



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

**Azərbaycan Elm Fondunun “Elm-Təhsil-Sənaye”  
məqsədli qrant müsabiqəsinin  
(AEF-MGG- 2023-1(43)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə  
(rüblük olaraq 2-ci mərhələ)**

### ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Yerli resurslar əsasında legirli poladlar və ferroərıntilər istehsalı texnologiyalarının işlənməsi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Məmmədov Arif Tapdıq oğlu**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MGG- 2023-1(43)-13/01/-M-01**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **13 noyabr 2023-cü il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 dekabr 2023-cü il – 01 dekabr 2025-ci il**

Layihənin **II mərhələ** üzrə (rüb) məbləği:

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

**1** Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş elmi işlər

*Mərhələnin adı: legirli poladlar istehsalı texnologiyasının müasir vəziyyətinin təhlilidir.*

**1.1. Azərbaycan metallurgiyasının ümumi mənzərəsi.** *Azərbaycanda metallurgiya sənayesinin modern dövrü ümummilli lider H.Əliyevin adı ilə bağlıdır. Hal-hazırda onun strateji xəttini davam etdirən prezident İ.Əliyev ölkədə qeyri-neft sektorunun, xüsusilə – metallurgiya və maşınqayırmanın inkişafına böyük diqqət göstərir.*

*Məlumdur ki, ölkədə digər sahələrdə olduğu kimi, metallurgiya və maşınqayırma sənayesində də iqtisadi inkişaf sürətlidir. Makroiqtisadiyyatın hərtərəfli inkişafını məhz ağır sənayesiz, metallurgiya və maşınqayırmasız təsəvvür etmək olmur.*

*Respublikamızda aparılan güclü iqtisadi siyasətin nəticəsində ölkə günü gündən qüdrətini artırır. Bu nəyinki iqtisadi sahə, digər sahələr üçün də keçərlidir. Son on ildə baş verən əhəmiyyətli tədbirlər, layihələr, tikinti konstruksiyalarının inşası, ölkə iqtisadiyyatının inkişafının fonunda həyata keçirilir. Başqa sözlə, qeyri-neft sektoru və neft sektorunun vahidət şəkildə inkişafı, ölkəni daha da güclü edir.*

*Müasir standartlara cavab verən nəqliyyat yolları, unikal çoxmərtəbəli binalar, mədəniyyət mərkəzləri, idman kompleksləri, körpülər, mülki binalar, zavodlar, digər sənaye obyektlərinin tikilməsi, inşası, polad məhsullarına olan tələb və təklifi artırır.*

*Sevindirici haldır ki, 15 il bundan öncə tikinti materialları bazarı ixracat məhsulları hesabına formalaşırdısa, bu gün nəinki lokal bazar mövcuddur, hətta bu sahədə idxal olunan məhsullar var. Bütün bu məhsullar, dünya standartlarına cavab verən Azərbaycan istehsalıdır.*

Respublikada neft sektorunun (neft və təbii qaz), metallurgiyanın, xammal bazasının, tikinti sektorunun və bu sahələrdə müəyyən təcrübəyə malik əmək ehtiyatlarının olması ağır sənayenin, eyni zamanda metallurgiya sənayesinin inkişafı üçün imkanlar açır.

Ölkədə sənaye imkanlarının çoxluğu, resursların zənginliyi, sənaye sahələrinin günü-gündən dinamik inkişafı, respublikanın metallurgiya sahəsi üzrə Avropa, Asiya ölkələri arasında lider olacağına bir işarədir. Məhz bu səbəbdən Azərbaycanda yaradılması nəzərdə tutulan Metallurgiya Kompleksinin makroiqtisadiyyatın inkişafına və eyni zamanda yeni-yeni iş yerlərinin açılmasına dəlalət edəcək.

Bu gün ölkəmizdə istehsal olunan metallurgiya məhsul və xidmətləri daxili tələbatı cavab verməklə yanaşı, yüksək dəyərləndirilərək xarici bazara da çıxarılır. Bu məhsullara aşağıda aid etmək olar: inşaat armaturları, polad pəstahlar, ferroərintilər (ferrosilisiyum). Xəzəratrafı regionda yerləşən qonşu ölkə İran polad pəstahları "Baku Steel Company" MMC-dən alır, yəni ixrac edilir. Rusiya Federasiyasına (ROSNEFT) neft-qaz sənayesi üçün tikişsiz borular, ABŞ, Türkiyə və digər ölkələrə ferrosilisiyum ixrac olunur.

Metallurgiya sahəsində aparıcı ölkələr olan Rusiya, Ukraynadan idxal olunan məhsullardan keyfiyyətinə görə fərqlənən daxili məhsullar, qonşu regionlarda brendləşib və ona tələbat artmaqdadır.

Məlumdur ki, hər keçən gün sənaye ekstensiv inkişaf edir, lakin inkişafa paralel olaraq, ətraf mühitin korlanması da baş verir. Nəticədə lokal xarakterli problemlər qloballaşır və idarə etmək çətinləşir. Metallurgiya sahəsi üçün lazım olan resursların kortəbii istifadəsi onların yox olmasına gətirib çıxarır. Davamlı inkişafı tətbiq edərək ətraf mühitin mühafizəsi və iqtisadi artımı eyni dərəcədə saxlamaq lazımdır. Bu səbəbdən, ölkədə dayanıqlı inkişafı dəstəkləyən iqtisadi və ekoloji siyasət yaradılır.

**1.2. Polad istehsalının mövcud texnoloji proseslərinin təhlili.** Bu gün Azərbaycanın qeyri-neft sektorunda öz istehsal gücü və potensialına görə lider müəssisə - Bakı Polad Şirkəti 2001-ci ilin may ayında istismara buraxılmışdır. Şirkətin təntənəli açılışı ümummilli Lider Heydər Əliyevin iştirakı ilə 23 iyun 2001-ci il tarixində olmuşdur. İndi həmin gün Azərbaycan metallurqlarının peşə bayramı günüdür.

Şirkətin layihələndirilməsi, avadanlıqların alınması, quraşdırılması və atmosfer tullantılarına nəzarət Almaniya, Fransa, İtaliya şirkətləri və MDB məkanında polad istehsalı üzrə müasir Moldova Metallurgiya Zavodunun mütəxəssisləri tərəfindən həyata keçirilmişdir. Müəssisənin sənaye-sosial infrastrukturunu 20-dən çox yerli şirkətin və 500-dən çox mühəndis-texniki işçinin sayları nəticəsində başa çatdırılmışdır.

Müəssisə Azərbaycanda ağır sənaye sahəsində xarici investisiya cəlb edilməklə yaradılan ilk özəl metallurgiya müəssisəsidir. Bakı Polad Şirkətinin layihə üzrə istehsal gücü ildə 500 min ton polad pəstahlardır. Hazırda müəssisə təxminən 850 min ton məhsul istehsal edir.

Müəssisədə 2000 nəfərdən çox işçi çalışır. Şirkət müasir əritmə və fasiləsiz tökmə texnologiyasını mənimsəmişdir və beynəlxalq standartlara uyğun karbonlu və legirli poladlardan armatur yaymaları və pəstahlar istehsal edir. İstehsal edilən məhsullar xaricə və ölkə daxilində metal emal edən müəssisələrə satılır. Armatur yaymaları GOST 10884-94 və GOST 5781-82 standartlarına uyğun istehsal olunur.

Bakı Polad Şirkətində armatur istehsalı üçün yayma polad pəstahlar 120x120 və ya 150x150 mm ölçüdə tökülür. Pəstahların hazırlanması mütərəqqi xüsusi tökmə üsulu –fasiləsiz tökmə üsulu ilə həyata keçirilir.

Polad Almaniyanın Siemens Şirkətinin istehsalı olan 50 tonluq elektroqöv sobasında əridilir. Şixtə materialı olaraq əsasən satın alınan polad qırıntıları, ferroərintilər, saflaşdırıcı və posa əmələgətiricilərdən istifadə olunur. Sobaya oksigen üfürülməsi sayəsində polad sürətli əritmə texnologiyası üzrə hazırlanır.

Tökmə sahəsində maye polad əvvəlcə aralıq çalova, oradan isə kristallaşdırıcılara tökülür. Kristallaşdırıcılarda bərkliyə pəstahlar I və II soyuma zonalarını keçəndən sonra 600 və ya 1200 mm uzunluğunda kəsilir. Hazır külçələr müəyyən əməliyyatlar keçdikdən sonra armatur yayma proseslərinə uğradılır.

Maye polad müəyyən temperatur və kimyəvi tərkibdə çalov-sobaya buraxılır. Çalovda metala ferroərintilər verilir, azot üfürülür və ərintinin kimyəvi tərkibi, həmçinin temperaturu tənzimlənir. Tərkibi və temperaturu bir daha yoxlandıqdan sonra maye poladın tökmə çalovuna boşaldılır və tökmə sahəsinə nəql

etdirilir.

Poladın əridilməsi Almaniya istehsalı olan müasir elektrik qövə sobasında aparılır. Əridilmiş polad soba-çalov qurğusunda qısa müddət ərzində emal edildikdən və kimyəvi tərkibi dəqiqləşdirildikdən sonra fasiləsiz poladtökmə maşınına verilir.

Armatür yaymaları üçün istifadə olunan kvadrat en kəsikli pəstahlar Kanada istehsalı olan üçaxarlı radial fasiləsiz poladtökmə maşınında istehsal olunur. Kvadrat pəstahlar 120x120 və 150x150 mm, uzunluğu isə 6000-12000 mm ölçüdə buraxılır.

Kvadrat pəstahlar 15-qəfəslə yayma xəttindən keçirilərək hazır armatür şəklinə salınır. Armatürlər 8-32 mm diametri və 6000-12000 mm uzunluğunda istehsal olunur. Armatürlər alıcıların sifarişinə uyğun olaraq 5 tona qədər bağlama şəklində qablaşdırılır və hazır məhsul anbarına göndərilir. Bağlamalarda armatürün diametri, uzunluğu, çəkisi, poladın markası və digər parametrləri göstərilir.

Metalın keyfiyyətinə nəzarət spektral və kimyəvi təhlil laboratoriyalarında aparılır. Poladın tərkibi 11 kimyəvi element üzrə yüksək dəqiqliklə təyin edilir və tökmə maşınına verilməzdən əvvəl ferroərintilər əlavə edilərək tənzimlənir. Hər bir pəstahdan hazırlanan armatür yaymalarının fiziki və mexaniki göstəriciləri təyin olunur və satış zamanı verilən keyfiyyət sertifikatında əksini tapır.

Polad məhsullarının istehsalı və satışı İsvəçrə Beynəlxalq Nəzarət Şirkətinin kəmiyyət və keyfiyyət üzrə zəmanəti ilə həyata keçirilir. Dünyanın 114 ölkəsində fəaliyyət göstərən bu şirkət məhsula zəmanət vermək üçün müvafiq sınaqlar aparır və zavodun verdiyi keyfiyyət sertifikatını təsdiqləyir.

Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Komitəsi istehsal olunan polad armatürlərə milli uyğunluq sertifikatı vermişdir. Bundan başqa, Azərbaycan hökumətinin təşəbbüsü ilə Neft Maşınqayırması İnstitutu şirkətin istehsal avadanlığının vəziyyətini öyrənmiş, istehsal olunan məhsulların keyfiyyətini Rusiyada (Moskva Dəmir-beton Konstruksiyaları İnstitutu) və Belarusda (Minsk Politexnik Akademiyası) fəaliyyət göstərən laboratoriyalarda nəzarət qaydasında yoxlamış və müsbət nəticələr əldə edilmişdir.

Ölkədə istehsal olunan polad məhsulları dəfələrlə beynəlxalq miqyaslı sərgilərdə nümayiş olunmuşdur. Moskva, Astana, Təbriz və Bakı şəhərlərində keçirilən sərgilərdə ölkənin istehsal etdiyi məhsullar böyük diqqətə səbəb olmuş və keyfiyyət diplomları qazanmışdır.

Ölkənin istehsal etdiyi metal emalı məhsullarının bəzi texniki, iqtisadi, fiziki-kimyəvi və mexaniki xarakteristikalarını nəzərdən keçirək.

Məsələn, ölkədə istehsal olunan armatür poladlarının buraxıla bilən mexaniki xassələri normativ sənədlərə uyğundur. Ölkədə azı 10 növdə polad armatür istehsal olunur, onların mexaniki xassələri, o cümlədən möhkəmliyi və plastikliyi böyük hədlərdə (uyğun olaraq 373 – 883 N/mm<sup>2</sup> və 6 – 25 %) dəyişir.

Aqmatürlərin əsas ölçüsü – diametri 8-28 mm arasında dəyişir. Qabırğaların eni 2,5 mm, hündürlüyü 2,0, addımı ~10 mm-ə çatır. Armatürlərin xarici diametri 9-30 mm həddində yerləşir. Armatür yaymaq üçün istifadə olunan polad markaları haqqında məlumatlara tərəfimizdən baxılmışdır.

Armatürlərin şərti diametri 6-40 mm intervalında dəyişir. Polad markaları qismində adi karbonlu (Cm3nc) və legirli (08Г2С, 10ГС2 və s.) poladlar istifadə olunur.

Adi karbonlu poladlarda C-nun miqdarı 0,14-0,37% intervalında dəyişir. P və S-in miqdarı isə uyğun olaraq 0,05 və 0,04%-lə məhdudlaşdırılır. Legirli poladlarda C-nun miqdarı adətən 0,2-dən 0,8%-dək dəyişir. Bütün karbonlu armatür poladlarında Mn 0,4-0,8 %, Si isə 0,05-0,5 % həddində olur. Belə poladlarda daimi aşqar kimi, adətən 0,3% -dən az Ni və Cr müşahidə olunur. Legirli poladlarda markasından asılı olaraq bütün legirləyici elementlərin (Mn, Si, Cr, Ni, Cu və Ti) miqdarı 3%-i aşmur və deməli, azlegirli poladlar hesab oluna bilər.

Armatürlərin diametri 6-dan 32 mm-ə qədər, en kəsik sahəsi isə 0,283-dən 8,040 sm<sup>2</sup> arasında dəyişir. Armatürlərin paqon metri çəkisinin aşağı, yuxarı və optimal hədləri verilmişdir. Optimal çəki 0,222-dən 6,310 kq arasında dəyişir.

Polad külçələrin (120x120 və 150x150 mm) və inşaat armaturları pəstahlarının istehsalında rast gəlinən xarakterik qüsurlar təhlil olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, xarakterik qüsurları iki qrupa bölmək olar: pəstahların həndəsi ölçülərinin uyğunsuzluqları və pəstahların özündə baş verən qüsurlar.

Polad külçələrin (120x120 və 150x150 mm) və inşaat armaturları pəstahlarının istehsalında rast gəlinən xarakterik qüsurlar təhlil olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, xarakterik qüsurları iki qrupa bölmək olar: pəstahların həndəsi ölçülərinin uyğunsuzluqları və pəstahların özündə baş verən qüsurlar.

Yayma pəstahlarında baş verən xarakterik qüsurlar bunlardır və əsasən pəstahların ölçülərinin buraxılan təhrifləri ilə əlaqədardır. Buraya pəstahların eni və qalınlığını, qabarıqlığının təhrifləri, diaqonalın fərqliliyi, külçələrdə ayrilik, pəstahların uclarının kəsilmə çəpliyi və s. daxildir.

Pəstahların səthində müşahidə olunan xarakterik qüsurlara rombluluq, ujiminlər (büzüşmələr), en kəsiyin təhrifləri, kənarların (tillərin) şişməsi, yüksək ayrilik, çəpliklər, uzununa və eninə çatlar, zolaqlar (kəmərlər), qabıqın qatlamaları, tilişgələr, posa və qaz qabarcıqları və s. aiddir.

**1.3. Legirli poladəritmə texnoloji proseslərinin əsas xüsusiyyətləri.** Maşınqayırmada istifadə olunan bütün materiallarla müqayisədə legirli polad ən yaxşı xassələrə malik olub eyni zamanda möhkəmlik, plastiklik və zərbə özlüklüyünün yüksək göstəricilərinə malikdir. Legirli polad konstruksiya materialı kimi müasir texnikanın mürəkkəb və çox sahəli tələblərinə cavab verir. Sənaye materiallarından heç biri legirli polad kimi xassələrin geniş diapazonuna malik deyildir.

Aparılan çoxlu miqdarda tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, yaxşı saflaşdırılmış və optimal temperatura malik olan legirli tökmə poladı öz keyfiyyətinə görə təzyiqlə emal poladından heç də geri qalmır, hətta pəstahın nazik və qalın divarlarında xassələrin izotropluğuна görə üstünlük təşkil edir.

Bəzi legirli poladlar həmçinin yaxşı qaynaqlandığına görə mürəkkəb formalı konstruksiyaların tökmə-qaynaq üsulu ilə hazırlanmasına imkan verir. Göstərilənlərdən başqa legirli polad töküük qiymət və istiqamətini dəyişən və zərbəli qüvvələrin təsiri şəraitində böyük gərginliklərə davam gətirə bilər.

Yayma, döymə, alət və s. poladlardan fərqli olaraq tökmə poladlarının kimyəvi tərkibi elə seçilməlidir ki, onlar tələb olunan mexaniki və istismar xassələri ilə yanaşı, əlverişli texnoloji xassələrə də malik olsunlar.

Poladlar aşağıdakı qruplara bölünürlər: ümumi tətbiqə malik konstruksiya poladları; paslanmayan poladlar; turşuyadavamlı poladlar; istidəməhkəm poladlar; odadavamlı poladlar; yeyilməyə davamlı poladlar; soyuğa davamlı poladlar.

Əritmə üsuluna görə tökmə poladları əsas və turş olmaqla iki qrupa bölünürlər. Əridici sobanın növündən asılı olaraq poladlar konvertor, marten, elektrik poladı və s. kimi adlanırlar. Kimyəvi tərkibdə elementlərin miqdarına görə tökmə poladları aşağıdakı siniflərə bölünürlər:

I sinif – karbonlu tökmə poladları: azkarbonlu poladlar (tərkibində 0,08-0,20%-ə qədər karbon olur). orta karbonlu (C=0,20-0,45%). çoxkarbonlu poladlar (tərkibində 0,45%-dən çox karbon olur).

II sinif – az legirlənmiş poladlar (legirləyici elementlərin miqdarı 2,5 %-ə qədər olur). III sinif – orta legirlənmiş poladlar (tərkibində 2,5-10% legirləyici elementlər olur). IV sinif – çox legirlənmiş tökmə poladları (tərkibində legirləyici elementlərin miqdarı 10%-dən çox təşkil edir).

Poladların təsnifatı. Polad töküükləri aşağıdakı əlamətlərə görə təsnif edirlər: kimyəvi tərkib; struktur quruluşu; tətbiq sahəsi və istismar xassələri; poladın əridilmə üsulu; çəkiyə görə; hazırlanma üsulu. Kimyəvi tərkibə görə polad töküükləri karbonlu (az, orta və çoxkarbonlu) və legirlənmiş az, orta və çoxlegirlənmiş olmaqla iki sinifə bölünürlər.

Struktur quruluşuna görə karbonlu və legirlənmiş polad töküükləri ayrılıqda təsnif olunurlar, çünki onların struktur təşkiledicilərinin xassələri müxtəlifdir. Karbonlu polad töküükləri adətən ferrit və ya perlit strukturuna malik olub uyğun olaraq ferrit və perlit sinfinə aid edirlər. Lakin azkarbonlu polad töküüklərində ferritdən əlavə onun sərhəddi boyunca üçüncü sementit, eotektoiddən sonrakı polad töküüklərində isə ikinci sementit ayrılır.

Legirlənmiş polad töküüklərinin strukturu legirləyici elementlərin, karbonun miqdarından və termiki emal

üsulundan asılıdır. Struktura görə çoxlegirlənmiş polad tökükləri martensit, martensit-ferrit, ferrit, austenit-martensit, austenit-ferrit və austenit əsaslı olmaqla altı sinfə bölünürlər.

Tətbiq sahəsinə və ya istismar xassələrinə görə poladın keyfiyyətini nəzərə almaqla tökmələr iki qrupa bölünürlər: ümumi tətbiqə malik konstruksiya polad tökükləri; xüsusi fiziki, kimyəvi və fiziki-kimyəvi xassələrə malik polad tökükləri.

Birinci qrupa karbonlu az və ortalegirlənmiş polad tökükləri aiddirlər (ən çox isə karbonlu poladlardan istifadə olunur). Bu qrupa aid olan tökmələr üçün əsas göstəricilər onların mexaniki xassələridir. İkinci qrupa aid tökmələr əsasən, odada davamlı, istidə möhkəm, yeyilməyə davamlı, korroziyaya davamlı, xüsusi elektrik, maqnit və s. xassəli poladlardan hazırlanırlar. Göstərilən tökmələr üçün əsas göstəricilər onların xüsusi xassələridir.

Əritmə üsuluna görə polad sobanın növündən asılı olaraq adlanır. Məsələn, marten polad töküyü, elektrik polad töküyü dedikdə tökmənin marten və ya elektrik sobasında əridilmiş metaldan hazırlandığı başa düşülür. Sobanın adını çəkildə eyni zamanda onun əsas və ya turş xassəli olması da göstərilir. Məsələn, əsası xassəli marten polad töküyü, turş xassəli elektrik polad töküyü və s.

İstehsalın növünə görə polad fərdi, seriyalı, kütləvi kimi qruplara bölünürlər. Bundan əlavə istehsal üsulunu müəyyən etmək üçün tökmənin hansı qəlibdə hazırlanması da göstərilir. Məsələn, kokil tökməsi, qum-gil qəlibində, təzyiqlə hazırlanmış polad töküyü və s.

Çəkiyə görə polad tökükləri dörd qrupa bölünürlər: I – xırda çəkili (100 kq-a qədər); II – orta çəkili (100-500 kq); III – iri çəkili (500-1000 kq); IV – daha iri çəkili fərdi tökmələr (bir neçə yüz tona qədər çəkiyə malik).

Polad töküklərinin müxtəlif avadanlıqlarda istifadə olunan çeşidi çox müxtəlifdir. Bəzi avadanlıqlarda istifadə olunan polad töküklərinin çeşidi belə təsnif oluna bilər: neft avadanlıqları, gəmiqayırma, maşınqayırma, daxiliyanma maşınları, nasos hissələri, dəmiryol nəqliyyatı, tanklar və traktorlar, xırdayıcı maşın və dəyirmanlar, ekskavatorlar və s.

Müasir maşınqayırmanın bütün sahələrində polad töküklərindən geniş istifadə olunur. Müxtəlif ölkələrdə istehsal olunan polad tökükləri müxtəlif məqsədlər üçün tətbiq olunur. Məsələn, ABŞ-da istehsal olunan polad töküklərinin əksəriyyəti avtomobil nəqliyyatı üçün, keçmiş SSRİ-də isə ən çox polad tökükləri traktorlar və kənd təsərrüfatı maşınları istehsalında istifadə olunur.

**Poladın əridilməsi.** Poladların əritmə üsulları aşağıdakı kimi təsnif edilir:

1. Turş xassəli konvertor (kiçik bessemer);
2. Oksigen üfürülən turş konvertor üsulu;
3. Əsasi və turş xassəli Marten sobasında əritmə;
4. Əsasi və turş xassəli elektroqövş sobasında əritmə;
5. Əsas və turş xassəli açıq yüksək tezlikli induksiya sobasında əritmə;
6. Qapalı induksiya-vakuum sobasında əritmə;
7. Elektroqövş-vakuum sobasında əritmə;
8. Elektron-vakuum qurğularında əritmə;
9. Elektrik-posa ilə poladın təkrar əridilməsi;
10. Sintetik posa ilə poladın qazsızlaşdırılması;
11. Əridilmiş poladın sobadan kənarında vakuumlaşdırılması.

Qeyd etmək lazımdır ki, son vaxtlar yuxarıda göstərilən polad əritmə üsullarından elektrik əritmə üsulu birinci yerə çıxmışdır. Əvvəllər konvertor və marten üsulları birinci yer tuturdu. Hazırda polad tökükləri istehsalında elektrik poladının xüsusi çəkisi 90%-ə qədər artmışdır. Bu isə poladın elektrometallurgiyasının bir sıra üstünlüklərə malik olması ilə əlaqədardır.

Elektrik sobalarında əsasən çox məsul tətbiq sahələrinə malik legirlənmiş poladlar əridilir. Hazırda polad töküklərinin elektrometallurgiyasında əsas yeri elektroqövş sobaları tutur. Polad tökmə sexlərində ən çox 5 tonluq (DS-5MT) və 3 tonluq (DSP-3) elektroqövş sobalarından istifadə olunur. İri tökmələr istehsalında, ağır maşınqayırma, gəmiqayırma və b. zavodlarda 50 tonluq (DSP-50) sobalar da tətbiq olunur.

Poladəritmə sobaları arasında istismarı daha sadə olan induksiya sobalarıdır. Bu sobaların tutumu 25 t-a qədər olur. Ancaq hazırda polad tökükləri istehsalında ən çox tutumu 1,0 və 2,5 ton olan induksiya sobalarından istifadə olunur.

Şixtə materiallarının təsnifatı və hesabı. Poladın elektrik sobalarında əridilməsində şixtənin əsas metallik hissəsini GOCT 2787-63 üzrə polad lomu təşkil edir. Karbonlu polad məmulatlarından və tullantılardan ibarət lom A2 markalanır. Onun qabarit ölçüləri tələbatə görə 600×350×250 mm-dən çox olmamalıdır. Göstərilən GOCT -a görə legirlənmiş və çoxlegirlənmiş polad lomu kimyəvi tərkibə 73 (B1-B73) qrupa bölünür.

Legirlənmiş tullantılardan xüsusilə, çoxlegirlənmiş tullantılardan istifadə olunması iqtisadi cəhətdən çox əlverişlidir. Çünki onlar molibden, vanadium, volfram və s. kimi çox qiymətli elementlərə malikdirlər. Müəyyən edilmişdir ki, elektrik əritmədə oksigenin tətbiq olunması 100% legirlənmiş tullantılardan istifadə olunmasına şərait yaradır. Bu halda poladın keyfiyyətinə zərər gəlmədən əritmə vaxtı və əmək sərfi xeyli aşağı düşür.

Elektroqöv sobasında polad əritmədə satın alınan lomdan əlavə istehsalatın tullantıları və tökmə sexinin özünün qayıdış tullantılarından da istifadə edilir. Bəzi zavodların təcrübəsində elektrik sobalarında poladəritmədə şixtə materialının tərkibində 10%-ə qədər təkrar emal çuqunundan istifadə olunur. Şixtə materiallarını seçdikdə aşağıda göstərilən şərtləri nəzərə almaq lazımdır.

Poladın əridilməsinin aşağıdakı bir sıra xüsusiyyətləri vardır:

- karbonlu poladları əritdikdə şixtə materiallarında legirləyici elementlərin miqdarı cüzi olmalıdır;
- bütün hallarda məlum kimyəvi tərkibə malik olan şixtə materiallarından istifadə olunması;
- turş əritmə prosesi tərkibində kükürd və fosforun minimum miqdarda olduğu şixtədən istifadə olunmasını tələb edir;
- metallik şixtədə pas və qeyri-metal materialların (qum, yanmış torpaq və s.) miqdarı minimum olmalıdır;
- istifadə olunan ferroərintilər qurudulmuş halda olmalıdırlar.

**Ferroərintilər, saflaşdırıcılar və modifikatorlar.** Ferroərintilər əsas legirləyici elementin miqdarının yüksək, ərimə temperaturunun aşağı, maksimum sıxlığı, lazımı mexaniki möhkəmliyə malik olmaq kimi tələbatları ödəməlidirlər. Polad töküklərinin istehsalında Si45 və Si75 markalı elektrotermiki ferrosilisiyumdən istifadə olunmasına üstünlük verilir (GOCT 1415-61).

Ferromanqanın üç növündən istifadə olunur: karbonlu, domna, ferromanqan – Mn5 və Mn6 (GOCT 5165-49), elektrotermiki ferromanqan – MnO, Mn1, Mn2 (GOCT 4755-49) və metallik maqnaq – MnOO; MnO; Mn1; Mn2 (GOCT 6008-91).

Bir çox polad markaları üçün domna ferromanqanı tətbiq olunur. Elektrotermik ferromanqan karbonla manqanın miqdarlarına düzəliş etdikdə, metallik manqan isə azkarbonlu paslanmayan və istidə möhkəm poladları əritdikdə tətbiq olunurlar. Ferroərintilərdə adətən 0,30-0,45%-ə qədər fosfor olur ki, o da manqan filizlərindən keçir.

Son illər poladtökmə istehsalında silikomanqan geniş tətbiq olunur. GOCT 4756-49-a görə manqanın miqdarı həmin ərintidə 65%-dən az olmamalı, silisium isə 20-14% təşkil etməlidir (SiMn20, SiMn17, SiMn14 markalı). Silikomanqanda karbonun miqdarı nisbətən az (2,5%-ə qədər) olduğu üçün onu elektrotermiki ferromanqanın əvəzinə tətbiq etmək imkanı yaranır.

Bir çox tökmə poladlarında xrom əsas legirləyici komponent kimi tətbiq olunur. Xromun elektrotermiki ferroxromda miqdarı 60-65%-dən az olmayır. Ferroxromun növü isə onun tərkibindəki karbonun miqdarı ilə müəyyən edilir. Bu cəhətdən ferroxrom 4 qrupa bölünür (GOCT 4757-49): karbonsuz – Cr0000, Cr000, Cr00; azkarbonlu – Cr0, Cr01; ortakarbonlu – Cr1, Cr2, Cr3; karbonlu – Cr4, Cr6.

Müəyyən tərkibli legirlənmiş poladları əritdikdə ferrovolframdan (65-80% W, GOCT 4758-55); ferromolibdendən ( $\geq 55\%$  Mo, GOCT 4759-49); ferrovaniyumdən ( $\geq 35\%$  V, GOCT 4760-49); ferrotitandan ( $\geq 25\%$  Ti, GOCT 4761-67) və s. istifadə olunur (1,2,3).

Nikel tökmə poladlarında legirləşdirici element kimi geniş istifadə olunur. Onu metal vannasına və ya

şixtənin tərkibinə verirlər. Nikel lövhələr, kürəciklər (diametri 3-8 mm) və ya külçələr şəklində istifadə olunur. Nikelin markaları N0, N1, N2, N3 və N4 (DÜİST 849-56) olur, tərkibində 97,6-99,99% nikel olur. Nikelin bütün markalarında xeyli miqdarda hidrogen olur.

Elektrik poladını saflaşdırmaq üçün silikomanqan – Si Mn 20, Si Mn 17, Si Mn14 (ГОСТ 4756-49), silikokalsium, AMS (alüminium+manqan+silisium), silikosirkonium və s. ərintilər də istifadə olunur. Metalın sonuncu saflaşdırılma prosesi isə çalovda metallik alüminiumla aparılır. ГОСТ 295-60-a görə alüminiumun birinci (Al-1) və ikinci əritmənin məhsulu olan Al2, Al3 markaları vardır. Birinci əritmədən alınan alüminium daha məsul poladların əridilməsində tətbiq olunur.

Ferrobun (10-12% bor) az miqdarda əlavəsi (0,001% B) poladın mexaniki xassələrini və tablanmasını yaxşılaşdırın modifikator kimi istifadə olunur. Nadir torpaq elementləri olan serium, lantan, prazedium, neodimium və s. polada əlavə edilən saflaşdırıcı və modifikator kimi təsir göstərilir.

Son vaxtlar əldən metallar da (maqnezium, sink, bismut və s.) polad istehsalında modifikator kimi tətbiq olunur. Çoxsaylı tədqiqatlar nəticəsində kompleks saflaşdırıcı-modifikatorların daha çox üstünlüyə malik olması təsdiq olunmuş və onların legirlənmiş poladlar istehsalında geniş tətbiqi həyata keçirilir.

Elektrik qövə sobası adətən böyük kütləyə, induksiya sobaları isə kiçik kütləyə malik olan və keyfiyyətli legirli poladların əridilməsində istifadə olunur.

**1.4. Legirli poladlar istehsalında metallaşdırılmış diyircəklərin istifadəsi.** Legirli poladların ölkəmizdə istehsalı üçün yeni resursların istifadəsinin əsas mənbəyi metallaşdırılmış diyircəklər ola bilər. Elektrik qövə sobalarında poladın əridilməsində ənənəvi olaraq aşağıdakı metal tullantılarından istifadə olunur:

- metallurgiya müəssisələrində birbaşa əmələ gələn ağır kütləli linglər;
- maşınqayırma müəssisələrinin ling və yonqarları;
- amortizasiya məhsulu yüngül kütləli linglər.

Nisbətən daha ağır və keyfiyyətli linglər metallurgiya müəssisələrinin tullantıları hesab olunur. Belə lingin səpilmə sıxlığı 1,5 t/m<sup>3</sup>-dur, onun tərkibində əldən metal və qeyri-metal aşqarlar praktiki olaraq yoxdur, kimyəvi tərkibi məlum və stabildir.

Maye aqreqat halına malik polad metal qəliblərə töküldükdə yayma tullantılarının miqdarı külçələrin kütləsinin cəmi 20-30%-ni təşkil edir. Yayma tullantıları yüksək keyfiyyətli və ağır çəkili linglərdir və bütün polad əritmə proseslərində çox istifadə edilir.

Poladın fasiləsiz olaraq maye (su) ilə soyudulan kristallaşdırıcılara tökülməsi yayma tullantılarının miqdarını kəskin - 10%-dək azaldır. Elə bu səbəbdən, yüksək keyfiyyətli ağır kütləli lingin payı kəskin olaraq aşağı düşür.

Elektrik qövə sobalarında əritmədə keyfiyyətli lomun qıtlığı, əridilən poladın keyfiyyətinə yüksək tələblərin qoyulması alternativ metallik şixtənin növlərindən istifadə məsələsinin gündəmə gətirir. Belə metallik materiallara metallaşdırılmış diyircəklər və isti briketləşdirilmiş dəmir aid etmək olar.

Metallaşdırılmış xammalda aşqarların miqdarının aşağı olması onun iki istiqamətdə istifadəsini mümkün edir: şixtədə metallaşdırılmış xammaldan istifadə etməklə yüksək keyfiyyətli metalın alınması və ya nisbətən ucuz və keyfiyyətli skrapdan istifadə etməklə adi keyfiyyətli poladın alınması.

Metallaşdırılmış diyircəklərin səpilmə sıxlığı yüksəkdir (1,2-1,5 t/m<sup>3</sup>) və bu, yüksək tutumlu sobalar üçün nəzərdə tutulmuş səpilmə sıxlığına yaxındır. Metallaşdırılmış diyircəklər maqnitləşmə qabiliyyətinə malik olduğuna görə onların anbarda nəqli və sobaya yüklənməsi asanlaşır. Lakin metallaşdırılmış xammal aşağı istilik keçiriciliyə malik olduğundan qızdırılması və əridilməsi çətinləşir, nəticədə poladın əritmə texnoloji prosesi mürəkkəbləşir.

Metallaşdırılmış xammal istifadə etdikdə karbonun miqdarının yüksəldilməsi üçün çuqun, koks və elektrod qırıntılarından istifadə edilir. Şixtənin çuqun komponentinə qoyulan əsas tələb fosforun və kükürdün miqdarının aşağı olmasıdır. Odur ki, çuqunla maye vannaya gətirilən fosforun miqdarının minimuma çatdırılması üçün kiçik sobalarda əritmədə çuqunun miqdarı şixtənin 10%-dən, yüksək tutumlu sobalar üçün isə

25%-dan çox olmamalıdır.

Son zamanlar ölkədə sənayenin ekstensiv inkişafı, xüsusən inşaat sənayesinin polad armaturlara olan tələbatını kəskin artırmışdır. Bu tələbatı ödəmək üçün respublikada yeni polad əritmə zavodları fəaliyyətə başlamışdır. Onların istehsal gücü yüz minlərlə tonu keçir.

Poladın əridilməsində şixtə materialı kimi müxtəlif tullantılardan istifadə edilir. Hazırda polad loma olan tələbat həm ölkədaxili, həm də ölkədən kənar, məsələn, Qazaxıstan mənbələrindən təmin edilir.

Ölkədaxili mənbə tükəndiyindən müəssisələrin ritmik işi pozulur və keyfiyyətsiz şixtədən istifadə edilməsi halları baş verir və istehsal edilən armaturun keyfiyyəti aşağı düşür. Odur ki, ölkənin armatur istehsal edən müəssisələri qarşı-sında alternativ şixtə materiallarının axtarılıb tapılması kimi mühüm problem durur.

Bu istiqamətdə metallurgiya müəssisələrində metallaşdırılmış dəmir diyircəklərdən istifadə edilməsi üzrə sınaq işləri aparılır. Müasir zamanda şixtə kimi dəmir filizlərinin bilavasitə bərpa məhsulları olan metallaşdırılmış diyircəklər və məsaməli dəmirdən daha çox istifadə olunur. Məlumdur ki, bərpa edilmiş dəmirin alınma texnoloji prosesində məhsulun, yəni məsaməli dəmirin əsasən iki növü alınır.

Polad əridilməsində, xüsusən də elektrik qövs sobalarında məsaməli dəmirdən istifadə yüksək keyfiyyətli və qənaətcil yəni nisbətən aşağı enerjitutumlu və domna prosesi ilə müqayisədə sənayenin, o cümlədən, maşınqayırmanın yüksək tələblərini ödəyən metalın alınmasını mümkündür.

Dəmirin filizdən birbaşa domna prosesindən yan keçərək sənaye istehsalı (DRİ prosesi) 1970-ci illərdə yaranmış və 1980-ci illərdən geniş yayılmışdır. İstifadə edilən proseslərdən ən dinamik yayılmışı Midrex (ABS) kompaniyasının texnoloji prosesidir. 2007-ci ildə Midrex texnologiyası ilə 40 mln. tonadək DRİ və ya dünya istehsalının 60%-i qədər metal istehsal olunmuşdur.

Metallurgiyada digər aparıcı istehsalçılar aşağıdakılardır: Mobaraken Steel (İran İslam Respublikası - 4 mln.t), Essar Steel (Hindistan - 3,82 mln.t), Hadeed (Saudiyə Ərəbistanı - 3,21 mln.t), EZDK (Misir - 2,32 mln.t), Qatar Steel (Qatar - 1,9 mln.t), LISCO (Liviya - 1,75 mln.t). MDB ölkələrindən Rusiyada 2007-ci ildə 1,4 mln.t gücü olan Lebedinski Polad İstehsalı Kombinatı işə salınmışdır. Birbaşa bərpa edilmiş dəmir əsasən elektrik metallurgiyasında istifadə edilir.

1991-ci ildə dünyada təxminən 20 mln.t DRİ istehsal edilmiş və poladın istehsalı 40 mln.t, 2007-ci ildə bu rəqəmlər müvafiq olaraq 70 və 42 mln ton təşkil etmişdir. 2011-ci ildə DRİ-ni ən çox istehsal edən ölkələr sırasında Hindistan - 19, Venesuela - 7,7, İran - 7,4 və Meksika - 6,3mln.t-la yer almışdır.

Bu dörd ölkənin payına hazırda DRİ dünya istehsalının 50%-i, son illərdə isə Hindistanın artan gücünün hesabına 60%-i düşür. 2007-ci ildə metaltutumlu materiallara dünya üzrə tələbat 1,4 milyard ton olmuş və proqnozlara görə 2024-cü ildə bu rəqəm 2 milyard tona, yəni 600 milyon ton artacaqdır.

DRİ-nin təxmini tərkibi cədvəl 6-da verilir.

Həmin xammalın polad lingindən fərqli olmasının əsas xüsusiyyəti kükürdün, fosforun, misin, nikelin, xromun və digər aşqarların miqdarının az olmasındadır. DRİ-nin miqdarı şixtənin kütləsinə nisbətən 25-30%-dən çox olmadıqda elektrik qövs sobasında əritmə prosesi adi qayda ilə aparılır.

Əritmə texnologiyasının xüsusiyyətləri belədir:

- DRİ-nin yüklənməsi əridici vannada maye metal formalaşdıqdan sonra aparılmalıdır;
- DRİ-nin fasiləsiz yüklənməsi sobaya verilən elektrik gücünə müvafiq olmalıdır;
- oksidləşmə - karbonsuzlaşdırılma mərhələsi ilə əritmə mərhələsi ilə eyni zamanda aparılmalıdır.

Kükürd və fosforun miqdarı az olduğundan şixtənin tərkibində əritmə texnoloji prosesi sadələşməsi mütləq qeyd olunmalıdır. Şixtənin tərkibində DRİ-nin uyğun miqdarı 60-70%-ni təşkil edir. DRİ-nin miqdarı daha artıq olduqda əritmə mərhələsinin və uyğun olaraq bütöv əritmənin müddəti uzanır. Yüksək tutumlu sobalarda (100 tondan çox) ilkin lom əridikdən sonra DRİ ərimiş metal vannasına fasiləsiz olaraq yüklənir.

Məlumdur ki, metallaşdırılmış dəmir diyircəklər tavanda hazırlanmış məxsusi deşikdən avtomatik sistemin köməyi ilə elektrik qövsələri zonasına yüklənir. Yükləmə və ərimə mərhələləri oksidləşdirilmə mərhələsi ilə birləşdirilir. Beləliklə, karbonun fasiləsiz oksidləşdirilməsi (vannanın qaynaması) həyata keçirilir. Metalın



qaynamasını təmin etmək üçün DRİ-nin metallaşdırılma dərəcəsi 90-97% arasında olmalıdır.

Belə olduqda, DRİ-də qalıq oksigenin miqdarı 1,2%-dən 0,6%-dək olur. Qalıq oksigenin miqdarı göstərilən həddən az olduqda vannanın qaynaması həyata keçmir. DRİ-nin metallaşdırılma dərəcəsi lazımı qədər olmadıqda dəmir oksidlərinin bərpası endotermik reaksiyasının getməsi nəticəsində elektrik enerjisinin sərfi əhəmiyyətli olaraq yüksəlir. DRİ-nin əsasını 0,2-0,5%-dən 2%-dək karbonu olan dəmir təşkil edir.

Metallaşdırılmış dəmir diyircəklərin tərkibində az miqdarda bərpa olunmamış dəmir oksidləri, SiO<sub>2</sub> və Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-dən ibarət olan boş süxurlar da olur. Boş süxurların miqdarı DRİ-nin kütləsinin 3-7%-dən çox olmamalıdır. Turş xassəli boş süxurun posalaşdırılması üçün əridici sobaya əhəng yüklənir.

Zavodda əritmə prosesi şixtənin kütləsinin 30-40%-ni təşkil edən polad lomunun sobaya yüklənməsi ilə başlayır. Həmin miqdar bir neçə badya ilə yüklənir. DRİ-nin yüklənmə sürəti sobaya verilən elektrik gücü ilə eyni olmalıdır. Uyğunlaşdırılması üçün vannanın temperaturu metalın ərimə temperaturundan 30-40 dərəcə artıq olmalıdır.

Buna səbəb temperatur göstəriləndən az olsa, ərimə prosesinin müddəti uzanır. Başqa səbəb isə, metalın qarışdırılması DRİ-nin əriməsini artırır, vannanın qazsızlaşdırılmasını və dövrün qurtaracağında metalda tələb olunan tərkibi təşkil edir. Vannanın qaynamasının təmin olunması üçün metallaşdırılmış xammalın tərkibində müəyyən miqdarda karbon mütləqdir.

Karbonun miqdarı lazımı qədər olmadıqda metalın qaynaması üçün vannaya karbürizator üfürülür. DRİ-nin tərkibində kükürdün və fosforun miqdarı az olduğundan posanın əsasiliyi adi şixtənin əridilməsinə nisbətən aşağı olma ehtimalı yüksəkdir ( $B=1.5-2.0$ ).

Dəmirin birbaşa filizdən bərpa edilməsi məhsulu olan metallaşdırılmış diyircəklərdən (DRİ) bütün dünyada geniş istifadə edilir. Bu proseslə alınan təmiz xammal DRİ və onun əsasında əridilən polad maşınqayırmanın yüksək tələblərini ödəyir.

Dünya standartlara cavab verən poladlara olan tələbat ödənilir. Bir neçə dəfə istifadədə olan lom, əsasən də alınan metal bu keyfiyyətlərə malik olmur.

Digər ölkələrdə poladın əridilməsində istifadə olunan polad qırıntısı və tullantıların mənbələri demək olar ki yoxdur. Deməli, bu məqsədlə digər yəni alternativ materialların istismarı getdikcə artır. Bu materiallara metallaşdırılmış diyircəklər (DRİ) və isti briketləşdirilmiş dəmir (HBİ) aiddir.

Deməli, "Baku Steel Company" MMC-nin polad istehsalı zavodunda müşahidə edilən sınaq əritmələrin ilk nəticələri göstərmişdir ki, şixtə materiallarının tərkibində şixtənin ümumi kütləsinin 25-30%-ni təşkil edən metallaşdırılmış diyircəklərdən istifadə əritmənin texnoloji prosesini dəyişməyərək standarta uyğun olan legirli polad və məmulatların istehsalına imkan verir. Bu isə öz növbəsində legirli polad istehsalında yerli resursların effektiv istehsalına geniş imkanlar açır.

**1.5. Yerli resurslar əsasında legirli polad istehsalının nəzəri əsaslandırılması.** Yerli resurslardan istifadə etməklə legirli plad istehsalının ən vacib problemlərindən biri metal ərintilərin istehsalında legirləyici elementlərin qarşılıqlı təsirində onların kompleks təsirinin öyrənilməsidir. Qeyd edə bilərik ki, bu məsələ heç zaman öyrənilməyib. Bu problemə nadir torpaq elementlərinin, məsələn borun və s. kiçik əlavələrinin rolu və təsiri də aid oluna bilər. Bu problemin həll olunmasınadək polad və digər ərintilərin legirləmə nəzəriyyəsi yaratmaq mümkün deyil, onun həlli son nəticədə istənilən verilən xassələrli material "layihələndirməyə" imkan verəcəkdir.

Bu və ya digər təyinatlı polad və ərintilərin qənaətlə legirləmə probleminə xeyli işlər həsr olunmuşdur. Hər bir ölkənin xammal resurslarından asılı olaraq müxtəlif ölkələrdə bu sahədə konkret məsələlər və onların həlli yolları müxtəlifdir. Bu problemin aktuallığı metal ərintilərə tələblərin artması və bununla əlaqədar onların legirlənməsinin məcburi mürəkkəbləşdirilməsinin günbə gün sərtləşməsi ilə əlaqədardır. Son illər poladların xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün legirləmə ilə yanaşı əritmə və (və ya) vakuumda tökmə hesabına müxtəlif mənşəli xarici emergetik sahələrin təsiri və yuxarıda göstərilən elementlərin kiçik əlavələrinin daxil edilməsilə həll edilməsi də tədqiq olunur. Bu istiqamətdə olan nailiyyətlər legirləyici əlavəliklərə qənaətin dolayıcı yollarını qeyd

etməyə imkan verir.

Legirləmənin və digər amillərin rolunun tərəfimizdən aparılmış təhlili göstərir ki, bu və ya digər təyinatlı poladlarda baş verən xüsusi proseslər və hadisələr və habelə istənilən materialın təyinatından asılı olmayaraq onda baş verən proseslər ya elementlərin qarşılıqlı təsirinin enerjisi, ya da sonuncunun atomlararası rabitənin növlərinə nisbətində və məhkəməliyinə təsirlə, ya da kristallararası qatın iki və ya bir neçə amillərlə eyni vaxtda xüsusi konkret amillər yerli resursların istifadəsində polad istehsalında müşahidə etdiyimiz hadisələrin izahı üçün hipoteza şəkilində qəbul oluna bilər. Ona görə də ölkəmizin resurslarının istifadəsi şəraitində poladın legirlənməsinin nəzəri əsaslarının işlənməsi vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Bu tədqiqatların obyekt metallurgiya kompleksi üçün Azərbaycan Respublikasının müxtəlif regionlarında yerləşən filizlər və yerli polad almaq üçün yerli resurslardan elementlərin əlavələrinin rolu və təsiridir.

Bu işin əsas hipotezi yerli resurslardan poladın legirlənməsi haqqında təlimin inkişaf etdirilməsi və poladın emalında baş verən çoxlu proseslərə elementlərin təsirini nizamlayan əsas qanunauyğunluqların aşkar edilməsidir. Tədqiqatların əsas fərziyyəsi yerli resurslardan elementlərin istifadəsində poladın legirlənməsində üst-üstə düşən fiziki və kimyəvi proseslərin çoxluğuudur.

İşdə sadələşdirmə, eksperimentlərin miqdarını azaltmaq məqsədilə yalnız polad istehsalında yerli resurslardan elementlərin təsirlə əlaqədar proseslərin öyrənilməsidir.

Bu məqsədlə aşağıdakı məsələlərə baxılır:

- qara metallar üzrə filizlərin yeri və həcmi öyrənmək;
- yerli xammal resurslardan ölkə poladının alınması üzrə ilkin tədqiqatların aparılması.

Əsas materiallar kimi Daşkəsən filiz (59-61% Fe) və konsentratı (65-67% Fe) və həmin konsentratdan metallaşdırılmış diyircəklər (92-98% Fe) və habelə ferrosilisiyum üçün yerli kvars qumu istifadə olunmuşdur. Tədqiqatların əsas istiqaməti neft-qaz sənayesi üçün borularda tətbiq olunan 13XΦA markalı azkarbonlu azlegirli polad olmuşdur.

Legirləyici komponent kimi xromun alınması üçün tərkibində 43,5-52,6% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olan xromit mədənin filizi istifadə olunmuşdur. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oksidi bərpa olunduqdan sonra təmiz xromun miqdarı 99,5% olmuşdur. Xrom filizi yataqları işğaldan azad olunmuş Qarabağın Kəlbəcər və Laçın rayonlarında yerləşir. Eyni zamanda Tərtər rayonunun Çardaxlı kəndində 8,5 mln. ton həcmdə kömür saxtası vardır. Bu polad və çuqun istehsalında karbon tədarükçüsü kimi istifadə oluna bilər. 13XΦA poladına əlavə edilən vanadium maye ərintiyə ferrovanium şəkilində verilmişdir. Bundan başqa ölkədə ildə 290 min ton neft koxsu istehsal olunur ki, bu da polad və ferroərintilər istehsalında karbon tədarükçüsü kimi istifadə oluna bilər.

Nəzərə alsaq ki, konstruksiya poladları miqdarına görə ümumi və xüsusi maşınqayırma üçün ən vacibidir, ona görə tərəfimizdən yerli resurslar əsasında 13XΦA markalı azkarbonlu azlegirli poladın alınması üçün tədqiqatlar aparılmışdır. Polad 20% metallaşdırılmış diyircəklər əlavə etməklə selektiv seçilmiş metal tullantılarından ibarət olan şixtədən alınmışdır. Poladın əridilməsi 50 tonluq "Simens" qövs sobasında "Baku Steel Company" MMC-də alınmışdır. Xrom və vanadium sobaya sobadan kənar emal prosesində daxil edilmişdir. Popladın bülümlərə tökülməsi pəstahları fasiləsiz tökmə maşınında (PFTM) aparılmışdır.

Məlumdur ki, 13XΦA poladında legirləyici elementlər ferritlə bərk mhsullar yaradaraq, N.S. Kurnakov qanunauyğunluğuna müvafiq olaraq bu və ya digər dərəcədə onun bərkliyini və möhkəmlilik həddini artırır. Taraz və ya ona yaxın vəziyyətdə ferritin möhkəmlənmə dərəcəsi onda həll olmuş element ucabından α-dəmirə qəfəsin təhrifi nə qədər çox olarsa, bir qədər çox olar. Bu halda qəfəsin sıxılması, güman ki, onun genişlənməsinə nisbətən bərk məhlulun daha güclü möhkəmlənməsini şərtləndirir. Ona görə müxtəlif bərabər şərtlərdə ferritin möhkəmliyinin artması α-dəmirin atom radiuslarının fərqliliyi və onda həll olmuş legirləyici element çoxdursa, bir o qədər böyükdür. Nəzərə alsaq ki, Cr və V α-dəmirə eyni tip qəfəsə malikdir, ona görə də onların dəmirə yaxşı həll olma qabiliyyətinə baxmayaraq α-Fe qəfəsinin güclü təhrifini və aydındır ki, möhkəmliyin hiss olunacaq artmasını gözləmək düz deyil, çünki məhlul ifrat doymuş deyildir.

Bütün bu sadalanan amillər legirli ferritin mexaniki xassələrinin "struktur hissiyatını" şərtsiz təyin edirlər. Lakin onların təsiri əhəmiyyətli olsa da, bu amillər dolayı təsir edən amillərdir. Bu halda nəzərə alınmayan dəmir qəfəsinin müvafiq elementlərin qarşılıqlı təsirinin eneji ilə təyin olunan atomlararası rabitəsinin möhkəmliyinin dəyişməsi olur.

13XΦA poladında tabılınmış ferrit üçün gətirilmiş həqiqi gərginliklərin diaqramından görüldüyü kimi legirləyici elementlər – Cr və V abssis oxuna diaqramın birinci sahəsinin bucağı ilə səciyyələnən möhkəmlənmənin başlanğıc əmsalını hiss olunacaq dərəcədə artırır. Möhkəmlənmə əmsalını ən güclü vanadium artırır, o həm də həddi möhkəmliyi artırır.

Bəzi Amerikan alimlərinin təsdiqinə görə ferriti eyni vaxtda bir neçə elementlə legirlədikdə onun möhkəmlənməsi additivlər qanuna tabe olur. Bu qanuna əsasən mürəkkəb legirlənmiş ferritin kiçik və böyük plastiki deformasiyalara müqaviməti, onu ən güclü möhkəmləndirən daxil edilmiş elementlərlə təyin olunur.

Lakin ferritin qəfəsində atomlararası rabitənin möhkəmliyinə elementlərin eyni vaxtda iştirakında onların təsirinə nə o, nə də digəri uyğun deyil. Hər iki vəziyyət bizim tədqiqatlarda tabılınmış və normallaşdırılmış vəziyyətli ferrit üçün eksperimental olaraq təsdiqlənir.

Qeyd etmək lazımdır ki, tərkibində az miqdarda legirləyici elementlər (Cr, V) olan ferritdə 13XΦA poladının normallaşdırılmış vəziyyətində nisbi uzanma təxminən tabılınmış kimidir.

Tabılınmış və normallaşdırılmış poladın legirləyici elementlərin hesabına möhkəmliyinin artması adətən nisbi uzanma və daralma ilə ifadə olunan plastikliyinin düşməsilə müşayiət olunmur. Poladın belə davranışı neftqaz çıxarma üçün nəzərdə tutulan borular üçün bizi tam qane edir, çünki bu halda plastikliyin və aydınlıq ki, zərbə özlülüyünün saxlanması borunun kifayət qədər möhkəmliyində neftçilərin əsas tələbi olaraq qalır.

**2** Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

Layihənin ikinci mərhələsində legirli poladlar istehsalı texnologiyasının müasir vəziyyətini təhlil edərək Azərbaycan metallurjiyasının ümumi mənzərəsi şərh olunmuş, polad istehsalının mövcud texnoloji proseslərin araşdırılması aparılmış, xüsusən inşaat armaturları istehsalında istifadə olunan legirli poladların kimyəvi tərkibi, mexaniki xassələri, armaturların həndəsi parametrləri verilmişdir. Legirli polad ritmə texnoloji proseslərinin əsas xüsusiyyətləri, poladların və onların şixtələrinin təsnifatı və hesablanması, legirli poladlar istehsalında yerli xammaldan alınmış (Daşkəsən filizin konsentratı) metallaşdırılmış diyircəklərin istifadə imkanları öyrənilmişdir. Son mərhələdə yerli resurslar əsasında azkarbonlu azlegirli polad istehsalının nəzəri əsaslandırılması həyata keçirilmişdir. Bu tədqiqatlar yerli resurslar əsasında legirli poladlar istehsalının mümkünlüyünü təsdiq etmişdir. Aparılmış bu tədqiqatlar əsasında qeyd edə bilirik ki, 2-ci mərhələ üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlər 100% yerinə yetirilmişdir.

**3** Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr, onların yenilik dərəcəsi

**2-ci rübün hesabat dövründə alınmış əsas elmi nəticələr aşağıdakılardan ibarət olmuşdur:**

1. Yerli resurslar, o cümlədən Daşkəsən dəmir filizi və konsentratından, metallaşdırılmış diyircəklərdən və legirləyici elementlər – Cr və V-dan istifadə etməklə 13XΦA markalı azkarbonlu azlegirli poladın elektrik qövə sobasında əridilməsinin fiziki-kimyəvi və metallurji proseslərinin qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir. Konstruksiya poladında Cr və V-la legirlənmiş ferritin möhkəmlik və plastiklik xarakteristikalarının formalaşmasında rolu müəyyən olunmuşdur.

2. Müəyyən olunmuşdur ki, bu və ya digər təyinatlı poladlarda baş verən fiziki-kimyəvi proseslər, habelə istənilən materialın təyinatından asılı olmayaraq iki hal ilə izah oluna bilər; ya legirləyici elementlərin qarşılıqlı təsirinin enerjisi, ya da enerjinin atomlararası rabitənin növlərinə nisbətində və möhkəmliyinə təsiri, ya da strukturda kristallararası qatın iki və ya bir neçə amillərlə eyni vaxtda xüsusi quruluşu ilə. Tədqiqatlar əsasında qəbul etdiyimiz izah hələlik hipotez kimi irəli sürülmüşdür. Bu hipotezin tam təsdiqlənməsi üçün nəzəri və eksperimental tədqiqatlar davam etdirilməlidir.

**4** Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar

	<p><i>Təhlil və sintez, nəzəri və empirik, induksiya və deduksiya, sistenli yanaşma, fiziki və riyazi modelləşdirmə, fiziki-kimya, metallurjiya və materialşünaslığın fundamental əsaslarından istifadə, laboratoriya, eksperimental və istehsalat şəraitlərində tədqiqat metodları tətbiq olunmuşdur. Eyni zamanda statistik məlumatlardan istifadə etməklə qoyulmuş problemin həlli həyata keçirilmişdir.</i></p>
5	<p>Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) (<i>surətlərini əlavə etməli!</i>)</p> <p><i>Layihənin ilkin mərhələsi olduğna görə mövzu üzrə xeyli materiallar müxtəlif jurnallara və konfranslara göndərilmişdir. Aşağıdakı məqalələr SOCAR PROCEEDINGS və Key Engineering Materials jurnalında çap olunmuşdur.</i></p> <p>1. Mammadov A.T., Babaev A.T., İsmailov N.Sh., Huseynov M.Ch., Guliyev F.T. Thermal strengthening of seamless steel pipes grades BknFA for oil and gas industry// Socar proceedings, 2024, №2, p.124-131. <a href="http://dx.doi.org/10.5510/06p202302">http://dx.doi.org/10.5510/06p202302</a>. <a href="https://proceedings.socar.az/ru/journal/102,file:///C:/Users/Admin/Downloads/124_131_OGP20240100950%20(2).pdf">https://proceedings.socar.az/ru/journal/102, file:///C:/Users/Admin/Downloads/124_131_OGP20240100950%20(2).pdf</a>. <i>Bu jurnal WOS bazasında Q1 kvartilə, SCOPUS bazasında isə Q2 kvartilə malikdir.</i></p> <p>2. Mammadov A.T., Babaev A.T., İsmailov N.Sh., Huseynov M.Ch., Guliyev F.T. İmprovement of production processes of Seamless Steel pipes for Oil and Gas production. <a href="https://www.scientific.net/book/2nd-international-scientific-practical-conference-machine-building-and-energy-new-concepts-and-technologies-mbenct/978-3-0364-1317-4">https://www.scientific.net/book/2nd-international-scientific-practical-conference-machine-building-and-energy-new-concepts-and-technologies-mbenct/978-3-0364-1317-4</a></p> <p><i>Ümumilli Heydər Əliyevin anadan olmasının 101 illiyinə hürur oyanan “Su nəqliyyatının problemləri” mövzusunda Beynəlxalq elmi-praktiki konfransa məruzə və ADDA-nın Elmi Əsərləri jurnalında çap olunmaq üçün aşağıdakı elmi-tədqiqat materialları hazırlanmışdır:</i></p> <p>4. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Sadıqov V.B., Məmmədov E.D. Gəmiqayırma üçün legirli poladlar istehsalında innovativ texnologiyaların imkanları;</p> <p>5. Məmmədov A.T., Babayev A.T., İsmayılov N.Ş., Huseynov M.Ç. Ferroərıntilər istehsalının vəziyyəti və perspektivləri;</p> <p>6. Məmmədov A.T., Babayev A.T., İsmayılov N.Ş., Huseynov M.Ç., Quliyev F.T. Yerli resurslar əsasında legirli poladlar və ferroərıntilər istehsalı üçün xammal ehtiyaclarının analizi;</p> <p>7. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Ханкишиев И.А., Келбиев Ф.М. Перспективы применения металлургических производств Азербайджана в судостроении и судоремонте.</p>
6	<p><b>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər</b></p> <p><i>Layihənin mövzusunə uyğun olaraq iki Beynəlxalq patent almaq üçün ixtira sənədləri hazırlanmışdır. Bunlar aşağıdakılardır:</i></p> <p>1. Boruların presləmə üsulu. 2. Boruların istehsal üsulu.</p> <p><i>Birinci ixtira materialı Azərbaycan Texniki Universitetinin maliyyə dəstəyilə artıq hazırlanmış və Avroasiya patenti almaq üçün təqdim olunmuşdur. Bu patent üzrə artıq patent idarəsindən bildiriş alınmışdır. Bildirişdə qeyd olunur ki, ixtira materialı Avroasiya patent idarəsinə baxılmaq üçün təqdim olunmuşdur. İkinci ixtira materialı da hazırlanmışdır və təqdimat ərafındadır.</i></p>
7	<p><b>Layihə üzrə ezamiyyətlər</b></p> <p><i>Bu rübdə layihə üzrə ezamiyyət nəzərdə tutulmamışdır. Ona görə də heç bir layihə iştirakçısı ezamiyyətdə olmamışdır.</i></p>
8	<p><b>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak</b></p> <p><i>Layihə üzrə bu rübdə “Baku Steel Company”MMC, “Azərboru” istehsalat birliyində, Sumqayıt kimya texnologiyaları parkında, AMEA-nın Geologiya institunda elmi-təcrübə mübadiləsi və ekspedisiyalar keçirilmiş və məsləhətləşmələr aparılmışdır. Layihənin ikinci mərhələsinin mövzusu üzrə xüsusən AMEA-nın Geologiya</i></p>

	<i>institutu ilə elmi və praktiki sahədə məsləhətləşmələr aparılmış və məlumatlar toplanmışdır. Eyni zamanda yerli resurslar əsasında legirli poladların yaradılması üçün AzTU-nun yeni materiallar və nanotexnologiya institutu ilə elmi məsləhətləşmələr aparılmışdır.</i>
<b>9</b>	<b>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak</b> <i>Layihə icraçısı, prof. N.Ş.İsmayilov ADNSU-da ED2.02 dissertasiya Şurasında dosent T.Q.Cabbarovun doktorluq dissertasiyasına rəsmi opponet təyin edilmişdir. Layihə icraçısı prof. S.N. Namazov Alman Akademik Mübadilə Xidməti (DAAD) tərəfindən Cənubi Qafqazın bir sıra Universitetlərinin rektorları və prorektorları ilə Almaniyanın bir sıra şəhərlərində səfərdə olmuşdur. Səfərin məqsədi Almaniyanın qabaqcıl universitetləri ilə əlaqələrin genişləndirilməsi və əməkdaşlığın qurulmasıdır. Prof. S.N. Namazov elmə və tədrisə həsr olunmuş tədbirlərdə digər xarici ölkələrdə müvəffəqiyyətlə iştirak etmişdir. Layihə icraçısı, dosent F.T. Quliyev ADNSU-da ED 2.02 Dissertasiya Şurasının elmi seminarında iştirak etmişdir. Layihə rəhbəri, prof. A.T Məmmədov və iştirakçılar, dosentlər A.İ. Babayev, M.Ç. Hüseyinov doktorant, magistrant və bakalavrlara rəhbərlik edir və elmi-praktiki məsləhətlər verir. Prof. A.T.Məmmədov AzTU və Türkiyə Respublikasının TUSAŞ təşkilatının mütəxəssislərlə Beynəlxalq müqavilə əsasında 5 bakalavrın buraxılış işinə rəhbərlik edir.</i>
<b>10</b>	<b>Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)</b> <i>Layihədə qoyulan problem üzrə Ukrayna MEA Metal və Ərintilər İnstitutu, Milli Metallurgiya Akademiyası və İzmir Yüksək Texnologiyalar İnstitutunun alimləri ilə mütəmadi online dəyirmi masalar keçirilir. Eyni zamanda "Baku Steel Company" MMC, Ferroərintilər zavodu və "Azərboru" ASC-nin mütəxəssislərlə vaxtaşırı görüşlər keçirilir və diskussiyalar aparılır.</i>
<b>11</b>	<b>Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar</b> <i>Bu rübdə cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar alınması nəzərdə tutulmamışdır.</i>
<b>12</b>	<b>Yerli həmkarlarla əlaqələr</b> <i>Layihə mövzusu üzrə "Baku Steel Company" MMC, "Azərboru" ASC, Sumqayıt kimya texnologiyalar və Sənaye parkı və AMEA-nın Geologiya İnstitutunun əməkdaşları ilə mütəmadi məsləhətləşmələr aparılır.</i>
<b>13</b>	<b>Xarici həmkarlarla əlaqələr</b> <i>Ukrayna MEA Metal və Ərintilər İnstitutu, Milli Metallurgiya Akademiyası və Priazov Dövlət Texniki Universitetinin (Ukrayna) alimləri ilə sıx əlaqələr qurulmuşdur. Priazov Dövlət Texniki Universitetlə elmi-texniki əməkdaşlıq müqaviləmiz vardır. Layihə rəhbəri prof. A.T.Məmmədov Priazov Dövlət Texniki Universitetinin "Elmi əsərlər" jurnalının beynəlxalq redaksiya heyətinin üzvüdür. Eyni zamanda layihə rəhbəri A.T. Məmmədov Cənubi Rusiya Dövlət Texniki Universitetlə əməkdaşlıq edir. Layihə icraçısı, prof. N.Ş.İsmayilov Ukrayna MEA Metal və Ərintilər İnstitutunda keçiriləcək Tökmə və Metallurgiya-2024 Beynəlxalq Konfransın Proqram Komitəsinə üzv seçilmişdir.</i>
<b>14</b>	<b>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı</b> <i>Layihə mövzusu üzrə iki texnika üzrə fəlsəfə doktoru hazırlanır. V.Cəfərova və Şəmsiyyə İlham. Bir dissertasiya mövzusu elektrik boru poladının sobadan kənar emalına, digəri isə ferroərintilərin istehsalı problemlərinə aiddir. Layihə iştirakçısı dos. F.T.Quliyev 2022/23-cü tədris ilində elmlər doktoru proqramı üzrə qiyabi doktoranturaya qəbul olunmuşdur. Hazırda F.T.Quliyev qiyabi doktoranturada təhsilini davam etdirir.</i>
<b>15</b>	<b>Sərgilərdə iştirak</b> <i>Təhsil Nazirliyinin keçirəcəyi "Elm və təhsil" sərgisində iştirak planlaşdırılır.</i>
<b>16</b>	<b>Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi</b> <i>Layihə iştirakçıları mütəmadi olaraq "Baku Steel Company" MMC, "Azərboru" MMC, Sumqayıt Kimya və Sənaye Texnologiyaları Parklarında olur və lazımlı təcrübə mübadiləsi aparır. Layihə rəhbəri prof. A.T.Məmmədov ROSNEFT təşkilatının nümayəndələri ilə mütəmadi görüşür, Neft çıxarma boruları üçün onları düşündürən texniki suallara aydınlıq gətirir.</i>
<b>17</b>	<b>Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.</b>

*Yaradıcı kollektiv elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasında AEF-in dəstəyinə böyük qiymət verir. Layihənin yerinə yetirilməsi üzrə AEF-in rəhbərliyi və Azərbaycan Texniki Universitetinin rektorluğu ilə mütəmadi məsləhətləşmələr aparılır. Eyni zamanda müqavilənin yaradıcı kollektivi tərəfindən aparılmış elmi-texnoloji tədqiqatların tətbiqi məqsədilə geniş təqdimat materialları hazırlanır. Bu materialların strukturunda yaradıcı kollektivin əməkdaşlarının "Baku Steel Company" MMC-də görüşlərin təsviri, zavod kollektivi ilə aparılan elmi-texnoloji müzakirələr, alınmış nəticələrin AzTU-nun "Yeni materiallar və nanotexnologiya" institutunda bu sahənin alimləri ilə aprobeşiyasının həyata keçirilməsi planlaşdırılır. Müqavilənin 1-ci və 2-ci rübü üzrə aparılan tədqiqatların nəticələri Azərbaycan Texniki Universiteti, Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında keçirilən beynəlxalq və respublika səviyyəli, habelə Rusiya Federasiyası və Ukrayna Respublikasında keçirilən Beynəlxalq elmi-texniki konfranslara aprobeşiyası üçün təqdimatlar hazırlanmış və məruzələr edilmişdir. Bu istiqamətdə görülən işlər həll olunan problemin vacibliyinin ölkə ictimaiyyətinə çatdırılmasına imkan verir. Həmin materiallar vaxtaşırı sosial şəbəkələrdə paylaşılır və izləyicilərin böyük marağına səbəb olur.*

**Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Məmmədov Arif Tapdıq oğlu**

**Tarix 06.06.2024**

**QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.**