

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
AZƏRBAYCAN DÖVLƏT İQTİSAD UNİVERSİTETİ
MAGİSTR MƏRKƏZİ

Əlyazması hüququnda

Ruslan Maarif oğlu Ramazanov

**Bakı polad şirkətində ətraf mühitə atılan zərərli tullantıların azaldılması
tədbirlərinin ekoloji qiymətləndirilməsi**

mövzusunda

M A G İ S T R D İ S S E R T A S İ Y A S I

İstiqamətin şifri və adı: 06.04.04 – İqtisadiyyat

İxtisasın adı: – Ətraf mühitin iqtisadiyyatı

Elmi rəhbər:

tex.e.n., dos. İbrahimov Y.N.

Magistr proqramının rəhbəri:

tex.e.n., dos. İbrahimov Y.N.

Kafedra müdiri:

c.e.n., dos. Mehdiyeva V.Z.

B A K I – 2 0 1 7

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	3
FƏSİL 1. BAKI POLAD ŞİRKƏTİNDƏ TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI	7
1.1. Bakı Polad Şirkətinin tarixi və əsas istehsal sahələri.....	7
1.2. Bakı Polad Şirkətində mövcud texnoloji proseslərin təhlili.....	14
1.3. Poladəritmə texnoloji proseslərinin xüsusiyyətləri.....	21
FƏSİL 2. BAKI POLAD ŞİRKƏTİNDƏ ƏTRAF MÜHİTƏ ATILAN ZƏRƏRLİ TULLANTILARIN TƏRKİB VƏ XASSƏLƏRİ.....	32
2.1. Polad istehsalında ətraf mühitə atılan əsas zərərli tullantılar.....	32
2.2. Polad istehsalında zərərli tullantıların hesablanması.....	32
2.3. Polad istehsalında zərərli maddələrin insan orqanizminə təsiri.....	43
2.4. Bakı Polad Şirkətində yaranan posaların tərkibi və xassələri.....	49
FƏSİL 3. ZƏRƏRLİ TULLANTILARIN AZALDILMASI TƏDBİRLƏRİNİN EKOLOJİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ.....	58
3.1. Bakı Polad Şirkətində metallaşdırılmış diyircəklərin istifadəsi	58
3.2. Polad pəstahlar istehsalında mütərəqqi texnologiyalar	64
3.3. Bakı Polad Şirkətində ətraf mühitin mühafizəsi tədbirləri.....	71
NƏTİCƏLƏR.....	81
İSİTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYATIN SİYAHISI.....	83

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Azərbaycanca metallurgiya (qara və əlvan) sənayesinin modern dövrü ümummilli lider H.Əliyevin adı ilə bağlıdır. Hal-hazırda onun strateji xəttini davam etdirən prezident İ.Əliyev ölkədə qeyri-neft sektorunun, xüsusilə – metallurgiya və maşınqayırmanın inkişafına böyük diqqət göstərir.

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

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

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

Sevindirici haldır ki, 10 il bundan öncə tikinti materialları bazarı ixracat məhsulları hesabına formalaşırdısa, bu gün nəyinki lokal bazar mövcuddur, hətta bu sahədə idxal olunan məhsullar var. Bütün bu məhsullar, dünya standartlarına cavab verən Azərbaycan istehsalıdır.

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

Ölkədə sənaye imkanlarının çoxluğu, resursların zənginliyi, sənaye sahələrinin günü-gündən dinamik inkişafı, respublikanın metallurgiya sahəsi üzrə Avropa, Asiya ölkələri arasında lider olacağına bir işarədir. Məhz bu səbəbdən Azərbaycanda

yaradılacaq Metallurgiya Kompleksinin makroiqtisadiyyatın inkişafına və eyni zamanda yeni-yeni iş yerlərinin açılmasına dəlalət edəcək.

“Baku Steel Company” MMC-nin (BSC) məhsul və xidmətləri daxili tələbatla cavab verməklə yanaşı, yüksək dəyərləndirilərək xarici bazara da çıxarılır. BSC məhsullarına aiddir: inşaat armaturları və polad pəstahlar Xəzərətrafı regionda yerləşən qonşu ölkə İran polad pəstahları “Baku Steel Company” MMC-dən alır, yəni ixrac edilir.

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

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

Beləliklə, təqdim olunan magistrlik dissertasiyasının əsas **məqsədi** Bakı Polad Şirkətində ətraf mühitə atılan zərərli, əsasən də texnogen tullantıların azaldılması tədbirlərinin müəyyən edilməsi və bu sahədə təklif və tövsiyələrin, bu sahədə istiqamətlərin verilməsidir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün tədqiqatın aşağıdakı **vəzifələri** verilmişdir:

- Bakı Polad Şirkətində əsas texnologiyanın xüsusiyyətlərinin müəyyən edilməsi;
- poladəritmə texnoloji proseslərində texnogen xarakterli tullantıların yaranma mənbələrinin təhlili;
- texnogen tullantıların insan və ətraf mühitə təsirinin araşdırılması;

- texnogen tullantıların ətraf mühitdə yayılması prosesinin riyazi modellərinin işlənməsi;
- texnogen tullantıların azaldılmasının səmərəli yollarının seçilməsi;
- ekoloji təmiz texnologiyaların geniş istifadəsinə dair təklif və tövsiyələrin işlənməsi.

Tədqiqatların nəzəri və metodoloji əsasını Azərbaycan və xarici ölkə alimlərinin poladəritmə texnoloji proseslərində texnogen tullantılar və onların zərərsizləşdirilməsi üsullarına həsr olunmuş əsərləri və bu sahədə elmi tədqiqatların nəticələri təşkil edir.

Tədqiqat predmeti və obyektı poladəritmə texnoloji proseslərində yaranan texnogen tullantılar və onların zərərsizləşdirilməsi üsulları, ətraf mühitə zərərli təsirlər və belə təsirin azaldılmasının üsul və vasitələridir.

Tədqiqatların informasiya bazasını Azərbaycan Respublikası Prezidentinin ekologiya sahəsinə dair Fərman və sərəncamları, Dövlət Statistika Komitəsinin materialları, müxtəlif saytlarda olan məlumatlar, dövrü elmi-texniki jurnallarda dərc olunmuş məqalələr və digər mənbələr təşkil edir.

Nəticələrin dürüstlüyü ümumi elmi-tədqiqat metodlarının korrektli istifadəsi, nəticələrin ciddi əsaslandırılması, habelə digər müəlliflərin nəticələri ilə uzlaşması ilə müəyyən edilir. Problemin qoyuluşu, məqsəd və vəzifələrin müəyyən edilməsi və onların həlli yollarına yanaşmalar, alınmış nəticə və təkliflərin məzmunu müəllifin müstəqil tədqiqatları, müşahidələri və mülahizələrinin məhsuludur.

Tədqiqat metodları kimi ümumi elmi tədqiqat metodları istifadə olunmuşdur: analiz və sintez, induksiya və deduksiya, sistemli yanaşma və məntiqilik, müşahidə, qruplaşdırma, ümumiləşdirmə, müqayisəli təhlil və s. Analitik və riyazi modelləşdirmə metodları geniş istifadə edilmişdir.

Təqdim olunan tədqiqatların **elmi yeniliyi** konseptual planda poladəritmə istehsalında texnoloji proseslərdə ətraf mühitə atılan texnogen tullantıları və onların zərərsizləşdirilməsi üsullarının tədqiqi əsasında atmosfərə və ətraf mühitə ziyanlı

təsirin azaldılmasının əsas yollarının müəyyən edilməsi və bu sahədə əməli təklif və tövsiyələrin işlənməsidir.

Elmi yeniliyi müəyyən edən **əsas nəticələr** sırasına aşağıdakılar aiddir:

Poladəritmə texnoloji proseslərində zərərli maddələrin yaranma mənbələri müəyyən edilmişdir. Texnogen tullantıların insan və ətraf mühitə təsiri və təhlükəsizlik normaları araşdırılmışdır. İstehsal tullantılarının zərərsizləşdirilməsi üsulları tədqiq edilmişdir.

Polad istehsalı tullantılarının ətraf mühitdə yayılmasının riyazi modelləri işlənməmişdir. Texnogen tullantıların azaldılmasının səmərəli üsulları seçilmiş və ekoloji təmiz texnologiyaların tətbiqinə dair elmi cəhətdən əsaslandırılmış müvafiq təklif və tövsiyələr işlənməmişdir.

Aparılmış tədqiqatın **təcrübi əhəmiyyəti** ondan ibarətdir ki, müəllifin əldə etdiyi nəticələr, tövsiyə və təkliflər Azərbaycanda poladəritmə texnoloji proseslərində zərərli tullantıların azaldılması və ekoloji durumun qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər.

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi referat, giriş, üç fəsil, nəticələr, istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işinin mətni 83 səhifədə şərh olunmuş və işdə 24 cədvəl, 18 şəkil, 30 ədəbiyyat mənbəyi vardır.

FƏSİL 1. BAKI POLAD ŞİRKƏTİNDƏ TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

1.1. Bakı Polad Şirkətinin tarixi və əsas istehsal sahələri

Azərbaycan Respublikası tökmə istehsalı sənaye sahəsi üzrə geniş potensiala və resurslara malik ölkədir. Maşınqayırma və metallurgiyanın pəstah bazası olan tökmə istehsalatı ölkə iqtisadiyyatında mühüm yer tutur. Bu səbəbdən hazırda qeyri-neft sektorunun inkişafına ölkəmizdə böyük diqqət yetirilir (4) .

Ölkədə qeyri-neft sektoru kimi metallurgiya, maşınqayırma, o cümlədən digər sənaye sahələri dinamik inkişafdadır. Lakin, geniş miqyaslı inkişafda ətraf mühitin qorunması, yarana biləcək tullantıların proqnozlaşdırılması, onların idarə edilməsi, bir sözlə davamlı inkişafın tətbiqi mütləqdir.

Məlumdur ki, Bakı Polad Şirkəti 2001-ci ilin may ayında istismara buraxılmışdır. Şirkətin təntənəli açılışı ümummilli lider Heydər Əliyevin iştirakı ilə 23 iyun 2001-ci il tarixində olmuşdur (4).

Baku Steel Company layihəsinin idarə edilməsi, tullantılarının idarə edilməsi (waste management), ekoloji təmiz texnologiyaların, avadanlıqların, texnikaların alınması, şirkətdə onların təlim keçmiş şəxslər tərəfindən istismarı əsasən Avropa (Almaniya, İtaliya, Fransa) və MDB (Moldova) ölkələrinin şirkətlərinin Metallurgiya Zavodunun zəngin təcrübələrinə uyğun həyata keçirilmişdir.

Müəssisənin sənaye-sosial konstruksiyası 10-dən çox yerli şirkətin və 300-dən çox mühəndis-texniki işçinin səyləri nəticəsində yekunlaşmışdır. Baku Steel Company xarici investorların marağını cəlb etdiyi, metallurgiya sahəsi üzrə ilk özəl ağır sənaye şirkətidir. Müəssisənin bir il ərzində istehsal etmə gücü 500 min tondur ki, bu gün potensial gücün yarısı (250 min ton) qədər polad məhsulu istehsal edir. Baku Steel Company -da 1000 nəfərdən çox işçi çalışır (4).

Bakı Polad Şirkətinin tarixi. Bakı polad istehsalı şirkəti 2001-ci ilin may ayında istismara buraxılmış və eyni ilin iyun ayında müəssisənin açılışı olmuşdur.

Haqqında danışılan müəssisəsin bütün texnologiyaları (polad əritmə texnologiyası, polad tökmə prosesinin texnologiyası) bu sahə üzrə təyin olunan müəyyən standartlara malikdir və istehsal olunan karbonlu və aşqar tərkibli polad pəstah, artmatur keyfiyyət tələblərinə tam cavab verdiyindən, həm idxal olunur həm də daxili bazarda satışa çıxarılır.

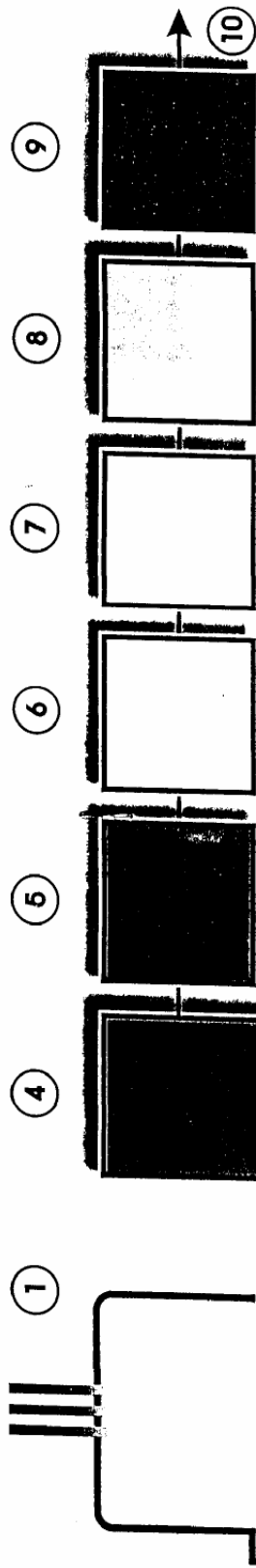
Hazırkı dövrdə Bakı polad istehsalı şirkəti müasir polad əritmə və fasiləsiz polad tökmə texnologiyasına malik olub, standartlara uyğun karbonlu və aşqar element tərkibli poladdan pəstah və armatur yayması istehsal edən müəssisədir. Burada istehsal olunan məhsullar xaricə və daxildə metal məhsulları istehsal edən müəssisələrə satılır. İstehsal olunan armatur MDB ölkələrinin qəbul etdiyi DÜİST 884-94, 5781-92 standartlarına uyğundur (4).

Ölkədə və Xəzərətrafi regionlarda bütün keyfiyyət standartlarına cavab verən polad məhsulları istehsal etmək, bazarda tələb və təklifin formalaşmasında mühüm rol oynamaq, şirkətin məqsədidir. İstehlakçıların rahatlığı baxımından, satış ünvanı müəssisənin qarşısında tikilmişdir və orada alıcılara yüksək xidmət göstərilir.

Bakı Polad Şirkətinin istehsal prosesi aşağıda verilmişdir (şəkil 1.1):

1. EQPS – elektrik qövslü polad əritmə sahəsi.
2. Fasiləsiz tökmə sahəsi.
3. Fasiləsiz tökülmüş pəstahların emalı sahəsi.
4. TQS – təkrar qızdırma sobaları sahəsi.
5. Sıxıcı dızgahlar (TRİO) sahəsi.
6. Dəzgahlı ilkin yayma sahəsi.
7. Dəzgahlı aralıqyayma sahəsi.
8. Dəzgahlı son yayma sahəsi.
9. “STELMOR” termiki möhkəmləndirmə sahəsi.
10. Hamar və periodik profilli armatur yayma sahəsi.
11. Şixtə sahəsi.

**PRODUCTION FLOW CHART FOR STEEL BILLETS
AND FINISHED PRODUCTS**



1 EQPS - Elektrik Qövlü Poladərilmə Sobası
EAF - Electric Arc Furnace

2 Fasiləsiz tökmə maşını
Continuous Caster

3 Fasiləsiz tökülmüş pəstahlar
Continuously casted billets

4 TQS Təkrar Qızdırma Sobası
RF Reheating Furnace

5 Sıxıcı dəzgəh TRİO
Reduction Mill

6 Dəzgəhli ilkin yayma qrupu (Üfqu)
Stand roughing train (Horizontal)

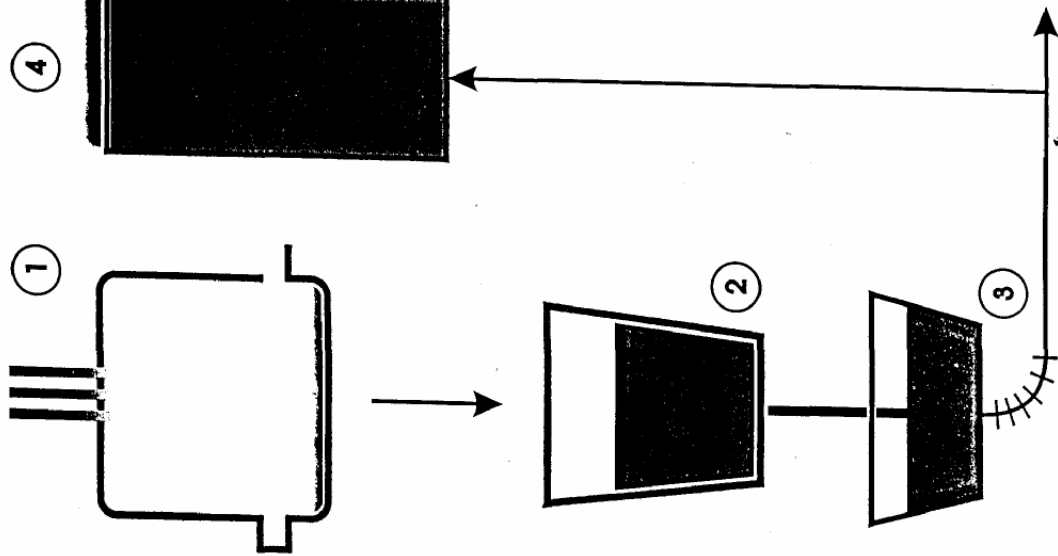
7 Dəzgəhli aralıq yayma qrupu (Üfqu)
Stand run down mill train (Horizontal)

8 Dəzgəhli son yayma qrupu (Üfqu)
Stand finishing mill train (Horizontal)

9 "STELMOR" termik möhkəmləndirmə xətti
"STELMOR" thermostrengthening line

10 Hamar və periodik profilli armatur çubuqlar
Rolled Products plain round bars and reinforcing bars

**FASILƏSİZ TÖKÜLMÜŞ PƏSTAHLARIN
VƏ YAYMA MƏHSUL İSTEHSALININ TEXNOLOJİ SXEMİ**



Şəkil 1.1. Bakı Polad Şirkətində istehsalın texnoloji sxemi

Polad əritmə texnologiyasının üsulu olan elektrik polad əritmə əsasən, çox keyfiyyətli polad istehsalı üçündür. Müəssisədə tullantıların idarə edilməsinə diqqət edilir. Belə ki, texnologiyalarda istifadə olunan şixtə materialların əsasını istehsal prosesinin sonunda əmələ gələn tullantılar (polad), təkrar emal çuqunu və s. təşkil edir. Texnoloji proseslərdə yaranan polad tərkibli tullantılar sobada istifadə olunur (4).

Xammal rolu oynayan şixtə materiallar ölçüyə görə təsnif olunur:

- ✓ İri (ölçüləri 600×350×250mm olan polad tullantılar, tökmələr və s.)
- ✓ Orta ölçülü (tökmələr, kiçik ölçülü qırıntılar, kəsik tullantılar və s.)
- ✓ Kiçik ölçülü

Qeyd: Orta ölçülü polad tullantılarının çəkisi adətən 40 kq az olur

Məlumdur ki, müəssisədə karbonlu və aşqar tərkibli polad istehsalı həyata keçirilir və hər birində sobaya müəyyən tərkibli şixtə yüklənir. Karbonlu polad istehsalı zamanı çox hissəsini polad qırıntıları, az miqdarını bərk aqreqat halında olan təkrar emal çuqunu şixtə materialları bazası rolunda iştirak edir. Burada xammalların miqdarını fəzilə göstərsək, polad qırıntıları üçün bu göstərici 90%, digəri üçün 10% olar (2).

Bakı Polad Şirkətində texnoloji proseslərdə kimyəvi birləşmə olan CaO-dan kalsium mənbəyi kimi istifadə olunur. Yuxarıda qeyd olunan şixtə materialları, əritmə sahəsinə göndərilməmişdən öncə sobaya verilməlidir. Lakin sobaya verilməmiş, xüsusi kran (maqnitli, şaybalı) vasitəsi ilə badyalara yüklənir.

Əritmə sahəsi. Poladın ərinmə prosesi onu əridən sobada aparılır, hansı ki, onun tutumu 50 t-dan çoxdur və müasir standartlara cavab verir. Sobaya şixtə materialları yükləndikdən sonra, elektrikə qoşulur, elektrodları azaldılır, nəticədə elektrik qövsü yaradılır (elektrodlar şixtə materialları arasında) (2).

Yuxarıda qeyd olunan, yaradılmış elektrik qövsünün istiliyi hesabına şixtənin temperaturu artır və ərimə prosesi başlayır. Ərinmiş kütlə sobanın dibinə yığılır. Ərimə prosesinin gecikdirmək istədikdə oraya oksigen ötürülür, hansı ki, bu zaman sobadakı

elementlərin oksidləşməsi prosesi baş verir və onlardan alınan istilik bu prosesi sürətləndirir. Ərimə prosesində bir çox fiziki, kimyəvi proseslər gedir (3).

Şıxtə tamamilə əriyib qurtardıqdan sonra divara yapışmış metalın tərkibindəki elementlərin miqdarının spektral analiz vasitəsilə öyrənilməsi həyata keçirilir. Bu proseduradan sonra həmin kütlə sobadan çıxarılıb tıxaclı çalova boşaldılır. Həmin bu çalovda kütləni azotla qarışdırıb, nümunə götürmək lazımdır. Buradan yekun imlər üçün istifadə olunan qurğuya aparılır, spektral analizin nəticələrinə əsasən müəyyən tədbirlər görülərək, lazımı istilikdə tökmə maşınına yönəldilir (5).

Spektral analiz və mexaniki laboratoriyalar. Polad əritmə müəssisələrində müəyyən laboratoriyalar mövcuddur ki, orada keyfiyyətə nəzarət baxımından, yuxarıda qeyd olunduğu kimi, spektral analizlər aparılır. Poladın tərkibi xüsusi olaraq əsasən 11 element üzrə yüksək dəqiqliklə analiz edilir və əgər müəyyən təmizlənmə ehtiyac duyularsa, tökməyə verilməzdən əvvəl ferritlər və s. maddələr əlavə edilərək kalibrləşdirilir (7).

Sobadan poladın boşaldılması. Kütlənin töküldüyü çalov daxildən odadavamlı kərpiclə hörülüb, xaricdən isə polad təbəqə ilə örülməlidir. Bəzən çalovun daha da möhkəm struktura malik olması üçün, polad təbəqənin üzərini metal formada olan kəmərlər və sərtlik üzlükləri vurulur (2).

Tökmə sahəsi. Metla kütlə tökmə maşınına arasız olaraq verilməlidir, çünki, yalnız bu zaman metallar pəstah şəklində olacaq. Tökmə maşınına əlavə olunan kütlə, lazımi temperatura qədər soyuduqdan sonra, xüsusi kəsici ilə kəsilir.

Təkrar qızdırma sobası. Adından göründüyü kimi, bu mərhələdə, pəstahların qızdırılması prosesi xüsusi qızdırıcı qurğular hesabına baş verir. Sual yarana bilər ki, bu texnikada istilik necə yaranır? Belə ki, bu qurğuya istiliyi, pəstahların istilik keçirmə qabiliyyəti və s. verir. Qızdırılan pəstahlar, odadavamlı borular ilə hərəkət etdirilir.

Birinci zonada yanma məhsullarının temperaturu yüksək, ikinci zonada nisbətən aşağı, üçüncü zonada isə daha aşağı olur. Beləliklə sobanın temperaturu ən aşağı olan zonadan daxil edilən pəstah tədricən və hər tərəfdən bərabər sürətlə qırmağa başlayır.

Yayma sahəsi. Təzyiqlə emalın mahiyyəti qızmış maye metalınb plastik deformasiyaya uğradılmasıdır. Bu üsulun əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, qızmış metalın lazimi formaya salınması və müvafiq struktura salınması eyni zamanda baş verir. Yayma zamanı pəstah fırlanan vallar arasından keçərək, tələb olunan forma və ölçüyə qədər deformasiya olunur.

Yayma zamanı yayılan məmulatın qalınlığı azalır, eni uzanır və nəticədə tələb olunan forma və ölçülər profilə uyğun şəkildə təmin edilir. Yaymanın uzununa aparılması metalın struktunda liflərin düzgün istiqamətlənməsinə gətirib çıxarır. Diametri 8-32 mm, uzunluğu 6000-12000 mm ölçüdə armaturlar istehsal olunur və hazır məmulat anbara yığılır (4).

Pəstahların lazimi xassə və struktura malik olması üçün onları A_{C3} (910 dərəcə + 30-50 dərəcədə) temperaturunda qızdıraraq, müvafiq keyfiyyət əldə olunur. Yayma əməliyyatı aparan maşınlara yayma dəzgahları deyilir. Yayma prosesi bizə imkan verir ki, valların formasından asılı olaraq, tələb olunan formanı əldə edək.

Vallar çəllək, boyuncuq və tref hissələrindən ibarətdir. Əsas işlək hissə sağanaqdır, onu odadavamlı yüksək legitli poladlardan düzəldirlər. Sağanaq adətən boru pəstahlarının yayılmasında daha geniş istifadə olunur. Valların boyunları çatlardakı yarıqda yerləşdirilmiş yastıqlara istinad edir. İşlək qəfəsdə vallar yerləşir. Baş xəttin avadanlığına işlək qəfəs dəyişən cərəyan mühərriki aiddir (3).

İşlək qəfəs iki böyük kütləli şaquli dayaqda ibarətdir. Bu dayaqqlar tavalər üzərində yerləşdirilmişdir. Tavalər anker boltları ilə dəzgahın bünövrəsinə bərkidilmişdir. Vallar arasındakı məsafə eləcə də valların oxlarının paralelliyi qəfəsdə yerləşdirilmiş oynaq birləşmə vasitəsilə tənzimlənir.

Mexniki təmir sahəsi. Köməkçi sahələrdən biri də mexaniki təmir sahəsidir. Bu sahədə zavod üçün lazım olan mexaniki hissələr hazırlanır. Bu sahədə adətən elektrik qövs sobası üçün, yayma sahəsi üçün və digər sahələr üçün hissələr hazırlanır və təmir edilir.

Burada sobanın baxıcı pəncərəsinin düzəldilməsi, elektrod tutucuların sıradan çıxmış silindrlərin bərpası, bəzi bolt və qaykalarının və digər hissələrinin hazırlanması əməliyyatları yerinə yetirilir. Mexaniki təmir sahəsində həmçinin yayma sahəsində səthi yeyilmiş valların yenidən bərpası əməliyyatları da yerinə yetirilir (7).

Beləliklə, Şirkət müasir poladəritmə və fasiləsiz poladtökmə texnologiyasına malikdir və standartlara uyğun karbonlu və legirli poladdan armatur yaymaları və pəstahlar istehsal edir. İstehsal edilən məhsullar xaricə və ölkə daxilində metal emal edən müəssisələrə satılır. Armatur yaymaları DÜST 10884-94 və DÜST 5781-92 standartlarına uyğun istehsal olunur.

Poladın əridilməsi Almaniya istehsalı olan müasir elektrik poladəritmə sobalarında aparılır. Əridilmiş polad çalov qurğusu vasitəsilə qısa müddət ərzində kimyəvi tərkibi dəqiqləşdirən fasiləsiz poladtökmə maşınına verilir.

Armatur yaymaları müxtəlif profilli olur: kvadrat, düzbucaqlı, prizmatik, dairəvi, iki tavrılı və digər. Bunlar Rusiya istehsalı olan üç gedişli radial poladtökmə maşınlarında istehsal olunur. Bunlara fasiləsiz tökmə maşınları deyilir. Kvadrat pəstahlar 120×120 və 150×150 mm, uzunluğu isə 6.000-12.000 mm ölçüdə buraxılır.

Metalın keyfiyyətinə nəzarət spektral və kimyəvi təhlil laboratoriyalarında aparılır. Poladın tərkibi karbonal, manqan, silisium, fosfor və kükürdə görə yüksək dəqiqliklə təyin olunur və tökmə maşınına verilməzdən əvvəl ferroərinti və digər elementlər əlavə edilərək tənzimlənir. Hər bir pəstahdan hazırlanan armatur yaymalarının fiziki və mexaniki göstəriciləri təyin olunur və satış zamanı verilən keyfiyyət sertifikatında əksini tapır.

Bakı polad şirkətində məhsul istehsalı və satışı İsveçrə Beynəlxalq Nəzarət Şirkətinin kəmiyyət və keyfiyyət üzrə zəmanəti ilə həyata keçirilir. Dünyanın 114 ölkəsində fəaliyyət göstərən bu şirkət zəmanət vermək üçün sınaqlar aparır və zavodun verdiyi keyfiyyət sertifikatını təsdiqləyir.

Azərbaycan Maşınqayırma Texnologiyası İnstitutu şirkətin istehsal avadanlığının vəziyyətini öyrənmiş, istehsal olunan məhsulların keyfiyyətini Rusiya (Moskva Dəmir-beton Konstruksiyaları İnstitutu) və Belarusda (Minsk Politeknik Akademiyası) fəaliyyət göstərən institutların laboratoriyalarında nəzarət qaydasında yoxlamış və müsbət nəticələr əldə edilmişdir (30).

Bakı Polad Şirkətinin məhsulları şirkətinin məhsulları beynəlxalq miqyaslı sərgilərdə nümayiş olunmuşdur: Moskva, Astana, Təbriz və Bakı şəhərlərində keçirilən sərgilərdə şirkətin istehsal etdiyi məhsullar böyük diqqətə səbəb olmuş və keyfiyyət diplomları qazanmışdır.

1.2. Bakı Polad Şirkətində mövcud texnoloji proseslərin təhlili

Bu gün Azərbaycanın qeyri-neft sektorunda öz istehsal gücü və potensialına görə lider müəssisə - Bakı Polad Şirkəti 2001-ci ilin may ayında istismara buraxılmışdır. Şirkətin təntənəli açılışı ümummilli Lider Heydər Əliyevin iştirakı ilə 23 iyun 2001-ci il tarixində olmuşdur. İndi həmin gün Azərbaycan metallurqlarının peşə bayramı günüdür (4).

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

Müəssisə Azərbaycanda ağır sənaye sahəsində xarici investisiya cəlb edilməklə yaradılan ilk özəl metallurgiya müəssisəsidir. Bakı Polad Şirkətinin layihə üzrə istehsal

gücü ildə 500 min ton polad pəstahlarıdır. Hazırda müəssisə təxminən 350 min ton məhsul istehsal edir (4).

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

Bakı Polad Şirkətində armatur istehsalı üçün yayma polad pəstahlar 120x120 və ya 150x150 mm ölçüdə tökülür. Pəstahların hazırlanması mütərəqqi xüsusi tökmə üsulu –fasiləsiz tökmə üsulu ilə həyata keçirilir (7).

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

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

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

Poladın əridilməsi Almaniya istehsalı olan müasir elektrik qövs sobasında aparılır. Əridilmiş polad soba-çalov qurğusunda qısa müddət ərzində emal edildikdən və kimyəvi tərkibi dəqiqləşdirildikdən sonra fasiləsiz poladtökmə maşınına verilir (7).

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

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

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

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

Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma, Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Komitəsi istehsal olunan polad armatürlərə milli uyğunluq sertifikatı vermişdir. Bundan başqa, Azərbaycan hökumətinin təşəbbüsü ilə Neft Maşınqayırması İnstitutu şirkətin istehsal avadanlığının vəziyyətini öyrənmiş, istehsal olunan məhsulların keyfiyyətini Rusiyada (Moskva Dəmir-beton Konstruksiyaları İnstitutu) və Belarusda (Minsk Politeknik Akademiyası) fəaliyyət göstərən laboratoriyalarda nəzarət qaydasında yoxlamış və müsbət nəticələr əldə edilmişdir (4).

Bakı Polad Şirkətinin məhsulları dəfələrlə beynəlxalq miqyaslı sərgilərdə nümayiş olunmuşdur. Moskva, Astana, Təbriz və Bakı şəhərlərində keçirilən sərgilərdə şirkətin istehsal etdiyi məhsullar böyük diqqətə səbəb olmuş və keyfiyyət diplomları qazanmışdır.

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

Bakı Polad Şirkətinin istehsal etdiyi armatur poladlarının buraxılabilən mexaniki xassələri **cədl.1.1-də** verilmişdir. Göründüyü kimi, Şirkət azı 10 növdə polad istehsal edir, onların mexaniki xassələri, o cümlədən möhkəmliyi və plastikliyi böyük hədlərdə (uyğun olaraq $373 - 883 \text{ N/mm}^2$ və $6 - 25 \%$) dəyişir.

Polad armaturların əsas həndəsi parametrləri **cədl.2-də** təqdim olunmuşdur. Armaturların əsas ölçüsü – diametri 8-28 mm arasında dəyişir. Qabırğaların eni 2,5 mm, hündürlüyü 2,0, addımı $\sim 10 \text{ mm}$ -ə çatır. Armaturların xarici diametri 9-30 mm həddində yerləşir. Armatur yaymaq üçün istifadə olunan polad markaları haqqında məlumatlar **cədl. 1.2-də** verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, Şirkətdə 10 növ (A240-dan A_T600k-dək) armatur istehsal olunur. Armaturların şərti diametri 6-40 mm intervalında dəyişir. Polad markaları qismində adi karbonlu (Ct3nc) və legirli (08Г2С, 10ГС2 və s.) poladlar istifadə olunur. Bu poladların kimyəvi tərkibləri **cədl. 1.3-də** verilmişdir.

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

Armatur poladlarının diametrlərindən asılı olaraq vahid uzunluğunun (paqon metrinin) çəkisinə dair məlumatlar **cədl. 1.4-də** verilmişdir. Göründüyü kimi, armaturların diametri 6-dan 32 mm-ə qədər, en kəsik sahəsi isə 0,283-dən 8,040 sm² arasında dəyişir. Armaturların paqon metri çəkisinin aşağı, yuxarı və optimal hədləri verilmişdir. Optimal çəki 0,222-dən 6,310 kq arasında dəyişir (**cədl. 1.5**).

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

Cədvəl 1.1

Armatür poladlarının buraxıla bilən mexaniki xassələri

Armatür poladın təsnifi	$\sigma_{0.2}$, N/mm ²	σ_b , N/mm ²	Nisbi uzanma, %	Soyuq əyilmə	
			δ , %	Bucaq	Əyən sağanağın qalınlığı
A240	235	373	25	180 ⁰	d
A300	295	490	19	180 ⁰	3d
A300(c)	295	441	25	180 ⁰	d
A400	390	590	14	90 ⁰	3d
A600	590	883	6	45 ⁰	5d
A _T 400C*	440	560	16	90 ⁰	3d
A _T 500C*	500	600	14	90 ⁰	3d
A _T 600C*	600	800	12	45 ⁰	5d
A _T 420C*	≥420	530	-	90 ⁰	3d

Cədvəl 1.2

Polad armaturların əsas həndəsi parametrləri, mm

Şərti №	Şərti diametri			Xarici diametr, d ₁	Qabırğaları				
	azı	Nominal	çoxu		Hündürlüyü			eni b ₁	addım t
					azı	Nominal	çoxu		
8	7	7,5	7,8	9	0,5	0,75	1,0	1,25	5
10	8,8	9,3	9,6	11,3	0,5	1,0	1,5	1,5	7
12	10,5	11	11,3	13,5	0,75	1,25	1,75	2	7
14	12,5	13	13,3	15,5	0,75	1,25	1,75	2	7
16	14,5	15	15,3	18	1,0	1,5	2,0	2	8
18	16,5	17	17,3	20	1,0	1,5	2,0	2	8
20	18,5	19	19,3	22	1,0	1,5	2,0	2	8
22	20,5	21	21,4	24	1,0	1,5	2,0	2	8

25	23,5	24	24,4	27	1,0	1,5	2,0	2	8
28	25,8	26,5	26,9	30	1,3	2,0	2,7	2,5	9

Cədvəl 1.3

Armatür yaymaq üçün istifadə edilən poladlar

Armatürün təsnifi	Şərti diametri, mm	Poladların markaları
A 240	6÷40	C _T 3кп; C _T 3пс C _T 3пс; 08Г2С
A 300	10÷40	
A 300с	10÷32	10ГТ
A 400	6÷40	35ГС; 25Г2С; 32Г2Рпс
A 600	10÷18	80С
	10÷32	20ХГ2Ц
A _T 400	6÷40	C _T 3сп; C _T 3сп
A _T 500	6÷40	C _T 5пс; C _T 5пс
A _T 600	6÷40	20ГС; 25Г2С; 35ГС; 28С; 27ГС; 10ГС2 0,8Г2С; 25С2Р
A _T 600с		
A _T 600к		

Cədvəl 1.4

**Yayma dəzgahında istehsal olunan armatür
poladlarının mexaniki xassələri**

Armatürlərin Növü	σ_b N/mm ²	$\sigma_{0.2}$ N/mm ²	δ_5 %	δ_{10} %	δ_{11} %	Nominal çəki, kq	Standart
AT400C Profil QOCT 5781-82	550 (+220)	≥440	≥16	-	-	12/0,888 14/1,210 16/1,580	QOST 10884-94
	570...730	460...620	≥17	-	-		PMZS BSC
AT 420C	530 (200)	≥420	-	≥10	-	-	TU-14-4490-2000
profil DİN 488-84 QOST5781-82	≥550	≥440	-	≥11	-		PMZS BSC C=3d, 90°
BST420C	≥550	≥420	-	≥11	-	-	DİN 488-84 14/16 CF=6d

							12 c=5d 20 c=8d
--	--	--	--	--	--	--	--------------------

Cədvəl 1.5

Armaturlarının paqon metrinin çəkili

Profilin diametri, mm	F ₀ , sm ²	Çəki, kq		
		aşağı	Optimal	yuxarı
6	0,283	0,207	0,222	0,242
8	0,503	0,367	0,40	0,430
10	0,785	0,580	0,617	0,647
12	1,131	0,835	0,888	0,932
14	1,540	1,137	1,210	1,270
16	2,010	1,501	1,580	1,627
18	2,540	1,900	2,000	2,060
20	3,140	2,347	2,470	2,544
22	3,88	2,831	2,980	3,069
25	4,910	3,658	3,850	3,065
28	6,160	4,589	4,830	4,975
32	8,040	6,058	6,310	6,499

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

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

Pəstahların səthində müşahidə olunan xarakterik qüsurlara rombluluq, ujiminlər (büzüşmələr), en kəsiyin təhrifləri, kənarların (tillərin) şişməsi, yüksək ayrilik, çəpliklər,

uzununa və eninə çatlar, zolaqlar (kəmərlər), qabığın qatlamaları, tilişgələr, posa və qaz qabarcıqları və s. aiddir.

Beləliklə, Bakı Polad Şirkətində mövcud texnoloji proseslər təhlil olunmuş, şirkətin potensial imkanları və buraxdığı metal məhsulların əsas xarakteristikaları səciyyələndirilmişdir. Aparılmış təhlil əsasında ümumiləşdirilmiş təcrübə hazırda tikintisi başlanmış Azərbaycan Metallurgiya Kompleksinin işinin qurulmasında istifadə oluna bilər.

1.3. Poladəritmə texnoloji proseslərinin əsas xüsusiyyətləri

Maşınqayırmada istifadə olunan bütün materiallarla müqayisədə polad ən yaxşı xassələrə malik olub eyni zamanda möhkəmlik, plastiklik və zərbə özlülüyünün yüksək göstəricilərinə malikdir. Polad konstruksiya materialı kimi müasir texnikanın mürəkkəb və çox sahəli tələblərinə cavab verir. Sənaye materiallarından heç biri polad kimi xassələrin geniş diapazonuna malik deyildir.

Polad dəmirlə karbonun ərintisi olub tərkibində karbonun miqdarı 2,14%-ə qədər təşkil edir. Onun kimyəvi tərkibi, temperaturdan asılı olaraq struktur quruluşu və xassələri dəmir-karbon hal diaqramı üzrə müəyyən edilir. Əlverişli legirləmə, saflaşdırma, modifikasiyalandırma və termiki emal prosesləri tətbiq etməklə poladın maşın və konstruksiyaların ömür uzunluğunu və etibarlılığını təmin edən optimal fiziki-kimyəvi-mexaniki xassələri əldə edilir (2).

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

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

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

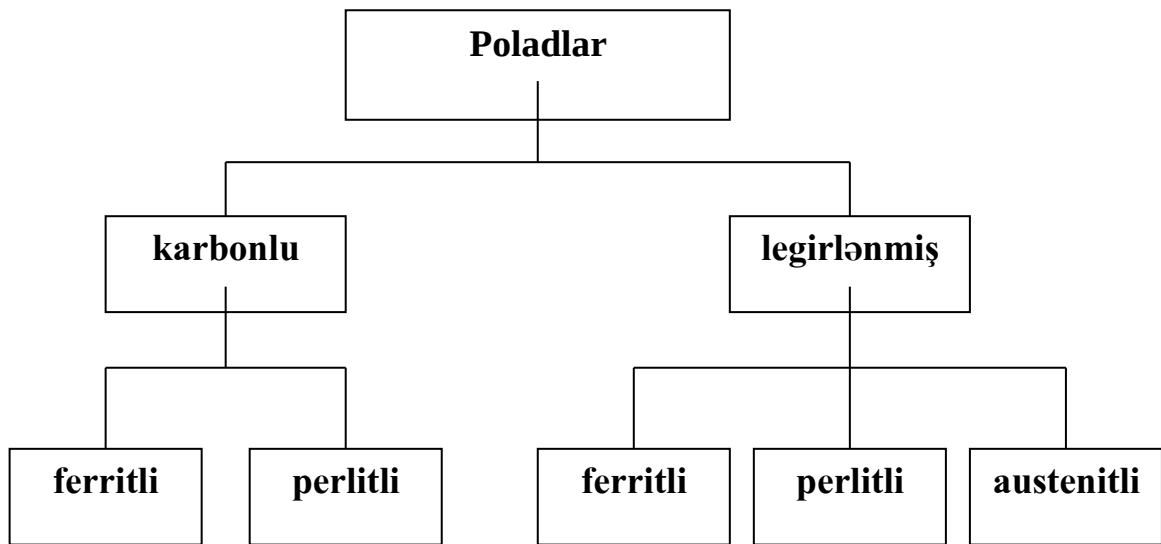
Poladlar aşağıdakı qruplara bölünürlər: ümumi tətbiqə malik konstruksiya poladları; paslanmayan poladlar; turşuyadavamlı poladlar; istidə möhkəm poladlar; odadavamlı poladlar; yeyilməyə davamlı poladlar; soyuğa davamlı poladlar.

Əritmə üsuluna görə tökmə poladları əsas və turş olmaqla iki qrupa bölünürlər. Əridici sobanın növündən asılı olaraq poladlar konvertor, marten, elektrik poladı və s. kimi adlanırlar. Kimyəvi tərkibdə elementlərin miqdarına görə tökmə poladları aşağıdakı siniflərə bölünürlər (2):

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

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

Struktur quruluşuna görə tökmə poladlarının təsnifatı aşağıdakı sxemdə göstərilir (**şəkil 1.2**):



Şəkil 1.2. Struktur quruluşuna görə tökmə poladlarının təsnifatı

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

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

Legirlənmiş polad töküklərinin strukturu legirləyici elementlərin, karbonun miqdarından və termiki emal üsulundan asılıdır. Struktura görə çoxlegirlənmiş polad tökükləri martensit, martensit-ferrit, ferrit, austenit-martensit, austenit-ferrit və austenit əsaslı olmaqla altı sinfə bölünürlər.

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

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

Əritmə üsuluna görə polad sobanın növündən asılı olaraq adlanır. Məsələn, marten polad töküyü, elektrik polad töküyü dedikdə tökmənin marten və ya elektrik sobasında əridilmiş metaldan hazırlandığı başa düşülür.

Sobanın admı çəkildə eyni zamanda onun əsas və ya turş xassəli olması da göstərilir. Məsələn, əsas xassəli marten polad töküyü, turş xassəli elektrik polad töküyü və s.

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

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

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

Müasir maşınqayırmanın bütün sahələrində polad töküklərindən geniş istifadə olunur. Müxtəlif ölkələrdə istehsal olunan polad tökükləri müxtəlif məqsədlər üçün tətbiq olunur. Məsələn, ABŞ-da istehsal olunan polad töküklərinin əksəriyyəti avtomobil nəqliyyatı üçün, keçmiş SSRİ-də isə ən çox polad tökükləri traktorlar və kənd təsərrüfatı maşınları istehsalında istifadə olunur (2).

Poladın əridilməsi. Poladların əritmə üsulları aşağıdakı kimi təsnif edilir:

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

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

Elektrik sobalarında əsasən çox məsul tətbiq sahələrinə malik legirlənmiş poladlar əridilir. Hazırda polad töküklərinin elektrometallurgiyasında əsas yeri elektroqövs sobaları tutur. Poladtökmə sexlərində ən çox 5 tonluq (DS-5MT) və 3 tonluq (DSP-3) elektroqövs sobalarından istifadə olunur. İri tökmələr istehsalında, ağır maşınqayırma, gəmiqayırma və b. zavodlarda 50 tonluq (DSP-50) sobalar da tətbiq olunur (2, 7).

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

Şixtə materiallarının təsnifatı və hesabı. Poladın elektrik sobalarında əridilməsində şixtənin əsas metallik hissəsini DÜİST 2787-63 üzrə polad lomu təşkil edir. Karbonlu polad məmulatlarından və tullantılardan ibarət lom A2 markalanır. Onun qabarit ölçüləri tələbata görə 600×350×250 mm-dən çox olmamalıdır. Göstərilən DÜİST-ə görə legirlənmiş və çoxlegirlənmiş polad lomu kimyəvi tərkibcə 73 (B1-B73) qrupa bölünür (2).

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

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

Poladın əridilməsinin aşağıdakı bir sıra xüsusiyyətləri vardır (2,3,7):

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

miqdarı minimum olmalıdır;

- istifadə olunan ferroərintilər qurudulmuş halda olmalıdırlar.

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

Ferromanqanın üç növündən istifadə olunur: karbonlu, domna, ferromanqan – Mn5 və Mn6 (DÜİST 5165-49), elektrotermiki ferromaqqan – MnO, Mn1, Mn2 (DÜİST 4755-49) və metallik maqqnaq – MrOO; MrO; Mr1; Mr2 (DÜİST 6008-91).

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

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

Bir çox tökmə poladlarında xrom əsas legirləyici komponent kimi tətbiq olunur. Xromun elektrotermiki ferroxromda miqdarı 60-65%-dən az olmayır. Ferroxromun növü isə onun tərkibindəki karbonun miqdarı ilə müəyyən edilir. Bu cəhətdən ferroxrom 4 qrupa bölünür (DÜİST 4757-49): karbonsuz – Xr0000, Xr000, Xr00; azkarbonlu – Xr0, Xr01; ortakarbonlu – Xr1, Xr2, Xr3; karbonlu – Xr4, Xr6.

Müəyyən tərkibli legirlənmiş poladları əritdikdə ferrovolfraımdan (65-80% W, DÜİST 4758-55); ferromolibdendən ($\geq 55\%$ Mo, DÜİST 4759-49);

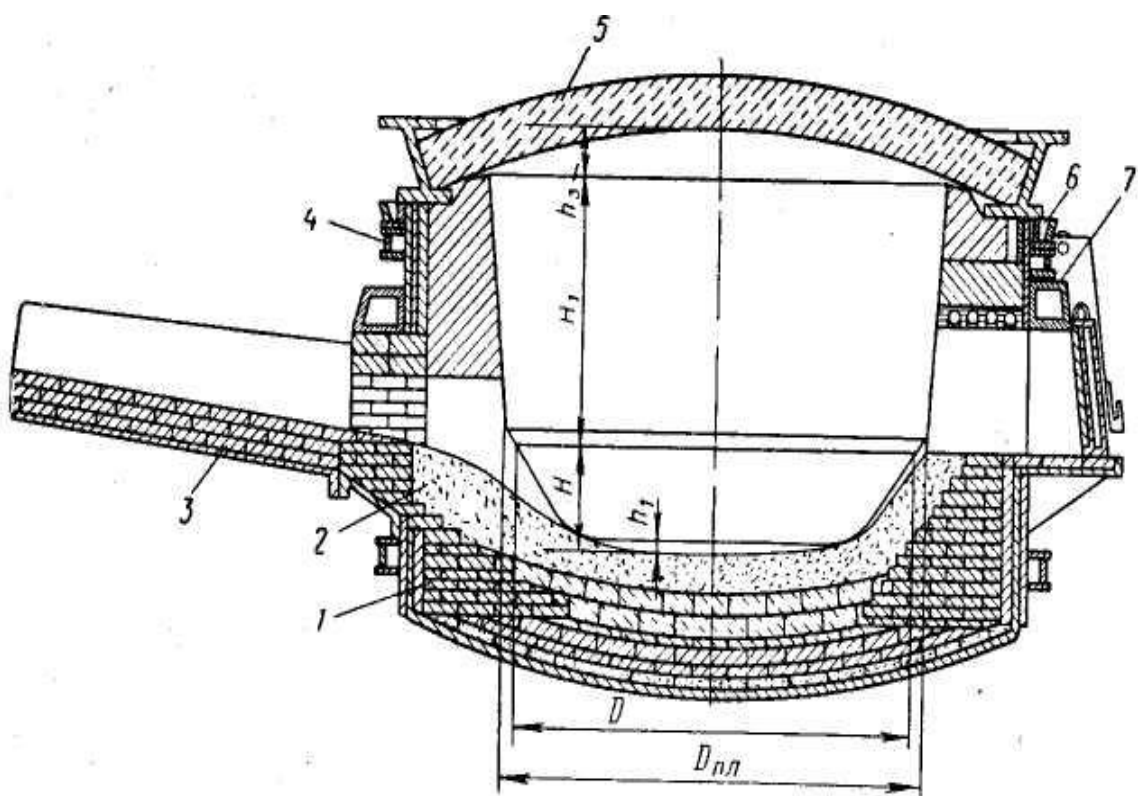
ferrovanadiumdan ($\geq 35\%V$, DÜİST 4760-49); ferrotitandan ($\geq 25\% Ti$, DÜİST 4761-67) və s. istifadə olunur (1,2,3).

Nikel tökmə poladlarında legirləşdirici element kimi geniş istifadə olunur. Onu metal vannasına və ya şıxtənin tərkibinə verirlər. Nikel lövhələr, kürəciklər (diametri 3-8 mm) və ya külçələr şəklində istifadə olunur. Nikelin markaları N0, N1, N2, N3 və N4 (DÜİST 849-56) olur, tərkibində 97,6-99,99% nikel olur. Nikelin bütün markalarında xeyli miqdarda hidrogen olur.

Elektrik poladını saflaşdırmaq üçün silikomanqan – Cu Mn 20, Cu Mn 17, Cu Mn14 (DÜİST 4756-49), silikokalsium, AMS (alüminium+manqan+silisium), silikosirkonium və s. ərintilər də istifadə olunur. Metalın sonuncu saflaşdırılma prosesi isə çalovda metallik alüminiumla aparılır. DÜİST 295-60-a görə alüminiumun birinci (Ar-1) və ikinci əritmənin məhsulu olan Ar2, Ar3 markaları vardır. Birinci əritmədən alınan alüminium daha məsul poladların əridilməsində tətbiq olunur.

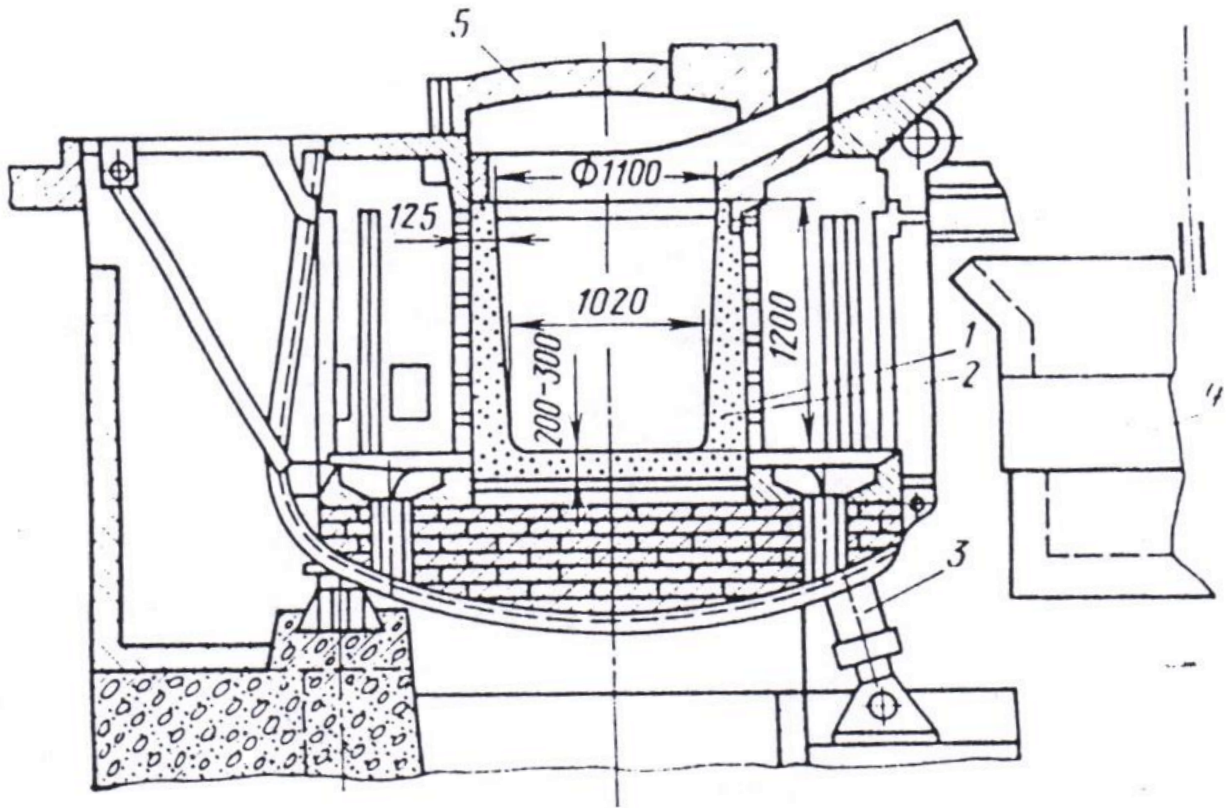
Ferrobora (10-12% bor) az miqdarda əlavəsi (0,001% B) poladın mexaniki xassələrini və tablanmasını yaxşılaşdıran modifikator kimi istifadə olunur. Nadir torpaq elementləri olan serium, lantan, prazedium, neodim və s. polada əlverişli saflaşdırıcı və modifikator kimi təsir göstərilir.

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



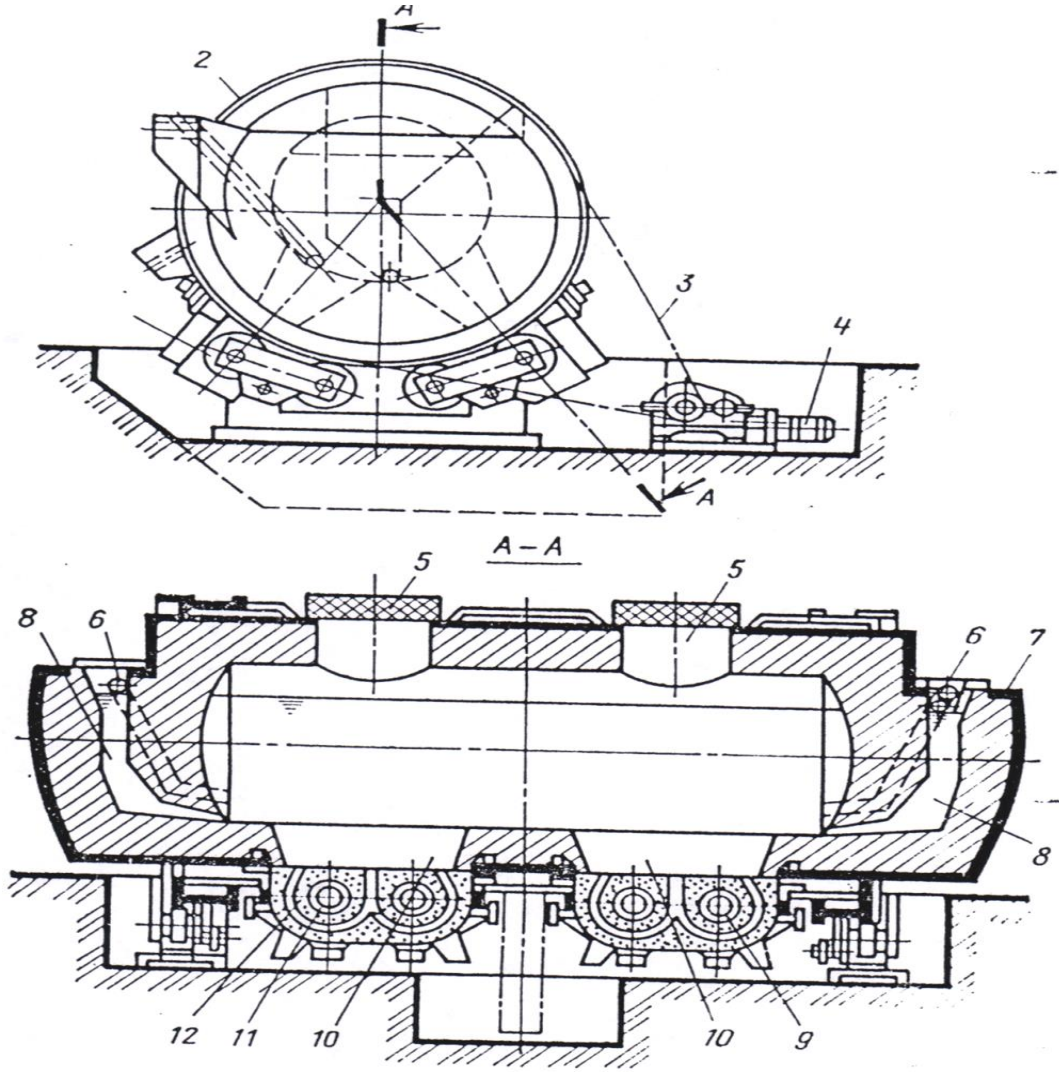
Şəkil 1.3. Polad əridilən elektroqövs sobası:

1- hörgü; 2-nov; 3-metallik şixtə; 4-örtük; 5-divar; 6-tavan; 7-kabel; 8-elektrod tutqacı; 9-elektrod; 10-işçi pəncərə; 11-sobanı əyən mexanizm



Şəkil 1.4. Polad əridilən putalı induksiya sobası:

1- induktor; 2- puta; 3- sobanı döndərən mexanizm; 4- çalov; 5- qapaq



Şekil 1.5. İndüksiya kanal sobası

FƏSİL 2. BAKI POLAD ŞİRKƏTİNDƏ ƏTRAF MÜHİTƏ ATILAN ZƏRƏRLİ TULLANTILARIN TƏRKİB VƏ XASSƏLƏRİ

2.1. Polad istehsalında ətraf mühitə atılan əsas zərərli tullantılar

Hər sənaye sahəsinin yaratdığı tullantı miqdarı, növü, təhlükəlilik dərəcəsi və s., o cümlədən onların ətraf təbii mühitdə yaratdığı problemlər də müxtəlifdir (cədvəl 2.1). Təhlükəli maddələrin xassələri, xarakterik xüsusiyyətləri sənaye sahəsinin mövcud olduğu yerdə müəyyən gərginliklər yaradır. Məndeleev cədvəlindəki elementlərin təkcə 74-ü (sürmə, qurğuşun, cıvə, nikel, selen, arsen və s.) sərbəst şəkildə və ya müəyyən birləşmələr formasında təbiət üçün potensial təhlükə doğurur (6).

Məlumdur ki, insan, o cümlədən canlının həyat fəaliyyəti üçün kimyəvi elementlər vacibdir. Belə ki, belə elementlərdən biri olan kükürddür, o, maddələrin biogen tsiklində iştirak edərək, həyatı əhəmiyyət kəsb edir. Lakin bu elementin çoxluğu müəyyən çirklənmə mənasını ifadə edir ki, onun artıqlığı yəni yol verilə bilən qatılıqdan çox olması, ekosistemə birbaşa təhlükədir (5).

Kükürd anhidridi kəskin iyli və rəngi yoxdur. Kəskin iyi olduğunda canlıların tənəffüs almalarında bir sıra problemlər yaradır. Bu qazın YVBQH 0,02 mq/m³-dən yarıq olduqda bir çox bitkilərə, 0,4 mq/m³-dən çox olduqda isə iynəyarpaqlı ağaclar əziyyət çəkir. Hətta son zamanlar yağıntı halında biosferə düşən turş yağışlar onun hesabınadır (5,6).

Cədvəl 2.1

Sənayenin müxtəlif sahələrindən atmosfərə atqıların miqdarı, %

Sənaye sahəsi	Tullantı miqdarı %
İstilik energetikası	25,0
Metallurgiya: əlvan və qara	14 və 26
Neft kimyası	14,0
Avtomobil nəqliyyatı	15,0
Tikinti materialları sənayesi	15,0

Toksiki xassələrinə görə havanı çirkləndirən tullantılardan ən təhlükəliləri florlu hidrogen və florun birləşmələridir (SiF_4 , H_2SiF_6). Xlor və kükürd hər nə qədər toksiki maddələr aid olsalar da, bitkilərin inkişafında vacib elemnet kimi mühüm rol oynayırlar (qatılığı normada olduğu halda). Lakin, məlumdur ki, flor belə element deyil (insan və heyvan üçün əhəmiyyətlidir) (5,9,15).

Qaz halında olan flor tərkibli aerosollar, floranın qida zəncirində mənimsənilərək, kənd təsərrüfatı sektorunda qarşısı alınmaz ekoloji katastroflar, disbalanslar əmələ gətirir (20,26).

Hava çirkləndiriciləri arasında geniş yayılanlarına misal olaraq, xloru və hidrogen xloridi göstərə bilərik, hansı ki, onların buxar forması yerin səthinə asanlıqla çökür.

Xlor və xlorlu hidrogen atmosfer havasında kifayət qədər geniş yayılmış çirkləndiricilərdir. Xlor da kükürd kimi biosferdə geniş yayılmışdır. O, bitkilərin qida maddələrinə aid edilir. Ona olan tələbat mikroelementlərə olan tələbat kimidir. Bu, xloridlərin havadakı təbii miqdarına və çöküntülərin hesabına ödənilir.

Müəssisələrdən ətraf təbii mühitə buraxılan tullantıların (qaz halında) təsirlərinə dözümlülüyünə görə florada bitkiləri üç qrupa ayıra bilərik:

- *Çox həssas*
- *Həssas*
- *Dözümlü*

Sənaye sahələrindən, atmosfərə buraxılan çirkləndirici, zərərli qazların hər hansı birinin litosferə, hidrosferə düşməsi, həmin sferalarda xarakterik dəyişilmələr əmələ gətirir. Bu o deməkdir ki, digər sənaye sahələrində olduğu kimi, metallurgiyada da tam olaraq təhlükəsiz, zərərsiz toz hissəciyi yoxdur. İstehsal sahələrindən ətraf təbii mühitə şüursuz şəkildə atılan çirkləndiricilərin tərkibində toksiki xarakterli arsen, quğuşun, kadmium, nikel, sink, mis, flor, alüminium və s. olur.

Kanserojen xarakterli tullantıların - HF, SO₂, HCl, Cl₂ -nin flora və faunaya, o cümlədən bütün canlılara təsiri çox təhlükəlidir. Floraya gəldikdə, onların aqronom sahədə səmərəliliyini azaldır, bir çeçə il sonra isə nəslinin kəsilməsinə gətirib çıxarır. Toksik çirkləndiricilərə həssas olan ağac növü *inyəyarpaqlılardır*. Belə ki, atmosfer havasında SO₂-nin miqdarı 0,015-0,035 mq/m³ həddində olduqda onların nə az nə çox 20%-i məhv olur.

Faunaya təsiri isə, litosfer misalında baxsaq, orada yaşayan canlılarının sayının azalmasına, həmin torpaqda məhsuldarlığın aşağı düşməsinə, həmin torpaqdan fayda götürən əhalinin kanserojen xəstəliklərə tutulmasına səbəb olur.

Zavodlarda, müəssisələrdə əmələ gələn tullantılar, sənayenin növündən, istehsal prosesində istifadə olunan texnologiyadan və s. amillərdən mütləq asılıdır (17, 21,24, 27).

Qeyd olunduğu kimi, təhlükəli çirklənmədə metallurgiya sahəsi demək olar ki, liderdir. İsveç alimlərinin apardığı araşdırmalara əsasən, nəticələr göstərir ki, təkcə atmosfer çirklənməsində qara metallurgiyanın payına 15-20 % düşür. Bu rəqəmin faiz nisbətini azaltmaq isə, bu gün bu sahə ilə məşğul müəssisələrin ekoloji idarəetmə sistemlərini tətbiq etmə istəyi ilə bağlıdır.

Bu baxımdan polad istehsal edən müəssisələr bu sahədə daha diqqətli olmalıdır. Belə ki, zavoddan atılan tullantılar, istehsal sahəsinin yerləşdiyi ərazidən 30 km uzaqlıqda məsafəyədək təsirini göstərir və ekosistemə dağıdıcı zərbələr vurur.

Tullantıların ətraf mühitə təsiri. Hava mühiti, su daim insan orqanizmi ilə əlaqədə olduğuna görə onun çirklənmə səbəbləri və aradan qaldırılma yolları qlobal ekoloji problemdir. İnformasiya texnologiyaları inkişaf etdikcə havaya və suya atropogen təsirin gözə görünməyən fəsadları böyük ekoloji təhlükələrə, ekoloji katastroflara, faciələrə gətirib çıxara bilər (22).

Sənayenin müxtəlif sahələrinin tullantıları insan orqanizmində müxtəlif xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yəni, neft – kimya sənayesinin, nəqliyyat vasitələri təsərrüfat, metallurgiya və digər sənaye sahələrindən atmosfərə hər il müxtəlif

çirkləndirici maddələr (toz, his, karbohidrogenlər, karbon, kükürd, azot, xlor oksidləri, formaldehidlər və s.) buraxılır.

Cədvəl 2.2

Polad tökmə sexlərində ayrılan aerosolların miqdarı, t/il

Koksun yandırılması	31290
Domna sobasından metalın tökülməsi	20590
Oksigen konvertorunun tüstü qazları	18140
Konvertorun yüklənməsi və poladın tökülməsi	13150
Koksun yüklənməsi	8070
Aqlomerasiya	7890
Elektroqövs sobaların yüklənməsi poladın buraxılması	6890
Kömürün hazırlanması	6710
Marten sobasının tullantıları	6620
Elektroqövs sobalarının tullantıları	5990
Aqlomerat boşaldılması	
Domna sobasının yuxarı hissəsindən buraxılan tullantılar	3360
Zənginləşdirmə	3370
Oksigen konvertorunda açıq havaya buraxılan müxtəlif tullantılar	2000

Cədvəl 2.3

Polad emalı müəssisələrində atmosfərə atılan tullantılar

Proses və rejim	Tullantı ölçmək üçün əsas kütlə	Tullantının həcmi, saat/sm ³
Filizin emalı və saxlanması	İstehsal olunan isti metal	0,28
Kömürün xırdalanması və daşınması	İstifadə olunmuş kömür	0,2
Aqlomerasiya	İstifadə olunan aqlomerat	2,2
Aqlomerasiya zamanı açıq sahəyə atılan tullantılar	İstehsal olunan aqlomeratın kütləsi	0,35
Yaş kömürün yüklənməsi	İstehsal olunan koks	0,57

Koksun yüklənməsi	İstehsal olunan koks	2,85
Koksun soyudulması	İstehsal olunan koks	4,5
Koksun emalı	İstehsal olunan koks	0,015
Koks sobasının qazı	Kömürdən istifadə	0,65
Kömürün fasiləsiz qızdırılması	Kömürdən istifadə	0,065
Tökmə sexinin tullantıları	Tökük istehsalı	0,35
Əridilmiş metalın marten sobasından buraxılması	İstehsal olunan əridilmiş metal	0,175
Marten sobasının tüstü qazları	İstehsal olunmuş polad	8,7
Maye metalın konvertordan buraxılması	İstehsal olunmuş maye metal	0,18
Konvertorun tüstü qazları	İstehsal olunmuş polad	25,5
Konvertorun yüklənməsi və markanın seçilməsi	İstehsal olunmuş polad	0,06
Konvertorun tullantıları	İstehsal olunmuş polad	0,085
Elektrik sobasının tullantıları	İstehsal olunmuş polad	0,035
Qum-gil qəliblərə tökmə	İstehsal olunmuş polad	0,03
Qızdırıcı qurğular, 100% mazutdan və 1% kükürddən istifadə etdikdə	İstehsal olunmuş polad	0,1

Məlumdur ki, 1 ton polad istehsalı zamanı 80 kq toz, 1230 kq karbon oksidi, 152 kq kükürd oksidi və 1 kq karbohidrogenlər ayrılır. Poladtökmə sexlərində tozun çox olması SiO₂-dən istifadə olunması və tozların dispers halda olması ilə bağlıdır. Qəlib və işlik qarışıqlarının hazırlanması tökmə qəlibinin hazırlanmasında mühüm mərhələdir (7,8,9,21).

Poladtökmə istehsalında qəlib və işlik qarışıqlarının hazırlanması və sıxlaşdırılması zamanı da ətraf təbii mühitə zərərli təsir edən müxtəlif toksiki tullantılar ayrılır. Tökmə istehsalatında 90% tullantılar qəlib və işlik qarışıqlarının hazırlanması zamanı yaranır (19,23). Cədvəl 2.4-də verilənlər qəlib və işlik qarışıqlarının hazırlanması və istifadəsi zamanı əmələ gələn tullantıları göstərir.

Qəlib və içlik hazırlanmasında ayrılan zərərli tullantılar

Qəlib və içlik qarışıqlarının hazırlanması zamanı ayrılan tozlar, kq/saat	
Texnoloji materialların yüklənməsi, boşaldılması və daşması	2,7 – 4,3
Ovuntu şəkilli materiallar	1,9 – 3,1
Tikə materialları	6,1 – 9,3
Konveyerə səpilmə	1,8 – 2,1
Tikə materialları	
Ovuntu şəkilli materiallar	4,0 – 4,6
Qəlib və içlik qarışıqlarının qurudulması zamanı ayrılan tozlar, kq/saat	
<i>Horizontal barabanda qurudulma</i>	
Kvars qumu	3,0 – 70,
Qəlib gili	6,0 – 10,0
Qaynayan qatda qurutma	7,0 – 9,0
Qarışıqların hazırlanması	
<i>Ələkdən keçirmə</i>	
Vibrasiyalı ələk	12,0
Mexaniki ələk	21,0 – 24,0
Poliqonal və silindrik barabanlarda ələmə	13,0 – 17,0
Qarışdırıcılar	
Şaquli təkərli, t/saat	20,0 – 25,0
Dövrü işləyən, t/saat	15,0 – 25,0
Boşqabvari elevator, t/saat	4,0 – 8,0
Qəlib qarışıqları bunkerli, t/saat	6,0 – 8,0
Qəlib və içlik qarışıqlarının sızlaşdırılması, kq/saat	
Hündürlüyü 1m olan vibratorlar	12,0 – 16,0
Yükgötürmə qabiliyyəti 2,5t olan silkələyici eksentrik qəfəslər	18,6 – 19,0
Yükgötürmə qabiliyyəti 10t olan silkələyici eksentrik qəfəslər	22,0 – 25,0

Yükgötürmə qabiliyyəti 70t olan silkləyici eksentrik qəfəslər	100,0
---	-------

Yəni, qəlib və içlik qarışıqların hazırlanması zamanı ayrılan qazların tutulması məqsədilə qurulan ventilyasiya sisteminin düzgün layihələndirilməsi mühüm amildir. Soyuq özübərkiyən qarışıqlardan qəlib və içliklərin hazırlanması zamanı ayrılan qazların miqdarı cədvəl 2.5-də verilmişdir (19,23,26,27).

Cədvəl 2.5

Soyuq bərkiyən qarışıqlardan ayrılan qazlar, q/saat

Karbamidli M-3, BK-1 qatranları	Formal-dehid	Metanol	Fenol	Furfurol	Formal-deqid	Metanol	Fenol	Furfurol
Karbamid-furanol KΦ-90 BC-40 “Furitol 107” KΦ-BT furil spirti ilə KΦ-Ж furilspirti ilə	0,66	124,2	-	-	0,09	20,7	-	-
	1,20	104,7	-	-	0,5	16,1	-	-
	2,90	280,8	-	0,72	0,30	43,6	-	0,09
	3,0	186,0	-	0,45	0,30	21,8	-	0,04
	7,60	88,2	0,30	2,00	1,00	13,1	-	0,20
	0,30	128,4	-	0,09	0,03	16,8	0,05	0,01
	0,20	108,0	-	0,50	0,03	16,6	-	0,3
	4,90	11,7	1,30	-	0,08	2,0	0,20	-
	2,00	41,4	2,10	-	0,30	6,2	0,30	-
Fenolformaldeid								

Deməli, tökmə istehsalatının zərərli tullantılarının miqdarı və çeşidinə diqqət yetirsək, görürük ki, ətraf təbii mühitə atılan tullantılar ekoloji tarazlığın pozulmasına, ekoloji balanssızlığa səbəb ola bilər. Belə ki, toksiki tullantılar insan orqanizmində müxtəlif xəstəliklərin yaranmasına gətirib çıxarır.

Kükürlü qazların nəfəs yollarının qıcıqlanmasına, ciddi ciyər xəstəliklərinin əmələ gəlməsinə, həmçinin xroniki bronxial astmasının yaranmasına səbəb olduğu məlumdur. Kükürlü qazlar turş yağışlar probleminin yaranmasına gətirib çıxarır. Turş

yağışların artması insan orqanizminin zəifləməsinə, turşluğun artmasına və o cümlədən balıq sənayesinə külli miqdarda ziyan vurur. İsveç alimlərinin tədqiqatlarına əsasən tökmə sexlərində işləyən insanların xərçəng xəstəliyinə tutulma ehtimalı digər insanlara nisbətən daha çoxdur (21).

Mütləq bildirilməlidir ki, indiki vaxtda tökmə istehsalında ayrılan tullantıları zərərsizləşdirmək, yox etmək üçün müxtəlif avadanlıqlar və üsullardan istifadə olunur (25). Müxtəlif yaş toztutucular, elektrostatik toztutucular, vaqranka skruberləri parça filtrlərdən və s. tətbiq edilir.

Hal-hazırda tullantıların xüsusilə sənaye tullantılarının neytallaşdırılması üçün poliqonlar (toksik tullantılar üçün nəzərdə tutulmuş), bioloji izolyasiya örtüyü, vakuum proseslərdə qaztəmizləyici bloklardan istifadə, tökmə istehsalının problemlərini müəyyən qədər həll etməyə imkan verir. Müasir zamanda tökmə istehsalında qəlibə elektro-maqnit şüalanması ilə təsir model ilə edərək qəlibdən ayrılan zərərli maddələri azaltmağa nail olurlar (25).

Eyni zamanda, yeni yaşıl tökmə texnologiyaların iistsimarına tələbat daha çoxdur. Ekoloji təmiz texnologiyalar ətraf mühitə və havaya, suya atılan tullantıları biosfer və insan orqanizmində müxtəlif xəstəliklərin yaranmasının qarşısının alınmasına gətirib çıxarır. Ona görə də yaşıl texnologiyaların istsimarı mütləqdir ki, bu da dayanıqlı inkişafın əsas amilidir.

2.2. Polad istehsalında zərərli tullantıların hesablanması

Modern poladəritmə müəssisələrində əridici qurğu kimi yüksək və sənaye tezlikli putalı induksiya sobaları, elektroqövs sobaları, elektrik-posa qurğuları, müxtəlif konstruksiyalı vakuum sobaları və s. istifadə olunur. Əridici qurğuların orta göstəriciləri və əritmə zamanı yaranan texnogen xarakterli tullantıların xüsusiyyətləri cədvəl 2.6-da verilmişdir (6,29).

Cədvəl 2.6

Əridici qurğuların göstəriciləri və yaranan zərərli atqıların miqdarı

Göstəricilər	Putalı induksiya sobası	Elektrik-qövs
--------------	-------------------------	---------------

	<i>Yüksək tezlikli</i>	<i>Sənaye tezlikli</i>	sobası
1 t maye metala tələb edilən enerji, kVt.s	600	8000	550
İstilikdən istifadə əmsalı	0,65	0,58-0,64	0,61
Çıxan qazlarda tozun miqdarı, kq/t	0,4	0,5	6-12
Qazəmələgətirmə, m ³ /t	3	4	110
Posaəmələgətirmə, kq/t	8	12	48
Temperaturun tənzimlənməsi	mümkün-dür	mümkün-dür	mümkün-dür
Metalın götürülməsi	pilləli	pilləli	pilləli
Şixtədən maye metalın alınması, %	97	98	95
Səsin yüksəklik səviyyəsi, dB	28 (şixtə yük-lənəndə)	48 (şixtə yük-lənəndə)	88 əritmədə

Metalların əridilməsi zamanı çirkli maddələrin tullantıları əsasən iki faktordan asılıdır: şixtənin tərkibi və onun çirklilik dərəcəsi müəyyən olunur. Sonra isə əritmə texnologiyası və istifadə edilən enerjinin növü seçilir.

Elektroqövs sobasında yaranan zərərli tullantılar. Elektroqövs sobalarında çuqunun əridilməsi zamanı nisbətən yüksək miqdarda texnoloji qazların ayrılması izlənilir. Bu zaman qazın tərkibi əritmə müddətinindən, əridilən poladın markasından, sobanın kiçikliyindən, qazsorma üsulundan və üfürülən oksigenin miqdarından asılıdır (29).

Elektroqövs sobalarında metalın əridilməsinin əsas üstünlüyü şixtənin keyfiyyətinə, hissələrin ölçü və infrastrukturuna müəyyən tələbatın olmamasıdır ki, bu da nisbətən ucuz şixtədən istifadə etməklə yüksək keyfiyyətli maye metal alınmasına şərait yaradır.

Elektroqövs sobalarında əritmə zamanı yaranan toksiki tullantıların mənbəyini üç kateqoriyaya bölmək olar:

- şixtə;
- əritmə və saflaşdırma prosesində əmələ gələn tullantıları;
- maye metalın sobadan çalova buraxılması zamanı əmələ gələn tullantılar.

Elektroqövs sobalarında 1 ton metallik şixtənin əridilməsindən 7-8 kq tullantı (toksiki xarakterli) yaranır. Lakin şixtə çox çirkli olduqda onların miqdarı 32 kq/t-dək

yüksəlir. Karbonsuzlaşdırma prosesində hər 1% C-nun yandırılmasından 5 kq/dəq toz yaranır (2,28).

Ərintinin dəmir filizlə saflaşdırılmasında əmələ gələn texnogen tullantıların miqdarı daha yüksək olur ona görə də proses uzanır.

Belə ki, saflaşdırma prosesinin müddətinin və əmələ gələn tullantıların miqdarının azaldılması üçün oksigenlə üfürmə əməliyyatından istifadə əlverişlidir. Şixtənin növü, sobanın hörgüsü və tutumundan, maye metalın miqdarından, yerinə yetirilən texnoloji proseslərin asılı olaraq elektroqövs sobasından ayrılan qazların və tozun miqdarı və tərkibi fərqli olur (cədv. 2.8).

Cədvəl 2.8

Elektroqövs sobasında ayrılan qazların kimyəvi tərkibi

Forması	Forması	Kütlə, %	Forması	Forması	Kütlə, %
Fe ³⁺	FeO	8,75	Mo	MoO ₃	0,95
Fe ²⁺	Fe ₂ O ₃	41,2	S	S	0,64
Ca	SiO ₂	34,9	Ni	NiO	0,62
Mg	MgO	5,0	V	V ₂ O ₅	0,47
-	Qələvilər	11,25	Co	Co ₃ O ₄	0,51
Cr	Cr ₂ O ₃	8,77	Ti	TiO ₂	0,08
Mn	MnO	2,75	N	N ₂	0,05
C	C	1,60	P	P ₂ O ₅	İzi
-	Nəm	0,90	-	Karbonatlar	0,35

Ərinti oksigenlə üfürüldükdə O₂-nin hər m³-i 8–10 m³ qaz əmələ gətirir. Bəzən bu qiymət 12–15 m³ təşkil edir. Buna görə də, yaranan qazlar təmizləmə sistemindən keçdikdən sonra havaya buraxılmalıdır. Oksigenlə üfürdükdən sonra əmələ gələn tozun zərrəcikləri müxtəlif ölçülü olur (19).

Təmizləmə O₂ ilə aparılmadıqda tozların ayrılma sürəti 40%-dək azalır. Polad və çuqun əridilərkən əlavə olaraq 0,028 kq/t sianidlər, 0,006 kq/t floridlər də ayrılır.

Elektroqövs sobalarında ayrılan texnogen tullantıların neytrallaşdırılması üçün istifadə edilən əsas material parça süzgəclərdir. Hər bir soba sorucu zontla təchiz edilir ki, onlar da təmizləmə sistemilə əlaqələndirilir.

Müasir dövrdə temperaturu 500°C-dən yuxarı olan qazların təmizlənməsi üçün xüsusi kollektorlardan istifadə edilir. Kollektora daxil olan qaz dənəvari materialdan

keçərək, çirkləndirici zərrəciklərdən təmizlənir. Bu halda təmizləmə faydalılığı 100% olur(19,24).

İnduksiya sobasında metalın əridilməsi zamanı yaranan toksiki tullantılar.

İnduksiya sobasında əritmə zamanı tozun əsas təşkiledicisi dəmir oksidləri (60%), qalanı isə silisium, maqnezium, sink, alüminium oksidləridir. Bu cür oksidlərin miqdarı metalın və posanın kimyəvi tərkibindən asılıdır. İnduksiya sobasında əritmə zamanı ayrılan toz zərrəciklərinin dispersliyi 5–100 mkm təşkil edir.

Bu sobada çuqun və polad əridilərkən ayrılan xüsusi çirkləndiricilər cədv. 2.10-da verilmişdir. Sobada əritmə zamanı ayrılan konsaregen tullantıların tərkibi və miqdarı digər əridici qurğularla müqayisədə xeyli aşağıdır. Belə olmağı isə, ekoloji cəhətdən olduqca məqsədəuyğundur. Həmin sobalarda alınan metalın keyfiyyəti də yaxşı olur. Buna görə də metal əritmədə belə sobalar yəni, induksiya sobaları daha geniş tətbiq olunur (2, 22).

Əridici qurğulardan (elektroqövs sobası, induksiya sobası) ayrılan çirkləndirici maddələrin miqdarı aşağıdakı düsturla təyin olunur (23):

$$\Pi = 1,4q \cdot D \cdot \beta(1 - \eta)$$

burada Π – tullantı, kq/s;

q – vahid məhsula düşən çirkləndirici maddələrin xüsusi ayrılımları, kq/t

D – əridici qurğunun məhsuldarlığı, t/s;

β – əritmə şəraitini nəzərə alan əmsal;

η – təmizləmənin səmərəlilik əmsalıdır.

Əritmə şəraitini nəzərə alan əmsalın (β) qiyməti aşağıda verilmişdir (cədv. 2.11).

Cədvəl 2.10

İnduksiya sobasında çirkləndirici maddələrin ayrılması (q, kq/t)

Zərərli atqılar	Polad əritmədə	Çuqun əritmədə
Toz	0,64 – 2,12	0,75 – 1,5
Karbon-oksidi	0,1 – 0,16	0,1 – 0,13
Azot oksidləri	0,06 – 0,09	0,06 – 0,08
Başqaları	0,15 – 0,26	0,12 – 0,21

Cədvəl 2.11

β əmsalının qiyməti

β	Əritmə şəraiti				
	Turş proses	Əsas proses	O ₂ qəbul etməklə	Legirli poladlar əridildikdə	Şixtə əvvəlcədən 400° C qızdırıldıqda
Polad	1,0	0,80	1,15	0,85	-
Çuqun	1,0	0,67	1,10	-	1,22

Əridici qurğulardan atılan qazlar təmizlənmədikdə ($\eta = 0$) atmosfer havasına daxil olan çirkləndirici maddələrin miqdarı bu düsturla hesablanır (17):

$$\Pi = 1,4q \cdot D \cdot \beta$$

İl ərzində əridici qurğulardan atılan çirkləndirici maddələrin miqdarı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\Pi = 10^{-3} \cdot 1,4q \cdot D \cdot \beta \cdot t$$

burada t – il ərzində əridici qurğunun iş vaxtıdır.

Bioloji təhlükə dedikdə ağ ciyər xəstəlikləri və xərçəng yaradan müxtəlif tozlar – metalların aerosolları və oksidləri başa düşülür. Aerosol – asılı bərk zərrəciklərə malik dispers qaz mühiti sistemidir (17).

Mənşəyinə görə aerosollar (tozlar) dispers və kondensasiyalı olur. İnsana və ətraf mühitə təsirinə görə tozlar 2 qrupa bölünür: mineral mənşəli və metal buxarlarının aerosolları. Tərkibində silisium 2 – oksid (SiO₂), həmçinin, VI valentli xrom və manqan oksidləri olan mineral mənşəli tozlar daha yüksək təhlükəliyə malikdir (19).

Beləki, onlar kanserogen maddələr adlanır. Silisium 2 – oksidə görə buraxıla bilən qatılıq həddi (BQH) onun tozun tərkibindəki miqdarına əsasən təyin edilir. Silisium 2 – oksidin BQH-ı aşağıda verilmişdir (cədv. 2.12).

Cədvəl 2.12

İşçi zonanın BQH-ı

Tozun tərkibi	İşçi zonanın BQH-ı, mq/m ³
SiO ₂ > 70%	1
SiO ₂ = 10-70%	2
SiO ₂ < 10%	4
SiO ₂ = 0	6

İnsan üçün təhlükə mənbəyi tərkibində 5-10 mkm-dən kiçik olan zərrəciklər təhlükəli hesab olunur. Yəni, onlar insanın bronxlarına və ağ ciyərinə nüfuz edir. Məsələn, Silisium 2 – oksid silikozun inkişafına səbəb olur, hansı ki bu, peşə xəstəliyi adlanır (19).

Qeyr-üzvi metallar, məsələn, sink, nikel, mis, dəmir və onların oksidləri insan orqanizmi üçün zərərli təsirə malikdir. Bəzi metallar isə toksiki olub, müxtəlif orqanlarda xərçəng yaradırlar. Belə metallara xrom, nikel, berilium və arsen aiddir.

Bir sıra metallar – cıvə, kobalt, nikel, xrom, platin, berilium və onların birləşmələri isə orqanizminə allergik təsirə malikdir. Beləki, onlar insanda bronxal astma, ürək, dəri, göz, burun və s. xəstəliklər yaradır.

2.3 Polad istehsalında zərərli maddələrin insan orqanizminə təsiri

Metaltökmə zavodlarının tozunun tərkibi daha çox (50%-dək) silisium 2-oksidin olması və xırdadispersliyi ilə səciyyələnir. Toz zərrəciklərinin 90%-dən çoxunun ölçüsü 2 mkm-dən kiçikdir. Bu iki göstəriciyə görə metaltökmə sexlərinin işçi zonalarında tozun buraxılan qatılıq həddi (BQH) adətən 6- 8 mq/m³ təşkil edir (18).

Tökmə sexində zərərli qatışıqların ayrılması əsasən qəlib hazırlama və qəlibdən çıxarılma əməliyyatları ilə əlaqədardır (cədv. 2.14). Kvars tərkibli yüksək tozluqlu istehsalat şəraitində işləmək insanlarda toz mənşəli peşə xəstəliklərinin (bronxit, silikoz, pnevmokoniz) yaranmasına gətirib çıxarır (19).

Cədvəl 2.14

Polad istehsalı sexlərində tozların ayrılması

Texnoloji proses və avadanlıq	Tozun ayrılması	
	<i>Emal edilən materiala, q/kq</i>	<i>İşləyən avadanlığa, kq/s</i>
1	2	3
<i>Qəlib və içlik materiallarının nəqli</i>		
<i>İlkin materialların yüklənməsi boşaldırması</i>		
Dənəvər materiallar	0,9 – 1,4	2,7 – 4,3
Ovuntu materiallar	2,0 – 4,2	6,1 – 9,3
Yanmış torpaq	6,0 – 10,0	1,9 – 3,1
Konveyerdə səpilməsi:		
Dənəvər materiallar	0,6 – 0,8	1,8 – 2,1

Ovuntu materiallar	1,3 – 1,5	4,0 – 4,6
Yanmış torpaq	0,4 – 0,6	1,2 – 1,5
<i>Bağlı konveyer, qıdanlandırıcı və dozatorların yerli sorulması</i>		
Dənəvər materiallar	0,3 – 0,5	1,0 – 1,5
Ovuntu materiallar	0,4 – 1,1	2,6 – 3,2
Ovuntu materiallar	0,4 – 1,1	2,6 – 3,2
Yanmış torpaq	0,2 – 0,3	4,0 – 8,0
Qəlib və içlik materialların qurudulması		
Üfüqi barabanlı quruducu:		
Qum üçün	0,3 – 0,7	3,0 – 7,0
Gil üçün	2,0 – 3,0	6,0 – 10,0
Qum qurutma qurğusu:		
İsti qazlar axınında	1,8 – 2,4	7,0 – 9,0
Qaynayan qatda	1,2 – 1,4	12,0 – 14,0
Şaquli	0,5 – 1,0	1,1 – 2,1
Materialların üyüdülməsi (qum, gil, kömür)		
Məhsuldarlığı 1 t/s-dək kürəli dəyirmanlar	4,0 – 10,0	2,0 – 4,0
Məhsuldarlığı 2 t/s-dək çəkicli dəyirman	6,0 – 8,0	12,0 – 15,0
Məhsuldarlığı 5 t/s-dək çəkicli dəyirman	4,0 – 5,0	20,0 – 25,0
Qatışıqların hazırlanması		
Ələk		
Vibrasiyalı	3,0 – 5,0	12,0 – 15,0
Müstəvi – mexaniki	6,0 – 7,0	21,0 – 24,0
Barabanlı (çoxüzürlü və silindrik)	2,0 – 3,0	13,0 – 17,0
Qarışdırıcılar:		
Şaquli hərəkətli qaçağanlar (məhs. 50 t/s);	0,4 – 1,0	20,0 – 25,0
Nimçəli qaçağanlar (məhs. 20 t/s)	0,6 – 1,2	15,0 – 25,0
Üyüdücülər	0,2 – 0,6	4,0 – 8,0
Qəlib qarışığı bunkerləri	-	30,0 – 36,0
Qəlib və içliklərin dağıdılması		
Opokların qəfəsdən hündürlüyü 1 m-dək asma vibratorda	0,8 – 1,0	12,0 – 16,0
Yükqaldırması 2 t-dək ekssentrik qəfəslər	3,5 – 6,0	8,6 – 11,0
Yükqaldırılması 10 t-dək ətalətli vurucu qəfəslər	6,2 – 10,0	22,0 – 25,0
Yükqaldırılması 30 t-dək ətalətli zərbəli-vurucu qəfəslər	14,0 – 22,0	100-dək

Qazayırılmanın hesabat metodu texnoloji prosesin qəlibin qutuya tökülməsi, içliyin (qəlibin) bərkiməsi və qarışdırıcının məhsuldarlığı; içliyin (qəlibin) açıq səthinin sahəsi ilə müəyyən edilir (29).

Yəni, qazayırılma (18):

- qarışığın qutuya doldurulması zamanı :

$$Q_1 = q_{1f} \cdot p \cdot t_1,$$

burada q_{1f} - qutu qarışıqla doldurulma zaman xüsusi qazayırılma, mq/kq·dəq;

p – qarışdırıcının məhsuldarlığı, kq/saat;

t_1 - qutunun doldurulma vaxtı, saat.

- bərkimə vaxtı: $Q_2 = q_{2f} \cdot s \cdot t_2$,

burada q_{2f} - bərkimə vaxtı xüsusi qazayırılma, mq/dm³·saat

t_2 - bərkimə vaxtı, saat;

s- içliyin (qəlibin) açıq səthinin sahəsi, dm².

$$S = 1,185^2 \sqrt{p_i^2},$$

p_i – bərkimə zonasında eyni zamanda yerləşən içliklərin (qəliblərin) açıq səthinin perimetridir.

Cədvəl 2.15-də polad istehsalı zamanı ayrılan əsas konseragen maddələr göstərilmişdir. Həmin maddələrin miqdarı işçi sahələrin havasında BQH-dən çox olduqda insan orqanizminə çox pis təsir göstərir (19).

Cədvəl 2.15

Toksiki maddələrin çeşidi

Bitşdiricilər	Əsas zərərli maddələr		
Növ, sinif	Əsas markaları	Qəlib və içliklərin hazırlanması vaxtı	Qəliblərin tökülməsi, soyuması və dağıdılması vaxtı
Yağsız	KO, YKC -1, P, CKT –II, LCT	Akropein, metanol, formaldehid, furfuro, fenol	Karbon oksidi, kükürd oksidləri, karbohidrogenlər
Fenolformaldehydli	Fenolspirt, CF – 015, CF – 011, CF – 262, CF – 480	Metanol, formaldehid, fenol, furfuro, furil spirti	Karbon oksidi, ammonyak, aseton, metanol, benzol, karbohidrogen, sianidlər, kükürd anhidridi
Fenolfuranlı	AA-1A	Ammonyak, aseton, metanol	Karbon oksidi, metanol, formaldehid, furfuro
Karbamid formaldehid	V-19-62 ERCV-3	Metanol, formaldehid, ammonyak	Kükürd anhidridi, karbon oksidi, metanol, formaldehid, karbohidrogenlər, ammonyak, sianidlər
Karbamid-furanlı	Furitol -107, KF-90, BS – 40, UKS, KF-MT	Metanol, formaldehid, furfuro, furil spirti	Karbon oksidi, metanol formaldehid, karbohidrogenlər, ammonyak, sianidlər, azot oksidləri, furfuro, furil

			spirti
Fenolkar-bamid	TOL, FML, SF -411, FPR	Metanol, formaldehid, fenol	Karbon oksidi, metanol formaldehid, fenol

Poladəritmədə kanserogen maddələr. Toksik maddələr müxtəlif orqanların xərçənginə səbəb olanlardır. Cədvəl 2.16-da zərərli maddələrin toksikoloji xassələri verilmişdir (19).

Cədvəl 2.16

Zərərli maddələrin zəhərlilik göstəriciləri

Maddə	QBH, mq/m ³	Təhlükəlilik sinfi	Zəhərliliyin təsir xarakteri
1	2	3	4
Azot oksidləri (NO ₂ hesabı ilə)	2,0	2	Nəfəs yollarına qıcıqlandırıcı və yandırıcı təsir edir
Akrolein	0,2	2	Selikli qışaya güclü qıcıqlandırıcı təsir edir
Ammonyak	0,2	4	Qıcıqlandırıcı təsir göstərir
Benzol	5,0	2	Narkotik təsir göstərir, xroniki zəhərlənmə isə ölümə nəticələnə bilər
Metanol	5,0	3	Kumulyativ təsirli güclü zəhərdir, nəfəs yolları və gözlərin selikli qışasına güclü təsir göstərir
Kükürd anhidridi	10,0	3	Nəfəs yollarına güclü dağıdıcı təsir göstərir
Karbon oksidi	20,0	4	Qanda oksigenə qəbulundan oksigeni sıxışdırır, onun hüceyrələr və ciyərlərə gətməsinə mane olur, qanda oksigenin miqdarını azaldır, boğulmağa səbəb olur.
Fenol	0,3	2	Güclü zəhərdir, dəridən orqanizmə sorula bilər
Formaldehid	0,5	2	Selikli qışaya təsir edir
1	2	3	4
Fosfor anhidridi	1,0	2	Selikli qışaya qıcıqlandırıcı təsir göstərir
Furil spirti	0,5	2	Nəfəs yollarına, mərkəzi əsəb sisteminə dağıdıcı təsir göstərir, bədən temperaturunu azaldır, baş gicəllənmə və ürək bulanmaya səbəb olur.
Furfurol	10,0	3	İflicə səbəb olan zəhərdir
Sianid (HCN hesabı ilə)	0,3	2	Boğulmaya səbəb olur

İnsanlar arasında ciyər xərçəngi xəstəliklərinin aşkar edilməsinə dair tədqiqatlar aparılmış və təyin olunmuşdur ki, xərçənglə xəstələnmə təhlükəsinə daha çox çuquntökmə sexlərinin işçiləri xüsuilə fəhlələr məruz qalırlar.

Benzopirenin insan orqanizminə düşməsinin müşahidəsi göstərmişdir ki, bu əsasən insanın bütün ömür müddətində bir neçə on milliqram təşkil edir. Benzopirenin çuqun tökmə istehsalında mənbələri bunlardır: üzvi bitişdiricilər; sənaye yağları (cədv. 2.17) (19).

Cədvəl 2.17

Benzopirenin tökmə bitişdiricilərində miqdarı

№	Adı	Markası	Benzopirenin miqdarı mq/q·10⁻⁵
1	Qatran	CF 015 KF-90 KF, KO	0,39 25 104
2	Təbii əlif	---	13
3	Maşın yağı	M37	322

Cədvəldən görünür ki, karbohidrogenlər insan həyatı üçün təhlükəli maddələrdir, onlardan biri neft emalı məhsullarıdır. Bunlar tökmə sexinin müxtəlif sahələrində, əsasən əritmə, qəlibləmə, maye metalın tökülməsi və pəstahların təmizlənməsi proseslərində ayrılırlar.

Metaltökmə sexinin işçi zonasının havasında benzopirenin miqdarının təhlili aparılmışdır. Cədvəl 2.18-də belə maddələrin buraxılan qatılıqları verilir (28).

Cədvəl 2.18

Poladtökmə sexinin işçi zonasının havasında benzopirenin miqdarı

Metaltökmə sexinin şöbələri	Benzopirenin miqdarı, ×10⁵ mq/m³
1	2
Əritmə: - vaqrankalar - induksiya sobaları (yonqar istifadəsilə)	1,4 43
Adi əritmə: - qövs sobası - qəlibə metaltökmə	6 10-12
Qəliblərin dağılması: - içliyin olmayan töküklər - içlikli	1-5 40-160

İçlik hazırlanma:	
- isti qutularla	1-5
- KO bitişdirilə	60
Qarışıq hazırlama:	3

Qeyri-üzvi təhlükəli maddələr – xrom, manqan, nikel- dəmir və karbon ərintilərini əritdikdə və mexaniki emal proseslərində ayrılabilir. Cədvəl 2.19-da belə maddələrin buraxılan qatılıqları verilir (28).

Cədvəl 2.19

Qeyri üzvi maddələrin buraxıla bilən qatılıq həddləri

Maddə	BQH, mq/m ³
MnO	0,3
Mn, aerosol	0,05 (0,001)
Ni	0,05 (0,001)
Cr (VI), aerosol	0,00015 (0,00015)
Cr ₂ O ₃	1,0

Tökmə sexləri üçün qarışıq və qaliblər hazırlanma prosesində zərərli tullantılar. Qalib və içlik materialları tələb olunan standartlara uyğun dövlət sınaqlarından keçirilir. Laboratoriya tədqiqatları daha dəqiq hesab olunur. Soyuq bərkiyən qarışıqlardan qazayırılmasına dair məlumatlar cədv. 2.20-də verilmişdir (25).

Cədvəl 2.20

SBQ bərkiməsi vaxtı qazayırılmanın sürəti, mq/kq·dəq

Maddə	Qətranın markası		
	OF-1	FF-1F	BS-40
Fenol	0,016/0,012	0,012/0,011	-
Furfurol	-	0,022/0,11	0,012/0,004
Aseton	6,900/2,420	-	-

2.4. Bakı Polad Şirkətində yaranan posaların tərkibi və xassələri

“Baku Steel Company” -də əmələ gələn toksiki sənaye tullantılarından biri də poladəritmə posalarıdır. Müəssisə təkrar metal emal edərək, çeşidli polad məmulatlarının istehsalı ilə məşğul olur. İstehsalatda il ərzində 40-50 min ton bərk

tullantı - posa əmələ gəlir və onun təqribən 20%-i təkrar poladəritmə prosesində istifadə edilir (2).

Zavodda posa ərintisi xüsusi hazırlanmış sahələrə buraxılır, orada tədricən soyuma prosesi gedir, sonda is termoxırdalanmağa məruz qalır. Poladəritmə posalarının tərkibində dəmir oksidlərinin kütlə payı təqribən $20 \pm 30\%$ olur. Təkrar istismar olunan posalarda dəmir oksidlərinin ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$) kütlə payı 27%-ə qədər arta bilər (6).

Şirkətdə alınan posaların tərkiblərini müəyyən etmək üçün 1 kq-a qədər termoxırdalanmış posa nümunələri götürülmüş və küreli dəyirməndə ölçüsü 5-10 mkm olan formada əzildikdən sonra maqnit vasitəsi ilə sərbəst metaldan azad olunmuşdur.

Bu prosesin ardınca 500 qrama yaxın, diqqətlə qarışdırılmış posa tozundan hərəsi 1 qram olmaqla 3 nümunə götürülmüş və xlorid və nitrat turşularının qarışığında (1:1) zəif qızdırılmaqla həll edilmişdir. 24 saat stabil saxlanmış və atom absorpsiya analizi metodu ilə kimyəvi tərkib müəyyən edilmişdir. Həmin tərkiblər (oksidlərə hesablanmış şəkildə) cədvəl 2.21-də qeyd olunur (30).

Cədvəl 2.21

Bakı Polad Şirkətinin poladəritmə posasının tərkibi

Posa	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	FeO+Fe ₂ O ₃
Kütlə, %	45	20	2	12	2	19

Cədvəldə qeyd olunan n analiz nəticələrinə görə, bu posanın əsaslılıq modulu $K = (\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO} + \text{Al}_2\text{O}_3)$ formulu ilə hesabladıqda təqribi 3-ə bərabərdir. Müqayisə üçün qeyd edək ki, domna posaları üçün əsaslılıq modulunun $K = 1,1 \div 1,3$ intervalında olması daha xarakterikdir.

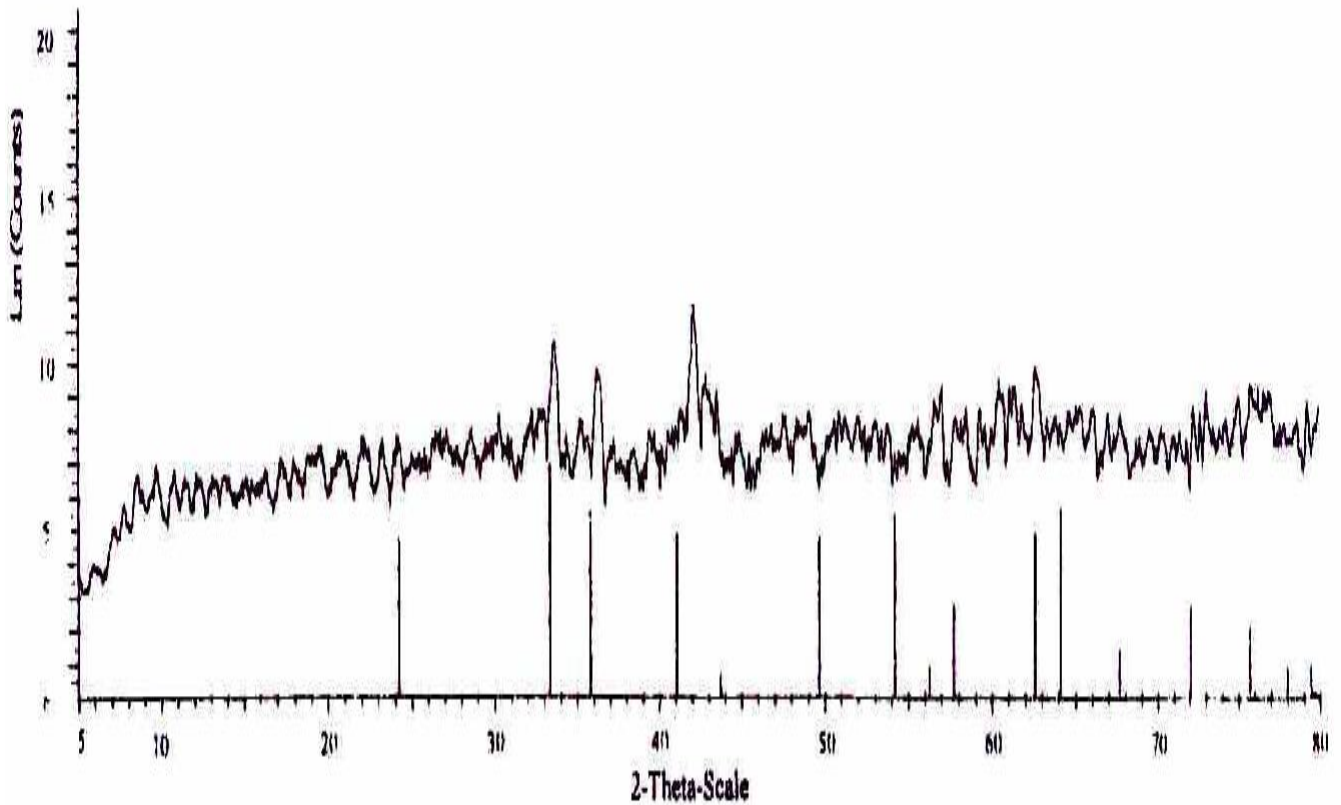
Poladəritmə posalarının fiziki-kimyəvi xassələri, utilizasiya texnologiyası onların mineroloji tərkibindən asılıdır. Posaların faza tərkibini təyin etməkdən ötəri əzilmiş posa tozundan 2 qram götürüb aqat həvəngdəstədə təkrar əzilmiş və dəşiklərinin ölçüləri 0,63 mkn olan ələkdən keçirilmişdir (15).

Sonra narın fraksiyadan təqribən 1 qram götürülərək Broker firmasının istehsalı olan XRDD8 rentgen analizi cihazında monoxromatik CuK_α şüalarının köməyi ilə posanın difraktoqramı çəkilmişdir (**şəkil 2.1**).

Şəkildə göstərildiyi kimi, havada tədricən soyuyan posada bəzi fazalar kristallaşmağa imkan tapır. Difraktoqramda təyin edilmiş rentgen reflekslər cihazın elektron yaddaşı bazasında olan rentgen məlumatlarla tutuşdurulmaqla posanın mineral tərkibi təkil olunmuşdur.

Araşdırmalar əsasən təyin olunmuşdur ki, posanın tərkibində sərbəst dəmir oksidləri, iki kalsiumlu silikat, iki kalsiumlu ferrit, az miqdar braunmillerit, spinel, dəmirli qelenit fazaları mövcuddur. Poladəritmə prosesində birinci posadan təkrar istifadə etdikdə onun tərkibi dəyişməklə yanaşı özlülüyü də çoxalır və belə olduqda posanın tərkibində metallik hissəciklər qalır. Sərbəst metaların miqdarı poladəritmə posalarında 8%-ə qədər ola bilər (26).

Həmin metaln çıxarılması filizdən ilkin metalın alınmasından ucuz başa gəlir. Başqa səbəb isə, yüksək əsaslılıq moduluna malik belə posalar sementklinkerinin bişirilməsi üçün kefiyyətli xammal ola bilər. Sement klinkeri bişirən zavodlara verilməmişdən əvvəl posanın tərkibində olan sərbəst metal çıxarılmalıdır. Belə olmadığı halda, posalardan ənənəvi sement bişirmə zavodlarında istifadə etmək mümkün deyil.



Şəkil 2.1. Bakı Polad Şirkətinin poladəritmə posasının difraktoqramı

Poladəritmə posalardan metal hissəciklərin çıxarılması iki variantda: posaların bərk və maye halda emal edilməsi ilə baş verir. Metalların bərk posalardan ayrılması əsasən iki mərhələdə aparılır. İlk mərhələdə soyumuş və termoxırdalanmış posadan iri metal hissəciklər güclü elektromaqnitlər vasitəsilə ayrılır (26).

Digər mərhələdə bərk posalar ağır çəkilərlə döyülərək daha çox xırdalanır, maqnit separatorundan keçirilərk sərbəst halda olan metal zərrəciklərindən tamamilə ayrılır və sonra texiki göstəriciləri imkan verərsə sement klinkeri istehsalı üçün və ya digər məqsədlər (yol tikintisində, kənd təsərrüfatında istifadə) üçün təklif edilir. İstehsal gücü az olan poladəritmə zavodlarında posalar metallik qutulara yığılır və mərkəzi mexaniki emal sexlərinə göndərilir.

Bir çox poladəritmə zavodlarında posalardan metalın ayrılmasının ikinci mərhələsi həyata keçirilmir və elə buna görə də (8%-ə qədər) metal itkisinə müəyyən qədər yol verilir. Posalardan metalın ayrılması böyük iqtisad ifayda verir (15).

Səmərə verdiyinə görə, posadan metalın ayrılmasına çəkilən xərc metal lomlarının təkrar əridilməsinə çəkilən xərcdən 30-40% aşağı olur. Poladəritmə posalarından sərbəst halda olan metalların maye halda çıxarılması texnoloji nöqtəyi nəzərdən daha əlverişlidir.

Elə bu səbəbdən, belə metodla posa metaldan demək olar ki, tam təmizlənir. Nə qədər çox təmizlənsədə, bu üsul artıq enerji tutumlu və ekoloji təmiz olmayan proses olduğundan hələlik sənaye miqyasında az tətbiq edilir. Poladəritmə posalarının maye halda emalı onların su, buxar və havanın təsiri ilə müxtəlif ölçülü posa çınqılların alınması ilə yekunlaşır. Bu prosesdə yaranan posa-çınqıllarının tərkibində kiçik ölçülü dəmir hissəcikləri qala bilər (26).

Ona görə də belə posa çınqıllar adətən çuqun istehsal edən müəssisələrə, domna sobaları üçün posa əmələgətirici şixtaların hazırlanması üçün posa əmələgətirici şixtlərin hazırlanması üçün göndərilir. Sement istehsalında posanın gil əvəzi istifadəsinin mənfi cəhəti onun çətin üyüdülməsi, şlamın duzlaşmış olması, şixtənin reaksiya qabiliyyətini bir qədər aşağı düşməsidir.

Asan üyüdülmədiyini bilərək, posanın daha iri formasından istifadə edirlər. Sement sobalarında temperatur çox olur, klinker bişirmə prosesi uzun müddətli olduğundan posanın kiçik ölçülü hissəcikləri də reaksiyaya girməyə imkan tapır.

Elektropolarəritmə posalarının tərkibində çoxlu sayda dəmir oksidləri olur. Bu oksidlər sement istehsalında katalizator rolu oynayır və nəticədə klinkerin əmələgəlməsini asanlaşdırır. Elə buna görə də, poladəritmə posaları sement istehsalında dəmir mənbəyi kimi də dəyərləndirilir.

Belə olanda, klinker əmələgəlmə prosesi xeyli sürətlənir. Əmələ gələn sementin normativ xassələrinin müşahidəsi göstərir ki, sement şixtəsinə dəmirli komponent kimi elektropoladəritmə posası qatmaq olar (22).

Amma məlumdur ki, sement klinkerində dəmir oksidlərinin miqdarının müəyyən həddən çox olmasına icazə verilmir. Digər səbəb isə, poladəritmə posalarının yapışdırıcılıq xassəsi domna və vaqran posalarının yapışdırıcılıq xassəsi domna və

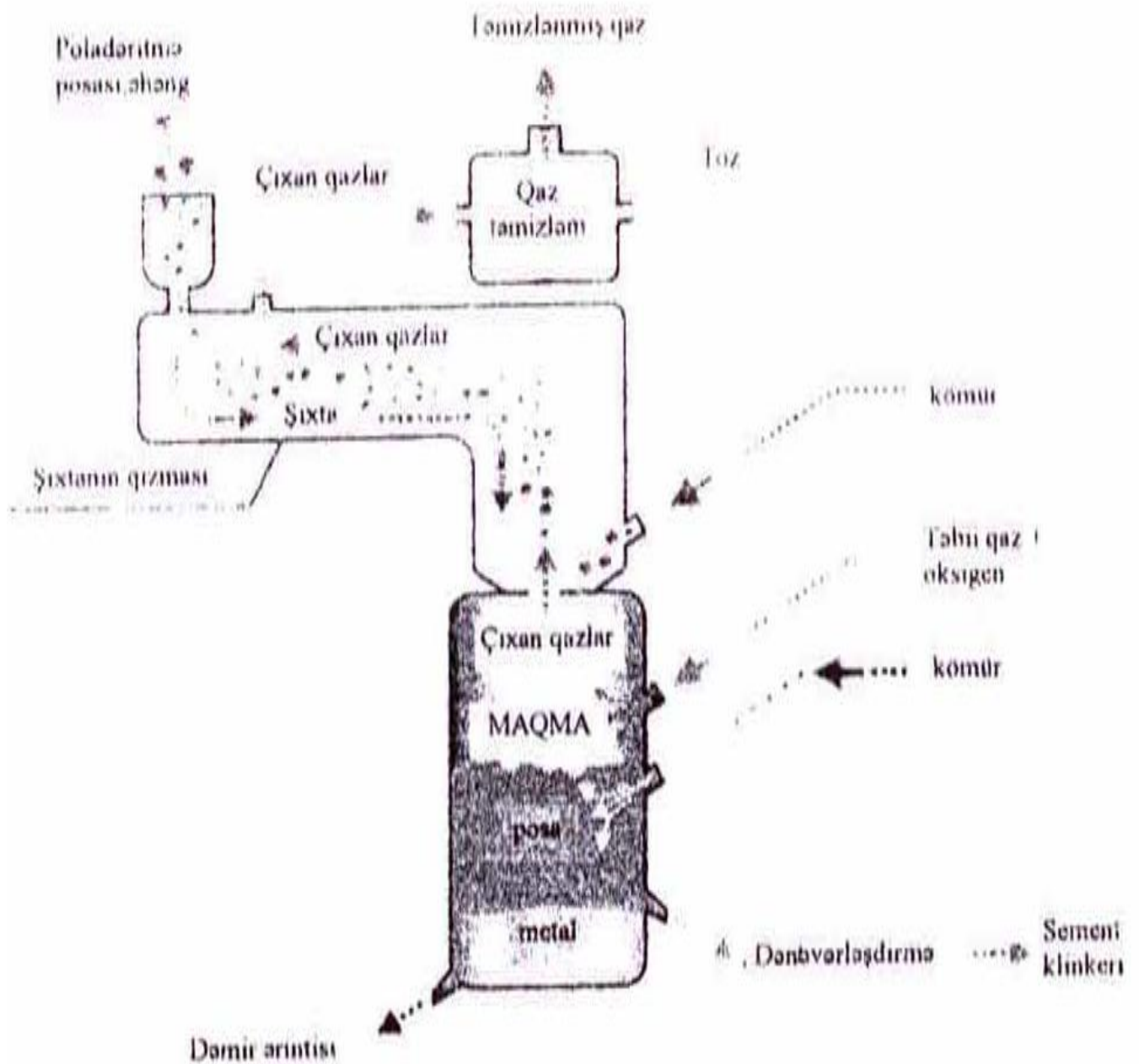
vaqran posaların yapışdırıcılığına nisbətən zəifdir, ona görə də onların sement istehsalında istifadəsi də nəzərə çarpacaq dərəcədə aşağıdır. (16,26).

Belə olduğu halda , qara metallurgiya zavodlarının posa poliqonlarında 100 min tonlarla posa tullantıları yığılıb qalmışdır. Yüksək əsaslı poladəritmə posalarından birbaşa sement klinkeri bişirmək mümkündür. Bu məqsədlə “MAQMA” adlanan qurğu (**şəkil 2.2**) yaradılmışdır (16).

Bunun iş prinsipi əhəng və digər reagentlər əlavə etməklə poladəritmə posanın tərkibini sement klinkerinin tərkibinə uyğunlaşdırmaq, posanın tərkibindəki çox miqdar dəmir oksidlərini (~20%) kömürlə reduksiya etməkdən ibarətdir.

Poladəritmə posasına əlavə olunan digər rentgenlər, kömür və iş rejimi elə tənzimlənir ki, sonda sobada ərimiş metal üzərində yığılmış mineral kütlənin kimyəvi və mineraloji tərkibi ənənəvi sement zavodlarında bişirilən sement klinkerlərinin kimyəvi və mineroloji tərkibinə uyğun olsun.

“MAQMA” qurğusunda tərkibi poladəritmə posaları əsasında bişirilən sement klinkerinin tərkibi ənənəvi sement zavodlarında bişirilən sement klinkeri müqaisəsi **cədvəl 2.22**-də verilmişdir (16).



Şəkil 2.2. “MAQMA” qurğusunda poladəritmə posalarından sement klinkerinin alınması sxemi

Cədvəl 2.22

“MAQMA” qurğusunda alınmış sement klinkerlərinin tərkibi

Adı	Tərkibi,%							
	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	Sərb. Fe	SO ₃
Oksidləşmiş poladəritmə posası	40-45	1,5-3	15-19	1,5-2,5	18-25	4-7	4-6	-
“MAQMA”da qismən reduksiya olunmuş posa ərintisi	61,7-63	1,8-3,7	18-24	1,8-3,1	4,5-5,2	2,5-4	-	-
Ənənəvi sement klinkeri	60-70	3-8	17-25	2,5-5	4-5	-	-	-

Poladəritmə posasının tərkibində asılı olaraq “MAQMA” qurğusunun məhsuldarlığı ildə 250-300 min tondur. Qurğuda hər ton poladəritmə posasına görə 800 kq sement klinkeri ərintisi və 250 kq dəmir xəlitəsi yaranır. İstifadə edilən poladəritmə posaları əvvəllər ərimiş kütlə olduğundan onun təkrar əridilməsinə az enerji istifadə olunur.

Eyni zamanda, posadan metal zərrəciklərinə prosesə qədər çıxarılmasına ehtiyac olmur, nəticədə əlavə təmiz metal əldə olunur, bu zaman “MAQMA”-qurğusundan alınan sement klinkerinin maye dəyəri aşağı düşür, təbii mineral ehtiyatlardan istifadə etməklə sement bişirmə prosesinə nəzərən atmosfərə atılan qaz-toz qarışığı, o cümlədən CO₂ qazının miqdarı əsaslı sürətdə azalır, nəzərə çarpacaq dərəcədə iqtisadi fayda olur.

Amma əsas üstün cəhət poladəritmə zavodlarının posa tullantıları ilə ətraf təbii mühitin çirklənməsinin qarşısının alınmasıdır. **Cədvəl 2.23**-də alınma üsulundan asılı olaraq sement klinkerinin ənənəvi üsulla və “MAQMA” qurğusunda istehsalının əsas göstəricilər verilmişdir (16).

Aşağıda xüsusi cədvəldə qeyd olunduğu kimi, MAQMA qurğusundan istifadə etməklə poladəritmə posasından sement klinkerinin alınması iqtisadi və ekoloji baxımdan çox əlverişlidir. Deməli, Bakı Polad Şirkəti və paytaxtın başqa poladəritmə zavodlarının posaları MAQMA qurğusundan istifadə edilməklə ətraf təbii mühit üçün səmərəli olar.

Cədvəl 2.23

MAQMA qurğusunda istehsal olunmuş sement klinkerinin keyfiyyət göstəriciləri

İstehsal üsulu	Əsas xammal	Məhsul	1 ton sement klinkerinə görə sərf				
			Əhəng, kq	Təbii qaz, m ³	Kömür, kq	Çıxan qazların həcmi, kq	Çıxan CO ₂ qazı, kq
Ənənəvi üsulda	Təbii gil, əhəng	Sement klinkeri	1150-1851	82-96	-	1500- 1700	720- 840
MAQMA qurğusunda	Posa	Sement klinkeri, dəmir xəlitəsi	50-57	60-70	70-110	520-930	290- 615

FƏSİL 3. ZƏRƏRLİ TULLANTILARIN AZALDILMASI TƏDBİRLƏRİNİN EKOLOJİ QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

3.1. Bakı Polad Şirkətində metallaşdırılmış diyircəklərin istifadəsi

Elektrik qövs sobalarında poladın əridilməsində ənənəvi olaraq aşağıdakı metal tullantılarından istifadə olunur (2,7):

- metallurgiya müəsisələrində birbaşa əmələ gələn ağır kütləli linglər;
- maşınqayırma müəsisələrinin ling və yonqarları;
- amortizasiya mənşəli yüngül kütləli linglər.

Nisbətən daha ağır və keyfiyyətli linglər metallurgiya müəsisələrinin tullantıları hesab olunur. Belə lingin səpilmə sıxlığı $1,5 \text{ t/m}^3$ -dur, onun tərkibində əlvan metal və qeyri-metal aşqarlar praktiki olaraq yoxdur, kimyəvi tərkibi məlum və stabildir.

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

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

Elektrik qövs sobalarında əritmədə keyfiyyətli lomun qıtlığı, əridilən poladın keyfiyyətinə yüksək tələblərin qoyulması alternativ metallik şixtənin növlərindən istifadə məsələsinin gündəmə gətirir. Belə metallik materiallara metallaşdırılmış diyircəklər və isti briketləşdirilmiş dəmir aid etmək olar (16,26).

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

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

Metallaşdırılmış xammal istifadə etdikdə karbonun miqdarının yüksəldilməsi üçün çuqun, koks və elektrod qırıntılarından istifadə edilir. Şixtənin çuqun komponentinə qoyulan əsas tələb fosforun və kükürdün miqdarının aşağı olmasıdır. Odur ki, çuqunla maye vannaya gətirilən fosforun miqdarının minimuma çatdırılması üçün kiçik sobalarda əritmədə çuqunun miqdarı şixtənin 10%-dən, yüksək tutumlu sobalar üçün isə 25%-dan çox olmamalıdır (16,27).

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

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

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

Bu istiqamətdə “Baku Steel Company MMC”-də metallaşdırılmış dəmir diyircəklərdən istifadə edilməsi üzrə sınaq işləri aparılır (4). Metallaşdırılmış dəmir diyircəklərin kimyəvi tərkibi cədvəl 3.1-də verilmişdir. Şixtə materialların tərkibi və yüklənmə qaydası cədvəl 3.2, alınan ərintilərin tərkibləri cədvəl 3.3-də, armaturların mexaniki xassələri isə cədvəl 3.4-də təqdim olunmuşdur (30).

Müasir zamanda şixtə kimi dəmir filizlərinin bilavasitə bərpa məhsulları olan metallaşdırılmış diyircəklər və məsaməli dəmirdən daha çox istifadə olunur. Məlumdur

ki, bərpa edilmiş dəmirin alınma texnoloji prosesində məhsulun, yəni məsaməli dəmirin əsasən iki növü alınır.

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

Dəmirin filizdən birbaşa domna prosesindən yan keçərək sənaye istehsalı (DRİ prosesi) 1970-ci illərdə yaranmış və 1980-ci illərdən geniş yayılmışdır. İstifadə edilən proseslərdən ən dinamik yayılmışı Midrex (ABŞ) kompaniyasının texnoloji prosesidir. 2007-ci ildə Midrex texnologiyası ilə 40 mln.tonadək DRİ və ya dünya istehsalının 60%-i qədər metal istehsal olunmuşdur (2,7).

Metallurgiyada digər aparıcı istehsalçılar aşağıdakılardır: Mobaraken Steel (İran İslam Respublikası - 4 mln.t), Essar Steel (Hindistan - 3,82 mln.t), Hadeed (Saudiyyə Ərəbistanı - 3,21 mln.t), EZDK (Misir - 2,32 mln.t), Qatar Steel (Qatar - 1,9 mln.t), LISCO (Liviya - 1,75 mln.t). MDB ölkələrindən Rusiyada 2007-ci ildə 1,4 mln.t gücü olan Lebedinski Polad İstehsalı Kombinatı işə salınmışdır. Birbaşa bərpa edilmiş dəmir əsasən elektrik metallurgiyasında istifadə edilir (4,30).

1991-ci ildə dünyada təxminən 20 mln.t DRİ istehsal edilmiş və poladın istehsalı 40 mln.t, 2007-ci ildə bu rəqəmlər müvafiq olaraq 70 və 420mln ton təşkil etmişdir. 2011-ci ildə DRİ-ni ən çox istehsal edən ölkələr sırasında Hindistan - 19, Venesuela - 7,7, İran - 7,4 və Meksika - 6,3mln.t-la yer almışdır.

Bu dörd ölkənin payına hazırda DRİ dünya istehsalının 50%-i, son illərdə isə Hindistanın artan gücünün hesabına 60%-i düşür. 2007-ci ildə metaltutumlu materiallara dünya üzrə tələbat 1,4 milyard ton olmuş və proqnozlara görə 2017-ci ildə bu rəqəm 2 milyard tona, yəni 600 million ton artacaqdır (30).

DRİ-nin təxmini tərkibi cədvəl 3.1-də verilir.

Cədvəl 3.1

Metallaşdırılmış dəmir diyircəklərin kimyəvi tərkibi, %

Elementlər	Elementin miqdarı	Elementlər və	Elementin miqdarı	Elementlər	Elementin miqdarı
------------	-------------------	---------------	-------------------	------------	-------------------

		oksidlər			
Fe (üm)	90.5	MgO	0.3	Sn	0.002
Fe (met)	87.0	MnO	0.3	Pb	0.001
C	1.7	S	0.004	Ti	0.020
SiO ₂	3.9	P	0.011	Sb	1 x 10 ⁻³
CaO	2.0	Cu	0.006	As	1 x 10 ⁻³
Al ₂ O ₃	0.3	Zn	0.002	-	-

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

Əritmə texnologiyasının xüsusiyyətləri belədir: (30):

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

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

Məlumdur ki, metallaşdırılmış dəmir diyircəklər tavanda hazırlanmış məxsusi deşikdən avtomatik sistemin köməyi ilə elektrik qövsləri zonasına yüklənir. Yükləmə və ərimə mərhələləri oksidləşdirilmə mərhələsi ilə birləşdirilir. Beləliklə, karbonun fasiləsiz oksidləşdirilməsi (vannanın qaynaması) həyata keçirilir. Metalın qaynamasını təmin etmək üçün DRİ-nin metallaşdırılma dərəcəsi 90-97% arasında olmalıdır (2,7).

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

Metallaşdırılmış dəmir diyircəklərin tərkibində az miqdarda bərpa olunmamış dəmir oksidləri, SiO_2 və Al_2O_3 -dən ibarət olan boş süxurlar da olur. Boş süxurların miqdarı DRİ-nin kütləsinin 3-7%-dən çox olmamalıdır. Turş xassəli boş süxurun posalaşdırılması üçün əridici sobaya əhəng yüklənir (2).

Zavodda əritmə prosesi şixtənin kütləsinin 30-40%-ni təşkil edən polad lomunun sobaya yüklənməsi ilə başlayır. Həmin miqdar bir neçə badya ilə yüklənir. DRİ-nin yüklənmə sürəti sobaya verilən elektrik gücü ilə eyni olmalıdır. Uyğunlaşdırılması üçün vannanın temperaturu metalın ərimə temperaturundan 30-40 dərəcə artıq olmalıdır (7).

Buna səbəb temperatur göstəriləndən az olsa, ərimə prosesinin müddəti uzanır. Başqa səbəb isə, metalın qarışdırılması DRİ-nin əriməsini artırır, vannanın qazsızlaşdırılmasını və dövrün qurtaracağında metalda tələb olunan tərkibi təşkil edir. Vannanın qaynamasının təmin olunması üçün metallaşdırılmış xammalın tərkibində müəyyən miqdarda karbon mütləqdir. (26).

Karbonun miqdarı lazımı qədər olmadıqda metalın qaynaması üçün vannaya karbürizator üfürülür. DRİ-nin tərkibində kükürdün və fosforun miqdarı az olduğundan posanın əsasiliyi adi şixtənin əridilməsinə nisbətən aşağı olma ehtimalı yüksəkdir. ($B=1.5-2.0$) (27).

Cədvəl 3.2

Şixtə materialların tərkibi və yüklənmə qaydası

Əritmə nömrəsi	Yüklən. material	Şixtə materialların tərkibi, ton							Cəmi yüklənən şixtənin çəkisi, ton	Alınan ərintinin çəkisi, ton	Sağlam metal çıxımı, %
		Təkrar emal	Badyanın nömrəsi								
			1	2	3	4	5	6			
	Şixtə	6.3	16	1	10	9.4	7.3	6.	62.2	49.9+4t	87

58298				3				2		sobada saxlanılıb	
	Diyircək	-	-	5	2.8	3.9	-	-			
58301	Şixtə	-	16	14	9.1	9.3	9.6	-	57.7	52.6	90
	Diyircək	-	-	-	-	-	8.1	-			

Cədvəl 3.3

Əritmələrin və alınmış armaturun kimyəvi tərkibləri, %

Əritmənin nömrəsi	Fe	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
58298	98.14	0.20	0.75	0.17	0.009	0.040	0.059	0.093	0.184
58301	97.98	0.24	0.74	0.18	0.013	0.037	0.080	0.111	0.188
At400C ГОСТ 10884-94	Əsası	<0.24	0.5-1.5	<0.65	0.04	0.04	<0.3	<0.3	<0.3

Cədvəl 3.4

Armaturun mexaniki xassələri

Əritmənin nömrəsi	Yayılan profil	Möhkəmlik həddi, N/mm ²	Axıcılıq həddi, N/mm ²	Nisbi uzanma δ, %	1 m profilin çəkisi, kq	Soyuq halda 90° əyilməsi
58298	14	626	539	23.5	1.216	Kafi
58301	12	638	536	24.7	0.852	Kafi
ГОСТ 10884-94	14 12	560-730	440-620	> 16	1.21 0.888	

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

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

ölkələrdə poladın əridilməsində istifadə olunan polad qırıntısı və tullantıların mənbələri demək olar ki yoxdur. Deməli, bu məqsədlə digər yəni alternativ materialların istismarı getdikcə artır. Bu materiallara metallaşdırılmış diyircəklər (DRI) və isti briketləşdirilmiş dəmir (HBI) aiddir (26,27).

Deməli, “Baku Steel Company” MMC-nin polad istehsalı zavodunda müşahidə edilən sınaq əritmələrin ilk nəticələri göstərmişdir ki, şixtə materiallarının tərkibində şixtənin ümumi kütləsinin 25-30%-ni təşkil edən metallaşdırılmış diyircəklərdən istifadə əritmənin texnoloji prosesini dəyişməyərək standart uyğun olan polad və məmulatların istehsalına imkan verir. Daha düzgün nəticələrin alınması üçün Bakı Polad Şirkətində tədqiqatlar davam etdirilir.

3.2. Polad pəstahlar istehsalında mütərəqqi texnologiyalar

Faktdır ki, fasiləsiz tökmə pəstahların forma əmələgətirməsi prosesinin sənaye üsulu kimi mahiyyətcə polad istehsalı və tökülməsi sistemində ən gənc və dinamik inkişaf edən bir texnologiyadır. Hazırda poladın fasiləsiz tökülməsi dünyanın 90-dan çox ölkəsində mənimsənilmişdir (8).

Fərqli təyinat və konstruksiyaya malik təxminən 2000 fasiləsiz tökmə maşınları (FTM) indi yaxşıfəaliyyət göstərir, bunlar dünyada istehsal olunan bütün poladın təqribən 93%-ni tökməyə imkan verir. Bu zaman sənaye hüdudunda aşağıdakı maksimal en kəsiklərdə polad pəstahlar istehsal olunur: blyum 600×670mm, slyab 250×3200mm və diametri 600mm olan dairəvi pəstahlar (8,9).

Dünyanın əksər inkişaf etmiş ölkələrində polad istehsalının az qala 95–100%-i fasiləsiz tökmə üsulu ilə istehsal olunur. Məsələn, 2008-ci ildə dünyada fasiləsiz tökmə ilə 1,228 mlrd t pəstah istehsal olunmuşdur və metal istehsalının tarixi ərzində bu rekord göstəricidir (9).

Poladın fasiləsiz tökülməsi prosesi maşınların konstruksiyası və prosesin texnologiyası planı əsasında inkişaf etməkdə davam edir. Məsələn, son onillikdə külçənin bərkiməsi və yayılması proseslərini birləşdirən “tökmə – yayma aqreqatları”nda yastı yaymaların alınması konsepsiyasının geniş tətbiqi müşahidə olunur.

Demək olar ki, son 7 ildə sənayedə poladın nazik zolaqlar kimi tökülməsi texnologiyası və avadanlığı istismar edilmişdir. Belə ekoloji texnologiya enerjiyə qənaət üçün edir. Ehtimal olunur ki, qara metallurgiyanın fasiləsiz tökmə maşınları ilə təcrübi olaraq tam təchizatı təxminən 2020-ci ildə başa çatacaqdır (10-12).

Doğrudur, belə inkişaf prosesindən ölkənin metallurgiya kompleksi də kənarda qalmayacaqdır. Belə ki, fasiləsiz tökmə texnologiyası və avadanlığı sahəsində ekoloji texnologiyaların öyrənilməsi, sonra isə tətbiqi üçün müəyyən tədbirlər həyata keçirilməlidir (4,30).

Tədqiq edilmiş ədəbiyyat və istehsalat icmalı, nəzəri və eksperimental tədqiqatlar nəticəsində maye metalın sobadan kənar emalı və Respublikada fasiləsiz tökmə prosesinin inkişafında vacib texnologiyaların tətbiqinə dair təkliflər işlənmişdir (13-15).

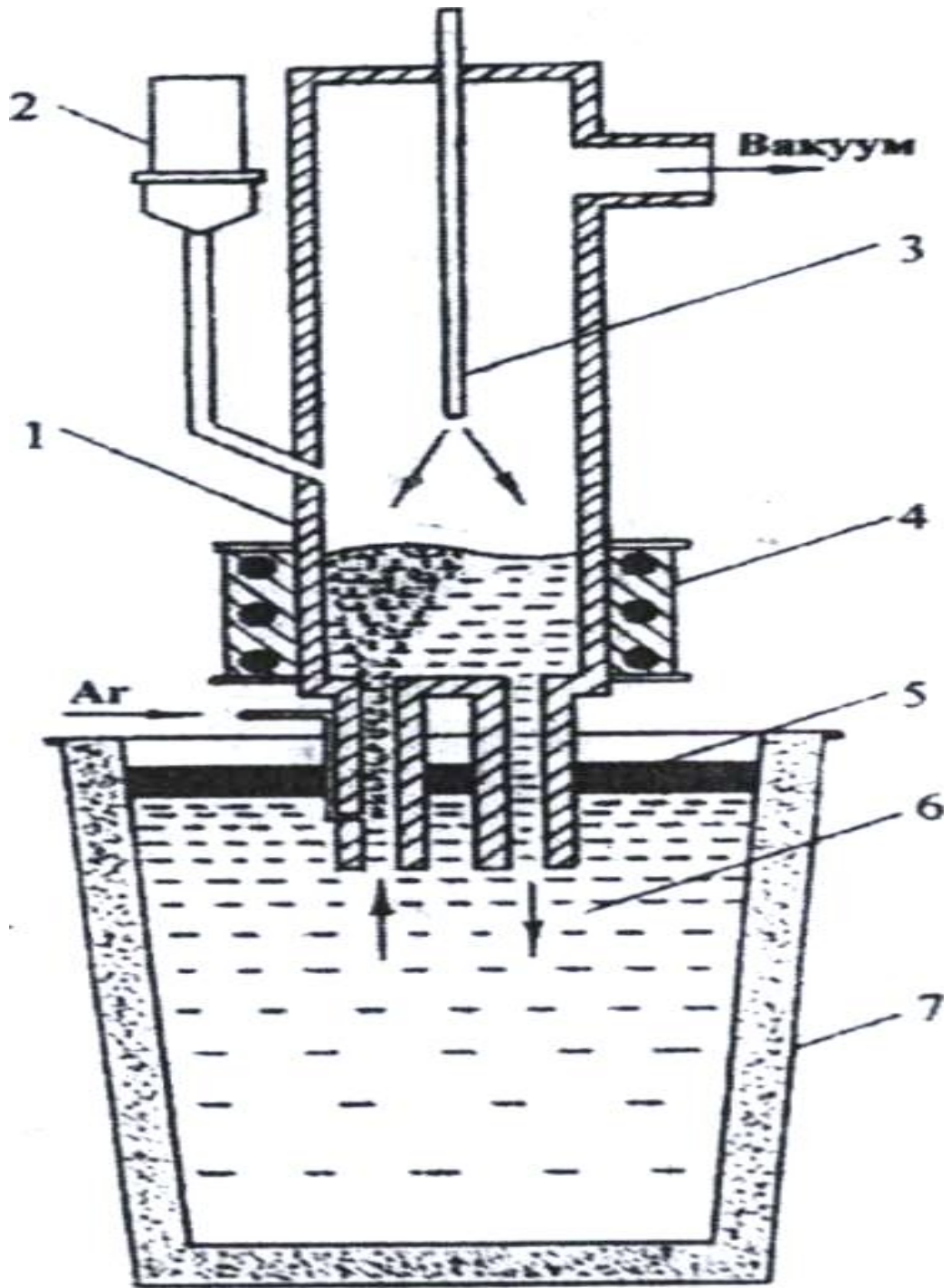
Təkliflərin əsasını **ilk mərhələdə** istehsalatda tətbiq olunması, **digər mərhələdə** isə təcrübi-sənaye sınaqlarının təşkili tövsiyə edilən **təkliflər** təşkil edir.

Birinci mərhələdə aşağıdakılar nəzərdə tutulur:

1. Ölkənin poladəritmə komplekslərində metalın pnevmatik və elektromaqnitli qarışdırılmasını birlikdə həyata keçirən təkmilləşdirilmiş çalov-soba aparatının təşkili. Həmin aparat maye metalın verilmiş hədlərdə temperatur və kimyəvi bircinsliyini təşkil edərək, böyül çeşiddə poladların rafinə edilməsinə şərait yaradır.
2. Oksigeni və ovuntu reagentləri üfürməyə, həmçinin maye metalı qızdırmağa imkan verən sirkulyasiyalı vakuumatorların tətbiq edilməsi. Bu qurğu dərin dartılma

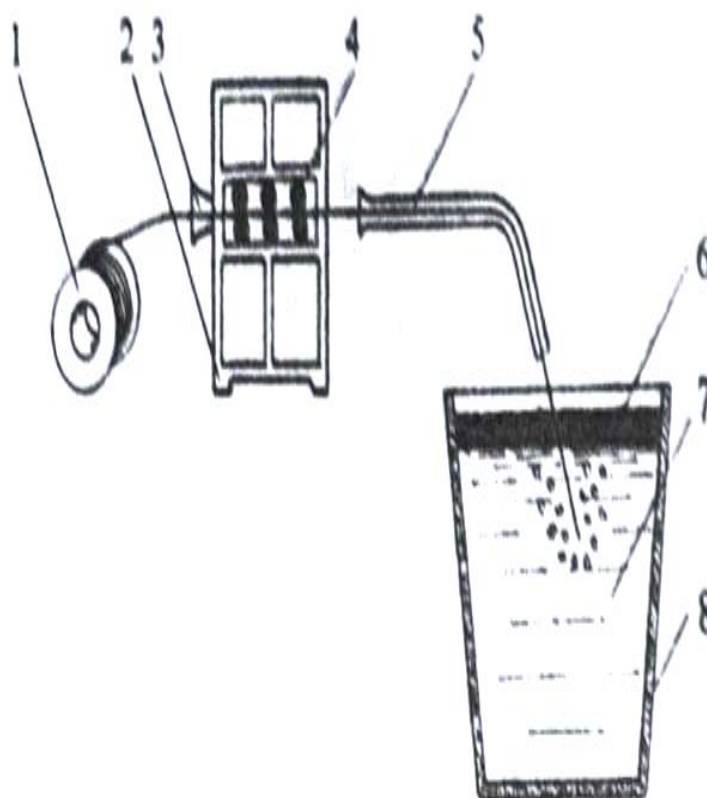
(yayma) zamanı metal məmulatların yüksək keyfiyyətini təmin etməyə imkan verir (şək. 3.1).

3. Bu formalı vakuumatorların austenitli paslanmayan poladların qaz-oksigenli rafinə edilməsi quruluşları ilə təchiz edilməsi. Belə quruluşlar $C < 0,02\%$ tərkibli poladların istehsalına şərait yaradır; onların paslaşmağa dözümlülüyünü azı 50%, texnoloji plastikliyini 30% artırmağa, eyni zamanda əritmə vaxtı karbonlu ferroxrom istifadə etməyə imkan verir.
4. Poladın çalov-sobada silisiumsuz vakuum-karbonlu oksigensizləşdirməsindən sonra ərintinin Ca–Al–RZM–Si tipli kompleks xəlitələrlə son emalının təşkili. Bu tədbir məsul təyinatlı deformasiya edilən poladlarda qeyri-metal birləşmələrin miqdarının 1,5–2 dəfə azaldılması hesabına keyfiyyətini yaxşılaşdırmağa və texnoloji plastikliyini yüksəltməyə şərait yaradır.
5. Poladın desulfurasiyası və modifisirləşdirilməsi üçün çalov-soba aparatında, orta çalovda və kristallaşdırıcıda emal zamanı ovuntu məftilin istifadə olunması. Bu hal modifikator maddələrin, xüsusən oksigenə həris elementlərin qəbul olunma dərəcəsini artırır; xəlitəyə qənaət edilməsinə, poladın kimyəvi formasının stabilləşdirilməsinə, poladəritmə və yayma sexlərində sanitar-gigiyena şəraitinin yaxşılaşdırılmasına yeni imkanlar açır (şək. 3.2).



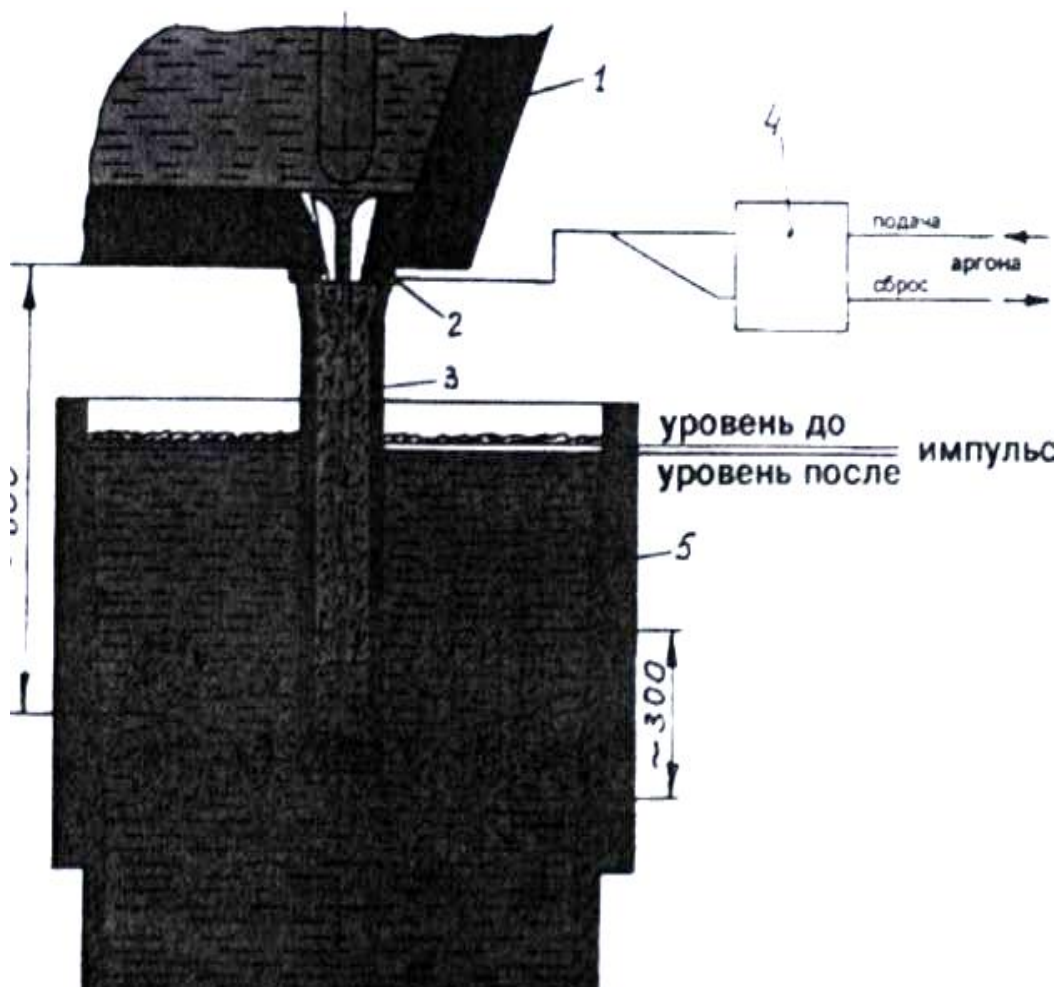
Şəkil 3.1. Sirkulyasiyalı vakuumlaşdırma qurğusunun sxemi: **1** – vakuum kamerası; **2** – səpilən reaqentlər üçün bunker; **3** – oksigen furması; **4**– induktor; **5** – posa; **6** – polad; **7** – çalov

6. Möhkəmliyi 30–40% standart texnologiya ilə hazırlanan poladlardan yüksək olan azot və vanadiumla mikrolegirlənmiş inşaat xarakterli karbonlu poladların istehsalının və fasiləsiz tökülməsinin mənimsənilməsi. Bu, konstruksiya və legirlənmiş poladların istismar rehtiyatlarını 2–3 dəfə artırmağa, həmçinin legirli maddələrin istismarını əhəmiyyətli aşağı salmağa gətirib çıxarır.
7. Aralıq çalovların arakəsmələrinin yüksək faydalı infrastrukturun işlənməsi, çalovların ərintiyə geniş təsir göstərənformalar və keramik süzgəcli məsamələrlə təchiz edilməsi. Belə hal poladın metal olmayan birləşmələrlə zəhərlənməsinin 2–2,5 dəfə azalmasını və bununla da poladın keyfiyyətinə qoyulan modern tələblərə və xarici standartlara cavab verməsini təşkil edir.



Şəkil 3.2. Maye polada ovuntu məftilin verilməsi sxemi: **1** – ovuntu məftil yumağı; **2** – trayb-aparat; **3** – qəbuledici kasa; **4** – dartıcı diyircəklər; **5** – istiqamətləndirici boru; **6** – posa; **7** – polad; **8** – poladtökmə çalovu

8. Maye metala daldırılan stəkanın boşluğunda təzyiqin dairəvi olaraq dəyişdirilməsi (1,5–2,5 Hs tezliklə) hesabına kristallaşdırıcıda poladın qaz-impulsu qarışdırılması texnologiyasının mənimsənilməsi (şək. 3.3). Belə tədbir metal olmayan formaların poladdan daha faydalı saflaşmasına və pəstahların struktur bircinsliyinin artmasına, metalın bərkimə müddətinin on faiz yox olmasına, yayma pəstahının mexaniki xarakteristikalarının anizotropiyasının ixtisarına və mənfi temperaturlarda zərbə özlülüyünün 15–25% artmasına gətirib çıxarır.



Şəkil 3.3. Kristallaşdırıcıda maye poladın qaz-impluslu qarışdırılması sxemi:

1 – aralıq çalov; **2** – flanes; **3** –daldırılan stəkan; **4** – idarəetmə sistemi; **5** – kristallaşdırıcı

9. Maşınqayırma və metallurgiya zavodlarda xüsusi polad markalarının külçələrinin istehsalı üçün maqnitodinamik aralıq çalovlu fasiləsiz tökmə pəstahları maşınlarının yeni konstruksiyalarının və burada pəstahların hazırlanması texnologiyalarının təşkili.

10. Metalın sərfinə, pəstahın dartılma sürətinə və onun ikinci soyudulması prosesinin parametrlərinə kompüterli idarəetmə sisteminin təşkili. Belə bir formanın əsasını istilik-fiziki parametrlərə kompleks işıqverici və radiolokasiyalı, kontaktlı və çoxrəngli kontaktsiz fasiləsiz nəzarət təşkil edir. Belə yoxlama kristallaşdırıcıda pəstahın formalaşması proseslərini idarə etməyə imkan verir.

Bu vaxt aralıq çalovda ərintinin temperaturu, kristallaşdırıcıda metalın səviyyəsi və posa örtüyünün qalınlığı, kristallaşdırıcıya ötürülən istiliyin miqdarı, kristallaşdırıcının altında və ikinci soyutma zonasında pəstahın səthinin temperaturuna nəzarət təmin edilir (8,12,13).

Bütün bu parametrlərə dəqiq və avtomatik müşahidə keyfiyyətli yayma pəstahı almaq üçün tələb olunan ən az termiki gərginliklər və pəstahın struktur bircinsliyini təşkil etməyə, tökmə prosesinin məhsuldarlığını artırmağa və kristallaşdırıcının altından maye metalın yarıb çıxmasının qarşısını almağa şərait yaradır.

İkinci etapda polad istehsalı ilə məşğul olan şirkətlərin maraqlandığı təklif və tələblər ölkə müəssisələrində təcrübi-sənaye sınaqlarından sonra istifadə olunur. Belə təkliflər içindən “çalov-soba” qurğusunda sabit cərəyanlı elektroqövs qızdırıcıların və plazmatorların tətbiqini qeyd etmək olar (8).

Digər təklif maye metala daldırılmış və elektrik qövsü zonasında reduksiya edilmiş maqneziumla poladın desulforasiyası üçün qurğunun tətbiqi ilə bağlıdır (12). Fərqli FTM

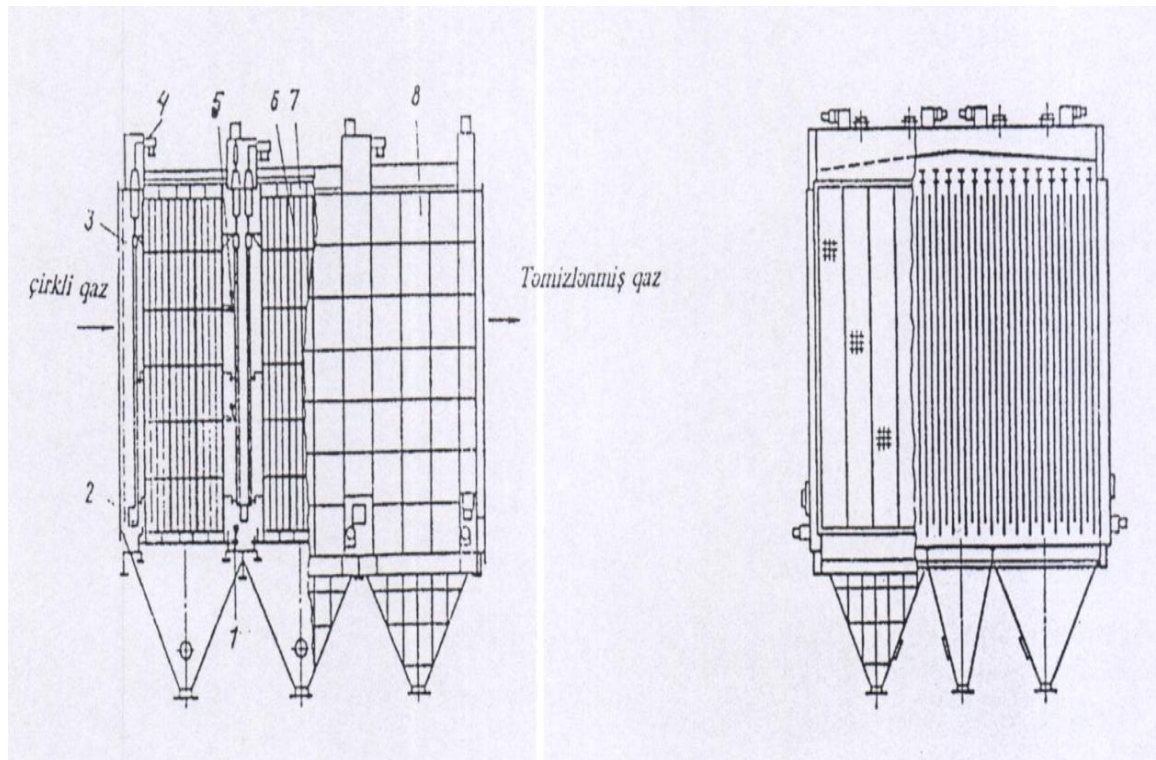
üçün dar temperatur intervalında kristallaşdırıcıya poladın çox aşağı təzyiqlə verilməsi, tıxacı və siyirtməli arakəsmələr olmadan metalın səfinə elektromaqnit idarəetməni təmin edən çoxfunksiyalı maqnitodinamik aralıq çalovun işlənməsi təklifi də maraq doğura bilər (13).

3.3. Bakı Polad Şirkətində ətraf mühitin mühafizəsi tədbirləri

Elektrik süzgəcləri. Elektrik süzgəcləri bu sahədə qazları bərk və maye hissəciklərdən təmizləmək üçün ən qabaqcıl aparatdır. Elektrik süzgəcinin müsbət tərəfləri (24): yüksək (99%) təmizləmə səmərəliyi; hissəcikləri tutmaq və 150-200 Pa –dək qazodinamik müqaviməti dəf etmək; digər aparatlara nisbətən 1000 m³ qazı təmizləmək üçün daha az elektrik enerjisinin tələb olunması (0,1-0,5 KVt); 100-0,1 mkm və daha kiçik və 500°C-dək temperaturu qazlarda hissəciklərin tutulması və s.

Elektrodlar arasında yüksək gərginlik yarandığından tac elektrodun səthində qazın intensiv zərbə ionlaşması olur və tacda boşalma yaranır və çökdürücü elektrod istiqamətində get-gedə azalır.

Elektrik sahəsi qüvvəsinin təsirindən tac ətrafında yaranan müxtəlif qütblü qaz ionları müxtəlif adlı elektrodlara tərəf hərəkət edirlər və nəticədə elektrodlar arasında tac cərəyanı adlanan elektrik cərəyanı yaranır (şək.3.7).



Şəkil 3.7. Elektrik süzgəci (24):

1-çökdürücü elektordların çırpılma mexanizmi; **2**-xidmət bacası; **3**-qazpaylayıcı şəbəkə; **4**-cərəyan vericinin müdafiə yeşiyi; **5**-tac elektrodların çırpılma mexanizmi; **6**-tac elektrodu; **7**- çökdürücü elektrod; **8**- gövdə

Elektrik süzgəcinin səmərəliyinin hesablanması aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. Süzgəcin aktiv kəşiyinin sahəsi aşağıdakı düsturula hesablanır (22):

$$F = \frac{v}{\vartheta}$$

burada v – süzgəcin daxil olan qaz-toz axınının həcmi, ϑ –axının sürətidir.

2. Təyin olunmuş aktiv sahəyə uyğun olaraq süzgəcin tipi seçilir. Burada süzgəcin əsas parametrləri və əndazə ölçüləri verilir.

3. Tac elektrodla çökdürücü elektrod arasındakı məsafə təyin edilir:

$$\ell = \frac{\text{aktiv sahənin uzunluğu}}{2 \cdot \text{keçidlərin sayı}}$$

4. Elektrik sahəsinin orta gərginliyi hesablanır

$$E = \frac{E_0}{\ell},$$

burada E_0 - tac elektrodla çökdürücü elektrod arasındakı potensial fərqi, $E_0 = 50 \text{ kV}$ götürülür.

5. Qazda toz hissəciklərinin çökmə sürəti təyin olunur

$$\omega = \frac{0,17 \cdot 10^{-11} \cdot E}{\mu}.$$

Burada μ - qazın malik olduğu temperaturada onun dinamik özlüyüdür.

6. Tozun tutulma səmərəliliyi aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$\eta = 1 - e^{-\omega f},$$
$$f = \frac{s}{v},$$

burada s - çökmənin ümumi sahəsidir.

Polad istehsalında zərərli maddələrin ətraf mühitdə yayılmasının

modelləşdirilməsi. Respublikada toksikantlar üçün yol verilə bilən normativ həddləri dövlət standartına daxil edilmiş və qanunlaşdırılmışdır. Əgər əhali yaşayan rayonlarda atmosfərə atılan çirkləndirici maddələrin kəmiyyəti norma qiymətindən böyükdürsə və üzürlü səbəbdən onların əmələ gəlməsini azaltmaq mümkün deyildirsə, bu zaman həmin çirkləndiricilərin azaldılması müəyyən mərhələlərlə həyata keçirilməlidir. (20).

Hər bir mərhələdə alınan zərərli maddələrin qiyməti norma qiymətinə bərabər olana qədər dövlət nəzarət orqanları ilə razılaşdırılır. Bəzən müəssisədə texnoloji prosesin pozulması, yaxud da müəssisənin qeyri-ahəngdar işləməsi nəticəsində radioaktiv tullantıların konsentrasiyası arta da bilər.

Bunu nəzərə alaraq, müəssisə ətrafı mühit üçün müvəqqəti iş norması və yaxud da yoxlama norması təsdiq edilir. Əlbəttə bu normaların qiyməti buraxıla bilən norma

həddindən kiçik olmalıdır. Müvəqqəti iş norması və buraxılabilən norma həddinin qiyməti baş təşkilatlar tərəfindən müəyyən edilir və dövlət orqanlarının razılığı ilə yuxarı təşkilatlar tərəfindən təsdiq olunur (17).

Müxtəlif mənbələrdən atmosfərə atılan radioaktiv qazların və aerosolların hava kütləsi ilə qarışması onların diffuziyası yolu ilə gedir. Bu zərərli maddələrin atmosferdə yayılması ilk növbədə atmosferin iqlim parametrlərindən, rayonun topoqrafik xüsusiyyətlərindən, tullantıların atılma mənbələrindən, zərərli qatışıqların xassələrindən asılıdır.

Suyun çirklənməsi. Şirin su təbiətin ən qiymətli ehtiyat nemətlərindən biridir və yer kürəsində olan su ehtiyatının cəmi 2,7%-ni təşkil edir. Lakin sənaye çirkab sularının su hövzələrinə atılması şirin su hövzələrini o dərəcədə çirkləndirmişdir ki, hətta bəzi sənaye şəhərlərində su hövzələri çirkablara görə tam doymuş vəziyyətə çatmışdır (22).

Hidrosfer çirklənməsi, nəinki suyun emal olunma xərclərini artırır, həm də axar çayların hidrobioloji rejimlərini və insan orqanizmi ilə olan qarşılıqlı əlaqə rejimini də pozur. Bu da insan həyatı üçün çox təhlükəli vəziyyətlə nəticələnə bilər. Su hövzələrinin mühafizəsi və onlardan səmərəli istifadə edilməsi ancaq axıntı çirkab sularının maksimum azaldılması ilə mümkündür. Bu da qapalı dövrü texnoloji sistemlərin qurulması yolu ilə həll edilə bilər (24).

Polad istehsalının təminatlı su təchizatı sisteminin sadələşdirilmiş variantı işlənmişdir. Su anbarı şəbəkəsi bu axında xarici giriş $y_1(t)$ axınıdır, torpaq suları payı bu axındadır, bu axında xarici giriş yağıntılardır $r_1(t)$ və $r_2(t)$. Yeraltı su anbarının t zaman anında dolması $x_1(t)$, $x_2(t)$ və $x_3(t)$ ilə qeyd olunmuşdur.

Yeraltı çənlərin dolması (sızmanı nəzərə almaqla) $x_4(t)$ anbardan suyun buraxılması $y_1(t)$ və $y_2(t)$ ilə işarə olunur. Səthi axın və torpaq suları arasında əlaqə $I_3(x_4 - x_3)$ ifadəsi ilə təsvir olunur.

Səthi axın hər hansı K əmsalı, torpaq suları isə l_1 və l_2 əmsalları ilə xarakterizə olunur. Belə olan halda aşağıdakı dinamik nisbətlər doğrudur (18):

$$\begin{aligned}x_1(t+1) &= x_1(t) - \ell_1 x_1(t) - u_1(t) + r_1(t) \\x_2(t+1) &= x_2(t) - \ell_2 x_2(t) - u_2(t) + r_2(t) \\x_3(t+1) &= x_3(t) - \ell_3(x_4 - x_3) - kx_3(t) + u_1(t) + u_2(t) \\x_4(t+1) &= x_4(t) + \ell_1 x_1(t) + \ell_3 x_2(t) - \ell_3(x_4 - x_3)\end{aligned}\tag{3.1}$$

Sistemin ölçülən çıxışları belə yazıla bilər:

$$\begin{aligned}y_1(t) &= kx_3(t) \\y_2(t) &= l_3(x_4 - x_3)\end{aligned}\tag{3.2}$$

Sistemin belə təsviri bir sıra vacib məsələlərin öyrənilməsində faydalı ola bilər: daşqınların idarə olunması, su yığılması və buraxılmasının optimal hədlərinin müəyyən edilməsi, torpaq sularını səviyyəsini dəqiq müəyyən edilməsi və s.

Məsələn, riyazi modeldə cəmi su kütləsi olduğu halda, N – vaxtın fasiləsiz funksiyası olur və sistemin hər hansı bir hissəsində axınlar arasında ayrılmaz əlaqələr dəyişənin sürətlə dəyişməsi – diferensial formanı qəbul edir (17):

$$\frac{dN}{dt} = (a - b)N\tag{3.3}$$

Belə halda verilən qiymətlər zamanın diskret intervalında alınmışdırsa, dəyişiklik pilləli baş verir və ya dəyişən diskret dəyişir, bu zaman diferensial yox, fərqi tənliklər istifadə olunur. Beləliklə, fərqi tənlikləri müvəqqəti Δt intervalı üçün belə yazmaq olar:

$$N(t + \Delta) - N(t) = a\Delta t N(t) - b\Delta t(t),\tag{3.4}$$

(3.4) diferensial tənliyində olduğu kimi (3.2) fərqi tənliyində N determinantlı funksiyadır, yəni verilmiş ilkin şərtlər daxilində hər hansı bir zaman anında N -nin dəqiq qiymətini hesablayıb tapmaq olar.

Atmosferin çirklənməsi. Havanın çirklənməsi ətraf mühiti korlayan proseslərdən biridir (17). Burada riyazi təsvirin düzgünlüyü çox vacibdir. Bunun üçün isə dərin, uzunmüddətli nəzəri və empirik tədqiqatlar aparılması lazımdır (18).

Çirkləndiricilərin diffuziya prosesinin riyazi modelləri araşdırılmışdır. Məlumdur ki, atmosferdə həmişə kiçik məşəblı pulsasiyalar olur və bu toksiki maddələrin atmosferdə diffuziya yolu ilə yayılmasını təmin edirlər (22).

Çirkləndirici maddələrin atmosferdə yayılma yolu ilə yayılması prosesinin riyazi modelinin qurlamasında mühüm problem - kiçik məşəblı pulsasiyaları hesablama yolu ilə müəyyən etmək və real vəziyyətdə qeyd etmək mümkün olmur (23).

Məsələn, çirkləndirici maddələrin diffuziyası prosesində hava axının sürət vektorunun vahidləri uyğun olaraq u , v , ω orta qiymətləri ətrafında pulsasiya edir, yəni

$$u = \bar{u} + u', v = \bar{v} + v', \omega = \bar{\omega} + \omega' \quad (3.5)$$

Onda çirkləndirici maddənin sayını da müəyyən orta qiymət $\bar{\varphi}$ ətrafında pulsasiya edəcəkdir.

$$\varphi = \bar{\varphi} + \varphi' \quad (3.6)$$

Burada $u', v', \omega', \varphi'$ – uyğun kəmiyyətlərin orta qiymətlər ətrafındakı pulsasiyalarıdır. Baxılan kəmiyyətlərin orta qiymətləri

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} u' dt = 0, \bar{v} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} v' dt = 0, \bar{\omega} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \omega' dt = 0, \bar{\varphi} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \varphi' dt = 0$$

şərtlərini öhdəlikləri nəzərdə tutulur. İfadələri (3.6) tənliyində yerinə yazıb t dəyişəninə görə ($t, t+T$) parçasında integrallasaq, alırıq

$$\frac{\overline{\varphi(t+T)} - \overline{\varphi(t)}}{T} + \frac{\overline{\varphi'(t+T)} - \overline{\varphi'(t)}}{T} + \frac{\partial \overline{u\varphi}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v\varphi}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{\omega\varphi}}{\partial z} +$$

$$\partial \overline{\varphi} + \frac{\partial \overline{u'\varphi'}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v'\varphi'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{\omega'\varphi'}}{\partial z} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} q\delta(x-x_s, y-y_s, z-z_s) dt$$

Burada

$$\overline{u'\varphi'} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} u'\varphi' dt, \overline{v'\varphi'} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} v'\varphi' dt, \overline{\omega'\varphi'} = \frac{1}{T} \int_t^{t+T} \omega'\varphi' dt$$

Fərz edək ki, T elə bir zaman müddətidir ki, bu müddət ərzində $\overline{\varphi(t)}$ funksiyası çox az dəyişir. Onda $\frac{\overline{\varphi(t+T)} - \overline{\varphi(t)}}{T}$ ifadəsini $\frac{\partial \overline{\varphi}}{\partial t}$ törəməsi ilə əvəz etmək olar. Nəzərə alsaq ki, $\varphi' \ll \overline{\varphi'}$, onda $\frac{\overline{\varphi'(t+T)} - \overline{\varphi'(t)}}{T}$ ifadəsini sonsuz kiçik kəmiyyət olduğundan nəzərdən atmaq olar. T müddəti ərzində $q(t)$ funksiyasının da sonsuz kiçik dəyişməsini qəbul etsək, axırncı tənliyi

$$\frac{\partial \overline{\varphi}}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u\varphi}}{\partial x} + \frac{\partial \overline{v\varphi}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{\omega\varphi}}{\partial z} + \partial \overline{\varphi} = -\frac{\partial \overline{u'\varphi'}}{\partial x} - \frac{\partial \overline{v'\varphi'}}{\partial y} + \frac{\partial \overline{\omega'\varphi'}}{\partial z} + q\delta(x-x_s, y-y_s, z-z_s) \quad (3.7)$$

şəklində yazı bilərik. Amma (3.7) tənliyinə aid olan $\overline{u'\varphi'}, \overline{v'\varphi'}$ və $\overline{\omega'\varphi'}$ ifadələri məlum deyildir. Ona görə də bu ifadələrin təyin edilməsi zərurəti yaranır.

Mütləq yazılmalıdır ki, məhz bu ifadələrin törəmələrindən ibarət olan (3.7) tənliyinin sağındakı ilk üç həddi ətraf mühitdə zərərli maddələrin yayılmasını daha da şərtləndirən turbulent pulsasiyaları əhatə edir. (24).

Lakin bu ifadələrin müəyyən edilməsi üçün bu və ya digər şəkildə formalar mövcuddur. Bu fərziyyələrin çoxunda həmin ifadələri təyin etmək üçün aşağıdakı yarımempirik asılılıqlar təklif edilir:

$$\overline{u'\varphi'} = -\mu \frac{\partial \overline{\varphi}}{\partial x}, \overline{v'\varphi'} = -\mu \frac{\partial \overline{\varphi}}{\partial y}, \overline{\omega'\varphi'} = -\nu \frac{\partial \overline{\varphi}}{\partial z}$$

Burada $\mu \geq 0$ və ya $\nu \geq 0$ – uyğun olaraq üfüqi və şaquli istiqamətlərdə turbulent diffuziya əmsallarıdır. Son ifadələri (3.5) tənliyində nəzərə alsaq və dəyişənlər üzərindəki defis işarəsini ixtisar etsək

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \text{div} \bar{U} \varphi + \sigma \varphi = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial \varphi}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu \frac{\partial \varphi}{\partial z} + q \delta \right) (x - x_s, y - y_s, z - z_s) \quad (3.8)$$

alırıq. (3.8) tənliyi texnogen zərərli tullantıların atmosferdə eyni vaxtda hava axını ilə köçürülməsi və diffuziya ilə ətrafa yayılması prosesinin riyazi modelidir.

G oblastında Ox oxu istiqamətində uzanan, uzunluğu L, eni h olan atmosfer sahəsini gözdən keçirək. Belə hesab edək ki, toksiki maddələrin hərəkət oblasti eynidir, sabitdir və V-yə bərabərdir.

Ətraf təbii mühitə yayılma sahəsinin prosesinin əvvəlində maddələrin paylanması təsadüfə haldır və sabit λ intensivlikli hadisələr axını və ya ardıcılığı kimi qiymətləndirilir. Yəni, λ vahid zaman ərzində yayılma sahəsinin yaranmasında görünən hissəciklərin orta sayı ilə müəyyən olunur (24). Fərz edək ki, sahənin baxılan hissəsinə perpendikulyar olaraq müşahidə yeri istiqamətində hava axını U sürətlidir.

Atmosfer tullantılarının konsentrasiyası baxılan yoldan H məsafədə yerləşən və koordinatları $\{0,0,B\}$ olan nöqtədə təyin edilir və bütün mənbələr tərəfindən atılan qarışıqların həcmindən asılıdır və bu da q intensivlik sabitinə malik olan çirklənmə sahəsi rolunu oynayır.

Çuqunəritmə qurğuları vasitəsilə havanın çirklənməsi prosesini aydınlaşdırmaq üçün ilk öncə yalnız 1 mənbədən ətraf mühitə atılan tullantının təhlükəsiz daşınma və yayılmasının iki ölçülü modelləşməsini aparaq.

Belə proses uyğun olaraq nöqtəvi mənbədən olan qarışıqın diffuziya tənliyi ilə təsvir olunur (18):

$$U_x \frac{\partial \varphi}{\partial x} + U_y \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{1}{Pe_d} \left[\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \delta \left(\sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} \right) \right] \quad (3.9)$$

Burada U_x və U_y hava axının üfuqi və şaquli istiqamət üzrə komponentləridir.

(3.9) tənliyinin ümumi həlli aşağıdakı kimi ola bilər:

$$\varphi(x, y) = \frac{1}{2\pi} K_0 \left[0,5Pe_d \sqrt{U_x^2 + U_y^2} \times \sqrt{(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2} \right] \times x e^{0,5Pe_d [U_x(x-x_1) + U_y(y-y_1)]} \quad (3.10)$$

Burada $K_0(z)$ – Makdonald funksiyasıdır (17). Belə ki $x = x_1 + L/2 - S_1, y = y_1 - H$ və müşahidə nöqtəsinin $O(0,0)$ olduğunu nəzərə alsaq, yəni $x=0, y=0$ qəbul etsək (3.10) ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\varphi_0(S_1) = \varphi(0,0) = \frac{1}{2\pi} K_0 \left[0,5Pe_d \sqrt{U_0^2 + V_0^2} \times \sqrt{(S_1 - L/2)^2 + H^2} \right] \times x e^{0,5Pe_d [V(S_1 - L/2) - UH]} \quad (3.11)$$

Nəzərə alsaq ki, O x y koordinat sistemində mənbənin üfuqi koordinatı $S_1 - L/2 = x_1$ olduqda Makdonald funksiyası üçün asimptotik yaxınlaşma [15] belə yazıla bilər.

$K_0(z) = e^{-x} \sqrt{\pi/2z + O(z^{-1})}$ olduğundan həlli aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\varphi_0(x_i) = \frac{C_x e^{0,5Pe_d (Vx_1 - \sqrt{U^2 + V^2} \sqrt{x_i^2 + H^2})}}{\sqrt{x_i^2 + H^2}} \quad (3.12)$$

$$\text{Burada } C_x = e^{0,5Pe_d UH} / \sqrt[4]{16Pe_d^2 \pi^2 (U^2 + V^2)}.$$

Müşahidə aparılan nöqtədə $x_1 = Vt - L/2$ olduğunu nəzərə alsaq, zərərli konsentrisiyanı zamandan asılı funksiya kimi də müəyyən etmək olar. Onda yazmaq olar ki,

$$\varphi_0(t) = \frac{C_t e^{0,5Pe_d (Vt - \sqrt{U^2 + V^2} \sqrt{(Vt - 0,5L)^2 + H^2})}}{\sqrt[4]{(Vt - 0,5L)^2 + H^2}}, \quad (3.13)$$

$$\text{burada } C_t = C_x e^{-0,25Pe_d L} = e^{-0,25Pe_d (L + UH)} / \sqrt[4]{16Pe_d^2 \pi^2 (U^2 + V^2)}.$$

İstehsal prosesi zamanı yaranan tullantıların əraf təbii mühitə yayılması üzrə aparılan riyazi modelləşdirmələr, müəyyən analitik tədqiqatlar əsasında həyata keçirilmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Baku Steel Company-də istehsal sahəsinin texnologiyasının ümumi xarakteristikası verilmişdir. Müəssisədə olan texnologiyanın analizi əsasında poladəritmə texnoloji proseslərinin özünəməxsus xüsusiyyətləri müəyyən olunmuşdur. Müəssisənin fəaliyyəti zamanı ətraf təbii mühitə atılan tullantıların əmələ gəlmə mənbələri təhlil edilmiş və onlar müəyyən meyarlara görə fərqləndirilmişdir: Məsələn, aqreqat halına görə- bərk, maye, qaz
2. Polad istehsalı zamanı yaranan toksik xarakterli tullantıların insan sağlamlığına, o cümlədən ətraf təbii mühitə effekti təhlil edilmiş, nəticədə neytrallaşdırılması, zərərsizləşdirilməsi metodları araşdırılmışdır. Müəssisədə sağlamlıq, texniki təhlükəsizlik, ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində müəyyən standartlar (ISO 14001, OHSAS 18001 və s.) təyin olunmuş, o cümlədən onların düzgün tətbiq olunması baxımından müəyyən tədbirlər təşkil olunmuşdur.
3. Tədqiq olunan zavodun fəaliyyəti zamanı yaranan və ya potensial yaran biləcək tullantıların təhlükəlilik sinfinə əsasən kəmiyyəti, xarakterik xassələri, müəyyən riyazi hesablanmışdır.
4. Bakı Polad Şirkətində polad istehsalında müəyyən toksiki, kanserogen xarakterli maddələr, qırıntılar əmələ gəlir ki, tədqiqat zamanı onlar araşdırılmış, insan sağlamlığına zərərləri təhlil edilmişdir. Belə ki, istehsal dövründə yaranan posaların tərkibi, xassələri təyin olunmuş və eyni zamanda onların sement klinkerinin istehsalında istismar edilməsi üçün müəyyən təkliflər verilmişdir.
5. Sözü gedən zavodda təhlükəli, zərərli tullantıların azaldılması tədbirləri, az tullantılı və ya tullantısız texnologiyaya keçid məsələləri təhlil olunmuşdur. Belə ki, qeyd olunan proseslər üçün yaşıl texnologiyanın tətbiqi və onun müsbət cəhətləri təcrübi olaraq yoxlanılmışdır. Burada bu məqsədlə əsasən metallaşdırılmış diyircəklərin istifadəsinin texnologiyası araşdırılmış və onun iqtisadi, sosial, ekoloji faydalılığı təhlil edilmişdir.
6. Müasir standartlara cavab verən pəstahların (polad) istehsal texnologiyaları tədqiq edilmiş və müəssisədə ekoloji idarə etmə sisteminin tətbiqinin səmərəliliyi,

o cümlədən təhlükəli maddələrin ətraf təbii mühitə diffuziyası riyazi modellərlə hesablanmışdır.

7. Polad məhsulları istehsalatının toksiki tullantılarının neytrallaşdırılması tədbirlərinin əsas prioritetləri müəyyən olunmuşdur. Hidrosferin, xüsusilə su hövzələrinin çirklənmədən mühafizəsi məqsədilə müdafiə sistemlərinin riyazi modeli təklif olunmuşdur. Həmçinin təhlükəli maddələrin atmosferdə yayılma prosesinin riyazi modeli qurulmuş və onun ölkə müəssisələrində tətbiqi mümkünlüyü əsaslandırılmışdır.
8. Təyin olunmuşdur ki, poladtökmə istehsalı tullantılarının ətraf mühitə atılmasının miqyasının azaldılması üçün səmərəli, mütərəqqi və ekoloji təmiz texnologiyalar yəni yaşıl texnologiyalar həyata keçirilməlidir. Bu məqsədlə Azərbaycanın Metallurgiya Kompleksində birinci növbədə və perspektiv müddətdə həyata keçirilməsi mümkün olan bir sıra texniki-texnoloji işləmələrin xüsusiyyətləri araşdırılmış və tətbiq olunması tövsiyə olunmuşdur.

Beləliklə, aparılmış müqayisəli, sistematik təhlillər, təkliflər və analitik tədqiqatlar əsasında tətbiq olunmağı gözlənilən ekoloji təmiz texnologiyalar sözü gedən şirkətdə ətraf mühitin mühafizəsini inamlı şəkildə təmin etməyə imkan yaradır. Tullantıların idarə olunmasının səmərəli üsullarına dair əsaslandırılmış təklif və tövsiyələr Bakı Polad Şirkətində istehsalın texniki, iqtisadi və ekoloji faydalılığını qiymətləndirməyə imkan verir.

ISTIFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYATIN SIYAHISI

Azərbaycan dilində:

1. İmanov X.İ. Konstruksiya materiallarının texnologiyası. Bakı, Maarif, 1994, 592 c.
2. Quliyev A.H. və b. Polad tökmələri. Bakı, AzTU, 2003, 360 s.
3. Şükürov R.İ. Metalşünaslıq. Bakı, 2002, 450 s.
4. Məmmədov R. Azərbaycanın metallurgiya sənayesi və onun inkişaf perspektivləri // Xalq qəzeti, 15.06.2012, s. 3–4
5. Eyvazov B.Y. Metallurji proseslərin ekologiyası. Bakı, Təhsil, 2014, 260 s.
6. Mirbabayev M.F. Hava məkanının ekologiyası. Bakı, AzTU, 2015, 140 s.
7. Şükürov R.İ., Rəhimov M.M. Metallurgiya. Bakı: Maarif, 2005, 334 s.

Rus dilində:

8. Харахулах В.С. Состояние и перспективы развития с внедрением современных технологий до 2010 года // Метал и литье Украины. 2006, № 1, с. 4–7
9. Смирнов А.Н. и др. Metallургические мини-заводы. Донецк: НОРД-ПРЕСС, 2005, 49 с.
10. Ефимов Г.В. и др. // Сб. тезисов докл. междунар. научн.-техн. конгр. «Процессы плавки, обработки и разлива металлов: отливки, слитки и заготовки». Киев, 2006, с. 14–16
11. Найдек В.Л. и др. Рециркуляция шлака в технологических процессах производства стали // Сталь, 2009, № 8, с. 27–30
12. Семенченко П.М. Научные основы ресурсосберегающих технологий внепечной обработки непрерывнолитых сталей // Изв. Вузов. Черная металлургия. 2003, № 4, с. 18–22
13. Буга И.Д. Совершенствование технологии выплавки, легирования

- и раскисления стали в конвертерном цехе ОАО «Азовсталь» // Металлургическая и горнорудная промышленность, 2006, №4, с. 45-52
14. Разумихин Н.В. Природные ресурсы. С-Пб., ЗГТУ, 2001, 312 с.
15. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М., Мысль, 2000, 212 с.
16. Трифонова Т.А. и др. Экологический менеджмент. М., Изд-во «Академический проект», 2005, 319 с.
17. Штраус В., Мэйорринг С. Контроль загрязнения воздушного бассейна. М., Наука, 2009, 160 с.
18. Иванов Б.С. Охрана труда в литейном производстве. М.: Машиностроение, 2010, 224 с.
19. Тимошпольский В.И. Развитие металлургического комплекса на базе промышленного освоения железных руд. Минск, Литье и металлургия, 2007
20. Гришин А.А. Исследование режима плавления металлизированных окатышей с целью интенсификации процесса электроплавки стали: автореф. дис. канд. техн. наук. М., 2006, 22с.
21. Кривицкий В.С. Экологические проблемы литейного производства и пути их развития, Москва, ЗАО ЦННИМ ИНВЕСТ, 2009, 123с.
22. Орехова А.Н. Экологические проблемы литейного производства // Экология производства, 2015, № 4, с. 23-27
23. [www. bsc.az](http://www.bsc.az)