



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun “Elm-Təhsil-Sənaye”
məqsədli qrant müsabiqəsinin
(EIF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **İnnovativ metallurji texnologiyalar əsasında neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli
fasiləsiz tökmə boruları istehsalının mənimsənilməsi**

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

Qrantın məbləği: **150 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

1. Elektrometallurjiya və fasiləsiz tökmə istehsalında innovativ texnologiyaların tətbiqi imkanlarının araşdırılması

Bu mövzuda ədəbiyyat icmalı aparılmış, müasir mənbələr araşdırılmış və icmal nəticəsində metal tullantılarından elektrik poladının əridilməsinin intensivləşdirilməsi yolları müəyyən edilmişdir. Boru poladının keyfiyyətinin yüksəldilməsinin aşağıdakı əsas istiqamətləri göstərilmişdir:

- *əritmə prosesinin intensivliyini artırmaq üçün ilkin şixtə materialı kimi yüksək keyfiyyətli boru poladlarının əridilməsində №1-1A, 1B tərkibli polad qırıntı və tullantı istifadə olunmalıdır. Bu halda şixtədə məftil tullantıları ümumi şixtənin kütləsinin 1,0%-dən çox olmamalıdır. Polad qırıntılarının ölçüləri 300×200×150mm-dən böyük, metalın qalınlığı 6 mm-dən kiçik olmalıdır. Kəsintilərin kütləsi 0,2-30 kq intervalında tövsiyə olunur;*
- *poladın soba-çalov emalı aparılmalı və bu məqsədlə alüminium və digər oksidləşdirici komponentlərin verilməsinə xüsusi diqqət yetirilməlidir. Silikatların və alümosilikatların poladın keyfiyyətinə mənfi təsirini aradan qaldırmaq üçün elektrik poladının emalı üçün kifayət qədər*

vaxt ayrılmalıdır;

- poladın soba-çalov emalında alüminium və digər komponentlərin təmizliyinə xüsusi diqqət yetirilməli, qeyri-metal birləşmələrin poladın keyfiyyətinə mənfi təsiri nəzərə alınmalıdır;
- birinci və sonuncu pəstahlar boru istehsalında istifadə olunmamalıdır, çünki onlarda böyük miqdarda qeyri-metal aşqarların yığılması müşahidə olunur. Hazırda zavodda buraxılan məhsula baxış göstərir ki, axırncı pəstah seriyalı istehsalda istifadə olunur. Birinci və sonuncu pəstahların kimyəvi tərkibləri axarın mərkəzi hissəsində daha əhəmiyyətli olur. Ona görə də qeyri-metal üsürlərin strukturunu dərinlən tədqiq etmək lazımdır. Bu üsürlər aşqarların izləri, alüminlər və posa qalıqları ola bilər. Zərərli aşqarlar aralıq çalovun pis üzünməsi nəticəsində yaranan və batan qarışığın qalıqlarını şırnağa çəkir. Odur ki, tökmə sürətinə və soyutma rejiminə xüsusi diqqət yetirmək lazımdır. Yüksək tökmə sürətində istehsal olunan pəstahlarda qeyri-metal üsürlər kristallaşan pəstahda axarın maye hissəsinə üzüb çıxıb bilmir və pəstahın içərisində qalır.

2. Maye poladın sobada emal proseslərinin təkmilləşdirilməsi üzrə tədqiqatlar

Aparılmış ədəbiyyat icmalına əsasən neft-qaz boruları üçün boru poladının əridilməsində №1-1A, 1B tərkibli polad qırıntı və tullantıların istifadə olunması tövsiyə olunmuşdur. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, elektroqövs sobasına şixtə ilə yanaşı əlavə olaraq HBI tipli metallaşdırılmış yuvarların əlavə olunması məqsədəuyğundur. Bu halda əritmə prosesinin intensivliyi 20-25% yüksəlir. Lakin tərkibində isti briketlənmiş yuvarlar (HBI) olan şixtədən alınan ərintinin metal çıxımı tullantılar əsasında şixtədən alınan metal çıxımından təxminən 1,5% az olur. Bu, yuvarlarda qeyri-metal birləşmələrin mövcudluğu ilə əlaqədardır.

Müəyyən olunmuşdur ki, 60 tonluq elektroqövs sobasına 6 badya metal şixtəsi yüklənir, badyanın yükləmə vaxtı təxminən 8 dəqiqə çəkməlidir. Lakin müxtəlif səbəbdən yükləmə 10-12 dəqiqə çəkir. Bu isə böyük miqdarda enerji və maliyyə itkilərinə səbəb olur.

Lütfizadə və R.Əliyevin qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi əsasında sobaya metal şixtəsinin yüklənməsinin suni intellektdən xüsusi proqramın köməyi ilə həyata keçirilməsi təklif olunmuşdur. Bununla da "Baku Steel Company" MMC-də mövcud yükləmə texnologiyasında ildə 1,5 mln manat vəsaitə qənaət edilə bilər.

Elektropoladəritmədə metallurji proseslərin səmərəliliyinin artırılmasının termodinamiki xüsusiyyətlərinin təhlili əsasında poladda aşqarların dəmir oksidlərlə qarşılıqlı təsir sxemləri tərtib olunmuşdur. Elektropoladəritmədə oksigensizləşdirmə və saflaşdırma prosesləri keyfiyyət və kəmiyyətce qiymətləndirilmişdir.

Metal vannada karbon və oksigenin qatılıqlarının elektroqövs sobasında əritmədə yanan CO qazının təzyiqinin hesablama üsulu əsaslandırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, metal vannasının posamələgətirici komponentlərinin oksidləşmə prosesləri metal-posa sərhəddində baş verən reaksiyaların termodinamik parametrləri ilə müəyyən olunur.

Maye metal vannasından fosforun kənarlaşdırılma reaksiyaları tərtib olunmuş və fosfor anhidrinin yaranmasında SiO₂-nin qatılığının rolu aşkarlanmışdır. Metal və posa arasında kükürdün paylanma əmsalının posanın tərkibindən asılı olaraq maye poladın kükürdsüzləşmə sürəsinin funksional asılılığı müəyyən edilmişdir.

3. Maye poladın sobadan kənar emal proseslərinin təkmilləşdirilməsi

Elektrometallurjiya və fasiləsiz tökmə istehsalında innovativ texnologiyaların tətbiqi imkanlarının araşdırılması göstərmişdir ki, "Baku Steel Company" MMC şəraitində fasiləsiz tökmə üsulu ilə yüksək keyfiyyətli boruların alınmasında əsas problemlər metal şixtənin tərkibinin seçilməsi, şixtənin elektroqövs sobasında əridilməsində termodinamiki xüsusiyyətlərin qiymətləndirilməsi, habelə sobada zərərli aşqarların maye metaldan effektiv kənarlaşdırılma üsullarının kifayət qədər

dərindən işlənməməsilə əlaqədardır.

Metal tullantıları və metallaşdırılmış yuvarlardan istifadə etməklə fasiləsiz tökmə borularının istehsalı üçün elektropoladərilmədə gedən proseslər təhlil olunaraq **aşağıdakıların həlli üçün tövsiyələr işlənmişdir:**

- elektropoladərilmə prosesi termodinamiki qiymətləndirilmiş və onun idarə olunma yolları göstərilmişdir;
- maye metalda mövcud olan zərərli aşqarların (P, S) effektiv kənarlaşdırılma yolları göstərilmişdir;
- maye metalda karbon və oksigenin konsentrasiyalarının nizamlanması əsasında qaynamanın aparılması üçün CO qazının təzyiqinin seçimi əsaslandırılmışdır;
- boruların termiki emalında yüksək mexaniki xassələrə nail olmaq üçün yeni polad markası 13X2ΦA təklif olunmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, boru poladının dərin kükürdsüzləşdirilməsi üçün ən effektiv metod poladın çalovda maye və azdəmirlə posa ilə emalıdır. "Baku Steel Company" MMC-də saflaşdırma üçün tətbiq olunan əhəng əvəzinə çalovda əhəng-giltorpaq posanın istifadəsinin daha effektiv olması təsdiq edilmişdir. Bu posada CaO və Al₂O₃ arasında nisbət 60:40 həddində tövsiyə edilir, posanın qalan komponentlərinin miqdarı aşağıdakı kimi olmalıdır: SiO₂ - 2 %, (FeO+Fe₂O₃) miqdarı 0,5%-dən çox olmamalıdır.

Aparılmış tədqiqatlar bu posadan istifadə etdikdə poladda sulfidsizləşmə dərəcəsinin 70%-ə çatmasını göstərmişdir. İşlənmiş sintetik posanın temperaturu 1600°C-dən çox olmalıdır, çünki yalnız bu halda posa kafi maye axıcılığını saxlayır. Kütlə köçürmə əmsalı metal və posada kənarlaşdırılmış aşqarların diffuziya sürətlərindən asılıdır. Diffuziya sürətləri özlülüyə tərs mütənəsb, posanın özlülüyü isə 50-100 dəfə maye metalın özlülüyündən çoxdur, ona görə posada saflaşdırıcı proseslərin limitləşdirici bəndi kənarlaşdırılmış aşqarların sürətidir.

Müəyyən olunmuşdur ki, əhəng-giltorpaq posaların özlülüyünü MgO (posada MgO-nin miqdarı 8%-dək olduqda) və TiO₂ aşağı salır, 56%-dən yuxarı miqdarda isə Cr₂O₃, SiO₂, Al₂O₃ və CaO posanın özlülüyünü artırır. Metal və sintetik posa arasında kükürdün paylanma əmsalı 40-200 hədlərində dəyişir. Onun böyük qiymətləri aşağı oksidləşmiş yüksək əsasi posalara və yüksək karbonlu və dərin oksigensizləşdirilmiş poladlara aiddir, onlar az həll olmuş oksigendən ibarətdir.

Boru poladının sobadan kənar sintetik posa ilə emalının digər vacib aspekti maye metaldan qeyri-metal üsürlərin kənarlaşdırılmasıdır. Müəyyən edilmişdir ki, sintetik posa ilə emal olunmuş poladda oksigenin miqdarı onun metaldan posaya keçməsi və qeyri-metal üsürlərin kənarlaşdırılması, həm də oksigenin miqdarının azalması sayəsində aşağı düşür. Lakin maye metalda oksigen ətraf mühətdən ərintinin buraxılması vaxtı da daxil ola bilər. Odur ki, çalovda maye metalın səthinin sintetik posa qatı ilə örtülməsi tövsiyə olunur.

Maye poladın sobadan kənar emalının aşağıdakı üsulları araşdırılmışdır:

1. Təsirsiz qazlarla metalın üfürülməsi.
2. Metalda müxtəlif posamələgətirici, reagentlərin daxil edilməsi və ya üfürülməsi.
3. Maye metalın sintetik posa ilə emalı.
4. Sobadan kənar vakuumlaşdırma.

Göstərilmişdir ki, sobadankənar emal istehsalatın texniki-iqtisadi göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasına kömək edir, həm də əhəmiyyətli dərəcədə töküklərdə poladın keyfiyyətini yaxşılaşdırır. Sobadankənar emal metodları aşağıdakı məsələləri həll etməyə imkan verir:

1. Həddən kiçik konsentrasiyalaradək metalın karbonsuzlaşdırılmasına (0,010-0,005%), oksigen üfürmədən onun vakuumda emalı və atmosfer təzyiqində, oksigenlə qarışıq təsirsiz qazla (oksigenlə, su buxarı ilə) üfürməklə nail olunur.
2. Örtük posanın ilkin yaradılmasında əhəng əsasında sintetik posa ilə emal, kükürdsüzləşdirici əlavələrin metalda üfürülməsi (kalsium karbid, silikokalsium və ya maqnezium və kalsium ərintisinin) ilə metalın kükürddən dərin saflaşdırılması (kükürdün miqdarı 0,003%-dən az) aparıla

bilər.

3. Tənzimlənən forma və ölçüləri, qeyri-metal üsürlərlə az çirklənmiş poladın alınması ilə vakuullaşdırma və ya metal ovuntuları və ya digər materiallarla emal etməklə saflaşdırma həyata keçirilə bilər.

4. Poladın flokenə həssas olmaması (bu halda poladda $2 \cdot 10^{-4}$ %-dən az hidrogen qalır) üçün vakuullaşdırma ilə metaldan hidrogenin kənarlaşdırılması aparıla bilər.

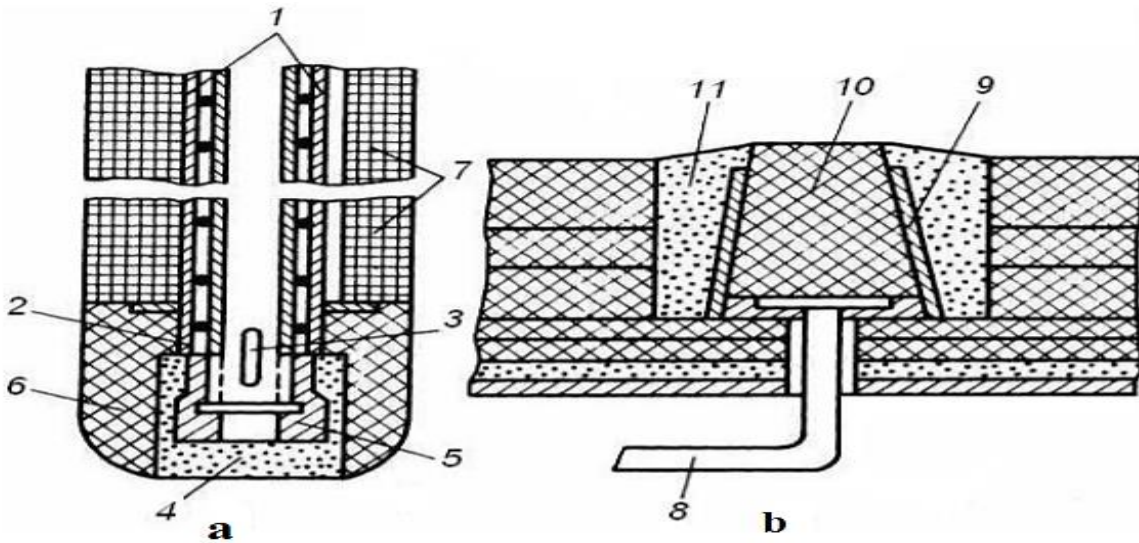
5. Dar hədlərdə zəruri elementlərin tənzimlənən miqdar və onların yanığının azaldılması ilə vakuullaşdırmaqla, oksigensizləşdirici və legirleyici əlavələrin daxil edilməsilə lazımi tərkibli metal almaq olar.

6. Metalın tərkib və temperaturu çalovun həcmində korreksiya edilə bilər.

Müəyyən olunmuşdur ki, sobadankənar emal üsullarından daha geniş yayılmışı metalın təsirsiz qazlarla üfürülməsidir. Təsirsiz qazlarla metalın üfürülməsi aşağıdakıları təmin edir: metalın temperaturunun düzləndirilməsi və korreksiya olunması, metalın kimyəvi tərkibinin dəqiq nizamlanması, çalovda gedən proseslərin sürətləndirilməsi və legirleyici elementlərin bərabər paylanması, oksid üsürlərinə görə metalın təmizliyinin artırılması.

Üfürülən qazlar kimi arqon, helium, azot, karbon oksidi istifadə etmək olar. Poladların üfürülməsində daha çox arqon tətbiq olunur, onun sıxlığı $1,78 \text{ kq/m}^3$ təşkil edir. Arqon maye polada çalovda üfürülür və çalovda maye poladdan keçərək arqon qabarcıqları metalda həll olmuş qazları – oksigen, hidrogen, azot və qeyri-metal üsürləri adsorbsiya edir, onları səthə çıxarır və poladı zərərli aşqarlardan təmizləyir. Eyni zamanda təsirsiz qazla üfürmədə metalın intensiv qarışdırılması və tərkibinin ortalaşdırılması baş verir.

Çalovda maye metalın arqonla üfürülmə metodlarının təhlili göstərir ki, onlar içərisində effektiv metod yüklənən furma və məsaməli bloku özündə əks etdirən qurğunun istifadəsidir (şəkil 3.1).



Şəkil 3.1. Metalın qazla üfürülməsi üçün yüklənən furma (a) və məsaməli blokun (b) sxemi:

1-boruvəri içlik (arqonun verilməsi); 2-kipləşdirici metal üzük; 3-arqonun çıxışı üçün içlik; 4-kontrqayka bərkidildikdən sonra odadavamlı materialla doldurulan məsaməli blokdan boşluq; 5-blokun bərkidilməsi üçün kontrqayka; 6-məsaməli blok; 7-odadavamlı borucuqlar; 8-qaz verən borucuq; 9-metal stəkan; 10-məsaməli calaq; 11-odadavamlı kütlə

Maye poladın sobadankənar emalının digər effektiv üsulu ovuntuyabənzər materiallarla üfürülməsidir. Bu metod metala üfürülən bərk reagentlərin maksimal kontaktını, metal və reagentlərin qarşılıqlı təsirinin maksimal sürətini və üfürülən reagentlərin yüksək mənimsənilməsinə təmin edir. Metodun üstünlüyü metala reagenti qaz şırnağı-daşıyıcı ilə üfürülməsidir, bu qaz metala

müsbət təsir göstərir. Daşıyıcı qaz kimi oksidləşdirici (oksigen və ya hava), bərpaedici (təbii qaz) və təsirsiz qaz (azot, arqon) götürülə bilər. Üfürülən reagentlər kimi posaəmələgətirici qarışıqlar, habelə metallar və onların ərintiləri istifadə oluna bilər.

Ovuntuların maye polada üfürülməsində məqsəd aşağıdakılardır:

- **metalin fosforsuzlaşdırılması** - fostorun kənarlaşdırılması üçün posa qarışıqlarının istifadəsində adətən oksigen şırnağında əhəng, dəmir filizi və üzgəcli şpatdan ibarət olan qarışıq üfürülür;
- **kükürdsüzləşdirmə** - kükürdün kənarlaşdırılması üçün metala əhəng, üzgəcli şpat əsasında flüslər arqonun və ya azotun şırnağında daxil edilir; bu reagentlər yüksək qarşılıqlı təsir enerjisi və uyğun piroeffekt ayırırlar və onları adi üsullarla metala daxil etmək olmaz. Bu flüslər kalsium və maqnezium ovuntularından ibarət olur;
- **oksigenləşdirmə və legirləmə**, o cümlədən metalların daxil edilməsi, onların zərərli təsiri ucbatından insan orqanizminə ciddi təsir göstərə bilər. Bunlar xüsusən qurğusun, selen və tellur elementləridir. Ona görə də bu elementləri daxil edilməsi təklif olunan xüsusi furma vasitəsilə həyata keçirilməlidir;

karbonlaşdırma - ovuntuyabənzər karburizatorların (qrafit, koks və s.) metala üfürülməsi aşağıdakı məsələlərin həll edilməsinə imkan verir: metalda karbonun miqdarının korreksiya edilməsi; çuqunun azlığı və ya olmamasında prosesin normal aparılması üçün zəruri olan hədlərədək karbonun miqdarını metalda artırmaq imkanı; metalın oksigenləşdirilməsi (metala qrafit ovuntusu üfürüldə oksigenləşdirmə reaksiyasının sürəkli inkişafı təmin edilir; ayrılan CO qabarcıqları isə metal vannasını qazlar və qeyri-metal ünsürlərdən təmizləyir). Qeyd edək ki, qrafit və ya koks ovuntusunu bilavasitə sobada, habelə çalovda metala, ya da çalova sobadan maye metalı boşaldarkən şırnağa verilməsi tövsiyə olunur.

4. Neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli fasiləsiz tökmə boruları istehsalının mənimsənilməsi

Aparılan araşdırmalar göstərmişdir ki, "Baku Steel Company" MMC-də fasiləsiz tökmə borularının alınmasında problemlər əsasən metal şixtənin seçilməsi, elektroqovs sobasında əritmədə termodinamik parametrlərin qiymətləndirilməsi, habelə zərərli aşqarların maye metaldan effektiv kənarlaşdırılması ilə əlaqədardır.

Metal tullantıları və metallaşdırılmış yuvarlardan istifadə etməklə elektropoladəritmə prosesinin termodinamik parametrləri qiymətləndirilmiş və maye metaldan zərərli aşqarların (P, S) effektiv kənarlaşdırılması yolları göstərilmişdir.

Maye metalda karbon və oksigenin konsentrasiyalarının nizamlanması əsasında qaynama prosesində qaz təzyiqinin seçimi əsaslandırılmışdır; boruların termiki emalında yüksək mexaniki xassələrə nail olmaq üçün poladın vanadiumla səmərəli və qənatlı legirlənməsi təklif olunmuşdur. Maye poladın sobadankənar emalının innovativ texnologiyalarının imkanları qiymətləndirilmişdir.

Neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli fasiləsiz tökmə boruları istehsalının mənimsənilməsinin aşağıdakı əsas istiqamətləri müəyyən olunmuşdur:

1. Poladın vanadiumla səmərəli legirlənməsinin nəzəri-texnoloji əsaslandırılması.
2. Legirli poladın əritmə və sobadankənar emal proseslərinin xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi.
3. Legirli poladın fasiləsiz tökmə proseslərinin xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi.
4. Boru poladının yayma və termiki emal proseslərinin araşdırılması.

Poladın vanadiumla səmərəli legirlənməsinin nəzəri-texnoloji əsaslandırılması. Müəyyən edilmişdir ki, boru poladının keyfiyyətinin radikal yaxşılaşdırılması üçün ən effektiv üsullardan biri poladın legirlənməsidir. Legirləmə prosesinin sistemli təhlili əsasında poladın vanadiumla səmərəli legirlənməsinin nəzəri və texnoloji əsaslandırılması aparılmışdır.

Təyin olunmuşdur ki, boru pəstahların hazırlanması üçün geniş istifadə olunan karbonlu poladlar artmış tələblərə cavab vermir və onlardan istifadə edilməsi çox vaxt hissələrin xidmət

müddətinin qısalmasına gətirib çıxarır. Boru poladlarının istismar xassələrinin artırılması səmərəli legirləmə və sonra da pəstahlara termiki emal ilə əldə edilə bilər.

Nikel və molibdenli poladlar daha yüksək mexaniki xassələrə malikdir, lakin bu legirleyicilər aztəpən və bahalı olduqlarından kütləvi boru pəstahlara istehsalı üçün məsləhət görülmür. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, vanadiumla mikrolegirləmə zamanı boru poladının bir sıra fiziki-mexaniki, texnoloji və istismar xassələri xeyli yaxşılaşır. Odur ki, vanadiumla səmərəli mikrolegirlənmiş boru poladının istifadəsi daha perispektivli hesab olunmuşdur. Bunu həm də vanadiumlu poladın ucuz başa gəlməsilə izah etmək olar.

Vanadium tökmənin bərkiməsi zamanı ilkin dənələri xırdalayır, poladın tabəksiltmə kövrəkliyini aşağı salır, möhkəmliyini və plastikliyini artırır. Belə xüsusiyyətlərinə görə məsul pəstahlara hazırlanmasında vanadium geniş istifadə olunur. Beləliklə, yüksək möhkəmliyə, yeyilməyə və soyuqədavamlılığa malik vanadiumlu boru poladının işlənməsi və tətbiqi perspektivli hesab olunmuşdur.

Legirli poladın əritmə proseslərini optimallaşdırmaq üçün poladəritmə prosesinin riyazi modellərinin xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, məsələnin qoyuluşundan asılı olaraq elektrik poladının əridilməsində statik, dinamik və kombine olunmuş modellər tətbiq oluna bilər. Müəyyən edilmişdir ki, əritmənin parametrləri və təsir edən amillər arasında funksional əlaqəni ifadə edən tənliklər sistemi - determinə olunmuş riyazi modellər istifadə edilə bilər. Modeləşdirmə nümunəsi kimi metal tullantılar əsasında elektrik poladəritmə prosesində yaranan posanın miqdarının hesablanması aparılmışdır.

Göstərilmişdir ki, son onillikdə fasiləsiz tökmə boru pəstahlara üçün poladəritmə üsullarından elektropoladəritmə üsulu birinci yerə çıxmışdır. Hazırda boru poladı istehsalında elektrik poladının xüsusi çəkisi 90%-ə qədər artmışdır. Bu işə elektrometallurgiyanın şəxsiz üstünlüklərlə əlaqədardır.

Boru poladının əridilməsi "Baku Steel Company" MMC şəraitində 60 tonluq elektrik sobalarında aparılır və şixtənin əsas metallik hissəsini ГОСТ 2787-63 üzrə polad tullantıları təşkil edir. Tullantıların qabarit ölçüləri tələbata görə 600×350×250 mm-dən çox olmamalıdır. Müəyyən edilmişdir ki, elektrik əritməsi və soba-çalov qurğusunda emal texnologiyalarının tətbiqi tullantılardan maksimum istifadə olunmasına şərait yaradır. Lakin şixtə materiallarının seçilməsində **aşağıdakı tövsiyələri nəzərə almaq lazımdır:**

- azkarbonlu poladları əritdikdə şixtə materiallarında legirleyici elementlərin miqdarı minimum olmalıdır; məlum kimyəvi tərkibə malik olan şixtə materiallarından istifadə olunmalıdır;
- boru poladının əritmə prosesi kükürd və fosforun minimum miqdarına malik şixtədən istifadə olunmasını tələb edir; metallik şixtədə pas və qeyri-metal materialların miqdarı minimum olmalıdır;
- istifadə olunan ferroərintilər, saflaşdırıcı və modifikatorlar təmiz və qurudulmuş halda olmalıdır.

Tövsiyə olunmuşdur ki, boru poladının əridilməsi zamanı Si45 və ya Si75 markalı elektrotermiki ferrosilisiyumdən istifadə olunmasına üstünlük verilsin (PCT 1415-95). Ferromanqanın üç növündən istifadə tövsiyə olunur: karbonlu ferromanqan Mn5 və ya Mn6 (PCT 5165-95), elektrotermiki ferromanqan Mn0, Mn1, Mn2 (PCT 4755-95) və metallik manqan Mn00; Mn0; Mn1; Mn2 (RST 6008-95).

Boru elektrik poladını saflaşdırmaq üçün silikomanqan – Si Mn 20, Si Mn 17, Si Mn 14 (PCT 4756-95), silikokalsium, silikosirkonium istifadə etmək tövsiyə olunmuşdur. Metalın son saflaşdırılma prosesi soba-çalovda təkrar alüminiumla (PCT 295-96) aparılmalıdır. Soba-çalovda həmçinin ferrobora (10-12% bor) az miqdarda əlavəsi (0,001% B) poladın mexaniki xassələrini və tablanma qabiliyyətini yaxşılaşdıran modifikator kimi təklif olunmuşdur.

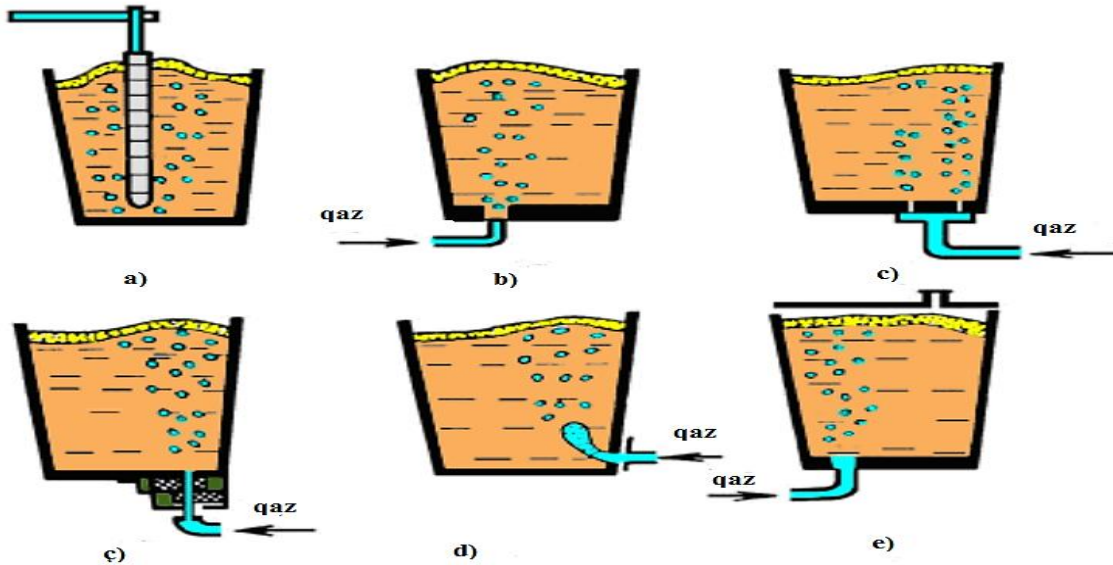
Legirli boru poladının sobadankənar emal proseslərinin xüsusiyyətləri. Poladın kimyəvi tərkibi və temperaturunun lazımi həddə çatdırılmasının bilavasitə sobada yerinə yetirilməsi əritmə müddətinin uzanması, aqreqatın məhsuldarlığının azalması və legirleyici elementlərin yanmasına gətirib çıxarır. Odur ki, innovativ metallurji texnologiyalar əsasında sobadankənar emal nəinki

poladın keyfiyyətini əhəmiyyətli yüksəltməyə, eləcə də prinsipcə yeni xassələrə malik boru poladı almağa imkan verir.

Boru poladının tələb olunan keyfiyyətini təmin etmək üçün sobadankənar emalın aşağıdakı innovativ üsullarını tətbiq etmək təklif olunmuşdur: metalın vakuumla emalı və təsirsiz qazla üfürülməsi; metalın sintetik posa, maye və bərk posa qarışıqları ilə emalı; metalın dərinliyinə müxtəlif reagentlərin daxil edilməsi.

Təsirsiz qazla poladın üfürülməsini soba-çalovda həyata keçirmək təklif olunmuşdur. Təsirsiz qaz qismində əsasən arqon istifadə edilmiş və üfürmə çalovun aşağı hissəsindən müxtəlif üsullarla həyata keçirilmişdir (şək. 4.1).

Maye metalın üfürülməsi zamanı arqonun sərfini 0,5-2,5 m³/t həddində saxlamaq tövsiyə olunmuşdur. Təsirsiz qazla üfürməni vakuumla birlikdə tətbiq etdikdə arqonun sərfinin aşağı həddi götürülmüşdür. Təsirsiz qazla üfürmə və sintetik posa ilə emal qeyri-metal birləşmələrin daha səmərəli ayrılmasına gətirib çıxarır.



Şəkil 4.1. Çalovda metalın üfürülməsi üsulları:

a – daldırılma furma vasitəsilə; b – məsaməli blok vasitəsilə; c – çalovun dibində məsaməli tikişlər vasitəsilə; ç – şiberli tıxac vasitəsilə; d – çalovun yan divarı vasitəsilə; e – SAB üsulu ilə

Kükürd, fosfor və oksigenin posaya tam keçməsinə intensivləşdirmək üçün metalın maye sintetik posa ilə qarışdırılması həyata keçirilmişdir (şək. 4.2).

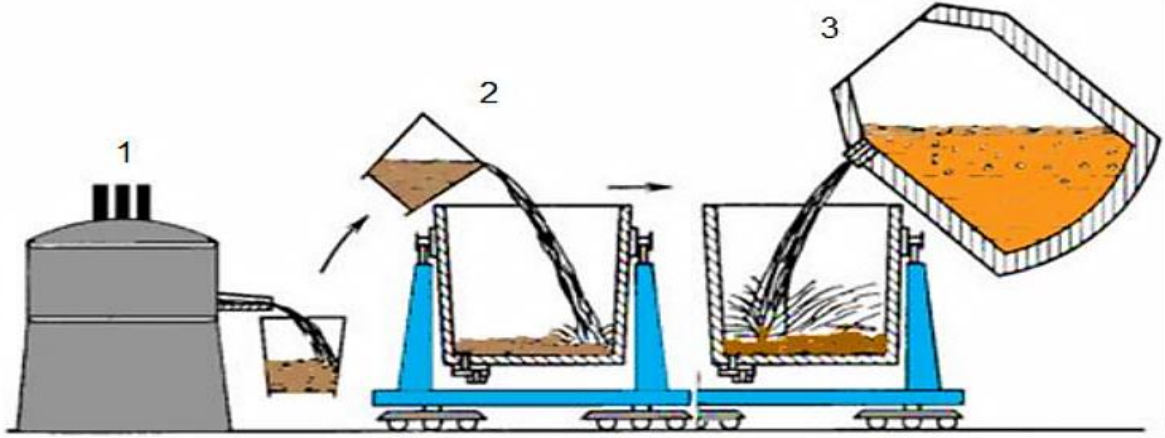
Maye metalda kükürdün miqdarını azaltmaq və oksigensizləşdirilməsi üçün əhəng-gilli posa, defosforasiya üçün əhəng-dəmirlə posası, oksigen və oksid birləşmələrinin miqdarını azaltmaq üçün sursun posası istifadə olunmuşdur. Bu emal zamanı maye posa maye polad şırnağına verilmişdir. Sintetik posa əvvəlcədən əridilmiş və ~1600°C-dək qızdırılmışdır. Sintetik posanın sərfi metalın kütləsinin 5-6% qədər götürülmüşdür. Sintetik posa ilə emal müddəti metalın çalova buraxılma müddətilə məhdudlaşır.

Soba-çalov aqreqatında saflaşdırıcı və modifikatorun polada fasiləsiz verilməsi üçün ovuntudan hazırlanmış məftil istifadə olunmuşdur. Ovuntu məftilin ərintiyə daxil edilməsi istiqamətləndirici boru üzrə xüsusi traybaparatın köməyi ilə həyata keçirilmişdir. SMS Mevas firmasının istehsalı olan soba-çalov qurğusunun sxemi şək. 4.3-də təqdim olunmuşdur.

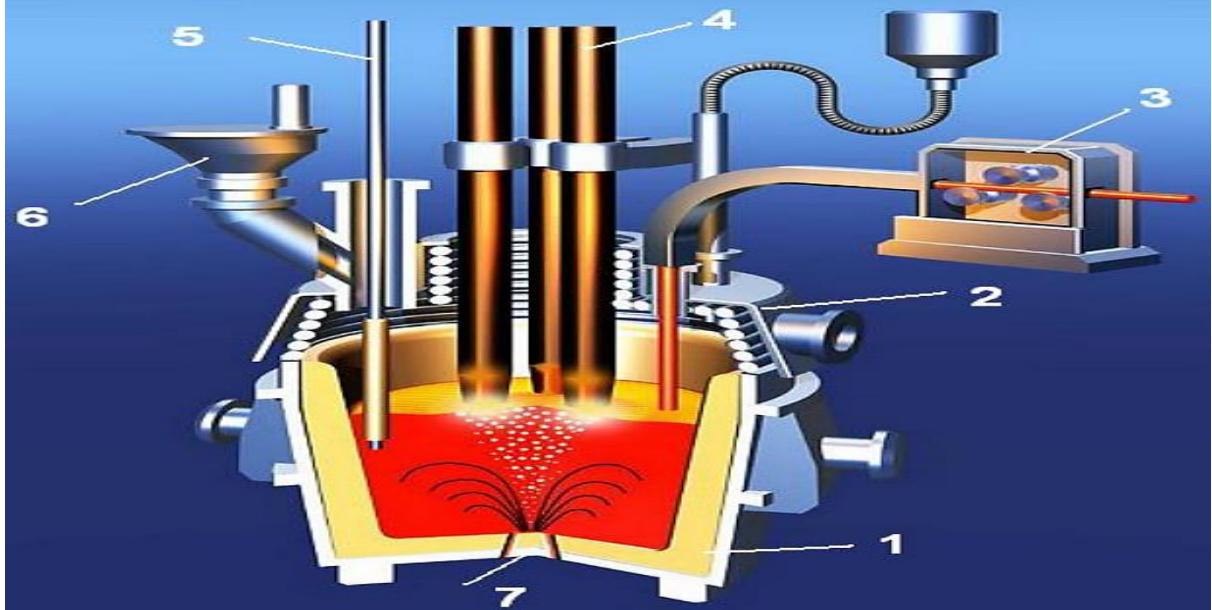
Poladın vakuumla emalı üçün bir neçə texnoloji sxem təklif olunmuşdur (şək. 4.4): kame-ralı vakuumlama, poladın karbonsuzlaşdırılması, şırnaqlı vakuumlama, sirkulyasiyalı vakuumlama və paylı vakuumlama. Texnoloji cəhətdən sadə və etibarlı olduğundan karbonsuzlaşdırmaqla şırnaqlı vakuumlama boru poladının sobadankənar emalında daha səmərəli üsul kimi təklif

edilmişdir.

Növbəti mərhələdə boru poladının sobadankənar emalının daha bir innovativ üsulu - **çalovda impulsu-dinamik tərtibat (İDT)** tətbiq edilmişdir (şək. 4.5). İDT poladın emalı üçün lazım olan materiallarla doldurulmuş kasetlərdən ibarətdir. Materiallar kasetdə müvafiq qaydada düzülüb və bir-birindən əriyən arakəsmələrlə ayrılmışdır. İDT poladın oksigensizləşdirilməsi, legirlənməsi, saflaşdırılması, modifisirləşdirilməsi, qazsızlaşdırılması, posanın ayrılması, kimyəvi tərkib və temperaturun bərabərləşdirilməsi kimi əməliyyatları yerinə yetirməyə imkan verir.



Şəkil 4.2. Poladın maye sintetik posa ilə emalının texnoloji sxemləri:
1 – sintetik posa əritmək üçün qövslü elektrik sobası; 2 – polad tökmə çalovuna sintetik posanın tökülməsi; 3 – poladın buraxılması



Şəkil 4.3. Soba-çalov qurğusunun sxemi:
1 – çalov, 2 – qapaq-tağ, 3 – məftil vermək üçün trayb-aparat, 4 – elektrodlar, 5 – arqon şırnağında silikokalsium ovuntusunu üfürmək üçün furma, 6 – səpilən ferroərinti və flüslərin verilməsi üçün quruluş, 7 – arqonu vermək üçün məsaməli tıxac

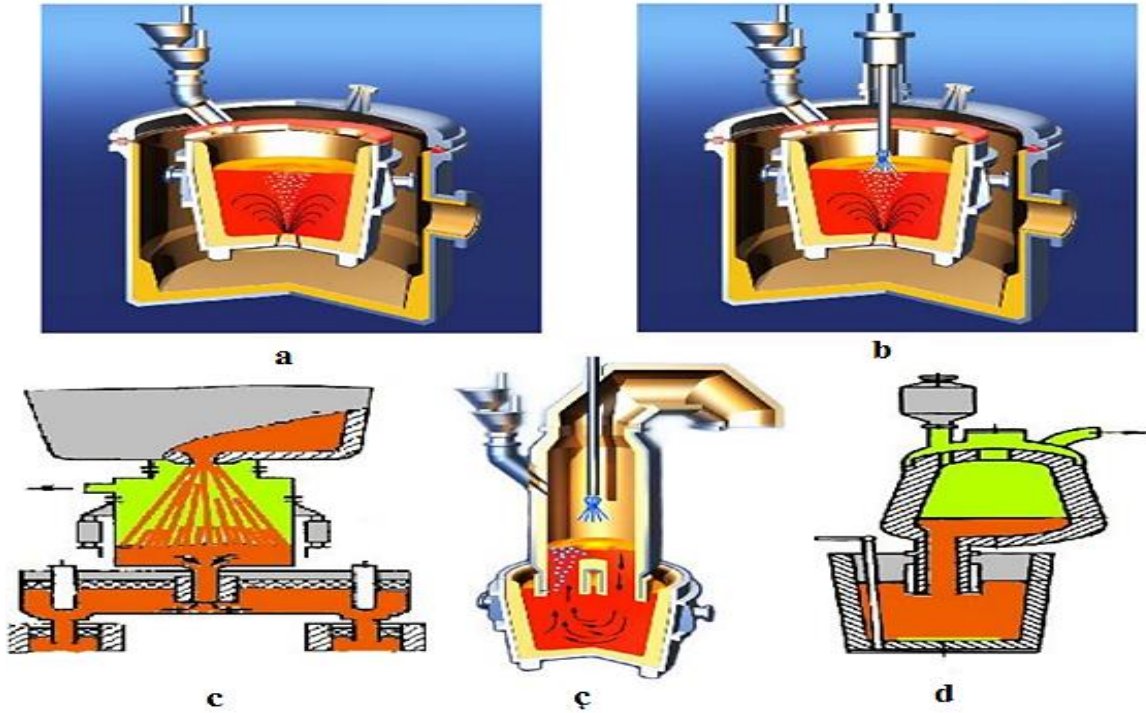
Metallın çalovda qarışdırılması şırnaqlı-burulğanlı axınların reaktiv enerjisi hesabına həyata keçirilir (şək. 4.6). İntensiv qarışma fəal reagentlərin (Mg və ya Ca) oksidləşməsinin ekzotermik

reaksiyaları əsasında gedir. Nəticədə çalovun bütün həcmində boru poladının səmərəli saflaşdırılması və homogenləşməsi təmin olunur. Bu tərtibat vasitəsilə poladın emal müddəti 10 dəqiqədən çox olmur. İDT maye metal tökülmüş çalova xüsusi qaldırıcı mexanizm və ekran modulunun köməyiylə daxil edilir. Emal müddətində çalovda metalın əlavə qarışdırılmasını təmin etmək üçün İDT ardıcıl olaraq metalda qaldırılıb endirilir.

Çalovda sintetik posalarla maye poladın emalında posa-metal fazasında olan zərərli qatışıqların posaya keçmə prosesini intensivləşdirir. Boru poladının sobadankənar emalında aşağıdakı posalar istifadə olunmuşdur: fosforun miqdarını azaltmaq üçün maye əhəng-dəmirli posalar; əsasi poladda oksigen və oksidli qeyri-metal ünsürlərin miqdarının azaldılması üçün turş posalar; kükürdsüzləşmə və metalın oksigensizləşdirilməsi üçün maye əhəng-gil torpaqlı posalar.

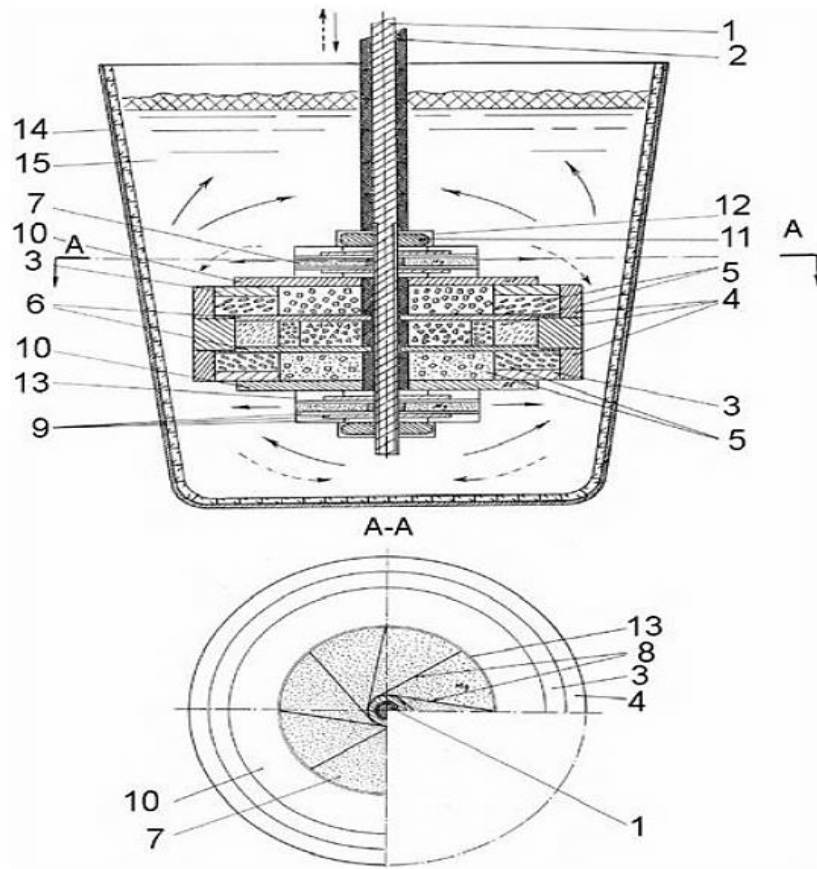
Baku Steel Company MMC şəraitində aşağıdakı tərkibli sintetik posanın istifadəsi tövsiyə olunmuşdur, %: CaO 50–55; Al₂O₃ 38–43; SiO 8–10; MgO 6–8; və (FeO+MnO) 1,0–1.5-dən az. Posanın qızdırılma temperaturu ~ 1500°...1600°C, posanın sərfi maye metalın kütləsinin 3–5%, yəni 3-10 kq/t tövsiyə olunmuşdur. Bu tərkibli sintetik posa ilə emaldan sonra metalda kükürdün miqdarı 0,002–0,010%-dək azalır (şək. 4.7). Sintetik posada FeO-nun miqdarı çox az olduğundan metalın oksidləşməsi 1,5–2 dəfə azalır. Sintetik posa ilə emaldan sonra maye metalda qeyri-metal ünsürlərin miqdarı təxminən 2 dəfə azalır.

Beləliklə, maye metalın sintetik posalarla sobadankənar emal prosesləri vanadiumla mikrolegirlənmiş poladdan fasiləsiz tökmə boru pəstahları istehsalı üçün yüksək keyfiyyətli elektrik poladı almağa imkan verir.



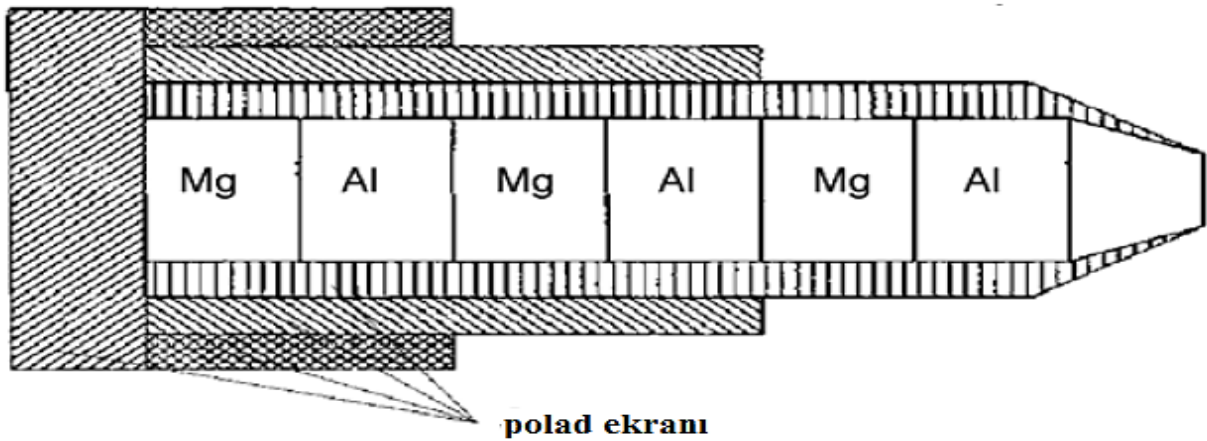
Şəkil 4.4. Poladın vakuullaşdırılması sxemi:

- a) kameralı vakuumlama; b) poladın karbonsuzlaşdırılması; c) şırnaqlı vakuumlama; ç – sirkulyasiyalı vakuumlama; d) paylı vakuumlama

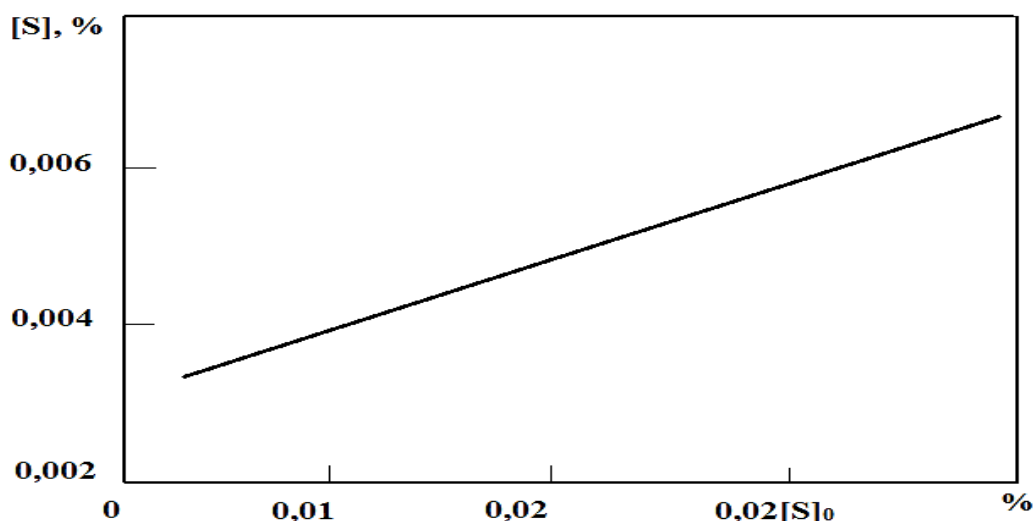


Şəkil 4.5. İmpulsu-dinamik tərtibatın sxemi:

1 – polad içlik; 2 – istiyədözümlü hörgülü oymaqlar; 3 – üfüqi divarlar; 4 – yığılan qabıq; 5 – reagentlərdən üzükvari elementlər; 6 – arakəsmələr; 7 – maqnezium qatı; 8 – istiqamətləndirici elementlər; 9 – istilik ekranı; 10 – alüminium lövhələr; 11 – dayaq; 12, 13 – qoruyucu qabıq; 14 – poladtökücü çalov; 15 – ərinti



Şəkil 4.6. İmpulsu-dinamik tərtibatda elementlərin kasetdə yerləşmə sxemi



Şəkil 4.7. 13XMΦA markalı boru poladının əhəng-giltorpaq maye sintetik posa ilə emalının səmərəliliyi

“Baku Steel Company” MMC-də poladın termiki möhkəmləndirilməsində baş verən struktur çevrilmələri araşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, şixtə materialı qismində metal tullantılarından istifadə etməklə elektroqövs sobasında əridilmiş poladlarının fiziki-mexaniki xassələrinin yüksəldilməsi üçün yayma əməliyyatından sonra termomexaniki emalın həyata keçirilməsi məqsədəuyğundur. Yaymadan dərhal sonra aparılan termomexaniki emal azkarbonlu poladlarda axıcılıq və möhkəmlik hədlərinin standartın tələblərinə cavab verməsini təmin edir.

5. Poladın elektrik sobasında əritmə prosesində legirləyici-saflaşdırıcı furmanın tətbiq edilməsi

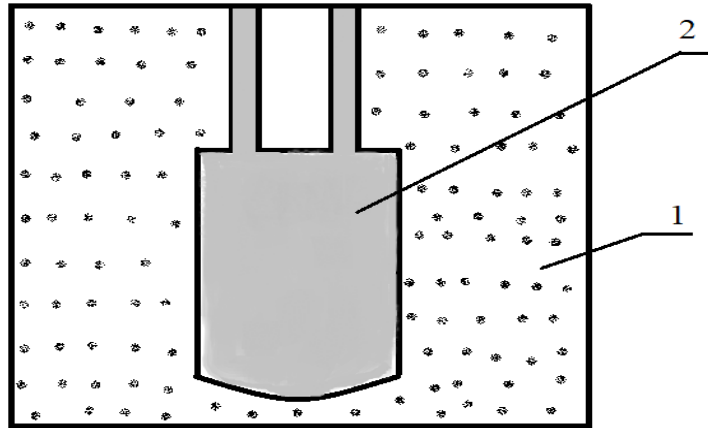
Metallurgiya istehsalının tam dövrünə malik “Baku Steel Company” MMC şəraitində neft-qaz sənayesi üçün elektrik sobasında əridilən qənaətli legirlənmiş poladların keyfiyyətinin yüksəldilməsi üçün legirləyici-saflaşdırıcı furmanın tətbiqi üzrə tədqiqatlar aparılmışdır.

Məlumdur ki, “Baku Steel Company” MMC 60 tonluq elektrik sobası və əyrixətli fasiləsiz tökmə maşınına malikdir və bu maşında dairəvi en kəsikli pəstahlar, o cümlədən borular tökülür. Hazır boru pəstahlarının səthinin təmizliyi və mexaniki xassələrinin yüksək səviyyəsi 1ton maye metal kütləsinə alüminiumun 1,02 kq-dan az olmayan sərfində təmin olunur. Daxil edilən alüminiumun belə əhəmiyyətli miqdarı xüsusən kiçik en kəsikli dozatorların kanallarının dayanıqlığına mənfi təsir göstərir. Buna səbəb stakanların yuvalarının alüminatlarla tezliklə daralması, kristallaşdırıcıda metalın oksidləşmə reaksiyalarının inkişafı, qabıqla tutmaların yaranması və pəstahların qeyri-metal ünsürlərlə çirklənməsidir.

Bu hadisələrin qarşısını almaq üçün texnoloji və iqtisadi cəhətdən metalın oksigen-sizləşdirilməsinin ən səmərəli üsulu kimi poladın kompleks çatdırma qurğusu (PKÇQ) təklif olunmuşdur. Bu qurğuda poladtökmə çalovuna alüminium və ferroərintilər bloklar şəkilində daxil edilir. Lakin blokların bərkidilməsinin qəbul olunmuş üsulları və onların metala PKÇQ ilə daxil edilmə texnologiyası ferroərintilərin lazımi mənimsənilməsinə zəmanət vermir və aydırdır ki, poladın lazım olan mexaniki xassələri və keyfiyyətli mikrostrukturu təmin olunmur.

Oksigensizləşdirici-legirləyici furmaların (OLF) daha effektiv konstruksiyası və PKÇQ-də çalovda metalın oksigensizləşdirilməsinin təkmil texnologiyası təklif olunmuşdur. OLF furma bilavasitə üfürücü furmanın odadavamlı katuşkasının üzərində yerləşdirilmiş və əvvəlcədən

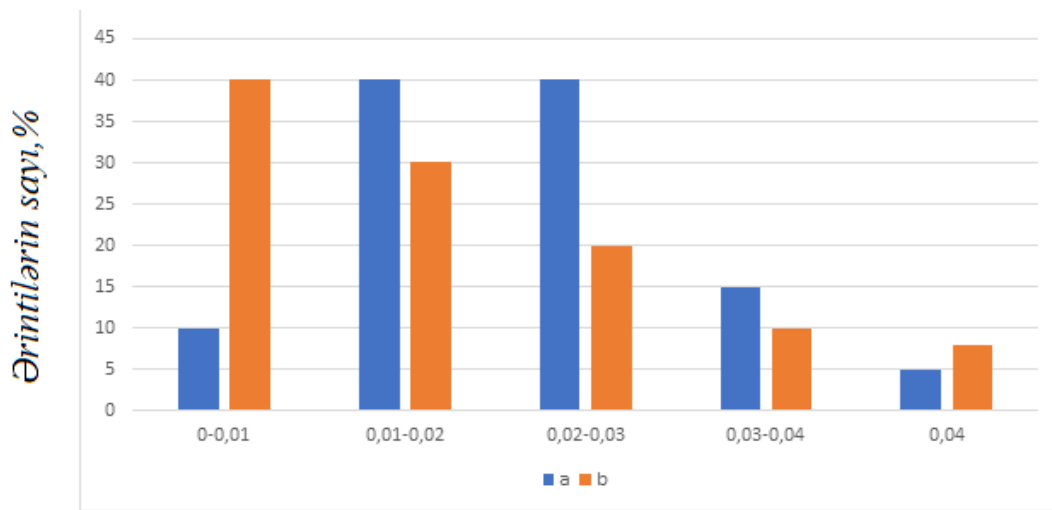
hazırlanmış alüminium blokun əridilməsi yolu ilə hazırlanır (şəkil 5.1). Kütləsi 40-50 kq olan blok ayrıca xüsusi kokilə tökülür, blok 2-3 dəq. ərzində bərkidikdən sonra furma istifadə üçün hazırlanır. Bu halda alüminium blokun kütləsi tökülmüş alüminiumun kütləsi də daxil olmaqla 60-90 kq təşkil edir.



Şəkil 5.1. Oksigenləşdirici-legirləyici furma:
1-odadavamlı katuşka; 2-alüminium blok

Təcrübi-sənaye ərintilərinin nəticələrinin statistik emalı göstərmişdir ki, OLF-nın köməyiylə poladın oksigenləşdirilməsində alüminiumun yüksək mənimsənilməsini təmin etmək üçün ortalaşdırılmış üfurmədən sonra metalın oksidləşmə dərəcəsini 0,003 %, posada FeO-nun miqdarını 4%-dən çox olmamaq şərtilə saxlamaq lazımdır və əritmənin buraxılma prosesində texnoloji posa nəzərə alınmalıdır.

Şəkil 5.2-də təqdim olunan məlumatlardan görünür ki, OLF-nın istifadəs ilə hazır poladda alüminiumun miqdarının tələb olunan intervalına (0,02-0,03%) düşən ərintilərin sayı, cari istehsalla alınan ərintilərə nisbətən iki dəfə çoxdur və orta hesabla istehsal olunan boru poladlarının uyğun olaraq 42,7 və 20,8%-ni təşkil etmişdir.



Şəkil 5.2. Əritmələrin sayı ilə poladda alüminiumun miqdarı arasında asılılıq:
a – OLF-nın tətbiqi ilə ərintilər; b – seriyalı ərintilər

Beləliklə, poladəitmə prosesində OLF-nin işlənmiş konstruksiyası və istifadə texnologiyası aşağıdakı üstünlüklərə imkan yaradır:

- alüminiumun xüsusi sərfini 0,65kq/t-a qədər (seriyalı texnologiyada 1,33 kq/t), habelə onun ümumi sərfini 1,68-dən 1,06 kq/t-a qədər azaltmağa;
- PKÇQ-də alüminiumun mənimsənilmə dərəcəsini mövcud texnologiya ilə müqayisədə 75,9-dan və 93,4%-dək (mövcud texnologiyalarla bu rəqəmlər 44,5 və 25,3%) artırmağa;
- sulfidlərlə çirklənmənin yaxın göstəricilərində poladın oksid üsürlərlə (məsələn, Al_2O_3) çirklənməsini əhəmiyyətli (qeyri-metal üsürlər üzrə bal 2,16-dan 1,50-dək, sətirvari üsürlərin uzunluğu isə 0,8-dən 0,4 mm-dək) azaltmağa;
- yayılmış metalın zayırlarını 1,15-dən 0,1%-dək azaltmağa;
- poladın dartılmada möhkəmlik həddini orta hesabla 3%, axıcılıq həddini 9,5%, nisbi uzanmasını 8%, 20°C-də zərbə özlülüyünü 20% yüksəltməyə.

Müəyyən olunmuşdur ki, tökmə prosesi və boru pəstahlarının keyfiyyətinin stabilliyi pəstahların fasiləsiz tökmə maşınına (PFTM) metalın tökülməsinin optimal temperatur-sürət rejimilə müəyyən olunur. Aralıq çalovda poladın buraxılabilən temperaturunun diapazonu kifayət qədər dardır və poladın kimyəvi tərkiblə müəyyən olunan kristallaşmanın başlanğıc temperaturundan asılıdır.

“Baku Steel Company” MMC-də elektrik qövs sobasında əridilən hər bir marka polad üçün təcrübi yolla fasiləsiz tökülən ərintilərin temperatur rejimi təhlil olunmuşdur, bu, orta hesabla tökmə sürətinin 10% və əritmələrin orta seriyalılığını 8%-dək artırmağa imkan vermişdir, bu göstərici tədqiqatlar aparılanadək olan göstəricilərdən 25%-ə qədər böyükdür.

PFTM qurğusunun işində əlverişsiz amil trapeseidal konstruksiyalı aralıq çalov, xüsusən də poladtökmə çalovundan şırnağın verilmə rayonunda onun arxa divarının kifayət etməyən dayanıqlığıdır. Riyazi və fiziki modeləşdirmənin nəticələrinin istifadəsilə modifisirləşdirilmiş, müvəffəqiyyətlə sənaye sınağı keçmiş və gücləndirilmiş hörgü ilə təchiz olunmuş, arxa divar tərəfdən 120×2000×1200 mm ölçülü qabarıqlı aralıq çalovun konstruksiyası yoxlanmış və istehsalatda tətbiq olunmuşdur.

Təcrübi-sənaye ərintiləri nəticələrinin təhlili göstərmişdir ki, cari istehsal ərintilərlə müqayisədə metal tullantılarının azalması hesabına ərintilərin seriyalılığının artırılması ilə yararlı poladın çıxımı 0,8% artmış və 98,6%-ə çatmışdır. 7 əvəzinə orta seriyalılıq 10,52 əritmə təşkil etmişdir. Baxış göstərmişdir ki, pəstahların səthi kafi keyfiyyətə malikdir, qeyri-metal üsürlərin izləri yoxdur. 50%-li xlorid turşusunun məhlulunda aşındırılmış eninə templetlərin mikrostrukturunun keyfiyyəti TY14.811-98 və TY14.8.5-98-ə uyğundur. Oksid və sulfid üsürlərlə çirklənmə 2,5 balı üstələmir, 3-5 ballı iri üsürlər yoxdur və texniki şərtlərin tələbləri ödənilir.

Boru pəstahının keyfiyyətinə böyük təsiri tökməyə hazırlığın bütün sahələrində metalın ikinci oksidləşməsi göstərir. Tədqiqatlarla müəyyən olunmuşdur ki, tökmə zamanı metalda alüminiumun miqdarı orta hesabla 0,013% azalır, o cümlədən poladtökücü və aralıq çalovlar arasındakı sahədə alüminiumun yanması 0,003%-ə çatır. Metalda oksigenin miqdarı tökmə zamanı 2 dəfə artır.

“Baku Steel Company” MMC-də poladın fasiləsiz tökülmə texnologiyasının sənaye tətbiqində metal şırnağı oksidləşmədən boru ilə mühafizə olunur, onun yuxarı hissəsi havanın sorulmasının qarşısını almaq üçün manipulyatorun köməyilə “konus konusa” tipli poladtökücü çalovun şiber bağlayıcısının xüsusi kollektoru ilə birləşdirilir. Borunun aşağı hissəsi aralıq çalovda metalın səviyyəsinə gətirilmişdir. Metalın səthini posaəmələgətirici qarışıqdan (25-32% SiO_2 ; 30-37% Ca, <5% Al_2O_3 , 4-7% CaF_2 , 2-4% C, < 1% S, nəmlik < 5%, əsasilik 1,1 %) ibarət ikiqatlı örtüklə mühafizə etmək və onun üzərinə 20% C, 20-30% Al_2O_3 , 25-35 % SiO_2 , < 2% Σ ($MgO+MnO+Fe_2O_3+Fe$), nəmlik 1%-dən çox olmadan tərkibli istilik izolə edici qarışıq səpmək təklif olunmuşdur.

Aralıq çalov – kristallaşdırıcı sahəsində metalı ikinci oksidləşmədən qorumaq üçün metal səviyyəsinə gətirilmiş düzaxınlı qaldırıcı kvarts stakan istifadə edilmişdir. Düzaxınlı stakanın tətbiqi

alüminiumla oksigensizləşdirilmiş poladın tökülməsində onun daxili diametrinin tutulma ehtimalı ilə izah olunur. Stakanın deşiyinin diametrini orta hesabla hesablanmışdan 15-20% böyük yerinə yetirmək təklif olunur.

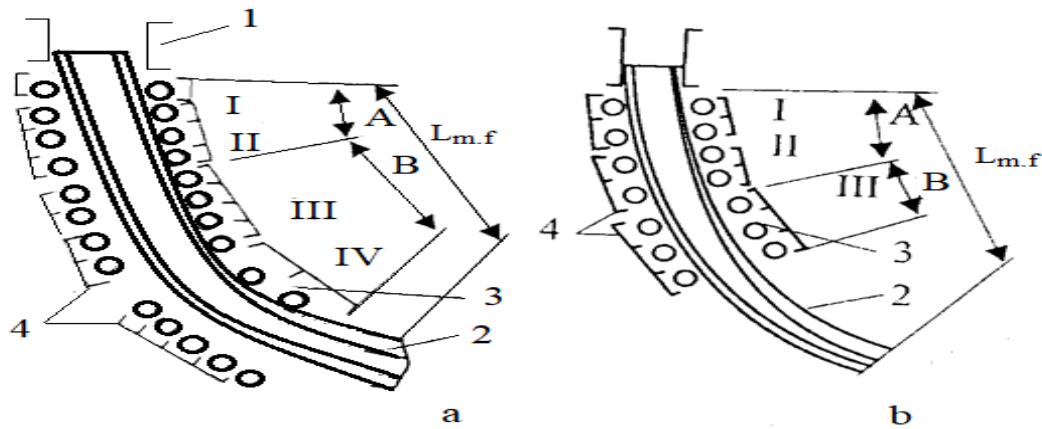
Kristallaşdırıcıda metal güzgüsünün mühafizəsi üçün sərfi 0,6-0,8 kq/t olmaqla posaəmələgətirici qarışıq tətbiq edilmişdir. Onun tərkibi 22-30% SiO₂, 22-32% Ca, 4-5% Al₂O₃, 15-16% CaF₂, 17-20% C təşkil edir. Metalın keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və havanın sorulmasının qarşısını almaq üçün stakan-dozator və daldırıcı stakan arasında maye metala kristallaşdırıcıda tam tıxac-monoblok, stakan-dozator və daldırıcı stakan vasitəsilə verilən arqon üfürülür. Kəsiyi 335×400 mm olan kristallaşdırıcının doldurulmasında və aralıq çalovda metalın səviyyəsi 700-750 mm-də təsirsiz qazın verilməsinin aşağıdakı optimal parametrləri müəyyən olunmuşdur: tıxacda deşiklərin diametri 4-6 mm, qazın təzyiqi 0,18-0,20 MPa və sərfi 0,065-0,075 m³/t.

İkinci oksidləşmədən metalın mühafizəsinə yönəlmiş kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsi poladda oksigenin miqdarın 0,004%-dək, 30% ərintidə isə 0,003%-dən az məhdudlaşmağa, bütövlükdə səthin keyfiyyətini və pəstahların mikrostrukturunu əhəmiyyətli yaxşılaşdırmağa imkan vermişdir. Bu halda aralıq çalovda arqonla metalın üfürülməsilə tökülmüş pəstahların mikrostrukturunu əhəmiyyətli yaxşılaşdırmağa imkan yaranır. Eyni zamanda aralıq çalovda arqonla metalın üfürülməsilə tökülmüş pəstahların mikrostrukturunun keyfiyyəti orta hesabla 1 bal yaxşılaşdırmışdır. Arqonla emal olunmuş metalda qeyri-metal üsürlərin orta miqdarı 0,0123% təşkil edir. Yayılmış boru pəstahların metalının mexaniki xassələri ГOCT1050-74-ün tələblərinə uyğun gəlir.

Fasiləsiz tökmə pəstahlarının keyfiyyətinə ikinci soyutma rejimləri əhəmiyyətli təsir göstərir. Ədədi modelləşdirmə və laborator eksperimentlərinin istifadəsilə "Baku Steel Company" MMC şəraitində boru pəstahlarının (blümlərin) ikinci su-hava soyutmanın yeni sistemi işlənmiş və tətbiq olunmuşdur. Soyutma rejim parametrləri tökmə sürətindən asılı olmayaraq külçənin uzunluğu və perimetri üzrə metalın bərabər soyumasını təmin edir.

Yeni sistem pəstahların təkrar soyutma prinsipilə işləyir, bu nisbətən tənzimlənən dəyişməsilə su-hava qarışığının metalın səthinə rəvan verilməsini təmin edir və soyuducunun sərfi poladda karbonun miqdarı, tökmə sürəti və pəstahın en kəsiyindən asılı olaraq təcrübə şəraitində avtomatik tənzimlənir. Bu halda maye fazanın 0,05-0,5 uzunluğuna bərabət sahədə qarışıqda su və havanın nisbətini 1/50-1/150 hədlərində azaldırlar.

330×400 mm en kəsikli blüm pəstahlarının təkrar soyudulması IV soyutma zonasını əhatə edir, şərti olaraq A və B sahələrinə bölünür (şəkil 5.3, a), 160×160 mm en kəsikli pıstahların təkrar soyudulması üç zonadan ibarətdir və iki sahəyə bölünmüşdür (şəkil, 5.3, b).



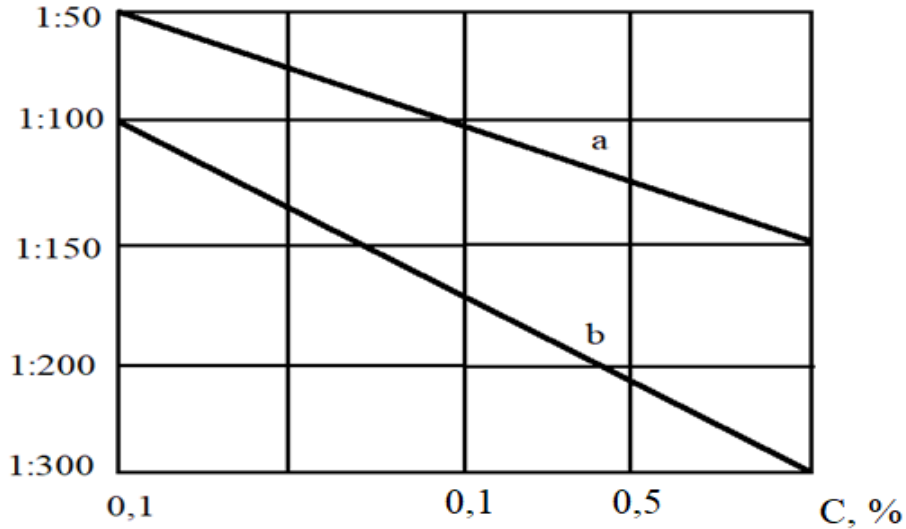
Şəkil 5.3. PFTM-nin təkrar soyutma sistemi:

1-kristallaşdırıcı; 2-fasiləsiz pəstah (a-blüm, b-kvadrat); 3-4 - təkrar əritmə zonası; L_{m.f} - maye fazanın uzunluğu

Tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, blüm pəstahının a sahəsində karbonun miqdarı 0,1% olduqda suyun (Q_{su}) və havanın (Q_{hava}) sərfələrinin nisbəti 1:50 təşkil etməlidir və karbonun miqdarı 0,1%-dən yüksək olduqda bu nisbət 1:100-ə qədər azaldılmalıdır. Sonrakı B sahəsində poladda karbonun miqdarı 1,0% olduqda göstərilən nisbət xətti asılılıq üzrə 1:100-dən 1:150-dək azaldılır (şəkil 5.4).

160×160 mm en kəsikli pəstah üçün karbonun miqdarını 0,1-dən 1,0%-dək artırıqda su və havanın nisbəti A sahəsində 1:100-dən 1:200-dək, B sahəsində isə 1:200-dən 1:300-dək azaldılır. Su boru kəmərinə və qurğunun təkrar soyutma zonasında suyun təzyiqi 0,4-0,6 MPa, havanın isə 0,34-0,6 MPa tövsiyə olunur.

su və hava nisbəti



Şəkil 5.4. Karbonun miqdarından asılı olaraq A və B sahələrində su və havanın sərfinin paylanması:

a-blüm pəstahlar; b-kvadrat pəstahlar

Poladda karbonun miqdarından asılı olaraq (0,1-1,0% diapazonu) təkrar soyutma zonasında suyun sərfinin konkret qiymətini (Q_{su} , m^3 /saat), havanın sərfini (Q_{hav} , m^3 /saat) hesablamaq və tökmə sürətini (V_1 m/dəq) dəyişmək üçün ədədi eksperimental məlumatların statistik emalı nəticəsində (R-korrelyasiyanın çoxluq əmsalı) aşağıdakı tənliklər alınmışdır:

kəsiyi 330×400 mm olan pəstahlar üçün:

$$I \text{ zona } Q_{su} = 0,381 - 1,225 [C] + 0,0067V^2 + 0,0165Q_{hav}, R=0,99$$

$$II \text{ zona } Q_{su} = 0,481 - 1,308 [C] + 0,141V^2 + 0,015Q_{hav}, R=0,98$$

$$III \text{ zona } Q_{su} = 0,232 - 0,572 [C] + 0,0303V^2 + 0,009Q_{hav}, R \approx 1,0$$

$$IV \text{ zona } Q_{su} = 0,272 - 0,572 [C] + 0,0186V^2 + 0,0088Q_{hav}, R \approx 1,0$$

kəsiyi 160×160 mm pəstahlar üçün:

$$I \text{ zona } Q_{su} = 0,351 - 1,035 [C] + 0,0057V^2 + 0,0176Q_{hav}, R=0,99$$

$$II \text{ zona } Q_{su} = 0,381 - 1,206 [C] + 0,121V^2 + 0,0165Q_{hav}, R=0,99$$

$$III \text{ zona } Q_{su} = 0,218 - 0,561 [C] + 0,0285V^2 + 0,010Q_{hav}, R=0,98$$

$$IV \text{ zona } Q_{su} = 0,253 - 0,556 [C] + 0,0175V^2 + 0,0098Q_{hav}, R=0,98$$

İşlənmiş qurğuların və təkrar su-hava soyutma rejimlərinin "Baku Steel Company" MMC-də tətbiqi təkrar soyutmanın intensivliyini 0,20 l/kq-dək azaltmağa, zayın azalması sayəsində yararlı metalın çıxımını 0,40% artırmağa, tökmə boru pəstahlarının səthinin keyfiyyətini və

mikrostrukturunu, habelə hazır məhsulun mexaniki xassələrini əhəmiyyətli yaxşılaşdırmağa imkan verir.

Legirləmə və oksigensizləşdirmə proseslərinin effektiv həyata keçirilməsi fasiləsiz tökmə prosesində poladın termoplastikliyi yüksəldir və daha optimal soyutma rejimləri tətbiq etməklə keyfiyyətli boru pəstahları istehsalını mənimsəməyə imkan verir.

6. Boru pəstahlarının fasiləsiz tökmə proseslərində aşağı təzyiqli emal - vakuumatorun tətbiq edilməsi

Neft-qaz sənayesi üçün istehsal olunan boru poladlarının zərərli qazlardan, o cümlədən hidrogen, azot və oksigendən daha dərin təmizləmə proseslərinin effektivliyini artırmaq məqsədilə maye poladın aşağı təzyiqdə (vakuumda) emalının xüsusiyyətləri araşdırılmışdır.

Məlumdur ki, poladda hidrogenin iştirakı flokenlər kimi zərərli qüsurun yaranması ilə əlaqədardır. Ona görə də maye metalın üzərində təzyiğin azaldılması hidrogenin konsentrasiyasının azaldılmasının çox təsirli vasitəsidir. Poladda hidrogenin həllolma qabiliyyətinə legirleyici elementlər və oksigen əhəmiyyətli təsir edir. Oksigenin miqdarının artırılması praktiki olaraq hidrogenin həllolma qabiliyyətini xətti aşağı şalır.

Aşağıdakı $[H] = K'_{H_2} V P'_{H_2}$ tənliyinə əsasən təzyiqli aşağı saldıqda hidrogenin taraz konsentrasiyaları aşağıdakı kimi olur ($\text{sm}^3/100\text{q}$):

7,6 mm.c.st. təzyiqlə	2,8;
1 mm.c.st. təzyiqlə	1,0;
10 mm.c.st. təzyiqlə	0,03.

Aydındır ki, metal üzərində təzyiğin aşağı salınması hidrogenin konsentrasiyasını azaldır. Dəmirde azotun həllolma qabiliyyəti hidrogeninki kimidir.

Poladın eketroqöv sotasında əridilməsində elektrodların altında inkişaf edən yüksək temperatur zonası azotun əhəmiyyətli dərəcədə böyük miqdarda metal tərəfindən udulmasına (təxminən 0,012-dək) şərait yaradır.

$[H] = K'_{N_2} \sqrt{P_{N_2}}$ düsturuna əsasən maye dəmirde azotun taraz konsentrasiyaları aşağıdakı kimi olur (%):

- 7,6 mm.c.st. təzyiqlə	0,0044;
- 1 mm.c.st. təzyiqlə	0,0016
- 10 mm.c.st. təzyiqlə	0,00005

Azotun həllolma qabiliyyətinin bu qiymətlərinə uyğun olaraq poladın vakuumda emalının sənaye qurğularında təzyiğin aşağı salınması metalda azotun konsentrasiyasının azalmasına gətirib çıxarır. Baxmayaraq ki, poladda həll olmuş oksigenin konsentrasiyası metalın üzərində olan təzyiqdən asılıdır, lakin təzyiğin birbaşa dəyişdirilməsilə oksigeni poladdan kənarlaşdırmaq mexanizmi $P_{CO} < 1$ -də karbon-oksigen reaksiyası ilə şərtlənir.

Beləliklə, sistemdə təzyiğin azaldılması $[C][O]$ hasilinin azalmasına və maye poladda oksigenin konsentrasiyası aşağı düşməsinə gətirəcəkdir. Məsələn, əgər tərkibində 0,3% [C] və 0,011% [O] olan poladın vakuumlaşdırma prosesində oksigen {CO} şəkilində tam kənarlaşsa, onda $\Delta[C] = \frac{3}{4} \Delta[O] = 0,75 \Delta[O]$ tənliyinə əsasən metaldan 0,008% [C], yəni ilkin miqdarın 3%-i qədər C kənarlaşacaqdır.

Karbon monooksidinin parsial təzyiqinin kifayət qədər kiçik qiymətində karbonun oksigensizləşdiricilik qabiliyyəti o qədər qalxır ki, aşağıdakı reaksiya üzrə qeyri-metal üsürlərinin və ya sobanın hörgüsünün oksidləri bərpə oluna bilər:



Oksidlərin bərpası metalın bərpəedici element, məsələn silisium və alüminiumla eyni vaxtda zənginləşməsilə müşayiət olunur.

Vakuumlaşdırma prosesinin kinetikasi. Poladın sənaye vakuum emalının şəraitləri üçün

qazsızlaşdırma reaksiyalarının sürətini və ona təsir edən amilləri bilmək lazımdır. Hidrogen və azotun kənarlaşdırma kinetikasi prosesin əsas mərhələlərinin getmə şəraitilə müəyyən olunur:

- qazın atomlarının metal-qaz ayırma səthinə köçürülməsi;
- hidrodinamik qarışdırma olmadıqca (vanna intensiv qarışdırıldıqca, diffuziya qatının qalınlığı bir o qədər az olur) incə diffuziya qatı vasitəsilə diffuziya;
- səthdə adsorbsiya olunan qata qaz atomlarının adsorbsiyası;
- mollaşdırma reaksiyası və qaz molekullarının yaranması:



- qaz fazasında yaranan molekulların desorbsiyası;
- səthdən reaksiya məhsullarının (qaz molekullarının) getməsi.

Bu halda reaksiyanın sürəti Fikin diffuziyasının birinci qanunu ilə yazılan tənliklə təqdim oluna bilər. Əgər qazsızlaşdırma üçün çalov vakuum kamerada yerləşirsə, onda qazsızlaşdırma üçün səthin yararlı sahəsi (F) maye poladın səthinə bərabər olur. Bu halda səthin emal olunan metala yüksək nisbəti $\frac{F}{V_\tau}$ böyük olmaya bilər. Bu nisbət arqon və ya digər üsulla üfurməklə qarışdırmaqla metalın ayrı-ayrı cirlərini emalda xeyli artırıla bilər. Qarışdırma kütləköçürmə əmsalının K artırılmasına kömək edir.

Metal-qaz səthini bloklayan və azotun kənarlaşdırılma prosesinin getməsinə mane olan səthi aktiv aşqarların iştirakı da böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə aşqarların sırasına oksigen və kükürdü aid etmək olar. Ona görə də, məsələn metalın oksigensizləşdirilməsi və kükürdsüzləşdirilməsi vakuullaşdırmada azotun kənarlaşdırılma şəraitini asanlaşdırır.

Vakuum altında metalın saflaşdırılma prosesi karbon monooksidin qabarcıqlarının eyni vaxtda ayrılma prosesilə sürətlənir. Bunlar metalı intensiv qarışdırır və hidrogen və azotun parsial təzyiqi sıfıra bərabər olduqda isə əlavə "vakuum kameraları" rolunda çıxış edirlər.

Dəmirde həll olmuş karbon və oksigenin qarşılıqlı təsir reaksiyasının limitləşdirici bəndi fazalararası səthin yaxınlığında kütləköçürmədir. Buna müvafiq olaraq oksigen və karbonun konsentrasiyalarının azalma sürəti aşağıdakı tənliklərlə yazıla bilər:

$$\frac{d[O]}{d\tau} = K_O \frac{F}{V} ([O]_S - [O]),$$

$$\frac{d[C]}{d\tau} = K_C \frac{F}{V} ([C]_S - [C]),$$

burada K_O, K_C – oksigen və karbonun kütləköçürmə əmsalları, sm/san;

$[O], [C]$ – maye ərintidə oksigen və karbonun konsentrasiyaları, %;

$[O]_S, [C]_S$ – maye ərintinin səthində oksigen və karbonun qaz fazası ilə taraz konsentrasiyaları, %.

$\frac{F}{V}$ – səthin həcmə nisbətidir, sm^{-1} .

Qaz qabarcıqlarının yaranması. Vakuullaşdırma praktikasında karbon monooksid, hidrogen və azotun qabarcıqlarının yaranma prosesinə maye ərintidə elementlərin konsentrasiyasının tarazdan nəinki artması, həm də digər amillər təsir edir. Əgər hidrogenlə doyma təzyiqini

$$P_{H_2} = \frac{[H]^2}{(K'_{H_2})^2} = \frac{[H]^2}{(248)^2} = \frac{[H]^2}{615},$$

burada $[H]$ promildə, P_{H_2} isə atmosfer təzyiqində ifadə olunub, onda hidrogen rüşeyminin böhran ölçüsü

$$r_{böh_{H_2}} = \frac{2,04 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma}{\frac{[H]^2}{615} - p - \frac{h}{142}}$$

olacaqdır. Karbon monooksidin qabarcıqları üçün işə yazmaq olar:

$$P_{CO} = K'_{C_1O} [C][O] = 400[C][O]$$
$$r_{böh.CO} = \frac{2,04 \cdot 10^{-6} \cdot \sigma}{400[C][O] - P - \frac{h}{142}}$$

Maye ərintidə hidrogenin konsentrasiyalarında, məsələn, $7 \text{ m}^3/100\text{q}$ -da $\frac{[H]^2}{615}$ nisbəti $0,08$ -ə bərabərdir. Əgər hesab etsək ki, r_b kəmiyyəti müsbətdir, onda $P + \frac{h}{142} < 0,08$ olur. Bu ona dəlalət edir ki, vakuum şəraitində ($P=0$) təmiz hidrogen qabarcıqları yalnız $142 \times 0,08 = 11 \text{ sm}$ dərinliyədək dayanıqlıdır. Bu misal onu göstərir ki, maye ərintinin daxili həcmələrindən metalı səthə çatdıran qarışdırma nə qədər böyük əhəmiyyət kəsb edir. Məhz bu halda həll olmuş oksigen qaz fazasına keçə bilər. Vakuum karbon oksigensizləşdirilməsində

$$P + \frac{h}{142} < 400[C][O] \text{ olur.}$$

$P = 1 \text{ at}$ və $0,05 \% [C]$ və $0,06\% [O]$ -də $\{CO\}$ -nun qabarcıqlarının yaranma dərinliyi 28 sm -ə yaxın olur, aşağı təzyiqlə işə, $P = 0,01 \text{ at}$ -də karbon monooksidin qabarcıqlarının yaranma dərinliyi 170 sm -dək artır.

Hidrogen qabarcıqlarına nisbətən $\{CO\}$ -nun qabarcıqları maye ərintidə böyük dərinliklərdə davamlıdır. Sivert tənliyi ilə təyin olunan xarici təzyiqlərə çatmaq üçün hidrogen $\{CO\}$ -nun daxilinə və dərinliklərdə diffuziya edə bilər ki, onlarda təmiz hidrogen qabarcıqları davamlı deyil.

Bütövlükdə aşağı təzyiqdə metalın emalında aşağıdakı proseslər baş verir:

- metalda həll olmuş hidrogen və axotun miqdarı azalır;
- metalda həll olmuş oksigenin miqdarı azalır;
- metalda qeyri-metal üsürlərin miqdarı azalır;
- böyük miqdarda qaz qabarcıqlarının ayrılması nəticəsində metal kimyəvi tərkib və temperaturuna görə daha bircins olur;
- metalın saflaşdırılması hesabına poladın texnoloji xassələri əhəmiyyətli yaxşılaşır.

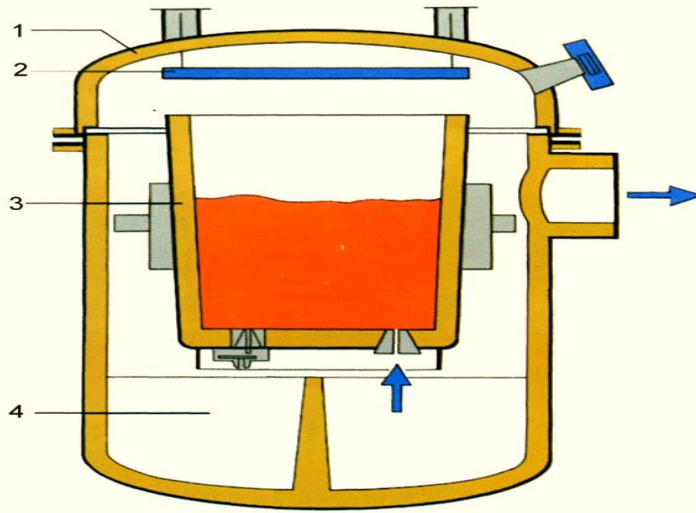
Neft-qaz təyinatlı boru poladların vakuumdə emalı üçün üsul və texnologiyanın seçilməsi. Hazırda metalın vakuum altında emalının aşağıdakı metodları daha geniş istifadə olunur: çalovda vakuullaşdırma, vakuum altında oksigensizləşdirici saflaşdırma, cərənlər və sirkulyasiya etməklə emal, tökmədə şırnağın vakuullaşdırılması və s.

Bütün üsullarda vakuullaşdırma qurğularının effektiv işləməsi üçün buxar-əjektor nasoslar istifadə edilir. Onları ardıcıl qoşduqda vakuum kamerada təzyiqlə tez aşağı salmağa və kifayət qədər dərin seyrəkləşdirməyə nail olmağa imkan yaranır.

Çalovda vakuullaşdırma (şəkil 6.1) çalov-nasosla boru kəmərlə birləşdirilmiş vakuum kamerada yerləşdirilir. Vakuum kamerasının qapağı arabacığın çərçivəsinə şarnirlə asılır və iki hidrosilindirin köməyiylə qalxa və enə bilər.

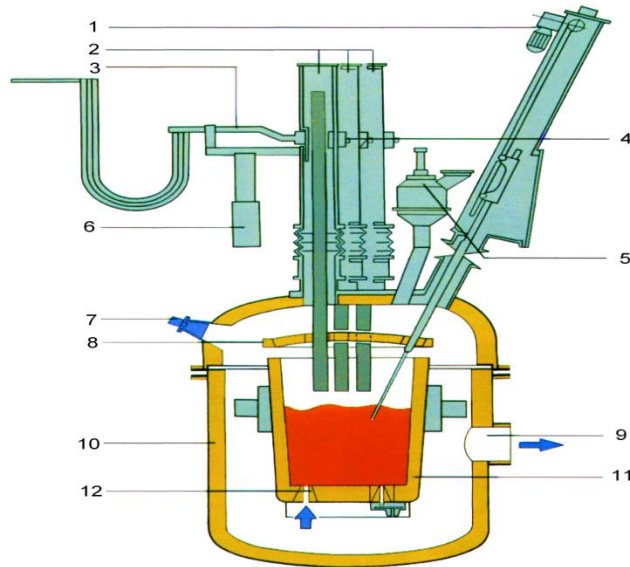
Vakuullaşdırma proseslərini yaxşılaşdırmaq üçün metalı çalovda qarışdırırlar. Bunu çalovun dibində quraşdırılmış məsaməli tıxac vasitəsilə arqonla üfürməklə etmək olar. Bu vakuullaşdırma üsulu, başlıca olaraq yüksək xromlu poladların istehsalında istifadə olunmuşdur. Bu halda karbonun miqdarının $0,015$ - $0,020\%$ və xromun mənimsənilməsinə $98,0\%$ -dək nail olunur.

Çalovda vakuullaşdırmanın ən effektiv üsulu VAD (Vacuum, Arc, degassing – vakuum, qövs, qazsızlaşdırma) üsuludur. Bu halda vakuullaşdırma anında və çalovun dibində məsaməli tıxac vasitəsilə arqonla üfürmədə elektroqövs qızdırmadan istifadə olunur (şəkil 6.2). Poladtökme çalovunun 3 aşağısında ox məsaməli tıxac 12 vasitəsilə arqonla üfürmənin istiqamətini göstərir.



Şəkil 6.1. Vakuumlaşdırma və arqonla üfürməklə çalovda maye metalın emal sxemi:
1 – vakuum-qapaq; 2 – istilik mühafizəedici ekran; 3 – poladtökücü çalov; 4 – vakuum-kamera

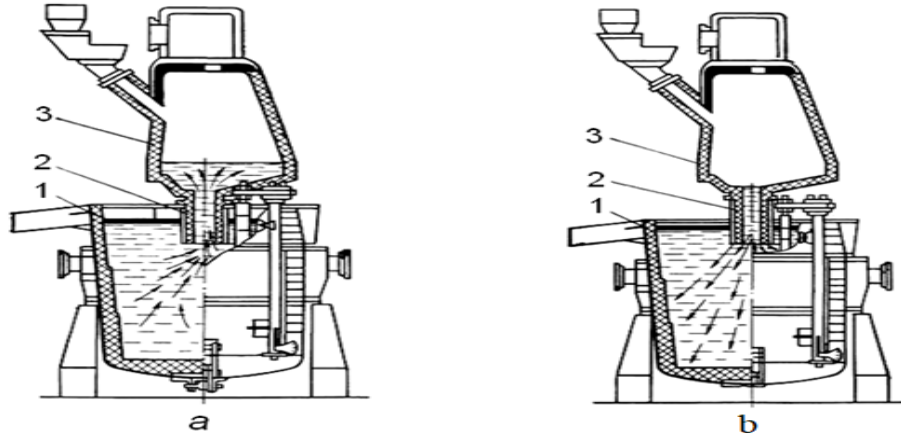
Digər vakuumlaşdırma növü cirələrə vakuumlaşdırmadır (CV). Poladın cirələrlə vakuumlaşdırılmasının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, poladtökücü çalov (şəkil 6.3) üzərində yerləşdirilmiş vakuum kameranın 3 polada yüklənmiş patrubkası 2 vasitəsilə poladın cirəsi çalovdan vakuumnasosla yaradılan seyrekləşmə hesabına vakuum kameraya sorulur.



Şəkil 6.2. Vakuumlaşdırma anında və çalovun dibində məsaməli tıxac vasitəsilə arqonla üfürmədə metalın elektroqövs qızdırılma sxemi:

1 – temperaturun ölçülməsi və nümunənin götürülməsi üçün vakuum furma; 2 – elektrodların vakuum-kip hermetikləşdirilməsi üçün teleskopik boru; 3 – su ilə soyudulan cərəyankeçirən sistem;

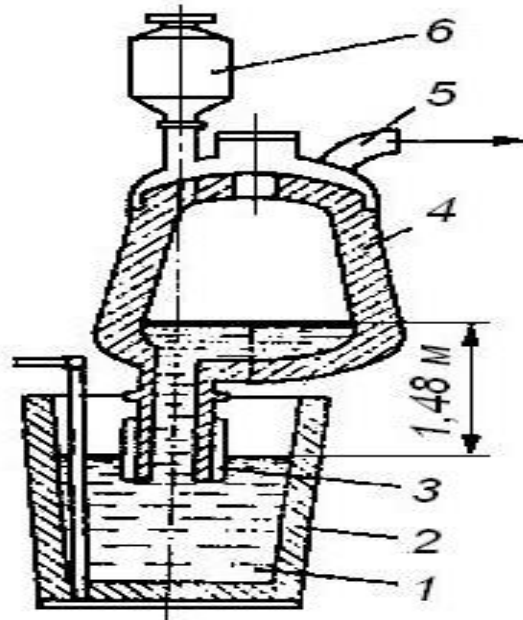
4 – elektrod üçün sıxıcı tərtibat; 5 – legirleyici elementlərin vakuum-kameraya daxil edilməsi üçün şlüz qurğusu; 6 – dayaq; 7 – baxmaq üçün şüşə; 8 – istilik mühafizəedici ekran; 9 – vakuumun qoşulması; 10 – vakuum-kamerası; 11 – poladtökücü çalov; 12 – arqonu üfürmək üçün məsaməli tıxac



Şəkil 6.3. Poladın cirələrlə vakuumlaşdırma sxemi:
 a – çalovdan vakuum kameraya polad cirəsinin verilməsi;
 b – vakuum kameradan çalova poladın qazsızlaşdırılmış cirəsinin verilməsi

Çalovda poladın səviyyəsinə vakuum-kameranın patrubkasının yükləmə dərinliyi belədir ki, vakuum-kamerada seyrəkləmə dərəcəsinə uyğun gələn poladın sütunun hündürlüyündə, polad vakuum-kameranın dibinə tökülür, onun en kəsiyi patrubokun kəsiyinin sahəsindən xeyli böyükdür. Kiçik qalınlıqda poladın qatının böyük səthi onun daha tam və intensiv qazsızlaşmasını təmin edir. Poladın əlavə qazsızlaşması onun vakuum-kameraya patrubkadan daxil olma anında sıçrantılarında baş verir.

Vakuum-kameraya daxil olan poladın kütləsi çalovda metalın ümumi kütləsinin (4-20t) 10-12%-ni təşkil edir. Metal vakuum-kameraya 3 m/s sürətlə 1,48 m hündürlükdə daxil olur (şəkil 6.4).

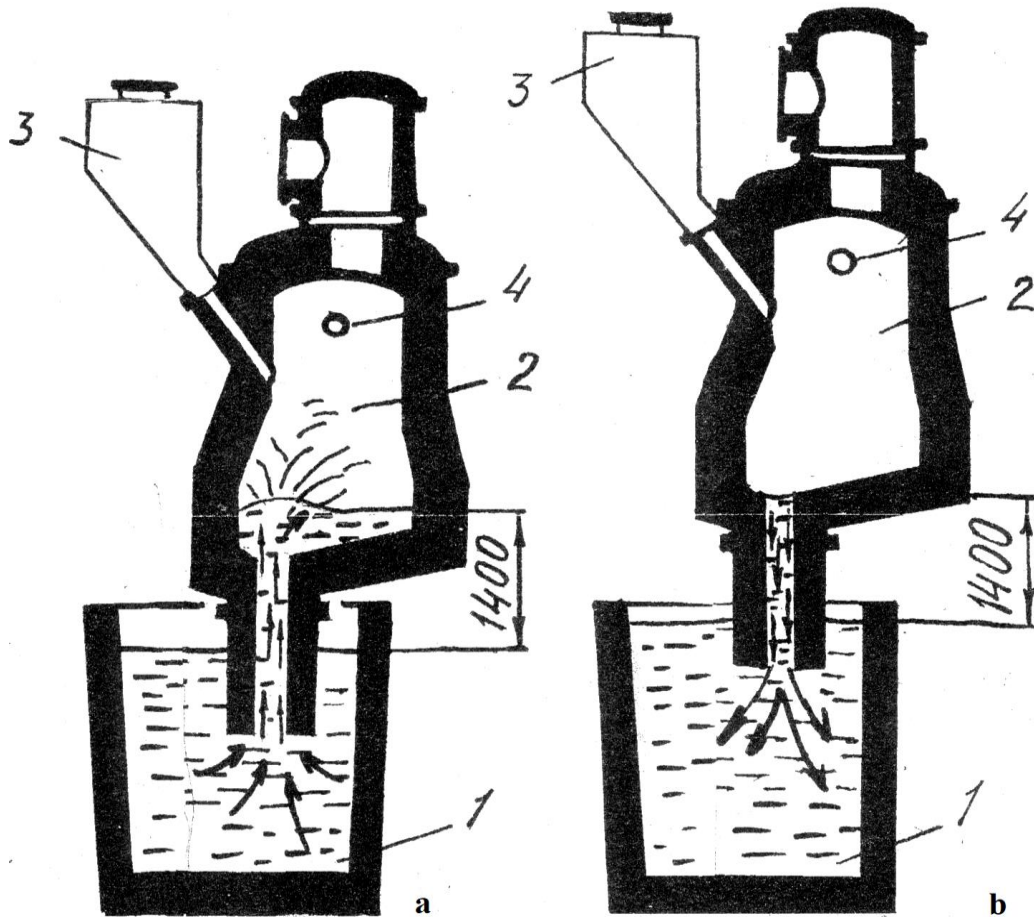


Şəkil 6.4. Vakuum-kameraya poladın daxilolma sxemi:
 1 – metal; 2 – çalov; 3 – odadavamlı patrubok; 4 – vakuum kamera;
 5 – vakuum nasosa əlcək; 6 - əlavələrin verilməsi üçün bunker

Kameradan çalova poladın qazsızlaşdırılmış cirəsini tökmək üçün onu qaldırırlar (şəkil 6.5). Bu halda patrübokun polada yüklənmə dərinliyi o qədər olur ki, vakuüm-kamerada poladın seyreləşdirmə dərəcəsinə uyğun olan dayağının sabit hündürlüyündə patrübokada səviyyə vakuüm kameranın dibinin səviyyəsindən aşağı olur. Vakuüm-kameradan metalın qazsızlaşdırılmış cirəsinin tökülməsində onun əsas kütləsinin çalovda qarışması baş verir.

Vakuüm kameranın dolması və boşalmasını özündə əks etdirən bir dövr 15-30 san-dək çəkir, ancaq tam vakuüməşdirmə çalovda poladın miqdarından asılı olaraq bir neçə dəqiqə çəkə bilər. Bəzi hallarda vakuüm-kameranı yox, ancaq metalla çalovu qaldırıb və endirirlər, kamera isə hərəkətsiz qalır.

Cirələrlə vakuüm-kameranın üstünlükləri vakuüm nasosun və sorma sisteminin böyük olmayan məhsuldarlığında metalın böyük kütləsinin emal imkanı, plazma və digər vasitələrlə qızdırmaqla vakuümə emalın mümkünlüyü, prosesi intensivləşdirmək məqsədilə vakuüm-kamerada maye ərintinin üfürülməsi üçün arqonun (azotun) istifadəsindən ibarətdir.



Şəkil 6.5. Cirələrlə vakuümatorun iş prinsipi:

1 – maye metal çalovu; 2 – vakuümator; 3 – ferroərintilərin doldurulması üçün bunker;
4 – vakuümatorun divarının qızdırılması üçün qrafit çubuq

Cirələrlə vakuümatorun çatışmayan cəhəti kameranın dibinin odadavamlı örtüyünün kifayət etməyən davamlılığı və mürəkkəb avadanlıqla əlaqədardır.

Patrübok vasitəsilə vakuüm-kamerada (VK) metalın üfürülməsi emal vaxtını azaltmağa və kameranın konstruksiyasını dəyişməyə imkan vermişdir. Müasir VK-da vakuüm-kameranın xarici diametri polad tökücü çalovun daxili diametrindən azdır, ona görə çalovun örtüyünün yanması

vakuumda emal olunan metal cirənin kütləsinə təsir etmir.

Vakuumatorun kamerası dozatorlar və vakuumkəmərin və metal divarın patrübkalrı ilə birlikdə polad üzlükdən ibarətdir. Vakuum-kamera daxildən əsasi odadavamlı kərpiclə üzlənir. Metal divarlı patrübok 300-760 mm diametr və 1900 mm uzunluğa malikdir və daxili və xarici üzlüyü vardır.

Kameraya qrafitləşdirilmiş müqavimət çubuqları şəkilində qızdırıcılar yerləşdirilir. Kameraya posa düşməməsi üçün patrübokun ucunu ilkin olaraq metala yüklənmədən əvvəl 300-400 mm dərinlikdə vərəq dəmirdən qapaqla mühafizə edirlər. Emalda oksigenin miqdarı 50-90%-dək, qeyri-metal ünsürlərin 2-3 dəfə, azotun 25-30%, hidrogen 2,0 m³/100 q-dək azalır. Hidrogenin tam tənarlaşdırılması üçün emalın sonunda kamerada təzyiq 130Pa-dan çox olmamalıdır.

7. Maye poladın sobadankənar emalında maqnezium oksidi əsasında ovuntuların üfürülməsilə saflaşdırma prosesinin aparılması

Neft-qaz sənayesi üçün istehsal olunan boru poladlarının zərərli qazlar, o cümlədən hidrogen, azot və oksigendən daha dərin təmizləmə proseslərinin effektivliyini artırmaq məqsədilə onların aşağı təzyiqdə (vakuumda) emalının aparılması üçün tədqiqatlar həyata keçirilmişdir.

Məlumdur ki, poladda hidrogenin iştirakı flokenlər kimi zərərli qüsurun yaranması ilə əlaqədardır. Ona görə də maye metalın üzərində təzyiqin azaldılması hidrogenin konsentrasiyasının azaldılmasının çox təsirli vasitəsidir. Poladda hidrogenin həllolma qabiliyyətinə legirleyici elementlər və oksigen əhəmiyyətli təsir edir. Oksigenin miqdarının artırılması praktiki olaraq hidrogenin həllolma qabiliyyətini xətti aşağı şalır. Eyni zamanda metal üzərində təzyiqin aşağı salınması azotun maye metalda konsentrasiyasının azaldılmasına ciddi təsir edir. Dəmirde azotun da həllolma qabiliyyəti hidrogeninki kimidir.

Poladın eketroqövs sobasında əridilməsi zamanı elektrodaltı zonada yaranan yüksək temperatur da azotun əhəmiyyətli dərəcədə (təxminən 0,012-dək) maye metal tərəfindən udulmasına kömək edir. Müəyyən olunmuşdur ki, azotun həllolma qabiliyyətinin bu qiymətlərinə uyğun olaraq poladın vakuumda emalında sənaye qurğularında təzyiqin aşağı salınması metalda azotun konsentrasiyasının azalmasına gətirib çıxarır.

Beləliklə, təyin olunmuşdur ki, sistemdə təzyiqin azaldılması [C] [O] hasilinin azalmasına və maye poladda oksigenin konsentrasiyasının aşağı düşməsinə gətirir. Bütün bu tədbirlər boru poladının keyfiyyətinin yüksəlməsinə imkan verir.

Maye poladın saflaşdırma prosesinin effektivliyinin artırılması üçün injeksion metallurgianın imkanlarından istifadə məsələsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə sobadan kənarında ovuntuların üfürülməsi ilə aparılan saflaşdırma prosesinin nəzəri və praktiki müddəaları dəqiqləşdirilmişdir.

Sobadankənar emal və ya sobadankənar saflaşdırma maye poladın elektrik sobasından çalova buraxılmasından sonra aparılan emalı nəzərdə tutur. Poladın sonradankənar emal üsullarına aşağıdakılar aiddir:

1. Maye poladın təsirsiz qazla üfürülməsi;
2. Maye metala müxtəlif posa əmələgətirici, kükürdsüzləşdirici və oksigensizləşdirici reagentlərin daxil edilməsi və ya üfürülməsi;
3. Maye metalın sintetik posa ilə emalı;
4. Maye metalın sobadankənar vakuumlaşdırılması.

Sobadankənar emalın sadalanan üsullarının xüsusiyyətləri ətraflı araşdırılmış və onların metalın keyfiyyətinə təsirinin effektivlik dərəcəsi müəyyənləşdirilmişdir. Göstərilmişdir ki, sobadankənar emal üsulları aşağıdakı məsələlərin həllinə imkan verir:

1. Çox kiçik konsentrasiyalardək metalın karbonsuzlaşmasına (0,010-0,005%-dək) - metala oksigen üfürmədən vakuumda və atmosfer təzyiqində oksigen üfürməklə, oksigenlə təsirsiz qazın qarışınığı (su buxarını oksigenlə) üfürməklə emalı ilə nail olunur;
2. Posa payının ilkin verilməsində əhəng əsasında sintetik posalarla emal, metala kükürd-

süzləşdirici əlavələr (kalsium karbid, silikokalsium və maqnezium-kalsium ərintisi) üfurməklə metalın dərin saflaşdırılması (0,008%-dən az);

3. Vakuumlaşdırmaq və metal və ya digər ovuntularla tənzimlənən forma və ölçülərə malik qeyri-metal ünsürlərlə az çirklənmiş poladın alınması ilə oksigensizləşdirmə;

4. Vakuumlaşdırmaqla poladın floken həssaslığının azaldılması (metalda $2 \cdot 10^{-4}$ %-dək hidrogen qalır) üçün metaldan hidrogenin kənarlaşdırılması;

5. Dar hədlərdə lazımi elementlərin tənzimlənən miqdarı və onların yaranmasının vakuumlaşdırmaqla azaldılması, oksigensizləşdirici və legirləyici əlavələrin daxil edilməsi ilə zəruri tərkibli metalın alınması;

6. Çalovun həcmində metalın tərkib və temperaturunun nizamlanması.

Bu tədbirlər içərisində ovuntu şəkilli materiallarla maye metalın üfürülməsi daha effektiv hesab olunmuşdur.

Ovuntu materiallarla maye metalın üfürülməsi. Maye metalın ovuntu materiallarla üfürülməsi (və ya maye metala ovuntu materialların üfürülməsi) metalla üfürülən bərk reagentlərin maksimal təması, reagentlərin maye metalla qarşılıqlı təsirinin maksimal sürətini və üfürülən reagentlərin yüksək dərəcədə mənimsənilməsini təmin etmək üçün aparılır. Bu metodun üstünlüyü müxtəlif reagentlər, həm də daşıyıcı qazın şırnağı ilə metalın üfürülməsinin mümkünlüyüdür.

Daşıyıcı qaz qismində aşağıdakılar ola bilər: oksidləşdirici qaz (məsələn, oksigen və hava), bərpaedici qaz (məsələn, təbii qaz) və təsirsiz qaz (azot, arqon). Üfürülən reagentlər kimi posa əmələgətirici qarışıqlar, habelə metal və metalların ərintiləri istifadə oluna bilər. Ovuntuların üfürülməsində məqsəd aşağıdakılardır:

Metallın fosforsuzlaşdırılması. Fosforun kənarlaşdırılması üçün posa qarışıqlarının istifadəsində maye metala adətən oksigenin şırnağında əhəng, dəmir filizi və üzgəclə şpatdan ibarət qarışıq üfürülür.

Metallın kükürdsüzləşdirilməsi. Kükürdün kənarlaşdırılması üçün əhəng və üzgəclə şpat əsasında flüslər (arqon və ya azotun şırnağına, həm də reagentlə birgə daxil edilə bilər; bunları (xüsusilə kalsium və maqneziumu) yüksək qarşılıqlı təsir enerjisi və uyğun piroeffekt ucbatından adi üsullarla metala daxil etmək olmaz.

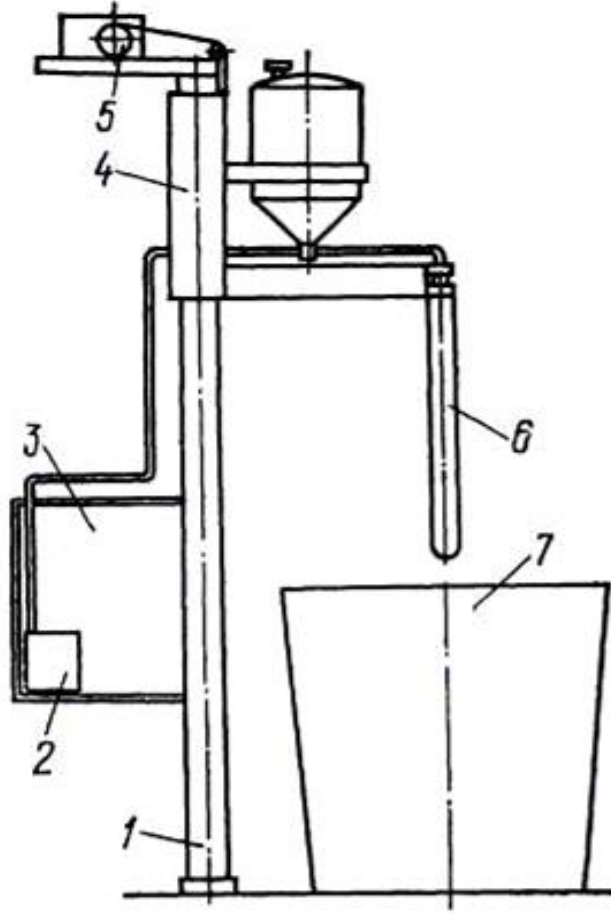
Oksigensizləşdirmə və legirləmə. Onların bəzilərinin insan orqanizminə zərərli təsiri ucbatından metallara adi metodlarla daxil etmək qorxuludur (qurğuşun, selen, tellur).

Karbonlaşdırma. Maye metala ovuntu şəkilli karburizatorlar (qrafit, koks və s.) üfurməklə aşağıdakı müxtəlif məsələlərin həlli təmin olunur: metalda karbonun miqdarının korreksiyası; çuqunun çatışmamazlığı və ya olmaması zaman prosesin normal aparılması üçün lazım olan hədlərdə metalda karbonun miqdarını artırmaq imkanı; metalın oksigensizləşdirilməsi (karbon ovuntusunun oksidləşdirilmiş metala üfürülməsi oksigenləşdirmə reaksiyasını intensivləşdir, bu halda oksigenin miqdarı azalır, CO-nun ayrılan qabarcıqları maye metal vannasını qazlar və qeyri-metal ünsürlərdən təmizləyir).

Qrafit və koks ovuntusunu bilavasitə sobada metala, habelə çalova və ya sobadan çalova buraxılan metal şırnağına vermək olar. Üfurmə metodunun istifadəsinin digər üstünlükləri də mövcuddur. Kalsium kimi reagentin maye polada daxil edilməsi təcrübədə geniş tətbiq tapmışdır.

Nəql olunan qazla metala reagentlərin daxil edilməsi üçün qurğu. Furma vasitəsilə təsirsiz qazın (arqon) axınında maye metala kükürdsüzləşdiricilər və oksigensizləşdiricilər daxil edilir. Belə emal nəticəsində tərkibində 0,005%-dən hər biri az kükürd və oksigen olan metal almaq olur. Bu halda reagentləri xırdalanmış ovuntu şəkilində tətbiq etmək olar, bu, metalın buraxılmasından qabaq onların çalova yüklənməsinə nisbətən saflaşdırmanın daha yüksək göstəricilərini almağa imkan verir.

Poladın ovuntular və qazlarla birlikdə üfürülməsi üçün qurğunun sxemi şəkil 7.1-də verilmişdir.



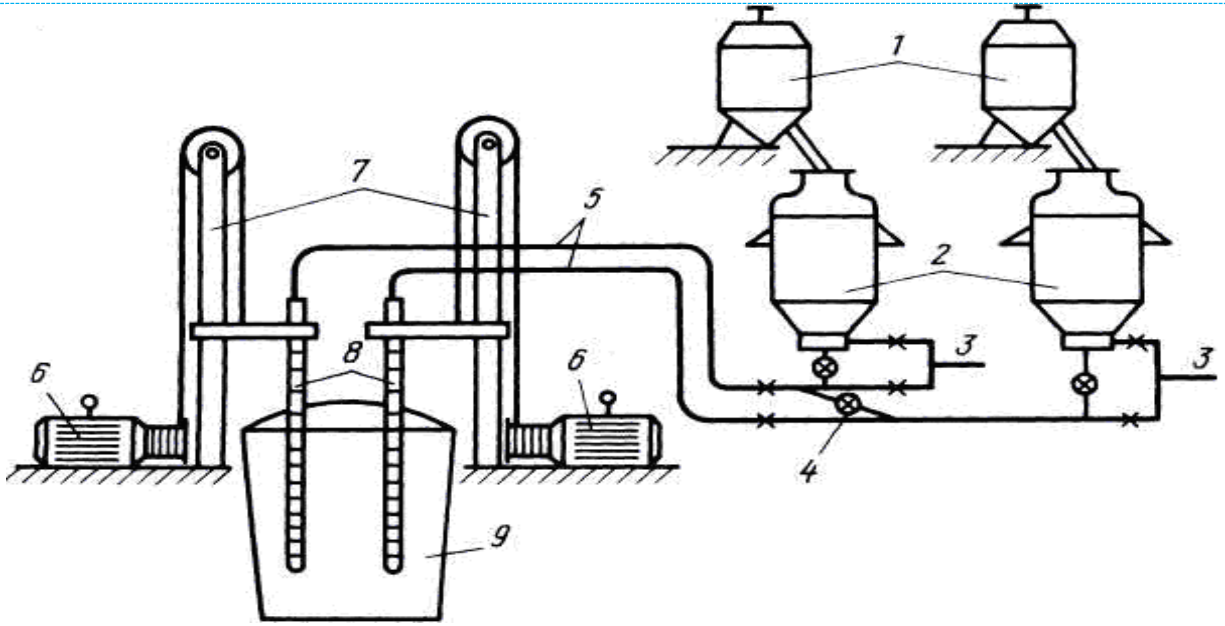
Şəkil 7.1. Poladı ovuntular və qazlarla birlikdə üfürmək üçün qurğunun sxemi:

1 – sütun; 2 – arqon rampı; 3 – idarəetmə postu; 4 – konsolla hərəkət edən karetkə; 5 - karetkanı qaldırma intiqalı; 6 – furma; 7 – poladtökmə çalovu

Hərəkət edən karetkada 4 bərkidilmiş furmanın 6 çalova 7 nisbətən yerdəyişməsi karetkanın 5 qaldırılmasını kanat intiqalı ilə həyata keçirilir. Karetkə istiqamətləndirici diyircəklərdə şaquli sütun üzrə yerdəyişir. Metala yüklənən furma tıxacda deşikli boş ştanqlı “yalançı tıxac” tipi üzrə yerinə yetirilir. Ovuntular bunkerdən təsirsiz qazın verilmə xəttinə əlavə olunur.

Kalsium və ya maqnezium tərkibli materialların üfürülməsi üçün qurğu. Kükürdün ($\leq 0,003\%$) və oksigenin ($\leq 0,002\%$) kiçik miqdarlarına, habelə poladın qeyri-metal ünsürlərə görə təmizliyini artırmaq üçün metalı çalovda silikokalsium və digər ovuntu maddələrlə şəkil 7.2-də göstərilmiş qurğunun köməyi ilə üfürmək olar. Kalsium, maqnezium və onların birləşmələrinin arqonun şırnağında üfürülməsi zamanı kalsium və maqnezium buxarlanır, qazşəkilli kalsium və ya maqneziumun qabarcıqları isə oksigen və kükürdlə aşağıdakı reaksiyalar üzrə qarşılıqlı təsirə girir:





Şəkil 7.2. Poladın çalovda qaz və ovuntu maddələrlə üfürülməsi üçün qurğunun sxemi:
 1 – nəqliyici pnevmokonteynerlər; 2 – aerosion tipli pnevmonasoslar; 3 - arqon üçün boru kəmərləri; 4 – ovuntuları ayırmaq üçün klapanlar; 5 – toz-qaz kəmərləri; 6 – furmanı qaldırma mexanizmi; 7 – sütunlar; 8 – furlalar; 9 – qapaqlı çalov

Bu metod poladda kükürd və oksigenin hər birinin miqdarını 0,005%-dən aşağı azaltmağa imkan verir. Kalsium və maqneziumla emala uğradılmış polad əhəmiyyətli dərəcədə yüksək emal olunma qabiliyyətinə malik olur. Böyük kəsmə sürətlərində işləmə imkanı metal emaledici dəzgahların məhsuldarlığını artırır. Kalsiumdan fərqli olaraq maqneziumla emalda çalovun divarının dayanıqlığı artır, hörgü dayanıqlı olur və təmirə az dayanır. Bu effekti yalnız çalovun hörgüsünün maqnezit əsasında olması ilə izah etmək olar. Son nəticədə poladtökmə prosesinin məhsuldarlığı əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir.

Beləki, çalovda poladın emalında arqon şırnağında maqneziumun üfürülməsi maqnezit kərpiclə əlaqədə sobanın divarının dağılmasının qarşısını alır. Ona görə də poladın sobadankənar emalında maqnezium birləşmələrindən istifadə kalsium birləşmələrinə nisbətən daha məqsədəuyğun hesab oluna bilər.

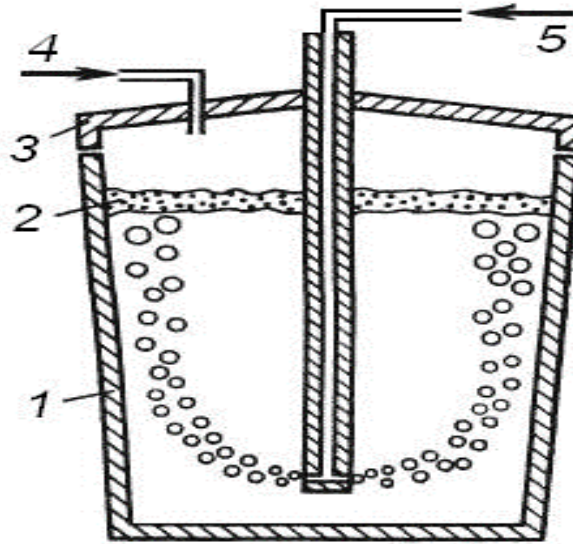
Sobadankənar emal prosesi aşağıdakı kimi həyata keçirilir. Posa ilə oksigensizləşdirmə, legirləmə və saflaşdırmadan sonra metalla çalov üfürücü qurğuya körpülü kran və ya poladdaşıyıcı ilə verilir və maye poladda təsirsiz qazın şırnağında yükləyici furma vasitəsilə 0-2 mm fraksiyalı metal və posa əmələgətirici materialların ovuntuları daxil edilir. Adətən ovuntunun (30% Ca və ya 30% Mg) sərfi 1ton maye metala 3 kq təşkil edir. Cərəli metal materialların müxtəlif fraksiyalı ovuntuya üyüdülməsi azot və ya arqon atmosferində həyata keçirilir. Dəyirmandan üfürücü qurğuya ovuntuların nəql edilməsi üçün daşına bilən pnevmobunkerlər istifadə olunur, onlar pnevmonasosla təchiz olunur.

Poladı silikokalsium və kalsium karbidilə üfürmə zamanı metalın silisium və karbonla mənimsənilməsi 100% təşkil edir. Metal kalsiumla 0,003-0,007% miqdarınadək doyur. Lakin maqnezium birləşmələrlə üfürmədə poladın silisium və karbonla doyması baş vermir. Başqa sözlə, polad daha təmiz kimyəvi tərkibə malik olur. Maye metalda olan maqnezium qeyri-metal ünsürlərin formalaşması və zərərsizləşdirilməsində fəal iştirak edir. Maqnezium ovuntusu ilə üfürülmə prosesində maye ərintidən posanın tezliklə üzməsi və böyüməsinə şərait yaradan asanəriyən qeyri-metal birləşmələrin yaranması hesabına oksid və sulfid birləşmələrlə hazır poladın çirklənməsi azalır.

Maqnezium tərkibli materialların üfürülməsində çalovda metalın kükürdsüzləşmə sxemi şəkil 7.3-də verilmişdir.

Metala məftilin daxil edilməsi üçün qurğu. Ovuntuşəkilli kalsium və maqnezium kimi materiallar bahalı sayılır və onların itkilərini azaltmaq lazımdır. Bu məqsədlə tərkibində ovuntular olan, adətən polad qabıqdan ibarət məftil şəkilində maye metala verilməsi əhəmiyyətli sərə verir (şəkil 7. 4).

Optimal variant kalsium və maqnezium ovuntularının qapaqda olan xüsusi deşik vasitəsilə metala daxil edilməsidir, bu qapaq poladtökücü çalovla örtülü olur. Lakin qapaqsız açıq çalova məftilin daxil edilməsi kimi sadə texnologiya daha geniş tətbiq tapmışdır.



Şəkil 7.3. Maqnezium tərkibli materialın üfürülməsi üçün çalovda metalın kükürdsüzləşdirmə sxemi:

1 – metalla çalov; 2 – yüksək əsasi azoksidləşmiş posa; 3 – çalovu örtmək üçün qapaq; 4 – posa üzərində təsirsiz atmosfer yaratmaq üçün arqonun verilməsi; 5 – arqon + maqnezium (və ya silikokalsium və ya kalsium karbidi) qarışığının verilməsi

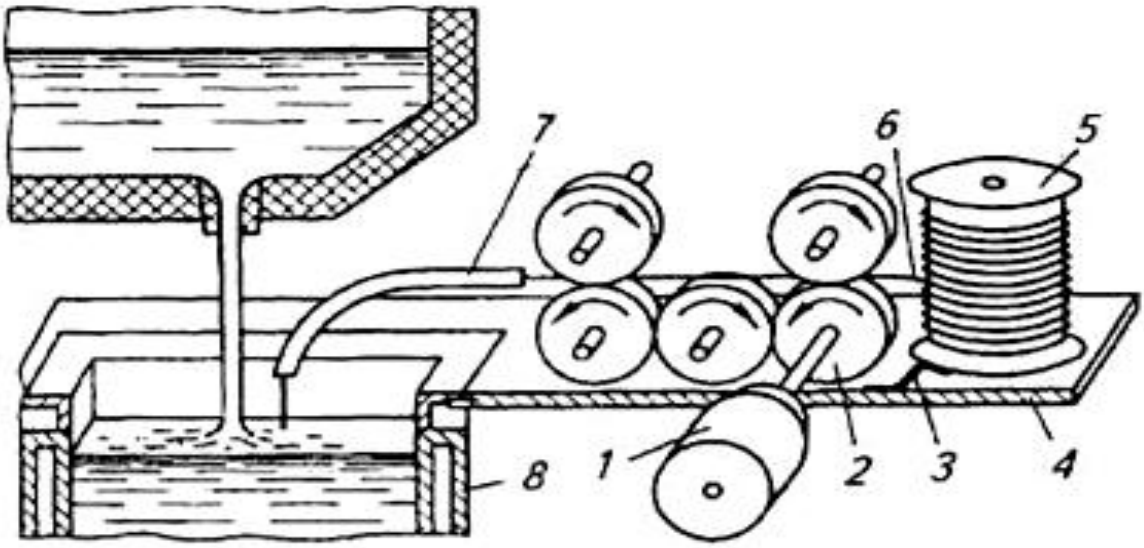
Materialları metala bir, həm də eyni vaxtda iki məftillə vermək mümkündür. Bu halda bir məftildə maqnezium (və ya silikokalsium) ovuntusu, digərində alüminium ola bilər. Əksər hallarda maqnezium tərkibli məftili çalova daxil etmək olur. Bu halda çalov deşikli dib (və ya məsaməli tıxaclar) vasitəsilə metalı aşağıdan arqonla üfürmək üçün qurğularla təchiz olunur. Bu tədbir, çalovda yaranan qeyri-metal üsürlərin kənarlaşdırılması üçün zəruri şəraitləri yaratmaq üçündür.

Məftili azkarbonlu poladdan olan nazikdivarlı qabığı ovuntuya bənzər maqneziumu (və ya silikokalsiumu) fasiləsiz daxil etmə yolu ilə alırlar. Sonra onu 5-18 mm diametredə yayır və metal və ya ağac sağanağa sarıyırlar, məftilin uzunluğu 1250-3300 mm ola bilər.

Məftilin özəyinin materialı kimi maqnezium və kalsium ərintilərindən savayı barium, bor, titan, sirkonium, tellur və selenin ərintiləri xidmət edə bilər. Məftilin tətbiqi kalsium və maqneziumun mənimsənilməsinin artmasına və poladın mayeəxıcılığının yaxşılaşmasına kömək edir. Məftili nəinki çalova, həm də kristallaşdırıcıya (fasiləsiz tökmədə) daxil etmək olur.

Qurğu buxtadan 5 alüminium məftili 6 verən diyircəklərlə 2 aparıcı dişli çarxlardan ibarət alçaldıcı reduktorlu pnevmatik intiqaldan 1 ibarətdir (şəkil 4). Reduktorla pnevmatik intiqal və məftillə buxta ümumi gövdə 4 üzərində quraşdırılıb. Buxtanın qaçışı lövhəvari yayla 3 ləğv edilir. İstiqamətləndirici patrübok 7 vasitəsilə məftil kristallaşdırıcıya daxil olur. Məftilin verilmə sürəti havanın təzyiqinin dəyişməsi ilə tənzimlənir. Hava yaranan pnevmointiqalda havanın təzyiqi onun

ilkın kalıbrlənməsinə uyğun olaraq tənzimlənir.



Şəkil 7.4. Metala məftil vermək üçün qurğu

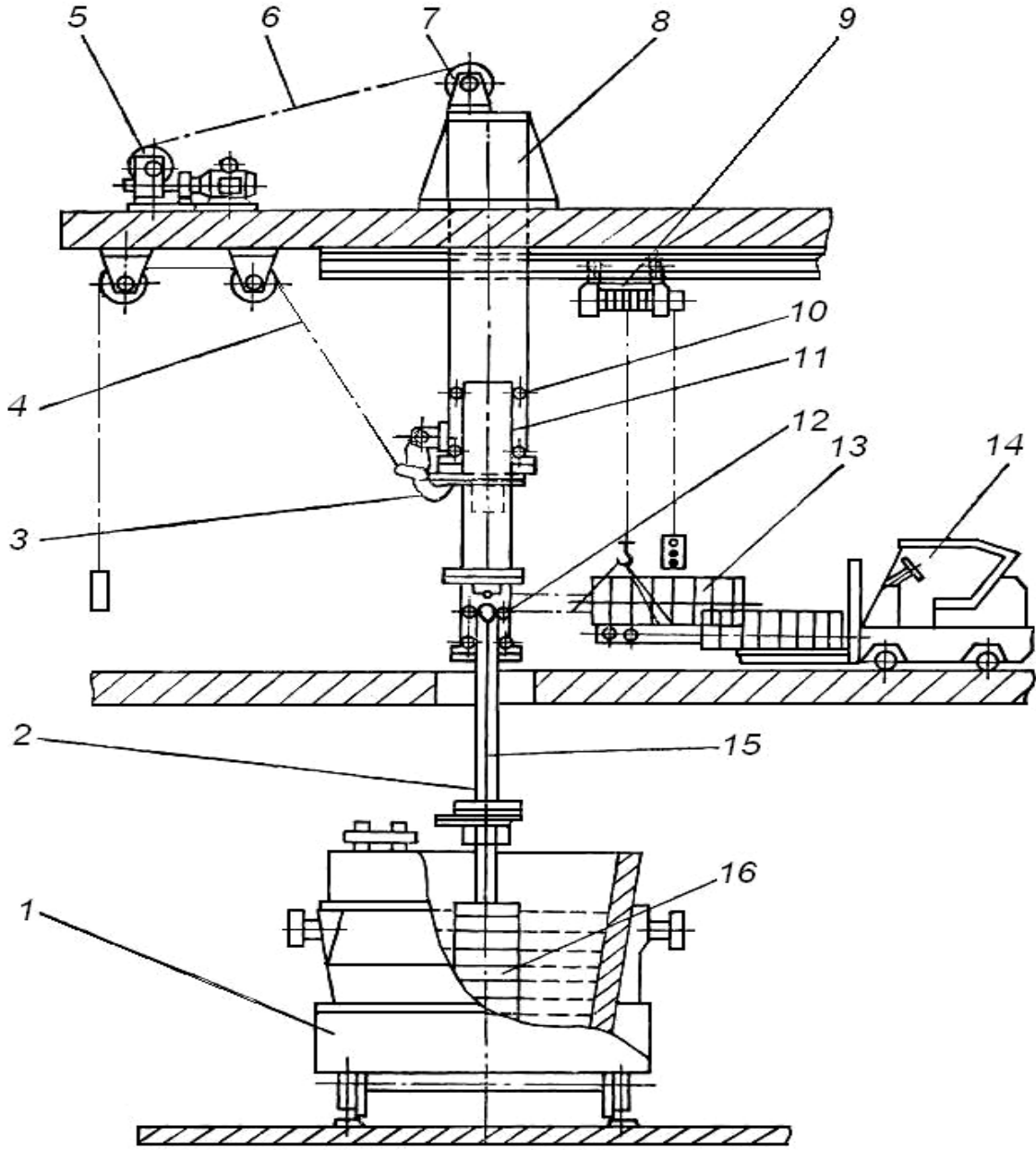
Maqnezium və kalsium tərkibli və alüminium məftillərdən savayı, kalsium-alüminium məftil də tətbiq (KAM) olunur. Bu halda polad zolaq – qabıq əvəzinə alüminium zolaq-qabıq istifadə edilir. KAM-ın üstünlüklərinə demirdən qabıq ballast materialların olmaması, uyğun olaraq materiallarda maqnezium və ya kalsiumun xüsusi miqdarının artırılması, onların metala daxil edilməsinin daha yüksək sürəti, habelə KAM-dan daxil edilən alüminiumun oksidləşməsindən ekzotermiki effekt aid oluna bilər.

Blokları batırma metodu. Alüminium, kalsium, maqnezium və s. kimi asanəriyən və buxarlanan elementlərin yanmasını azaltmaq və istifadə effektivliyini artırmaq üçün maye metala - çalova onların bloklar şəkilində daxil edilmə metodu (batırma metodu) da müəyyən qədər sərgiləmə almışdır (şəkil 7.5). Bu halda maqnezium və ya kalsium incə polad qabığa bağlanmış silindrik formalı blok kimi maye metala daxil edilir.

Dəmir və maqneziumdan ibarət bloku 16 teleskopik ştanqla mühafizə olunan üzlüyə bərkidirlər. Blokda dəmir və maqneziumun miqdar nisbətini elə seçirlər ki, maqneziumun tədricən qarşılıqlı təsiri, onun itkisinin azalması, habelə tüstü və alov əmələgətirmənin azalması təmin olunsun.

Metalin dərinliyinə daxil olunması üçün blokların materialı kimi kompozision materiallar (eyni vaxtda iki və ya üç reagent) istifadə oluna bilər. Maşın üç hissədən - hərəkətsiz ştanqla 8 yerinə yetirilmiş teleskopik ştanq, orta 11 və aşağı 2 hərəkətli ştanqlardan odadavamlı oymaqlarla mühafizə olunan yükötürücü cubuq 15, kanat sistemi 6, 7 və ştanqın çalovu 1 hərəkət etdirən bucurqaddan 5 ibarətdir. Aşağı və orta ştanqlar borularla kontaktda olan diyircəklərlə 10, 12 təchiz olunmuşdur.

Qaldırılmış vəziyyətdə teleskopik ştanq kanatın 4 köməyilə əl ilə azad olunan qarmaq qapayıcının 3 etibarlığı üçün dayandırılır. Alüminium blokun 16 asılması blokun kor deşiyinə üzləşmiş çubuğun daxil edilməsilə həyata keçirilir. Alüminium blokları işçi sahəyə özü hərəkət edən yükləyici ilə 14 verir və stellajlarda çəkiyə görə yerləşdirirlər. Maşına külçənin verilməsini arabacıqla 13 həyata keçirilir. Qaldırıcı - nəqlədiçi əməliyyatları elektrik bucurqadla 9 yerinə yetirilir. Polad tökücü çalovu maye metalla birlikdə maşının yanına poladdaşıyıcı ilə çatdırırlar.



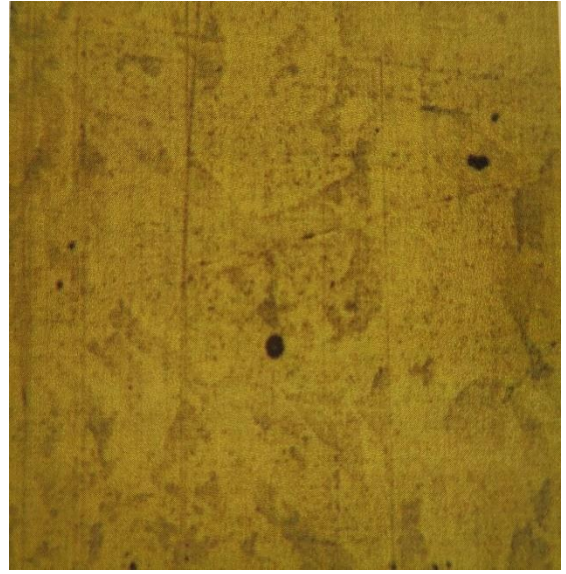
Şəkil 7.5. Çalova alüminiumu daxil etmək üçün maşın

Şəkil 7.6-da magnezium oksidinin ovuntusu ilə arqon şırnağında üfürməklə sobadankənar emaldan sonra 13XΦA markalı boru poladının mikrostrukturunu aşılammış vəziyyətdə verilmişdir. Aşılammış vəziyyətdə poladın strukturunda yalnız qeyri-metal ünsürlər və digər aşqarların paylanmasına baxılmışdır.

Qeyri-metal ünsürlər və digər aşqarların strukturda tam görünməsi üçün optik mikroskopda böyütmə 1000 dəfə olmuşdur. Adətən belə böyütmədə ən xırda ünsürlərin forması və paylanması çox aydın görünür. Maqnezium ovuntularının çalova arqon mühitində üfürülməsi tökmə zamanı maye metalın oksidləşmə prosesinin qarşısını alır və əksinə, oksigensizləşmə və saflaşdırma prosesləri daha yüksək səviyyədə gedir. Şəkil 7.6, a və c-də demək olar ki, qeyri-metal ünsür və aşqarlar (qara nöqtələr) görünür, yalnız şəkil 7.6, b-də çox xırda qloballaşmış ünsürlər cüzi miqdarda müşahidə olunur.



a



b

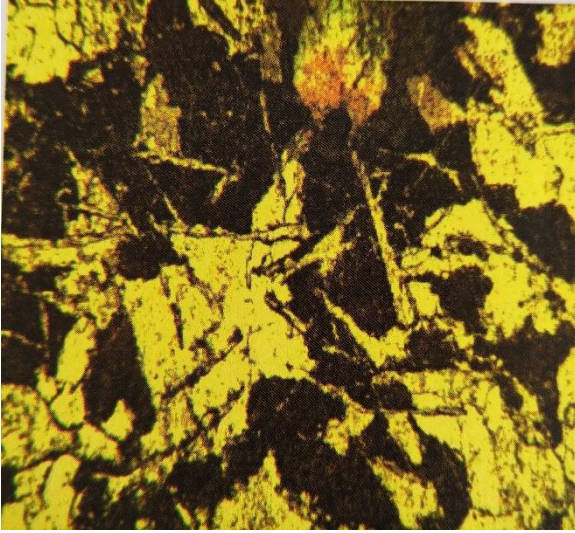


c

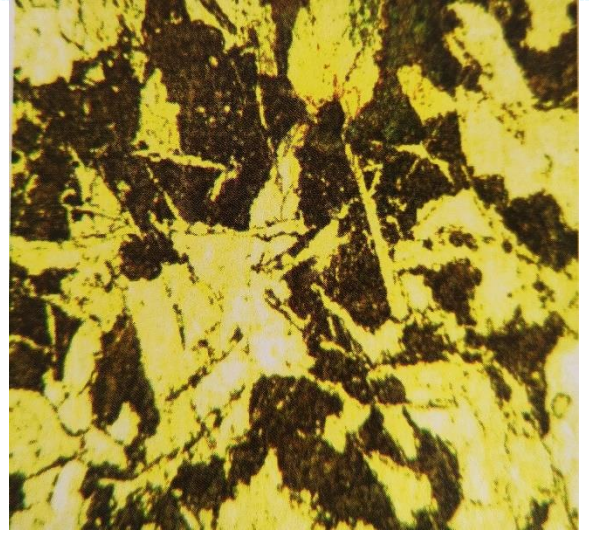
Şəkil 7.6. 13XΦA markalı boru poladının aşılammamış mikrostrukturu ×1000

Lakin bu ünsürlər sfera şəkilində olduqları üçün zərərli sayılmırlar. Optik mikroskopda 1000 dəfə böyütmədə poladın aşılammamış strukturunun belə yüksək təmizliyi onun təzyiqlə emalda boruların yayılması və kalibrlənməsində müsbət rol oynayır. Təzyiqlə emalda polad öz plastikliyini saxlayır, onun müxtəlif mərhələlərində çat və digər qüsurların yaranması müşahidə olunmur. Maqnezium oksidi əsasında ovuntuların üfürmədə istifadə olunması, əhəng ovuntusu ilə müqayisədə poladın cuzi, posanın isə güclü çirklənməsinə gətirmir.

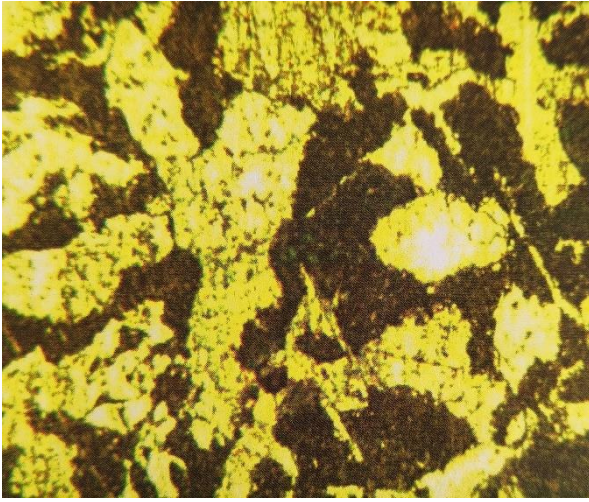
Şəkil 7.7-də 13XΦA markalı boru poladının maqnezium oksidi ovuntusu ilə üfürmədən sonra aşılammış mikrostrukturu optik mikroskopda 1000 dəfə böyütmədən sonra verilmişdir.



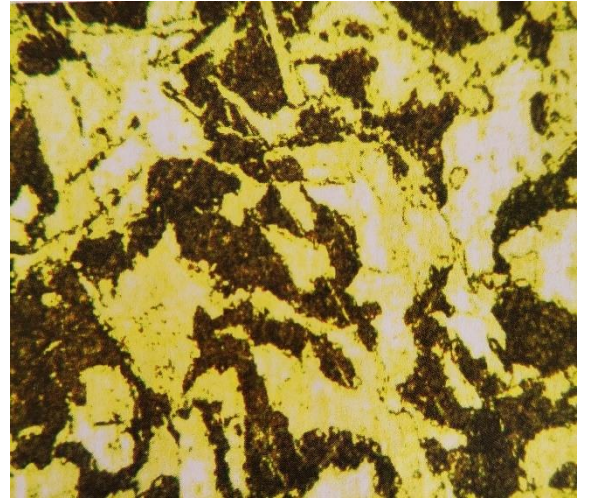
a



b



c



d

Şəkil 7. 13XΦA markalı boru poladının aşılmiş mikrostrukturu $\times 1000$

Poladın sobadankənar emaldan sonra müxtəlif sahələrdə (şəkil 7.7, a, b, c, d) mikrostrukturuna çox böyük rəqursdan baxış onun ferrit və perlit təşkiledicilərindən ibarət olmasını təstiqləyir. Digər struktur fazaları demək olar ki, müşahidə olunmur.

Aydınır ki, belə təmiz və ifrat bərk fazalar olmayan strukturun formalaşması poladın yayma prosesində öz müsbət rolunu oynayır. Məlumdur ki, polad pəstahın boruya isti yayılması mürəkkəb prosesdir, deformasiya və rekristallaşma sürətləri ilə səciyyələnir. Bu halda poladın strukturunun rekristallaşma prosesi pəstahın bütün həcmində getməyə çatdırmalı, təzyiqlə emaldan sonra mikrostruktur bərabər oxlu dənələrdən ibarət olmalı və onda möhkəmlənmə izləri müşahidə olunmalıdır.

Lakin poladın ilkin mikrostrukturunda qeyri-metal ünsürlər, ifrat-bərk fazalar və digər qüsurlar mövcud olarsa, bu halda isti yayma prosesindən sonra boru pəstahlarında müxtəlif çatların yaranma ehtimalı yüksəlir. Maqnezium oksidi əsasında ovuntularda üfürmədən sonra alınmış 13XΦA markalı poladın mikrostrukturunun yüksək təmizliyi isti yaymadan sonra ondan yüksək keyfiyyətli boruların alınmasına zəmanət verir.

Cədvəl 7.1-də maqnezium oksidi ovuntusunu arqon mühitində üfürməkdə sobadankənar emaldan sonra 13XΦA markalı boru poladının kimyəvi tərkibi verilmişdir. Cədvəldən görünür ki,

sobadankənar emaldan sonra poladın saflaşdırma dərinliyi yüksək olmuşdur. Məsələn, əgər GOCT4543-2016-ya görə P və S-in poladda miqdarı uyğun olaraq <0,030 və <0,025 tələb olunursa, təklif olunan texnologiya ilə onların miqdarı standartın tələbindən 10 dəfə aşağı olmuşdur.

Cədvəl 7.1

13XΦA markalı boru poladının kimyəvi tərkibi

Nümunələrin növü	Kimyəvi tərkibi, %											
	C	Mn	Si	Cr	V	Mo	Ni	Ti	Al	P	S	Fe
Faktiki alınan məlumatlar	0,14	0,52	0,25	0,7	0,7	0,1	0,2	0,02	0,03	0,003	0,003	Qalanı
GOCT4543-2016 üzrə məlumatlar	0,11-0,17	0,4-0,65	0,17-0,37	0,5-0,7	0,04-0,09	<0,11	<0,3	<0,03	0,02-0,06	<0,030	<0,025	Qalanı

Cədvəl 7.2-də sobadankənar emal keçmiş 13XΦA poladının bir neçə nümunələrinin mexaniki xassələri verilmişdir.

Cədvəl 7.2

Sobadan kənar emaldan sonra 13XΦA poladının mexaniki xassələri

Nümunələrin Nəsi	Mexaniki xassələr				
	σ_d , MPa	$\sigma_{0,2}$, MPa	δ , %	φ , %	a_n , Mc/m ²
Nümunə 1	195	181	14,2	54	0,62
Nümunə 2	201	185	13,1	55	0,65
Nümunə 3	206	187	12,9	53	0,61

Mexaniki xassələrin sobadankənar emaldan sonra alınmış nəticələri poladın təzyiqlə emaldan əvvəl kifayət qədər möhkəmliyə və plastikliyə malik olmasını təsdiqləyir. Poladın ilkin halda çox yüksək olmayan möhkəmliyi və yüksək plastikliyi onun asanlıqla isti yayma prosesini keçməsinə zəmanət verir. Boru poladının yalnız isti yaymada bir qədər möhkəmlənməsi və termiki emaldan (tablama və yüksək temperaturlu tabəksiltmə) sonra isə yüksək dərəcədə möhkəmlənməsi baş verir.

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində aşağıdakı **elmi və təcrübə nəticələri** alınmışdır.

1. Boru poladının müxtəlif markalarının elektrik sobasında əridilməsinə çalovda maye metalın maqnezium oksidilə üfürülməsində oksid, sulfid və qeyri-metal üsürlərin paylanma xarakteri zavod texnologiyası ilə müqayisədə xeyli dəyişmişdir. Zavod texnologiyası ilə emal olunmuş boru poladında oksid üsürlərinə görə maksimal bal, yeni texnologiyada 1/4 dəfə, sulfidlərə görə isə 1/3 dəfə aşağı olmuşdur. Beləliklə, maye metalın maqnezium oksidilə sobada kənar emalından sonra boru poladında kövrək və plastik silikatların azacıq izləri qeydə alınmış və qeyri-metal üsürlərlə poladın çirklənməsi həddən ziyadə aşağı olmuşdur.
2. Qeyri-metal birləşmələrin kimyəvi tərkibi və strukturunun analizi göstərir ki, maqnezium oksidi üfürməklə sobadankənar emaldan sonra boru poladlarında zavod texnologiyası ilə alınan poladlarla müqayisədə qeyri-metal birləşmələrin miqdarı xeyli dərəcədə azalır. Qeyri-metal birləşmələrin kimyəvi tərkibinin analizi Al₂O₃, MgO və çox az miqdarda SiO₂-dən ibarət olduğu təsdiq edilmişdir. Petroqrafik və rengenstruktur analizlər poladın strukturunda MgO·Al₂O₃, MgO·6Al₂O₃ və CaF₂·5Al₂O₃ tipli fazaların çox cüzi izlərinin olduğunu göstərmişdir.
3. Maye poladın sobadankənar emal prosesində maqnezium oksidi ovuntusunun istifadəsi elektrik poladının xassələrinin zavod texnologiyası ilə alınan eyni kimyəvi tərkiblə müqayisədə xeyli yüksək olması ilə müşayiət olunur. Təklif olunan texnologiya ilə saflaşdırılan elektrik boru poladında fosfor və kükürdün minimumadək azalması, qeyri-metal üsürlərin isə strukturda daha xırda şəkildə paylanması poladın zərbə özlülüyünün yüksəlməsi və istismar prosesində

yorulma çatlarının yaranmasının qarşısının alınmasına zəmin yaradır.

4. Maqnezium oksidi əsasında ovuntularla elektrik boru poladının sobadankənar emalı onların istismar zamanı temperatur dəyişmələrinə az həssaslığını təsdiqləmişdir. Belə poladı müxtəlif temperaturlarda dinamik zərbələrə qarşı daha yüksək davamlılıq nümayiş etdirməsi sobadankənar emal zamanı daha yüksək dərəcədə saflaşdırma prosesilə izah olunur.

8. Fasiləsiz tökmə ilə alınmış boru pəstahlarının təzyiqlə emalında termiki emal rejimlərinin təkmilləşdirilməsi

Bu mərhələdə fasiləsiz tökmə ilə alınmış tikişsiz boruların neft-qaz sənayesində istifadəsi üçün xrom və vanadiumla qənaətlə legirlənmiş 13XΦA markalı yüksək keyfiyyətli polad işlənmişdir. İşlənmiş poladın kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimi təklif olunmuşdur, küt. %: C 0,11-0,17; Mn 0,40-0,65; Si 0,17-0,37; Cr 0,50-0,70; V 0,04-0,09; Ni - 0,25-dən çox deyil; Cu - 0,25-dən çox deyil; Al 0,02-0,05; N - 0,008-dən çox deyil; S və P - 0,015-dən çox deyil.

Fasiləsiz tökülmüş içi boş boru pəstahlarının alınma imkanının reallaşdırılması neft-qaz sənayesi üçün innovativ metallurji texnologiyalar əsasında tikişsiz borular istehsal etməyə imkan verir. Neftçixarma şəraitləri və karbohidrogenlərin nəqlinin mürəkkəbləşməsi boru pəstahlarının xassələrinin səviyyəsinə neft-qaz sənayesi tərəfindən tələblərin daim artırılmasını şərtləndirir. Bu, tikişsiz boruların istehsalı üçün fasiləsiz tökülmüş boru pəstahlarının texnoloji xassələrinin və keyfiyyət göstəricilərinin artırılması üzrə işlərin intensivləşməsinə tələb edir.

Tikişsiz boruların yüksək möhkəmlik xassələrinin alınmasının etibarlı zəmanəti onların aşağı temperaturlarda kövrək mexanizm üzrə dağılmaya müqavimətinin yüksək səviyyəsi ilə yanaşı, həm də minimal kimyəvi və struktur qeyribircinslikli fasiləsiz tökülmüş yüksək keyfiyyətli pəstahların hazırlanması, habelə boruların yayılmasından sonra onların termiki möhkəmləndirmə rejimləri düzgün seçilməlidir.

Aydındır ki, fasiləsiz tökmə qurğularında hansısa kardinal konstruktiv dəyişikliklərin edilməsi həddən ziyadə mürəkkəbdir, ona görə də tikişsiz boruların keyfiyyət göstəricilərinin səviyyəsinin artırılmasının ən effektiv yollarından biri boru poladlarının kimyəvi tərkibinin rəşional seçilməsi və tikişsiz boruların termiki möhkəmləndirmə rejimlərinin təkmilləşdirilməsi ola bilər.

Fasiləsiz tökülmüş boru pəstahlarının istehsalı üçün poladların kimyəvi tərkibinin düzgün seçilməsi qüsurların səviyyəsinə aşağı salmağa imkan verir və qüsursuz məhsulun çıxım səviyyəsinin göstəricilərini eyni vaxtda artırmağa kömək edir. Eyni zamanda yeni tərkibli poladın işlənməsi istiyayılmış boruların xassələrinin yaxşılaşdırılmasına, habelə onların termiki möhkəmləndirilmə rejimlərinin optimallaşdırılmasına imkam verdiyinə, metal məhsullarının rəqabət qabiliyyətliyini artırdığına görə aktual innovativ metallurji istiqamət sayılır. Belə yanaşmanın tətbiqi bu gün müasir metallurjiya müəssisəsinin qarşısında duran ümdə vəzifələrdən biridir.

Bu kontekstdə layihənin iştirakçıları "Baku Steel Company" MMC-nin kollektivilə birlikdə qarşısına aşağıdakı istiqamətlər üzrə innovativ metallurji texnologiyaların işlənilməsinə qoymuşdur:

1. Neft-qaz sənayesi üçün tikişsiz borular kimi məsul məhsullar üçün yeni marka poladların axtarılması.
2. Müxtəlif təyinatlı, o cümlədən boru pəstahlarının fasiləsiz tökmə maşınının rekonstruksiya edilməsi.
3. İstiyayılmış tikişsiz boruların termiki möhkəmləndirilməsinin optimal rejimlərinin işlənməsi.

Ona görə də bu mərhələdə aparılan tədqiqatların məqsədi yeni marka poladdan alınan isti deformasiya olunmuş tikişsiz boruların termiki emal rejimlərinin seçilməsi, bir və ikiqat tablama və yüksək temperaturu tabəksiltmənin aparılması, habelə termiki möhkəmləndirmədən sonra boruların struktur və xassələrinin tədqiqindən ibarət olmuşdur.

Qarşıya qoyulan məqsədlərə nail olmaq üçün göstərilən tərkibdə 13XΦA markalı polad təklif olunmuşdur. Boru poladının tərkibinə Cr və V-un əlavə edilməsi aşağıdakı məqsədlərin

həllinə imkan verir:

- xrom karbidəmələgətirici elementdir, onun Mn və Si-la birlikdə tərkibə əlavə olunması poladın tablanma dərinliyini artırır, bununla bərabər xrom ferritdə həll olaraq onu möhkəmləndirir;
- 0.04-0.09 miqdarda azkarbonlu poladlarda vanadiumun iştirakı karbon və azotun möhkəm birləşmələr (karbidlər, nitridlər və daha mürəkkəb karbonidridlər) kimi rabitələnmələrinə kömək edir, onlar austenit dənəsinin böyüməsinə mane olurlar, bununla da xırda dənəli strukturun alınmasını təmin edirlər və poladın özlüyünü artırır.

13XΦA poladının əlverişli xassəsi aşağı legirləmə səviyyəsində yüksək keyfiyyət göstəricilərinin aşkarlanmasıdır. Bu, legirləyici elementlərə nisbətən böyük olmayan məsrəflərində materialın qiymətli xassələrinin alınmasını təmin edir. 13XΦA poladı xrom tərkibli poladdır. Poladda xromun mövcudluğunda üçvalentli xrom hidroksidinin amorf qatı yaranır, bu o poladın sərfini örtür, dəmir karbonat kristalını öz aralarında bərkidir. Bu qat onları aqresiv mühitlə həll olmadan qoruyur və qatın daxilinə ətraf mühitin aktiv komponentlərinin nüfuz etməsinə imkan verir. Xromun böyük olmayan miqdarda poladın tərkibində iştirakı bərk karbidlərin iştirakını stabilizə edir. Bu, poladın termiki emal olunma qabiliyyətini yaxşılaşdırır. Xrom qızdırmada dənənin böyüməsini çətinləşdirir, statik və zərbəli yüklərdə poladın mexaniki xassələrini, tablama dərinliyini və odadözümlülüyünü, habelə köhnəlməyə dayanıqlığını artırır.

Bu məqsədlə tədqiqatların məsələlərinə aşağıdakı ardıcıl mərhələlər daxil olmuşdur:

- termiki sahədə sobaların texniki vəziyyətinin təhlili;
- termocütlərdə tablama və tabəksiltmə sobalarında zonalar üzrə sazlayıcı və təcrübi boruların temperaturunun stabilliyinin təhlili;
- tablama və tabəksiltmə sobalarında zonalar üzrə sazlayıcı və təcrübi boruların temperaturunun stabilliyinin təhlili;
- stasionar termocüte görə tablama və tabəksiltmə sobalarından çıxışda sazlayıcı və təcrübi boruların temperaturunun stabilliyinin təhlili;
- birdəfəlik tablama və sonrakı tabəksiltmədən sonra boruların divarının qalınlığı və kvadratlar üzrə bərkliyin paylanması qiyətləndirilməsi;
- tablama və sonrakı tabəksiltmədən sonra boruların kənarlarında axıcılıq hədləri, zərbə özlülüyü və özlü təşkeledicinin paylanması qiyətləndirilməsi;
- birdəfəlik tablama və tabəksiltmədən sonra borularda hidrogen çatlamalarına dayanıqlığın qiyətləndirilməsi (NACETM 0284-ə) üçün nümunələrin müstəqil laboratoriyada sınaqlarının keçirilməsi;
- gərginlik altında sulfid korroziya çatlamaya dayanıqlığın qiyətləndirilməsi (NACETM 0177, A metoduna uyğun) üçün nümunələrin müstəqil laboratoriyada yoxlanılması.

İsti deformasiya olunmuş tikişsiz boruların termiki möhkəmləndirmə metodikası.

Boruların termiki emalı "Baku Steel Company" MMC-nin istehsalat sahəsində №1 və №2-li termiki sobalarda aparılmışdır. Borular bütünlüklə və bütün uzunluğu boyunca termiki emala uğradılmışdır. Borular sobaya ədədlə bir-birinin ardınca verilir. Qızdırmada boruların soba vasitəsilə normal keçməsinə nəzarət edilir. Boşalma tərəfdən hər hansı dayanmalar halında sobanın rolqanqı əl ilə iş rejiminə keçirilir, eyni zamanda sobanın bütün zonaları üzrə qazın və havanın sərfi də azaldılır.

Zonalar və boruların qızdırılması üzrə çıxışda temperatura nəzarət, nəzarət-ölçücü cihazın köməyi ilə əl ilə həyata keçirilir. Boruların temperaturunun ölçülməsi üçün sobanın çıxışında quraşdırılmış radiasion pirometrin qeydiyyatının sahəsinə sonuncu seksiyanın yaradıcılarının alovunun düşməməsi üçün onu izləmək lazımdır.

Termiki sahədə termiki emala uğradılan boruların çeşidi aşağıdakı kimi olmuşdur:

- xarici diametr 114÷178 mm;
- divarın qalınlığı 6÷12,7 mm.

Termiki şöbəyə verilən boruların hər bir partiyası sənədlə müşayət olunur, burada paketlərin

və boruların sayları, boruların ölçüləri, ərntinin nömrəsi, poladın markası, yayığın növbəsi, tədarükə ГОСТ-un nömrəsi göstərilir.

Sonra boruların termiki möhkəmləndirilməsini həyata keçirmək üçün paketlərin termiki şöbəyə verilməsini apardıq. Tablamaya və normallaşdırılmaya boruların qızdırılması 1№-li keçidli seksion sobada aparılır.

1№-li sobanın işçi fəzasının ölçüləri, mm: uzunluğu 29500;eni 1460; hündürlüyü..... 1920;

1№li sobanın işçi fəzası 5 ayırıcı tənzimlənən zonalara bölünüb. I-IV zonalər qızdırıcı adlandırılır və hər bir zona 4 seksiyaya bölünür. Sobanın sonuncu V zonası – bu, boruların qızdırılmasından sonra (yorucu zona) sabit temperaturun saxlanması üçündür, 3 seksiyadan ibarətdir.

Seksiyalar arasında tamburlar qoyulub. Sobanın daxilində boruların yerdəyişməsi tamburlarda yerləşdirilmiş 19 ədəd diyircəklərin köməylə həyata keçirilir. Diyircəklər arasında məsafə 1570 mm-dir.

Sobanın daxilində oxun boyunca boruların normal fırlanması üçün, su ilə soyudulan diyircəklər, sobanın uzununa oxuna 8° bucaq altında yerləşdirilib.

Diyircəklər АПТ-53-12 tipli, gücü 1,4 kVt olan elektrik mühərrikinin köməylə hərəkətə gətirilir, diyircəklərin maksimal fırlanma sürəti 46 dövr/dəq təşkil edir.

1№-li sobaya boruların verilməsi tezliyi 50 Hs olan ПЧ-63 tipli diyircəklərin köməylə həyata keçirilir.

Sobanın daxilində diyircəklər ТПЧ-100 tip tristorlu çevricilərlə və generatorla təchiz olunmuşdur. Generatoru hərəkətə 152V gərginlikdə gətirirlər, çevricilər isə 22-24 Hs tezlikdə işləyirlər.

Soba təbii qazla qızdırılır. Sobaya təbbi qazın verilməsi qısa yanan turbulent yandırıcılarla həyata keçirilir. Sobada qazın təzyiqi 3000-4000 mm/su.sut. təşkil edir. Sobanın hər bir seksiyasında 4 yandırıcı vardır. Yandırıcıların ümumi miqdarı 76 ədəddir. Maksimal nəzəri məhsuldarlıq I-IV zonalər üzrə 18m³/saat, V zona üzrə 9m³/saat təşkil edir.

Sobanın daxilində yanara tüstü qazları tüstü ötürücü (hər bir zonada bir tüstüötürücü vardır) vasitəsilə yeraltı tüstü yerlərinə düşür. Rekuperatordan sonra yanmış qazlar sorucu ventilyatorun köməylə "Eksqauster" tüstü borusu vasitəsilə havaya buraxılır. Cədvəl 8.1-də termiki emal üçün qazın və havanın sərfi verilmişdir.

Cədvəl 8.1

Boruların termiki emalı üçün qazın və havanın sərfi

Qaz və havanın ümumi sərfi, m ³ /saat	Boruların divarının qalınlığı, mm	
Zonalər üzrə qazın və havanın sərfi	6,5÷10	10÷16,9
qaz	<u>470÷520</u>	<u>520÷570</u>
hava	4700÷5200	5200÷5700
I zona	<u>140÷150</u>	<u>150÷160</u>
	1400÷1500	1500÷1600
II zona	<u>120÷140</u>	<u>140÷150</u>
	1200÷1400	1400÷1500
III zona	<u>110÷120</u>	<u>120÷140</u>
	1100÷1200	1200÷1400
IV zona	<u>100÷110</u>	<u>110÷120</u>
	1000÷1100	1100÷1200
V zona	<u>80÷90</u>	<u>90÷100</u>
	800÷900	900÷1000

Boruların tablandırılması çoxdeşikli qurğuda (spreyerdə) sırnaqlı soyutmaqla su ilə həyata keçirilir. Tablandırmanı başlamadan əvvəl spreyerin mərkəzləşməsinin və spreyerə suyun verilməsinin, yeni təzyiq və sərfinin yoxlanılmasını apardıq. Spreyerin elementləri aşağıdakılardır:

- spreyerin seksiyalarının miqdarı – 3 əd;
- spreyerin hər bir seksiyasının uzunluğu – 500 mm;
- seksiyalar arasındakı məsafə - 100 mm;
- su üçün deşiklərin diametri – 6 mm.

Seksiyalar üzrə su deşiklərinin miqdarı:

- 1-ci seksiya – 75 əd;
- 2-ci seksiya – 60 əd;
- 3-cü seksiya – 5 əd.

Seksiyaların en kəsikləri üzrə su deşiklərinin miqdarı:

- 1-ci seksiya - 24° maillikdə bucaq altında – 15 əd;
- 2-ci seksiya - 30° maillikdə bucaq altında – 12 əd;
- 3-cü seksiya - 36° maillikdə bucaq altında – 10 əd.

Soyudulan boruya istiqamətlənmiş su deşiklərinin maillik bucağı

- 1-ci seksiya – 40°;
- 2-ci seksiya – 50°;
- 3-cü seksiya – 60°.
- Spreyerin hər bir seksiyasında borunun xarici və daxili ölçüləri:
- Xarici boru - 406×8÷10 mm;
- Daxili boru - 305×10 mm.

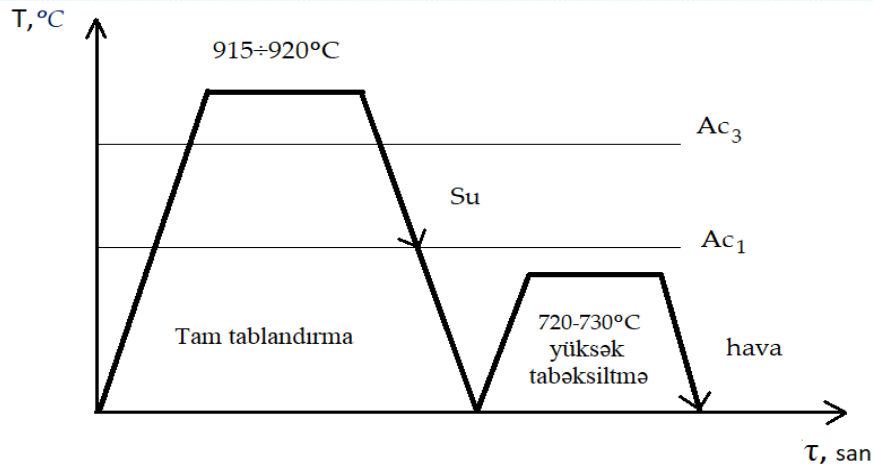
Soyutma sistemində su üçün deşiklər şahmat qaydasında yerləşin. Spreyerdə suyun təzyiqi (1,8-2,5) kq/sm² təşkil edir. Termiki emala Ø114×8 mm tipölçülü 13XΦA poladdan olan istiyayılmış tikişsiz borular uğradılmışdır. Tablandırma və tabəksiltmə “Baku Steel Company”MMC-nin texnoloji tapşırıqlarının tələblərinə uyğun olaraq həyata keçirilmişdir.

Təcrübi boruların termiki emalından əvvəl ilkin olaraq sazlayıcı boruların termiki emalı həyata keçirilmişdir, onlara görə termiki emalın parametrlərinin qiymətləndirilməsi aparılmışdır. Tablandırıcı və tabəksildici sobaların daxilində temperatur yalnız termocütlərlə qeyd olunur, sobalarda dib hissədə termocütlər nəzərdə tutulmamışdır. Sobalarda çıxışda boruların temperaturu stasionar pirometrlərin köməyiylə qeyd olunur və özüyazanlarda qeydiyyatdan keçir.

Tablandırmaya boruların qızdırılması seksiyalı-keçidli tip qaz sobasında həyata keçirilir. Boruların tablandırmasının məqsədli temperaturu 915÷920°C təşkil etmişdir. Sobanın tağında zonalar üzrə temperatur özüyazanla qeyd olunur və termiki emal jurnalına yazılır. Divarının qalınlığı 8 mm olan borular xarici spreyerin köməyiylə tablandırılmışdır. Spreyer qurğusunun uzunluğu 1,5 metr təşkil edir. Üç seksiyalı spreyerdə suyun təzyiqi 1MPa-dır. Tablandırma sobasından çıxışda boruların temperaturu stasionar pirometrlərlə ölçülür və diaqrama yazılır. Tablandırmanın faktiki temperaturu 915-dən 920°C-dək dəyişir.

Şəkil 8.1-də tikişsiz boruların tablandırma və tabəksiltmə sxemi göstərilmişdir. Boruların sobada təbii qazla qızdırılmasından sonra spreyerin köməyiylə onların sırtlaqı tablandırılması aparılır. Soyuducu mühit kimi su xidmət edir. Bu tablandırma üsulunda buxar köynəyi müşahidə olunmur, bu, suda sadə üsulla tablandırma ilə müqayisədə daha dərin tablandırma dərinliyini təmin edir. Bu halda tablandırıcı mühitdə boruların soyudulması fasiləli edilir, ona görə ki, belə soyutma borunun divarının özəyində istiliyin bir qədər saxlanmasını təmin edir.

İstilik mübadiləsinin təsiri altında daha güclü soyudulan səth qatlarının temperaturu yüksəlir və özəyin temperaturu ilə bərabərləşir. Bunun nəticəsində 720-730°C temperaturda yüksək temperaturlu tabəksiltmə baş verir (havada özbaşına tabəksiltmə).

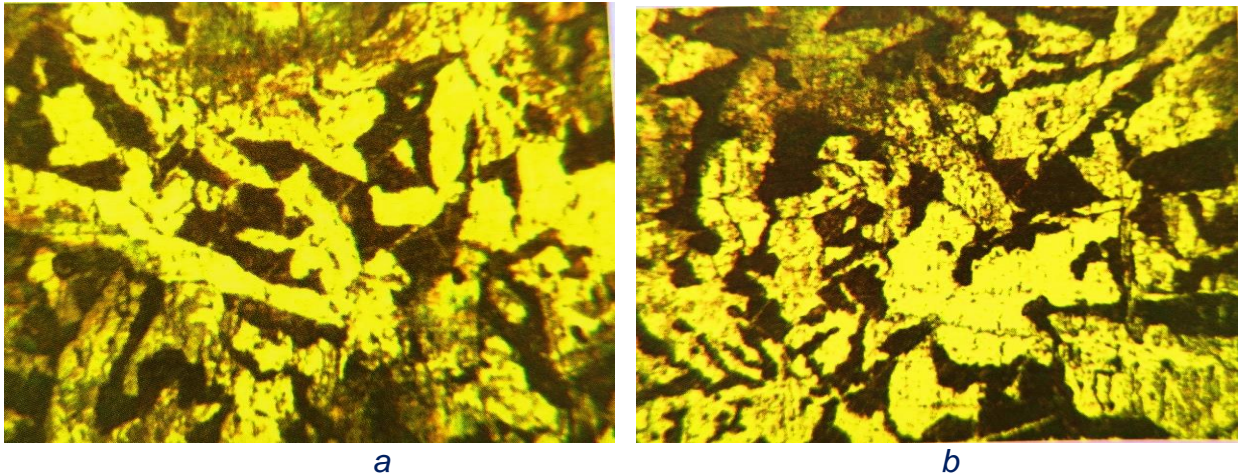


Şəkil 8.1. 13XΦA poladından tikişsiz boruların termiki möhkəmləndirmə rejimləri

Tabəksiltmə sobasından çıxışda boruların temperaturu stasionar pirometrlə ölçülmüş və diaqrama yazılmışdır. Tabəksiltmə sobasından çıxışda boruların faktiki temperaturu 721-dən 728°C-dək dəyişir.

Nəticələrin müzakirəsi. Məlumdur ki, adi tabəksilmədə, o haldakı borunun bütün uzunluğu eyni temperaturda qızır, boru tablandırma və tabəksiltmənin eyni şəraitini keçərək, bütün nöqtələrdə (bütöv tablandırma dərinliyində) eyni bərkliyə və özlülüyə malik olur. Qazma üçün nəzərdə tutulmuş borular üçün bərkliyin zonalarda belə bərabər paylanması məqsədəuyğun deyil. Qazma boruları o halda yüksək işləmə qabiliyyətinə malik olurlar ki, onlarda bərklik işçi səthlərdən (xarici və daxili səthlərdən) mərkəzə doğru tədricən və bərabər azalır. Beləliklə, borunun özəyi kifayət qədər özlü qalır, bu, qazmada zərbəli yükləri yaxşı qəbul edir.

Şəkil 8.2-də çox iri böyütmədə ($\times 1000$) şırnaqlı tablandırma və özbaşına tabəksiltmədən sonra 13XΦA poladından alınan tikişsiz borunun çox böyük böyütmədə ($\times 1000$) mikrostrukturunu təqdim olunmuşdur. Mikrostrukturlara baxışdan görmək olar ki, boru poladının səthində troost-sorbit mikrostrukturudur (şəkil 8.2, a, b). Boru metalının özək hissəsi səthə nisbətən tablandırma və tabəksiltmədən sonra bir qədər yavaş soyuduğuna görə özək hissənin mikrostrukturunu sorbitdən ibarət olur və hətta orada perlit və ferritin böyük olmayan sahələri iştirak edir. Belə nisbətən "yumşaq" mikrostruktur tikişsiz borunun özlülüynü artırır.



**Şəkil 8.2. Tikişsiz boruların alınması üçün 13XΦA poladının tablandırma və tabəksiltmədən sonra səthdə aşlanmış mikrostrukturunu $\times 1000$
a, b – səthin müxtəlif sahələrdə mikrostrukturunu**

Cədvəl 8.2-də Rusiya Federasiyası, Azərbaycan Respublikası, habelə МУК ПАО “НК РОСНЕФТЬ №ПЧ-06 M0111” texniki şərtlərinə görə normativ sənədlərinin tikişsiz boruların mexaniki xassələri üzrə tələbləri verilir.

Aparduğumuz boruların termiki möhkəmləndirməsi üzrə tədqiqatlardan sonra alınan nəticələr cədvəl 8.3-də təqdim olunur. Alınmış nəticələr onu göstərir ki, boruların şırnaqlı tablandırılması və yüksək temperaturlu özbaşına tabəksiltmədən sonra alınmış faktiki möhkəmlik göstəriciləri normativ sənədlərindən xeyli yüksəkdir. Bu məlumatlar tikişsiz boruların istehsalı üçün işlənmiş 13XΦA markalı qənaətlə legirlənmiş poladın effektiv olmasını təsdiq edir.

Cədvəl 8.2

Normativ sənədlərin tələbləri

Normativ texniki sənədlər	Möhkəmlik sinifi	Möhkəmlik həddi, σ_m , MPa	Axıcılıq həddi, σ_{ax} , MPa	Nisbi uzanma, δ , %	σ_{ax}/σ_m hədlərinin nisbətinin qiymətləri	
TŞ 1317-006.1-593377520-2003 tələbləri	K52	>510	372-491	>23	<0,85	
	K54	>530	383-510	>23	<0,85	
	K56	>549	392-539	>23	<0,85	
TŞ 24.20.13.110-369-00186619-2018 tələbləri	K52	>510	372-491	>23	<0,90	
TŞ 1317-233-0147016-02 tələbləri	K52	502-686	353-519	>25	<0,80	
TŞ 14-3P-124-2012 tələbləri	-	510-630	>370	>23	<0,90	
TŞ AZ 15014811481.003-2018 tələbləri	-	>510	372-491	>23	<0,85	
МУК ПАО “НК РОСНЕФТЬ №ПЧ-06 M0111”	Mədən boruları	K52	520-760	415-565	>19	<0,93
		K56	535-760	450-600	>18	<0,93
		K60	570-760	485-635	>18	<0,93
	Ümumi təyinatlı borular	K52	>520	>415	>19	-
		K56	>535	>450	>18	-
		K60	>570	>485	>18	-

Cədvəl 8.3

Birdəfəlik tablama və tabəksiltmədən sonra 13XΦA poladından hazırlanmış Ø114×8 mm ölçülü boruların faktiki mexaniki xassələri

Tədqiqat obyektı					Faktiki mexaniki xassələr					
Əritmə	Termiki emal rejiminin nömrəsi	Faktiki temperatur, °C		Borunun sonu	Markalama	Möhkəmlik həddi, σ_m , MPa	Axıcılıq həddi, σ_{ax} , MPa	Nisbi uzanma, δ , %	σ_{ax}/σ_m hədlərinin nisbətinin qiymətləri	
		tablama	tabəksiltmə							
6	3	1	915-920	720-	ön	1-1	596,3	484,6	26	0,82

			330						
	2	900-910	700-690	ön	1-5	580,2	483,2	29	0,83
	3	890-900	770-760	ön	2-1	560,6	458,5	26	0,81
	4	905-910	745-750	ön	2-2	600,1	511,4	24	0,85

Sınaq edilmiş tikişsiz boruların zərbə özlülüyünün nəticələri və normativ sənədlərin tələbləri cədvəl 8.4-də verilir. Bu cədvəlin təhlili göstərir ki, tikişsiz boruların 13XΦA markalı poladdan hazırlanmış nümunələrin birdəfəlik tablandırma və yüksək temperaturlu özbaşına tabəksiltmədən sonra normativ sənədlərdə qoyulan tələblərlə müqayisədə zərbə özlülüyünün yüksək göstəricilərini nümayiş etdirir. Müxtəlif möhkəmlik siniflərində zərbə özlülüyünün alınmış faktiki nəticələri normativ sənədlərdə qoyulan tələbləri əhəmiyyətli dərəcədə üstələyir.

Beləliklə, 13XΦA poladından hazırlanmış tikişsiz qazma borularının termiki möhkəmləndirmədən sonra alınmış özlülüyünün nəticələri onların yüksək işləmə qabiliyyətini təmin edir.

Cədvəl 8.4

Birdəfəlik tablandırma və tabəksiltmədən sonra 13XΦA poladından hazırlanmış Ø114×8 mm boruların zərbə özlülüyü

Tədqiqat obyektı				Markalama	Borunun sonunda zərbə özlülüyünün qiyməti, C/sm ²				Özlü təşkil edicinin payı, KVC-50, %		
Əritmə	Termiki emal rejiminin nömrəsi	Faktiki temperatur, °C			1	2	3	orta	1	2	3
		tablama	tab-əksiltmə								
106334	1	915-920	720-730	1-1	114,6	114,6	140,4	123	100	100	100
	2	900-910	700-690	1-5	135	108	137	127	100	100	100
	3	890-900	770-760	2-1	171	167	160	166	100	100	100
	4	905-910	745-750	2-2	132	150	151	144	100	100	100
Normativ sənədlərin təhlili											
NTS				Möhkəmlik sinifi	Borunun sonundan asılı olaraq zərbə özlülüyünün qiyməti, KVC -50, C/sm ²				Özlü təşkil edicinin payı, KVC -50, %		
TŞ 1317-006.1-593377520-2003 tələbləri				K52	98-dən az olmadan				50-dən az olmadan		
				K54	98-dən az olmadan				50-dən az olmadan		
				K56	98-dən az olmadan				50-dən az olmadan		
TŞ 24.20.13.110-369-00186619-2018 tələbləri				K52	98-dən az olmadan				50-dən az olmadan		
TŞ 1317-233-0147016-02 (KCV-60) tələbləri				K52	127-dən az olmadan				50-dən az olmadan		

Cədvəl 8.5-də 13XΦA poladından hazırlanmış tikişsiz boruların termiki möhkəmləndirmədən sonra bərkliyinin qiymətləri və normativ texniki sənədlərdə qoyulan tələblər təqdim olunmuşdur. Bu cədvəlin təhlili göstərir ki, bütün möhkəmlik sinifləri üçün təbrübi borularda alınmış bərkliyin qiymətləri NTS-in tələblərini ödəyir.

Borular sınaqlara aşağıdakı standartların tələblərinə uyğun olaraq sınaqlara uğradılmışdır. TY A3 15014811481.003-2018, TY 1317-006.1-593377520-2003, TY 1317-233-0147016-02, TY

24.20.13.110-369-00186619-18 standartların tələbləri, МУК ПАО “НК Rosneftin №ПЧ-06 М0111” tələblərinə uyğun olaraq mexaniki xassələr aşağıdakı qaydada yerinə yetirilmişdir.

Mexaniki sınaqlar “Baku Steel Company” MMC-nin üçüncü istehsal sahəsinin laboratoriyasında aparılmışdır. 1-ci rejim üzrə, yeni 915-920°C-dən tablama və 720-730°C-də tabəksiltmə ilə termiki emalı keçmiş Ø114×8 mm ölçülü boruların sınaqlarının nəticələrinə görə qeyd etmək olar ki, Л52, Л54, Л56 möhkəmlik qrupu üzrə ТШ А3 15014811481.003-2018, ТШ 1317-006.1-593377520-2002, ТШ 24.20.13.110-369-00186619-18, МУК ПАО “НК Rosneftin №ПЧ-06 М0111” ТШ 14-3p-124-2012 standartlarının tələbləri üzrə aparılmış mexaniki sınaqların nəticələri möhkəmlik həddinə, axıcılıq həddinə, nisbi uzanmaya, σ_{ax}/σ_m hədlərinin nisbətlərinə və zərbə özlülüyünün tələblərinə uyğun gəlir və hətta onları xeyli üstələyir.

Cədvəl 8.5

13XΦA poladından Ø114×8 mm ölçülü boruların bərkliyinin qiymətləri

Tədqiqat obyektı				Markalama	Bərkliyin faktiki qiyməti, HRB (3 ölçmə)			
Əritmə	Termiki emal rejiminin nömrəsi	Temperatur, °C			1	2	3	orta
		tablama	tab-əksiltmə					
106334	1	915-920	720-730	1-1	80	81	80	80
	2	900-910	700-690	1-5	87	86	88	87
	3	890-900	770-760	2-1	82	81	83	82
	4	905-910	745-750	2-2	83	84	84	84
Bərkliyə görə normativ sənədlərin tələbləri								
NTS				Möhkəmlik sinifi	Borunun sonundan asılı olaraq zərbə özlülüyünün qiyməti, KVC -50, C/sm ²			
ТШ 1317-006.1-593377520-2003 tələbləri				K52	92-dən çox olmadan			
				K54	92-dən çox olmadan			
				K56	92-dən çox olmadan			
ТШ 24.20.13.110-369-00186619-2018 tələbləri				K52	92-dən çox olmadan			
ТШ 14-3P-124-2012 tələbləri				-	92-dən çox olmadan			

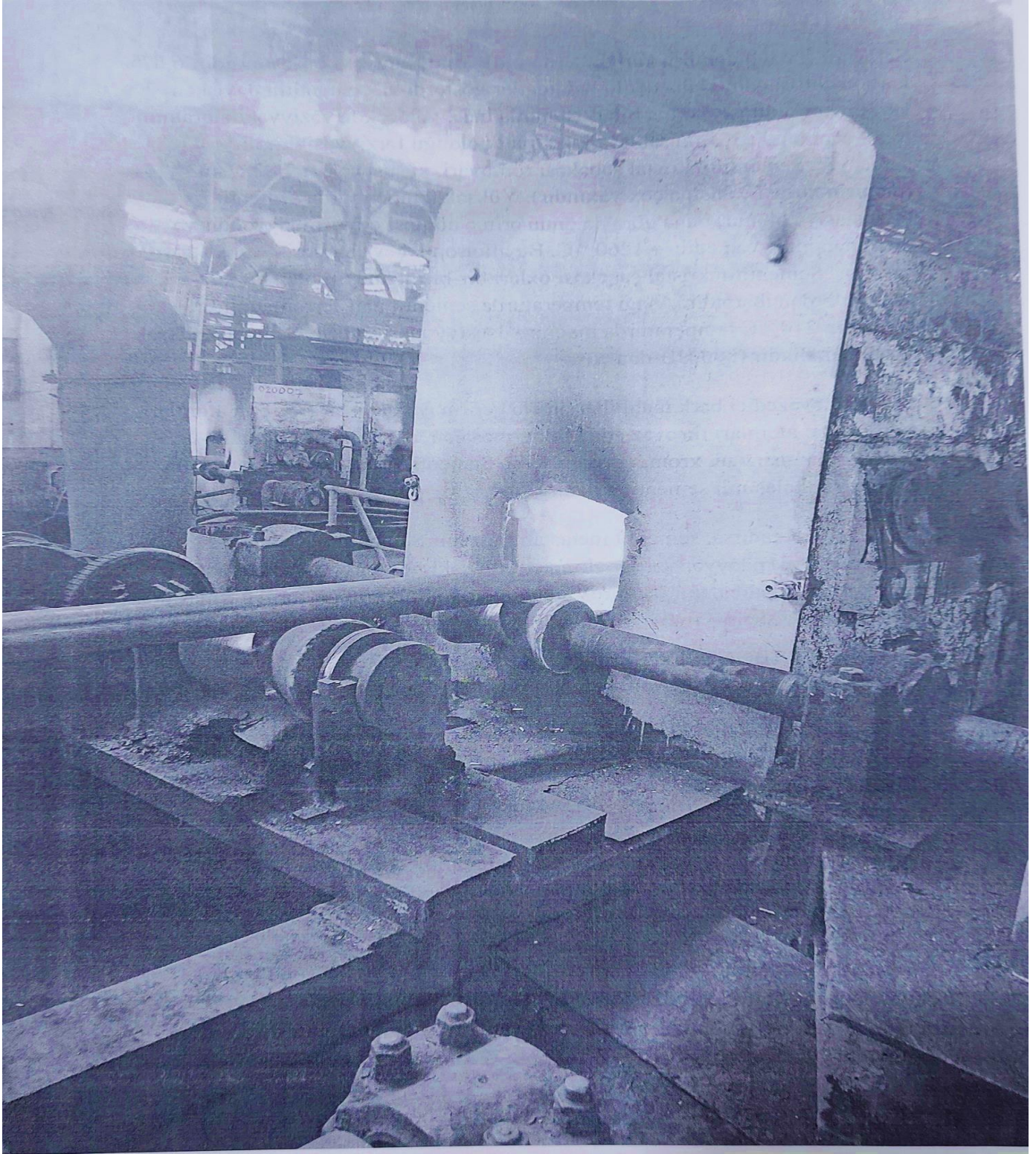
2-ci rejim üzrə, yeni 900-910°C-dən tablama və 700-690°C-də tabəksiltmə ilə termiki emalı keçmiş eyni ölçülü boruların sınaqlarının nəticələrinə görə K52, K54, K56 möhkəmlik qrupları üzrə yuxarıda göstərilən standartların tələblərini, yeni onların qeyd olunan mexaniki xassələrini ödəyir.

3-cü rejim üzrə, yeni 890-900°C-dən tablama və 720-760°C-də tabəksiltməyə uğradılmış eyni ölçülü boruların sınaqlarının nəticələri göstərmişdir ki, bu borular K52, K54, K56 möhkəmlik sinifləri üzrə yuxarıda qeyd olunan standartların tələblərini möhkəmlik xassələrinə görə ödəyirlər.

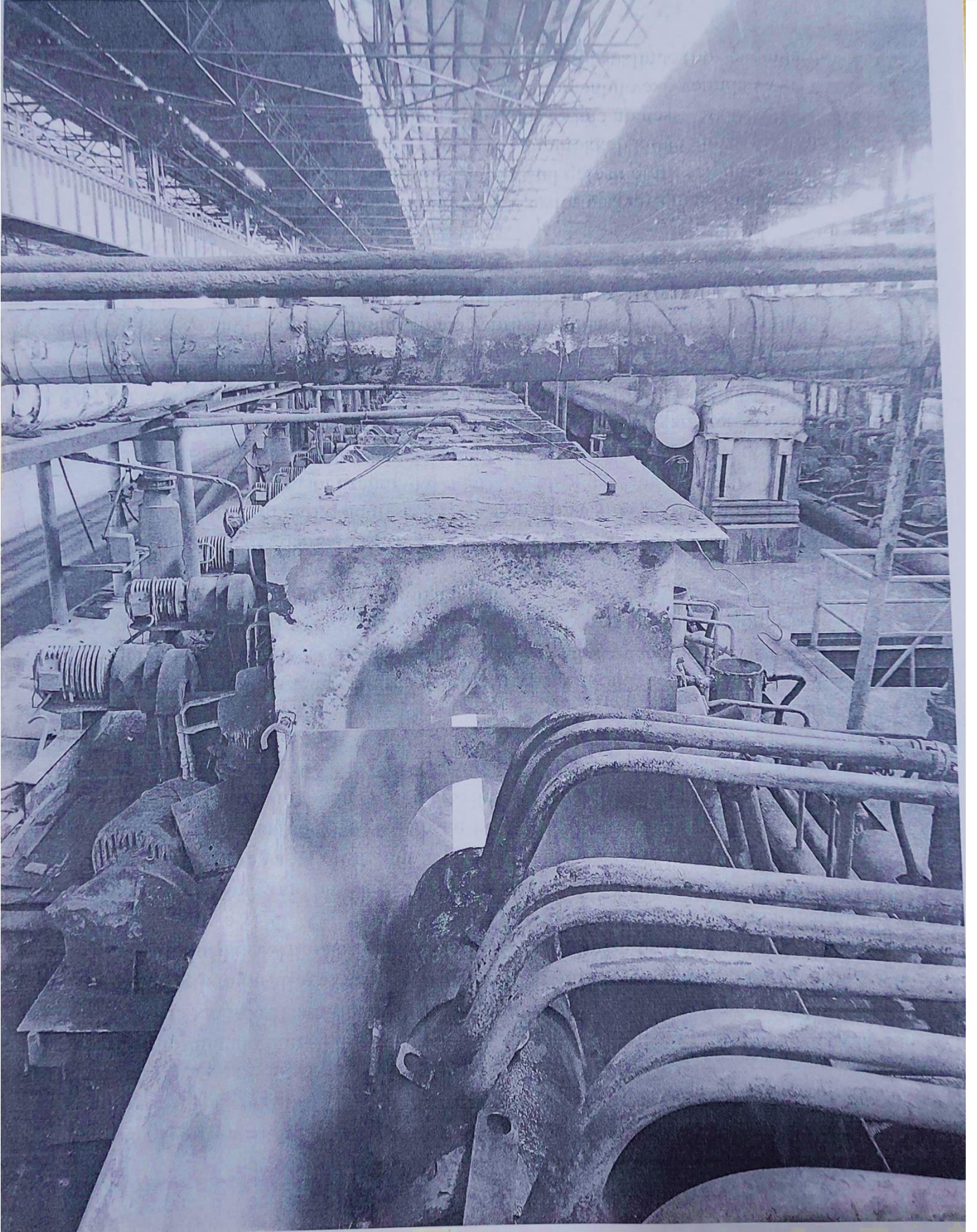
4-cü rejim üzrə, yeni 905-910°C-dən tablama və 745-750°C-də tabəksiltmə keçmiş borular K52, K54, K56 möhkəmlik siniflərinə görə yuxarıda qeyd olunan sənədləri tələblərinin möhkəmlik və axıcılıq hədlərinə və onların nisbətlərinin σ_{ax}/σ_m qiymətinə görə ödəyir, ancaq zərbə özlülüyünün qiymətinə görə ТШ 1317-233-0147016-02-nin tələblərinə uyğun gəlmir.

Beləliklə, son olaraq qeyd edə bilərik ki, boru poladının 1, 2, 3 rejimləri üzrə işlənmiş termiki möhkəmləndirmə texnologiyası ТШ AZ 15014811481.003-2018, ТШ 1317-006.1-593377520-2003, ТШ 24.20.13.110-369-00186619-2018, МУК ПАО “НК Rosneftin №ПЧ-06 М0111”, ТШ 14-3P-124-2012 standartlarına müvafiq olaraq K56 möhkəmlik sinifindən möhkəmiyə malik olan borular almağa imkan verir. Borunun termiki möhkəmləndirmə üçün sobaya verilməsi (şəkil 8.3, 8.4) və hazır vəziyyətdə sexdə tədarükü (şəkil 8.5-8.9) göstərilmişdir.

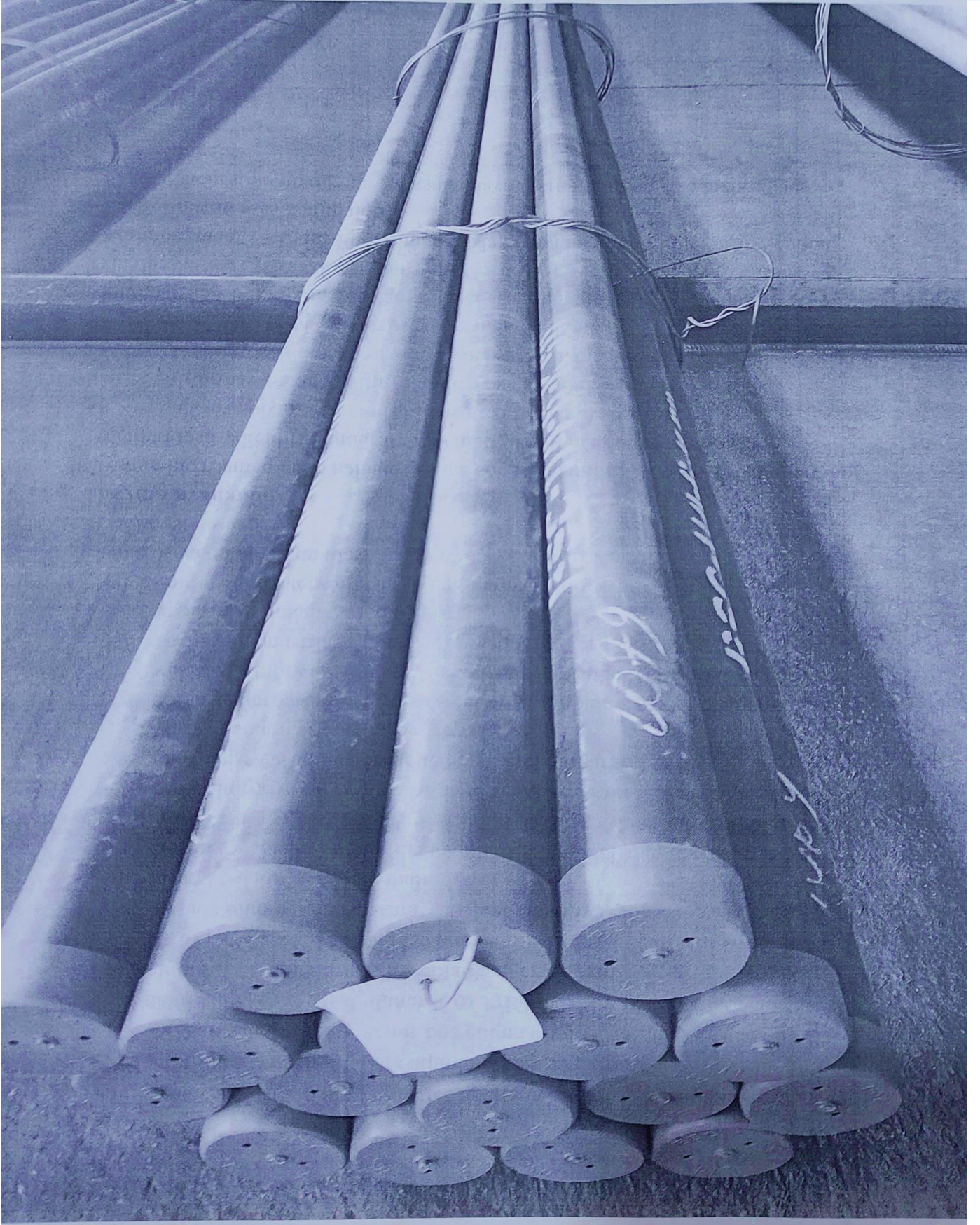
Layihənin yerinə yetirilməsində metallurgiya və materialşünaslıq elmləri sahəsində yeni elmi-texnoloji yanaşmalardan istifadə olunmuş, analiz və sintez, nəzəri və empirik, induksion və deduksiya, kompleks və sistemli yanaşma, fiziki və riyazi modelləşdirmə, laboratoriya, eksperimental və xüsusən istehsalat şəraitlərinə tətbiq metodları tətbiq edilmişdir.



Şəkil 8.3. Borunun termiki möhkəmləndirmə üçün sobaya verilməsi



Şekil 8.4. Termiki emalin aparılması



Şəkil 8.5. Hazır borunun sexdə tədarükü



Şekil 8.6. Hazır borunun sexde tedarüğü



Şekil 8.7. Sifarişçiye gönderilen hazır borular



Şekil 8.8. Sifarişçiye gönderilmek için hazır borular



Şekil 8.9. Anbarda tedarük için hazır borular

2

Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

Layihə üzrə 1-ci mərhələdə nəzərdə tutulmuş işlər – innovativ metallurji texnologiyalar əsasında neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli fasiləsiz tökmə borularının keyfiyyətini artırmaq üçün tam ədəbiyyat icmal aparılmışdır.

Layihə üzrə 2-ci rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – maye poladın sobada emal proseslərinin təkmilləşdirilməsi üzrə aparılmış tədqiqatlar alınmış poladın keyfiyyətinin artırılmasına, sobadan-kənar emalın yüksək səviyyədə aparılmasına və təzyiqlə emaldan sonra keyfiyyətli neft-qaz boruların alınmasına zəmin yaratmışdır.

Layihə üzrə 3-cü rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – “maye poladın sobadankənar emal proseslərinin təkmilləşdirilməsi üzrə tədqiqatların aparılması” bu istiqamətdə sobadan kənar emalın neft-qaz boruların alınmasında tətbiqi haqda tövsiyələrin işlənməsinə imkan vermişdir.

Layihə üzrə 4-cü rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – poladın vanadiumla səmərəli legirlənməsinin nəzəri-texnoloji əsaslandırılması, legirli poladın əritmə, sobadankənar emal, fasiləsiz tökmə, habelə boru poladının yayma və termiki emal proseslərinin araşdırılması əhəmiyyətli təklif və tövsiyələrin işlənməsinə imkan vermişdir.

Layihə üzrə 5-ci rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – elektrik poladının sobada oksigensizləşdirilməsi və legirlənməsi metodlarının təkmilləşdirilməsi üçün legirleyici – oksigensizləşdirici furmanın yeni konstruksiyasının təklif olunması və bunun nəticəsində alüminiumun sərfinin azaldılması, habelə poladın saflaşdırılma və legirləmə dərəcələrinin yüksəldilməsinə nail olunmuşdur.

Layihə üzrə 6-cı rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – “boru pəstahlarının fasiləsiz tökmə proseslərində aşağı təzyiqli emal – vakuumatorun tətbiq edilməsi” üzrə elmi əsaslandırılmış analizin nəticələrinə əsasən bir neçə prinsipə işləyən vakuumator qurğularının tətbiq olunma imkanlarına baxılmışdır. “Baku Steel Company”QSC üçün cirələrlə vakuumator qurğusunun daha səmərəli olması təqtiqlənmiş və tövsiyə edilmişdir. Artıq müəssisə tərəfindən bu tip qurğu alınmışdır.

Layihə üzrə 7-ci rübdə nəzərdə tutulmuş işlər – “Maye poladın sobadan kənar emalında maqnezium oksidi əsasında ovuntuların üfürülməsilə saflaşdırma prosesinin aparılması” üzrə elmi əsaslandırılmış analizin nəticələrinə əsasən poladın sobadan kənar emalının mövcud üsulları təhlil olunmuş və arqon mühitində maqnezium oksidi əsasında qazlarla üfürmə prosesinin daha effektiv olması müəyyən edilmişdir. Poladın çalovda qazlarla və ovuntularla üfürülməsi üçün müxtəlif qurğuların sxemləri verilmişdir. Seçilmiş sobadan kənar emal texnologiyası poladda P və S-ün miqdarının $\leq 0,003\%$ olmasına şərait yaratmışdır. İşlənmiş sobadan kənar emaldan sonra poladın alınan ilkin struktur və xassələri isti yayma və termiki emaldan sonra neft-qaz təyinatlı boruların alınmasına etibarlı zəmin yaratmışdır.

Layihə üzrə 8-ci mərhələdə nəzərdə tutulmuş işlər - fasiləsiz tökmə ilə alınmış boru pəstahlarının təzyiqlə emalında termiki emal rejimlərinin təkmilləşdirilməsi məqsədilə yeni markalı qənaətlə legirlənmiş polad markası işlənmiş və bu poladdan hazırlanmış boruların termiki möhkəmləndirmə texnologiyasının rejim parametrləri seçilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar əsasında boruların sırnaqlı tablama və özbaşına tabəksiltmə rejimləri təklif olunmuşdur. Termiki möhkəmləndirmə texnologiyası ilə alınmış tikişsiz boruların möhkəmlik və plastiklik xarakteristikaları normativ texniki sənədlərin tələblərindən yüksək olmuşdur. Beləliklə, nəticədə boru pəstahlarının təzyiqlə emalında termiki emal rejimlərinin təkmilləşdirilməsinə nail olunmuşdur.

Bütün mərhələlərdə görülmüş işlərin təhlili göstərir ki, qarşıya qoyulmuş elmi-tədqiqat işləri tam şəkildə yerinə yetirilmişdir. Layihə üzrə 7 monoqrafiya, beynəlxalq xülasələndirmə və indeksləmə jurnallarında 7 məqalə, Beynəlxalq konfransların materiallarında 7 məruzə materialı çap olunmuşdur. Beləliklə, layihədə nəzərdə tutulmuş bütün tapşırıqlar yerinə yetirilmişdir, ona görə nəzərdə tutulmuş bütün işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsinə 100% qiymətləndiririk.

3

Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin

istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

1. Fasiləsiz tökmə pəstahlarının bərkimə prosesini modelləşdirmək əsasında tikişsiz neft-qaz borularının istehsalı üçün poladın səmərəli baza kimyəvi tərkibini və fasiləsiz tökmə pəstahlarının qızmar plastikliyinin artırılma ehtiyatını təmin etmək lazımdır. Bərkiyən metal qabığına termodeformasiya təsirin fiziki modelləşdirilməsini aparmaq üçün metodika işlənmişdir. Bu metodika azkarbonlu və azlegirli boru poladlarından fasiləsiz tökmə pəstahlarının möhkəmlik xassələrinin və qızmar plastikliyinin səviyyələrini qiymətləndirməyə imkan verə bilər.

2. Metal tullantıları və metallaşdırılmış yuvarlardan istifadə etməklə elektropoladəritmədə gedən proseslərin termodinamiki qiymətləndirilməsi aparılmış və mövcud müddəalar dəqiqləşdirilmiş və təsəvvürlər genişləndirilmişdir. Təkrar metal şixtəsində dəmir oksidlərlə aşqarların qarşılıqlı təsir sxemləri müəyyən edilmişdir. Sobada posamələyəticilərin oksidləşmə prosesinin reaksiyalarının tarazlıq əmsalları tapılmış, maye metal vannasında zərərli aşqarların (P, S) tarazlıq əmsalları qiymətləndirilmişdir. Elektrik əritməsi üçün poladın kükürdsüzləşmə sürətinin funksional asılılıq düsturu təklif olunmuşdur. Sadalananlar təkrar xammaldan elektrik poladının texnologiyasının səmərəliliyini yüksəltməyə imkan yaradır.

3. Müəyyən olunmuşdur ki, maye metalın sobadankənar emalında kükürdsüzləşmə və oksigensizləşmənin sürəti metalın azdəmirli əsasi posalarla qarşılıqlı təsirindən asılıdır. Bu halda kütləköçürmə metal və posadan kənarlaşdırılmış aşqarların diffuziya sürəti, habelə metal və posanın qarışdırılma gücündən asılıdır.

Diffuziya əmsali sintetik posanın özlülüyünə tərs mütənəsbdir, onun özlülüyü isə 50-100 dəfə maye metalın özlülüyündən çoxdur. Ona görə saflaşdırıcı proseslərin limitləşdirici bəndi posadan kənarlaşdırılmış aşqarların diffuziya sürətidir. Azdəmirli əsasi sintetik posanın temperaturu kafi mayeəxıcılığı saxlaması üçün 1600°C-dən yuxarı olmalıdır. Bu nəticələr neft-qaz borularının istehsalı üçün metalın sobadankənar emalında azdəmirli əsasi posanın istifadəsinə imkan yaradır.

4. Vanadiumla boru poladının legirlənməsi nəzəri və texnoloji cəhətdən əsaslandırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, vanadiumla mikrolegirlədikdə boru poladının bir sıra fiziki-mexaniki, texnoloji və istismar xassələri xeyli yaxşılaşır. Vanadium külçənin bərkiməsi zamanı ilkin dənələri xırdaalayır, poladın tabəsiltmə kövrəkliyini aşağı salır, möhkəmliyini və plastikliyini artırır.

Vanadiumla legirli poladın əritmə proseslərini optimallaşdırmaq üçün riyazi modelləşdirmə aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, əritmənin parametrləri və təsir edən amillər arasında funksional əlaqələri ifadə etmək üçün determinə olunmuş riyazi modellər istifadə edilə bilər. Modelləşdirmə nümunəsi kimi metal tullantılar əsasında elektrik poladəritmə prosesində yaranan posanın miqdarının hesablanması aparılmışdır.

Vanadiumlu boru poladının əridilməsi üçün **elmi əsaslandırılmış tövsiyələr** verilmişdir: azkarbonlu poladı əritdikdə şixtə materiallarında legirleyici elementlərin miqdarı minimum olmalıdır; məlum kimyəvi tərkibə malik olan şixtə materiallarından istifadə olunmalıdır; boru poladının əritmə prosesində kükürd və fosfor, habelə qeyri-metal birləşmələrin minimum miqdarına nail olunmalıdır.

Boru poladının tələb olunan keyfiyyətini təmin etmək üçün sobadankənar emalın innovativ üsullarını tətbiq etmək təklif olunmuşdur: metalın vakuumla emalı və təsirsiz qazla üfürülməsi; metalın sintetik posa, maye və bərk posa qarışıqları ilə emalı; metalın dərinliyinə müxtəlif reagentlərin daxil edilməsi. Təsirsiz qaz qismində əsasən arqon istifadə edilmiş və üfürmə çalovun aşağı hissəsindən müxtəlif üsullarla həyata keçirilmişdir. Maye metalın üfürülməsi zamanı arqonun sərfini 0,5-2,5 m³/t həddində saxlamaq tövsiyə olunmuşdur. Kükürd, fosfor və oksigenin posaya tam keçməsinə intensivləşdirmək üçün metalın maye sintetik posa ilə qarışdırılması həyata keçirilmişdir.

Maye metalda kükürdün miqdarını azaltmaq və oksigensizləşdirmə üçün əhəng-gilli posa, fosforsuzlaşdırma üçün əhəng-dəmirli posa, oksigen və oksid birləşmələrinin miqdarını azaltmaq üçün isə turşu posa istifadə olunmuşdur. Sintetik posanın sərfi metalın kütləsinin 5-6% qədər

götürülmüşdür. Soba-çalov aqreqatında saflaşdırıcı və modifikatorun polada fasiləsiz verilməsi üçün ovuntudan hazırlanmış məfil istifadə olunmuşdur.

5. Oksigensizləşdirici-legirləyici furmanın daha effektiv konstruksiyası təklif olunmuş və yeni oksigensizləşdirilmə texnologiyasının tətbiqi üçün zəmin yaradılmışdır. OLF-nın işlənmiş yeni konstruksiyası və onun istifadə texnologiyası zay məhsulun miqdarını 1,1-dən 0,4%-dək azaltmağa imkan vermişdir.

Boru pəstahlarının fasiləsiz tökmə texnologiyası ilə istehsalında pəstahların təkrar soyudulmasında su-hava qarışığının optimal nisbətləri müəyyən edilmiş və nəticədə təkrar soyutmanın intensivliyi 0,20 l/kq azalmış, zay məhsulun azalması hesabına yararlı metalın çıxımı 0,40% artmışdır. Eyni zamanda boru pəstahlarının keyfiyyəti, metalın mikrostrukturu və mexaniki xassələri əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşmışdır.

İşlənmiş legirləmə və oksigensizləşdirmə texnoloji proseslərinin sənayedə reallaşdırılması üçün temperatur, kimyəvi tərkib, saflaşdırma, mikrolegirləmə və modifisirləmə arasında qarşılıqlı əlaqələr qurulmuşdur. Bunun üçün tikə və ovuntuya bənzər materialların çalovda legirləmə və oksigensizləşdirmə üçün sexdə yerləşdirilə bilən etibarlı və yüksək məhsuldarlıqlı mexaniki və injeksiyon avadanlıqlar seçilmiş və onların gələcəkdə istifadəsi tövsiyə olunmuşdur.

6. Müəyyən edilmişdir ki, vakuüm kamerada seyrəkləşməyə nəzarət metodu (DH-nəzarət) cirələrlə vakuüm emal üçün vakuümdə oksigensizləşdirmə və qazsızlaşdırma proseslərinin vacib dinamik xarakteristikasıdır. Vakuüm kameraya qazın sorulmasında metaldan ayrılan qaz təzyiqinin kinetik əyrisində zirvənin yaranmasının səbəbidir. Bu halda təzyiqin kəskin artması və kəskin düşməsi vakuüm karbon oksigensizləşdirmənin və qazsızlaşdırmanın intensiv getməsinə dəlalət edir.

Təzyiq əyrisində zirvələrin hündürlüyü hər sonrakı dövrdə fasiləsiz azalır və bu, ərintidə oksigen, hidrogen və azotun konsentrasiyasının azalmasını əks etdirir. Məlum olmuşdur ki, 30 dövr emaldan sonra metalın yeni cirəsinin sorulması praktiki olaraq kamerada təzyiqin sıçrayışına səbəb olmur. Bu ona dəlalət edir ki, bu ana qədər artıq metal vakuüm altında kifayət qədər yaxşı emal olunub (maye metalda oksigen və hidrogenin aşağı konsentrasiyaları təmin olunub) və legirləyici elementlərin maye metala verilməsi məqsədə uyğundur.

7. Boru poladının müxtəlif markalarının elektrik sobasında əridilməsinə çalovda maye metalın maqnezium oksidilə üfürülməsində oksid, sulfid və qeyri-metal ünsürlərin paylanma xarakteri zavod texnologiyası ilə müqayisədə xeyli dəyişmişdir. Zavod texnologiyası ilə emal olunmuş boru poladında oksid ünsürlərinə görə maksimal bal, yeni texnologiyada 1/4 dəfə, sulfidlərə görə isə 1/3 dəfə aşağı olmuşdur. Beləliklə, maye metalın maqnezium oksidilə sobada kənar emalından sonra boru poladında kövrək və plastik silikatların azacıq izləri qeydə alınmış və qeyri-metal ünsürlərlə poladın çirklənməsi həddən ziyadə aşağı olmuşdur.

Qeyri-metal birləşmələrin kimyəvi tərkibi və strukturunun analizi göstərir ki, maqnezium oksidi üfürməklə sobadankənar emaldan sonra boru poladlarında zavod texnologiyası ilə alınan poladlarla müqayisədə qeyri-metal birləşmələrin miqdarı xeyli dərəcədə azalır. Qeyri-metal birləşmələrin kimyəvi tərkibinin analizi Al_2O_3 , MgO və çox az miqdarda SiO_2 -dən ibarət olduğu təsdiq edilmişdir. Petroqrafik və rengenstruktur analizlər poladın strukturunda $MgO \cdot Al_2O_3$, $MgO \cdot 6Al_2O_3$ və $CaF_2 \cdot 5Al_2O_3$ tipli fazaların çox cüzi izlərinin olduğunu göstərmişdir.

Maye poladın sobadankənar emal prosesində maqnezium oksidi ovuntusunun istifadəsi elektrik poladının xassələrinin zavod texnologiyası ilə alınan eyni kimyəvi tərkiblə müqayisədə xeyli yüksək olması ilə müşayiət olunur. Təklif onunan texnologiya ilə saflaşdırılan elektrik boru poladında fosfor və kükürdün minimumadək azalması, qeyri-metal ünsürlərin isə strukturda daha xırda şəkildə paylanması poladın zərbə özlülüyünün yüksəlməsi və istismar prosesində yorulma çatlarının yaranmasının qarşısının alınmasına zəmin yaradır.

Maqnezium oksidi əsasında ovuntularla elektrik boru poladının sobadankənar emalı onların istismar zamanı temperatur dəyişmələrinə az həssaslığını təsdiqləmişdir. Belə poladı müxtəlif temperaturlarda dinamik zərbələrə qarşı daha yüksək davamlılıq nümayiş etdirməsi sobadankənar

emal zamanı daha yüksək dərəcədə saflaşdırma prosesilə izah olunur.

Beləliklə, MgO əsasında ovuntuların arqon qazı şırnağında üfürülməsilə boru poladının çalovda emalının effektivliyi təsdiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, MgO ovuntularının sobadankənar emalda istifadə olunması çalovun divarının dözümlüyünün xeyli artırılmasına imkan verir. MgO ilə emalda maye poladda posa fazasında zərərli aşqarlar, o cümlədən S və P-un azalma effekti təyin olunmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, MgO əsasında ovuntularla sobadankənar emalda yaranan posa damcısının saflaşdırıcılıq dərəcəsi və onun maye metalda təmasının ölçüsü zamandan asılı olaraq posaya kükürdün adsorbsiya rejimini təyin edir. MgO əsasında ovuntu qarışıqlarından istifadə etməklə boru poladının sobadankənar emalında saflaşdırma qabiliyyətinin əhəmiyyətli artırılması zərərli aşqarların metaldan tam kənarlaşdırılması nəticəsində boruların keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və zay məhsulun çıxımının xeyli azalmasına gətirib çıxarır.

8. Xrom və vanadiumla qənaətlə legirlənmiş azkarbonlu yeni boru poladı təklif olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, bu poladın tərkibinə az miqdarda xromun daxil edilməsi borunun səthində üçvalentli xrom hidooksidinin amorf qatını yaradır, bu isə öz növbəsində dəmir karbonat kristallarını öz aralarında bərkidir. Bu qat poladı aqressiv mühitlərdə işləyərkən dəmiri həll olmadan qoruyur və qatın daxilinə ətraf mühitin aktiv komponentlərinin nüfuz etməsinə imkan vermir. Xromun və vanadiumun azkarbonlu poladın tərkibinə verilməsi bərk karbidlərin istirakını stabilləşdirir və onun termiki emalda möhkəmlənmə qabiliyyətini yaxşılaşdırır. Boru poladının termiki möhkəmlənmə effektivliyini artırmaq üçün şırnaqlı tablama və özbaşına tabəksiltmə termiki emal texnologiyası təklif olunmuş və proseslərin texniki parametrləri, tablama və tabəksiltmə temperaturları, soyutma rejimləri və digər texnoloji parametrlər müəyyənləşdirilmişdir.

13XΦA poladının termiki möhkəmləndirmədən sonra səthdə və özəkde struktur əmələgətirməsi tədqiq olunmuşdur. Nəticədə borunun işçi səthində troosto-sorbit strukturu, daxili səthində isə sorbit və bəzi sahələrdə perlik və ferrit strukturu müşahidə edilmişdir. Səthdən daxilə doğru boruda belə özlü strukturun yaradılması onun möhkəmlilik və plastiklik xassələrinin yüksəlməsini təmin etmiş və standartlara müvafiq möhkəmlilik sinifinin alınmasını təmin etmişdir.

Ona görə də aparılmış tədqiqatlarda alınmış elmi və təcrübi müddəalar materiallar və metalurgiya texnologiyaları üçün yenidir və mərhələnin tapşırıqında qoyulan bütün nəzəri və texnoloji məsələləri əhatə edir.

4 Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərməlidir) (*surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!*)

Layihə mövzusu üzrə aparılmış tədqiqatlar əsasında yeddi məqalə çap olunmuşdur. Bunlardan beşi yerli jurnallarda, ikisi xarici jurnallarda nəşr olunmuşdur. Bunlar aşağıdakılardır:

1. Mammadov A.T., İsmailov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Guliyev F.T. Analysis of structural transformations occurring during thermal hardening at building reinforcing of steel produced of Baku Steel Company LLC // Eastern European Journal of Enterprise technologies.

<http://journals.uran.ua/eejet/article/view/261728/259811> (Bu jurnal Scopus platformasının bazasında olan jurnaldır).

2. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т., Шахов С.И., Сивалк Б.А. Особенности получения труб с заданным свойствами для нефтегазовой промышленности // черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации, Том 78, №3, 2022, с.257-264 (<https://chermetinfo.elpub.ru/jour/article/view/1635>)

3. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T. Elektrik poladının əritmə prosesinin riyazi modelləşdirilməsinin bəzi aspektləri // Azərbaycan Ali Texniki məktəblərinin xəbərləri, cild 14, buraxılış 03.2022, s.4-12 (<https://zenodo.org/record/6377476#YjozOOpBzDc>)

4. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T və Cəfərova V.N. "Baku Steel Company" MMC-də istehsal olunan inşaat armatur poladlarının termiki möhkəmləndirilməsində baş verən struktur çevrilmələri // Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Elmi əsərləri, 2022, №1, s.41-49 (<http://swjournal.az/uploads/ckeditor/1854618213.pdf>)
5. Мамедов А.Т., Бабаев А.И., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Освоение производство горячедеформированных обсадных труб из марки стали 32Г2 в условиях ООО "Baku Steel Company" // Вестник Азербайджанской Инженерной Академии, 2022, cild 14, №4, с.48-55 <http://www.ama.com.az/wp-content/uploads/2022/12/N14-N14-N14-4.pdf>
6. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T., Kəlbəliyev F.M., Poladəritmə prosesinin modeləşdirilməsinin bəzi xüsusiyyətləri // Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi əsərləri, Bakı-2022, №1, s.24-27 <http://adda.edu.az/uploads/EE012022.pdf>
7. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T., Orucov F.S., Süleymanov M.Ə. Fasiləsiz tökmə ilə alınan boru pəstahlarında qaysağın yaranma səbəbləri // Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi əsərləri, Bakı, 2022, №2, s.21-24 (<http://adda.edu.az/az/content/35>)
8. Babanlı M.B., Məmmədov A.T., Cabbarov T.Q., Məmmədli N.R. Qara və əlvan metallar əsasında yeni materialların işlənməsinin əsas istiqamətləri / Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, 2021, cild 10, buraxılış 06, s.14-20. E-ISSN:2674-5224, DOI:1036962/PAHTEI https://zenodo.org/record/5565073#.Y_SlbHZBxPY, 10.06.2021-PAHTEI.pdf

Layihə üzrə çap olunmuş monoqrafiyalar aşağıdakılardır:

1. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 1, Часть 1. Надежность и эксплуатация узлов металлургических машин. (Монография) / Рахманов С.Р., Тополов В.Л., Белодеденко С.В., Мамедов А.Т., Азимов А.А., Козлов Г.А., Гулиев Ф.Т., – Баку – Днепр: «Сабах» АзТУ- НМетАУ, 2021, - 589 с.
2. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 2, Часть 2. Устройство и эксплуатация грузоподъемных металлургических машин и оборудования агломерационных фабрик и коксохимических цехов. (Монография) / Рахманов С.Р., Тополов В.Л., Белодеденко С.В., Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч. Азимов А.А. – Баку – Днепр: «Сабах» АзТУ- НМетАУ, 2021. - 404 с.
3. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 3, Часть 3. Устройство и эксплуатация основного оборудования доменных и ферросплавных цехов. (Монография) / Рахманов С.Р., Тополов В.Л., Белодеденко С.В., Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Азимов А.А., Гулиев Ф.Т. – Баку – Днепр: «Сабах» АзТУ- НМетАУ, 2022. - 560 с.
4. Холодная пильгерная прокатка труб переменного сечения. (Монография) / Рахманов С.Р., Вышинский В.Т., Сафонов А.А., Крышин С.М., Азимов А.А., Гасанли Р.К., Мамедов А.Т., – Баку – Днепр: «Сабах», "Системные технологии" 2022, 290 с.
5. Technological processes and mills of cold pilger pipe rolling (Monography) // Ya. V. Frolov, S.R. Rakhmanov, M.B. Babanly, R.T. Karimov, A.T.Mamedov - Dniepr – Baku, "Sabah" – 2022, 290 p.
6. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 4, Часть 4. Устройство и эксплуатация основного оборудования сталеплавильных цехов (Монография) / Тополов В.Л., Рахманов С.Р., Мамедов А.Т., Азимов А.А., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч, Гулиев Ф.Т. – Баку – Днепр: «Сабах», АзТУ- НМетАУ, 2022. - 694 с.
7. Основы технической эксплуатации металлургического оборудования. Том 5, Часть 5. Устройство и эксплуатация основного оборудования прокатных цехов. (Монография) / Рахманов С.Р., Тополов В.Л., Белодеденко С.В., Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Азимов А.А., Гулиев Ф.Т. – Баку – Днепр: «Сабах», АзТУ- НМетАУ, 2022. - 832 с.

Layihə mövzusu üzrə çap olunmuş beynəlxalq konfrans materialları:

1. Mammadov A.T., İsmailov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Guliyev F.T. Structural changes in thermal hardening of construction reinforcing steels // матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 2, 26 - 27 травня 2022 р. м. Чернігів, с.18-20
(<https://drive.google.com/file/d/12lgyVIJBzsaO7WL6Y9nrYjLrDYWcMMGE/view>)
2. Mammadov A.T., İsmailov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Guliyev F.T. Some aspects of modeling of the steel-making process // матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 2, 26 - 27 травня 2022 р. м. Чернігів, с.20-21
(<https://drive.google.com/file/d/12lgyVIJBzsaO7WL6Y9nrYjLrDYWcMMGE/view>)
3. Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç., Quliyev F.T., Orucov F.S., Süleymanov M.Ə. “Baku Steel Company” MMC şəraitində gəmiqayırma poladlarının istehsalının təşkili üçün tövsiyələr // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu il dönümünə həsr olunmuş “Su nəqliyyatının problemləri” mövzusunda XVII Beynəlxalq elmi-texniki konfransın məruzə materialları, Bakı-2022, s.31-33
([http://adda.edu.az/uploads/meruze%20materiallar.%202022%20\(3\).pdf](http://adda.edu.az/uploads/meruze%20materiallar.%202022%20(3).pdf))
4. Quliyev F.T., Məmmədov A.T., İsmayılov N.Ş., Hüseynov M.Ç. “Baku Steel Company” MMC-də keyfiyyətin idarə olunmasının bəzi məsələləri // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu il dönümünə həsr olunmuş “Su nəqliyyatının problemləri” mövzusunda XVII Beynəlxalq elmi-texniki konfransın məruzə materialları, Bakı-2022, s.110-114
([http://adda.edu.az/uploads/meruze%20materiallar.%202022%20\(3\).pdf](http://adda.edu.az/uploads/meruze%20materiallar.%202022%20(3).pdf))
5. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Особенности трудных соединения для нефтегазовой промышленности // сборник статей LXIII между-народный научно-практическая конференции "World science: problems and innovations", состоящего 30 марта 2022, в г. Пенза, Российская Федерация, с.57-60
(<https://naukaip.ru/archive/>, <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2022/03/МК-1354>)
6. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Критерии выбора внепечной обработки трубной стали для нефтегазовой промышленности / Машины, агрегаты, и процессы, проектирование, создание и модернизации: Материалы международной научно-практической конференции. – Санкт – Петербург: НИУМС, 2022, №5, с.48-50
<http://srcms.ru/maippsim/maippsim-22-5.pdf>
7. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Основные виды дефектов при термической обработке труб для нефтегазовой промышленности и способы их устранения // Сборник статей XV Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, МИНС “Наука и Просвещение”, 2022, 164 с. (<https://naukaip.ru/archive/>)
8. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Опыт производства горячекатанных труб для нефтегазовой промышленности с применением операции нормализации. Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: Материалы международной научно-технической конференции. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2023. -№6 –с.43-47. –DOI: 10.26160/2587-7577-2023-6.
<http://srcms.ru/maippsim/maippsim-23-6.pdf>

Bu çap olunmuş əsərlərlə yanaşı yaradıcı kollektiv tərəfindən çap olunmaq üçün aşağıdakı əsərlərin əlyazması hazırlanmışdır.

1. Мамедов А.Т., Бабаев А.И., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Дефекты, возникающие при производстве непрерывнолитых трубных заготовок для нефтегазовой промышленности. Мəqalə RF-nın “Обработка материалов” jurnalına çap olunmaq üçün təqdim olunub. Bu jurnal WOS və SCOPUS bazasına daxildir. Мəqalə jurnalda baxılma

	<p><i>mərhələsindədir.</i></p> <p>2. Мамедов А.Т., Бабаев А.И., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Термическое упрочнение бесшовных труб из стали марки 13ХФА для нефтегазовой промышленности. “SOCAR Proceedings” jurnalında çap edilmək üçün hazırlanır. Bu jurnalda WOS və SCOPUS bazalarına daxil olur.</p> <p>3. Мəммədov А.Т., Ёсмайылов Н.Ş., Hüseynov М.Ç., Quliyev F.T. “Baku Steel Company” MMC-də yeni fasiləsiz tökmə maşınının quraşdırılması və tökülən pəstahların keyfiyyətinin yüksəldilməsi (ADDA-nın Elmi əsərlər jurnalına çap olunmaq üçün təqdim olunub).</p> <p>4. Мамедов А.Т., Бабаев А.И., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Свойства стали 13ХФА выплавленной на разной шихте в электродуговой печи. (Əlyazması hazırlanıb).</p> <p>5. Мамедов А.Т., Исмаилов Н.Ш., Гусейнов М.Ч., Гулиев Ф.Т. Обеспечение качества труб, полученных из непрерывнолитых заготовок для нефтегазовой промышленности. (Əlyazması hazırlanıb).</p>
5	<p>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər</p> <p><i>Müqavilə yerinə yetirilən dövrdə Avroasiya patenti və Ukrayna Respublikasının patenti alınmışdır.</i></p> <p><i>Bunlar aşağıdakılardır:</i></p> <p>1. А.Т.Мамедов, Ф.Р.Расулов. Евразийский патент №03998 «Легированный материал для получения износостойких деталей».</p> <p>2. А.Т.Мамедов и др. «Способ прессования труб» <i>Ukrayna patenti UA 148969. Patent hesabatə əlavə olunur.</i></p> <p>3. Neft-qaz sahəsi üçün fasiləsiz tökmə üsuli ilə alınan boruların yayma prosesi üzrə iki patent (Azərbaycan Respublikası) EİF-in dəstəyilə hazırlanmış və ərizə ilə patent idarəsinə təqdim olunub.</p> <p>4. R.K.Həsənlі, А.Т.Мəммədov “Легированный чугуn с шаровидным графитом”adda Avroasiya patenti almaq üçün ixtira materialı hazırlanmış və ona ilkin ekspertizanın müsbət nəticəsi alınmışdır. Bu patent materialı neft-qaz sənayesi üçün bağlayıcı qurğularda istifadə olunacaqdır.</p>
6	<p>Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərməlidir)</p> <p><i>Layihə rəhbəri prof. А.Т.Мəммədovun Ukrayna Milli Metallurгиya Akademiyasına ezamiyyəti planlaşdırılmışdır. Lakin Rusiya Federasiyası və Ukrayna Respublikası arasında müharibə gətdiyinə görə həmin ezamiyyət baş tutmamışdır. Ona görə layihə iştirakçısı Hikmət Babayev Türkiyə Cümhuriyyətinə ezam olunmuş və “İzmir demir çelik sənaye A.Ş”-də iyul 2022-ci tarixində 5 gün ezamiyyətdə olmuşdur. H.Babayev həmin ezamiyyət dövrü ərzində müəssisədə boruların istehsal texnologiyası və laboratoriya analizləri ilə tanış olmuşdur. Onun bu sahədə fəaliyyəti, “İzmir demir çelik sənaye A.Ş”-nin rəhbərliyi tərəfindən Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Elmin İnkişaf Fonduna ünvanladığı məktubla təstiqlənmişdir.</i></p>
7	<p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa)</p> <p><i>Layihə üzrə keçən rüblər ərzində “Baku Steel Company” MMC, “Azərboru” istehsalat birliyində və Sumqayıt Kimya Texnologiyaları Parkında elmi-təcrübə mübadiləsi və ekspedisiyalar keçirilmiş, xüsusən Sumqayıt SKTP-da ferroərintilər istehsalına diqqət yetirilmişdir.</i></p>
8	<p>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak</p> <p><i>Layihə rəhbəri prof. А.Т.Мəммədov ADNSU-nin nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.02 dissertasiya şurasında elmlər doktoru proqramı üzrə dissertasiya işinə opponentlik etmişdir. AzTU-nun nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.32 dissertasiya şurasının işində fəlsəfə doktorlu və elmlər doktoru dissertasiyalarının müdafiəsində şura üzvü kimi iştirak etmişdir. Layihə icraçısı prof. N.Ş.İsmayılov ED2.32 dissertasiya şurasını elmi katibidir.</i></p> <p><i>Layihə icraçıları, prof. N.Ş.İsmayılov və dos. M.Ç.Hüseynov ED2.32 dissertasiya şurasının iclasında fəlsəfə doktoru və elmlər doktoru dissertasiyalarının müdafiəsində iştirak etmişlər. Prof.</i></p>

	<i>N.Ş.İsmayılov ADNSU-nun nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.02 dissertasiya şurasında doktorluq dssertasiyasına opponetlik etmişdir. Layihə icraçısı, dos. F.T.Quliyev ED2.02 dissertasiya şurasının elmi seminarında doktorluq dissertasiyasının rəyçisi kimi çıxış etmişdir.</i>
9	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) <i>Layihə rəhbəri prof A.T. Məmmədov 2022-ci ildə Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında keçirilən Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş “Su nəqliyyatının problemləri” mövzusunda XVII Beynəlxalq elmi-texniki konfransda “Baku Steel Company” MMC şəraitində gəmiqayırma poladlarının istehsalının təşkili üçün tövsiyələr” mövzusunda geniş məruzə ilə çıxış etmişdir.</i> <i>Layihə iştirakçısı prof N.Ş.İsmayılov 2022-ci ildə Ukraynanın Çerniqov şəhərində keçirilən “Комплексне забезпечення якості технологічних процесів” adlı Beynəlxalq konfransın plenar iclasında iki məruzə ilə onlayn çıxış etmiş və Ukraynanın metallurg alimlərlə layihədə alınmış elmi nəticələri müzakirə etmişdir.</i> <i>Layihə iştirakçısı F.T.Quliyev 2022-ci ildə Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında keçirilən “Modern problems and development qutlooks of power enginerring” adda Beynəlxalq konfransda “Eatus of obtaining special oil and drilling pipes” mövzusunda məruzə ilə çıxış etmişdir. Qeyd edək ki, bu konfransın materiallarının SCOPUS platformasına daxil olan topluda çap olunması planlaşdırılır.</i> <i>Eyni zamanda layihə iştirakçıları dəfələrlə “Baku Steel Company” MMC-də, “Azərboru” ASC-də, STP-də dəfələrlə şifahi və izahlı görüşlər keçirmiş, Rosneftin mütəxəssislərlə müzakirələr aparmışdır. Belə tədbirlər həm də AzTU-nun “Metallurgiya və materialşünaslıq” fakültəsində, “Metallurgiya və materiallar texnologiyası” kafedrasında professor-müəllim heyəti və magistrlərlə keçilirmişdir.</i>
10	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmumatları <i>Layihə üzrə Metalloqrafik mikroskop alınması üçün təklif hazırlanmış və EIF-ə təqdim olunmuşdur.</i>
11	Yerli həmkarlarla əlaqələr <i>Mövzu üzrə “Baku Steel Company” MMC, “Azərboru” MMC və Sumqayıt kimya texnologiyalar parkının əməkdaşları ilə mütəmadi məsləhətləşmələr aparılır.</i>
12	Xarici həmkarlarla əlaqələr <i>Ukrayna Milli Metallurgiya Akademiyası, Priazov Dövlət Texniki Universiteti, Çerniqov Dövlət Texniki universitetinin (Ukrayna) alimləri ilə sıx əlaqələr qurulmuşdur. Priazov Dövlət Texniki Universitetilə elmi-texniki əməkdaşlıq müqaviləmiz vardır. Layihə rəhbəri prof. A.T.Məmmədov Priazov Dövlət Texniki Universitetinin “Elmi əsərlər” jurnalının beynəlxalq redaksiya heyətinin üzvüdür.</i>
13	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) <i>Layihə mövzusu üzrə texnika elmləri üzrə iki fəlsəfə doktoru hazırlanır: Vüsələ Cəfərova və Şəmsiyyə İlham. Onların dissertasiya mövzuları elektrik boru poladının sobadankənar emalı və yerli xammal əsasında ferroerinti istehsalı texnologiyalarına həsr olunmuşdur. Layihə iştirakçısı dos. F.T.Quliyev 2022/23-cü tədris ilində elmlər doktoru proqramı üzrə qiyabi doktoranturaya qəbul üçün Dövlət İmtahan mərkəzinə sənədləini təqdim etmiş və qəbul olunmuşdur.</i>
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) <i>Təhsil Nazirliyinin keçirəcəyi “Elm və təhsil” sərgisində yaradıcı kollektiv dəfələrlə iştirak etmişdir. Burada yaratdığı termiki emal - titan qurğusunu nümayiş etdirmişdir.</i>
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) <i>Layihə iştirakçıları mütəmadi olaraq “Baku Steel Company” MMC, “Azərboru” MMC,</i>

Sumqayıt Kimya Texnologiyaları parkında olur və lazımlı təcrübə mübadilələri aparır.

Layihə rəhbəri prof. A.T.Məmmədov 2021-ci ildə ROSNEFT təşkilatının nümayəndələri ilə mütəmadi görüşmüş və neftçixarma boruları üçün onları düşündürən texniki məsələlərə aydınlıq gətirmişdir.

16

Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir)

Elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasında EİF-in dəstəyinə böyük qiymət verilmişdir. Layihənin yerinə yetirilməsi üçün AEF-in böyük maliyyə və texniki dəstəyini hiss edən layihə iştirakçıları adından layihə rəhbəri prof. A.T.Məmmədov EİF-in icraçı direktoruna təşəkkür məktubu ünvanlamışdır. 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 "Yüksək texnologiyalar" institutunda bu sahənin alimləri ilə aprobeşiyasının həyata keçirilməsi planlaşdırılır. Müqavilənin bütün rübləri üzrə aparılan tədqiqatların nəticələri əsasında Azərbaycan Texniki Universiteti, Azərbaycan Dövlət Sənaye Universiteti, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasında beynəlxalq və respublika səviyyəli, habelə Rusiya Federasiyası və Ukrayna Respublikasında keçirilən Beynəlxalq elmi-texniki konfranslara aprobeşiyası üçün materiallar hazırlanmışdır və məruzələr edilmişdir. Bu istiqamətdə görülən işlər həll olunan problemin vacibliyinin ölkənin elmi ictimaiyyətinə çatdırılmasına imkan verir. Həmin materiallar sosial şəbəkələrdə paylanmış və izləyicilərin böyük marağına səbəb olmuşdur.

SİFARİŞÇİ:

Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

"__" _____ 20_-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Məmmədov Arif Tapdıq oğlu

(imza)

"__" _____ 20_-ci il



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun “Elm-Təhsil-Sənaye”
məqsədli qrant müsabiqəsinin
(EIF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQIQATLARDA İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ

(Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **İnnovativ metallurji texnologiyalar əsasında neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli fasiləsiz tökmə boruları istehsalının mənimsənilməsi**

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

Qrantın məbləği: **150 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

- | | |
|----------|---|
| 1 | <p>Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası</p> <p><i>Layihədə mərhələlər üzrə aparılmış elmi tədqiqatlar elm-təhsil və sənaye sahələri üçün aşağıdakı məsələlərin həllinə töhfələr verir.</i></p> <ol style="list-style-type: none"><i>Fasiləsiz tökmə istehsalının bərkimə prosesini modelləşdirmə əsasında tikişsiz neft-qaz borularının istehsalı üçün poladın səmərəli baza kimyəvi tərkibini və fasiləsiz tökmə pəstahlarının qızmaq plastikliyinin artırılma ehtiyatını təyin etmək olar. Bərkimə metalın qabığına termodeformasiya təsirinə fizik modelləşdirilməsini aparmaq üçün metodika təklif olunmuşdur. Bu metodika azkarbonlu azlegirli boru poladından olan fasiləsiz tökmə pəstahlarının möhkəmlik xassələrinin və qızmar plastikliyinin səviyyələrini qiymətləndirməyə imkan verir.</i><i>Metal tullantıları və metallaşdırılmış kündələrdən istifadə elektropoladəritmədə gedən proseslərin termodinamik qiymətləndirilməsi aparılmış, bu sahədə olan mövcud müddəalar dəqiqləşdirilmiş və genişləndirilmişdir. Təkrar metal şixtəsində olan dəmir oksidlərilə aşqarların qarşılıqlı təsir sxemləri müəyyən edilmiş, elektrometal vannasında poladəmələgətirici komponentlərin oksidləşmə prosesinin reaksiyalarının tarazlıq əmsalları tapılmış, maye zərərli aşqarların (P, S) tarazlıq əmsalları qiymətləndirilmişdir.</i> |
|----------|---|

3. *Maye boru poladının sobadankənar emalının əsas müddəaları dəqiqləşdirilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, maye metalın sobadan kənar emalında kükürdsüzləşmənin və oksigensizləşmənin sürəti onun azdəmirlə əsasi posalarla qarşılıqlı təsirindən asılıdır. Bu halda kütləköçürmə metal və posadan kənarlaşdırılmış aşqarların diffuziya sürətində, habelə metal və posanın qarışdırılma səviyyəsindən asılıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, diffuziya əmsalı sintetik posanın özlüliyinə tərs mütənəsbdir, onun özlüliyi isə 50-100 dəfə maye metalın özlüliyinədən çoxdur, ona görə saflaşdırıcı proseslərin limitləşdirici bəndü posadan kənarlaşdırılmış aşqarların diffuziya sürətidir. Ona görə də az dəmirli əsasi sintetik posanın temperaturu onun kafi mayeyaxı-cılığını saxlamaq üçün 1600°C-dən yuxarı olmalıdır. Alınmış bu elmi yeniliklər neft-qaz borularının isteh-salı üçün poladın sobadan kənar emalında azdəmirlə əsasi posanın istifadəsində əhəmiyyətli nəticədir.*
4. *Alınmış elmi nəticələr əsasında yeni 13XΦA markalı vanadiumlu boru poladı işlənmişdir. Vanadiumlu boru poladının legirlənməsi nəzəri və texnoloji cəhətdən əsaslandırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, azkarbonlu poladı vanadiumla mikrolegirlədikdə onun bir sıra fiziki-mexaniki, texnoloji və istismar xassələri əhəmiyyətli yaxşılaşır. Polad pəstahın bərkiməsi zamanı vanadium ilkin dənələri xırdalayır, poladın tabəksiltmə kövrək-liyini aşağı salır, möhkəmlik və plastikliyini artırır. Vanadiumla legirləmə poladın ərimə prosesini optimal-laşdırmaq üçün riyazi modelləşdirmə aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, əritmənin parametrləri və təsir edən amillər arasında funksional əlaqələri ifadə etmək üçün determinə olunmuş riyazi modellər istifadə edilə bilər. Model nümunəsi kimi metal tullantılar əsasında elektrik sobasında poladəritmə prosesində yaranan posanın miqdarının hesablanması aparılmışdır. Vanadiumlu boru poladının əridilməsi üçün elmi əsaslan-dırılmış aşağıdakı tövsiyələr işlənmişdir: azkarbonlu poladı əritdikdə şixtə materialında legirləyici element-lərin miqdarı minimum olmalıdır; məlum kimyəvi tərkibə malik olan şixtə materiallarından istifadə olun-malıdır; boru poladının əritmə prosesində kükürd və fosforun, habelə qeyri-metal birləşmələrin miqdarı mini-mum olmalıdır.*
5. *Poladda yuxarıda göstərilən təmizlik dərəcəsinə təmin etmək üçün elektrik sobasında əritmə prosesində oksigensizləşdirici – legirləyici furmanın (OLF) daha effektiv konstruksiyası təklif olunmuş və bu, yeni oksigensizləşdirmə texnologiyasının yaradılması üçün zəmin yaratmışdır. Bütövlükdə OLF-in işlənmiş konstruksiyası və onun istifadə texnologiyası zəif metal məhsulun miqdarını mövcud texnologiyalar ilə müqayisədə 1,1-dən 0,4%-dək azaltmağa imkan vermişdir. Boru pəstahlarının fasiləsiz tökmə texnologiyası ilə istehsalında pəstahların təkrar soyudulmasında su-hava qarışığının optimal miqdarı müəyyən olunmuş və bunun nəticəsində təkrar soyutmanın intensivliyi 0,20 L/kq azalmış, zəif məhsulun azalması nəticəsində yararlı metalın çıxımı 0,40% artmışdır. Eyni zamanda mövcud zavod texnologiyası ilə müqayisədə boru pəstahlarının keyfiyyəti, metalın mikrostrukturunu və mexaniki xassələri əhəmiyyətli yaxşılaşmışdır. İşlənmiş legirləmə və oksigensizləşdirmə proseslərinin sənayedə reallaşdırılması üçün temperatur, kimyəvi tərkib, saf-laşdırma, mikrolegirləmə və modifisirləmə arasında qarşılıqlı əlaqə qurulmuşdur. Bunun üçün tikə və ovun-tuyabənzər materialların çalovda legilənməsi və oksigensizləşdirilməsi məqsədilə sexdə yerləşdirilə bilən eti-barlı və yüksək məhsuldarlıqlı mexaniki və injeksion avadanlıqlar seçilmiş və onların gələcəkdə istifadəsi tövsiyə olunmuşdur.*
6. *Boru poladının keyfiyyətini dahada yüksəltmək üçün maye metalın vakuüm kamerada emalı tövsiyə olun-muşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, vakuüm kamerada seyrəkləşməyə nəzarət metodu (DH -metodu) cirələrlə vakuüm emalı üçün maye metalın oksigensizləşdirmə və qazsızlaşdırma proseslərinin vacib dinamiki xarakteristikasıdır. Vakuüm kameraya qazın sorulmasında metaldan ayrılan qaz, təzyiqin kinetik ayrısı da zirvənin yaranmasının səbəbidir. Bu halda kamerada təzyiqin artması və düşməsi vakuümə karbonla oksigensizləşdirmənin və qazsızlaşdırmanın intensiv getməsinə dəlalət edir. Təzyiq ayrısında zirvələrin hündürlüyü hər sonrakı tsikldə fasiləsiz azalır, bu, vakuümə emalda oksigenin, hidrogenin və azotun konsentrasiyasının azalmasını əks etdirir və legirləyici elementlərin maye poladda oturdulmasını tövsiyə edir.*
7. *İlk dəfə olaraq maye poladın sobadan kənar emalında arqon qazı şırnağında MgO əsasında ovuntuların*

üfürülməsi tövsiyə olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, CaO zərrəcikləri əvəzinə MgO ovuntularının maye metalın sobadan kənar emalında istifadə olunması çalovun divarının davamiyyətinin xeyli artırılmasına imkan verir. Eyni zamanda maye poladda posa fazasında zərərli aşqarların, o cümlədən S və P-un azalma effekti yüksəlir. MgO əsasında ovuntu zərrəciklərilə sobadan kənar emalda yaranan posa damcısının saflaşdırıcılıq dərəcəsi və onun maye metalla təmasının ölçüsü emal zonasından asılı olaraq posaya kükürdün adsorbsiya rejimini təyin edir. MgO əsasında ovuntu qarışıqlarından istifadə etməklə boru poladının sobadan kənar emalında mayenin saflaşdırılma dərəcəsinin əhəmiyyətli artması onda zərərli qarışıqların tam kənarlaşdırılması nəticəsində boruların keyfiyyətinin yüksəldilməsinə və zay məhsulun xeyli azalmasına gətirmişdir.

8. Mövcud zavod texnologiyasından fərqli olaraq boruların möhkəmlik və plastiklik xarakteristikalarını standartlara cavab verəcək səviyyəyədək artırmaq üçün yeni termiki möhkəmləndirmə texnologiyası işlənmişdir.

Hesabat dövründə alınmış elmi nəticələr, onların yenilik dərəcəsi. Xrom və vanadiumla qənaətlə legirlənmiş azkarbonlu yeni boru poladı təklif olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, bu poladın tərkibinə az miqdarda xromun daxil edilməsi borunun səthində üçvalentli xrom hidroksidinin amorf qatını yaradır, bu isə öz növbəsində dəmir karbonat kristallarını öz aralarında bərkidir. Bu qat poladı aqressiv mühitlərdə işləyərkən dəmiri həll olmadan qoruyur və qatın daxilinə ətraf mühitin aktiv komponentlərinin nüfuz etməsinə imkan vermir. Xromun və vanadiumun azkarbonlu poladın tərkibinə verilməsi bərk karbidlərin istirakını stabilləşdirir və onun termiki emalda möhkəmlənmə qabiliyyətini yaxşılaşdırır. Boru poladının termiki möhkəmlənmə effektivliyini artırmaq üçün şırnaqlı tablama və özbaşına tabəksiltmə termiki emal texnologiyası təklif olunmuş və proseslərin texniki parametrləri, tablama və tabəksiltmə temperaturları, soyutma rejimləri və digər texnoloji parametrlər müəyyənləşdirilmişdir.

13XΦA poladının termiki möhkəmləndirmədən sonra səthdə və özəkdə struktur əmələgətməsi tədqiq olunmuşdur. Nəticədə borunun işçi səthində troost-sorbit strukturu, daxili səthində isə sorbit və bəzi sahələrdə perlik və ferrit strukturu müşahidə edilmişdir. Səthdən daxilə doğru boruda belə özlü strukturun yaranması onun möhkəmlik və plastiklik xassələrinin yüksəlməsini təmin etmiş və standartlara müvafiq möhkəmlik sinifinin alınmasını təmin etmişdir.

Ona görə də aparılmış tədqiqatlarda alınmış elmi müddəalar materialşünaslıq və metallurjiya elmləri üçün yenidir və mərhələnin tapşırığında qoyulan bütün elmi-texnoloji tələbləri ödəyir.

Layihənin mövzusu üzrə aparılmış bu tədqiqatlar innovativ metallurji texnologiyaları özündə əks etdirir. Neft-qaz sənayesi üçün istifadə olunan tikişsiz boruların mövcud texnologiyaları blüm şəkili pəstahların tətbiqi ilə həyata keçirilir. Bu halda metalın xeyli hissəsi tullantıya gedir, digər tərəfdən blüm pəstahların boruya çevrilməsi üçün əlavə təzyiqlə emal əməliyyatı həyata keçirilir. Bu əməliyyat istehsalda əməktutumunu xeyli artırır.

Müasir zavodlarda tikişsiz boru pəstahları elektrik sobalarında əritməklə fasiləsiz tökmə texnologiyası ilə alınır. Lakin bu texnologiyanın tətbiqində xeyli problemlər vardır. Bunlar içərisində poladın əridilməsində şıxta materialının seçilməsində selektiv yanaşmanın tətbiq olunmaması, fasiləsiz tökmə pəstahlarında kristallaşma zamanı termoplastiklik mexanizminin dəqiq idarə olunmaması, maye poladın sobadan kənar emalında nəzəri cəhətdən əsaslandırılmamış yanaşma, azkarbonlu azlegirli polad markalarının işlənməsində mikrolegirləmənin əsaslandırılmaması, maye poladın oksigensizləşdirmə və legirləmə proseslərinin yeni konstruksiyalı furnalarla aparılmamasını misal göstərmək olar. Digər tərəfdən, poladın sobadan kənar emalında ovuntu zərrəciklərinin istifadə imkanlarının dəqiqləşdirilməsi, by məqsədlə CaO əvəzinə MgO-nin geniş istifadəsi öyrənilmişdir.

Metallurji və təzyiqlə emaldan sonra boruların effektiv termiki möhkəmləndirmə texnologiyasının olmaması, belə boruların Avrostandartın tələblərinə cavab verməməsinə gətirir. Layihə çərçivəsində aparılmış kompleks tədqiqatlar göstərilən qüsurların aradan qaldırılmasına imkan verir, "Baku Steel Company" MMC şəraitində istehsal olunan tikişsiz boruların Avrostandartın tələblərinə uyğun alınmasını təmin edir. Eyni zamanda məhsulun keyfiyyətinin yüksəlməsi, zay məhsulun kəskin azalması, texnoloji proseslərin parametrlərinin opti-

	<p><i>mallaşdırılması əmək məhsuldarlığını əhəmiyyətli yüksəltməyə və istehsalatın rentabelliğini artırmağa imkan verir.</i></p>
<p>2</p>	<p>Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli; tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sisteminə tədqiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)</p>
	<p><i>Layihə əsasında aparılmış tədqiqatlar həm istehsalatda və həm də tədrisdə geniş tətbiq tapır. Metallurji tullantılardan istifadə etməklə poladərilmə texnologiyası və fasiləsiz tökmə üsulu ilə tikişsiz boru pəstahlarının istehsalı öz unikalıqları ilə mövcud texnologiyalardan fərqlənirlər. Beləki, elektrik sobasında poladərilmədə şixtə materialının seçilməsində seleksiya texnologiyasının tətbiqi, skrap-proses prosesində metallaşdırılmış kün-dələrdən maksimum istifadə, maye poladın sobadan kənar emalında ovuntu zərrəcikləri üfürməklə onların səthi aktivliyindən istifadə etməklə oksigenizləşdirmə və legirləmə proseslərinin intensivliyinin artırılması, mikro-legirləmə texnologiyasının müddəaları əsasında yeni 13XΦA markalı azkarbonlu azlegirli boru poladının işlənməsi, sobadan kənar emalda vakuum texnologiyasının tətbiqi və nəhayət, bu yanaşmaların tətbiqlə alınmış yüksək keyfiyyətli tikişsiz boru pəstahlarının struktur və xassələrini Avrostandartların tələblərinə çatdırmaq üçün innovativ termiki möhkəmləndirmə texnologiyası layihə çərçivəsində yaradıcı kollektiv tərəfindən işlənmiş innovativ metallurji texnologiyalar hesab oluna bilər.</i></p> <p><i>Məhz bu innovativ texnologiyalar “Baku Steel Company” MMC-də əməli istifadə olunur və ona görə də uyğun təkliflər verilmişdir.</i></p> <p><i>Eyni zamanda layihənin yerinə yetirilmə ərzində yaradıcı kollektiv tərəfindən Ukrayna Milli Metallurjiya Akademiyasının (UMMA) alimləri ilə birlikdə 7 monoqrafiya çap olunmuş, onlardan 6-sı rus, biri isə ingilis dilindədir. Eyni zamanda 7 məqalə mötəbər platformalarda olan jurnallarda nəşr olunmuşdur, bunlardan 7 məruzə edilmiş və məruzə materiallarında çap olunmuşdur. Bu materialların hamısında Azərbaycan Elm Fonduna istinadlar vardır. Tədqiqatlar əsasında iki patent (biri Avropa, digəri isə Ukrayna) alınmışdır. 7 məqalə və 2 patent materialı çap olunmaq üçün hazırlanmışdır.</i></p> <p><i>Bunlarla yanaşı, Beynəlxalq tədris və istehsalat tədbirlərində yaradıcı kollektiv aktiv iştirak etmişdir. Buna misal olaraq UMMA-nın alimlərilə onlayn, Rosneftin mütəxəssisləri ilə oflayn müzakirələri və Azərbaycan Texniki Universitetində keçirilən çox saylı elmi-praktiki müzakirələri göstərmək olar.</i></p> <p><i>Azərbaycan Texniki Universiteti bu tədqiqatların tədrisdə əhəmiyyətini nəzərə alaraq onların yeniliyini tətbiq aktı ilə təstiqlənmişdir. (Tətbiq aktı hesabatla əlavə olunur).</i></p> <p><i>Aparılmış tədqiqatların nəticələri əsasında Azərbaycan Texniki Universiteti və Daşkənd Texniki Universiteti arasında “Processing of metallurgical waste and development of technology for the manufacture of products for various purposes” mövzusunda Beynəlxalq müqavilə hazırlanmış və təsdiq üçün Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasına və Özbəkistan Elm və İnnovasiyalar Nazirliyinə təqdim olunmuşdur.</i></p> <p><i>Layihənin elmi nəticələri əsasında hazırlanmış ümumi həcmi 4000 səhifədən çox olan 7 monoqrafiyanın Azərbaycan dilinə tərcüməsinin vacibliyini nəzərə alaraq yaradıcı kollektiv Azərbaycan Elm Fonduna Qrant layihəsi müsabiqəsində iştirak etmək və “Baku Steel Company” MMC-yə təsərrüfat müqaviləsi bağlamaq üçün müraciət etməyi planlaşdırır.</i></p>

1. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

<p>1</p>	<p>Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında;</p>
----------	--

ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

Alınmış elmi nəticələr elektropolad metallurjiyası və keyfiyyətli pəstah və son məhsul istehsalı üçün innovativ işləmələr sayıla bilər. Metallurji tullantıların elektrik sobasında əridilməsində baş verən proseslərin termodinamiki qiymətləndirilməsi fundamental tədqiqatlar sırasına aid edilə bilər. Eyni zamanda poladəritmədə fiziki təsir metodlarının, o cümlədən maye poladın maqnit qarışdırılması, titrəyişlə emalının, xüsusi oksigen-sizləşdirici-legirləyici furmanın tətbiqi axtarış -innovasiya yönümlü elmi-tədqiqat işləri sayılır. Bu tədqiqatların gələcəkdə magistrılar və xüsusəndə doktorantlar tərəfindən daha da dərinləşdirilməsinə ehtiyac vardır.

Layihə çərçivəsində sobadan kənar emal sahəsində aparılmış tədqiqatlar tamamilə yenidir, bu tədqiqatlarda maye metalın aktiv ovuntu zərrəciklərilə emalı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu məqsədlə yaradıcı kollektiv ilk dəfə olaraq maye metalın üfürülməsində CaO əvəzinə MgO-nin tətbiqini elmi cəhətdən əsaslandırılmış və metalın oksigensizləşdirmə prosesinin effektivliyinin artırılmasına, tökmə çalovunun divarının dözümlülüyünün yüksəldilməsinə nail olmuşdur. Bu tədqiqat obyektinə gələcək dövlət proqramlarına salına bilər və daha dərin tədqiqatların aparılmasına imkan verir.

Fasiləsiz tökmə texnologiyası ilə alınan tikişsiz boru pəstahlarının təzyiqlə emaldan sonra işlənmiş termiki möhkəmləndirmə texnologiyası materialşünaslıq sahəsində yeni tədqiqatların alqoritminin yaradılmasına və bu sahədə tədqiqatçıların paket proqramlarının işləməsinə imkanlar yaradır.

Tikişsiz boruların təzyiqlə emalına aid ixtira üçün Ukrayna alimləri ilə birlikdə iki patent materialı hazırlanmış və patent almaq üçün təqdim olunacaqdır. Bunlar aşağıdakı mövzuları əks etdirir: 1. Boruların istehsal üsulu; 2. Boruların soyuq yayma üsulu. Bu patent materialları tətbiqi əhəmiyyət kəsb edir və birbaşa istehsalatda tətbiq tapa bilər.

Beləliklə, son olaraq qeyd edirik ki, layihə çərçivəsində aparılmış tədqiqatlar fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönümlüdür. Metallurjiya sahəsində gələcək elmi-tədqiqat, layihə, sahə tədqiqat proqramlarında və beynəlxalq layihələrdə müvəffəqiyyətlə istifadə oluna bilər.

SİFARİŞÇİ:
Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri
Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ ” _____ 20__-ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri
Məmmədov Arif Tapdıq oğlu

(imza)

“ ” _____ 20__-ci il

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.



AZƏRBAYCAN ELM FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Elm Fondunun "Elm-Təhsil-Sənaye"
məqsədli qrant müsabiqəsinin
(EIF/MQM/ETS-2020-1(35)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT (Qaydalar üzrə Əlavə 17)

Layihənin adı: **İnnovativ metallurji texnologiyalar əsasında neft-qaz təyinatlı xüsusi xassəli fasiləsiz tökmə boruları istehsalının mənimsənilməsi**

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

Qrantın məbləği: **150 000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-MQM-ETS-2020-1(35)-08/02/1-M-02**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **10 fevral 2021 – ci il**

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

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2021-ci il – 01 mart 2023-cü il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

№	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa	Çapa
			qəbul olunmuş və ya çapda olan	göndərilmiş
1.	Monoqrafiyalar	7 (6-sı rus dilində)	-	-
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş	1 (ingilis dilində)		
2.	Məqalələr	8		2

	həmçinin xarici nəşrlərdə	2		2
3.	Konfrans materiallarında məqalələr	8	1	
	O cümlədən, beynəlxalq konfrans materiallarında	8		
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda	-		
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)	-		

2. İxtira və patentlər (sayı)

No	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə	2	-	2
2.	İxtira	-	-	-
3.	Səmərələşdirici təklif	-	-	-

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

No	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plənər, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.	Dəyirmi masa	Beynəlxalq (Ukrayna Milli Metallurjiya Akademiyası)	şifahi	5
2.		Rosneft ölkə daxili	şifahi	1
3.		"Baku Steel Company" MMC	divar	3

SİFARİŞÇİ:
Azərbaycan Elm Fondu

Şöbə müdiri
Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri
Məmmədov Arif Tapdıq oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 20_ -ci il

