

UOT 621.762:669.701

TÖKÜKLƏRİN SƏTHİNƏ ÖRTÜK ÇƏKMƏ PROSESİNƏ TEXNOLOJİ AMİLLƏRİN TƏSİRİ

Məmmədov A.T., Rəsulov F.R., Əbilhəsənli M.İ.

Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
AZ1000, Bakı şəh., Z.Əliyeva küç., 18
E-mail: ariff-1947@mail.ru

Xülasə. Məqalədə töküklərin səthinə örtük çəkmə prosesinə ovuntu materialı hissəciklərinin dispersliyinin, örtük qatın qalınlığının, tökükdə metallostatik təzyiqin və temperaturun təsiri öyrənilmişdir. Ovuntu kompozisiyasını qalibdə bilavasitə maye metalla hopdurma yolu ilə töküklərin səthinin legirlənməsi zamanı müəyyən olumuşdur ki, ovuntu kompozisiyasının maye metalla hopması ovuntu hissəciklərinin dispersliyindən, örtük qatın qalınlığından, tökükdə metallostatik təzyiqin miqdarından və metalın temperaturundan asılıdır. Tədqiqatın nəticəsi təsdiq etməyə imkan verir ki, səthi-legirlənmiş qatın yaranma mexanizmi istifadə edilmiş təbii materiallarla, onların qalibin divarına çəkmə üsulu və legirləyici ərintinin xassələri ilə təyin edilir. Bununla bərabər, onların xassələrindən və vəziyyətindən asılı olaraq aparıcı proseslər ərimə, həll olma, süzülmə, diffuziya, qızıb bitişmə ola bilər.

Abstract. The article investigates the effect of particle dispersion of powder material, thickness of the coating, metallostatic pressure and temperature on covering process on the surface of the casting. During the alloying of the surface of the casting by absorption of powder composite directly into the liquid metal in mold, it was found that absorption of powder composite with liquid metal depended on the dispersion of the powder particles, the thickness of the coating layer, a amount of the metallostatic pressure in the casting and the temperature of the metal. The results of the research allow us to confirm that the mechanism of formation of surface alloyed layer is determined by the natural materials used, the way they are applied to the mold wall and the properties of the alloying alloy. At the same time, depending on their properties and condition, the leading processes may be melting, solubility, filtration, diffusion, overheating.

Аннотация. В статье изучено влияние гранулометрического состава порошков, толщины покрытия, металлостатического давления и температуры на процессы нанесения покрытия на поверхности отливок. В литейном процессе легирования поверхности отливок путем пропитки порошковой композиции жидким металлом при заливке последнего в литейную форму установлено, что пропитываемость порошковой намазки жидким металлом зависит от гранулометрического состава порошков, толщины покрытий, металлостатического давления и температуры металла. Результаты исследования позволяют подтвердить, что механизм формирования поверхностных покрытий определяется используемыми природными материалами, способом их нанесения на стенку литейной формы и свойствами легирующего сплава. В то же время, в зависимости от их свойств и состояния, ведущими процессами могут быть плавление, растворимость, фильтрация, диффузия, перегрев.

Açar sözlər: tökü, tökmə qalibi, kompozisiya örtüyü, ovuntu kompozisiyası

Key words: casting, casting mold, composition coating, powder composition

Ключевые слова: литье, литейная форма, композиционное покрытие, порошковая композиция

Giriş. Maşınları, mexanizmləri və cihazları konstruksiya etdikdə əksər hallarda elə materiallar tələb olunur ki, onlar müxtəlif kompleks xassələrə malik olsunlar. Lakin, nəzəri tədqiqatlar, həm də metallurgiya texnologiyasının praktikasi göstərir ki, hər bir konkret halda istənilən kompleks

xassələrin birlikdə alınmasını təmin etmək mümkün olmur. Əksər hallarda belə kompleks xassələrin yaradılmasını işçi səthlərdə təmin etmək lazım gəlir. Bu aspektdə problemləri daha çox bimetallik töküklərin alınması ilə həll etmək olur. Məsələn, müxtəlif metal və ərintini bu və ya digər üsullarla hissələrin səthinə çəkməklə onların xassələrinin artırılması ilə yanaşı, həm də ölçülərinin bərpasına nail olmaq mümkündür. Örtüklü töküklərin alınması üçün bir neçə metoddan istifadə edilir: qalvanik örtüklə metallaşdırma, əritməklə ikinci qatın yaradılması, kimyəvi bərpa etmə, diffuziyalı hopdurma, iki metalı birgə yaymaqla, mexaniki təsirlə, işçi səthinə ovuntudan örtük qatı çəkilməmiş qəlibə maye ərintinin tökülməsi və s. [1,2].

Töküklərin etibarlılığına, uzunömürlülüynə, yeyilməyə və korroziyaya dözümlülüynə qoyulan tələblər gün-gündən sərtləşir. Bunun yerinə yetirilməistiqamətlərindən biri həcmi və yerli səthi legirləmə ilə möhkəmləndirmə üsuludur. Bu üsullar son zamanlar qeyri sabit nəticələrin alınması, ərinti ilə möhkəmləndirici örtük materiallarının qəlibin ayrılma səthində qarşılıqlı rabitənin mürəkkəbliyi və prosesin tam öyrənilməməsi səbəbindən geniş tətbiq edilmir.

Qəlibin səth qatı materialı örtük ilə dəmir-karbon ərintisinin qarşılıqlı təsirinin tədqiqində qeyd olunur ki, müxtəlif proseslərdə onlar arasında daxil olma rabitələri (filtirasiya, ərimə, diffuziya və s.) temperatur şəraiti ilə müəyyən edilir [3,4,5].

Məsələnin qoyuluşu. Maye metalı tökmə üsulunda maye və bərk fazaların iştirakı ilə örtük çəkmə prosesin nəzəri və praktiki müddəaların işlənməsindən və nəticədə polad və çuqun töküklərin səthinin xassələrinin kompleks yaxşılaşdırılmasından, yeyilmiş, sıradan çıxmış detalların ölçülərinin bərpasından ibarətdir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün tədqiqatların aşağıdakı elmi və təcrübi vəzifələri müəyyən edilmişdir: töküklərin səthinə örtük çəkmə prosesinə texnoloji amillərin təsiri; tökmə prosesində örtüklü polad və çuqun töküklərin alınma üsullarının təhlili; polad və çuqun tökükləristehsalında detalların xrom, nikel əsaslı ovuntu ilə hopdurulmasında səth qatının möhkəmliyinin, korroziyaya və yeyilməyə dözümlülüynün artırılması mümkünlüyünün araşdırılması; ərinti ilə örtük materialı arasında qarşılıqlı əlaqədə diffuziya prosesinin, töküyn kristallaşmasının və strukturunun formalaşmasının fiziki – kimyəvi proseslərinin tədqiqi.

Prosesin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, 5-6% maye şüşə ovuntu ilə qarışdırılır və alınmış məsaməli ovuntu məcun qəlibin və ya içliyin işçi səthinə çəkilir, qəlib qurudulur, yığılır və maye metalla doldurulur. Maye metal və kompozision ovuntu qəlib örtüyü arasında qarşılıqlı əlaqə nəticəsində səthi legirlənmiş yüksək keyfiyyətli və yüksək xassələrə malik örtüklü tökük alınır. Bu üsulda həcmi legirləməyə nisbətən bahalı legirli materiallara xeyli qənaət olunur.

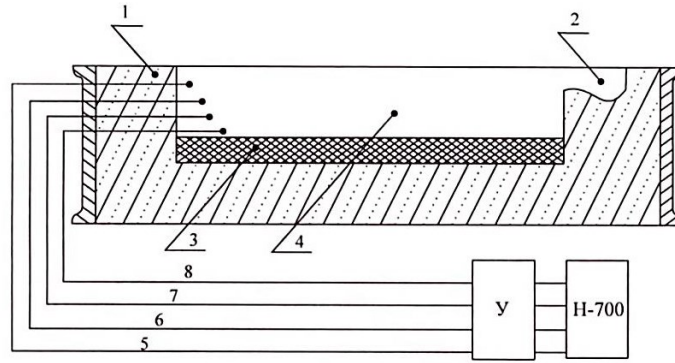
Ovuntu materialı 5-6%, $\rho=1,35-1,37$ qr/sm³ sıxlığa malik olan maye şüşə ilə qarışdırılır, qəlibin və ya içliyin işçi səthinə 5, 10, 15 mm qalınlıqda örtük çəkilir. Qurudulmuş qəlibin işçi səthinə örtük çəkildikdən sonra 8 saat müddətində havada qurudulur. Hazır qəlibə maye polad 1450 – 1560°C, maye çuqun isə 1360-1440°C temperaturda tökülür və kristallaşma nəticəsində səthi legirlənmiş yüksək mexaniki, fiziki-kimyəvi xassələrə malik kompozisiya örtüklü polad və çuqun tökük alınır [6,7].

Tədqiqatda əsas etibarı ilə 5-6% maye şüşənin sulu məhlulu olan:

1. $\Phi X650A$, ΦM_{H3} , ΦM_{H2} , $\Phi B0$ və 2. $\Pi GXH80CP3$ ovuntularından hazırlanan nümunələrin 35Л markalı polad (1560°C temperaturda) və $C\psi 15$ markalı çuqun (1400°C temperaturda) ərintiləri ilə qarşılıqlı təsiri öyrənilmişdir. Maye ərinti ilə hopmada kapilyar və 25 mm. cv.st-da başlanğıc metallostatik təzyiqin təsiri altında ərintinin 33-34 mm hündürlüyə qalxmanın orta sürəti 1,0 - 1,1 mm/san. təşkil edir.

Legirlənmiş qatlı kompozisiya örtüklü çuqun və polad töküyn formalaşmasının eksperimental temperatur şəraiti – 150 x 200 mm ölçülü, qalınlığı 20-30-40 mm olan lövhə nümunədə öyrənilmişdir.

95% $\Phi X650A$ markalı ferroxrom və 5% ΦM_{H3} markalı ferromanqandan ibarət olan örtük qatı yüksək dəqiqliyə malik W-Re-termocüt quraşdırıldıqdan sonra qəlibə yerləşdirilmiş qum-gilli qarışıqdan olan quru yastı içliyin səthinə çəkilir (şək.1) və təkrar qurudulur, temperatur təyin edilir.



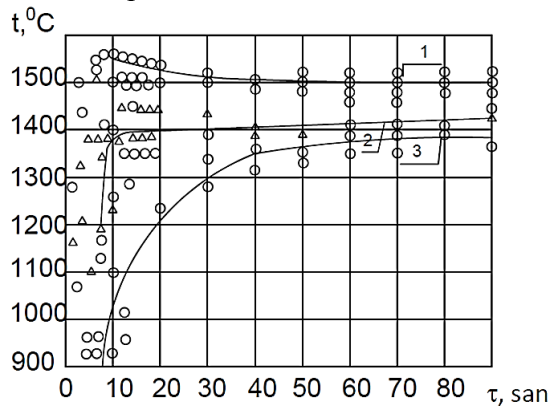
Şəkil 1. Metal əsas və kompozisiya örtüyünün temperatur sahəsini ölçmək üçün qurğunun sxemi: 1-qum-gil qəlib; 2- maye metalı tökmək üçün novça; 3- ovuntu örtük qatı; 4-qəlibin boşluğu; 5-8- termocüt; Y- gücləndirici; H-700- osilloqraf

İçliyin səthinə çəkilmiş örtük qatın qalınlığı 3 mm təşkil edir. Qəlibə 35Л markalı polad 1560°C temperaturda, СЧ 15 markalı çuqun isə 1400°C temperaturda tökülür (şək. 1).

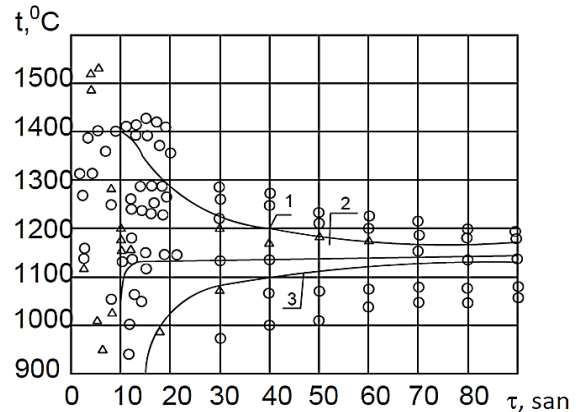
Alınmış nəticələrin analizi: Göründüyü kimi 18-20 san. müddətində örtük-metal səthində temperatur bəzi hallarda tökmə temperaturuna çatır və ona bərabər olur, ancaq çuqun töküldə isə onu ötür keçir və ondan yüksək olur (şək. 2 və 3).

Maye çuqunun örtüyün oksidləşmiş dənələri ilə kontaktı zamanı xrom oksidin karbonla bərpasında gedən termodinamiki reaksiyada xeyli miqdarda istilik ayrılır. Tökmə prosesində örtüyün maye poladla kontaktı zamanı səthdə temperatur bəzi hallarda 35Л markalı poladın likvidus temperaturunu keçir və ya ona yaxın olur.

Tökmə zamanı bu sahədə temperaturun dəyişməsi başlıca olaraq metalın hərəkət xarakteri ilə müəyyən olunur. Buna görə də müəyyən müddət ərzində örtük ilə kontaktda olan maye polad örtüyün təşkilədicilərini əridir və onun məsələlərinə daxil olur. Başlanğıc dövrdə poladla, sonra örtüyün təşkilədicilərinin əriməsi zamanı yaranmış ərinti ilə örtüyün hopma dərinliyi və daha sonra onların dərinlik üzrə qızmasından asılı olur.



Şəkil 2. 35Л markalı polad üçün ölçülmüş və hesablanmış temperaturun eksperimental qiyməti, $T_i=1560^\circ\text{C}$: 1-töküyün 25 mm mərkəzində; 2- maye metalın örtüklə təmas zonasında; 3-örtüyün qəliblə təmas zonasında



Şəkil 3. СЧ15 markalı çuqun üçün ölçülmüş və hesablanmış temperaturun eksperimental qiyməti, $T_i=1400^\circ\text{C}$: 1-töküyün 25 mm mərkəzində; 2-maye metalın örtüklə təmas zonasında; 3-örtüyün qəliblə təmas zonasında

Qəliblə toxunan səthində örtüyün temperaturu tökmə anındakı qiymətə çatmır, əks halda maye metalın qəlibin səthinə qədər süzülməsi baş verə bilər. Ona görə polad töküklərdə qatın bir hissəsi maye fazanın iştirakı ilə örtük dənələrinin qızıb bitişməsi yolu ilə yaranır, məsələn örtüyün tərkibinə daxil olan ferromanqan 1170-1180°C temperaturda əriyir. Çuqun töküklərdə örtük qatı tökmə zamanı nisbətən daha yüksək temperatura qədər qızır, bu da maye ərintinin örtüyün bütün qalınlığı üzrə daxil

olmasını (süzülməsini) təmin edir. Ona görə də maye poladın örtüyün məsamələrinə süzülməsini təmin edən temperatur şəraitini yaratmaq üçün onun qızmasını təmin edən əlavə tədbir görmək lazımdır, lakin çuqunu tökmə zamanı buna ərintinin temperaturunu nizamlamaqla nail olunur.

Maye metalın məsaməli metal materiallarla qarşılıqlı təsiri ərimə sobasından, nümunə başlıqlı, vakuum sistemli və temperaturu avtomatik tənzimləyicidən ibarət yüksək tezlikli baza əsasında yaranmış МВП-5 markalı soba qurğusunda öyrənilmişdir.

Tədqiq olunan ovuntu şəkilli materialları əlaqəyaradıcı ilə kvarts boruda sıxlaşdırmaqla nümunələr hazırlanır, ərinti ilə birbaşa kontaktda olmadan qızdırılır və onunla qarşılıqlı təsir üçün tənzim olunan vakuum şəraitinə salınır. Hazırlanan nümunənin hündürlüyü 100 mm, diametri isə 50 mm təşkil edir. Vakuum yaratma zamanı ərinti qalxır və nümunənin məsamələrinə süzülür.

Əlavə təzyiq yaratma zamanı 50 mm.cv.st-da ərintinin 3 saniyədə qalxmanın orta sürəti ovuntu dənələrinin ölçülərinin 0,20-0,16 mm-dən 0,6-0,4mm-ə qədər həddində böyüklük dərəcəsiindən asılı olaraq 2,3mm/san-dən 9,2 mm/san-ə qədər dəyişir. Xarici təzyiqi 3 dəfə artırıqda qalxmanın orta sürəti tədqiqatda 9 -10 dəfə həddində artır (şəkl.5).

Töküyün səth qatının möhkəmləndirilməsi üçün tökmə qəlibinin işçi səthinə çəkilən məsaməli ovuntu örtük qatının qalınlığı 3-5mm təşkil edir. Belə məsaməli ovuntu örtüyün hopdurulması üçün yüksək temperatura qədər qızmada ovuntunun dənə tərkibindən asılı olaraq metalın 75 mm.cv.st təzyiqi zamanı 0,42-dən 0,54 san. qədər vaxt tələb olunur.

Ərintinin ovutu dənələrin arasına daxil olması onların əriməsinə səbəb olur. Dənələr arası boşluqlara dolmuş ərintidə legirləyici elementlərin sonrakı əriməsi verilən temperatur konsentrasiyası üçün tarazlıq halına çatan ana qədər davam edir. Çətinəriyən materialdan ibarət örtük qatı ilə çuqunun qarşılıqlı təsiri dənəli strukturlu qatın yaranmasına səbəb olur. Maye poladın 5 saniyə ərzində və 10 saniyədə 1560⁰C temperatura qədər ilkin qızmış örtük qatı ilə qarşılıqlı təsiri əsasən istifadə olunan ovuntunun dənəvərliyindən təyin olunur. Ovuntu dənələrinin ölçüləri ancaq yaranan legirlənmiş qatın qalınlığına təsir göstərmir, həm də maye ərinti ilə örtük qatın qarşılıqlı təsir mexanizmini müəyyən edir.

Beləliklə, 1-3№-li örtük qatında məsamələrə daxil olan polad qismən ferroxromu əridir: qalıq dənələrin orta ölçüləri ilkin ovuntuda 0,315-0,20 mm-ə qarşı 0,180 mm təşkil edir və onlar diffuziya yolu ilə karbonla zənginləşir. Dənələrin ölçülərinin sonrakı kiçilməsi örtük qatın qismən qızıb bitməsi zamanı baş verir. Ərintinin ona daxil olması çətinləşir və yaranan (məsələn örtük №4) qatın qalınlığı nisbətən az olur. 5-6 №-li örtüklə (cədvəl) yaranan qatda, aparıcı proses onun dənələrinin qızıb bitməsi olur.

Cədvəl

Ovuntu dənələrin ölçüləri və hopma dərinliyi

Məcunun №-si	1	2	3	4	5	6
Örtük qatında ferroxrom dənələrin ölçüsü, mm.	0,6-0,4	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,16	0,16-0,10	0,10-0,063
Hopma dərinliyi, mm.	6,50	6,10	10,0	8,0	7,60	12,0
Örtük qatında ПГ-ХН80СР3 dənələrin ölçüsü, mm.	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,16	0,16-0,10	0,10-0,063	0,063-0,050
Hopma dərinliyi, mm.	5,50	5,0	11,2	8,4	11,0	12,0

Rentgenstruktur və rentgenspektral analiz göstərir ki, 95% ΦX650A markalıferroxrom və 5%ΦMn3 markalı ferromanqanla legirlənmiş polad töküyn səth qatı 3 zonadan- dəyişən tərkibli 6-məhlul və karbiddən ibarət olur. Töküyün səthində birinci zonanın əsasını 6-bərk məhlul təşkil edir. Xromun konsentrasiyası ilkin ferroxromda onun miqdarına uyğun olur. Bu zonada karbidlər iridir, həm mərkəzdə, həm də dənələrin sərhəddində yerləşir. İkinci zonada bərk məhlul qatın orta hissəsində daha çox bircinslidir, karbidlər xırdadır və dənələrin sərhədlərində yerləşir. Üçüncü zona-qatdan 35Л

markalı polad əsasə keçid tipik diffuziyalı formalaşma struktura malikdir. Onda xromun paylanması şək. 6-da göstərilməsi ($t_{\text{tök}} = 1560^{\circ}\text{C}$) qatın struktur zonasında formalaşma mexanizminin fərqliliyini təstiq edir.

Həmin tərkibli möhkəmləndirici örtüklə C415 markalı çuqun tökükdə 1400°C temperaturda tökmə zamanı öz strukturu və xromun paylanması ilə əhəmiyyətli fərqlənən örtük qatı formalaşır [8] (şək.7). Göründüyü kimi qatın bütün dərinliyi üzrə ferroxrom dənələri qalır, boş yerlərin arasına xromlu çuqun dolur; xromun konsentrasiyası qatdan əsasə çuquna tərəf keçid zonada birdən sıçrayışla yox olur, örtük qatın bütün dənələri tam əriyir və həll olur.

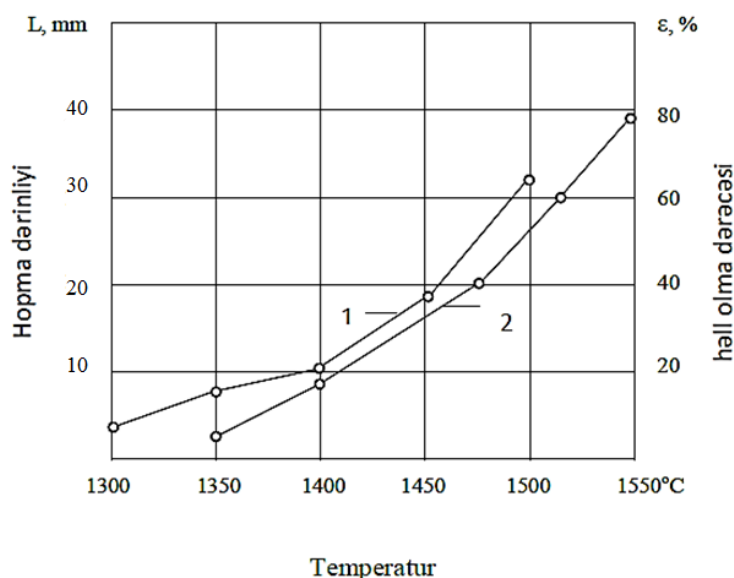
Polad töküklərin səthini nisbətən asanəriyən materiallarla karbonlu ferroxromla (ΦX650A) və karbonlu ferromanqanla (ΦMn3) möhkəmləndirmə zamanı maye halında qatın əsasında austenitin dərinlik üzrə konsentrasiyası bərabər, uyğun olaraq 9 -10% Cr və ya 16- 18%Mn, mürəkkəb karbidin tərkibində 30-60% Cr və ya 31-37% Mn olur.

Tədqiqatın nəticəsi təstiq etməyə imkan verir ki, səthi-legirlənmiş qatın yaranma mexanizmi istifadə edilmiş təbii materiallarla (ferroərintilər, oksidlər, duzlar və s.), onların qəlibin divarına çəkmə üsulu və legirləyici ərintinin xassələri ilə təyin edilir. Bununla bərabər onların xassələrindən və vəziyyətindən asılı olaraq aparıcı proseslər ərimə, həll olma, süzülmə, diffuziya, qızıb bitişmə ola bilər.

Ona görə də qatın ölçülərini və xassələrini nizamlanma texnoloji üsulu müxtəlif olmalıdır.

Ferroərinti metal ovuntudan ibarət məcundan istifadə etməklə 25-40 mm divar qalınlıqlı töküklərdə dərinliyi 2,5-4,5 mm və iri töküklərdə 10-12 mm-ə qədər yüksək konsentrasiyalı (20-60%) legirləyici element olan səth qatı almağa imkan verir.

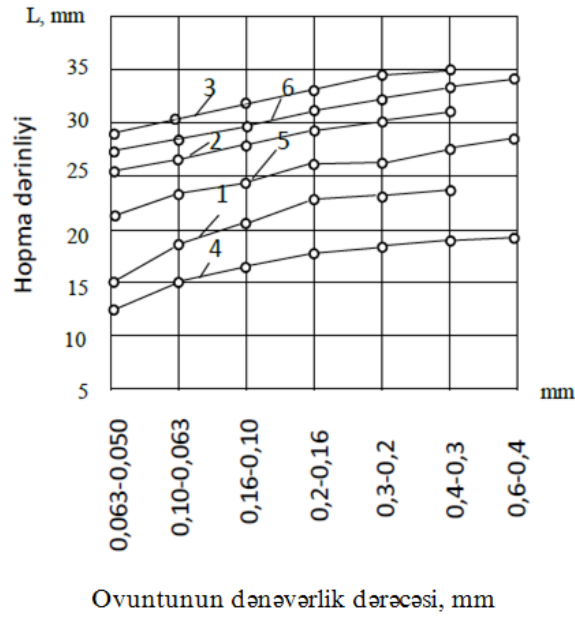
Şək. 4-də ovuntu qatına hopma dərinliyinin və ovuntu hissəciklərinin həll olma dərəcəsinin çuqunun (1) və poladın (2) temperaturundan asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir.



Şəkil 4. Hopma dərinliyinin və ovuntu hissəciklərinin həll olma dərəcəsinin çuqunun (1) və poladın (2) temperaturundan asılı olaraq dəyişməsi: 1-III-XH80CP3; 2- ΦX650A , ΦMn2 , ΦMn3 , ΦB0 .

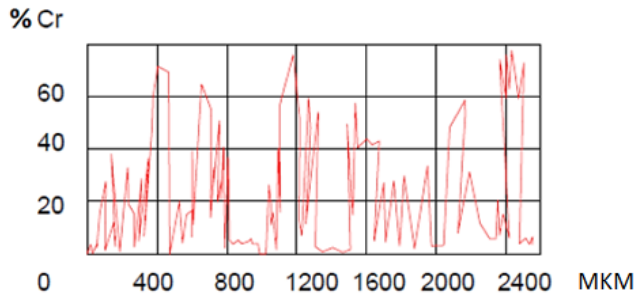
Şək. 5-də məsaməli ovuntu qatına çuqunun (1, 2, 3) və poladın (4, 5, 6) hopma dərinliyinin metallostatik təzyiqin miqdarından və ovuntu hissəciklərinin ölçüsündən asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir.

Legirlənmiş qatın qalınlığının legirləyici örtük qatın qalınlığından asılı olaraq dəyişməsi şək. 8-də göstərilmişdir.

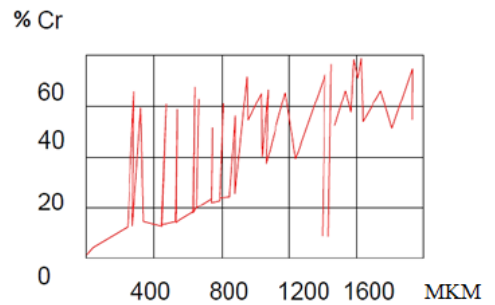


Şəkil 5. Məsaməli ovuntu qatına çuqunun (1, 2, 3) və poladın (4, 5, 6) hopma dərinliyinin metallostatik təzyiqin miqdarından və ovuntu hissəciklərinin ölçüsündən asılı olaraq dəyişməsi:

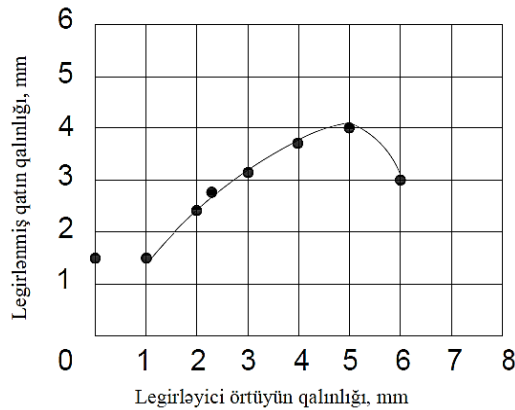
1, 2, 3- 25, 50 və 75 mm.c.st. metallostatik təzyiqdə çuqunun ПП- XH80CP3 ovuntu qatına hopma dərinliyi, ($T_t=1400^{\circ}\text{C}$); 4, 5, 6- 25, 50 və 75 mm.c.st. metallostatik təzyiqdə poladın $\Phi X650A$, $\Phi M\text{H}2$, $\Phi M\text{H}3$, $\Phi B0$ ovuntu qatına hopma dərinliyi, ($T_t=1560^{\circ}\text{C}$).



Şəkil 6. Polada keçid zonada xromun paylanması, ($t_{\text{tök}} = 1560^{\circ}\text{C}$).

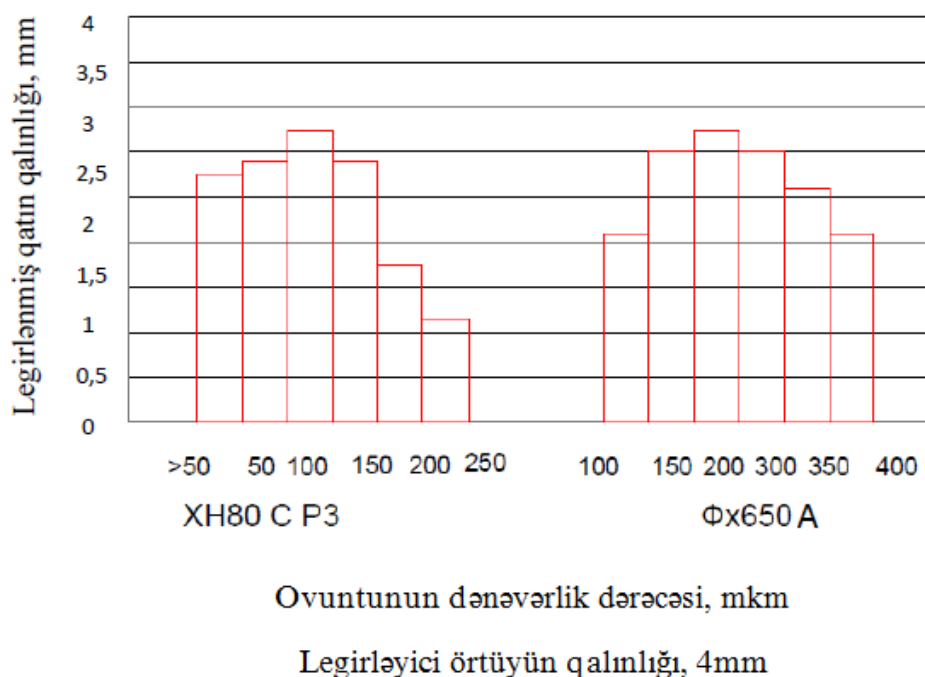


Şəkil 7. Çuqun töküynin örtük qatında xromun paylanması



Şəkil 8. Legirlənmiş qatın qalınlığının legirləyici örtük qatın qalınlığından asılı olaraq dəyişməsi

Poladın və çuqunun tökmə temperaturu uyğun olaraq 1520°C və 1400°C təşkil edir. Legirlənmiş qatın qalınlığının legirləyici örtüyün dənəverlik dərəcəsiindən asılı olaraq dəyişməsi şəkl. 9-da göstərilmişdir.



Şəkil 9. Legirilmiş qatın qalınlığının legirəyici örtüyün dənəvərlik dərəcəsindən asılı olaraq dəyişməsi

Nəticə. Bimetallik örtük çəkmədə səthi legirlənmiş qatın yaranma mexanizmi istifadə edilmiş ovuntu materialları, onların qəlibin səthinə çəkmə üsulu və legirəyici materialların xassələri ilə təyin edilir. Bununla bərabər bu materialların xassələrindən asılı olaraq aparıcı proseslər rolunu ərimə, həllolma, süzülmə, diffuziya, qızıb bitişmə oynaya bilər.

Müəyyən olunmuşdur ki, ferroərinti metal ovuntudan və maye şüşədən ibarət məcundan istifadə etməklə 20-40 mm divar qalınlıqlı töküklərdə dərinliyi 2-4 mm və iri töküklərdə isə 10-12 mm-ə qədər yüksək konsentrasiyalı (20-60%) legirəyici element olan səth qatı almaq mümkün olur.

Müəyyən olunmuşdur ki, hopma dərinliyini artırmaq və kompozisiya örtüyünün qalınlığı üzrə daha çox bircinsli strukturun alınması üçün uyğun olaraq ovuntu örtüyün qalınlığını 3-5 mm-ə qədər azaltmaq və ərintinin tökmə temperaturunu ovuntu hissəcik metalının ərimə temperaturundan 80-100°C yüksəltmək lazımdır. Ovuntu qatın qalınlığını 3-5 mm-ə qədər azaltmaqla və maye çuqunu 1420-1440°C, poladı isə 1560-1580°C temperaturda tökmə zamanı və ovuntu hissəciklərinin dispersliyi 50-160 mkm olduqda keyfiyyətli səthi legirlənmiş kompozisiya örtüklü töküyn formalaşması baş verir.

Ədəbiyyat

- Şirinov, T.İ. Çoxfunksiyalı örtüklər. Dərslik / T.İ. Şirinov, R.Q. Hüseynov, S.N. Namazov, R.R. Məmmədova –Bakı: “Təhsil” NPM, -2009. -226 s.
- Баева, Л.С. Повышение долговечности деталей машин методом нанесения многокомпонентных защитных диффузионных покрытий / Л.С. Баева, Е.К. Медко // Изобретение в машиностроении, -2000. №3, -с. 15-17.
- Rəsulov F.R. Tökmə qəlibində məsaməli ovuntu örtüyünə maye çuqunun hopmasının çuqun töküyn bərkimə kinetikasına təsiri // Maşınqayırmada intellektual texnologiyalar Beynəlxalq Elmi Texniki Konfrans, -2016, -s. 335-338.
- Бокштейн, Б.С. Диффузия в металлах / Б.С. Бокштейн, -М., Металлургия, -1978. -248 с.
- Гурьев, М.А. Разработка нового метода легирования поверхности отливок / М.А. Гурьев, С.Г. Иванов, И.А. Гармаева, Дон Яджи, Мэй Шунчи, Б.Д. Лыгденов, А.М. Гурьев// Международный журнал экспериментального образования, -2015, №8, -с. 103-105.

6. Кидалов, Н.А. Поверхностное легирование отливки «звено гусеницы» в форме // Литейное производство, -2015. № 5, -с. 9-10.
7. Расулов, Ф.Р. Особенности поверхностного легирования отливки в литейной форме // - Москва: Вестник машиностроения, -2017. №4, -с. 86-88.
8. Rasulov, F.R. Surface Alloying of the Casting in the Casting Mold / F.R. Rasulov, A.I. Babaev// Engineering and Applied Sciences, -USA: -2018. Vol. 3, No.1-3, -p. 64-73.

Məqalə qəbul olunub: 05.03.2021

Təvsiyə ediblər: t.e.d., prof. A.T. Məmmədov; t.e.d., prof. N.Ş. İsmayilov