

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ

ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ

“Куймакорлик металлургияси” фанидан

# РЕФЕРАТ

МАВЗУ:        “СУЮҚЛАНТИРУВЧИ ПЕЧЛАРДА        КЕЧАДИГАН  
ЖАРАЁНЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ”

Бажарди: 84-13 ЛД гурух Асадов Ж.А.

Кабул килди: проф Расулов С.А.

Тошкент-2016

# “СУЮҚЛАНТИРУВЧИ ПЕЧЛАРДА КЕЧАДИГАН ЖАРАЁНЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ

## РЕЖА:

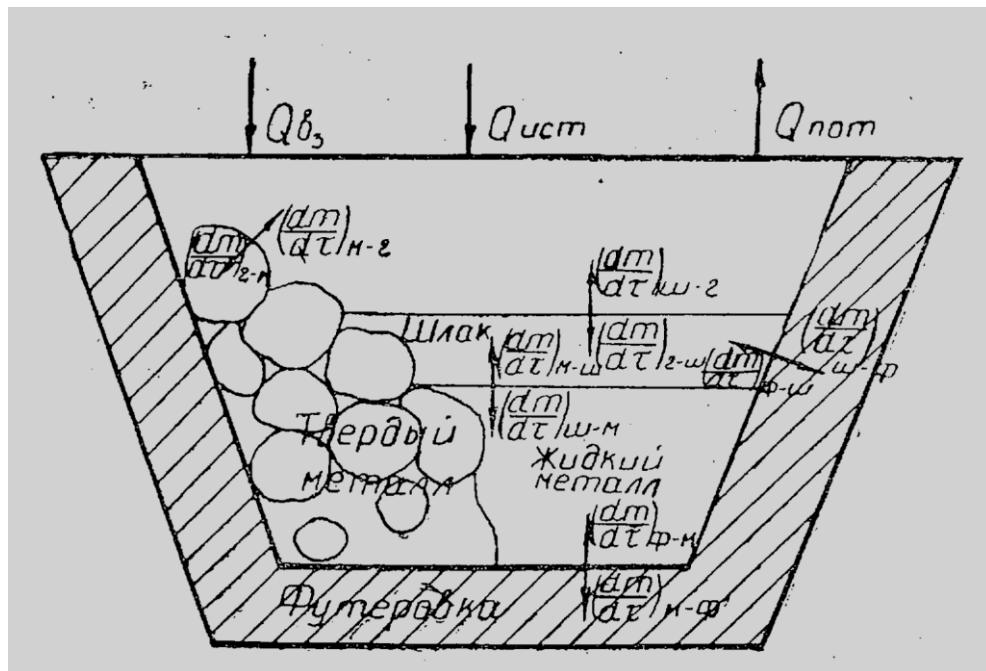
1. Печларда кечадиган жараёнлар.
2. Эритиш жараёнларининг физик-кимёвий асослари.
3. Металл эритмаларнинг тузилиши

## 1. ПЕЧЛАРДА КЕЧАДИГАН ЖАРАЁНЛАР.

Эритиш жараёни, аникроғи суюқ металл ёки қотишмани олиш жараёни, мураккаб физик-кимёвий жараёнларнинг бирикмаси бўлиб, уларнинг кечиши йўналиши ва чукурлиги қаттиқ ва суюқ металл, суюқ шлак ва газ фазаларининг тузилиши ва хоссаларига боғлиқ.

Печ футеровкаси ҳам одатда, қотишмани олиш жараёнида иштирок этади.

Қотишмаларни эритиш иссиқлик алмашиниши жараёнларини кенг қўллашга асосланган бўлиб, масса алмашинув жараёнлари билан кечади. Иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларида барча тўртта фаза иштирок этади (1-расм).



1-расм. Эритишнинг металлургик жараёнининг умумий схемаси

Иссиқлик алмашинуви, яъни иссиқлик ажralиб чиқиши, унинг жадаллиги ва иссиқлик ташувчининг характеристи масса алмашинуви ва бутун эритиш жараёнига сезилирилган таъсир ўтказади.

Ўт алантанда печларда эритишида иссиқлик газлардан металлга ўтади, электр индукцион печларда эса, иссиқлик бевосита металлнинг ўзидан ажралиб чиқади. Шунинг учун биринчи вазиятда газ фазаси актив ҳисобланади ва шлак фазасини ҳам активлигини ҳосил қиласи, бироқ иккинчи вазиятда газ ва шлак фазалари пассив бўлади.

Энергия ва массанинг сақланиш қонунларига мувофиқ эритиши жараёни учун етарли аниқликда иккита тенгламани ёзиш мумкин:

$$\begin{aligned} Q_e + Q_u + Q_m + Q_\phi &= Q_{ust} + Q_{nom} + Q_{es}; \\ M_e + M_u + M_m + M_\phi &= const, \end{aligned} \quad (1)$$

бу ерда,  $Q_e, Q_u, Q_m$  ва  $Q_\phi$  - фазаларнинг иссиқлик салмоғи (газ, шлак, металл, футеровка);  $M_e, M_u, M_m$  ва  $M_\phi$  - уларнинг массалари;  $Q_{ust}$  - иссиқлик манбасидан келаётган иссиқлик;  $Q_{nom}$  - атроф-мухитга иссиқликнинг йўқотилиши;  $Q_{es}$  - кимёвий реакциялар туфайли ажралиб чиқаётган иссиқлик, яъни ўзаро таъсир иссиқлиги.

Тенглама асосида фазаларнинг қуйидаги ўзаро таъсирини: 1 - металл-газ, 2 - металл-шлак, 3 - металл-футеровка, 4 - шлак-газ, 5 - шлак-футеровка, 6 - газ-футеровка кўриб чиқиши мумкин.

Газ ва металлларнинг ўзаро таъсирида, яъни улар орасида контакт бўлганда, қуйидаги жараёнлар бўлиши мумкин:

- газ компонентларининг қотишма компонентлари билан кимёвий реакцияга киришиши;
- металлда газнинг эриши;
- металлни газсимон холатга ўтиши;
- металлда газнинг адсорбцияси.

Кимёвий реакциялардан энг кўп кузатиладиганлари оксидланиш-қайтарилаш реакциялари ҳисобланади.

Металл ва шлакларнинг ўзаро таъсирида қуйидаги жараёнлар бўлиши мумкин:

- қотишма компонентларининг шлак компонентлари билан кимёвий реакцияга киришиши;
- суюқ металл таркибидаги элементлар билан шлакнинг электролизи;
- қотишма компонентларининг шлакда ва аксинча шлак компонентларининг қотишмада эриши.

Металл ва футеровканинг ўзаро таъсириш қуйидагиларни келтириб чиқариши мумкин:

- металлга футеровка компонентларининг ўтиши (эриши);
- қотишманинг компонентлари футеровка билан кимёвий реакцияга киришиши.

Худди шундай жараёнлар шлак-футеровка бўлиниш чегарасида кечади.

Шлак-газ бўлиниш чегарасидаги жараёнлар металл-газ бўлиниш чегарасида содир бўлаётган жараёнлар билан айнан ўхшаш бўлади.

Бундан ташқари, ҳар бир фазада янги бирималарни ҳосил қилишни тавсифловчи ички жараёнлар кечиши мумкин.

Эритиш жараёнида иштирок этаётган ҳар бир фазада компонентларнинг маълум концентрацияси мавжуд ( $C_{\varphi_i}$ ).

Гетероген реакциялар кинетикаси Фикнинг иккинчи қонуни тенглимаси билан ифодаланади

$$\frac{\partial m_{\varphi_i}}{\partial \tau} = -\beta F (C_{\varphi_i} - C_{\varphi_i}^n), \quad (2)$$

бу ерда,  $m_{\varphi_i}$  - Э<sub>i</sub> компонентнинг массаси;  $\beta$  - масса қўчиши коэффициенти;  $F$  - фазалар орасидаги сирт;  $C_{\varphi_i}$  - Э<sub>i</sub> концентрацияси, масалан, металлдаги;  $C_{\varphi_i}^n$  - бўлиниш сиртидаги Э<sub>i</sub> концентрация.

Металл-шлак сиртидаги масса қўчиши жараёни тенгламаси қўйидагича акс этади

$$\frac{\partial m_{\varphi_i}}{\partial \tau} = -\beta_{m-w} F_{m-w} (C_{\varphi_i}^m - C_{\varphi_i}^{n,m}).$$

Шундай тенгламани ҳар бир бўлиниш сиртлари учун ёзиг олиш мумкин. Шубхасиз, масса қўчишининг натижавий дифференциал тенгламаси қўйидаги қўринишга эга

$$\frac{\partial m_{\varphi_i}^m}{\partial \tau} + \frac{\partial m_{\varphi_i}^{w'}}{\partial \tau} + \frac{\partial m_{\varphi_i}^\phi}{\partial \tau} + \frac{\partial m_{\varphi_i}^e}{\partial \tau} = 0.$$

Металл ва қотишмаларни эритища массанинг қўчиш жараёнлари кечиши, физик-кимёвий шароитлар, унда иштирок этаётган фазаларнинг таркиби ва тузилмасига боғлиқ бўлиб, берилган кимёвий таркибдаги маълум хоссали қотишмаларни олишнинг асоси ҳисобланади.

## 2. ЭРИТИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ

### Тизимнинг термодинамик характеристикалари

Кимё ва термодинамикадан маълумки, энталпия, ёки тизимнинг умумий энергияси Н ички энергия U ва босим энергиясининг йиқиндисир V.

$$H = U + pV.$$

Металлургик реакцияларнинг иссиқлик самарадорлигини баҳолашда одатда тизимнинг энталпиясини ўзгаришидан фойдаланилади - ΔH.

Агар реакция иссиқлик ажралиши билан бораётган бўлса, у холда ΔH - манфий катталиқ, иссиқлик ютилиши билан бораётган бўлса ΔH - мусбат бўлади. Шундай қилиб, ΔH = -Q, бу ерда Q - реакциянинг иссиқлик эффекти.

Энталпиянинг ёки иссиқлик эффектининг ўзгариши реакциянинг иссиқлик баланси ҳақида муҳокама қилиш имконини беради.

Реакциянинг йўналишини изобарик-изотермик потенциал ( $\Delta G$ ). бўйича баҳоланади

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

бу ерда S - тизимнинг энтропияси, кЖ/К; T - тизимнинг абсолют ҳарорати, К.

Энтропия барча турдаги энергияларни иссиқлик энергиясига ўтиши ва тизимнинг барча моддалари орасида уни тенг тақсимланишини тавсифлайди.

### **3. МЕТАЛЛ ЭРИТМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ**

Суюқ металларнинг умумий тузилиши назарияси хали яратилмаган. Энг эҳтимоли юқори бўлган таклиф бу, металлар суюқ холатида қисман кристалл тузилмасини сақлаб қолади.

Металлар қаттиқ холатида кристалл тузилмага эга бўлиб, заррачалари яқин ва узоқ жойлашиш тартиби билан тавсифланади.

Суюқликларнинг микрокристаллик тузилиши назариясига мувофиқ суюқ металлда фақат яқин тартиб мавжуд, яъни бир бирига яқин жойлашган ўнлаб ёки юзлаб заррачалар кристалл тузилманинг яқин тартибини сақлаб қолади. Бунда узоқ жойлашиш тартиби сақланмайди. Суюқликда яқин тартибдаги кристалл тузилманинг сақлаб қолиниши қаттиқ фазанинг баъзи хоссаларини мерос бўлиб қолишини белгилайди.

Бир неча компонентлардан ташкил топган суюқ қотишмаларнинг тузилмаси кучларнинг ўзаро таъсири ва муносабатлари билан аниқланади. Микробиржинсмасликнинг келиб чиқиши эҳтимоли бор, айниқса бир хил номли заррачаларнинг энергияси ўзаро таъсири турли номли заррачалар ўзаро таъсир энергиясидан кўп бўлганда.

Темир-углеродли қотишмалар учун уларинг тузилмаси ҳақидаги тасаввур қуйидагича.

Углерод мусбат зарядланган ионлар  $C^{2+}$ -ёки  $C^{4+}$  қўринишида бўлади. Бу таклиф ягона эмас, бироқ эҳтимоли юқори. Кремний силицид  $FeSi$  қўринишида, шунингдек қисман ион  $Si^{2+}$  қўринишида намоён бўлади. Марганец чекланмаган миқдорда суюқ темирда эриб кетади. Февамнатомларининг ўлчамлари бир бирига жуда яқин, ва марганец эритманинг таркибида эриган холда мавжуд бўлиб, темирнинг ўрнини осон олиши мумкин. Олtingугурт қисман  $Fe-S$  гурухини хосил қиласи, қисман эса 2 та электронни қўлга киритиб  $S^{2-}$  иони қўринишида бўлади. Фосфор суюқ қотишмада кўпроқ фосфид  $Fe_2P$  қўринишида мавжуд бўлади, гарчи кислород мавжуд бўлса  $PO^{3-}$  иони қўринишида намоён бўлиши ҳам мумкин. Азот ва водород асосан атом қўринишида мавжуд бўлади, гарчи водороднинг баъзи қисми ион шаклида бўлиши ҳам мумкин. Кислород одатда қотишмада манфий ион  $O^{2-}$  қўринишида мавжуд бўлади.

Шундай қилиб, суюқ қотишманинг тузилиши шундай, турли ионларнинг мавжуд бўлиши билан бирга қайсиdir даражада барқарор бирикмалар (квазимолекулалар) мавжуд.

#### **Адабиётлар**

1. С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.
2. А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ

ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ

“Куймакорлик металлургияси” фанидан



МАВЗУ: СУЮҚ ШЛАКЛИ ЭРИТМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА  
ХОССАЛАРИ

Бажарди: 84-13 ЛД гурух Асадов Ж.А.

Кабул килди: проф Расулов С.А.

Тошкент-2016

## **МАВЗУ: СҮЮҚ ШЛАКЛИ ЭРИТМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ХОССАЛАРИ**

### **РЕЖА:**

1. Шлакларнинг умумий тавсифлари.
2. Эриган шлакларнинг тузилмаси тўғрисида замонавий тасаввур
3. Шлакли тизимларнинг холат диаграммалари

### **ШЛАКЛАРНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФЛАРИ.**

Металл ва ғотишмаларни этиришда шлаклар мухум рол ўйнайди. Баъзи холларда улар суюқдик ваннасини ҳавонинг азоти ва кислороди таъсиридан химоя қилса, бошқа холларда улар бевосита маълум қотишмани олиш жараёнида қатнашадилар.

Шлаклар кўп компонентли тизим бўлиб, турли кристалланиш ҳарорат оралиғига эга. Кислотали шлаклар шишили тузилмага эга, яъни маълум эриш ҳароратига эга бўлмаган ўта совитилган суюқликни ташкил этади. Ҳарорат оширилганда бундай шлакларнинг қовушқоқлиги секин аста пасаяди, яъни улар «узун» шлаклар категориясига киради. Кислотали шлаклардан фарқли равишда асосий шлаклар кристалл тузилмага эга ва ҳароратга боғлиқ бўлган қовушқоқлигининг ўзгариши бўйича «қисқа» категорияга киради. Ҳарорат ортганда уларнинг қовушқоқлиги тез пасаяди.

Металлургик шлаклар қуйидаги аломатлари бўйича классификацияланади: асослилик даражасига кўра – таркибида юқори миқдорда  $SiO_2$  ва бошқа кислотали оксидлар бўлган кислотали ва  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ лар бўлган асосли турларга бўлинади. Атмосфера оксидлари  $Al_2O_3$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $V_2O_3$  ва бошқа асосий шлаклар ўзини худди кислотали тутади, кислоталилар эса асослидек тутади; қотиш характеристи бўйича, яъни қовушқоқликни ҳароратга боғлиқлиги бўйича улар узун ва қисқага бўлинади; металлни кимёвий активлиги ва легирланганлиги бўйича нейтрал ёки пассив бўлиб, суюқ металл билан деярли ўзаро муносабатга киришмайди ва суюқ металл билан таъсиранувчи актив турларга бўлинади.

Шлакларнинг кимёвий таркиби асослилик ( $C_0$ ) ёки кислоталилик ( $C_k$ ) даражаси билан характерланади.

$$C_k = \frac{SiO_2}{CaO + MgO + FeO}; \quad C_0 = \frac{CaO}{SiO_2} \quad (3)$$

бу ерда  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $FeO$  – компонентларнинг миқдори, %.

Кимёвий таркиби бўйича металлургик шлаклар беш гурухга бўлинади (1-жадвал).

1-жадвал. Асосли ва кислоталилик бўйича шлакларнинг классификацияси

Гурухи	Кислоталилик даражаси	Асослилик даражаси
Ультра асосли	0-0,5	2,5

Асосли	0,5-1,0	2,5-1,5
Ўрта	1,0-1,5	1,5-1,0
Кислотали	1,5-3,0	1,0-0,5
Ультра кислотали	3,0	0,5

## Эриган шлакларнинг тузилмаси тўғрисида замонавий тасаввур

Эриган шлакларнинг тузилмаси хозиргача молекуляр ва ион назариялари билан тушунтирилар эди.

Молекуляр назарияга кўра, оксидлар, уларнинг бирикмалари ва сулфидлар эриган шлакларнинг таркибида эркин, кимёвий боғлиқ бўлмаган молекулалар  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ва бошқ. кўринишида мавжуд бўлади.

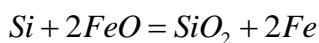
Молекуляр назария кислород, фосфор ва бошқа элементларнинг металл ва шлак орасида тақсимишини активлик коэффициентларидан фойдаланмаган холда тушунтирибберга олмайди ва шлакларнинг электр ўтказувчанини, электролиз ва ш.к.лар бўйича маълумотлар билан мос келмайди.

Шлакларнинг физик ва физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш бўйича олиб борилган кўп сонли синовлар шлакларнинг сезиларли электролитик диссоциациясини тасдиқламоқда.

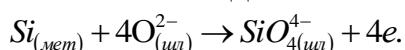
Ион назариясига мувофиқ суюқ шлакларда ва силикат эритмаларда барча оксидлар ва уларнинг кимёвий бирикмалари ионларга диссоциацияланади. Шундай қилиб, эриган шлаклар таркибида мусбат зарядланган катионлар ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  ва бошқ.) ва манфий зарядлаган анионлар ( $\text{F}^-$ ,  $\text{O}^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Al}_3^{3-}$ ,  $\text{SiO}_4^{4-}$ ,  $\text{TiO}_3^{2-}$ ,  $\text{FeO}_2^-$  ва бошқ.) мавжуд.

Физик-кимёвий ва электрокимёвий тадқиқотлар суюқ шлаклар кристаллика шишасимон жисмларга ўхшаб диссоциацияланган молекулалардан ташкил топганлиги фактини тасдиқладилар. Бироқ металларнинг барча атомлари катионлар кўринишида бўлади; улар комплекс анионлар шаклида ҳам бўлиши мумкин, масалан,  $\text{AlO}_3^{3-}$ ,  $\text{FeO}_2^-$ ,  $\text{SiO}_4^{4-}$  ва бошқ. каби.

Шлакли эритмалар тузилмасининг замонавий назарияларини кўриб чиқиши тугатиб, молекуляр назарияни қўйидаги холларда қўллаш мумкинлигини тавсия қилса бўлади, яъни ўзаро таъсир жараёнини қўрсатиш ёки миқдорий муносабатларни аниқлаш зарур бўлганда. Масалан, эритишида кремнийнинг оксидланиши жараёни қўйидаги тенглама билан тавсифланиши қониқарли бўлади



Ўзаро таъсир механизми кўриб чиқиладиган холларда ион назариясини қўллаш тўғрироқ бўлади, унга кўра кремнийни куйиши ионларни шлак-металл чегараси орқали ўтиши ҳисобига амалга ошади.



Эритиши жараёнини кўриб чиқишида келтирилган маълумотларга кўра ҳам молекуляр, ҳам ион назарияларидан фойдаланамиз.

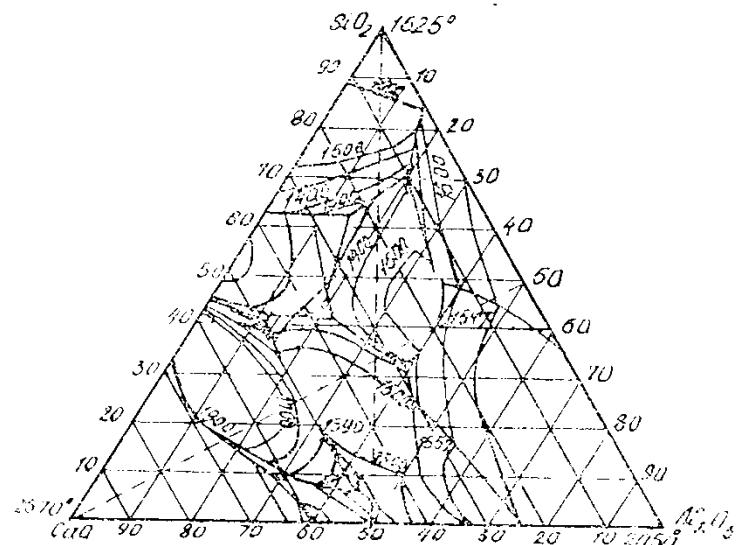
## Шлакли тизимларнинг холат диаграммалари

Бу диаграммалар фазаларнинг мавжудлиги чегараси, миқдори ва физик-кимёвий табиати ҳақида хulosалар чиқариш имконини беради. Холат диаграммаларини билиш у ёки бу металлургик жараённи ўтказиш учун энг афзал бўлган шароит талабларини қониқтирувчи тизимни танлаш учун имкон яратади.

$\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  тизими анча тўлиқ ўрганилган. Тизимнинг эрувчанлик диаграммаси Рэвкин ва Райт бўйича 2-расмда келтирилган. Бу тизимга кўпгина эритма шлаклар киради, иккита учтали сузуб юрувчи конгруэнт алюминсиликатли бирикмалар, эриш ҳароратида нобарқарор бўлган  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ , бирикмаси ва бешта осон эрувчи эвтектикалар тегишли. Таркибида юўри миқдорда  $\text{SiO}_2$  бўлган бу тизимнинг шлаклари қотищаши шишиасимон холатга ўтади.

Қора металларни эритиша реал металлургик шлакнинг асосий компонентлари  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , бундан ташқари у етарли миқдорда  $\text{MnO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ лар ҳисобланади. Шундай қилиб, реал шлак кўп компонентли ҳисобланади. Унинг хоссалари тахминан  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  тизимнинг диаграммаси хоссаларига мос келади, бироқ улар  $\text{CaF}_2$ ни киритиш йўли билан сезиларли силжиши мумкин, бу билан шлак тизимининг суюқланиш ҳарорати сезиларли пасаяди.

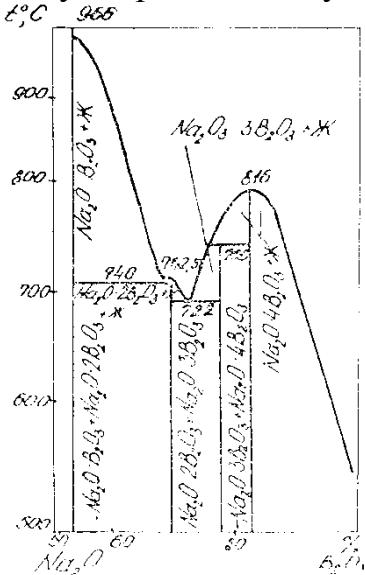
Рангли қотишмаларни эритиша боратли ва фторидли шлаклар тизими қўлланилади.



2-расм.  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  тизимининг эрувчанлик диаграммаси

Эрувчанликнинг бир диаграммасини мисол сифатида кўриб чиқамиз. 3-расмда  $\text{Na}_2\text{O} - \text{B}_2\text{O}_3$  тизимнинг эрувчанлик диаграммаси келтирилган. Тизимда иккита 740 ва 722 °C ҳароратларда эвтектикава тўртта кимёвий бирикмалар  $\text{Na}_2\text{O}\cdot\text{B}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 2\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{B}_2\text{O}_3$  ва  $\text{Na}_2\text{O}\cdot 4\text{B}_2\text{O}_3$  мавжуд. Бу бирикмаларда

фақат  $Na_2O \cdot 3B_2O_3$  инконгруэнт эрийди, қолган бирикмалар конгруэнтэрийди ва эрувчанлик диаграммасида максимумларни кескин ўзгаришини беради.



3-расм.  $Na_2O - B_2O_3$  нинг эрувчанлик диаграммаси

## ГАЗ ФАЗАЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ХОССАЛАРИ

Эритувчи печларнинг гасимон фазалари мухум рол ўйнайди, баъзан эса металлургик реакцияларни кечишида хал қилувчи ролни ўйнайди.

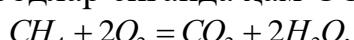
Газ фазаси оддий икки атомли газлар:  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$  ни, оксид-газлар ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ) ва бошқа газлар ( $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $PH_3$ )га эга.

Газ фазаси актив бўлиши мумкин, яъни металлургик жараёнда иштирок этаётган, масалан, иссиқлик ташувчи ёки кимёвий реагент сифатида, ҳамда пассив, яъни эритишда оддий иштирокчи бўлиши мумкин.

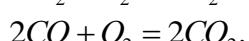
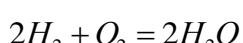
Актив газ фазасини хосил қилувчи манбаа бўлиб, одатдагидек, асосан углерод ва водороддан ташкил топган ёнилғининг ёниши ҳисобланади. правило



(6) и (7) реакциялар барча турдаги ёнилғи (қаттиқ, суюқ ва газсимон) учун ҳаққоний, чунки углеводородлар ёнганда ҳам  $CO_2$  ва  $H_2O$  хосил бўлади.



Пирометаллургик жараёнларнинг физик кимёсида газ фазасида мухум реакция деб



хисобланади.

### Адабиётлар

3. С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.
4. А.П. Трухов, А.И. Маяров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ**

**ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ**

**“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ**

**“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”**

**КАФЕДРАСИ**

**“Куймакорлик металлургияси” фанидан**



**МАВЗУ: ГАЗ ФАЗАСИННИГ МЕТАЛЛ БИЛАН ЎЗАРО ТАЪСИРИ**

**Бажарди: 84-13 ЛД гурух Нумонов Ж.А.**

**Кабул килди: проф Расулов С.А.**

**Тошкент-2016**

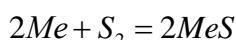
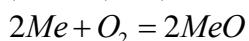
## **МАВЗУ: ГАЗ ФАЗАСИННИГ МЕТАЛЛ БИЛАН ЎЗАРО ТАЪСИРИ**

### **РЕЖА:**

- Оксидлар, сулфидлар, карбонатларнинг хосил бўлиши ва диссоциацияси.**
- Суюқ металл ва шлакнинг бўлиниш чегарасида ўзаро таъсири.**
- Металл ва шлакни печнинг футеровкаси билан ўзаро таъсири**

Газ фазаси металл билан у эриган, қаттиқ ва суюқ холда қизиганда таъсирланиши мумкин.

Газни металл билан ўзаро таъсири оксидлар, карбонатлар ва сульфидларни хосил бўлиши ёки диссоциацияланишига олиб келиши мумкин



Бирикмаларнинг хосил бўлиши ва мустахкамлиги диссоциациянинг эластиклиги билан характерланади. Диссоциациянинг эластиклиги кўпгина оксидларда ( $FeO$ ,  $MnO$ ,  $SiO_2$  ва бошк.) жуда кам, бу оксидларнинг оддий атмосферада мустахкамлигидан далолат беради.

Карбонатлар унча пухта бирикма ҳисобланмайди ва  $800-1000^{\circ}\text{C}$  ҳароратда парчаланади.



Эритищда  $\text{CaCO}_3$  охаки флюс сифатида ишлатилади.

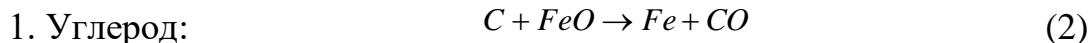
Сулфидларнинг парчаланиши ёки хосил бўлиши газ фазасида икки атомли олтингугуртни босими тенглиги билан характерланади. Сулфиднинг бу диссоциация пухталиги унинг мустахкамлиги ўлчови ҳисобланади.

$\text{Ca}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{Al}$  металларидан мустахкам сулфидлар хосил бўлиши учун  $\Delta G^0$  нинг микдори сезиларли манфий қийматга эга бўлиши керак.

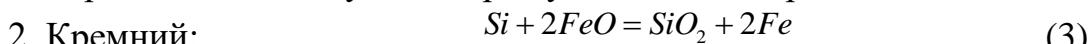
## **СУЮҚ МЕТАЛЛ ВА ШЛАКНИНГ БЎЛИНИШ ЧЕГАРАСИДА ЎЗАРО ТАЪСИРИ**

Қора металларни эритищда купинча металл-шлак чегарасида фазалар аро ўзаро таъсирини кузатишга тўғри келади, яъни пўлат ва чўянни эритищда. Асосий элементларнинг ўзаро таъсири бўйича бу жараённи кўриб чиқамиз.

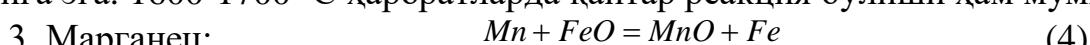
Молекуляр назарияга мувофиқ қуйидаги ўзаро таъсирлар бўлиши мумкин:



Углерод шлаки мавжуд холларда уни металлда эриш имкони ҳам бор.



Бу реакция ҳароратга маълум микдорда боғлиқ бўлган мувозанат ҳолатига эга.  $1600-1700^{\circ}\text{C}$  ҳароратларда қайтар реакция бўлиши ҳам мумкин.



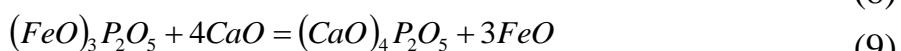
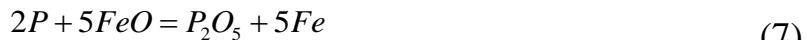
4. Олтингугурт:



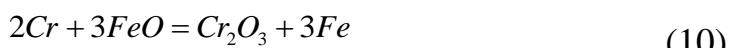
Олтингугуртсизлантириш жараёни шлакда СаО мавжудлиги ва унинг юкори асослилиги  $\left(\frac{CaO}{SiO_2}\right)$  билан боғлашади.

5. Фосфор.

Фосфорсизлантириш жараёни молекуляр назарияга мувофиқ шлакнинг юкори асослилигини ва унда юкори микдорда FeO мавжудилигини талаб этади. У классик жараён шаклида кечади:



6. Хром:



7. Никел:



У темирга нисбатан кислородга кам яқинликка эга ва шунинг учун уни темир билан қайта тиклаш мумкин.

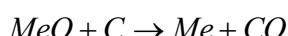
8. Титан биз кўриб чиқаётган легирловчи элементлар орасида энг активи ҳисобланади. Қуйидаги реакциялар содир бўлиши мумкин:



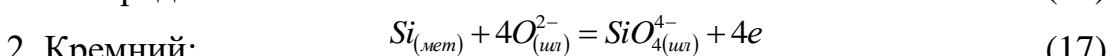
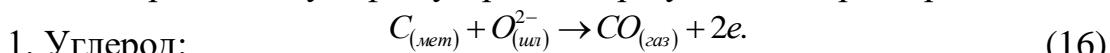
9. Мис ҳам худди никел каби хусусиятларга эга:



Тизимда углерод мавжуд бўлса оксидлар қуйидаги реакция бўйича қайта тикланиши мумкин



Ион назариясига мувофиқ ўзаро таъсир қўйидаги характерга эга:

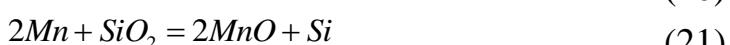


## МЕТАЛЛ ВА ШЛАКНИ ПЕЧНИНГ ФУТЕРОВКАСИ БИЛАН ЎЗАРО ТАЪСИРИ

Барча эритувчи печларга футеровка у ёки бу даражада металлургик жараёнда қатнашади. Вагранкаларда чўянни эритишда футеровка шлак ҳосил қилувчи манбаалардан бири бўлиб, металлургик жараёнга у маълум бир шлак режимини ҳосил қилган холда таъсир ўтказади.

Металл, шлак ва футеровканинг ўзаро таъсири чўянларни индукцион электр печларида эритишда мухум аҳамият касб этади.

Индукцион печларнинг футеровкалари одатда таркибида кўп миқдорда  $\text{SiO}_2$  бўлган материаллардан тайёрланади. Кремний оксиди металл таркибида микроаралашмалар қўринишидаги турли элементлар билан реакциялар бўйича қайта тикланиши мумкин:



Кислотали футеровкага қўрғошиннинг таъсири анча заарли, чунки қўрғошин оксиди футеровканинг кремнийли тупроғи билан ўзаро муносабатга киришиб осон эрувчи бирикмалар ҳосил қиласди:



Чўяннинг ҳарорати  $1400^{\circ}\text{C}$  юқори бўлганда ва эндотермик кремнийни қайта тикловчи реакциялар натижасида футеровка емирилади.



Кремнийни қайта тиклаш интенсивлиги ҳарорат, металл таркиби ва уни кислоталилигига боғлиқ бўлиб, углероднинг миқдорини ортиши ва кремнийнинг концентрацияси камайиши футеровканинг ейилишини тезлаштиради. Бу, суюқ чўяннинг ҳарорати ортиши билан унинг мувозанати кремний миқдорини ортиши томонга силжийди ва бу футеровканинг металли углероди ҳисобига кремнийни қайта тикланиши ҳисобига бўлади.

Футеровкани шлак билан фазалар аро ўзаро таъсири айниқса қотишмаларни эритишда ва электрошлакли ишлов беришда мухум аҳамиятга эга. Бу печларда шлакнинг юқори активлиги натижасида футеровка билан турли бирикмалар ҳосил қилиши мумкин, улар паст эриш ҳароратига эга (фаялит, флюритли бирикмалар тури ва ш.к.) бўлиб, синтетик металлургик шлак холига ўтади, бунинг натижасида футеровка емирилиши содир бўлади.

Футеровкани қотишманинг табиати, унинг кимёвий активлиги ва бошқа омиллардан келиб чиқиб танлаш мақсадга мувофиқ. Баъзи холатларда футеровкасиз эритишдан фойдаланилади, у қотишманинг ўзидан гарнисаж қилишга асосланган ва унда эритиш амалга оширилади.

### Адабиётлар

5. С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.
6. А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ

“Куймакорлик металлургияси” фанидан

# РЕФЕРАТ

МАВЗУ: МЕТАЛЛИ ШИХТА МАТЕРИАЛЛАРИ

Бажарди: 84-13 ЛД гурух Нумонов Ж.А.

Кабул килди: проф Расулов С.А.

Тошкент-2016

## МАВЗУ: МЕТАЛЛИ ШИХТА МАТЕРИАЛЛАРИ РЕЖА:

1. Классификацияси ва умумий таснифи.
2. Қуйма чўянлар
3. Иккиламчи қора металлар

**Классификацияси ва умумий таснифи.** Металлургик шихта учун асос сифатида бирламчи ва иккиламчи қора ва рангли металллар ва лигатуралар ишлатилади. Металлургия саноатида бирламчи маҳсулот сифатида қуйма холда келтирилган руда материаллари ҳисобланади. Иккиламчи маҳсулотлар темир-терсак, металл ва қотишмаларнинг чиқиндилари, ҳамда рангли металларнинг лом ва чиқиндилардан эритиб олинган қотишмалари. Лом шаклидаги иккиламчи қора металлар пўлат ва чўянларни эритишда кенг қўлланилади. Иккиламчи рангли металларни «Вторцветмет» ихтисослаштирилганкорхоналарда қайта эритилади, улар қоишмаларни қуйма (чушка) шаклида чиқаради, бироқ баъзи холларда машинасозлик корхоналарида лом ва чиқиндилардан фойдаланилади. Чиқиндиларни бевосита улар хосил қилинаётган корхонанинг ўзида фойдаланиш сезиларли иқтисодий самара беради, бироқ бунинг учун корхона шихтани тайёрловчи ва металлургик бўлимларга эга бўлиши керак.

Тайёр қуйма қотишмалар шаклида қуйма алюмин, магнийли, босим остида қувиш учун рухли, рухли антифрикцион қотишмалар, шунингдек бадиий қуймакорлик учун бронза, қуйма қалайли ва қалайсиз бронзалар ва қуйма қалайли латунлар келтирилади [6].

**Қуйма чўянлар** қуйма, қайта ишланадиган ва табиий-легирланган турларга бўлинади. Қуйма чўянлар (ГОСТ 4832-80) одатий (Л) ва магний билан тозаланган (ЛР) ишлаб чиқарилади. Бундан ташқари, қуйма чўянлар таркибидаги кремний микдорига кўра Л1 (Si 3,2-3,6 %)... Л6 (Si 1,2-1,6 %) маркали, Mn микдорига кўра 1 (0,3 % гача)...IY (0,9 дан 1,5 % гача) гурухларига ва А (0,08 % гача), Б (0,12 % гача), В (0,3 % гача), Г (0,7 % гача), Д (0,12 % гача) синфларига ва S микдори бўйича I (0,02 % гача)... 5 (0,05 % гача) тоифаларига бўлинади.

Қайта ишланадиган чўянларнинг (ГОСТ 805-80) 10 маркаси чиқарилади: П1 ва П2 – пўлатга қайта ишлаш учун; ПЛ1 (Si 0,8-1,2 %) ва ПЛ2 (Si 0,5-0,8 %) – қуйма ишлаб чиқариш учун, ПФ1, ПФ2, ПФ3 – фосфорли, ПВК1, ПВК2, ПВК3 – юқори сифатли. Маркалар худди қуйма чўянлардек Si микдори билан аникланади, бироқ қайта ишланадиган чўянларда унинг микдори сезиларли кам. Бундан ташқари, қайта ишланадиган чўянлар Mn бўйича гурухларга, Р бўйича синфларга ва S бўйича тоифаларга бўлинади.

Табиий-легирланган чўянлар учта турга бўлинади: хромоникелли (ТУ 14-15-84-79), титанли ва титанмисли (ТУ 14-15-4-74). Хромоникелли чўянларнинг 10 та маркаси ишлаб чиқарилади: ЛХН1 дан ( $Ni + CO$  0,2%; Cr 0,4–1,2%) ЛХН10 гача ( $Ni + CO$  1%; Cr 2,3–3,2%). Титанли чўян (БТЛЗ-БТЛ7) 0,3-1,2 % Ti,

титанмисли чўян (БТМЛ3-БТМЛ7) 1-3 % Cu ва 0,3-1,2 % Ti га эга. Шихтага уларни қўшиш кам легирланган конструкцион чўянларни олиш имконини беради.

**Иккиласми қора металлар**(ГОСТ 2787-75). Уларга чўян ва пўлар лом, пўлат ва чўян қириндилар, қирқма, штампва бошқалар киради. Иккиласми қора металларнинг таснифланиши 4-расмда келтирилган. Улар тоифалар (А – углеродли ва Б – легирланган), синфлар (пўлатли ва чўянли) ва турларга бўлинади. Тури физик холати ва сифат кўрсаткичлари билан белгиланади:бўлак-бўлак, прессланган, қиринди; габаритли, габаритсиз ва ш.к. Сифдан ташқарида домен қўшимчалари, тўпон ва пайванд шлаклари қолиб улар қўйма ишлаб чиқаришда эритишда ишлатилмайди. Легирланган чиқинди ва ломлар кимёвий таркиби бўйича 67 гурухга бўлинади.

**Ферроқотишиналар.** Бу металлли шихта материалларининг кенг кўламли гурухи бўлиб Fени бир ёки бир нечта легирловчи элементли қотиши масини ўз ичига олади. Асосий легирловчи элемент одатда номида кўрсатилади: ферросилиций – Si, ферромарганец – Mn, феррохром – Crva бошқ.

Ферромарганец (ГОСТ4755-80) кам углеродли ( $C=0,5\%$ ), ўрта углеродли ( $C=1-2\%$ ) ва юқори углеродли ( $C=7\%$ ) турларга бўлинади. Кам углеродли ва ўрта углеродли ферромарганец таркибида 85 % Mn (бундан ташқари FMn 2,0 даMn миқдори – 75 %) бор. Кам углеродли ферромарганц маркасида рақам билан углероднинг ўртacha миқдори кўрсатилган (масалан, FMn 1,5, 1,5 %C га эга), юқори углеродлиларда эса –марганцниг ўртacha миқдори (масалан, FMn 75, 75 % Mn га эга). Ферромарганецнинг маркаланишида A харфи таркибида кам миқдорда фосфор борлигини билдиради (масалан, FMn 78A 0,05 % P га эга), K харфи – таркибида кам миқдорда кремний борлигини билдиради (1 % Si гача), C – таркибида кўп миқдорда фосфор борлигини билдиради, C харфидан кейинги рақамкремнийнинг миқдорини билдиради (масалан, FMn 75AC6 6 % Si га эга).

Феррохром (ГОСТ 4757-79) кам углеродли (0,01-0,5 % C), ўрта углеродли (1-4 % C), юқори углеродли (6,5 - 8 % C) ва азотли (1-6 % N) турларга бўлинади, азотли феррохром маркасига H харфли белгиланиш киритилган.Феррохромнинг барча маркалари 60-68 % Cr га эга. Кам углеродли, ўрта углеродли ва юқори углеродли феррохром маркаланишидаги рақамли белгиланиш С нинг миқдорини билдиради (масалан, ФХООБА 0,06 % C га эга). Азотли феррохром маркасидаги рақам N нинг миқдорини билдиради (масалан, ФХН 200A 2,0 % N га эга). Феррохромда Si миқдори 0,8-2,0 % оралиқда бўлади. Маркаланишидаги С харфи Si нинг кўп миқдорда бўлишини билдиради (масалан, ФХ800СА 5,0-10,0 % Si бор), А ва Б харфлари – кам ва кўп миқдордаги Р ни билдиради (А да Р нинг миқдори 0,02-0,03 % оралиғида; Б – 0,03-0,05 %).

Ферросилиций (ГОСТ 1415-78) 11 маркада ишлаб чиқарилади. Ферросилиций маркаланишида рақамли белгиланиш Si нинг ўртacha миқдорини билдиради (масалан, ФС45 да 41-47 % Si бор).

Ферротитан (ГОСТ 4761-80) 5 та маркада ишлаб чиқарилади.Ti0, Ti1, Ti2 маркаларида 25-35 % Ti, TiB, TiB1 маркаларида эса 60 % дан кўпроқ.

Ферровольфрам (ГОСТ 17293-82) таркибида волfram бўлган 6 та маркада чиқарилади (ФВ65)65 % гача (ФВ80а)80 % гача. Маркаланишда А харфи алюминий мавжудлигини билдиради.

Ферробор (ГОСТ 4848-69) 6 % дан (марка ФБ3) 20 % гача ва ундан юқори (марка ФБ0)В бўлган 4 та маркада чиқарилади. Ферроборнинг турли маркалари дакремний 2 дан 15 % гача мавжуд, алюминий 3 дан 15 % гача мавжуд.

Ферросиликохром (ГОСТ 11861-77) таркибида турли маркаларда 28 % дан (марка ФСХ 48) 55 % гача ва ундан юқори (ФСХ13) миқдорда Србўлган 6 та марка чиқрилади. Ферросиликохром маркасидағи рақам ўртача кремний миқдорини билдиради (масалан, ФСХ 33 да 30-37 % Si бор).

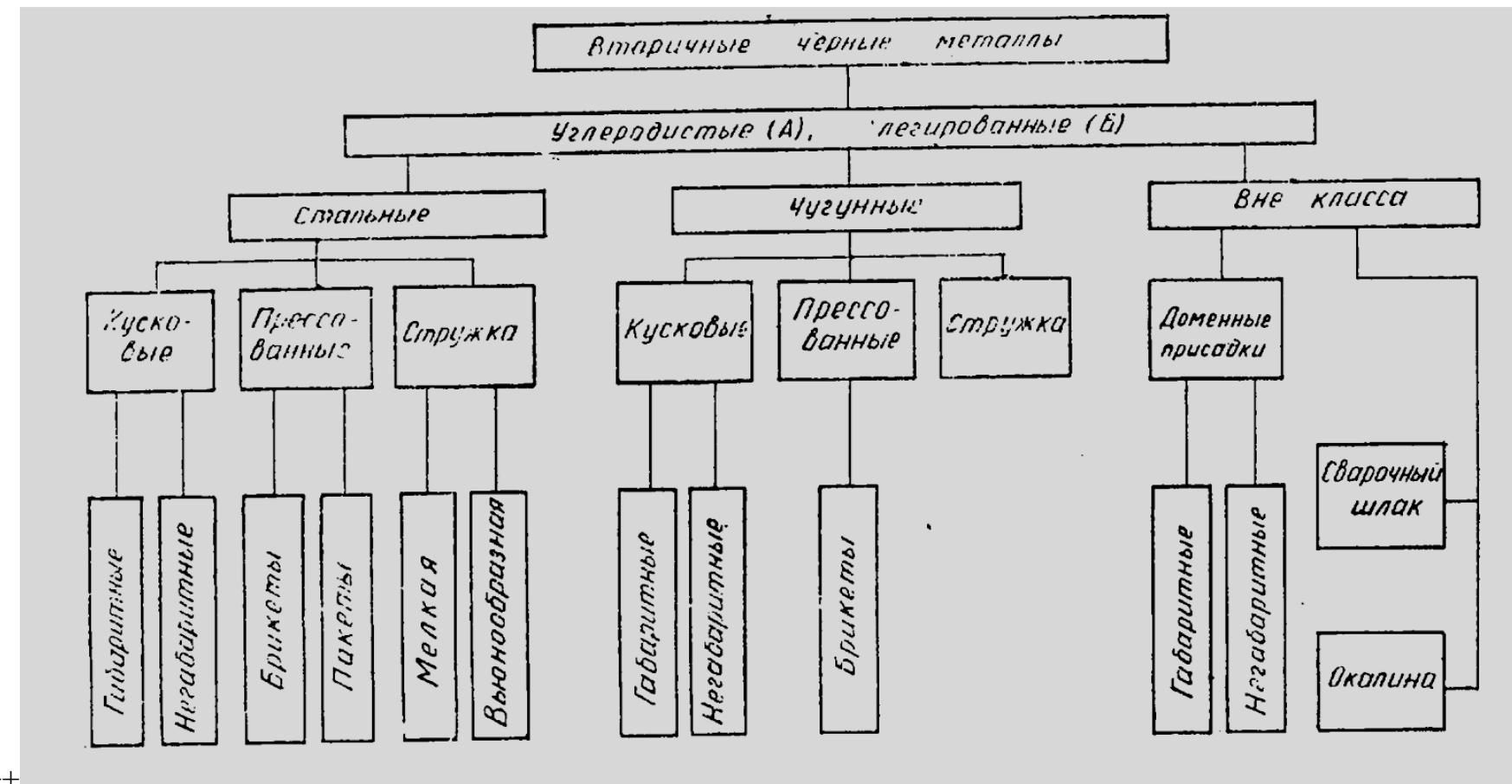
Ферромолибден (ГОСТ 4759-79) 3 та маркада чиқарилади(ФМ1, ФМ2, ФМ3) уларда Mo 55-58 % ни ташкил этади.

Ферроқотишмалар шихталарни, легирлашни ва чўян ва пўлатни модификациялашни корректировка қилиш учун ишлатилади.

*Бирламчи рангли металлар.* Бу шихта материаллари ГОСТ ва ТУ ларга мувофиқ қуйим, ёмби ва донадор шаклда келтирилади. Бирламчи алюминий қўймада (ГОСТ 11069-74) мухум тозаликдагиси A999 (99,95 % Al), техник тозаликдагиси A85 ва ш.к. A0 (99 % Al) гача белгиланади. Бирламчи эритишдаги қуйим силумин (ГОСТ 1571-76), таркибида 10-13 % кремний бўлган холда келтирилади. Харфдан кейинги рақам қўшимчалардан тозаланганлик даражасини билдиради. Энг тозаси – СИЛ-00. СИЛ-2 да – 0,7 % Fe; Mn – 0,5; Ca – 0,2; Cu – 0,3; Zn – 0,08 % бор.

Бирламчи магний ҳам қўйимда (ГОСТ 804-72) тозалик даражаси бўйича маркаланади –Мг96 дан (99,96 % Mg) Мг90 гача (99,9 % Mg).

Мис (ГОСТ 859-78) тайёрлаш усулига кўра маркаланади: тоза кислородсизи М0 Об (99,99 % Cu), кислородлиси – М1р (99,9 Cu), оловда тозаланган – М2 (99,7 % Cu) ва М3 (99,5 % Cu).



++

1-расм. Иккиламчи кора металларнинг таснифи

Колган бошқа бирламси рангли металлар худди шу каби маркаланади. Рух (ГОСТ 3640-79): ЦВ00 (99,99 % Zn); ЦВ0, ЦВ1, ЦВ, ЦОА, ЦО, Ц1, Ц2, Ц3 (97,5 % Zn). Қалай (ГОСТ 860-75) ОВЧ-000 дан (99,999 % Sn) 0Ч гача (96,43 % Sn). Кўрғошин (ГОСТ 3778-77): С0000 дан (99,9999 % Pb) С3 гача (99,9 Pb). Никел (ГОСТ 849-70): Н0 дан (99,99 % Ni) НЧ гача (97,6 % Ni). Хром (ГОСТ 5905-79): X00 (99 % Cr): X0, X2, X3 (97 % Cr) ва ш.к.

*Рангли қотишмалар қуйимларда.* Куйма алюминий қотишмалари қуйимларда (ГОСТ 1583-73) 19 маркада ишлаб чиқарилади. А дан кейинги харфлар легирловчи элементларни билдиради (К – кремний, М – мис, Н – никел ва бошқ.), улардан кейинги рақам шу элементларнинг ўртача микдорини билдиради. Масалан, АК9 9 % Si га эга; АК21М2,5Н2,5 – 21 % Si, 2,5 % Сива 2,5 % Ni га эга. Магний қотишмалари қуйимларда (ГОСТ 2581-78) худди шундай маркаланади: М дан кейинги харфларлегирловчи элементларни билдиради (М – марганец, А – алюминий, Ц – рух, Цр – церий, Н – неодим ва бошқ.). Масалан МА5Ц1 5 % Alva 1 % Zn га эга.

Рухли антифрикцион қотишмаларнинг маркаланиши (ГОСТ 19424-74) юқоридаги қотишмаларга ўхшаш бўлиб, қуйим шаклида келтирилади ва Ч харфи қўшилади (чушка). Масалан, ЦАМ9-1,5Ч (Al-9 %, Cu-1,5 %).

Қалайли (ГОСТ 614-73) ва қалайсиз (ГОСТ 17328-78) бронза қуйимларда қотишманинг ўзи каби маркаланади: харфлардан кейин рақамлар келиб, улар элементларнинг микдорини билдиради (А- Al, Ж- Fe, Мц- Mn, О- Sn, Ц- Zn, С- Pb, Н- Ni). Масалан, қалайли бронза қуйимларда Бр.03Ц8СЧН1 каби белгиланади ва ш.к.

ГОСТ 1020-77 да қуйма латун қуйимига қайси маркали латунга қандай маркали қуйим қўлланилиши айнан кўрсатилади. Қуйимдаги латун маркасидаги харфлар қуйидагиларни англаатади: С- Pb, О- Sn, K-Si, Мц- Mn, Ж- Fe, А- Al.

*Рангли металлар ва қотишмаларнинг лом ва чиқиндилари* (ГОСТ 1639-78). Рангли металл ва қотишмаларнинг чиқиндилари (парча лом, қиринди, кукусимон чиқиндилар, сим) лом ва у ёки бу асосли металлар чиқиндиларига бўлинади (2-расм). Физик аломатлари бўйича рангли металларнинг лом ва чиқиндилари синфларга (А – парчали лом, Б – қиринди, сим ва майда лом, В – кукусимон чиқиндилар, Г – бошқа чиқиндилар), кимёвий таркиби бўйича эса – гурӯҳ ва маркаларга бўлинади. Гуруҳларнинг сони рангли металл ва қотишманинг асосига қараб ўзгаради. Сифат кўрсаткичлари бўйича лом ва чиқиндилар навларга ажратилади.

*Шихта маминаларининг физик таснифлари.* қуйма қотишмаларни эритишда шихта компонентларининг кимёвий таркиби эмас балки уларнинг эриш ҳарорати, зичлиги, солишиштирма бзаси ва тўкиш зичлиги ҳам мухум аҳамиятга эга (1-жадвал). Тўкиш зичлиги ҳақидаги маълумот [6] эритувчи печда шихтанинг эгаллаган ишчи ҳажми фазосини, юкловчи қурилмаларни ҳисоблаш ва бошқаларни аниқлаш учун фойдаланилади.

Шихта компонентларининг солишиштирма юзаси бир-икки тартибга фарқ қилиши мумкин, бу элементларнинг куйишига таъсир ўтказади. Катта солишиштирма юзага қиринди ва майда лом эга, кичик юзага – йирик бурдали

шихта эга. Шунинг учун эритишда оксидланишни камайтириш чораларини кўриш зарур.

### 1-жадвал. Қуйма тошқўмирли кокснинг кимёвий таркиби, %

Кўрсаткичлар	Маркалар учун нормалар		
	КЛ-1	КЛ2	КЛ-3
Олтингугурт миқдори ўртача чегаравий	0,45 0,6	0,8 1,0	1,2 1,4
Куллилик ўртача чегаравий	10,5 12,0	9,5 11,0	10,5 12,0
Намлик (кўп эмас)	5,0	5,0	5,0
Учувчи моддаларнинг чиқиши кўп эмас	1,2	1,2	1,1

### ЁНИЛГИ МАТЕРИАЛЛАРИ

Қуйма қоишмаларни эритишда ёнилғи сифатида кокс, мазут ва табиий газдан фойдаланилади.

Қуйма тошқўмир кокси (ГОСТ 3340-71) таркибидаги олтингугурт миқдорига кўра, КЛ-1, КЛ-2, КЛ-3 каби белгиланадиган маркаларга (1-жадвал), фракциялар ўлчами бўйича – синфларга (80 ва ундан катта; 60 ва ундан катта; 40 ва ундан катта; 60 дан 80 гача ва 40 дан 60 гача мм) бўлинади.

Қуйма термоантрацит (ГОСТ 7749-65) фракциялар ўлчами бўйича иккита синфга: 40-80 мм ва 80-120 мм бўлинади. Сифат қўрсаткичлари бўйича термоантрацит қўйидаги талабларга жавоб бериши керак: намликнинг массавий улушки –2% гача, биринчи навгача куллилиги - 6% гача, иккинчи нав учун - 10% гача; олтингугурт миқдори 1 навгача -1% гача, 2 нав учун –1,75% гача, учувчи моддалар чиқиши -40 см<sup>3</sup>/г гача; қолганлар - 5% гача.

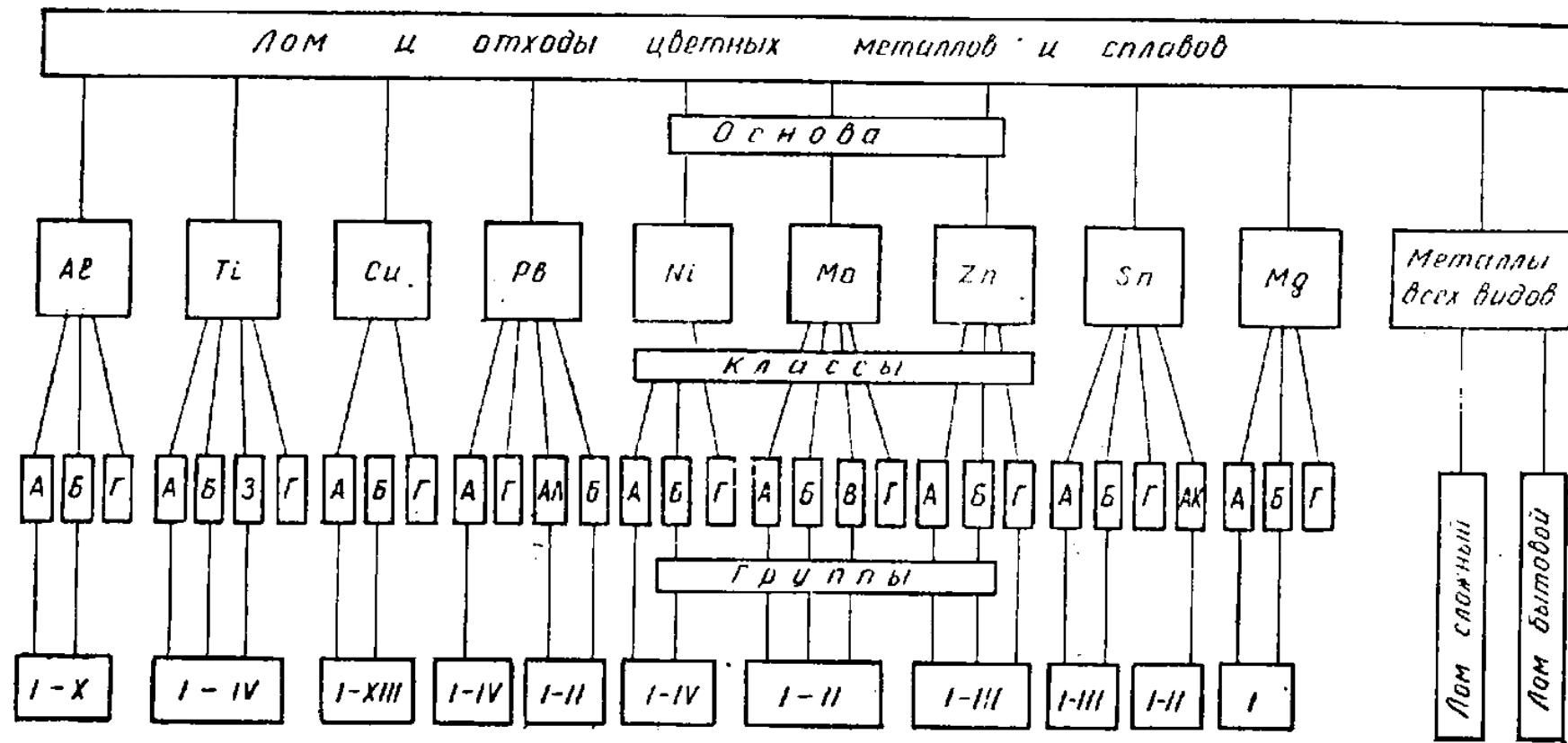
Қуйма ишлаб чиқаришда мазтнинг иккита маркаси ишлатилади: 40 ва 100 (ГОСТ 10585-75). Мазутлар кам олтингугуртли (олтингугуртнинг массавий улушки 0,5% гача), олтингугуртли (2% гача) ва юқори олтингугуртли (3,5% гача) турларга бўлинади. Кул миқдори – 40 маркали мазут учун 0,1% дан ортиқ бўлмаган ва 100 маркали мазут учун 0,14% дан ортиқ бўлмаган; механик қўшимчалар миқдори –0,8 дан ва 1,5% дан қўп бўлмаган миқдорида мос равишида бўлиши лозим. Қуруқ ёнилғига қайта ҳсиобланган ёниш иссиқлиги 39800-40600 кЖ/кгга эквивалент.

Табиий газ турли қуйма қотишмаларни эритиш учун газли ва кокс газли вагранкаларда, ҳамда печларда қўлланилади. Табиий газ асосан метандан CH<sub>4</sub> ташкил топган ва 33500-35600 кЖ/м<sup>3</sup> иссиқлик хосил қилиш хусусиятига эга.

**Флюслар** Чўянни эритишда вагранкада флюс сифатида асосан таркибида CaO(52% 1 навда, 50% 2 навда ва 49% 3 навда), CO<sub>2</sub>(қиздирилганда учуб кетади) ва тахминана 10% бошқа қўшимчалар (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>2</sub>) бўлган охак ишлатилади.

Охакдан ташқари, эритишда қуйидаги флюслар ишлатилида: бўр ва мрамор (таркиби бўйича улар охакка ўхшаш бўлади), охак (CaO 88-93%),

апатитонефелин рудаси  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$  таркибида юқори микдорда Р бўлган чўянни олиш учун, минерал (плавиковый шпат) (75% дан кам бўлмаган  $\text{CaF}_2$  га эга).



2-расм. Иккиламчи рангли металларнинг таснифи

## 2-жадвал. Материалларнинг асосий турлари таснифи

Материал тури	Хоссалари			
	Зичлиги, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Суюқланыш харорати $t_{pl}$ , °C	Солиштирма юзаси $\vartheta$ , м <sup>2</sup> /кг	Тўкиш зичлиги $\rho_u$ , кг/м <sup>3</sup>
Чўян қўйими	7000-7300	1150-1250	0,0074-0,013	3000-3500
Чўяnlом	7000-7600	1200-1400	0,005-0,02	1500-2500
Чўян қиринди	7000-7600	1200-1400	0,14-0,16	1800-2200
Брикетланган чўян қиринди	7000-7600	1200-1400	0,05-0,10	2000-5000
Пўлат лом	7500-8000	1400-1550	0,005-0,14	500-2000
Майдаланган пўлат қиринди	7500-8000	1400-1550	0,14-0,16	1800-2000
Брикетланган пўлат қиринди	7500-8000	1400-1550	0,05-0,10	2000-5000
Алюминий ва алюмин қотишмаси қўйими	2500-2700	590-665	0,014-0,025	1000-1500
Алюминий ва алюмин қотишмаси ломда	2550-2700	590-665	0,01-0,04	500-1500
Алюмин қотишмаси майдаланган қириндиси ва майда лом	2550-2700	590-665	0,28-0,32	400-800
Магний ва магний қотишмаси қўйими	1740-1850	590-650	0,02-0,05	700-1000
Магний қотишмаси ломи	1740-1850	590-650	0,015-0,07	600-1000
Рух ва рух қотишмаси қўйимда	7000-7200	419-430	0,0074-0,013	3000-3500
Рух қотишмаси ломда	7000-7200	412-430	0,005-0,02	1500-2500
Қўрғошин қўйимда	11340	327	0,0050-0,01	4500-5500
Қалай қўйимда	7300	232	0,074-0,013	3500-4200
Мис ва мис қотишмаси қўйимда	7800-8950	900-1150	0,0074-0,013	5000
Мис ва мис қотишмаси ломда	7800-8950	900-1150	0,005-0,02	1500-3000
Мис ва мис қотишмаси қириндиси	7800-8950	900-1150	0,14-0,16	2000-2500

### Адабиётлар

- С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш үсуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.
- А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ

ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ

“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ

“Куймакорлик металлургияси” фанидан

# РЕФЕРАТ

МАВЗУ: «Чўянни индукцион печларда эритиш»

Бажарди: 84-13 ЛД гурух  
ТУРСУНОВ И. Н.

Кабул килди: проф Расулов С.А.

Тошкент-2016

## ЧҮЯННИ ИНДУКЦИОН ПЕЧЛАРДА ЭРИТИШ РЕЖА:

1. Чүянни индукцион эритишининг физик-кимёвий ўзига хослиги.
2. Индукцион печларда эритиш технологияси.
3. Шихтани қиздириш ва эритиш вақтида темирни оксидланиш жараёни

*Чүянни индукцион эритишининг физик-кимёвий ўзига хослиги.* Вгранка ва ёйли печлардан фарқли равишда индукцион печларда эритиш шихтани суюқ металлга юклаш билан олиб борилади. Шунинг учун шихтани қизиши ва суюқланиши унинг компонентларини суюқ металлда эриши билан боғлиқ. Бунда фазалар орасида массанинг кўчиши ва иссиқликни ютилиши нафақат қизишга, балки эриш учун ҳам содир бўлади.

Тигелнинг марказида ҳароратнинг маҳаллий ортиши кузатилади, бунга девор яқинидаги зонадаги араласиши ҳароратнинг тақсимланишига таъсир ўтказиши натижасида пастки ва юқорига контур орасида «ўлик» зонани ҳосил бўлиши сабаб бўлади. Юқори ҳароратли зонанинг мавжудлиги тигел реакциясининг кечишига таъсир этади



Бу реакция (1)нинг кечиши, ҳамда углерод ва бошқа элементларнинг эриши – индукцион эритишининг ўзига хос ҳрактерларидан ҳисобланади, 1-расм.

1-жадвалдан кўринадики, углероднинг эриши кўп миқдордаги иссиқликни ютилиши билан кечади, кремнийнинг эриши эса – иссиқлик ажралиши билан. Шунинг учун, индукцион печларда кремний миқдори кам бўлган шихта материалларини ишлатиш энергетик жихатдан самарали, бунда кремнийнинг миқдори талаб этилган миқдоргача ферроқотишмалар ёрдамида эришилади.

### 1-жадвал. Эришнинг иссиқлик эфекти

Эритувчи	Эриётган компонент	Энталпиянинг ўзариши $\Delta H, Дж/(г \cdot атом)$
Чўян (3,3% C)	Пўлат (0,6% C)	1360
Чўян (3% C)	Кокс	11723
Чўян (3% C)	ФС-75	-3893

Кислотали футеровкали индукцион печларда элементларнинг куйиши ва эритишининг тўлиқ жараёни тигел реакцияларининг мувозанати билан чамбарчас боғлиқ.

Агар индукцион печда кам миқдорли кремний ва кўп миқдорли углерод бўлган чўян эритилаётган бўлса, у холда ушбу концентрациядаги С ва Si учун ҳароратнинг мувозанатига эришишда тигел реакциялари бошланади ва бу печнинг тигелини тез ейилишига олиб келади. Шунинг учун кислотали футеровкага эга бўлган печдаги эритишининг ҳарорат режими қиздирилаётган суюқ чўяннинг кимёвий таркибига боғлиқ равишида танлаш керак.

**Индукцион печларда эритиши технологияси.** Индекцион печларда эритиши технологик жараёни шихтани юклаш, қиздириш ва уни эритиши, ўта қиздириш, углеродлаш ва чўяннинг кимёвий таркибини берилган кўрсаткичга етказиш, ҳамда термо вақтли ишлов бериш (ушлаб туриш)ни ўз ичига олади. Юкланаётган шихта қисман эритмага чўқтирилади, бунда узлуксиз ток ўтказувчи муҳит хосил қилинади ва индуктор билан уюрмавий ток юборилади. Суюқ металлга юклашнинг (олдинги эритишдан қолган қолдиқ, зумпф ёки «ботқоқ» деб номланади) сабаби, электр токининг саноат частоталаридан фойдаланишда уюрмавий токларни шихтанинг дискрет элементларидан олиб ўтиш кам самара беради, чунки бу ток металлни қизиради ва у эрийди.

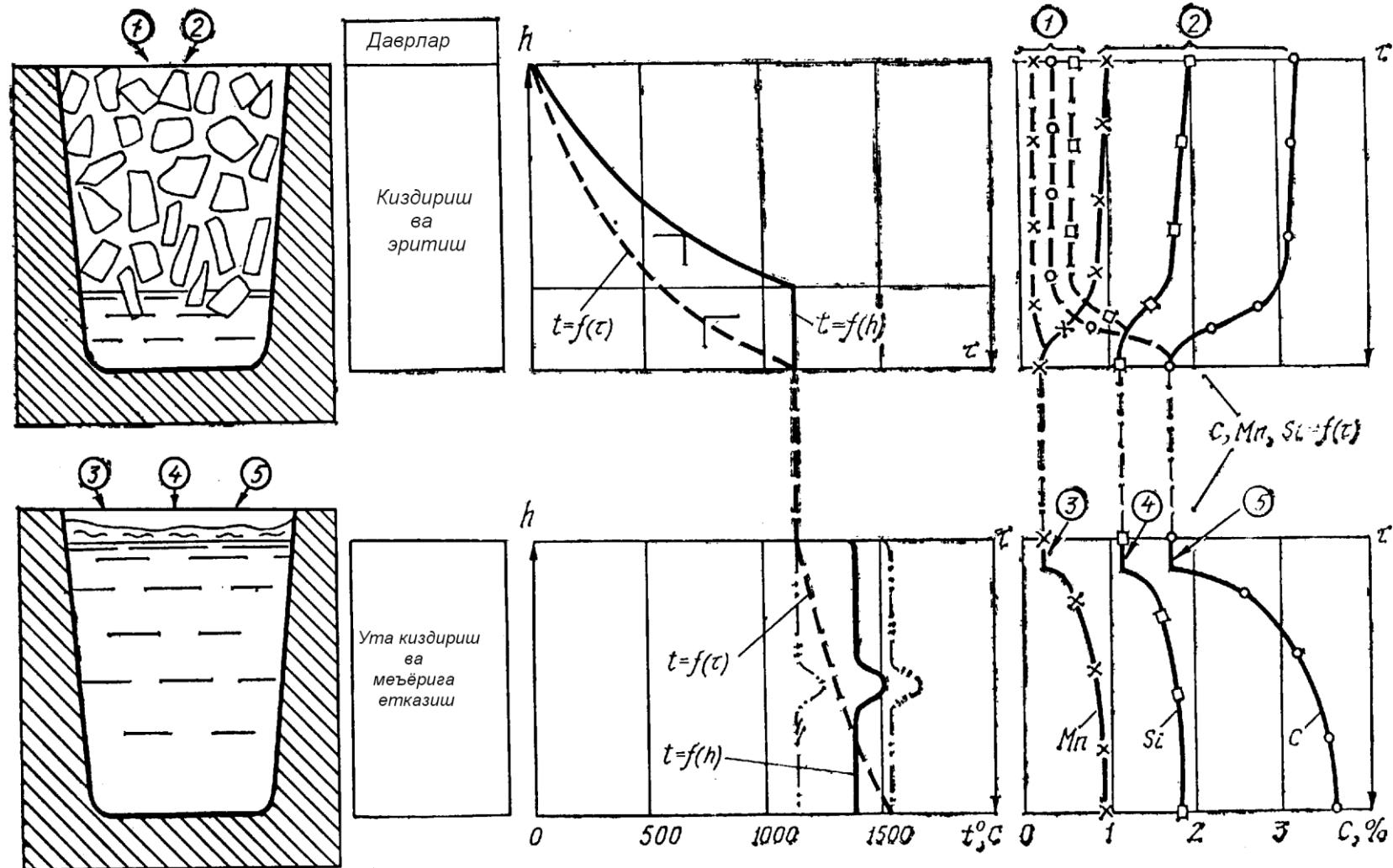
Зумпфнинг массаси печдаги металлнинг умумий массасини 50% ташкил этади ва мос равища эритиши даврийлиги давомийлигига таъсир этади. «Ботқоққа» юклаш бир неча босқичда амалга оширилиши мумкин. Сифими 12 т ва 5 т зумпф бўлганда эритиша кетма-кетлик ва давомийлик қўйидагича бўлади: 5-6 т (қайтгандан ташқари) юкланиш – 15 дақиқа, эритиши – 1 соат 5 дақиқа, кимёвий таркиби етказиш – 40 дақиқа, қайтганни юклаш 2 т – 10 дақиқа, қайтганни эритиши – 15 дақиқа, ҳарорат ва шлакни чиқаришни маромига етказиш – 25 дақиқа. Шундай қилиб, печнинг соатли унумдорлиги тахминан унинг сифимини 1/3 қисмини ташкил қиласи.

Баъзан эритишининг цикли таърифлангандан анча фарқ қиласи. Масалан, сифими 65 т бўлган индукцион тигелли печларда эритиша юклаш «ботқоққа» 7 т дан порциялаб амалга оширилади, «ботқоқ»нинг сифими 58 т ни ташкил этади. 500 °C ҳароратгача қиздирилган 7 т юкланаётган қаттиқ металл тез эрийди ва 10 дақиқадан сўнг ҳарорати 1550 °C бўлган 7 т суюқ металл ишлаб чиқарилади.

### **Шихтани қиздириши ва эритиши вақтида темирни оксидланиши жараёни**

Шихтани қиздириши ва эритиши вақтида темирни оксидланиш жараёни содир бўлади. Ҳаводаги кослород темир аралашмалрини ҳам оксидлайди. Темир, кремний ва мерганец оксидлари шлак ҳосил қиласи.

FeОдан темирни қайта тиклаш учун чўянни индукцион печларда эритиша крబюризатор сарфлаш ва ферроқотишмаларни тежаш мақсадга мувофиқ. Эритиши эритма таркибида кам миқдордаги кремний ва марганец, бироқ кўп миқдордаги углеродда олиб бориш керак. Бунинг учун карбюризаторни уюмнинг тубига, ферросилиций ва ферромарганецни эса – суюқ чўянга эриганидан ва қизиганидан сўнг критилиши зарур. Уюмга таркибида углеродбўлган присадкалар ФС75 ва ФМн юкланганда С, SіvаМnнинг куйиши мос равища 18-25, 30-32 ва 52-55% ни ташкил қиласи. Агар уюмга карбюризатор киритилса, ФС75 ва ФМп5 печ 1550 °C ҳароратгача қизигандан кейин қўшилса ва 1440-1460 °C гача совитилса С нинг куйиши 30-35% гача ортади, SіvаМn ларнинг куйиши эса мос равища 5-7 ва 18-24% гача камаяди. Шу сабабли, ҳамда компонентларни эришининг иссиқлик самарасини ҳисобга олган ҳолда карбюризатор ва пўлат ломни биринчи навбатда, кейин эса улар сюқланиб эригандан сўнг – чўян лом ва қайтганни юклаш керак. Ферроқотишмалар охирги навбатда киритилади (меёрига етказишда).



1-расм. Индукцион электропечларда металл ҳарорати ва таркибининг ўзгариши

Индукцион эритишининг шлаклари юқори қовушқоқоликка эга, чунки таркибида 60-70%  $\text{SiO}_2$ бор ва паст ҳароратга эга бўлиб, шлак билан бирга металланинг йўқотилиш ортади. Уларниң таркиби эритиши режими, куйувчи элементлар ва оксидларни футеровканинг юза қатламидан шлакка ўтиши билан боғлиқ. Шлакларниң кислоталилиги эритишининг бошида 0,9-1,1 дан ҳарорат  $1500^{\circ}\text{C}$  га етганда 6-8 гача ошади, шлакдаги темир оксидларининг миқдори 40 дан 10 % гача камаяди,  $\text{SiO}_2$ миқдори эса 40 дан 70% гача ортади. Қолган компонентларниң миқдорини ўзгариши сезиларсиз бўлади (2-3%  $\text{CaO}$ ; 0,5-2,5%  $\text{MnO}$ ; 7-14%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).  $\text{SiO}_2$ нинг миқдорини ортиши футеровкадан мураккаб турдаги бирикмаларниң ҳосил бўлиши билан тушунтирилади ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{FeO} \cdot m\text{MnO}$ ). Улар паст эриш ҳароратига, ҳамда  $\text{FeO}$  нинг шлакдаги миқдори камайиши ҳисобига солиштирма юқори улушкига эга бўлиб, чўяннинг углероди ҳисобига юқори ҳароратларда қайта текланиши содир бўлади.

Чўянни углеродлаш ва унинг кимёвий таркибини маълум таркибга келтириш – чўянни индукцион эритишининг асосий операцияларидан бири. Кимёвий таркибни корректировка қилиш жадвалда келтирилган ҳисоб маълумотлари бўйича амалга оширилади. Чўянни индукцион эритишининг якуний операцияси бўлиб термовақтли ишлов бериш ҳисобланиб, эритмани гемогенлаш ва бошланғич шихта материалларининг мерос бўлиб қолган ножӯя таъсирларини камайтириш мақсадида олиб борилади. Термовақтли ишлов бериш тигел реакцияларининг мувозанат ҳароратидан  $50^{\circ}\text{C}$  ҳароратга юқори бўлган ҳароратда ушлаб туришни англатади. Ушлаб туришнинг давомийлиги СЧ 18 учун 5 дақиқадан СЧ 45 учун 20 дақиқагача ташкил қиласи.

### Адабиётлар

1. С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.
2. А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.
3. Лабораторные работы по технологии литейного производства учебник, под общ. ред. А.В. Курдюмова. 2-изд., перераб. и доп.–М.: Машиностроение, 1990.–272 с.
4. Ш. М. Латин, В. П. Леонтьева. Материаловедение М.: Машиностроение, 1990г.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ  
“Куймакорлик металлургияси” фанидан



**МАВЗУ: “ЧЎЯННИ ЁЙЛИ ЭЛЕКРТ ПЕЧЛАРДА  
ЭРИТИШ»**

Бажарди: 84-13 ЛД гурух **Бекмуродов О.Н.**

Кабул килди: **проф Расулов С.А.**

Тошкент-2016

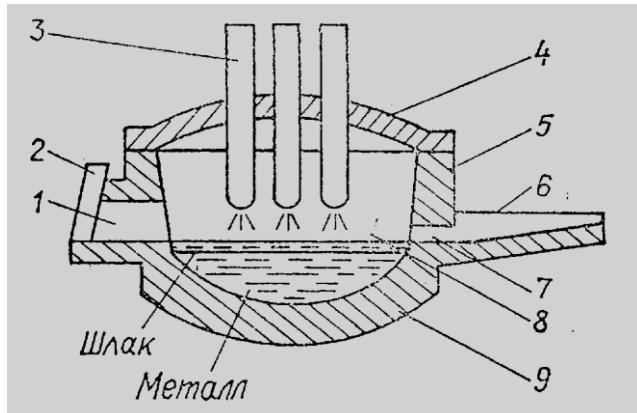
## МАВЗУ: ЧҮЯННИ ЁЙЛИ ЭЛЕКРТ ПЕЧЛАРДА ЭРИТИШ

РЕЖА:

1. Ёйли электр печларнинг асосий турлари.
2. Электродлар.
3. Жраённинг умумий таснифи

Ёйли печларда электр энергиясини иссиқлик энергиясига ўзгартириш электр ёйда содир бўлади, у разряднинг газлардаги бир шакли ҳисобланади. Металлни ёй билан қиздиришни бевосита, агар ёй электрод ва эритилаётган металл орасида ёнса ёки нурланиш орқали, қачонки ёй икки электроднинг орасида ёнса амалга ошириш мумкин. Биринчи турдаги печларни *тўғридан-тўғри қиздирувчи печлар*, иккинчисини – *билвосита эритувчи печлар* деб аташади.

Чўянни (ва пўлатни) эритишида *тўғридан-тўғри қиздирувчи печлар* кўлланилади, чунки юқори ҳароратлар ўчоғи уларда металлнинг сиртидагига максимал яқинлашган ва шунинг учун ёйнинг иссиқлиги металлга анча яхши шароитда ўтади. Уч фазали печлар кенг тарқалган, уларда электродли, ток ўтказувчили ва печни эгишни, ушлаб туришни, электродларни силжишини ва шихтани юклашни таъминловчи механизми ишчи муҳит (печнинг ўзи) мавжуд.



1-расм. Ёйли печнинг схема:

1-ишчи дарча; 2-заслонка; 3-электродлар; 4-гумбаз; 5-деворлар; 6-нов; 7-летка; 8-электр ёй; 9-таглик

Печнинг ишчи бўшлиғи (1-расм) юқоридан қуббали гумбаз, пастдан сферик таглик ва ён томонлари – деворлар билан чегараланган. Таглик ва деворларнинг ўтга чидамли тахлами металл ғилофга жойлаштирилган. Ечиб олинувчи гумбаз қуббали халқага таянувчи оловбардош ғишталардан тайёрланган. Гумбаздаги симметрик жойлашган учта тешик орқали ишчи бўшлиқقا ток ўтказувчи электродлар ўтказилган бўлиб, маҳсус механизмлар ёрдамида пастга ва юқорига силжиши мумкин. Шихта материаллари печнинг тагига юкланади; печда улар эригандан сўнг металл ва шлак қатлами ҳосил бўлади. Эритиш ва қиздиришэлектродлар ва металли шихта ёки суюқ металл орасида ҳосил бўлаётган электр ёй ҳисобига бажарилади. Эритилган метал ва

шлак нов орқали печни энгаштириб чиқарилади. Шихтани юклаш очиқ гумбаз орқали таги очилдаган кажава ёки печ деворидаги тўлдириш дарчаси орқали мулд ёрдамида амалга оширилади.

Металл чиқарувчи тешиклар айлана ёки тўрт бурчакли кесимда қилинади; уни металл ва шлак сатхидан юқорида ишчи дарчанинг рўпарасига, пастки қирраси ишчи дарчанинг остонаси сатхидаги жойлаштирилади. Тешикка уланадиган нов шамотли ғишт билан футеровка қилинади.

Ёйли печнинг футеровкаси электр ёйнинг нурланишига дуч келади, шлак ва металлнинг емирувчи таъсирга, шунингдек, уюмлаш вактидаги ҳароратнинг кескин тебраниши натижасидаги келиб чиқадиган термик таъсирлар остида қолади. Гумбазнинг футеровкаси аркали гумбазнинг вертикал таъсир этувчи босим кучлари натижасидаги қўшимча юкланишларни қабул қиласи. Шунинг учун ўтга чидамли материаллар юқори оловгабардошлилик, термобардошлилик ва шлакка барқарорлик хоссаларига эга бўлишлари керак.

Ёйли печларни серияли, 0,5; 1,5; 3; 6; 25; 50; 100 ва 200 т сифимда ишлаб чиқарилади. Чўян қўйиш саноатида одатда 40 т гача бўлган ёйли печлар ишлатилади

**Электродлар.** Ёйли электр печларда эритиш сноатида электр токини келтиришда қўмирли (5 т гача бўлган сифимли печларда) ва графитли (ундан каттароқ бўлган печларди) электродлар қўлланилади.

Қўмирли электродларни майдалангандан антрацит ва тошқўмир коксини қатламларни боғловчи қўшимчали таркибга эга бўлган массани пресслаш орқали олиниб, кейинчалик  $1300^{\circ}\text{C}$  ҳароратда қиздириб тобланади; уларнинг солишишторма электр қаришилиги анча юўри ( $(35\dots60)\cdot10^{-6} \text{ Oм/m}$  ва руҳсат этилган токнинг зичлиги –  $(7\dots11)\cdot10^4 \text{ A/m}^2$ ).

Графитли электродлардиаметри 75 дан 550 ммгacha таркибида кули кам бўлган углеродли материаллардан (нефт ёки қатламли (пека) коксдан) тайёрланиб юқорироқ ҳароратда ( $2600^{\circ}\text{C}$  атрофида) қиздириб тобланади. Бунда углероднинг графитланиши содир бўлади ва қўшимчалар учиб кетади. Бу электродларнинг солишишторма электр қаришилиги  $(8\dots12)\cdot10^{-6} \text{ Oм/m}$  дан паст бўлиб, бу нисбатан юқори бўлган токни зичлигини ўтказиш имконини беради (электрод диаметрига кўра ( $(35\dots15)\cdot10^4 \text{ A/m}^2$  оралиқда)).

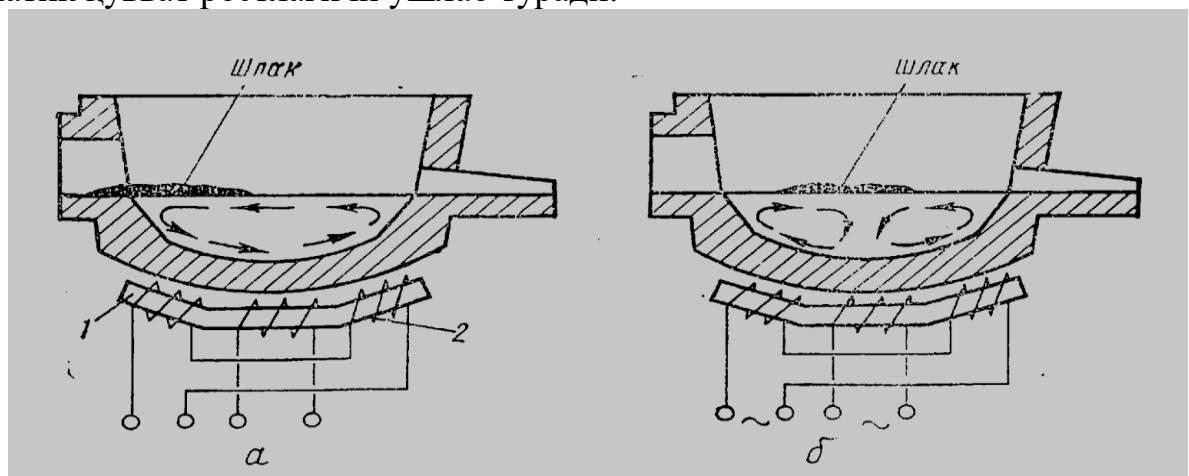
Электродларни цилиндрик шаклда тайёрлаб, йўқотишларни камайтириш мақсадида ёйли электрод ҳосил қилиш учун ҳар бир четида «арраланган ўйик» қирқилади. Кўмирли углеродларнинг сарфи 1 т чўян учун кислотали жараён учун 10-12 кг ни асосий жараён учун 13-15 кг ни, графитли электродлар учун мос равишда 4-6 ва 5-9 кг ни ташкил қиласи.

Электродларни сиқиб ушлаб туриши ва силжитии механизми электрод ушлагич ва электродни вертикал йўналишда силжишини таъминловчи қурилмадан ташкил топган (кўтарилиш тезлиги  $0,1 \text{ м/с}$  ва тушиш тезлиги  $0,016-0,025 \text{ м/с}$ ). Электрод ушлагич электродни, унга ток келиши учун сиқиши ва белгилангандан баландликда ушлаб туриш вазифасини бажаради ва каллак,

сиқувчи қурилма ва рукавадан ташкил топган. Электродларни силжитиши қурилмаси иккита вариантга эга: кареткали ва телескопик устунли. Биринчисида электрод ушлагич кареткага махкамланади, у вертикаль күзғалмас устун бўйлаб йўналтирувчи рамкаларда силжейди. Иккинчисида – электрод ушлагичнинг рукаваси қўзғалмас устунга махкамланган ва у ичи бўш вертикаль қўзғалмас устунда силжийди. Рукава қалин трубали ёки коробкали банка шаклида тайёрланиб, каллаги билан кареткага ёки телескопик устунга уланади.

**Электрик режим.** Юқорида таъкидланганидек, ёй печ ваннасида бўлган моддаларнинг буғлари ва ионлашган газлар қатлами орқали электр энергиясини ўтказиш воситаси ҳисобланади, унинг ҳарорати  $3000^{\circ}\text{C}$  дан ортади. Ёйли печ ўзгармас ток билан истеъмол қилигани учун ҳар ярим даврда катод ва анодлар алмаштирилади, ёйнинг кучланиш ва ток кучи максимумга эришади ва нол орқали ўтади. Ёйнинг қуввати  $P$ , ва натижада қиздирилаётган металлга ўтаётган қувват истеъмол қилинаётган кучланиш (печ трансформаторининг иккиламчи кучланиши) ва ёйнинг ток кучига боғлиқ бўлади ва  $P = \sqrt{3}UI \cos\varphi$ . каби аниқланади.

Эритиши жараёнида иккала параметр ростланади – истеъмол кучланиши ва ёйнинг ток кучи. Печга келаётган қувват печ трансформаторининг босқичларини улаш орқали 110-600 В оралиғида ростланади. Эритиши жараёнида кучланишнинг юқори босқичларида ишланади. Бундан ташқари, ўзгармас қувват қелтирилаётганда кучланишнинг ҳар бир босқичида электр ёйнинг оптималь ток кучи ва қувватини ушлаб туриш мақсадида автоматик ростлагичлардан фойдаланиб уларнинг узунлиги ростланади. Эритиши жараёнида узун қувватли ёйларда ишлаш мақсадга мувофиқ, чунки улар футеровка учун унча хавфли эмас (ёй эриётган шихта қудуқларида жойлашган бўлади). Одатда ҳар бир печ учун ҳар бир кучланиш босқичининг ёй максимал қуввати олдиндан аниқлаб қўйилади, ва уни эритиши вақтида автоматик қувват ростлагичи ушлаб туради.



2-расм. Ёйли печда суюқ металлни электромагнитли аралаштириш схемаси, (а) шлакни тортиб олиш ва (б) ваннани аралаштириш режимида:

1-статор; 2-чўлғам

**Суюқ металлни электромагнитли аралаштириш қурилмаси сифими 25 т дан юйои бўлган печларда мавжуд бўлади (2-расм).**

Аралаштириш таркибни ва ҳароратни бир хиллаштириш, олтингугуртсизлаштириш, нометалл қўшимчаларни йўқотиш ва шлакни тортиб олишни ёнгиллаштиришни тезлаштиради. Печнинг туви остига магнитсиз пўлатдан иккита чўлғамли туб шаклидек эгиб чўзилган ўзак (статор) тайёрланган. Статор чўлғамлари икки фазали паст частотали ток (0,5-2 Гц) билан истеъмолланади, уларнинг силжиш бурчаги  $90^{\circ}$  бўлиб, металлда югурувчи магнит майдон ҳосил қиласи. Магнит оқими билан биргаликда металлда уюрмавий оқимнинг кўчиши ўзаро таъсири металлнинг пастки қатламини маълум йўналишда силжишини бошлайди, металлинг юйори қатламлари пастки қатламларга нисбатан тескари йўналишда силжийди. Электр энергиясининг сарфи 18-72 кЖ/кг ни ташкил қиласи.

### **Жраённинг умумий таснифи**

Ёйли печларда металлнинг суюқлиниши электродлар ва металл орасида ёй электр зарядларини ёнишидан ажралиб чиқаётган иссиқлик ҳисобига содир бўлади. Ёйдаги ҳарорат  $10000^{\circ}\text{C}$  га этиши мумкин, шунинг учун жараён анча самарали бажарилади.

Мартен жараёнларидан фарқли равишда пўлатларни эритишда физик-кимёвий реакцияларда асосан металли ва шлакли фаза иштирок этади. Печга кислород учун йўл анча чекланган.

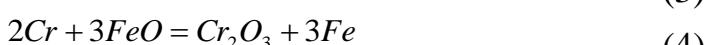
Мавжуд пўлат эритувчи жараёнлардан электроэритиши усули кенг тарқалган бўлиб, энг зўр сифатли ва барча марказдаги пўлатларни эритиши имконига эга ( $0,5-2 \text{ Гц}$ ).

Электр ёйли печларда қизиган шлак мавжуд бўлиб, ундан зарали аралашмаларни чиқариб ташлаш ва металлга зарур бўлган элементларни киритиши мумкин.

Пўлатни электр ёйли печларда эритиши жараёни қуйидаги даврлардан ташкил топган: юклаш ва эритиши, оксидлаш, қайта тиклаш ва оксидсизлантириш даврлари.

### **Жараённинг физик-кимёвий таснифи**

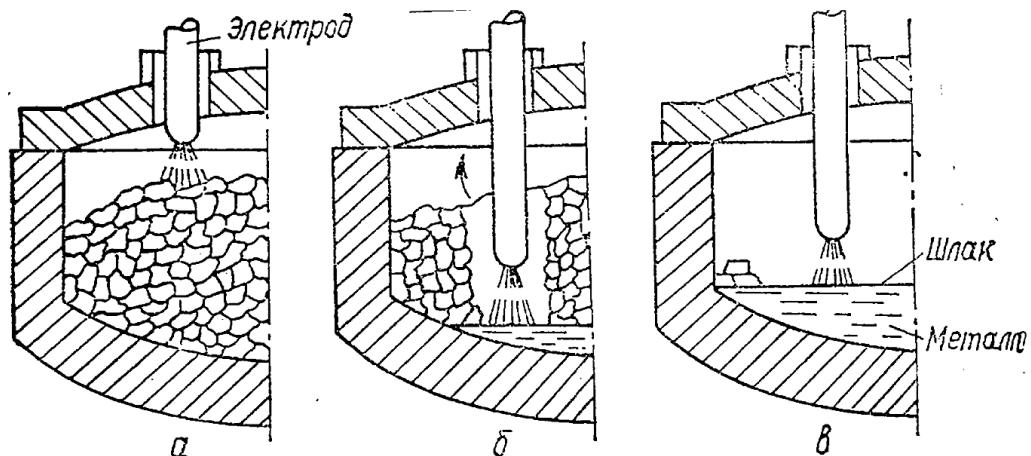
Эритиши ва ўта қиздиришда аралашмаларнинг оксидланиши содир бўлади. Оксидланиш учун кислород асосан темир рудасидан келади, у юкланишга маҳсус киритилади ва заруратга кўра қўшиб турилади ёки металлга тоза кислород пуркаб турилиши мумкин. Элементлар қуйидаги реакциялар асосида оксидланади





Электр ёили эритишда оксидланиш даврининг мавжудлиги мажбурий эмас. Металлургияда жараённинг учта турини фарқлайдилар: аралашмаларнинг тўлиқ, қисман оксидланиши, аралашмаларнинг оксидланмаслиги. Оддий углеродли пўлатларни эритишда жараён раралашмаларни оксидлаш билан олиб борилиб, бу анча ифлосланган шихта материалларини қўллаш ва дефосфорациява десульфурация жараёнларини амалга ошириш имконини беради. Аралашмаларни оксидламасдан эритиш жараёни легирланган пўлатларни олишда қўлланилиб, бунган сабаб легирловчи элементларни сақлаб қолиш. Бунда шихтага юқори талаблар қўйилади.

Шихтани эритиш босқичлари 3-расмда кўрасатилган. Дастреб ёй шихта ва электрод орасида ёнади, юқурода таъкидланганидек, ёйни барқарорлигини ошириш учун эритишининг биринчи дақиқаларида электродлар остига кокс парчалари ёки электрод синиқлари қўйилади. Улар ёниб бўлгандан сўнг металл эришни бошлайди ва томчи холда тубга оўиб тушади. Шихтада қудуқлар хосил бўлади ва улар бўйлаб электродлар ваннанинг тубига етмагунча чуқурлашиб боради ва бу вақтда металл эриган қатлами хосил бўлади.



3-расм. Ёили печларда шихтани эритиш босқичлари: а-эритешнинг бошланиши; б-қудуқлар хосил қилиш; в-эритешни тамомлаш

Электродлар билан суюқ металл хосил қилиш мобайнида печга шлакни хосил қилиш учун бир неча марта қуруқ кварц қуми солинади, бу эритишининг охирида суюқ чўян массасининг 4-5% ташкил қилувчи миқдорда нормал шлак қопламасига эга бўлиш учун қилинади. Электрод ва суюқланган металл орасида ёнаётган ёй метални янада қиздиради ва қудуқнинг атрофидаги шихтани ўпирлишига ва эришига олиб келади. Қудуқлар кенгаяди, ваннадаги эриган металлнинг сатҳи ортади, электродлар эса секинаста кўтарилади. Бу даврнинг охирида металлнинг деярли барчаи эриб

бўлади, ваннанинг четларида алоҳида бўлаклар қолиши мумкин ва улар охирида эрийди. Эритиш даврини қисқартириш учун бўлаклар лом билан печнинг марказига итариб турилади.

Эритиш жараёнида шихта бўлакларининг пайвандланишини олдини олиш учун, яъни «кўприклар» хосил бўлишини, четдаги шихтанинг бўлакларини ўз вақтида суюқ ваннага итариб юбориш керак. Шихта бўлаклари пайвандланиб қолганда токни ўчириш керак, электродларни кўтариб, гумбаз очилади, хосил бўлган қудуқларга майда шихталар ташланади ва улар эритилади. Кам зичликка эга шихта материаллари бўлган холда печда ўтириб қолган шихтага эритишнинг бошланишида массаси бўйича зарур микдордаги шихтани юлаш мумкин. Эриган металлга шихтани юклаш қатъиян ман этилади, чунки бунда суюў металл печдан сачраб кетиши мумкин.

Печнинг ишчи дарчаси қоқпоғи эритиш вақтида зич ёпилган бўлиши керак. Уни очишга фақат шихта печнинг четларидан итариб ташлаш, шлакни чиқариш, қўшимчаларни киритиш ва намуна олиш учун руҳсат этилади.

Эритишнинг бутун жараёни давомида металл ваннасининг қайнаб кетишига йўл қўйилмаслик керак. Бунинг олдини олиш учун шлакка иккӣ уч лопатка майдаланган кокс, электрод синиқлари ёки ёғоч кўмири парсалари кўшиб турилади. Эритиш жараёни барча шихта суюқ холга ўтганда якунланган ҳисобланади. Бу моментга келиб ёйнинг ёниш режими анча барқарор бўлади, чунки металлнинг ҳарорати ортади ва унинг сирти шлак қатлами билан қопланган бўлади. Бу даврда ёйнинг узунлиги эритишнинг бошига нисбатан бир неча баробар ортади ва ёй барқарор ёнади. Тўлиқ эритишдан 10-15 дақика олдин металлни ўта қизиши ва печнинг девор ва гумбазини эришини олдини олиш учун трансформаторни «учбурчак»дан «юлдузча»га қайта улаш йўли билан келтирилаётган қувватни камайтириш лозим.

Тўлиқ эритилган ва қўшимчалар қўшилгандан сўнг шихтанинг ҳисобига кўра ванна яхшилаб аралаштирилади ва экспресс-анализ учун проба олинади. Печга ферросилицияни эритишнинг хохлаган вақтида киритиш мумкин, чунки кислотали печда кремнийнинг куйиши содир бўлмайди.

## 1-жадвал. Электр ёйли печларда эритишда суюқ чўяннинг таркибини корректировка қилиш

Т/р №	Таркибнинг ўзгариши	Қўшимча	1 т металл учун микдори, кг	
			Кислотали жараён	Асосий жараён
1	C 0,1%га ортганда	Электрод парчаси, гранулали графит	1,60	1,35
2	Si 0,1%га ортганда	Ферросилиций ФС45 Ферросилиций ФС75	2,75 1,35	2,95 1,65
3	Mn 0,1%га ортганда	Ферромарганец ФМн75	1,35	1,30
4	C 0,1%га камайганда	Пўлат лом, ферросилиций ФС75	30 0,70	30 0,80

5	Si 0,1% га камайганда	Пўлат лом, Электрод парчаси	60 1,90	60 1,70
---	-----------------------	--------------------------------	------------	------------

Ферромарганецни кислотали печга металлни чиқаришдан олдин киритилади, чунки кислотали шлак остида марганец тех оксидланади ва MnOшлакнинг қумтупроқ силиати билан боғланади. Марганецнинг куйиши 25-30% га етади ва металлнинг ҳарорати, шлакнинг таркиби ва печда ферромарганец қўшилгандан кейин суюқ чўянни ушлаб туриш муддатига боғлиқ (1-жадвал).

Феррохром печга яхшилаб қиздирилган чўянга ва нормал оксидланмаган шлакда киритилади.

Никелнинг асосий қисми шихта билан киритилади, чунки у деярли оксидланмайди ва унинг микдори эритиш жараёнида меъёрига етказилади. Эритиш жараёнида электролитли никелнинг таркибидаги водороднинг кўп қисми йўқолиб кетади, шунингдек гранулали никелнинг намлиги ҳам.

Феррофосфор қуишииз ўзлаштирилади, шунинг учун уни эритишнинг бошланғич даврида киритиш мумкин. Титан ҳам кислоталиҳам асосий печда осон оксидланади, ва унинг куйиши 45-50 % ни ташкил этади, шунинг учун ферротитан суюқ чўянга печдан чиқишидан олдин қўшилади. Ферротитан зичлиги чўяннинг зичлигидан паст, шунинг учун куйишини каматириш мақсадида ферротитан бўлаклари суюқ чўянга темир штангалар ёрдамида чўктирилади.

Кимёвий таркиб корректировка қилингандан сўнг экспресс-анализ учун металлдан иккинчи проба олинади. Кимёвий таркиб қўйилган талабларга мос келганда чўян белгиланган ҳароратгача янада қиздирилади ва эритишда чиқарилади. Чўянни печдан чиқаришдан олдин ток ўчирилади, электродлар кўтарилади, шлак яхшилаб тозаланади ва чўян аралаштирилади.

Ёйли печларда шлакли эритиш режими ёйнинг зонасида суюқ металлнинг ўта қизиши туфайли қайнашини олидни олишни назарда тутиши керак, бунда қуидаги реакция содир бўлади

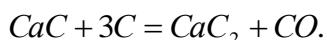


Суюқ металлни қайнашини олдини олиш учун одатда, шлакдаги FeO нинг массавий улуси 10-12 %дан ортмаслигига ҳаракат қилинади. Унда мувозанат шартига кўра металл ва шлак ўртасида FeO ни қайта тақсимлаш (металлдан шлакка) содир бўлади ва металлнинг қайнаши кузатилмайди. Шлақда FeO нинг микдорини камайтириш мақсадида печга доимий оксидсизлантирувчилар қўшиб турилади (кўмир, электрод синиқлари ва ш.к.). Шлакнинг суюқ холда қўшғалишини охак ва охактошни шлакнинг массасига нисбатан 10-15% микдорда қўшиш билан ростланади. Кислотали шлакдаги CaOнинг массавий улушининг мақбул қиймати 6-8% дан тортмаслиги керак. Қумнинг ўрнига ишлаб бўлган қўйма шаклнинг аралашмасини ишлатса бўлади (ёки 50% қум 50% ишлаб бўлган аралашма). Охакнинг ўрнига асосий мартин шлаки, шамот синиқлари (ишлатилган ғишт, стоппор қувурлари ва бошқ.) қўлланилади.

Нормал ксилотали суюқ шлак ипга ўхшаб чўзилиши мумкин, совуқ холда зич синик холда характерли рангга эга (ёрқин яшил ёки ёрқин жигар ранг). Оксидланган шлак қаттиқ холда қора ва пуфакчали синик холида бўлади. Агар шлак эритиш даврида қўйилган талабларга жавоб бермаса уни қисман ёки тўлиқ тортиб ташлаш ва нормал шлак киритиш керак. Шлакни тортиб чиқариш вақтида печ ўчирилади, электродлар, уларни синишни олдини олиш учун қўтарилади. Кислотали шлакнинг таркиби %да ўйидагича:  $\text{SiO}_2$  – 60-70;  $\text{CaO}$  – 3-20;  $\text{MgO}$  – 1-5;  $\text{FeO}$  – 6-12;  $\text{MnO}$  – 1,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 0,25-4.

Юкловчи кажавага бевосита шихта массасининг 0,5 % микдорида ошактош солинади. Шихта эритилгандан сўнг эритманинг ойнасига оҳак (оҳактош) ва массаси бўйича 4:1 нисбатдаги плавика шпатидан ташкил топган шлак солинади. Оҳак бўлакларининг ўлчами 40 мм гача, плавика шпатиники – 20 мм гача. Асосий печда карбитли шлакда асосан кремний оксидланади; унинг куйиши 10-15 %, баъзан ундан ҳам кўпни ташкил этади. Асосий печда углерод, хром, никел, молибден, мис ва фосфорларнинг куйишини ҳисобга олмаса бўлади. Эритиш тўғри олиб борилса, металлни ўта қиздирганда ва ушлаб турганда ҳам элементларнинг куйиши содир бўлмайди.

$\text{CaC}_2$  ҳосил қилиш учун печда юқори ҳарорат, мусбат босим ва оксидлантирувчи шлаклардан қўшимча қўшиш талаб этилади (электрод синиклари, қўмир, кремний карбиди). Шунинг учун ишчи дарчанинг заслонкасини лой билан зич ёпилади, электр ёй уланади ва 20-30 дақиқа давомида интенсив қиздириш олиб борилади, чунки карбидли шлакни ҳосил қилиш жараёни юқори микдордаги иссиқликни ютилиши билан боради. Бундай шароитларда (юқори ҳарорат, печнинг мусбат босими, нейтрал ёки қайта тикловчи атмосфера) электр ёйи зонасида калций карбида қуидаги реакция бўйича ҳосил бўлади:



### Адабиётлар

9. С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.

- 10.А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.
- 11.Лабораторные работы по технологии литейного производства учебник, под общ. ред. А.В. Курдюмова. 2–изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1990.–272 с.
- 12.Ш. М. Латин, В. П. Леонтьева. Материаловедение М.: Машиностроение, 1990г.

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА  
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
АБУ РАЙХОН БЕРУНИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ  
ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ  
“МЕХАНИКА МАШИНСОЗЛИК” ФАКУЛТЕТИ  
“МАШИНСОЗЛИК МАТЕРИАЛЛАРИГА ИШЛОВ БЕРИШ”  
КАФЕДРАСИ  
“Куймакорлик металлургияси” фанидан



МАВЗУ: “ЧҮЯННИ ЭРИТИШ ПОЛИ  
ЖАРАЁНЛАРИ»

Бажарди: 84-13 ЛД гурух Бекмуродов О.Н.

Кабул килди: проф Расулов С.А.

Тошкент-2016

# МАВЗУ: ЧҮЯННИ ЭРИТИШНИНГ ПОЛИ ЖАРАЁНЛАРИ

## РЕЖА:

1. Дуплекс жараёнлар.
2. Вагранка пецидаги жараёнлар.
3. Эритишни асосий шлакларда олиб борилиши.

Бирламчи агрегатларда (В, ДП, ИТП) кечадиган барча жараёнлар юқорида кўриб чиқилган мос эритиш методлари моножараёнлари билан бир хил. Иккиламчи агрегатларда (ДП, ИТП, ИКП) чўяннинг кимёвий таркибини ўзгартириш суюқ металлнинг шлак ва печ футеровкаси билан ўзаро таъсири билан боғлик. АРУли дуплекс ёки триплексда барча жараёнлар бирламчи агрегат ва кутиш печларида кечади. АРУда кимёвий таркибнинг ўзгариши, одатда унча кўп эмас.

Дуплекс жараёнларни кимёвий таркибни анча сезиларли ўзгартириган холда ва хатто қаттиқ шихта материалларини қўшиш билан ҳам амалга оширилиши мумкин (масалан, ВЧларни эритишда қайтма (возврат) ва бошқа чиқиндилар). Бундай жараёнлар фақатгина ДП ва ИТП ларда амалга оширилиши мумкин. Бу холларда эритиш жараёнини қаттиқ шихтани суюқ қуйим билан қисман алмаштириладиган моножараён каби кўриб чиқиши мақсадга мувофик, бу индукцион эритишда моножараён учун ҳам характерли бўлади.

Дуплекс-жараёнларда шихта ва бошқа қўшимчаларни қўшмасдан кимёвий таркибни ўзгартириш элементларни куйдириш, ҳамда қирмоч (пригар) хосил қилиш ва металл порциясини қўйиш ва олиш ҳисобига амалга оширилади.

Илк дуплекс-жараён учун вагранка билан ёйли печ жамламаси ишлатилган эди. Уни бир неча ўн йиллар аввал КЧ ишлаб чиқариш учун қўллай бошлашган. Бу дуплекс жараён билан эритиш технологияси олдиндан тайёрлаб қўйилган ёйли печга қўйишдан 1-2 соат олдин вагранкадан суюқ чўян қўйилади. Чиқиндилар ишлатилганда (бу амалиёт ВЧ ларни ишлаб чиқаришда қўлланилади), уларни вагранка чўянини қўйишдан олдин печнинг тубига юклаб юборилади. ДП га чўян қўйилгандан сўнг жараён етказиш даври моножараёни каби кечади. Ёйли печларда чўяннинг кимёвий таркиби сезиларли ўзгаргани учун уни экспресс-тахлил натижалари бўйича тўғриланиши зарур (жадвалга қаранг). Каналли печларни ишлатишда чўяннинг кимёвий таркиби анча кам ўзгаради.

**Вагранка** – индукцион каналли печ дуплекс-жараёни жаҳон амалиётида кенг тарқалган. Россияда у ЗИЛ, ГАЗ ва бошқа заводларда жорий қилинган. Эритишнинг бундай усулинин қўллаш катта металл ҳажми, таркиби ва ҳарорати бўйича стабиллик талаб этилганда, масалан, трактор ва автомобилларни оммавий ишлаб чиқиш цехларида мақсадга мувофик [35].

Одатда каналли печларда чўян белгиланган таркибгача етказилмайди. Уни фақат таркибни ўртачалаш ва суюқ чўянни қиздириш учун ишлатилади.

Зуур бўлганда қўшимчаларни узатувчи чўмич ёки новга қўшилади. Чўян таркиби ва ҳарорати бўйича ўртачаликни таъминлаш учун унинг миқдорини печнинг 2/3 ҳажми сатхидан ушлаб туриш талаб этилади.

Кўп холларда бундай дуплекс жараёнларда иккита вагранка билан ишловчи битта каналли печ қўлланилади. Узоқ муддат (хафта ва ундан кўпроқ) эритувчи компанияли янги вагранкани иккита одатийси алмаштириши мумкин.

Индукцион каналли печга суюқ чўянни узатишда шлакни яхшилаб ажратиб олиш керак. Унга шлакнинг тушиши футеровканинг ейилишини кескин оширади. Каналли печдаги йиғилиб қолган шлакни даврий равишида йўқотиб туриш керак.

**ИТП** да дуплекс-жараёни шунингдек машинасозлик заводларининг қўйиш цехларида ҳам кенг тарқалган. Индукион тигелли печларни иккиласми агрегат сифатида ишлатиш бир сменанинг ўзида бир неча маркали чўян олиш зарур бўлганда қўллаш мақсадга мувофиқ. Бу печларда чўяннинг таркибини ферроқотишмалар, карбюризаторлар ёки пўлат чиқиндилари билан коррекциялаш қулай. Коррекциялаш маълумотлар жадвалига асосан оширилади.

ИТП-ИКП дуплекс-жараёнда чўянни майдада пўлат лом ва чиқиндилар базасидаги шихтадан олинади. Бу жараён индукион тигелли печларнинг технологик ютуқларидан фойдаланиш имконини беради.

**ВАЗда қулранг чўянни ишлаб чиқаришда** сифими 25 т бўлган индукион тигелли печ ва фойдали сифими 45 т бўлган каналли печдан ташкил топган дуплекс жараёндан фойдаланилади [35]. Шихта сифатида болғалаш-пресслаш ишлаб чиқари жараёнидан чиқсан чиқиндилар, қайтиш ва унча кўп бўлмаган миқдорда қўйма чўян қўлланилади. Бир печдаги металл иккинчи печга нов орқали узатилади. Шихтанинг ўртача кимёвий таркиби (%): C-2,179; Si-2,078; Mn-0,624; S-0,05; P-0,058; Cr-0,184; Sn-0,035; Ni-0,0183; Cu-0,089. Эритиш тахминан 3 соат давом этади. Барка қуйимнинг массаси тахминан 26 т ни ташкил қиласди. З соатдан кейин юклаш бошлангандан 25 дақиқа кейин 20 т чўян каналли печга қўйилади. Бу чўяннинг таркиби (%): 3,35 C; 1,97 Si; 0,61 Mn; 0,045 S; 0,05 P; 0,15 Cr; 0,038 Sn; 0,29 Ni. Эритманинг шлаки 30-42%  $Fe_2O_3$ , 45-53%  $SiO_2$  ва 4,5-5,2% MnO ларга эга.

Кналли печа чўяннинг кимёвий таркиби сезиларли ўзгармайди: С 3,325 дан 3,33% гача; Si 1,935 дан 1,90 гача; Mn 0,595 дан 0,59% гача. Тигалли печдан 20 т металл қўйилишидан олдин каналли печа суюқ металл мавжуд бўлади (20 т атрофида).

**ДП-ИТП дуплекс-жараёни** ҳам ВАЗда қўлланилиб, у ерда 40 т сифимга эга бўлган ёйли печ ўрнатилган. Унда қаттиқ шихта эритилади. Индукион тигелли печларда метал керакли кимёвий таркибга етказилади ва қўйиш жараёнида юқори ҳароратларда ушлаб турилади. СЧ, КЧ, ВЧ ларни эритишда асосан пўлат чиқинди ва қайтма, шунингдек 11 % чушка чўяни (СЧ учун) ва турли қўшимчали (ФС, ФМн, графит) шихталар қўлланилади.

Графитни янада ўзлаштириш ва иссиқлик йўқотишлиарни компенсациялаш учун печдан қуйувчи чўмич ёрдамида керакли ҳароратдан 50 °C қиздирилган холда қуйилади. Қиздириш ҳарорати 1520-1580°C оралигига бўлади.

Кимёвий таркибни кремний ва марганец бўйича коррекциялаш ёйли печда, углерод бўйича эса – металлни индукцион печга беришда қуювчи новнинг металл қабул қилгичига графитни киритиш билан амалга оширилади.

ИТП-ДП дуплекс-жараёни чўянни чуқур олtingугуртсизлантириш заруратида ҳам ишлатилади. ГАЗда бу жараён шарсимон графитли юқори мустахкамли чўяндан тирсакли вал тайёрлашда ишлатилади. Чўянни этириш учун саноат частотаси LFD=12 ли индукцион тигалли печдан фойдаланилса, олtingугуртсизлантириш учун асосий футеровкали ДЧМ-10 ёйли печи ишлатилади..

ДП-ДП дуплекс-жараёни КАМАЗда ишлатилади. Чўян сифими 50 т ли ёйли печда эритилади ва сифими 75 т бўлган шундай печга қайта қуйилади. Эритиш печида белгиланган кимёвий таркиб олинади. СЧ-20 чўяни учун қуйидаги таркиб олинади (%): 3,3-3,45 C; 1,95-2,10 Si; 0,5-0,7 Mn; 0,1 S; 0,2 P; 0,2-0,4 Cr; 0,1-0,2 Ni. Шихта сифатида асосан қайтма ва пўлат чиқиндилар, шунингдек 10-15% чушка чўяни ва 10% атрофида чўян ломидан фойдаланилади [19].

**Эритишни асосий шлакларда олиб борилади.** CaO/SiO<sub>2</sub> нисбати 0,9-1,2 оралиқда ушлаб турилади. Чўяннинг ҳарорати 1430-1450°C етганда кимёвий тахлил учун проба олинади. Кейин чўян 1540-1560°C ҳароратгача қиздирилади, шлак чиқариб олинади ва чўян чўмичга қуйилади. Аар кимёвий таркиб белгиланган мос келмаса, ҳисобланган миқдорда қўшимчалар қўшилади (жадвалга қаралсин). Кутиш печига 60-80 кг миқдорда кварц қуми ёки шамот бойи, 40-50 кгохак ва 20-30 кг кокс юкланди.

Ушлаб туриш печида чўяннинг ҳарорати, унинг кимёвий таркиби ва оқариш катталаги назорат қилинади. Печдан чиқарилаётган чўяннинг ҳарорати 1440-1480°C бўлиши, кимёвий таркиби эса – талаб этилганга мос бўлиши керак [19].

Амалиётда бошқа эритувчи агрегатлар жамламаси ҳам ишлатилади, улар конкрет ишлаб чиқариш жараёнлари шароитлари учун мос келади. Истиқболли дуплекс-жараёнларга домен печи-электропечлар киради. [7].

## Адабиётлар

13.С.А. Расулов Қўймакорликда металларни суюқлантириш усуллари, Тошкент, Ўзбекистон, 1998.

- 14.А.П. Трухов, А.И. Маляров Литейные сплавы и плавка, М.: Академа, 2005.
- 15.Лабораторные работы по технологии литейного производства учебник, под общ. ред. А.В. Курдюмова. 2–изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1990.–272 с.
- 16.Ш. М. Латин, В. П. Леонтьева. Материаловедение М.: Машиностроение, 1990г.