzyiğini 4 MPa-dan çox artırıqda adi presləmə ilə alınmış nümunələrin yeyilmə intensivliyi kəskin surətdə pisləşir və 6 MPa yük altında sürtünmədə qəzalı yeyilmə başlayır. Ancaq pauzalılıq presləmə üsulu ilə alınmış nümunələrin yeyilməsi hətta 10 MPa yük altında işlədikdə belə qəzalı yeyilməyə bənzəmir. Bu üsulla alınmış nümunələrdə qəzalı yeyilmə baş vermədiyinə görə onların sürtünmə əmsali sürtünmə yükünü artırıqca stabil olaraq yüksəlir. Beləliklə, pauzalılıq

presləmənin bişirilmiş ovuntu materiallarının tribotexniki xassələrinin formalaşmasında da müsbət rolu olduğu təsdiqlənmişdir.

Qeyd etmək lazımdır ki, soyuq presləmə ilə müqayisədə alınan effekt heç bir şübhə doğurmur. Belə ki, şıxtəni 1000 MPa təzyiqlik altında preslədikdə adi və pauzal presləmədə pəstahların sıxlıqları arasında fərq $0,25 \text{ q/sm}^3$, məsaməliklər arasındakı fərq isə 4 % təşkil edir. Başqa sözlə, yeni presləmə üsulunun tətbiqində adi presləmə üsulu ilə müqayisədə pəstahın məsaməliliyi 100% az olur.

Qeyd olunmuşdur ki, adi soyuq presləmə ilə presləmə bişirilmiş ovuntu materialının xassələrinin yüksəlməsinə xidmət edir. Bu nəticələr ikiqat presləmə ilə alınmış analoji tərkibli materialların xassələrilə rəqabət apara bilər.

Disseratisiya işinin IV fəslində ovuntu zərrəciklərinin məsaməli strukturlarının onların sıxlaşmasına, qarşılıqlı ilişməsinə təsiri məsələlərinə baxılmış, zərrəciklərin qəliblənmə qabiliyyətinin onların süngərlik və konqlomeratlaşma dərəcəsilə əlaqəsi öyrənilmiş və pauzal presləmə prosesində sink stearatın zərrəciklərin sıxlaşma qabiliyyətinə və qarşılıqlı ilişməsinə təsiri ətraflı araşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, dəmir ovuntusunun incə zərrəciklərinin bir hissəsi süngərin üyüdülməsi vaxtı daha iri zərrəciklərin sınıması nəticəsində əmələ gəlir. Zərrəciklərin fərqli xarakterinə malik məsaməli strukturlu dəmir ovuntusunun müxtəlif tipləri tədqiq edilmişdir. Dəmir ovuntusunun preslənməsində tətbiq olunan təzyiqlik 700-1000 MPa-dan çox olmur. Bu zərrəciklər arasındakı kontakt sahəsinin tam qeyd olunması şəraitində baş verən üçüncü mərhələnin aktiv gətməsi sıxlaşma üçün aktiv etmir. Bu zərrəciklər daxili məsamələrin daha da sıxlaşması üçün həddən çox böyük qüvvə tələb edən bərpa olunmuş ovuntunun həddən az sıxlaşma qabiliyyətilə çox yüksək sıxlaşma ilə izah olunur. Belə sıxlaşma qabiliyyətinə P1-3 ovuntusunun zərrəciyinin malik olduğu müəyyənləşdirilmişdir.

Ovuntu zərrəciyinin məsaməli strukturunun miqdarca qiymətləndirilməsi üçün süngərlik dərəcəsi və konqlomeratlaşma dərəcəsi anlayışları təklif edilmişdir.

Presləmə təzyiqliki və sıxlığı artdıqca, müqavimətin böyüməsi materialın zərrəciklərinin döyənəklənməsinin yüksəlməsi ilə ifadə olunur. Sink stearatın verilən pauzal presləmə təzyiqlində ovuntuların maksimal sıxlaşma qabiliyyətini təmin edən optimal miqdarı, başlıca olaraq zərrəciklərarası məsamələrin həcmilə təyin olunur.

Pauzalı ilıq presləmədə sink stearatın presləmə prosesində zərrəciklər arasında kontaktların elastiki boşalması ilə ifadə olunan möhkəmsizləşdirici təsiri, bir tərəfdən sıxlaşma qabiliyyətinin artmasına aktiv kömək olur, digər tərəfdən isə prespəstahın möhkəmliyinin azalmasına gətirir. O əhəmiyyətli dərəcədə pis qəliblənmə qabiliyyətinə malik olan ovuntulardan alınan prespəstahlarda daha aydın istifadə olunur.

Eyni presləmə təzyiqinə baxmayaraq sink stearatının iştirakı ilə alınmış prespəstahların möhkəmliyi sürtküsüz prespəstahların möhkəmliyindən çox ola bilər. Bu o halda baş verir ki, əgər sürtkünün elastiki əks təsirlə yaranan kontakt səthinin azalması ovuntunun sıxlaşmasının artımı hesabına onun artması ilə kompensasiya olunur.

Yuxarıda sadalanan amilləri analiz edərək, belə nəticəyə gəlmək olar ki, bu mərhələdə sıxlığın artımının yüksək qiymətinə sürtkünün daxil edilməsinin maksimal effektiv təsiri hesabına nail olunur.

Disseratasiya işinin V fəslində yüksək sıxlıqlı, möhkəm və yeyilməyə dözümlü ovuntu materiallarının soyuq presləmə metodu ilə alınma imkanlarını məhdudlaşdıran səbəblər aydınlaşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, materialın mexaniki xassələrinin yüksəldilməsi, yalnız bişirmə temperaturunun və bişirmə müddətinin artırılması ilə mümkündür. Bu zaman prespəstahlarda sink stearatı mövcud olduğundan yaranmış qüsurlar qismən yox olur. Dəmirin mexaniki xassələrinə və məsaməliliyinə bişirmənin davamiyyəti müsbət təsir göstərir. Nümunələrin bişirmə müddətinin artırılması ovuntu məmulatlarının hazırlanmasında əmək tutumunun və enerji məsrəflərinin artmasına səbəb olur.

Yüksək keyfiyyətli materialların alınmasında digər ciddi maneə şixtəyə qatılan texnoloji sürtküdür. O metal zərrəcikləri qarışdırma anında daxili məsamələrə dolur, bunun da nəticəsində presləmədə pres-qəlibdən qazların kənarlaşdırılması çətinləşir. Bişirmə prosesində texnoloji sürtkü destruksiya edərək materialdan kənarlaşır və əlavə məsaməlilik yaradır.

Müəyyən edilmişdir ki, şixtədə texnoloji sürtkünün mövcudluğu bişirilmiş malterialların fiziki-mexaniki xassələrinin formalaşmasına mənfi təsir göstərir. Sink stearatı presləmə anında şixtədən qazların drenaj şəraitini pisləməklə yanaşı, həm də səthlərə adsorbsiya edərək presləmə prosesində deformasiya nəticəsində zərrəciklər arasında yuvenil kontaktın yaranmasına mane olur. Eyni zamanda bu prosesə sink stearatın təsirdən yaranan elastiki əks təsir də öz mənfi təsirini göstərir.

Burada bərk sürtkü kimi qrafitin, talkın və kalsium florun ovuntu materiallarının preslənməsinə, bişirilməsinə və mexaniki xassələrinə təsiri

öyrənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, kalsium flüor və talk kimi sürtkülər bişirilmiş materialların mexaniki xassələrinə mənfi təsir göstərir, ancaq qismən də olsa şixtədə texnoloji sütkü kimi onların istifadəsi dəmir əsaslı şixtələrin pauzalı ilıq preslənməsində, bişirilməsində və fiziki-mexaniki xassələrinin formalaşmasında daha perspektivli sayılır.

ÜMUMİ NƏTİCƏLƏR

1. Texnoloji sürtkü qatmaqla alınmış dəmir əsaslı şixtələrin preslənməsində pauzalı ilıq presləmənin üstünlükləri adi soyuq presləmə ilə müqayisəli şəkildə təsdiqlənmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, presləmədə verilən pauza maksimal presləmə təzyiqi tətbiq edildikdən sonra həyata keçirildikdə daha yüksək effekt alınır. Pauza müddəti qurtardıqdan sonra prespəstaha təkrar maksimal presləmə təzyiqi tətbiq edilməlidir. Bu, soyuq presləmə ilə müqayisədə prespəstahın sıxlığının artmasına səbəb olur.
2. Dəmir əsaslı ovuntu materiallarının adi soyuq presləmə ilə alınmasında prespəstahda yüksək sıxlığın və möhkəmliyin formalaşmasına texnoloji sürtkünün neqativ rolu müəyyən edilmişdir.
3. Dəmir əsaslı ovuntu materiallarının alınmasında pauzalı ilıq presləmənin səmərəli rejimləri müəyyən edilmişdir. Adi soyuq presləmə ilə müqayisədə pauzalı ilıq presləmədə pəstahdan qazların maksimum xaric olunması, texnoloji sürtkünün neqativ rolunun azalması, təkrar presləmənin həyata keçirilməsi nəticəsində bişirilmiş materialların xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir və onlar ikiqat presləmə ilə alınmış analoji tərkibli materiallarla rəqabət apara bilirlər.
4. Pauzalı ilıq presləmə texnologiyasını təkmilləşdirmək üçün tətbiq olunan dəmir ovuntularının süngərlik və konqlomeratlaşma dərəcələri arasında analitik əlaqə yaradılmış və uyğun riyazi ifadələr alınmışdır. Bu düsturlar tozlandırılmış dəmir ovuntusunun optimal istehsal texnologiyasını proqnozlaşdırmaq üçün tozlandırma-tabalma prosesinin müxtəlif mərhələlərində dəmir ovuntusunun zərrəciklərinin xassələrilə onun sıxlaşma qabiliyyəti arasında qarşılıqlı əlaqəni müəyyən edir.

5. Zərrəciklərin süngərlik və konqlomeratlaşma dərəcələrinin təhlili pauzalılıq presləmənin istənilən təzyiqdə aparılmasında texnoloji sürtkünün optimal miqdarını təyin etməyə imkan verir. Müəyyən edilmişdir ki, prespəstahların sıxlığı nə qədər yüksəkdirsə və məsaməliliyin qiyməti nə qədər kiçikdirsə, bir o qədər şixtənin tərkibində texnoloji sürtkünün miqdarı az olmalıdır.
6. Şixtədə texnoloji sürtkü istifadə edildikdə pauzalılıq presləmə prosesində zərrəciklər arasında kontaktların elastiki boşalması baş verir. Bu bir tərəfdən sıxlaşma qabiliyyətinin artmasına aktiv kömək edir, digər tərəfdən isə prespəstahların möhkəmliyinin bir qədər azalmasına gətirir. Eyni presləmə təzyiqinə baxmayaraq texnoloji sürtkünün–sink stearatın iştirakı ilə alınmış prespəstahların möhkəmliyi pauzalılıq presləmə texnologiyasının tətbiqində sürtküsüz pres-pəstahların möhkəmliyindən çox ola bilər. Lakin bu yalnız nisbətən aşağı presləmə təzyiqlərinin tətbiqində təsdiqlənir.
7. Yüksəksıxlıqlı, möhkəm və yeyilməyə dözümlü ovuntu materialların soyuq presləmə metodu ilə alınma imkanlarını məhdudlaşdıran səbəblər formalaşdırılmış və belə materialların yeni istehsal texnologiyası işlənmişdir. Texnoloji sürtkünün şixtədən çıxarılması və onu əvəz edə biləcək alternativ bərk sürtkülər tətbiq olunmuşdur. Dəmir əsaslı bişirilmiş ovuntu materiallarının preslənməsində texnoloji sürtkü kimi termiki dözümlü bərk sürtkülər–qrafit, talk və kalsiumlu flor təklif olunmuşdur.
8. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, dəmir əsaslı ovuntu materiallarının istehsalında kalsium flüor və talk kimi bərk sürtkülər bu materialların mexaniki xassələrinə mənfi təsir edir, ancaq şixtədə texnoloji sürtkü funksiyasını yerinə yetirirlər. Qrafit ovuntusunun şixtədə texnoloji sürtkü kimi istifadəsi ovuntu şixtələrinin pauzalılıq preslənməsində, bişirilməsində və fiziki-mexaniki xassələrinin formalaşdırılmasında daha perspektivli sayıla bilər.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:

1. Гамдуллаева И.Г., Намазов С.Н., Намазова З.А. Влияние технологических параметров спекания на структуру и

- свойства порошковой композиции «железо-чугун». Министерство науки и образования Украины, Донецк, 2012, с. 223-226.
2. Namazov S.N., Qəhrəmanov V.F., Cabbarov T.Q., Namazova Z.Ə. Bişirilmiş ovuntu kompozisiyalarının kimyəvi-termiki emalının texnoloji xüsusiyyətləri. Elmi əsərlər, AzTU, Xüsusi buraxılış, Bakı, 2013, s. 75-77.
 3. Namazov S.N., Babayev A.İ., Həsənov K.E., Namazova Z.Ə. Pauzalı presləmə ilə kompozisiya materiallarının alınmasında pauza dövrünün və müddətinin müəyyən edilməsi. Elmi əsərlər, AzTU, Bakı, 2013, s.118-121.
 4. Mamedov З.Г., Намазов С.Н., Намазова З.Ə. “Иновационные технологии и экономика в машиностроении” Сб. трудов. науч. прак. конфер. Гор. Томск. 2013, 219-224
 5. Qəhrəmanov V.F., Namazov S.N., Namazova Z.Ə. Bişiril məmiş və ilkin bişirilmiş ovuntu pəstahlarının kimyəvi-termiki emalının xüsusiyyətləri. Journal of Qafqaz University. Mechanical and industrial engineering. 2014, V. 2, N 2, s.132-136.
 6. Namazov S.N., Namazova Z.Ə., Qəhrəmanov V. F. Effekt of compaction pressure with a pause on the density and mechanical properties of the compacts. International scientific conference Applied Sciences and technologies in the United and Europe” common challenges and scientific findings. New York, USA, 2014, p. 127-130.
 7. Namazov S.N., Namazova Z.Ə. Pauzalı presləmə zamanı pauza dövrünün və müddətinin prespəstahların xassələrinə təsiri. Maşınşünaslıq. Beynəlxalq elmi-texniki jurnal. Bakı, 2014, s. 36-39.
 8. Namazov S.N., Qəhrəmanov V. F., Namazova Z.Ə. Ovuntu pəstahlarının bişirmə və kimyəvi-termiki emal proseslərinin birləşdirmə imkanları haqqında. “Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar”. Beynəlxalq elmi-texniki konfrans. AzTU, Bakı, 2016, s. 278-281.
 9. Namazov S.N., Namazova Z.Ə. Pauzalı ilıq presləmədə şixtənin temperaturunun seçilməsi. H.Əliyevin anadan olmasının 95-ci ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda respublika elmi-texniki konfrans, AzTU, Bakı, 2016, s. 229-231

10. Məmmədov A.T., Məmmədli N.R., Namazova Z.Ə. Kompozisiya materiallarında islanma məsələləri. «Metallurgiya və material-şünaslığın problemləri», II Beynəlxalq elmi konfrans, Bakı, 2017, s. 260-264.
11. Namazova Z.Ə., Əbdüləzimova Y.Ə. Ovuntu və kompozisiya materiallarının preslənməsində sürtünmə məsələləri. “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri”, II Elmi-texniki konfrans, Bakı, 2017, s. 306-309.
12. Hüseynov M.Ç., Quluzadə N.A., Namazova Z.Ə. Kompozitlər üçün metallik liflərin alınmasının xüsusiyyətli yətləri “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri”. II Beynəlxalq elmi konfrans, Bakı, 2017 s.264-270.
13. Məmmədov A.T., Hüseynov M.Ç., Namazova Z.Ə. Nanokompozitlərdə fazalararası qarşılıqlı təsir məsələləri “Metallurgiya və materialşünaslığın problemləri”, Beynəlxalq konf., Bakı 2017, s.251-253.
14. Намазов С.Н., Джафарова А.А., Намазова З.Ə. Структура и свойства оксидированных порошковых материалов на основе железа. Вестник машиностроения, (SCOPUS), г.Москва, 2018, №9
15. Namazov S.N., Namazova Z.Ə., Maşayev S.M. Bərk sürtkülərin miqdarının bişirilmiş dəmir əsaslı nümunələrin xassələrinə təsiri. Elmi əsərlər, AzTU, Bakı, 2018. s. 35-36

Müəllifin həmmüəlliflərlə dərc olunmuş elmi işlərdə şəxsi iştirakı:

[1-5, 9, 11-15]-tədqiqat məsələlərinin qoyuluşu, təcrübələrin aparılmasında və nəticələrin emalında iştirak.

[6, 7]-məsələnin qoyuluşu, eksperimentlərin aparılması və tədqiqatın nəticələrinin müzakirəsində iştirak.

[8,10]-məqalənin yazılmasında və alınan nəticələrin müzakirəsində iştirak.

РЕФЕРАТ

Занура Аскер кызы Намазова

Оценка структуры и свойств порошковых материалов, полученных методом теплого прессования с паузой

Во введении изложены актуальность диссертационной темы, цель и задачи работы, обоснована важность исследований.

В I главе рассмотрены особенности уплотнения металлических порошков в процессе прессования, а также некоторые закономерности, происходящие в процессе уплотнения порошковых материалов, однократным прессованием, проблемы повышения плотности изделий методом прессования и спекания.

Во II главе изложены характеристики выбранных материалов, методики проведения экспериментов и технология изготовления порошковых изделий. Приведены методики микроструктурного анализа порошкового материала, химического анализа состава, изучения свойств порошковых материалов, а также представлена методика определения триботехнических характеристик образцов, даны расчеты математического планирования, оценена погрешность экспериментальных работ.

В III главе проведена отработка времени периода паузы при теплом прессовании, выбрана температура его осуществления, а также исследовано влияние теплого прессования с паузой на механические свойства и плотность прессовок.

В IV главе изучено влияние пористой структуры порошковых частиц на процессы их уплотнения. Рассмотрено влияние способов формовки и уплотнения порошковых частиц на структуру и свойства образцов. Определена роль технологической смазки – стеарата цинка при теплом прессовании и ее влияние на сцепляемость порошковых частиц.

В V главе изучено влияние количества стеарата цинка на свойства порошкового материала, а также на силу выталкивания прессовок из пресс-формы. В заключении обсуждены результаты исследований и даны рекомендации по их внедрению.

SUMMARY

Evaluation of the structure and properties of powder materials obtained by the method of warm pressing with a pause

Introduction includes the actuality of the subject, the main purpose of the dissertation, methods and results of the research, the practical importance and approbation of the work, publication of the dissertation work, the structure and the volume of the work.

First chapter is about the condensation properties of the metallic crumbs in pressure, the lawfulness in the condensation process of crumbs, density of data increasing ways of rigidity properties by methods of pressing and cooking.

Second chapter includes primary materials, their specifications, the preparing technique of crump samples and products.

Third chapter is described as determination of pause period during pressing process, choosing of warm temperature in the pressing and influence of pausing pressure to rigidity and mechanical properties of scrumbs.

Fourth chapter is about influence of crumbs porous structure to their condensation, relation between their rigiding and molding ability with their spongyness and conglomeration level.

Fifth chapter is concluded impact of the quantity of zinc cteorat to the properties of the crumbs, in the pressing process impact of crumbs to rigiding capacity of zinc cteorat and mutual affection.

АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ЗАНУРА АСКЕР КЫЗЫ НАМАЗОВА

**ОЦЕНКА СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТЕПЛОГО
ПРЕССОВАНИЯ С ПАУЗОЙ**

3315.01 –Технология металлургии

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой
степени доктора философии по технике

БАКУ - 2018