

62.17
8-25

С.А.РАСУЛОВ

**Қуймакорли
металларни
суюқлантириш
усуллари**



"ЎЗБЕКИСТОН"



621.7

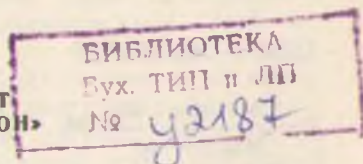
P-25

С. А. РАСУЛОВ

ҚУЙМАКОРЛИКДА МЕТАЛЛАРНИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта
махсус таълим вазирлиги техника олий
ўқув юртлари учун дарслик сифатида
тавсия этган*

ТОШКЕНТ
«ЎЗБЕКИСТОН»
1998



© «ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти, 1998 й.

Мукаддима

Қуймакорлик машинасозликнинг асосий тайёрлов базаси бўлиб ҳисобланади. Қуймакорлик — зарур механик ва эксплуатацион хусусиятларга эга бўлган муайян шаклли заготовкalar олишнинг энг универсал усулидир. Деярли барча машина ва асбобларда қуйма деталларни учратиш мумкин.

Қуймакорлик энг қадимги усуллардан бири бўлиб, ундан қадимги даврларда, дастлаб мис ва бронзадан, сўнгра чуяндан, кейинроқ эса пўлат ва бошқа қотишмалардан металл буюмлар ишлаб чиқариш учун фойдаланилган.

Қуймакорликининг моҳияти суюқ, яъни суюқланиш ҳароратидан юқорироқ даражагача қиздирилган ҳамда зарур таркибга ва сифатга эга бўлган қотишмани ҳосил қилиш ва уни қуйишдан иборат.

Ушбу китобда металлургиядаги жараёнларнинг физик-кимёвий ва технологик асосларини қамраб олувчи фанлар, қуйма қотишмаларни суюқлантириш печлари ва уларда суюқлантириш технологияси баён қилинган. Замонавий суюқлантириш агрегатларида суюқлантиришга тааллуқли бир қанча назарий ва амалий масалалар кўриб чиқилган. Дарсликда, шунингдек қаттиқ, суюқ ва газ ҳолатларидаги моддаларнинг тузилиши ҳақидаги янгича тушунчалар берилди, фазаларнинг ўзаро таъсирлашиш жараёнлари механизми ва термодинамикаси кўриб чиқилди.

Унда юқори сифатли чуян, пўлат ва рангли қотишмалар олиш ҳақидаги маълумотлар келтирилган.

Суюқлантириш жараёнларини оптималлаштириш ва суюқлантириш агрегатларини танлашни техник иқтисодий жиҳатдан асослаш масалалари кўриб чиқилган.

1. МЕТАЛЛ ВА УЛАРНИНГ ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИБ ОЛИШНИНГ УМУМНАЗАРИЙ МАСАЛАЛАРИ

1.1. ҚУЙМАКОРЛИК МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Қуймакорликда суюқлантириш деганда қуймалар олтинини таъминлайдиган маълум кимёвий таркибли, ҳароратли ва хоссали қотишма тайёрлаш билан боғлиқ бўлган физик ва кимёвий жараёнлар тушунилади. Қуйма қотишмаларинини суюқлантириб олишнинг асосий хусусияти шундан иборатки, буида қуйманинг талаб этилган хоссалари унда бирданига, навбатдаги металлургик ишловсиз, ҳосил қилинади. Суюқлантириш агрегатига каттик материаллар солинади, у ердан эса суюқ металл ёки қотишма ва суюқлантиришда ҳосил бўладиган қўшимча маҳсулот ҳисобланган тошқол олинади (1-расм). Каттик материаллар аралашмаси шихта деб аталади. Унинг таркиби тайёр металл ёки қотишманинг талаб этилган хоссаларига кўра белгиланади. Шихтанинг асосини металл материаллар ташкил этади. Қотишма ҳосил бўлиши учун маълум шароитлар яратиш мақсадида агрегатга флюслар ҳам солинади. Флюслар тошқол ҳосил қилиш ёки унинг таркибинини ростлаш учун металлургик жараёнлар ишлатиладиган материаллардир.

катлам билан чегараланган. Бу катлам суюқлантириш утадиган ички бўшлиғи 1800°C ҳароратга чидамли ички катлам билан чегараланган. Бу катлам суюқлантириш жараёнида ва бошқа фазалар билан қисман ўзаро кимёвий таъсирлашиши мумкин.

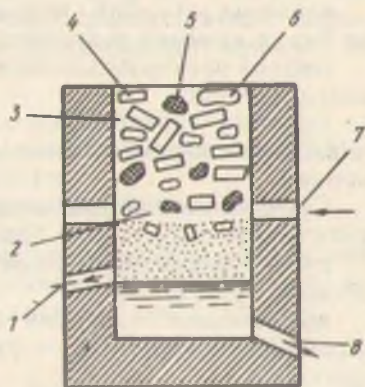
Суюқлантириш натижасида суюқ қотишма олинади. Қўйчилик қуймаларда қотишманинг сифатини яхшилаш мақсадида уларга суюқ ҳолида ишлов берилади. Ишлов бериш жараёнида қотишма зарарли қўшилмалардан тозаланади, модификацияланади ва легирланади.

Суюқлантириш, аниқроғи суюқ металл ёки суюқ қотишма олтин жараёни мураккаб физик-кимёвий жараёнлар мажмуидан иборат бўлиб, бу жараёнларнинг содир бўлиши жараёнининг нуқалиши ҳамда чуқурлиғи, каттик ва суюқ металл, суюқ тошқол ҳамда газ фазаларининг тузилиши ва хоссаларига боғлиқ.

Иссиқлик алмашинув жараёнларига асосланган қотишмани суюқлантириб олиш жараёни масса алмашинув жараёнлари билан бирга кечади. Ҳар тўртта фаза (1-расм) иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларида катнашади. Иссиқлик алмашинуви, яъни иссиқлик чиқариш, унинг жадаллиги иссиқлик элтувчининг табиатига, масса алмашинуви жараёнлари ва умуман суюқлантириш жараёнига катта таъсир қилади. Чунончи, алангали печларда суюқлантиришда иссиқлик газлардан металлга ўтади, электр билан ишлайдиган индукцион печларда эса иссиқлик бевосита металлнинг ўзидан ажралиб чиқади. Шу босқичдан биринчи ҳолда газ фазаси фаол ҳисобланиб, тошқол фазасининг фаоллигини келтириб чиқаради, иккинчи ҳолда эса газ ва тошқол фазалари суст бўлади.

1-расм. Металлани суюқлантириш печининг умумий тузилиши:

1 — суюқ тошқол; 2 — металл суюқланидиган жой; 3 — чиқиб кетган газлар; 4 — қаттиқ металл; 5 — қаттиқ углерод; 6 — қаттиқ флюкслар; 7 — газ бериш учун тиркиш; 8 — суюқ металл; 9 — ўтга чидамли қоплама (футеровка)



Энергия ва массанинг сақланиш қонунига мувофиқ суюқланиш жараёни учун қуйидаги икки тенгламани ёзишимиз мумкин:

$$Q_r + Q_t + Q_m + Q_{ик} = Q_{ман} + Q_{пер} + Q_{утн} \quad (1.1)$$

$$M_r + M_t + M_m + M_{ик} = \text{const}$$

бу ерда $Q_r, Q_t, Q_m, Q_{ик}$ — фазалар (газ, тошқол, металл, ички қоплама) нинг иссиқлик миқдори; $M_r, M_t, M_m, M_{ик}$ — уларнинг массалари; $Q_{ман}$ — манбадан келаётган иссиқлик; $Q_{пер}$ — ўраб турган система бўшлиғида иссиқлик исрофи; $Q_{утн}$ — кимёвий реакциялар (суюқланиш ва бошқалар) натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик, яъни ўзаро таъсир иссиқлиги.

Тенгламаларга кўра, фазалар ўзаро қуйидагича таъ-

сирлашиши (тўқнашиши) мумкин: 1 — металл — газ; 2 — металл — тошқол; 3 — металл — ички қоплама; 4 — тошқол — газ; 5 — тошқол — ички қоплама; 6 — газ — ички қоплама.

Газ билан металл таъсирлашганда, яъни улар бир-бирига тегиб турганда:

газ таркибий қисмлари қотишма таркибий қисмлари билан кимёвий реакцияга киришиши;

газ метални эритиши;

металл газсимон ҳолатга ўтиши;

газ металга сингиши мумкин.

Реакциялар орасида оксидланиш-қайтарилиш реакциялари кўп учрайди. Металл билан тошқол ўзаро таъсирлашганда:

қотишма таркибий қисмлари тошқол таркибий қисмлари билан кимёвий реакцияга киришиши;

тошқол электролизланиши ва элементлар суюқ металл юзига чиқиши;

қотишма таркибий қисмлари тошқолда ва аксинча тошқолнинг таркибий қисмлари қотишмада суюқланиши мумкин.

Суюқ металл ва печь ички қопламаси таъсирлашганда куйидаги жараёнлар юз бериши мумкин:

ички қопламанинг таркибий қисмлари суюқланиб, металлга ўтиши;

қотишманинг таркибий қисмлари ички қопламанинг таркибий қисмлари билан кимёвий реакцияга киришиши мумкин.

Худди шундай жараёнлар тошқол — ички қоплама чегарасида ҳам юз беради. Тошқол — газ чегарасида содир бўладиган жараёнлар металл — газ чегарасида содир бўладиган жараёнларга ўхшаш. Бундан ташқари, ҳар қайси фазада янги бирикмалар ҳосил бўлиши билан борадиган ички жараёнлар юз бериши мумкин.

Суюқланиш жараёнида қатнашаётган ҳар қайси фазада таркибий қисмларнинг маълум қисми (C_{β}) тўпланади.

Гетероген реакцияларнинг кинетикасини ФИК нинг иккинчи қонуни тенгламаси ёрдамида ифодалаш мумкин:

$$\frac{\partial m_{\beta}}{\partial \tau} = \beta F (C_{\beta 1} - C_{\beta 2}), \quad (1.2)$$

бу ерда m_{β} — β таркибий қисмнинг массаси; β — масса кўчиши коэффиценти; F — фазалараро сирт; $C_{\beta 1}$ — β таркибий қисмнинг (масалан, металлда) тўпланиши; $C_{\beta 2}$ — β таркибий қисмнинг ажралиш сиртида тўпланиши.

Металл — тошқол сиртида масса кўчиши жараёнини куйидаги тенглама ёрдамида ифодаalayмиз:

$$\frac{\partial m_{zi}}{\partial \tau} = -\beta_{m-m} - F_{m-m} (C_{zi}^m - C_{zi}^{nm}). \quad (1.3)$$

Хар кайси ажралиш сирти учун шунга ўхшаш тенгламаларни ёзиш мумкин. Масса кўчишининг натижавий дифференциал тенгламасини куйидаги кўринишда ёзиш мумкин:

$$\frac{\partial m_{zi}^m}{\partial \tau} + \frac{\partial T m_{zi}}{\partial \tau} + \frac{\partial^{nk} m_{zi}}{\partial \tau} + \frac{\partial T m_{zi}}{\partial \tau} = 0. \quad (1.4)$$

Металл ва қотишмани суюклантиришда масса кўчиши жараёнлари берилган кимёвий таркибли ва хоссали қотишма олишнинг асоси бўлиб, физик-кимёвий шароитларга, унда қатнашаётган фазаларнинг таркиби ва тузилишига боғлиқ.

1.2. СУЮҚЛАНИШ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ АСОСЛАРИ СИСТЕМАНИНГ ТЕРМОДИНАМИК ТАЪРИФЛАРИ

Кимё ва термодинамикадан бизга маълумки, энтальпия ёки системанинг умумий энергияси H ички энергия U ва босим энергияси pV нинг йиғиндисига тенг:

$$H = U + pV. \quad (1.5)$$

Металлни суюклантириш жараёнида кечадиган реакцияларнинг иссиқлик самарасини баҳолашда система энергиясининг ўзгариши ΔH дан фойдаланилади.

Агар реакция давомида иссиқлик ажралиб чиқса, ΔH катталиқ манфий бўлади, агар иссиқлик ютилса, у ҳолда ΔH мусбат бўлади. Шундай қилиб, $\Delta H = -Q$, бу ерда Q — реакциянинг иссиқлик самараси. Энтальпия ёки бошқача айтганда, реакция иссиқлик самарасининг ўзгариши реакциянинг иссиқлик мувозанати тўғрисида фикр юришига имкон беради.

Изобар-изотермик потенциал (ΔG) нинг катталигига қараб реакциянинг йўналиши тўғрисида мулоҳаза юрита-миз:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S, \quad (1.6)$$

бу ерда S — системанинг энтропияси, кЖ/К; T — система-нинг мутлақ ҳарорати, К. Энтропия энергия барча

турининг иссиқлик энергиясига айланиши ва унинг системадаги ҳамма моддалар ўртасида бир текис тақсимланишини ифодалайди.

$T=298\text{K}$ ва $P=1,01 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ (1 атм) да тоза моддалар ўртасида бораётган реакциялар учун ΔG^0 нинг стандарт катталигини ΔH_{298}^0 ва ΔS_{298}^0 ларнинг қийматлари бўйича аниқлаш мумкин. Бу қийматлар справочник жадвалларида берилган бўлади.

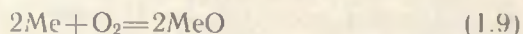
Бошқа ҳароратлар учун ΔH_T ва ΔS_T қийматлар қуйидаги тарзда аниқланади:

$$\Delta H_T = \Delta H_{298} + \int_{298}^T \Delta C_p \cdot dT; \quad (1.7)$$

$$\Delta S_T = \Delta S_{298} + \int_{298}^T \frac{\Delta C_p}{T} \cdot dT. \quad (1.8)$$

ΔG^0 катталиқка қараб реакцияларнинг йўналиши ва бировларнинг нисбий мустақкамлиги тўғрисида мулоҳаза юритиш мумкин. ΔG^0 нинг манфий қиймати одатдаги шароитларда оксидларнинг ўз-ўзидан ҳосил бўлишини билдиради. ΔG^0 қиймат қанча кичик бўлса, натижавий модда шунча мустақкам бўлади, берилган шароитларда реакция шунчалик яхши боради. Реал шароитларда оксидлар тошқол таркибида, металл эса суюқланма таркибида бўлади, уларнинг тўпланиши стандартдагидан фарқ қилади.

Бу ҳолда



кўринишдаги реакция учун изобар-изотермик потенциалнинг ўзгариши қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

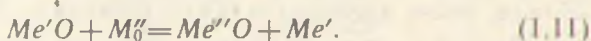
$$\Delta G_{\text{MeO}} = \Delta G_{\text{MeO}}^0 + RT \ln N_{\text{MeO}} - R \cdot T \cdot 2 \ln N_{\text{Me}} \quad (1.10)$$

бу ерда ΔG_{MeO}^0 — изобар-изотермик потенциалнинг стандарт ўзгариши;

R — газ доимийси ($R=8,314 \text{ Ж/К ёки } 1,987 \text{ кал/К}$); N_{MeO} — N_{Me} — мос равишда оксид ва металлнинг тўпланиши.

N нинг қиймати 0 дан 1 гача ўзгариши мумкин, бинобарин $\lg N$ ҳам 1 дан 0 гача ўзгаради. Бунда ΔG катталиқ оксиднинг тўпланиши қамайганидан кўпроқ манфий, металл тўпланиши қамайганида эса камроқ манфий бўлади.

Алмашинув реакцияси;



(1.10) даги тупланиш таркибий қисмлари айирмадан $\Delta G''$ кадар ортик бўлса, реакция йўналишини ўзгартириши мумкин.

$\Delta G'' = f(T)$ чизиклари орасидаги масофа кичик бўлганда тупланиш реакцияси ўтиш йўналишининг ўзгаришида катта роль ўйнайди.

Реал эритмалар учун (1.10) тенгламада тупланишлар ўрнига таркибий қисмларнинг фаоллиги $a = \gamma_N \cdot [N]$ қўйилиши керак, бу ерда γ_N — фаоллик коэффициенти.

1.3. МЕТАЛЛ СУЮҚЛАНМАЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ

Суюқ металллар тузилишининг умумий назарияси ҳали яратилмаган. Ҳозир суюқ ҳолатдаги металл қисман кристалл ҳолатдаги тузилишни сақлайди деган фикр эҳтимолга яқинроқдир.

Металл каттик ҳолатда кристалл тузилишга эга бўлиб, бундай тузилиш зарраларнинг яқин ва узоқда жойлашини тартиби билан тавсифланади.

Суюқликнинг микрокристалл тузилиш назариясига мувофиқ суюқ металлда фақат яқин тартиб мавжуддир, яъни бир-бирига яқин масофада жойлашган ўнлаб ёки юзлаб минг зарралар кристалл тузилишнинг яқин тартибини сақлайди. Узоқ тартиб бунда сақланмайди. Суюқликда яқин тартибдаги кристалл тузилишининг сақланиши каттик фазалар хоссаларининг маълум даражада давомийлигини белгилайди. Бир нечта таркибий қисмлардан ташкил топган суюқ қотишмаларнинг тузилиши, улар ўзаро таъсир кучларининг нисбати билан белгиланади.

Темир-углерод қотишмалари учун тузилиш тўғрисидаги қуйидаги тасаввур ҳосилдир. Углерод мусбат зарядланган ионлар (C^{2+} ёки C^{4+}) тарзида бўлади. Бу фарз бирдан-бир фарз эмас, бироқ эҳтимолга яқинроқдир. Кремний силицид $FeSi$ шунингдек, қисман Si^{2+} ионлари тарзида мавжуд бўлади. Марганец чекланмаган микдорда суюқ темирда эрийди. Fe ва Mn атомларининг ўлчамлари бир-бирига яқин ва шу боисдан марганец темирнинг ўрнини осонгина олади ва суюқланмада эриган ҳолатда бўлади. Олтингургурт қисман $Fe-S$ гуруҳини ҳосил қилади, қисман эса 2 электронни олиб, S^{2-} иони тарзида туради.

Фосфор суюк қотишмада асосан фосфид Fe_2P кўринишида бўлади, лекин кислород мавжуд бўлганида PO_4^{3-} ионлари ҳам пайдо бўлиши мумкин. Азот ва водород асосан атомлар ҳолатида бўлади, бироқ водороднинг бирор қисми ионлардан иборат бўлиши ҳам мумкин. Кислород қотишмада одатда манфий ион O^{2-} тарзида бўлади.

Шундай қилиб, суюк қотишманинг тузилиши шундай эканки, турли ионлар мавжуд бўлиши билан бир қаторда маълум даражада барқарор бирикмалар (квазимолекулар) ҳам мавжуд бўлиши эҳтимолдан холи эмас.

1.4. ТОШҚОЛ СУЮҚЛАНМАЛАРИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ХОССАЛАРИ

Металлар ва қотишмаларни суюклантиришда тошқол катта роль ўйнайди. Баъзан тошқол суюқ ваннани ҳаво азоти ва кислородидан химоя қилади, баъзида эса маълум қотишмани олишда катнашади. Тошқол кристалланиш ҳароратларининг оралиғи турлича бўлган кўп таркибий қисмли системадир. Кислотали тошқол шиша тузилишига эга, яъни маълум суюкланиш ҳароратига эга бўлмаган ўта совуган суюқликдан иборат бўлади. Ҳарорат кўтарилганида бундай тошқолнинг қовушоқлиги аста-секин камаяди, яъни у узун тошқол қаторига қиради. Кислотали тошқоллардан фарқли равишда асосли тошқоллар кристалл тузилишга эга ва ҳароратга қараб ўзгарадиган қовушоқлигининг табиатига кўра калта тошқол қаторига қиради. Ҳарорат кўтарилганида унинг қовушоқлиги кескин камаяди.

Металлургияда тошқоллар қуйидаги белгиларига кўра ажратилади: асослилик даражаси бўйича SiO ва бошқа кислота оксидлари микдори кўп бўлган кислотали тошқоллар ва таркибида CaO , MgO , FeO , MnO бўлган асосли тошқоллар. Амфотер оксидлари Al_2O_3 , ва бошқалар асосли тошқолларда ўзини кислотали тошқоллар каби тутати, кислотали тошқолларда эса асосли тошқоллар сифатида бўлади.

Қотиш табиати бўйича, яъни қовушоқлигининг ҳароратга боғлиқлиги бўйича узун ва калта тошқолларга бўлинади: кимёвий фаоллиги ва металлни легирлашига кўра суюк металл билан амалда ўзаро таъсирлашмайдиган нейтрал ёки суёт тошқоллар ва суюк металлар билан таъсирлашадиган фаол тошқоллар бўлади.

Тошқолларнинг кимёвий таркиби асослилик (C_a) ва кислоталилик (C_k) даражалари билан характерланади:

$$C_k = \frac{SiO_2}{CaO + MgO + FeO}, \quad C_a = \frac{CaO}{SiO_2}, \quad (1.12)$$

бу ерда SiO_2 , CaO , MgO , FeO — таркибий қисмларнинг миқдори, %

Кимёвий таркибига кўра металлургия тошқоллари беш гуруҳга бўлинади (1-жадвал).

1-жадвал

Асослилик ва кислоталилик даражаси бўйича тошқоллар таснифи

Гуруҳлар	Кислоталилик даражаси	Асослилик даражаси
Ульт्रा асосли	0—0,5	2,5
Асосли	0,5—1,0	2,5—1,5
Уртача асосли	1,0—1,5	1,5—1,0
Кислотали	1,5—3,0	1,0—0,5
Ульт्रा кислотали	3,0	0,5

1.5. СУЮҚЛАНГАН ТОШҚОЛЛАРНИНГ ТУЗИЛИШИ ТУҒРИСИДАГИ ЗАМОНАВИЙ ТАСАВВУРЛАР

Суюқланган тошқолларнинг тузилиши молекуляр ва ион назариялари асосида тушунтириб келинган. Молекуляр назарияга кўра оксидлар, уларнинг бирикмалари ва сульфидлар суюқланган тошқолларда эркин, кимёвий боғланмаган молекулалар — SiO_2 , CaO , Al_2O_3 ва хоказолар кўринишида бўлади.

Молекуляр назария кислород, фосфор ва бошқа элементларнинг металл ва тошқол орасида тақсимланишини фаоллик коэффициентларидан фойдаланмасдан туриб тушунтириб бера олмайди ва электр ўтказувчанлик, электролиз ва хоказолар бўйича олинган маълумотларни тан олмайди.

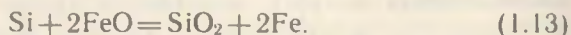
Тошқолларнинг физик ва физик-кимёвий хоссаларини тадқиқ қилиш бўйича ўтказилган кўпдан-кўп тажрибалар шуни кўрсатадики, тошқоллар жуда кучли электролитик диссоциацияланишда бўлар экан.

Ионланиш назариясига кўра суюқ тошқолларда ва силикат суюқланмаларда ҳамма оксидлар ва уларнинг

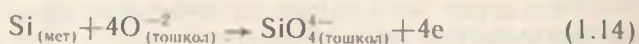
кимёвий бирикмалари ионларга диссоциацияланган бўлади. Шундай қилиб, суюкланган тошқолларда мусбат зарядланган катионлар (Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} ва бошқалар) ва манфий зарядланган анионлар (F^- , O^{2-} , S^{2-} , PO_4^{3-} , TiO_3^{2-} , FeO_2^- ва бошқалар) бўлади.

Физик-кимёвий ва электр-кимёвий тадқиқотлар шуни тасдиқлайдики, суюқ тошқоллар кристалл ва шишасимон жисмлар сингари диссоциацияланган молекулалардан иборат бўлади. Бирок металлларнинг ҳамма атомлари ҳам катионлар кўринишида бўлмайди, улар, масалан, AlO_3^- , FeO_2^- , SiO_4^{4-} ва ҳ. к. шу каби комплекс анионлар кўринишида ҳам бўлиши мумкин.

Суюқ тошқолнинг тузилиши тўғрисидаги ҳозирги назарияларни кўриб чиқишни якунлай туриб, ўзаро таъсирлашиш жараёнини кўрсатиш ва миқдорий нисбатларни аниқлашда молекуляр назариядан фойдаланиш тавсия этилади. Масалан, суюклантириш жараёнида кремнийнинг оксидланиши куйидаги тенглама билан тавсифланиши мумкин:



Ўзаро таъсирлашиш механизмини кўриб чиқиш зарурати тугилганида ион назариясидан фойдаланиш тўғри бўлади, бу назарияга кўра кремнийнинг куйиши ионларнинг тошқол металл чегарасидан ўтиши ҳисобига содир бўлади:

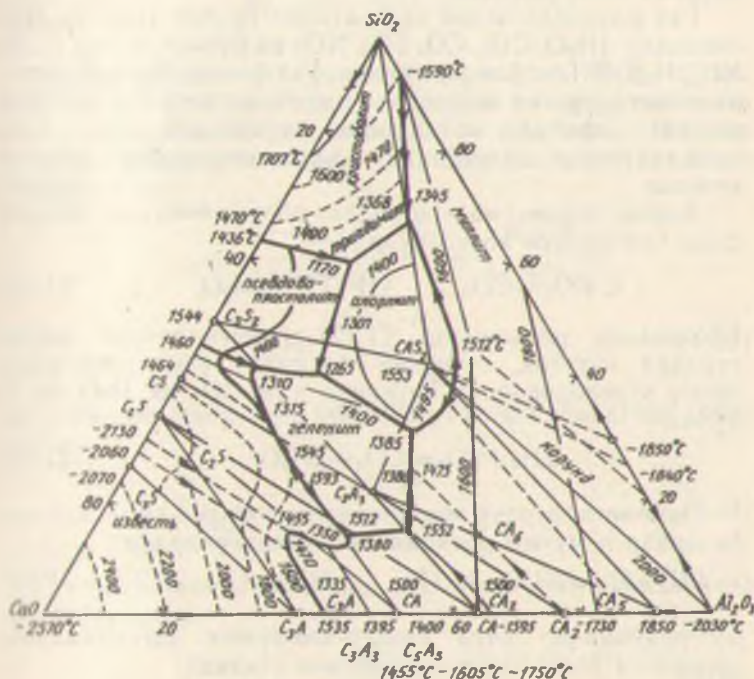


Юқорида айтиб утилганларга кўра суюкланиш жараёнини кўриб чиқишда молекуляр назариядан ҳам, ион назариядан ҳам фойдаланилади.

1.6. ТОШҚОЛ СИСТЕМАЛАРИНИНГ ҲОЛАТ ДИАГРАММАСИ

Бу диаграммалар фазаларнинг физик-кимёвий табиати, миқдори ва фазаларнинг мавжудлик чегаралари тўғрисида хулосалар чиқаришга имкон беради. Холатлар диаграммасини билсакгина бирор металлургик жараён кетиш учун энг қулай шароитлар системасини танлаш имконияти яратилади. $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ системаси яхши (тўлиқ) ўрганилган системадир. Бу системанинг кўрсаткичлари Рэвкин ва Райт бўйича суюкланувчанлик диаграммасида келтирилган (2-расм). Системага конгүрент суюкланадиган иккита учлама киради (анортит)

$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ва генелит $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) ва бешта псон суюқланадиган эвтектиканинг тошқоллари киради. Бу система тошқолларининг таркибида SiO_2 микдори кўп бўлиб, қотганида шишасимон ҳолатга ўтади.



2- расм. $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ системаси.

Қора металллар суюқлантиришдаги реал металлургик тошқолларнинг асосий компонентлари CaO , Al_2O_3 , SiO_2 дир, бундан ташқари унда MnO , FeO , MgO етарли микдорда бўлади. Шундай қилиб, реал тошқол кўп таркибда бўлади. Унинг хоссалари тахминан $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ системанинг диаграммаси хоссаларига мос келади, бироқ улар CaF_2 киритиш йўли билан анча камайитириш мумкин, CaF_2 тошқол системасининг суюқланиш ҳароратини анча пасайтиради.

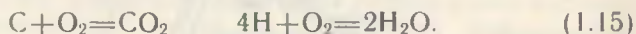
Рангли қотишмаларни суюқлантиришда тошқолларнинг боратли ва фторидли системалари қўлланилади.

1.7. ГАЗ ФАЗАСИНИНГ ТУЗИЛИШИ ВА ХОССАЛАРИ

Суюклантириш печларининг газ фазаси металлургик жараёнларнинг содир бўлишида муҳим, баъзан ҳал қилувчи роль ўйнайди.

Газ фазасида оддий икки атомли газлар (O_2 , N_2 , H_2), оксидлар (H_2O , CO_2 , CO , SO_2 , NO) ва бошқа газлар (CH_4 , NH_3 , H_2S , PH_3) бўлиши мумкин. Газ фазаси фаол бўлиши, яъни металлургия жараёнида, иссиқ элтувчи ёки кимёвий реагент сифатида катнашиши, шунингдек, суств, яъни суюклантириш жараёнида оддий иштирокчи бўлиши мумкин.

Асосан углерод ва водороддан иборат ёнилғини ёкишда фаол газ фазаси ҳосил бўлади.



Юқоридаги реакциялар (1.15) ёнилғиларнинг ҳамма турлари (каттик, суюк ва газсимон) учун яроқлидир, чунки углеводородлар ёнганида ҳам CO_2 ва H_2O ҳосил бўлади:



Пирометаллургик жараёнларнинг физик кимёсида газ фазасидаги муҳим реакциялар куйидагилардир:



Бу реакциялар учун изобар-изотермик потенциалнинг ҳароратга боғлиқлиги куйидагича ёзилади:

$$\Delta G_{H_2O} = -492230 - 108,24 T; \quad (1.19)$$

$$\Delta G_{CO_2} = -565390 - 175,17 T. \quad (1.20)$$

ΔG^0 моддаларнинг реакцияда кимёвий жихатдан нормал ўрнлашганини, унинг тўла яқунланишини ва ҳосил бўладиган бирикмаларнинг мустаҳкамлигини ифода қилади. Бу қиймат нисбатан паст ҳароратда (~ 1000 K) жуда катта манфий қийматга эга бўлади, бу эса CO_2 ва H_2O нинг мустаҳкамлигидан далолат беради. Қиздирганда CO_2 ва H_2O нинг парчаланиши диссоциация жараёни деб юритилади ва диссоциация даражаси билан характерланади:

$$\alpha_{CO_2} = \frac{N_{CO_2}^{дис}}{N_{CO_2}} \quad \text{ва} \quad \alpha_{H_2O} = \frac{N_{H_2O}^{дис}}{N_{H_2O}}, \quad (1.21)$$

бу ерда N_{CO_2} , $N_{\text{H}_2\text{O}}$ — молекулаларнинг умумий сони,
 $N_{\text{CO}_2}^{\text{дис}}$, $N_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{дис}}$ — диссоциацияланган молекулалар сони.

$$K_{P_{\text{CO}_2}} = \frac{P_{\text{CO}_2}^2 \cdot P_{\text{O}_2}}{P_{\text{CO}_2}^2} \quad (1.21)$$

Агар бошланғич ҳолатда бир моль CO_2 бўлса, мувозанат ҳолатида моль миқдори $1 - \alpha_{\text{CO}_2}$ катталиқ билан аниқланади, бунда моль O_2 ва α_{CO_2} моль CO ҳосил бўлади. Алоҳида газларнинг парциал босими қуйидагини ташкил этади:

$$P_{\text{CO}_2} = \frac{(1 - \alpha_{\text{CO}_2}) \cdot P}{1 + 0,5\alpha_{\text{CO}_2}}, \quad P_{\text{CO}} = \frac{\alpha_{\text{CO}_2} \cdot P}{1 + 0,5\alpha_{\text{CO}_2}},$$

$$P_{\text{O}_2} = \frac{0,5\alpha_{\text{CO}_2} \cdot P}{1 + 0,5\alpha_{\text{CO}_2}} \quad (1.22)$$

бу қийматни юқоридаги ифодага қўйсак, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$K_{P_{\text{CO}_2}} = \frac{\alpha_{\text{CO}_2}^3 \cdot P}{(2 + \alpha_{\text{CO}_2})(1 + \alpha_{\text{CO}_2})^2} \quad (1.23)$$

H_2O нинг диссоциацияланиш реакцияси учун қуйидагилар характерлидир:

$$K_{P_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\alpha_{\text{H}_2\text{O}}^3 \cdot P}{(2 + \alpha_{\text{H}_2\text{O}})(1 - \alpha_{\text{H}_2\text{O}})^2} \quad (1.24)$$

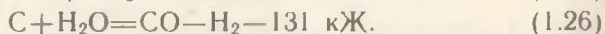
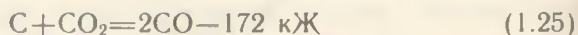
(1.22) ва (1.23) куб тенгламаларни ечсак, қуйидаги натижаларни оламиз:

$$\alpha_{\text{CO}_2} \cong \sqrt[3]{\frac{2K_{P_{\text{CO}_2}}}{P}} \quad \text{ва} \quad \alpha_{\text{H}_2\text{O}} \cong \sqrt[3]{\frac{2K_{P_{\text{H}_2\text{O}}}}{P}}$$

яъни, диссоциацияланиш даражаси мувозанат доимийсининг куб илдизига тўғри пропорционал, умумий босим куб илдизига эса тескари пропорционал. Юқори ҳароратларда диссоциацияланиш даражаси жуда катта қийматларга етади. Чунончи, 3000 К ҳарорат ва $0,1 \text{ Н/м}^2$ босимда

$$\alpha_{\text{CO}_2} = 44,1\% \quad \text{ва} \quad \alpha_{\text{H}_2\text{O}} = 16,4\% \quad \text{бўлади.}$$

Суюклантириш печларида углерод (масалан, кокс) бўлиши мумкин. Бу ҳолда CO_2 ва H_2O углерод билан реакцияга киришади:



Бу реакциялар иссиқлик ютилиши билан содир бўлади ва тикловчи газлар CO ва H_2 ҳосил бўлади.

1000°C дан ортиқ ҳароратларда ва углерод етарли миқдорда бўлганда CO_2 нинг ҳаммаси CO га айланиши мумкин. Шундай қилиб, газ фазасининг таркиби ҳароратга ва реакцияларда қатнашувчи у ёки бу моддаларнинг тўпланишига боғлиқ.

1.8. ФАЗАЛАР ЎЗАРО ТАЪСИРИ ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МЕХАНИЗМИ

Суюклантириш вақтида қуйиладиган қотишмалар таркибининг шаклланиши суюклантиришда қатнашадиган турли фазалар компонентларининг қатор кетма-кет ёки параллел ўтадиган гетероген ўзаро таъсирлари натижасида содир бўлади.

Гетероген ўзаро таъсир қуйидаги боскичлардан иборат:

дастлабки компонентларнинг ажралиш сиртида диффузияланиши;

ажралиш сиртда адсорбцияланиш;

кимёвий акт (ёки компонентларнинг эриши);

реакция маҳсулотларининг десорбцияси;

реакция маҳсулотларининг битта ёки иккита фазага диффузияланиши.

Ҳар қайси боскич механизмини кетма-кет кўриб чиқамиз.

Диффузия бир-бирига тегиб турган моддалар заррачаларини иссиқлик ҳаракати натижасида бири бирининг ичига ўзаро киришдан иборат. Диффузия модда концентрациясининг камайиши йўналишида содир бўлади ва унинг бутун ҳажм бўйлаб бир текис тақсимланишига (кимёвий потенциалнинг тўғриланишига) олиб келади.

Жисмларда бўлган бегона моддаларнинг заррачалари ҳам, хусусий заррачалари ҳам диффузияланиши (ўз-ўзидан диффузияланиш) мумкин. Диффузия газларда жуда тез содир бўлади. Газда заррачалар ҳаракати тартибсиз бўлиши туфайли ҳақиқий йўл узунлиги концентрация

камланидиган йўналишдаги тўғри йўл узунлигидан деярли каттадир. А. Эйнштейн исталган диффузион жараёнлар учун тўғри бўлган қуйидаги муносабатни аниқлаган:

$$\bar{L}^2 \simeq Dt, \quad (1.27)$$

бу ерда $\bar{L}$ — заррачанинг ўртача силжиши;
 D — пропорционаллик коэффициент;
 t — диффузия вақти.

Суюқликларда диффузия молекулаларнинг битта тургун ҳолатдан бошқасига сакраб ўтиши натижасида содир бўлади. Энергетика жихатидан фойдали янги ҳолатга қилинадиган ҳар бир сакраш молекулалар орасидаги масофадан ортик бўлмайди. Суюқликдаги диффузия ишқаланиб ҳаракатланиш каби кўриб чиқилди, унга Эйнштейннинг иккинчи муносабатини қўллаша бўлади.

$$D \simeq ukT, \quad (1.28)$$

бу ерда u — диффузияловчи заррачаларнинг ҳаракатчанлиги;

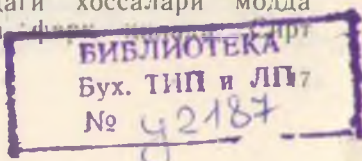
k — Больцман доимийси.

Қаттиқ жисмларда ҳам диффузия содир бўлади, лекин унинг тезлиги жуда кичик. Қаттиқ жисмлардаги диффузия механизмини бир нечта йўл билан тушунтириш мумкин: атомлар ўринларини вакансиялар билан алмаштириш, атомларнинг узеллари орасида силжиши, бир нечта атомнинг бир йўла циклик силжиши, иккита қўшни атомнинг ўринларининг алмашиниши.

Диффузия масса узатиш усулларида бири ҳисобланади. Диффузияни ҳаракатлантирувчи куч концентрациядан ташқари температура (термодиффузия), босим (бародиффузия), электр майдони (электр диффузия) бўлиши мумкин. Қаттиқ жисмларда диффузия фаза ҳажмида содир бўлади. Фазаларнинг ажралиш чегарасидан ўтиш сиртий ҳодисалар ва кимёвий акт механизми ёки эришга боғлиқ.

Қуйма қотишмаларни суюқлантириш жараёнида сиртий ҳодисалар жуда катта роль ўйнайди. Фазаларнинг ажралиш чегарасида сиртий ҳодисалар билан пўлат қайнаётганда ва металлмас қўшилмаларнинг дегазацияланишида муртақ ҳосил бўлиш жараёнлари, шунингдек уларнинг йирикланиши, чиқариб юборилиши ва бошқа кўп ҳодисаларга боғлиқ.

Модда сиртки катламларидаги хоссалари модда ҳажмидаги хоссаларидан катта фарқ қилади.



таъсири парчаланганлик даражаси ортганда анча сезиларли бўлади. Масалан, агар киррасининг узунлиги 1 см бўлган кубни олсак, унда унинг сирти 6 см^2 га тенг бўлади. Агарда уни киррасининг узунлиги 10А° га тенг бўлган кубчаларга «кессак», унда сирт 6000 м^2 га тенг бўлади. Ҳажм ичидаги заррачаларга таъсир қиладиган заррачалараро кучлар мувозанатлашган, сиртда эса мувозанатлашмаган. Натижада суюклик сирти ўз юзасини энг кичик ўлчамгача қискартиришга интилади. Бу ҳодиса сиртий таранглик деб аталади. Маълум шаклдаги томчиларнинг ҳосил бўлиши, суюкликнинг капиллярларда кўтарилиши, уларнинг говак қаттиқ жисмларга кириши сиртий таранглик кучларининг таъсири натижасида содир бўлади.

Сиртий таранглик коэффиценти σ узунлик бирлигига таъсир қиладиган куч (Н/м) ёки юза бирлигининг ҳосил бўлишига сарфланган иш (Ж/м^2) каби аниқланади. Охирги ҳолат адгезия катталигини, яъни иккита суюк фазани масалан, металл ва тошқолни ажратишга сарфланган ишни аниқлашга имкон беради:

$$A_2 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_{1-2},$$

бу ерда σ_1 — суюкликнинг сиртий таранглиги,
 σ_2 — суюкликларнинг газ фазаси билан чегарасидаги суюклик 2 учун сиртий таранглик;
 σ_{1-2} — ажралиш юзаси 1—2 да фазалараро таранглик.

Когезия, яъни бир жинсли муҳитни бузиш учун сарфланган иш, адгезиянинг хусусий холи ҳисобланади. Бу иш иккита янги ажралиш сиртлари суюклик — газни ҳосил бўлиши учун сарфланган ишга тенг:

$$A_k + 2\sigma_1$$

бу ерда σ_1 — суюклик 1 нинг газ фазаси билан чегарадаги таранглик сирти.

Реакцияга қиладиган фазалар сиртий қатламининг таркиби уларнинг ҳажмдаги таркибидан тафовутланади, бу эса адсорбция ҳодисаларига боғлиқ. Конденсацияланган фаза юзаси газ билан контактлашганда бўладиган адсорбция натижасида унинг оз микдори қаттиқ модда сиртида ушлаб қолинади. Адсорбциянинг икки тури мавжуд: физикавий ва кимёвий сорбция.

Физик адсорбция барча қаттиқ моддаларда кузатилади. Унинг таъсири натижасида газ молекулалари сиртда

ушлаб қолинади. Жараён оз микдорда иссиқлик ажралиб чиқиши (адсорбцияланган газнинг 40 кЖ/мол игача) билан боради. Газ босими ортиши билан эмпирик тепгламага мувофик адсорбцияланиш даражаси ҳам ортади.

$$\omega = k \cdot p^n \quad (1.29)$$

бу ерда ω — адсорбентнинг бирлик масса билан адсорбцияланган газ микдори;

k ва n — константалар ($n < 1$).

Ҳарорат ортиши билан адсорбция даражаси камаяди. Шу сабабли адсорбциянинг бу тури паст ва ўртача паст ҳароратларда айниқса муҳимдир. Сиртда адсорбцияланган газ бир нечта молекуляр қатламларнинг ҳосил қилади деб ҳисобланади, чунки Ван-дер-Ваальс кучлари молекулаларнинг битта қатламидан бошқасига тарқалиши мумкин. Кимёвий сорбция электрон жуфтларнинг ҳосил бўлишида ёки газ молекулалари билан адсорбент орасидаги кимёвий боғланиш натижасида электронларнинг алмашинуши натижасида содир бўлади. Электронлар газ молекулаларидан каттик моддага ва аксинча каттик моддадан газ молекулаларига ўтиши мумкин. Бунда каттик модданинг электрон хоссалари ўзгаради.

Эритма сиртидаги адсорбция Гиббс формуласи ёрдамида тушунтирилади:

$$\Gamma_1 = - \frac{C_1}{RT} \cdot \frac{d\tau}{dC_1}, \quad (1.30)$$

бу ерда Γ_1 — адсорбцияланган модда микдори, моль/м²;

C_1 — концентрация, мол/м³;

τ — сиртий таранглик, Ж/м²;

R — универсал газ доимийси, Ж/моль·К.

Металлургик жараёнлар учун эритмалар жумласига киритиш мумкин бўлган суюқланмалар сиртидаги адсорбция жуда катта аҳамиятга эга.

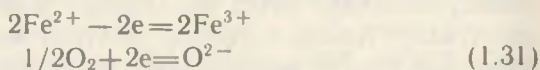
Эриш жараёни термодинамик мувозанат системасини ҳосил қилувчи иккита ёки ундан ортик компонентларнинг макроскопик бир жинсли аралашмаларининг ҳосил бўлиш жараёнидан иборат.

Эритмада барча компонентлар молекуляр — дисперс ҳолатда бўлади. Улар алоҳида атомлар, молекулалар, ионлар ёки бу заррачаларнинг унча катта бўлмаган сонидан иборат гуруҳлар кўринишида бир текисда тақсимланган. Эритмалар газсимон, суюқ ва каттик

булиши мумкин. Суюкланиш жараёнлари учун суюк эритмаларнинг метали ва тошколи ҳосил бўлиши жиддий аҳамиятга эга.

Суюкланиш механизми суюклантиргич ва суюкланадиган компонентларнинг хусусиятига боғлиқ. Кимёвий, сольватацион ва дисперс суюкланиш турлари мавжуд.

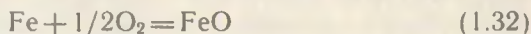
Кимёвий суюкланишда суюклантиргич ва суюкланадиган модда реакцияга киришади, натижада унинг компонентларидан бири эритмада бўлиб қолади. Масалан, рух хлор водород кислотасида ўзининг ионлари H^+ ни электронейтраль водородгача тиклаш қобилятига эга бўлганлиги учун суюкланади. Бунда рух эритмага ионлар кўринишида ўтади. Тошқол суюкланмасида таркибида ўзгарувчан валентли ионлар бўлган кислороднинг эриши шу механизмга асосланган.



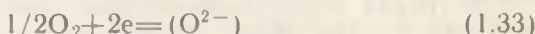
Эрийдиган ва эритгич заррачаларининг ассоциацияланган группаларини ташкил этганда жараён сольватация (сувли эритмаларда — гидротация) деб аталади. Бунда эрийдиган модда заррачалари бамисоли эритгичнинг заррачалари билан қоплаб олинади ва комплекс ҳосил қилади. Масалан, оҳак кислотали тошқолларда эритилганда ион Ca^{2+} и SiO_4^{4-} ларнинг қуршовига тушиб қолади. Натижада комплекслар $Ca_{x_0}Si_{x_2}O_{y^2-}$ ҳосил бўлади.

Учинчи эриш механизмига дисперсион эффект сабаб бўлади. Баъзи бир газлар, суюқликлар ва ҳатто каттик жисмларда молекулалар бир-бири билан молекулалараро жуда бўш кучлар билан боғланганки, ўринларини ўзига ўхшаш моддаларнинг молекулалари билан алмаштириб силжий оладилар. Бунда энергетик ўзгаришлар жуда кам.

Ажралиш сиртида кимёвий акт — фазаларнинг ўзаро таъсир механизмида марказий моментдир. Кўпчилик гетероген реакциялар ўзининг табиати бўйича электрохимиявий ҳисобланади. Масалан, темирнинг оксидланиш реакцияси

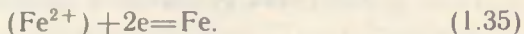


катод ва анод босқичларидан иборат:

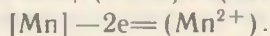
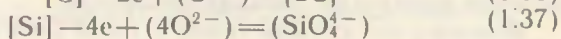
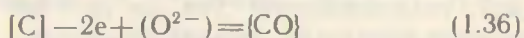


Тошқолда ионлар Fe^{2+} нинг бўлиши куйинди C, Si, Mn нинг ион алмашинув реакциясининг ривожланишига

имкон беради. Бунда темирнинг тикланиши катод босқичи ҳисобланади



ишод босқичи эса — мазкур ҳароратда ΔG нинг кичик қийматида аралашманинг оксидланиши ҳисобланади



Ҳар бир электрод жараёни $\text{Me} - 2e \rightarrow \text{M}^{2+}$ учун электрод потенциалнинг маълум қиймати мавжуд:

$$\varphi_{\text{Me}} = \varphi_{\text{Me}}^0 + \frac{RT}{ZF} \ln \frac{a_{\text{Me}}^{z+}}{a_{\text{Me}}} \quad (1.38)$$

бу ерда φ_{Me}^0 — айни металл учун стандарт электрод потенциали;

F — Фарадей сони;

a_{Me}^{z+} ва a_{Me} — тегишлича тошқол ва металл-да металл ионлари ва атомларининг активлиги.

Электрод потенциалларининг қиймати эркин энергия катталиги билан қуйидагича боғланган:

$$\Delta G = -Z \cdot F (\varphi_0^0 - \varphi_{\text{Me}}^0), \quad (1.39)$$

бу ерда φ_0^0 — кислороднинг электрод потенциали (амалий мақсадлар учун $\varphi_0^0 = 0$ қабул қилинади ва унга нисбатан φ_{Me}^0 шкаласи берилади).

Аниқ бир суюқлантириш шароитлари учун катталик элементни металлга ва аксинча металлдан тошқолга ўтиши билан боғлиқ. IIIy сабабли жараён $\text{Me} \rightarrow [\text{Me}]$ учун, яъни элементларнинг суюқланмага ўтиши учун оксиддан ташқари катталик ΔG ҳисобга олиниши керак.

Электр қимёвий мувозанат ҳолатида, яъни реакция $[\text{Fe}] - 2e = [\text{Fe}^{2+}]$ учун i_{Fe} нолга тенг бўлганда фаза-ларнинг ажралиш чегарасида электр потенциал сакраши пайдо бўлади. Натижада металлнинг чегарадаги қатлами мусбат зарядланади, тошқолнинг ионли суюқланмасида эса қўш электр қатлами ҳосил бўлади. Ионлар орасидаги тортишиш биринчи қатламдан кейин қарама-қарши белгили ортқича зарядларнинг пайдо бўлишига олиб келади. Бу ходиса яна бир неча бор суюқланма ичкариси томон такрорланиб электростатик кучлар бўшашган сари секин аста сўниш манзарасини яратади.

1.9. МЕТАЛЛУРГИК ЖАРАЁНЛАР КИНЕТИКАСИ

Гетероген реакциялар кинетикаси

Тезликларнинг учта боскичи фаркланади: реакцияга кирадиган моддаларни ажралиш фазалари сиртига кўчириш, реакцияларнинг ўзи ва реакция маҳсулотларини реакция бўладиган зонадан четлатиш.

Жараённинг умумий тезлиги унинг боскичларидан энг секиннинг тезлигига тенг, агар бу тезлик қолганларидан анча секин бўлса. Агарда барча тезликлар бир тартибда бўлса, унда жараён тезлиги таққосланаётган тезликларни энг секини билан аниқланмайди.

Агар реакцияга кирадиган моддаларни келтириш ёки реакция маҳсулотларини четлатиш тезлиги реакция ўзининг тезлигидан кичик бўлса, унда жараён диффузион зонада, агарда секин боскич реакциянинг ўзи бўлса, унда кинетик зонада содир бўлади деб ҳисобланади.

Масса узатиш жараёнларининг тезлиги масса оқими M (кг/с) ёки моддалар микдорининг оқими U (моль/с), шунингдек улар масса оқимининг зичлиги m (кг/с·М) ва модда микдори j (моль/с·м²) деб аталадиган со-лиштирма қийматлари билан баҳоланади. t вақт ичида Ω юза орқали узатилган масса $M_t = m\Omega t$ формула бўйича аниқланади. Тегишлича модда микдори ҳам аниқланади $I_t = j\Omega t$.

Кўчириш асосий қонунларидан бири Фик қонуни ҳисобланади, унга мувофиқ оқим зичлиги масса узатишни ҳаракатлантирувчи кучнинг градиентига пропорционал:

$$d_m = -D \frac{dp}{dx} \text{ ёки } \frac{dM_t}{dt} = -D\Omega \frac{dp}{dx} \quad (1.40)$$

бу ерда p — диффузион компонентнинг парциал зичлиги, кг/м³;

D — диффузия коэффиценти, м²/с;

x — диффузия йўли.

Модда микдори оқимининг зичлиги қуйидаги формуладан аниқланади:

$$d_j = -D \frac{dc}{dx} \text{ ёки } \frac{dI_t}{dt} = -D\Omega \frac{dc}{dx} \quad (1.41)$$

бу ерда C — концентрация, моль/м³.

Тенгламалар (1.40) ва (1.41) даги минус белгиси Фик қонунига мувофиқ модданинг силжиши концентрациянинг камайиши томон содир бўлишини кўрсатади.

Концентрация градиенти диффузион катлам қалинлиги δ билан характерланади, бу катлам чегарасида ҳажмий концентрация C сиртий концентрация C^∞ гача ўзгаради.

Агар тақсимланиш қизикли деб ҳисобланса, унда

$$\frac{dC}{dx} = \frac{C^\infty - C}{\delta} \text{ ва } j = \frac{D}{\delta} (C^\infty - C) = \beta (C^\infty - C), \quad (1.42)$$

бу ерда δ — диффузион катламнинг самарали қалинлиги;

$\frac{D}{\delta} = \beta$ — диффузия ёрдамида масса узатиш коэффициенти, м/с.

Умумий ҳолда, яъни масса узатишнинг барча учта босқичи учун масса узатиш коэффициенти қуйидагича бўлади:

$$k = \frac{1}{1/\beta_1 + 1/\alpha + 1/\beta_2},$$

бу ерда α — фазалараро масса узатиш коэффициенти; химиявий реакция ёки суюқланиш тезлигини характерлайди.

Ҳаракатланаётган муҳитда модда диффузия билангина эмас, балки конвекция билан ҳам кўчирилади. Зичлиги ρ бўлган аралашманинг қандайдир ҳажмини тезлик v билан силжитганда масса кўчиши содир бўлади $m_k = \rho v$. Молекуляр ва конвектив кўчиш ҳисобига масса оқимининг жами зичлиги қуйидаги тенгламадан аниқланади:

$$m = m_k + m_x$$

Бу ҳолда конвектив диффузиянинг дифференциал тенгламасидан фойдаланилади:

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} = D \Delta^2 \rho - \left(v_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + v_y \frac{\partial \rho}{\partial y} + v_z \frac{\partial \rho}{\partial z} \right) - \rho \operatorname{div} v \quad (1.43)$$

$v = \text{const}$ бўлганда (1.43) да ўнг қисмнинг охириги ҳади полга тенг. Унда

$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + v_x \frac{\partial \rho}{\partial x} + v_y \frac{\partial \rho}{\partial y} + v_z \frac{\partial \rho}{\partial z} = D \Delta^2 \rho \quad (1.44)$$

Шунга ўхшаш (1.44) тенгламани қуйидаги кўринишда тасаввур этиш мумкин:

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} + v_x \frac{\partial C}{\partial x} + v_y \frac{\partial C}{\partial y} + v_z \frac{\partial C}{\partial z} = D \nabla^2 C \quad (1.45)$$

Бир ўлчовли масала учун (1.45) тенгламадан Фикнинг иккинчи тенгламаси чиқарилади

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (1.46)$$

бу формуладан одатда эксперимент маълумотлари бўйича диффузия коэффицентини ҳисоблаб топиш учун фойдаланилади.

Тенгламалар (1.40—1.46) бўйича барча ҳоллар учун ҳисоблашлар ўтказиб бўлмайди. Баъзан туюлма масса узатиш коэффициенти k^B тушунчасидан фойдаланилади. У элемент масса окимининг зичлигини унинг бир процент концентрацияси K га бўлган нисбатига тенгдир:

$$k^B = \frac{dM_i}{\Omega d\tau \cdot K} \quad (1.46)$$

Катталик k^B , кг/м·с, % — концентрация проценти (у шу сабабли киритилганки, амалий ҳисоблашларда қотишма таркибини характерлаш учун айни шу катталикдан фойдаланилади).

Металлининг массаси M_i ўзгармас бўлган суюклантириш зонасида i — нчи элемент массасининг ўзгариши куйидаги тенгламадан аниқланади:

$$dM_i = M_{\Sigma} K_i \cdot 10^{-2} \quad (1.47)$$

бу ерда $M_i = \frac{M_{\Sigma} K_i}{100}$ i -нчи элемент массаси

$$dK = 10^2 \cdot k^B \frac{K}{M_{\Sigma}} \Omega d\tau \quad (1.48)$$

Куйидагича белгилаймиз $k^B = k^B \cdot 10^2$, у ҳолда $dK = k^B \frac{\Omega}{M_{\Sigma}} d\tau$ ёки $\frac{dK}{K} = k^B \frac{\Omega}{M_{\Sigma}} d\tau$. Бу тенгламани K^0 дан K гача ва 0 дан масса узатилиш вақтигача интеграллаб, шунингдек шихта материалларини солиштирма юзасини $\omega = \frac{\Omega}{M_{\Sigma}}$ (м²/кг) киритиб куйидагига эга бўламиз:

$$K = K \exp(k^B \omega \tau) \quad (1.49)$$

Туюлма масса узатиш коэффициенти унинг ҳақиқий константалари билан куйидаги муносабатлар ёрдамида боғланган:

$$k^B = \frac{e(C_0 - C_{\omega}) M_M}{K}$$

бу ерда M_M — компонент молининг массаси, кг/моль;

$$k^B = \frac{\alpha C M_M}{K}$$

Коэффициент k^B ёрдамида реал суюклантириш жараёнларининг мураккаб шароитлари учун масса узатишнинг математика моделини куриш мумкин.

Юкорида кўрсатиб ўтилганидек, ўзаро таъсирнинг кўп турлари электр кимёвий ҳисобланади. Бу ўзаро таъсирлар кинетикаси электр кимёвий характеристикалар ёрдамида тавсифланади.

Электр кимёвий кинетиканинг асосий ҳолатлари

Элементларнинг тошқол остида оксидланиш кинетикаси электр кимёвий кинетика тенгламасига бўйсунди

$$i = v F = i_0 \frac{C_{\text{Red}}^{\omega}}{C_{\text{Red}}} e^{\frac{\beta B n F}{RT} (\varphi - \varphi_p)} - i_0 \frac{C_{\text{Ox}}^{\alpha}}{C_{\text{Ox}}} e^{-\frac{\alpha n F}{RT} (\varphi - \varphi_p)} \quad (1.50)$$

бу ерда i — алмашинув токи;

n — стехиометрик коэффицент;

F — Фарадей сони;

i_0 — коэффицент α нинг аналог, яъни масса кўчириш коэффиценти, бўлган «нолинчи» алмашинув токи;

C_{Red} — ионлар тиклаш шаклининг концентрацияси;

C_{Ox} — ионлар оксидлаш шаклининг концентрацияси;

C^{ω} — сиртий концентрациялар;

α ва β — кўчириш сонлари;

φ ва φ_0 — потенциаллар.

Шундай қилиб, электрод реакциясининг тезлиги потенциалнинг ҳақиқий ва мувозанат қийматлари орасидаги айирмага боғлиқ. Кутбийлик r деб аталадиган бу айирма жараённинг қайтмовчанлик ўлчовидир. Кутбийлик қиймати кичик бўлганда система мувозанатга яқин бўлади ва разряд квазикайтар ўтади. Агарда кутбийлик қиймати катта бўлса, қайтарувчи реакция тезлигини ҳисобга олмасан бўлади ва тенглама (1.50) ўнг қисмидаги биринчи қўшилувчинигина ҳисобга олиш мумкин.

Реагент чегаравий концентрациясининг ҳажмий концентрациясига нисбати жараённинг диффузион қийинчиликларининг катталигини характерлайди. Диффузия коэффицентлари катта бўлганда ва ривожланган конвекцияда фазалардаги концентрация градиентлари нолга яқин бўлади. Бу ҳолда разряд актининг ўзи лимитловчи

босқич бўлади, катталик $\frac{C_{\text{Red}}^{\text{м}}}{C_{\text{Red}}}$ ва $\frac{C_{\text{ox}}^{\text{м}}}{C_{\text{ox}}}$ лар эса амалда бирга тенг.

2. СУЮҚЛАНТИРИШ ПЕЧЛАРИ

2.1. ПЕЧДА КЕЧАДИГАН ЖАРАЁНЛАРНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ

Саноат печларида иссиқлик манбаи сифатида қаттиқ, суюқ ва газсимон ёқилғидан, шунингдек электр энергиясидан фойдаланилади. Саноат печларида ёқилғи сифатида фойдаланиладиган моддаларга қуйидаги талаблар қўйилади:

табиатда қўп тарқалган бўлиши;
ёқканда қўп иссиқлик миқдори ажралиб чиқиши;
таркибида заҳарли ва зарарли қўшилмалар кам бўлиши;

портлаш жиҳатидан хавфли бўлмаслиги лозим.

Агрегат ҳолатига кўра ёқилғилар қаттиқ, суюқ ва газсимон ҳолатда бўлади. Ёқилғи табиий ва сунъий бўлиши мумкин (2-жадвал).

2-жадвал

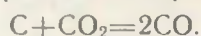
Ёқилғи турларининг классификацияси

Қаттиқ		Суюқ		Газсимон	
табиий	сунъий	табиий	сунъий	табиий	сунъий
Ўтин Торф Қўнгир кўмир Тошкўмир Смола Сланецлар Антрацит	Писта кўмир Торф кокси Фрезер торфи Кокс брикетлари Кукусимон кўмир Нефть кокси	Нефть	Мазут Бензин Легрион Керосин Газойль Сланец смоласи	Табиий Йўлдош ва шах- та газ- лари	Суюқ- тирил- ган ёритич, генера- тор, домна, сланец ва нефть газлари

Ёқилғининг таркибини аниқлаш учун ёқилғи элементар ва техник жиҳатдан анализ қилинади. Элементар анализда С, Н, О ва S моддалари ёқилғи таркибига қандай кўринишда бўлишини аниқламасдан, уларнинг миқдорини аниқланади. Техник анализда намлик $N^{\text{в}}$, қул $A^{\text{в}}$ ва учувчи моддалар M миқдори аниқланади. Ёқилғи таркиби

даги намни аниклаш учун ёқилғи қуритиш шкафида 105°C ҳароратда ўзгармас массагача қуритилади. Массадаги фарқ $W^p\%$ ҳисобидаги намлик ҳисобланади. Қулнинг миқдорини аниклаш учун тортилган миқдор ўзгармас массагача очик тигелда қиздирилади. Ёнмайдиган қолдиқ қул миқдори деб A^p қабул қилинади, у фоизларда (%) ифодаланади.

Каттик ёқилғи ҳаво киритмасдан қиздирилганда унинг органик қисми термик парчаланишидан ҳосил бўладиган газсимон моддалар учувчан моддалар деб аталади. Ёқилғининг иссиқлик чиқариш хусусияти ёки бошқача айтганда унинг иссиқлик чиқарувчанлиги деб, ёқилғининг бирлик массаси ёки бирлик ҳажми тўла ёнганда ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдорига айтилади. У кЖ/кг ёки кЖ/м³ ўлчанади. Ёқилғининг иссиқлик чиқариш хусусияти эксперимент ўтказиш йўли билан аниқланади. Изоляцияланган системада калориферда ёқилғининг тортилган миқдори ёндирилади ва ҳароратнинг ортиши бўйича ажралиб чиққан иссиқлик миқдори аниқланади. Ёқилғининг ҳар хил турлари учун ҳароратлар масштабини тасаввур этиш учун уларнинг баъзи бир қийматларини келтирамиз: калориметрик табиий газ ёнганда ҳарорат 2030°C гача, тошқўмир ёнганда 2080°C гача, қурук ўтин ёнганда 1825°C гача кўтарилади; қуймакорлик печларидаги реал ҳарорат — стерженларни қуритишда 200—300°C, қолинларни қуритишда 300—450°C, қум ва лойни қуритишда 500°C гача, термик ишлаш учун қиздиришда 600—1000°C, енгил қотишмаларни суюқлантиришда 700—800°C, чўяни суюқлантиришда 1450—1550°C бўлади. Каттик ёқилғининг олов таъсирида қислород билан реакцияга киришиш хусусияти ёниш деб аталади. Ёнувчанлик катталиги ёқилғи орқали 800°C ҳароратда қислородни 10 мин. давомида ўтказилганда унинг массасининг йўқотилиши қаби аниқланади. Реакцияга кириш хусусияти деб, каттик ёқилғининг газсимон оксидларнинг масалан, CO_2 билан қуйидаги реакцияга киришишига айтилади:



Айни ҳолда реакцияга киришиш хусусиятини техник жиҳатдан тоза CO_2 ни майдалаб тортилган ёқилғи орқали 900°C ҳароратда ўтказиб аниқланади

$$R = \frac{CO \text{ (айланган)}}{CO_2 \text{ (қўлланилган)}} \cdot 100 = \frac{CO}{CO + 2CO} \cdot 100.$$

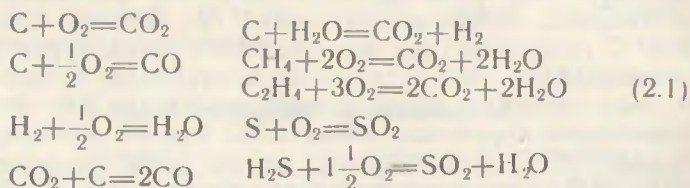
Реакцияга киришиш хусусиятини билиш ёқилғини қалин қатлам ҳолида ёқишда катта аҳамиятга эга.

Вагранкаларда КЛ-1, КЛ-2 ва КЛ-3 маркали кокс ишлатилади. Ушбу маркали коксларнинг барчасида $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=6500-7000$ ккал/кг, ҳажмий массаси $450-500$ кг/м³, $W_{\text{P}} 4\%$, $L 1,2\%$ га тенг. Кокслар маркалари таркибидаги олтингургурт ва кул миқдори (фоизда) билан бир-биридан фарқ қилади: КЛ-1 да $S^{\text{c}}=0,6$ ва $A^{\text{c}}=12,5$; КЛ-2 да $1,0$ ва $11,0$; КЛ-3 да $1,4$ ва $12,0$.

Нефть ва мазут. Мазут таркибида: $C-87,2-87,6\%$, $H-10,5-11,7\%$, $O^{\text{N}}=0,6-1,1\%$ бўлади.
 $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=96,40-98,70$ ккал/кг.

Табий газ асосан метан ($CH_4=77-98\%$) дан иборат бўлиб, таркибида бир оз этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) ва огир углеводородлар бўлади. Чикаради-ган иссиқлик миқдори $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=8000-8500$ ккал/м³.

Енаётганда ёқилғининг ташкил этувчилари ҳаво кислороди билан бирикади. Уларнинг бирикишини куйида-ги реакциялар билан ифодалаш мумкин:



2.2. ИССИҚЛИКНИ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИДАН ФОЙДАЛАНИБ ГЕНЕРАЦИЯЛАШ

Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантириш куйидаги принципларга асосланган: электр қаршилик принципи, индукцион принцип, электр ёй, плазма ва электрон нур принципларидаги қаршилик. Бу принцип шунга асосланганки, ўтказгич орқали электр токи ўтганда унинг қаршилиги натижасида иссиқлик ажралади. Қарши-лик ҳосил қилиб электр билан қиздириш принципи. Қаршилик ҳосил қилиб электр билан қиздиришнинг куйидаги усуллари мавжуд: бевосита, билвосита, коксиал, тузли ваннанинг қаршилиги ҳисобига қиздириш ва электр тошқол усули. Бевосита қиздириш усулида қиздирилади-ган ўтказгичнинг қаршилиги куйидаги формуладан топи-лади:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (2.2)$$

бу ерда ρ — солиштирма электр қаршилик; L — ўтказгич узунлиги, м; S — ўтказгич юзаси, мм². Билвосита қиздиришда қаршилик элементи сифатида катта солиштирма электр қаршиликка эга бўлган материалдан тайёрланган махсус элементдан фойдаланилади. Бундай қиздириш усулида иктисодий жиҳатдан фойдали бўлган кучланишдан фойдаланилади:

$$dq = I^2 R \cdot d = \frac{m_M \cdot C_M \cdot \Delta t_M}{\eta_p}, \quad (2.3)$$

бу ерда η_p — иссиқлик эффекти, C_M — қиздириладиган металлнинг массаси ва иссиқлик сифими; Δt_M — қиздириладиган металл ҳароратининг ўзгариши.

Қиздиришнинг коксил усули шундан иборатки, унда электр токи бир-бирига яқин ва ўқдош жойлашган ҳамда кетма-кет уланган иккита ўтказгичдан ўтказилади. Ўтказгичлар шундай жойлашган ва уланганда магнит майдони тарқалмай, балки концентрацияланади, яъни тўпланади. Эффектлар натижасида ўтказгичларнинг актив қаршилиги 10—20 марта ортади, бу иситгич материал сифатида оддий материаллардан фойдаланиш имконини беради (масалан, Ст3 пўлати). Тузли ваннанинг қаршилиги ҳисобига қиздиришда фақат каттик жисмлар эмас, балки суюқликлар ҳам (ион ўтказувчанлик) қаршилик элементи бўлиши мумкин. Бундай суюқликлар жумласига суюлтирилган тузлар ва суюқ шлаклар киради. Электр шлак усулидан электр ўтказувчи шлак ёрдамида қайта суюқлантиришда ва пўлат ҳамда бошқа қотишмаларни қуйишда кенг қўлланилади.

Қиздириш каналли ва тигель типдаги индукцион электр печларда ҳам амалга оширилади. Каналли печь ўзининг ишлаш принципи жиҳатидан электр трансформаторни эслатади, унинг иккиламчи чулғами сифатида каналдаги суюқ металл хизмат қилади. Бирламчи чулғамдан ўтадиган бирламчи ток ўзгарувчининг магнит майдонини ҳосил қилади, бу майдон асосан алоҳида пўлат листлардан йиғилган асосда концентрацияланади. Бунда магнит юритувчи куч ҳосил бўлади, унинг катталигини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$\Theta = 0,4\pi \cdot I_1 \cdot \omega_1, \quad (2.4)$$

бу ерда ω_1 — бирламчи чулғам ўрамларининг сони.

Ўтказгичдаги электр магнит индукцияси конунига

мувофик магнит майдонида жойлашган ўтказгичда ЭЮК (электр юритувчи куч) вужудга келади:

$$E = \frac{d\Phi}{dr} \quad (2.5)$$

Трансформаторнинг ҳар бир ўрамидаги ЭЮК қуйидаги формуладан аниқланади:

$$e = 4,44\Phi \cdot f \cdot \omega_2, \quad (2.6)$$

бу ерда f — вақт ичида магнит оқимининг ўзгариши частотаси. Умумий ЭЮК иккиламчи занжирда индукцияланади:

$$E_2 = 4,44\Phi f \cdot \omega_2 \quad (2.7)$$

Трансформаторнинг умумий назариясига мувофик

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (2.8)$$

Бинобарин, иккиламчи занжирдаги электр токи $I_2 = I_1 \frac{\omega_1}{\omega_2}$

ташқил қилади, яъни, бирламчи занжирдаги токдан анча катта.

Иккиламчи ток каналдаги металл орқали ўтганда бевосита иссиқлик ажралиб чиқади.

$$dQ = I_2^2 \cdot R \cdot dr \quad (2.10)$$

Индукцион тигель печь ҳам электр энергиясини дастлаб магнит энергияга, сўнгра эса қайтадан электр энергиясига айлантириб беради. Юқори частотали ток печь индуктори орқали ўтиб ўрамлар текислигига параллел текисликда уярма тоқлар ҳосил қилади.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича катта печларда ток частотасини пасайтириш мумкин:

$$f_{\min} \geq \frac{25 \cdot 10^8 \cdot \rho_2}{d^2} \quad (2.11)$$

бу ерда f — токнинг минимал частотаси, Гц; ρ_2 — суюқлантирилган металлнинг солиштирма электр қаршилиги, Ом. см; d — қуйим (қуйилган металл) диаметри, см. Ёй разряди токи (ўзгармас) қуйидаги формуладан аниқланади:

$$I_{\text{ср}} = \rho \cdot v \cdot S, \quad (2.12)$$

бу ерда ρ — разрядларнинг ҳажмий зичлиги; v — уларнинг силжиш тезлиги; S — кўндаланг ёй кесимининг юзаси.

Ёй бевосита ва билвосита ҳосил бўлади. Бевосита ёй электрод билан металл орасида ҳосил бўлади, билвосита ёй эса иккита электрод орасида ҳосил қилинади.

Ёй ажратадиган қувват қуйидагига тенг: $W_{\text{ер}} = E \cdot I_{\text{ер}}$ бу ерда E — ЭЮК. Ёй ёнаётганида бу қувват иссиқликка айланади:

$$Q = W_{\text{ер}} \cdot \eta \quad (2.13)$$

Электрон-нур ёрдамида киздириш. Суюклантириш печлари учун киздиришнинг бу усули нисбатан янги (15—20 йил). Электрон-нур жараённинг юкори даражада тоза бўлишини таъминлайди, чунки суюқланган ёйи ишлов бериладиган материални бомбардимон қиладиган тезлатилган электронлар ҳисобига вакуумда киздириш таъминланади.

2.3. ПЕЧЛАРДА ГАЗЛАР ҲАРАКАТИ ВА ИССИҚЛИКНИНГ УЗАТИЛИШИ

Босимнинг геометрик, пьезометрик ва динамик турлари фарқ қилинади. Газлар ҳаракатининг характери унинг тезлигига, газ ҳаракатланадиган каналнинг ўлчамига, газнинг хоссасига, асосан унинг ковушқоқлигига боғлиқ.

Ҳаракат ламинар ёки турбулент бўлиши мумкин. Ламинар ҳаракатда газ оқими параллел ва тўғри чизикли бўлади. Оқим тезлиги девор яқинида энг кичик (нолга тенг) ва ўртасида жуда катта бўлади. Печларда газлар, одатда, турбулент ҳаракатланади. Ҳаракатланиш режими Рейнольдс критерийиси катталиги билан аниқланади:

$$Re = \frac{\omega \cdot d_r}{\nu}, \quad (2.14)$$

бу ерда ω — тезлик, м/с; d_r — гидравлик диаметр, м; ν — кинематик ковушқоқлик, м²/с. $Re > 3320$ да ҳаракатланиш режими турбулент бўлиши аниқланган, яъни

$$\omega_{\text{кр}} = \frac{2320}{d_r}. \quad (2.15)$$

Газнинг табиий ҳаракатланиши газнинг ва атрофдаги ҳавонинг солиштирма оғирлиги орасидаги тафовут натижасида вужудга келадиган босим ҳисобига содир бўлади. Ёйилгани ёндириш ёки электр энергиясидан фойдаланиб

печда генерацияланадиган иссиқлик энергияси иситиладиган жисмга узатилади. Иситилаётган материалда бевосита иссиқлик энергиясининг ажралиб чиқиши, масалан, индукцион электр печларда, бундан мустаснодир. Ҳароратлар фарқи юзага келгандагина иссиқлик энергиясининг узатилиши амалга оширилади. Бу термодинамика иккинчи қонунининг хусусий таърифидир. Печларда иссиқлик узатилиши муҳим аҳамиятга эга, чунки жараёнининг ўзи иссиқлик узатилиши ҳисобига содир бўлади ва бу узатилиш қанчалик катта бўлса, бутун жараён шунчалик самарали кечади.

Иссиқлик узатиш ёки иссиқлик алмашиши. Фазода иссиқликнинг тарқалиши қайтмас жараёндир, яъни ички энергиянинг муҳитнинг алоҳида элементлари, жисмлари ёки участкалари орақсида алмашиши. Иссиқликнинг кўчиши иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва иссиқлик нурланиши ёрдамида амалга оширилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик жисмларда ёки улар орасида иссиқликнинг молекуляр кўчишидир, унга кўриб чиқиладиган фазода ҳароратларнинг турлича бўлиши сабаб бўлади.

Конвекция фазода суюқлик ёки газ ҳажмларининг бир хил ҳароратли зонадан бошқа хил ҳароратли зонага силжишида иссиқликни кўчириш жараёнидир.

Иссиқлик нурланиш бу иссиқликни нурланиш энергиясига айлантириш ҳисобига уни узатиш, шунингдек электромагнит тўлқинлари ёрдамида тарқатиш ва уларни бошқа жисмлар билан ютиб, кейинчалик бу тўлқинларнинг энергиясини иссиқликка айлантиришдир. Иссиқлик кўчинининг кўпчилик жараёнлари моддаларни кўчириш билан биргаликда содир бўлади. Масалан, металлургик жараёнларда — компонентларнинг суюқ фазадан газсимон фазога ва аксинча газсимон фазадан суюқ фазога ўтиши ва ҳоказо. Бунда металл куйиндиси 0,15—0,025 (1,5—2,5 %) қисми ташкил этади.

2.4. ПЕЧНИНГ УМУМИЙ ИССИҚЛИК БАЛАНСИ

Энергиянинг сақланиш қонуни асосида иссиқликни турли манбалардан келиши ва унинг технологик жараёнларга (масалан, киздириш ҳамда турли йўқолишларга) сарфланиш тенгламаси тузилади:

$$Q_{\text{кпр}} = \sum Q_{\text{сарф}} \quad (2.16)$$

Балансинг кирим қисми қуйидаги қисмлардан ташкил топган:

$$Q_{\text{кирим}} = Q_{\text{н.э}} + Q_{\text{х.ф}} + Q_{\text{е.ф}} + Q_{\text{экз}} \quad (2.17)$$

бу ерда $Q_{\text{н.э}}$ — ёкилғи ёкиш ёки электр энергиясини иссиқликка айлантириш натижасида олинадиган иссиқлик (сарфланган технологик энергиядан келадиган иссиқлик); $Q_{\text{х.ф}}$ — ҳавонинг физикавий иссиқлиги; $Q_{\text{е.ф}}$ — ёкилғининг физикавий иссиқлиги; $Q_{\text{экз}}$ — ёкилғининг ёнишига боғлиқ бўлмаган экзотермик реакциялар иссиқлиги. Балансинг чиким қисми қуйидагича бўлади:

$$Q_{\text{чик}} = Q_{\text{ф}} + Q_{\text{кр}} + Q_{\text{х.ч.е}} + Q_{\text{м.ч.е}} + Q_{\text{а.м}} + Q_{\text{киз}} \quad (2.18)$$

бу ерда $Q_{\text{ф}}$ — фойдаланиладиган фойдали иссиқлик (металлни қиздириш, суюклантириш ва шунга ўхшашларга); $Q_{\text{кр}}$, $Q_{\text{х.ч.е}}$, $Q_{\text{м.ч.е}}$, $Q_{\text{а.м}}$, $Q_{\text{киз}}$ — чиқиб кетаётган газлар билан кимёвий чала ёнишга; механик чала ёнишга; атрофдаги муҳитга; печларни қиздиришга; эндотермик реакцияларга йўқотиладиган иссиқлик. Шундай қилиб, тенглама ёйилган ҳолда қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н.э}} + Q_{\text{х.ф}} + Q_{\text{е.ф}} + Q_{\text{экз}} = \\ = Q_{\text{ф}} + Q_{\text{кр}} + Q_{\text{х.ч.е}} + Q_{\text{м.ч.е}} + Q_{\text{а.м}} + Q_{\text{киз}} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Суюклантириш печи учун $Q_{\text{экз}}$ барча экзотермик реакциялар иссиқлик эффектининг йиғиндиси каби аниқланади:

$$Q_{\text{экз}} = \sum_{i=1}^n q_{\text{э}i} \cdot Y_{\text{э}i} \quad (2.20)$$

бу ерда $q_{\text{э}i}$ — i -нчи элементнинг оксидланиш иссиқлик эффекти;

$Y_{\text{э}i}$ — i -нчи элемент қуйиндиси. (Масалан, суюклантиришда кремний, марганец ва темир қуйди).

Печда самарали фойдаланилган иссиқлик: материални қиздиришда:

$$\begin{aligned} Q_n &= G(i'' - i') \\ Q_n &= G(c''t'' - c't'), \end{aligned} \quad (2.21)$$

бу ерда i'' ва i' — қиздирилгунга қадар ва ундан кейинги иссиқлик миқдори; c'' ва c' — қиздирилгунга қадар ва ундан кейинги иссиқлик сифими, кЖ/кг. °С; t'' ва t' — қиздирилгунга қадар ва ундан кейинги ҳарорат, °С;

Суюклантиришди

$$Q_n = G(c^{icy} \cdot t_M^{cy} - C_0 t_0) + G \cdot Z + G(C^{icy} \cdot t_n^{пер} - C^{та} \cdot t_M^{cy}). \quad (2.22)$$

Чикиб кетаётган газлар билан йўқоладиган иссиқлик

$$Q_{yг} = B \cdot V_{пг} \cdot c_{yг} \cdot t_{yг} \quad (2.23)$$

масса алмашинув деб аталади, бунда $V_{пг}$ — 1 кг ёқилги ёнишидан чиқадиган чиқиндилар, $\text{Нм}^3/\text{кг}$, B — ёқилги сарфи, кг/с , $C_{yг}$ ва $t_{yг}$ — иссиқлик сифими ва чикиб кетадиган газларнинг ҳарорати, кЖ/Нм^3 .

Масса алмашинувда иссиқлик алмашиниш жараёни мураккаблашади, чунки массани кўчириш билан биргалликда иссиқликнинг қандайдир миқдори ҳам кўчирилади. Агар иссиқлик ҳарорати тафовутсиз узатилса, бундай ходисага диффузион термоэффект ходисаси деб аталади.

3. ҚУЙИШ ЦЕХЛАРИНИНГ СУЮҚЛАНТИРИШ ПЕЧЛАРИ

3.1. ЧҲЯН СУЮҚЛАНТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИ КЛАССИФИКАЦИЯСИ ВА ПЕЧЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИК СХЕМАСИ

Қуймакорликда чўянни суюклантириш ёки чўянни иккиламчи суюклантириш деб аталадиган жараён вагранкаларда (3- расм, а), индукцион электр печлар (3- расм, б) ва электр ёй печларида (3- расм, в) амалга оширилади. Чўянни вагранкаларда, индукцион ва ёй печларида суюклантириш методлари бир-биридан фарқланади.

Алангали печлар (ПлС, ААП) саноатда кенг тарқалмаган. Монопроцессда улар факат йирик темир-терсақлар, масалан, валикларни чўян прокатга қайта суюклантиришда ёки бир йўла катта металл массаларини олишда ишлатилади. Аввал улардан кулранг чўян олишда дуплекс-процессларда кенг фойдаланилар эди. Бу агрегатлар ҳозир баъзи бир қуйиш цехларида сақланиб қолган, лекин асосан электр печлар ишлатилади.

Қуймаларни йирик сериялаб ва кўплаб ишлаб чиқаришда чўян суюклантиришнинг дуплекс-процесс ва триплекс-процесслари кенг тарқалган. 3- расмда икки типдаги печнинг ўн битта дуплекс-процесси кўрсатилган. Суюклантириш печларидан бирини АРУ — АКҚ (автома-

тик куйиш курилмаси)га (3-расм, ж), шунингдек триплекс-процессларга кўшиш мумкин. Триплекс процессда чўян печларнинг бирида суюклантирилади, узил-кесил суюклантириш бошқа печда амалга оширилади ва қолипга АҚҚ ёрдамида кўйилади. Бу ҳолда III XI дуплексларни АҚҚга кўшиш мумкин, яъни бу триплекс-процессларнинг тўққизта туридир.

Бундан ташқари дуплекс-процессни домна печи — электр печида фойдаланиш энергетик жиҳатдан тежамлидир. Бунда суюк чўян уни маъроиғи етказиш учун домна печдан индукцион ёки ёй печига кўйилади. Полипроцесслардан фойдаланиб суюклантириш методлари кўп бўлишига қарамай суюклантириш технологияси суюклантириш печлари етти та турининг (В, ПлС, ААП, ИТП, ЕП, ИКП ва АРУ) ишига боғлиқ. Чўян суюклантириладиган печлардан энг кўп тарқалгани вагранкадир. У шахта I дан (3-расм, в га қаранг) иборат бўлиб, шахтанинг пастки қисмида ҳаво бериладиган фурмалар 2, тошқолдан ажратувчи қурилма 3, йиғич 4 жойлашган. Шахтага фурмалар сатҳидан шахта диаметрига тенг баландликкача кокснинг салт колошаси, шунингдек металл шихта, кокс ва флюснинг иш колошалари юкланади. Чўян кокс ёниши натижасида ажраладиган иссиқлик ҳисобиға суюкланади, суюкланган чўян шахтанинг горн деб аталадиган пастки қисмиға оқиб тушади ва шу ерда тўпланади ёки узлуксиз тўплагичға кетади, бу ерда куйишға чиқариш учун маълум порция чўян йиғилади.

Алангали печлар (ПлС ва ПлВ; 3-расм, а ва б) даврий равишда ишлайди. Иш бўшлиғи I га қаттиқ шихта юкланади ёки вагранкадан суюк металл кўйилади, горелкалар ёки форсункалар 2 ишға туширилади ва суюклантириш ишлари олиб борилади. Тобора кенг кўламда тарқалаётган индукцион печлар (ИТП) конструкцияси жиҳатидан жуда оддий (3-расм, г га қаранг). Металл тигл I да жойлаштирилади. Шихта «баткок» деб аталадиган, яъни олдинги суюклантириб олиш жараёнидан қолган металл (суюклантирилган чўян массасининг $1/3$ қисмиға яқини) устиға юкланади. Металлда тигелни ўрам кўринишида қамраб олган индуктор 2 воситасида индукцион ток ҳосил қилинади. Тайёр суюкланган чўян печни қиялатиб тарнов 3 орқали чиқариб юборилади.

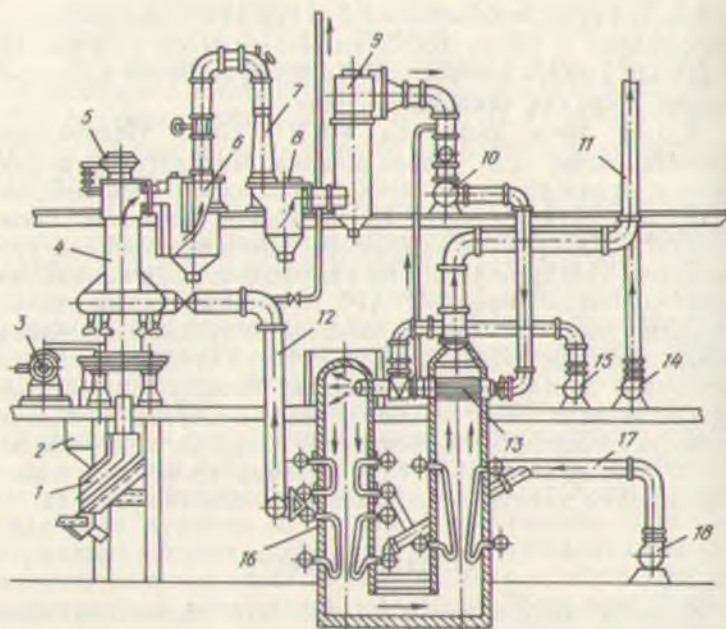
Ёй печларига (ЕП, 3-расм, е) шихта уст томондан юкланади, бунда гумбаз 4 чеккаға буриб кўйилади, шихта,

сўнгра эса суюк металл ванна 2 га тушади. Суюклантириш электродлар 3 билан ҳосил қилинадиган ёй разрядлари ортанида амалга оширилади. Тайёр чўян печни қиялатиб тарнов 2 орқали чиқариб олинади.

Қутиш печи сифатида ИКП — ИКП (Индукцион каналли печь) дан фойдаланилса мақсадга мувофиқ бўлади, чунки уларнинг ФИК бошқа электр печларининг ФИК дан анча юқорн. Бу печларда иссиқлик суюк металлга тўлдирилган ва трансформатор чулғами сингари пирамида чулғамли ўзак 1 ни камраб оладиган канал 2 да ҳосил қилинади (3-расм, д). АРУ (3-расм, ж) да ҳам одатда иссиқлик ҳосил қиладиган каналли индукцион манбадан фойдаланилади (ИКП дагидек). Металл 1 канал 2 да жойлашиб доимо иситиб турилади. Металлни автоматик тарзда қуйиш учун унинг устида гумбаздаги тўйнуқ 4 орқали сиқилган ҳаво воситасида босим ҳосил қилинади. Бунда асосий сизимдаги сатҳ пасаяди ва металл тешиқ 4 орқали АРУ дан сиқиб чиқарилади ва қолипга қуйилади.

3.2. ВАГРАНКАЛАР

Ҳозирги вақтда вагранка энг кўп тарқалган чўян суюклантириш агрегати бўлиб, цилиндрик шахта печидан иборат. Унинг конструкцияси жуда содда бўлганлиги учун бутун дунёда кенг кўламда тарқалган. Лекин содда, кокс билан ишлайдиган вагранкалар мураккаб қуймаларни ишлаб чиқаришда ҳарорат ва чўян сифатига нисбатан қўйиладиган замонвий талабларни қондиролмайди. Бундан ташқари улар атмосферага кўп миқдорда зарарли газлар ва чанг чиқариб юборади (амалдаги санитар нормаларига биноан атмосферага чиқариб юбориладиган 1 м^3 газда кўпи билан 100 мг чанг ва 0,1 % СО бўлишига йўл қўйилади). Шунинг учун вагранкалар пуфланадиган ҳавони иситиш, чиқиб кетаётган газлар ҳаласини ёкиш ва бу газларни тозалаш учун қурилмалар билан жиҳозланади. Вагранка газларини бундан тозалаш системали суюклантириш агрегатининг схемаси 4-расмда кўрсатилган. Қурилма вагранка 4, қумокланган шлак учун бак 2, буриладиган тўплагич 3, герметик юклаш қурилмаси 5, бункер-совутгич 6, вентури труба 7, шламажратгич 8, скруббер 9, тутун сўргич 10, совутилган ва тозаланган вагранка газларини иситиш учун конвектив рекуператор 13, бериладиган ҳавони иситиш учун урта секциядан иборат бўлган радиацион — конвектив рекуператор 16,



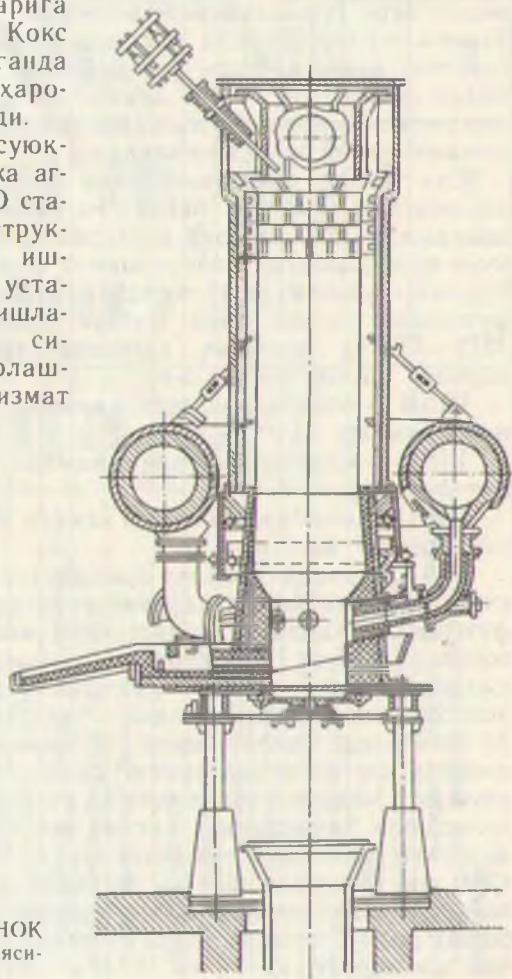
4-рasm. Замонавий вагранка комплексининг схемаси:

1 — бункер, 2 — бак, 3 — туплагич, 4 — вагранка, 5 — юклаш қурилмаси, 6 — бункер-чүктиргич, 7 — венури трубаси, 8 — шламажраткич, 9 — скруббер, 10 — тутунсўргич, 11 — тутун трубаси, 12 — ҳаво трубаси, 13 — рекуператор, 14—15 — вентиляторлар, 16 — рекуператор секциялари, 17 — трубопровод, 18 — ҳаво бериш машинаси.

электронли тутун трубаси 11 ва ҳаво ҳайдагич-дамлагич 18, шунингдек кизиган 12 ва совук 17 ҳаво трубопроводлари ҳамда ҳайдаш 14 ва эжекция 15 учун вентиляторлардан ташкил топган. Мазкур установкадан чикиб кетаётган вагранка газларини тозалаш учта босқичда амалга оширилади. Газ аввал вагранка 4 дан бункер-совутгич 6 га юборилади, бу ерда $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$ гача совутилади ва чангнинг йirik заррачаларидан тозаланади. Газ тозалашнинг иккинчи босқичи Венури трубаси 7 да бажарилади, бу ерда газ $100\text{--}140\text{ м/с}$ тезликда трубанинг сув пардали оғзидан ўтаётганида газларда қолган чанг ҳўлланиб ифлос томчилар ва қатраларга айланиб, кўп қисми шлам чиқариб юбориладиган системага оқиб тушади. Сўнгра чикиб кетаётган газлар газ тозалашнинг учинчи босқичидан ўтиш учун ҳўл скруббер 9 га келади, бу ерда томчилар ушлаб қолинади ва газлар тозалаб

куртилади. Сўнгра газни ёкиш осон бўлиши учун ютилиди ва махсус горелкада ҳаво билан аралаштириб рекуператор 16 нинг ўтхонасига узатилади. Ёниш жараёнини стабиллаш ва газни ёндириш учун ўтхонада табиий газ бериладиган горелкалар ўрнатилган. Бир нечта газ тозалаш курилмалари шундай схема бўйича курилган. Шундай курилмалар қуйиш заводларида ишлатилмоқда. Тажрибалир шуни кўрсатдики, атмосферага чиқариб юбориладиган газларнинг чангланганлиги санитария нормалари талабларига жавоб беради. Кокс сарфи 14% бўлганда гармондаги чўян ҳарорати 1535°C га етади.

Берк типдаги суюқ-антифриз вагранка агрегатлари (ГИПРО станок институти конструкциясига мувофиқ ишланган вагранка ўстаповкиси саноатда ишлатилади) заводда сифатли қилиб тайёрлашни ва малакали хизмат



5- расм. ГИПРОСТАНОК
институту конструкцияси-
даги вагранка

кўрсатишни талаб қиладиган автоматлаштирилган мураккаб системалардир. Шундай шароитларда чиқиб кетадиган газларнинг талаб этилган тозалиги ва ҳўяининг юкори температураси таъминланади. 4- расмдаги вагранка қурилмаси таркибига қирадиган бу типдаги вагранка конструкцияси 5- расмда анча батафсил кўрсатилган. Бу типдаги вагранка ишининг асосий техника-иктисодий кўрсаткичлари 3- жадвалда келтирилган.

Замонавий кокс вагранкасининг ўзига хос хусусиятларидан бири суюклантириш зонасининг домна профилига ўхшашлигидир. Бундай профиль ташқаридан сув сепиб совутиш домна печлари фўрмаларининг типи бўйича сув билан совутиладиган, тез алмаштириладиган минс фўрмалар учун анча қулай, у газодинамика ва вагранка пессиклик алмашинувини анча яхшилаиди.

Сув билан совутишни кенг қўламда қўлланишига қарамасдан амалда барча вагранкалар оловбардош копламага эга. Кўпчилик ҳолларда бу коплама вагаранка учун мўлжалланган махсус шамот гиштдан тайёрланади. Бу гишт шакли ва ўлчамлари бўйича вагранкаларни футеровка қилиш учун махсус мўлжалланган. ГОСТ 3272—71 га мувофик вагранка гиштарининг учта маркаси ишлаб чиқарилади:

ШАВ — оловбардошлилиги камида 1730°C бўлган шамот буюмлар;

ШБВ — оловбардошлилиги камида 1670°C бўлган шамот буюмлар;

ПБВ — оловбардошлилиги камида 1670°C бўлган ярим кислотали буюмлар.

ШАВ маркали буюмлар суюклантириш зонаси ва горн учун, яъни энг юкори харорат кузатиладиган зоналарни футеровка (коплаш) қилиш учун ишлатилади. Қолган зоналар ШБВ ва ПБВ маркали буюмлар билан футеровка қилинади. Вагранканинг узлуксиз ишлаш давомийлиги копламанинг хизмат қилиш муддатига боғлиқ, у эса ўз навбатида копламанинг бажарилиш сифатига ва оловбардош материалларнинг сифатига боғлиқ. Шунинг учун ўтга чидамли копламани ва вагранка суюклантириш зонасининг ўлчамларига катъий мос келадиган оловбардош материалларни ишлатиш зарур. Масалан, диаметри 1250 мм қийматда ШАВ-2 маркали буюмлар ишлатиш зарур, бундай буюмлар 633 мм терилиш радиусини беради; бошқа радиусларда тегишли буюмлар ишлатилади. Бунда чок қалинлиги 1—2 мм бўлиши керак. Кўрсатилган

ГИПРОстанок институти конструкциясига мувофиқ ишланган вагранкаларнинг техник таъриф

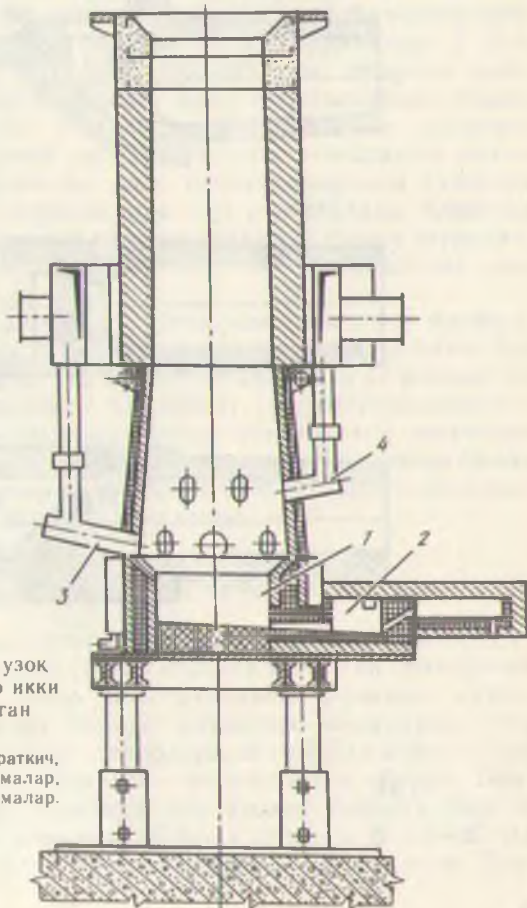
Кўрсаткичлар	Вагранкаларнинг ички диаметри, мм					
	850	1100	1350	1700	2100	2650
Вагранканинг геометрик ўлчамлари, мм:						
вагранка горнининг диаметри	850	900	1100	1450	1750	—
фурма қутисининг диаметри	3000	3224	3424	4000	46500	—
фурмаларнинг диаметри ва уларнинг сони	160×6	180×6	200×6	200×8	200×10	—
вагранканинг фойдалани балоқдлти	5000	5500	—	6000	6500	—
таъвич қисмининг балоқдлти	2000	2500	2500 3000	3000	3500	—
гори балоқдлти	600	700	750	800	—	—
шихта затворининг балоқдлти	—	1500		2500	—	—
шлюз камерасининг балоқдлти	2850	3150	—	3500	—	—
Номинал иш унуми, т/соат	5	8	12	20	30	45
Оптимал иш унуми диапозони, т/соат	4—6	6—9	10—15	15—22	25—32	40—50
Металлнинг тарноқдаги ҳарорати, °С			1520 гаца			
Ёқилги сарфи:						
иш калашисдаги солинадиган кокс, %			10—14			
вагранка газларини барқарор ёнишини таъминлаш учун рекуператордаги табиий газ, Нм ³ /соат	60	100	150	250	350	500

Кўрсаткичлар	Вагранкаларнинг ички диаметри, мм					
	850	1100	1350	1700	2100	2650
Пуфланадиган ҳафо сарфи (кўпи билан) $\text{Нм}^3/\text{соат}$	6000	7000	12000	17000	2500	40000
Пуфланадиган ҳаво ҳарорати, °C	450—550					
Сув сарфи, $\text{м}^3/\text{соат}$:						
юқори суюқлантириш қисми ва фурмаларни совутиш учун	85	105	130	155	170	220
вагранка газларини совутиш учун	25	30	40	55	70	105
Белгиланган қувват, кВт	400	400	500	1400	1400	—
Вагранканинг жорий таъмирлашсиз ишлаш давомийлиги, сутка			6 гача			

Эслатма: монопроцесс учун кокс ва газ сарфи ўрта ҳисобда қабул қилинган. Дуплекс-процесслар учун бу сарфлари 20% га камайтириш мумкин.

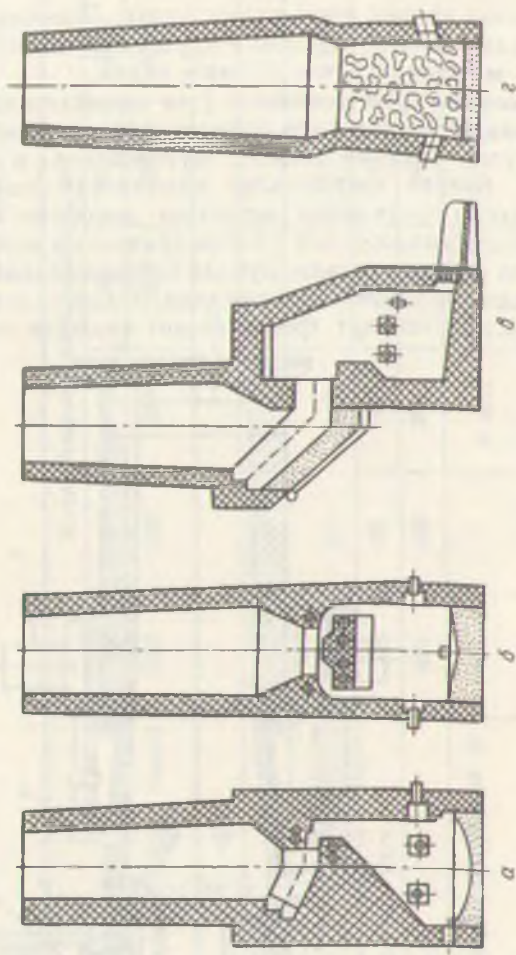
қилишликка катъий риоя қилиш зарур. Чокнинг боғловчи материали ўзининг таркибига кўра ишлатилаётган оловбардон материалига мос бўлиши керак.

Шамот ёки ярим кислотали ўтга чидамли материалдан бажариладиган кислотали футеровкадан ташқари вагранкалар ўтга чидамли асосли футеровкага эга бўлиши мумкин. Бундай вагранкалар камдан-кам ҳолларда ва улар асосли тошқоллар ишлатиш ҳисобига таркибида олтингурут микдори кам бўлган чўян олиш керак бўлган ҳолларда фойдаланилади. Бундай вагранкаларда узатиладиган ҳаво киздириб ишлатилади. Бу вагранкаларнинг футеровкаси стандарт хроммагnezит ғиштдан ёки асосли



6-расм. Иш цикли узок динном этадиган ҳаво икки жойдан бериладиган вагранка:

1 — горн, 2 — тошқолжраткич,
3 — биринчи катор фурмалар,
4 — иккинчи катор фурмалар.



7. расм. Газ вагранкалари:
 а — чаккилари бор, б — кўтармал, в — ўти кўзлариш чикари камрали, г — ўти чизмалн насаднали

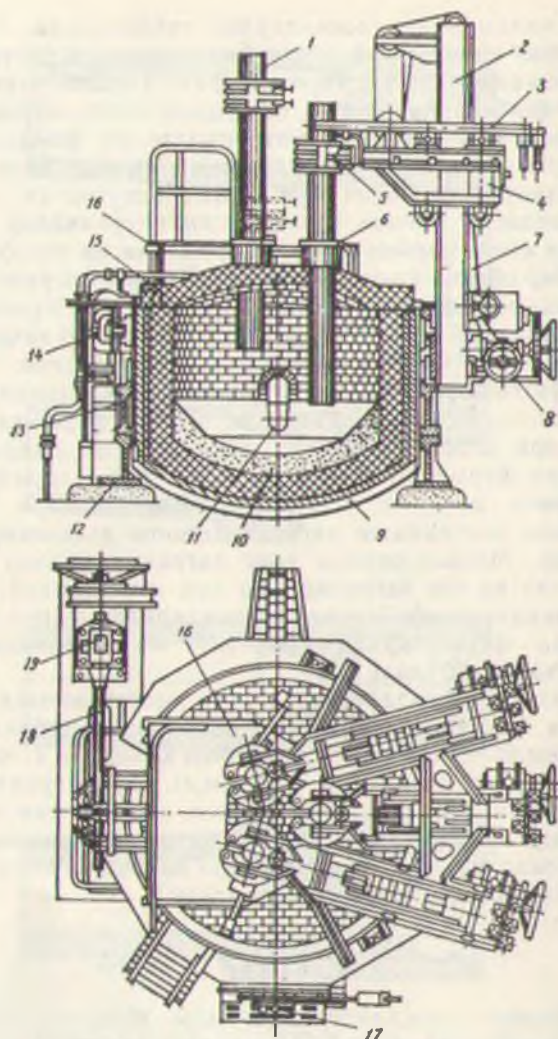
ўтга чидамли аралашмалардан тайёрланади. Ўзок вақт
ўзлуksиз ишлайдиган ва сув билан совутилган система-
си бор вагранкаларнинг айрим зоналарини коплаш учун блоклар
ёки тикиб зичланадиган углеродли масса кўринишидаги
углеродли оловбардош материаллардан фойдаланилади.
Хотириги вақтда горн углеродли материаллардан ясалган,
суюклантириш пояси сув билан совутилган, қиздириб
бериладиган хавода ишлайдиган вагранкалар ўтга чи-
дамли копламасини уриб чиқармасдан ва таъмирланмас-
дан бир ойгача ишлаши мумкин. Бундай вагранкаларнинг
техник-иқтисодий кўрсаткичлари юкори. 6-расмда горн
I ва шлакдан ажратгичи 2 углеродли тикиб зичланадиган
масса билан копланган вагранка кўрсатилган.

Сўнгги йилларда икки қатор фурмали вагранкалар кенг
тарқалган. Улардан биринчи қатор фурмалар I дан
тешкари асосий қатордан 700—900 мм юкорида жой-
ланган фурмалар 4 бўлади. Хаво фурмаларнинг юкори
қаторига алохида узатилади. Узатиладиган хавонинг
алохида ростланиши вагранка ишини яхшилашга имкон
беради. Металлургияда кокс вагранкаларидан ташқари
кокс-газ ва газ вагранкалари ҳам ишлатилади. Кокс-газ
вагранкаларининг кокс вагранкаларидан фарқи шундаки,
уларда фурмалардан 700—900 мм баландликда газ
горелкалари бўлади.

Газ вагранкаларининг тўртта конструкцияси мавжуд:
шахта чиқиқлари бор (7-расм, а), шахтада қақиқи бор
(7-расм, б), чиқарма ўта қиздириш камерали (7-расм, в) ва
оловбардош насадқали (7-расм, г). Бу вагранкаларнинг
барчасида ўта қиздириш зонаси конструктив жиҳатдан
алохида бўлади (чиқиқ, кашак ва шунга ўхшашлар билан
ажратилади). Чиқарма камерали ва оловбардош насадқа-
ли вагранкалар энг кўп тарқалган.

3.3. ЭЛЕКТР ЁЙ ПЕЧЛАРИ

Чўянни суюклантиришда ҳам пўлатни суюкланти-
ришга мўлжалланган ДСП типидagi электр ёй печларидан
фойдаланилади. Печь конструкцияси 8-расмда кўрса-
тилган. Печь пўлат каркас, қиялатиш механизми, ўтга
чидамли коплама (туб, деворлари ва гумбаз) электродлар
ва электродларни кўчирувчи механизмдан иборат. Печь
каркаси цилиндр шаклида ёки юкори томонга бир оз
кенгайган конус шаклида бўлиши мумкин. У 12—20 мм
калинликдаги пўлат листдан пайвандлаб ясалган. Кар-



8-расм. Қора металллар суюклантириладиган ёй электр печи:

1 — графит электродлар, 2 — йўналтирувчи колонналар, 3 — ток ўтказгичлар, 4 — кареткалар, 5 — электрод тутгичлар, 6 — электрод холодильниклари, 7 — трослар, 8 — кареткани силжитувчи механизм, 9 — пулат кожух, 10 — тикма туб, 11 — металл чиқариб олинadиган тешик, 12 — тишли таянч рейкалар, 13 — тишли секторлар, 14 — шарнирли гайка, 15 — олинadиган гумбаз, 16 — иш майдони, 17 — иш туйнугининг эшикчаси, 18 — шпиндель, 19 — қиялатувчи ён механизм двигатели.

ясинынг туби ясси, конуссимон ёки сфера шаклида бўлиши мумкин. Унда юклаш туйнуги ва металл лётка учун тешик қилинган. Печь ғилофи футеровка ва суюклантирилаётган металлнинг барча оғирлигини ўзига олади ҳамда термик кучланишни сезади, шу сабабли у алоҳида мустақилликка эга бўлиши керак.

Металлни печдан чиқариш учун печни тўкиш жолоби томон $40-45^\circ$ га, тошқолни чиқариб олиш учун иш туйнуги томон $10-15^\circ$ га қиялатиш зарур. Печь унинг ён томонида ёки остида жойлашган махсус механизм ёрдамида маълум тезликда оғдирилади. Қиялатиш механизми ён томонда жойлашган печь ғилофи билан бикр бирлаштирилган иккита қуйма сегмент воситасида пойдеворга ўрнатилган қуйма ўриндикка таянади. Сегментлар ва қуйма ўриндикка печни пухта қотириб турадиган тишлар бор. Печьнинг бураб оғдирилади. Винт сегментларининг бирида шарнир воситасида маҳкамланган гайка бор. Печь гидрожуритмадан фойдаланиб ҳам оғдирилади.

Печь қопламаси бир нечта суюқ металл ва тошқол тегиб турадиган биринчи — оловбардош қатлами кукуни тикиб зичланган. Кислотали жараёнда кварц кум тикиб, асосли жараёнда магнезит кукуни тикиб зичланади. Печь таг қисмининг иккинчи қатлами кислотали жараёнда динас ғишдан, асосли жараёнда эса магнезит ғишдан ишланади. Кейинги қатлам шамот, диатомит ва асбес ғишдан ишланади. Печларнинг деворлари қатлам-катлам қилиб терилган. Биринчи қатлам — динас ёки магнезит ғишдан, иккинчи қатлам — шамот ғишдан, учинчи қатлам — диатомит кукунидан ишланган. Диатомит кукуни иссиқликни изоляцияловчи материал бўлиб, печь қизиганида бир йўла оловбардош материалларнинг кенгайишини компенсациялайди ва шу билан унинг ғилофини бузилишдан сақлайди. Оловбардош ғишлар ўрнида баъзан кварц кумидан ёки магнезит кукунидан тайёрланган блоклар ишлатилади. Гумбаз махсус қолип ёрдамида нормал ва шаклдор электр-динас ғишдан терилади.

Электр токи печь иш бўшлиғининг ичига кўмир ёки графит қопланган электродлар орқали берилади. Кўмир электродлар антрацит ва коксдан, графит электрод эса сунъий графитдан тайёрланади. Кўмир электроднинг графит электродга нисбатан механик мустаҳкамлиги кичик, электр ўтказувчанлиги эса анча паст бўлади. Шу сабабли улар одатда сизими 3 т гача бўлган кичик

печлардагина фойдаланилади. Электродларнинг кесими юмалок, узунлиги 1000—1800 мм. Электродлар учиди резъбали тешиклар бор. Печда жойлашган электроднинг пастки қисми куйган сайин у узайтирилади. Бунинг учун ишлаб турган электроднинг юқориги қисмига улаш ниппели ёрдамида янги электрод бураб киритилади. Сигими 1,5 ва 3 т бўлган печлар қўлда юкланади. Катта сигимли печларни юклашда махсус механизмлардан фойдаланилади. Юқоридаги юклаш усули энг кенг тарқалган усул ҳисобланади. Шихтани юклашда печь гумбази электродлар билан биргаликда юқорига қўтарилади ва 80—100° га бурилади. Очик печь махсус юклаш саватлари ёрдамида юкланади. Печь юклаб бўлингандан сўнг гумбаз ўзининг дастлабки ҳолатига қайтарилади.

Ҳозирги вақтда турли мамлакатлар мутахассислари билан биргаликда электр ёй воситасида суюклантиришга боғлиқ бўлган жуда мураккаб техник муаммолар ҳал этилган, бу эса замонавий электр ёй печларида барча технологик операцияларни юқори даражада ишончли маневрчан бўлишига ва автоматлаштиришни таъминлашга имкон беради. Замонавий электр ёй печларида (ЭДП—ЭЕП) шихта юклашни тўла механизациялаш ва автоматлашга; автоматик режимда 12 та ташкил этувчини бир йўла дозалашга имкон берувчи махсус қурилмаларни (масалан, «РАМСЕЙ» типидagi дозатор) ва бир марта юклашни 60 т гача етказишга имкон берувчи грейфер ёки занжир типидagi қўп тавақали юклаш бадьяларини (Флет Рокдаги «ФОРД» заводи, «КаМАЗ» қуймакорлик корхонаси) қўллаб эритилади. Бунда бир йўла 50 тонна юк ортиладиган печни юклаш жараёнининг давомийлигини 5 минут камайитишга эришилди. Японияда ЭЕП га шихтани узлуксиз юклаш учун транспортёр ва шнекли қурилмалар жорий этиб бўлинган.

Замонавий электр ёй печлари 1 т металл шихтага сарфланадиган солиштира кувват бўйича қўп вариацияли катта кувватли печь трансформаторлари билан жиҳозланади (одатдаги кувватли печлар — 200 кВ·А/т гача, юқори кувватли — 250—500 кВ·А/т, ўта юқори кувватли — 700—1000 кВ·А/т. Электр печларининг техник тавсифи 4-жадвалда келтирилган.

70-йиллар бошида электр ёй печларида чўян суюклантириш ҳамма технологик цикли автоматлаштирилган тарзда бошқариладиган система жорий этилган эди. Электр ёй печларида ўтказгичлар сифатида тиристор ёки

Электр ёй печларининг техник тавсифи

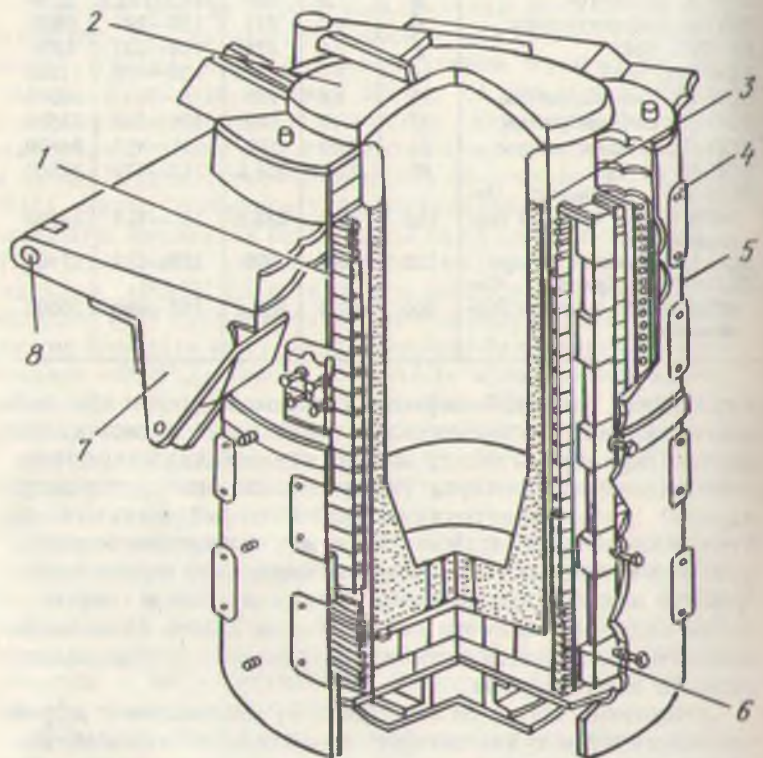
Печь типа Тайёрловчи завод	Сиги- ми, т	Транс- форма- тор- нинг номи- нал қував- ти, кВ·А	Транс- форма- тор- нинг солиш- тирма қував- ти, Кв· А/т	Паст то- мон кучла- ниш чегара- ла- ри, В	Номи- нал ток кучи, А
ДСП-0,5, ЮУЗЭТО	0,5	0,4	400	110—190	1200
ДСП-1,5, ЮУЗЭТО	1,5	1,0	600	118—225	2500
ДСП-3, ЮУЗЭТО	3	1,8	600	244,5/123,5	6270
ДСП-6, Сибэлектротерм	6	4,0	667	130—281	9850
ДС-5МТ, ЧМЗ	5	2,8	578	114—227	6300
ДСВ-10А, ЧМЗ	10	5,0	416,6	120—478	11560
ДСП-12, Сибэлектротерм	12	9,0	750	115—317,5	16370
ДСП-25, Сибэлектротерм	25	15,0	600	126—368	23500
ДСП-50, Сибэлектротерм	50	25,0	500	131—417	34600
ДСП-80 А, ЧМЗ	80	32,0	308,8	162—478	38800
ДСП-100, Красный Ок- тябрь ишлаб чиқариш бир- лашмаси	100	25,0	233,6	131—417	34600
ДСП-100, Сибэлектротерм	100	50,0	500	189—514	57400
ДСП-200, Красный Ок- тябрь ишлаб чиқариш бир- лашмаси	200	60,0	280,4	192—690	50000

параметрик ток манбаларидан таъминланадиган кремний пентилларидан фойдаланила бошланди, суюкланмани аралаштириш учун электр-магнит қўрилмалар ўзлаштирилди. Конус корпусларга ўтилиши коплама (футеровка) ларнинг илғор конструкцияларини жорий қилишга ва бунинг ҳисобига копламанинг хизмат муддатини бир неча минг марта суюклантириб олишга оширишга имкон берди. Ҳозирги вақтда қардош республикада сув билан совутилган қисмлари салмоғи катта бўлган электр ёй печлари ишлаб чиқарилмоқда (арқлар, устунчалар, гумбаз халқалари ва яхлит гумбаз.)

Замонавий электр ёй печларида бу ютуқларнинг жорий қилиниши чўян суюклантириб олишни тўла автоматлаштиришга, суюкланмани юқори ҳароратда ўта қиздиришга (1700°C дан юқори) ва иш унумининг 30 т/соат гача ва ундан ортиқ ошишига имкон берди.

3.4. ТИГЕЛЛИ ИНДУКЦИОН ПЕЧЛАР

Тигелли печь индукторли 1 ғалтак шаклига эга. Унинг конструкцияси 9-расмда кўрсатилган. Индуктор ичида оловбардош материалдан ясалган тигель жойлашган. Тигелнинг ички бўшлиги суюклантирилган металл билан тўлдирилади. Индукторни металл таъсиридан тигель химоялайди. Тигель деворининг калинлиги, яъни индуктор билан суюк металл орасидаги масофа печнинг электр параметрларига таъсир қилади: девор қанчалик калин бўлса, ғалтакни ёриб ўтувчи магнит куч чизикларининг кўп микдори металл кизишида катнашмайди ва печнинг $\cos\varphi$ си шунчалик кичик бўлади.



9- расм. Тигелли индукцион печь:

1 — индуктор, 2 — контрук, 3 — тигель, 4 — магнит ўтказгич, 5, 6, 7 — металл конструкциялар, 8 — печни бурниш ўқи.

Электр тармоғининг реактив қуввати катта бўлмаслиги учун индукторга параллел равишда конденсаторлар ўланади, уларнинг сони суюқлантириш жараёнида ўзгариб боради, чунки киздирилаётганда шихтанинг электр қаршилиги ўзгаради, айрим ҳолларда эса унинг магнит хоссаси ҳам ўзгаради.

Индуктор ва конденсатор батареясида иборат контур орқали катта қийматли ток ўтади. Шу сабабли уларни бириктириш учун катта кесимли шина ва кабелдан фойдаланилади. Индуктор ҳосил қиладиган магнит оқими берк чизиклар бўйича унинг ичидан ва ташқарисидан ўтади. Индукторнинг ташқи томонидан магнит оқимининг ўтказилишига қараб очик, экранланган ва берк конструкцияли печлар бўлади. Очик конструкцияли печларда магнит оқими индукторнинг ташқи томонидан ҳаводан ўтади. Магнит майдонининг куч чизиклари индукторни ўраб олган бўшлиқни ёриб ўтади. Шу сабабдан печнинг конструктив элементлари, масалан, унинг каркасининг деталлари, металлмас материалдан ишланиши ёки индуктордан шундай масофада жойлашиши керакки, магнит майдони уларга таъсир қилмасин. Индуктор яқинида ёғоч ёки асбоцементдан ясалган элементлар жойлаштирилади. Магнитмас металллар ва углеродли пўлатдан тайёрланган элементлар индуктордан етарли даражада узокрок жойлаштирилиши (камида унинг битта диаметрига тенг масофада) керак. Габарит ўлчамлари катта бўлмаган печларгина очик конструкцияли қилиб ишланиши мумкин.

Экранланган конструкцияли печларга магнит оқими индукторнинг ташқи томонидан пўлат конструкцияларидан мисдан ясалган экран билан ажратилади. Миснинг электр қаршилиги унча катта эмас ва электромагнит майдонда жойлаштирилган жисмда қувватнинг ажралиши унинг қаршилигига боғлиқ бўлгани учун мис экран майдон энергиясини кам ютади. Экран бўлганда пўлат конструкцияларни индукторга яқин жойлаштириш мумкин, бу эса печнинг габарит ўлчамларини кичрайтиради.

Берк конструкцияли печларда магнит оқими индукторнинг ташқи томонидан трансформатор пўлати радиал жойлашган пакетлари—магнит ўтказгичлари орқали ўтади. Трансформатор пўлатининг магнит сингдирувчанлиги ҳавоникига нисбатан бир неча марта ортиқ бўлади, шу сабабли амалда бутун магнит оқими магнит ўтказгичлардан ўтади. Улар индукторга мумкин қадар яқин жойлаштирилса мақсадга мувофиқ бўлади, чунки бунда унинг

бикрлиги ортади ва печь ўлчамлари кичраяди (9-расмги қаранг). Индуктор 1 ва қопқоқ 2 билан қамраб олинган печь тигели 3 металл конструкциялар 5 ва 7 ни қизитишдан сақлайдиган магнит ўтказгич 4 билан ўраб олинган. Индуктордан пастда ва юқорида тигелни қамраб олган сув билан совитувчи трубалар 6 жойлашган. Металлни чиқариб юбориш учун печь ўқ 8 атрофида бурилади. Индуктор тўғрибурчак кесимли ковак ўтказгич (мис най) дан тайёрланади, ўтказгични совутиш учун унинг ичидан сув ўтади.

Электротехника саноати ишлаб чиқарадиган тигелли индукцион печлар (ИЧТ — индукционная, чугуноплавильная, тигельная) тонналар ҳисобидаги номинал қуйимини белгилайдиган ракамлар билан маркаланади. Масалан, ИЧТ-1 (печь қуйими 1 т). Бундан ташқари унинг маркасида трансформаторининг қуввати ҳам кВ·А ларда кўрсатилади. Масалан, ИЧТ-10/2,5, қуйими 10 т бўлган, трансформаторининг қуввати 2,5 кВ·А бўлган печь. Қуймакорлик цехларида ИЧТ-1; ИЧТ-2,5; ИЧТ-6; ИЧТ-10 ва ИЧТ-31 маркали печлар кўп ишлатилади.

3.5. КАНАЛЛИ ИНДУКЦИОН ПЕЧЛАР

Каналли печлар иссиқ металлни сақлаш, уни ўта қиздириш ва зарур бўлганда қўшимчалар киритиш учун хизмат қилади. 5-жадвалда ИЧКМ типигаги каналли печларнинг номенклатураси келтирилган. Россияда ҳам катта сифимли каналли печлар ишлаб чиқариш мўлжалланмоқда (АҚШда сифими 120 ва 270 т гача бўлган печлар мавжуд).

Каналли печлар саноатда кенг қўлланилади, чунки улардан юқори сифатли чуян олинади ва кўп харажат

5- жадвал

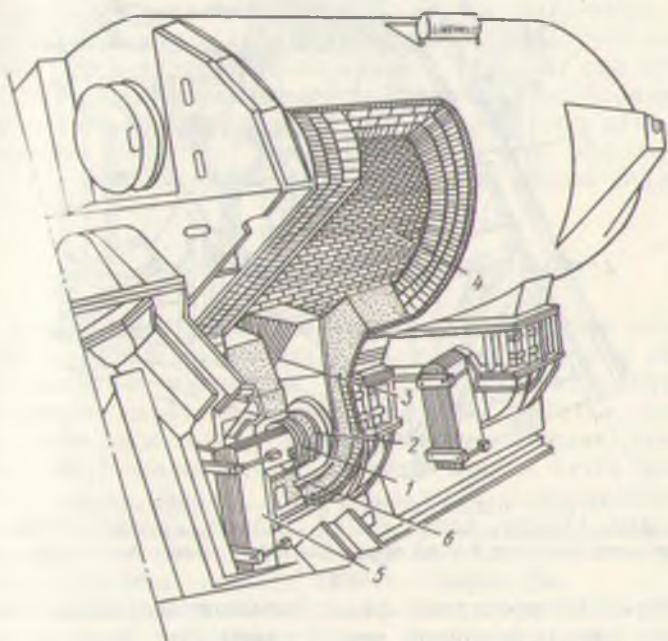
Каналли индукцион печларнинг техник кўрсаткичлари

Типи	Сифими, т	Қуввати, кВт	Иш унуми, т/соат
ИЧКМ-6	6	300	7,6
ИЧКМ-10	10	200	7,0
ИЧКМ-16	16	400	10,7
ИЧКМ-25	25	600	15,0
ИЧКМ-40	40	900	22,0
ИЧКМ-60	60	—	—

киламасдан чўяни 1300°C дан ортиқ ҳароратгача ўта киздиришни таъминлайди.

Печь конструкцияси 10-расмда кўрсатилган. Печь индуктори 1 трансформатор принципида ишлайди. Унда бирламчи чулғам вазифасини ўзак 5 даги индуктор гилтагининг чулғамлари, иккиламчи чулғамни эса канал 6 даги суюклантирилган металлнинг қисқа туташув чулғами ўтайди. Канал ванна 4 (печнинг иш ҳажми) га бўғиз 3 воситасида бирлаштирилган. Ўрамда индукцияланадиган тоқлар металлни киздиради ва суюклантирилган муҳитни берк контурда циркуляция қилиш учун шароит яратди. Циркуляцион оқимнинг вужудга келишига сабаб, каналда металл ҳароратининг ваннанинг иш ҳажмидаги ҳароратга нисбатан юқорилигидир. Шу сабабли канал футеровкасининг хизмат муддати ванна футеровкасига қараганда кам бўлади.

Каналларнинг жойлашиши ва канал иш бўшлигининг шаклига кўра горизонтал ва вертикал каналли печлар бўлади. Горизонтал печлар (10-расм) барабан типидagi,

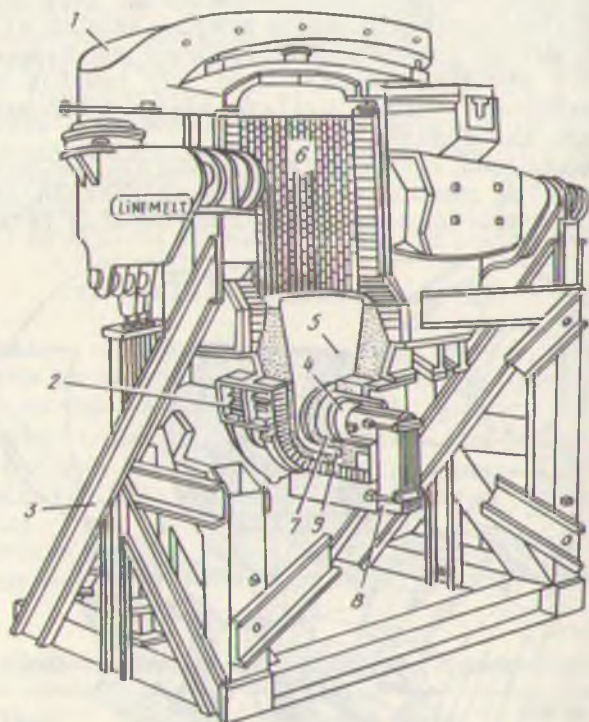


10- расм. Барабан типидagi каналли индукцион электр печь:

1, 2 — индуктор, 3 — оғиз, 4 — иш бўшлиғи, 5 — ўзак, 6 — канал.

вертикал печлар (11-расм) эса шихта типигади печлар деб аталади.

Шахта типигади печь бурилма курилма 1 даги копкок билан беркитилган, тигель кўринишида бўлган иш бўшлиғида эса курилманинг пастки қисмида каналли индукцион бирлик 2 жойлашган. Печь каркас 3 га монтаж қилинади. Каналли индукцион бирлик асосий иш бўшлиғи билан бўғиз 5 воситасида бирлаштирилган каналга эга. Узак 8 даги индукторлар 4 ва 7 канал 9 билан камраб олинган.



11-расм. Шахта типигади каналли индукцион печь:

1 — копкониң буриш курилмаси, 2 — каналли индукцион бирлик, 3 — каркас, 4, 7 — индуктор, 5 — оғиз, 6 — иш бўшлиғиниң утга чидамли коплами, 8 — узак, 9 — канал.

Каналли печлардан факат алмашиладиган қўшимча канал блоклари ишлаб чиқилгандан сўнг суюқ чўяни тўплаш мақсадида кенг қўламда фойдаланила бошланди. Узаро алмашинувчанлик канал блокининг печь ваниаси

билан туташидиган жойида чок мустаҳкамлиги муаммосини чокни совутиш, шунингдек махсус конструкциялар ва чокни унга металл сизиб киришидан саклайдиган яхлит оловбардош гиштни қўллаш воситасида ҳал этилганидан кейингига мумкин бўлди.

Ишлатиш даврида канал блоклари печни металлдан тула бўшатмасдан алмаштирилади. Бунда алмаштирилган блокнинг каналларигина металлдан бўшатилади, буни эса печни тегишлича буриб эришилади. Канал блоки конструкцияси шундай бажарилганки, кран ёки кран—балка мавжуд бўлса, уни бир неча соат ичида осонгина алмаштириш мумкин. Канал блокчини алмаштиришда уни панидан ажратиш осон бўлиши учун туташган жойларда лигилган тошқолни суюклантириш учун каналлардаги металл ҳарорати оширилади.

Барабаннинг пастки қисмида канал блокларининг пертикал ўққа нисбатан 45° бурчак остида ўрнатилиши блокларнинг алмаштирилишини осонлаштиради, канал деворига таъсир қиладиган ферростатик босимни камайтиради ва ўтга чидамли копланнинг мустаҳкамлигини оширади. Иссиқликдан тушадиган ўта нагрузкани ва копланнинг жадал ейилишининг олдини олиш учун битта канал блоки индукторининг қуввати 1100 кВт дан ортик бўлмаслиги керак. Умуман печь қуввати канал блокларининг сонини ошириш ҳисобига оширилади. Печни икки хил тезликда қиялатиш мумкин бўлсин учун қурилмада команда бериш қурилмаси ва иккита мой насоси назарда тутилган.

3.6. АВТОМАТИК ҚУЙИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Конвейерларда қолипларга металл қуйиш учун металл ҳароратини ўзгартирмасдан саклаш ва жараёни автоматлаштириш мақсадида бир йўла автоматик қуйиш қурилмаси ҳисобланган махсус печлар (одатда, канал типдаги) ишлатилади. AS EA фирмаси (Швеция) ишлаб чиқарган Presspooг типдаги печь бундай печга мисол бўла олади. Ванна канал ёрдамида киздириладиган герметик печдан иборат бўлиб, унда металл чиқариб берилиши металл юзасига юқори босимли сиқилган ҳаво таъсир эттириш ҳисобига амалга оширилади.

Машина қуйиш конвейери ёнидаги чуқурчага мустаҳкам монтаж қилинган. Қолип ҳовураки (ҳаво чикиб кетадиган тешик) устида алоҳида устунчада фоторелели

каллак ўрнатилган, у қолип тўлганда металл узатилишини автоматик тўхтатиш учун хизмат қилади. Машина оркасида бошқариш пулти бўлиб, пултда оператор-қуловчи ўтиради.

3.7. ПУЛАТ СУЮҚЛАНТИРИШ ПЕЧЛАРИ

Печлар классификацияси ва печларнинг технологик схемалари умумий классификацияга мувофиқ қуймакорликда пўлат суюқлантириш жараёнлари асосан ёкилги ва электр печларида амалга оширилаётган монопроцесслар жумласига киради (12-расм). Дуплекс-процесс (В — К) ва қайта суюқлантириш процесслари ҳам қўлланилади.

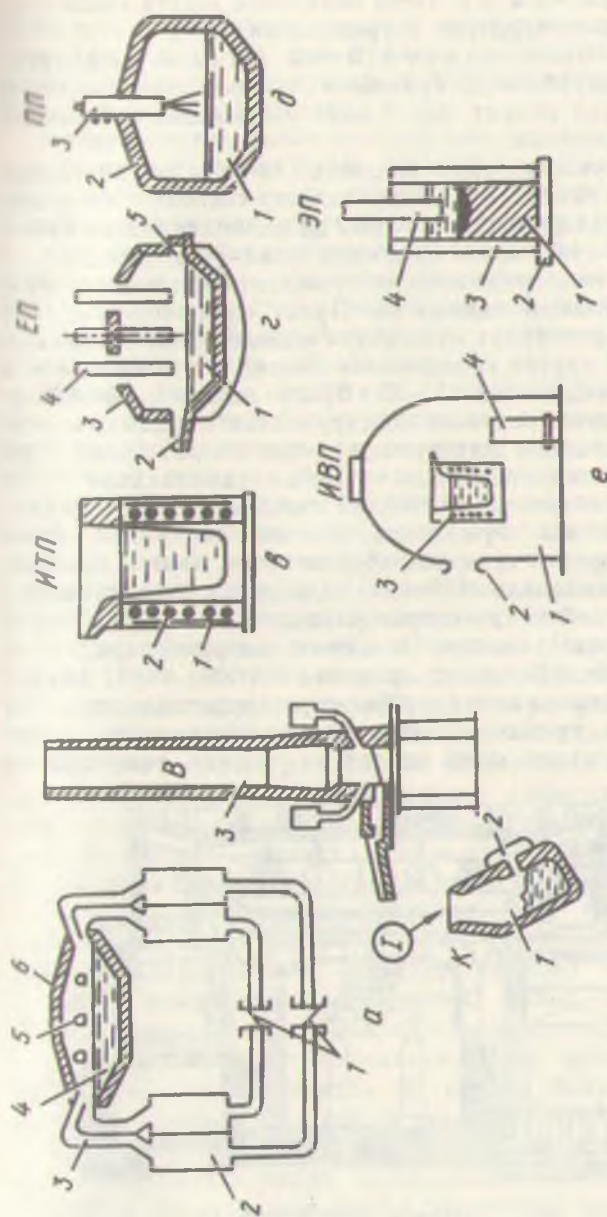
Даврий контакт монопресс мартен печида амалга оширилади. Даврий типдаги электр печларда монопроцесслар контактли (ДП, ПП) ва контактсиз (ИТП) бўлиши мумкин. Қуймакорликда металлларни электр ёй ёрдамида суюқлантириш энг кўп тарқалган методдир.

Пўлат қуймалар олиш учун ИВП да қайта суюқлантириш жараёнлари ва электр воситасида қиздириладиган тошқол остида қайта суюқлантириб қуйма олинадиган ва электр тошқол (шлак) (ЭШЛ) усулида қуйиш номини олган жараён ҳам қўлланилади.

Мартен печида (12-расм, а) гумбаз 6 билан ёпилган футеровкали ванна бор. Ваннага туйнук 5 орқали шихта юкланади. Печнинг ён томонида ёкилги ёкиш учун (газ ёки мазут) каллақлар 3 жойлашган. Газ ва ҳаво регенераторлар 2 да иситилади, уларга газ ва ҳаво регенераторларни навбатма-навбат ишлашини таъминлайдиган (ҳавони иситишда чап регенераторлар ишлаганда ўнг томондагилар чиқиб кетаётган газлар билан иситилади ва аксинча) ташлама клапанлари 1 бор каналлари системаси орқали берилади.

Дуплекс-процесс вагранка — конвертор (12-расм, б) вагранка 3 да пўлатни суюқлантириб олиш ва кейинчалик суюқ металлни конвертор 1 да фурма 2 орқали ҳаво ёрдамида тозалаш воситасида амалга оширилади.

Индукцион печларда (12-расм, в) шихта юкландиган ванна 1 бор, бунинг учун электрод 4 ли гумбаз четга буриб қўйилади. Иш туйнуги 5 дан қўшимча равишда керакли шлак ҳосил қилиш, қўшимчалар киритиш ва шунга ўхшашлар учун фойдаланилади, тарнов 2 дан тайёр пўлат оқиб чиқади. Плазма печлари ҳам (12-расм, д) шунга



12-расж. Пулат суклантриладиган печларнинг технологик схемалари:

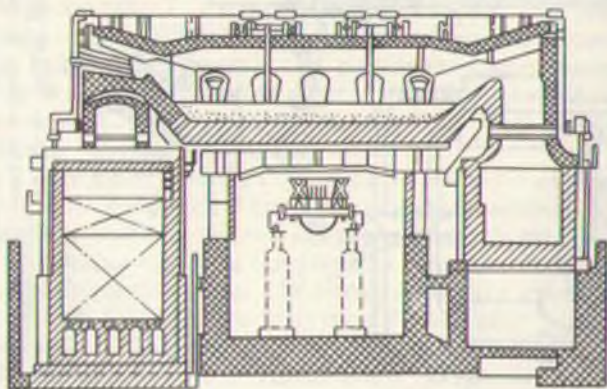
а — мартен печи; 1 — ташлама клапан, 2 — регенераторлар, 3 — каллаклар, 4 — ванна, 5 — туйунлар, 6 — гумбаз, 6 — дуплекс-процесс, вагранка конвертор; 1 — конвертор, 2 — фурма, 3 — вагранка, 4 — тигелди индукцион печи, 1 — тигелди, 2 — индуктор, 3 — вагранка, 4 — гумбаз, 5 — штепсель, 6 — вагранка; 1 — ванна, 2 — гумбаз, 3 — плазматрон; 4 — индукцион-вакуум печи, 1 — камера, 2 — вакуум-насос патрубogi, 3 — печь, 4 — козак, 5 — электрод, 6 — печь; 1 — куйма, 2 — таглик, 3 — кристаллизатор, 4 — электрод (бошлангич ёмбас).

ўхшаш қурилмага эга. Печь ваннасига шихта юкланади, гумбаз 2 га плазматрон 4 ўрнатилган.

Индукцион вакуум печь (12-расм, е) вакуум-насосга патрубogi 2 ёрдамида туташтирилган вакуум камера 1 дан иборат, печь 3 нинг ўзи ва қoлип 4 камера ичида жойлашган.

Қайта суюклантириш жараёни (12-расм, ж) дастлабки металл қуймаси 4 ни, электр-тошқол печининг кристаллизатори 3 даги таглик 2 да қoлипланадиган қуйма 1 га қайта суюлтириш ёрдамида амалга оширилади.

Мартен печларида пўлатни суюклантириш металлургияда кенг қўламда тарқалган. Пўлат қуймакорлигида бу усулдан йирик пўлат қуймалари олишда фойдаланилади. Замонавий мартен печларининг сиғими 600 т гача, лекин қуймакорликда сиғими 5—35 т бўлган печлардан фойдаланилади. Мартен печининг конструкцияси 13-расмда кўрсатилган. У ваннали регенератив печдан иборат бўлиб, унда пўлат суюклантирилади. Печь каллаклари иш бўшлигининг торецлари бўйлаб жойлашган. Улар ёқилғи ва ҳавони иш бўшлиғига узатиш ва ундан ёниш маҳсулотларини чиқариб юбориш учун хизмат қилади. Вертикал каналлар бўйича каллақларга бир томондан навбатма-навбат регенераторлардан ҳаво узатилади, қарама-қарши томондан эса ёниш маҳсулотлари чиқиб кетади. Регенераторлар ҳавони иситиш учун хизмат қилади; вертикал каналлар билан регенераторлар орасида жойлашган тошқол идишлари иш бўшлиғидан чиқиб кетаётган газлар олиб кетадиган тошқол томчиларини



13-расм. Мартен печи.

чўктириш учун хизмат қилади; дудбуроннинг ўтхонага туташган қисми ва газ йўллари системаси регенераторлардан ёниш маҳсулотларини чиқариб юбориш ва ҳаво бериш учун хизмат қилади.

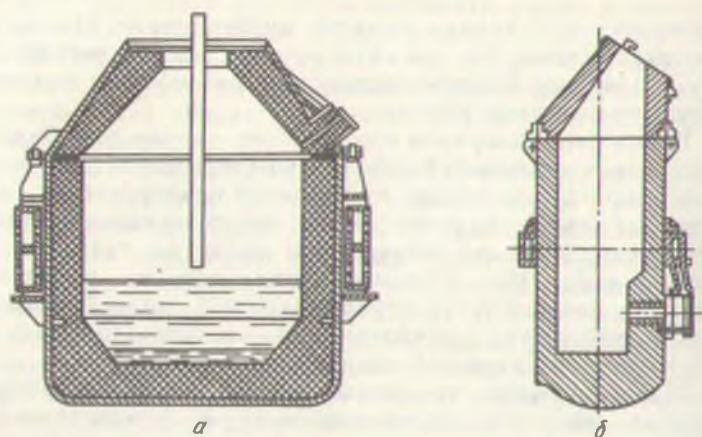
Печни паст калорияли аралаш кокс—домна гази билан иситишда ҳаво билан бирга газ ҳам иситилади. Шунинг учун кокс—домна газида ишлайдиган печлар чап ва ўнг тарафларида иккита регенератор (ҳавони ва газни иситиш учун) ҳамда иккита тошқолхона (ҳаво ва газ) билан жиҳозланади. Иш бўшлиғи, каллаклар ва вертикал каналлар печнинг устки қурилмалари деб, иш майдончаси остида жойлашган тошқолхоналар — регенераторлар эса пастки қурилмалари деб аталади.

Мартен печлари кислотали (кислотали материаллар, масалан, динас ғишт билан қопланган) ва асосли (асосли материаллар—магнезит ва магнезит наваркаси билан қопланган) печларга бўлинади. Металлургияда асосли печлар кенг тарқалган; кислотали печларда эса пўлат асосан машинасозлик заводларида суюқлантириб олинади. Печъ юклаш машинаси ёрдамида юкланади. Машина темир-терсақли кути ёки рудали мульда (кути) ни хартуми билан олади, олд девордаги иш туйнуги орқали уни печга киритади, тўнтаради ҳамда бўшатади. Мартен печида металл 1600—1650°C гача қиздирилади. Ёқилғи машъали иссиқлик ва оксидлаш жараёнлари учун фойдаланиладиган кислород манбаи бўлиб хизмат қилади.

К о н в е р т о р л а р . Пўлатни конверторда суюқлантириб олишда дастлабки материал сифатида вагранкада суюқлантириб олинadиган суюқ чўяндан фойдаланилади. Бу дуплекс—процессдан чўян куйиш ва пўлат куйиш корхоналари бирлаштирилган ҳолларда фойдаланилади.

Пўлат қуймакорлигида, одатда ҳаво ён томондан бериладиган кичик бессемер конверторлардан (14-расм) фойдаланилади. Лекин шаклдор (фасон) пўлат тайёрлашда фойдаланиладиган суюқ пўлат олиш учун кислород уст томондан бериладиган кислород конверторлари (14-расм, б) қўлланилади. Улар металлургияда тарқалган. Ҳозирги вақтда бу соҳада конверторларни мартен печлари деярли сиқиб чиқарган.

Конверторнинг ишлаш принципи шундай; ҳаво кислороди суюқ металл билан таъсирлашиб Fe, Si, Mn, C ва дастлабки металда агар бошқа элементлар қатнашаётган бўлса, уларни ҳам оксидлайди, натижада иссиқлик



14-расм. Конверторлар:

а — кислородли, б — кичик бессмерти

ажралиб чиқади, металл ҳарорати ортади ва тахминан 15 дақиқа ичида чуян пулатга айланади.

Қуймакорликда 1—5 т сифимли, ҳаво ён томонидан бериладиган конверторлар қўлланилади. Конвертор ретортасининг шакли вертикал ўққа нисбатан носимметрик (14-расм, б га қаранг) жойлашган. Бўғзининг қиялиги 30° га яқин, бу конвертор горизонтал ҳолатда турганда суюқ металл қуйишга имкон беради. Конвертор қопламаси одатда уч қатламли қилиб динас ғиштдан ясалади. Қожухдан 15—20 мм калинликда қуруқ кум тўкилади, сўнгра шамот ғишт қатлами, кейин динас ғишт қатлами терилади. Ҳаво узатиладиган тешиқлар махсус оловбардош ғиштдан ишланади. Конвертор цапфаларда ўрнатилади ва буриш механизми ёрдамида вертикал текисликда турли бурчак остида оғдирилиши мумкин.

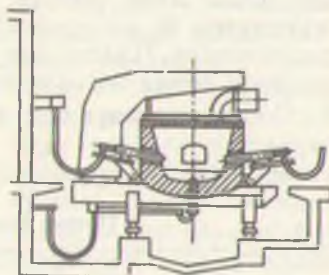
Конверторга қуйилган суюқ чуянга 0,02—0,04 МПа босим остида махсус пуфлагичлар ёрдамида 1 т металлга 720—800 м³/мин ҳисобида ҳаво пуфланади. Ҳаво пуфлаш жадаллиги 75—100 м³/мин.

Чуян реторта сифимиға мос бўлган ўлчов миксери воситасида қуйилади. Бунда конверторга қуйилган чуянининг ортиқлиги ёки камлигидан вужудга келадиган «нонормал» иш жараёнига йўл қўймасликка имкон яратилади. Конвертор вертикал ўққа нисбатан фурумалар рўпарасига 20° бурчак остида ўрнатилади, 1,2 мин. ҳаво пуфлангандан сўнг, агар фурумаларни тошқол

қоиламаган бўлса, ретортанинг қияланиш бурчаги 10—12° гача камайтиради ва металл қўп кулранг тутун чиқариб ажралиб чиқади ва шиддат билан қайнашига кидар шу ҳолатда саклаб турилади.

Ёй ва плазма печлари. Ёй печларининг конструкцияси ҳақида юқорида гапирган эдик. Қуйиш цехларида пўлатни суюклантириб олиш учун, одатда 6 ва 12 т қуйиш массасига эга бўлган ДСП-6 ҳамда ДСП-12 печларидан фойдаланилади. Лекин ёй печларида металл суюклантирилганда қўп тутун ажралиб чиқади ва шовқин ҳам баланд бўлади. Иш бўшлиғининг конструкцияси ёй печларига ўхшаш, лекин гумбазида электродлар ўрнига плазматронлар ўрнатилган плазма печлари (12-рasm, *д* га қаранг) бу камчиликлардан мустаснодир. Агар плазматронлар бир нечта бўлса улар печнинг ён деворларига ўрнатилади (15-рasm).

Плазма печлари саноатда 70-йилларда пайдо бўлди. 1000 А дан юқори токка мўлжалланган, камида ўнлаб соатлар ишлаш ресурсига эга бўлган плазматронлар ишлаб чиқилгандан сўнг плазма печларини яратиш имкони туғилди. Печлар битта, бир неча ўзгармас ёки ўзгарувчан ток плзматронлари билан жихозланган, плазма



15-рasm. Плазма печи.

ма ёйи эса плазматрон электроди билан суюклантирилган металл ваннаси орасида ёнади. Печь ўзгармас ток билан таъминлаганда ванна одатда, анод ҳисобланади, уч фазали ток билан таъминланганда эса схеманинг 0 (ноль) нуктаси бўлади. Комбинацияланган тарзда киздирадиган плазма—индукцион печлар ва ёқилғи-плазма горелкали печлар ҳам мавжуд. Плазма печларининг барча типлари печь бўшлиғини яхши герметизациялашга ва бинобарин, суюклантиришни назорат қилинадиган атмосферада олиб боришга имкон беради. Бундан ташқари бу печларда кенг босим диапазони ҳосил қилинади, 10^{-1} Па дан $(1-3) \cdot 10^5$ Па гача.

Плазма печларидан юқори легирланган пўлатлар ва иссикка чидамли қотишмалар суюклантириб олиш учун фойдаланилади. Бу печларнинг асосий конструктив элементи плазматрон бўлиб, у электр энергиядан фойдаланиб

плазма оқимини олиш учун мўлжалланган қурилма ҳисобланади. Конструкциясининг хилма-хил бўлишига қарамасдан ёй плазматронларини уч типга бўлиш мумкин. Биринчи типдагисида ёй плазматрон ичида — унинг конструкциясининг элементи ҳисобланган электродлар орасида ёнади. Бу плазматронлар оқим плазматрон деб аталади. Металлургияда плазматрон оксидлардан металлларни тиклашда кенг фойдаланилади. Лекин комбинацияланган энергия манбаи (электр ва ёқилғи энергияси) ёқилғи — плазма горелкалари (оқим плазматронларининг турли хиллари) яратиш бўйича ишлар олиб борилишига қарамасдан металл суюклантириб олишда плазматронлар ҳали саноатда кенг тарқалмаган.

Иккинчи типдаги ёй плазматронларига суюклантирувчи плазматронлар таалуклидир, уларда ёйнинг таянч доғларидан бири суюклантирилган металлга чиқарилган. Бу ҳолда анод доғида ажралиб чиқадиган иссиқлик, шунингдек ёй устунининг нурланиш энергияси фойдали ҳисобланади. Плазма печлари одатда плазматронларнинг шу типи билан жиҳозланади.

Плазма печларининг типлари 6-жадвалда келтирилган.

6-жадвал

Плазма печларининг типлари

Техник тавсифи	Ўлчов бирлиги	Печь тип		
		P-6	P-10	P-30
Сигими	т	6	15	30
Қуввати	кВт	6600	9900	19800
Кучланиши	В	660	550	660
Аргон сарфи	м ³ /соат	20	24	60
Сув сарфи:	м ³ /соат			
кимёвий усулда тозаланган	—"	30	30	60
техник усулда тозаланган	—"	60	60	100
Иш унуми	т/соат	4	9	20

Бу печларнинг одатдаги пўлат суюклантириладиган ёй печларига нисбатан афзалликларидан бири уларда графит электродларнинг бўлмаслигидир, бу эса металл углеродла-нишининг тўла олдини олади ва таркибида углерод кам бўлган пўлат суюклантириб олишга имкон беради. Бундан ташқари бу печь бўшлиғини герметизациялашга имкон

беради. Бу эса печь бўшлиғида металл суюклантириш жараёнида берилган исталган атмосферани сақлаб туришга (нейтрал, оксидловчи ёки тикловчи) ва уни берилган дастур бўйича ўзгартиришга имкон беради.

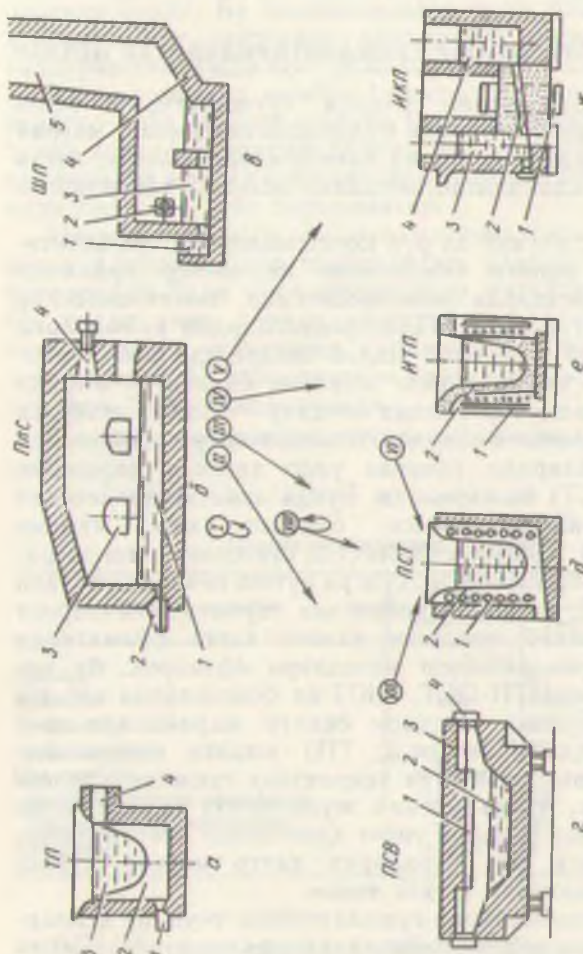
3.8. РАНГЛИ КОТИШМАЛАР СУЮКЛАНТИРИЛАДИГАН ПЕЧЛАР

Рангли қотишмалар уларни суюклантириб олиш шароитига кўра уч гуруҳга бўлинади: алюминий, магний ва рух қотишмалари; мис ва никель қотишмалари; титан ва кийин суюкланадиган металллар асосида тайёрланган қотишмалар.

Алюминий, магний ва рух қотишмаларини суюклантириб олишда ёкилғи ёкиладиган ва электр ёрдамида ишлайдиган печларда монопроцесслар, полипроцесслар қўлланилади (16-расм). Полипроцесслардан қуймаларни йирик сериялаб ва қўплаб ишлаб чиқаришда фойдаланилади. Бунда суюклантириш жараёни ёкилғи печларида (одатда бу стационар плазма печидир — ПлС), меъёрига етказиш ва аралашмалардан тозалаш операциялари эса тарқатиш печларида (одатда улар тигелли қаршилиқ печлари — ПСТ) бажарилади. Бунда дуплекс-процессдан ташқари триплекс-процесс бўлиши ҳам мумкин (16-расм, VIII). Триплекс-процессда суюклантириш операцияси ПлС да бажарилади, сўнгра қотиш печига қуйилади (бу ҳам ПлС) ва ундан кейингина тарқатиш печларига қуйилади. Ишлаб чиқариш ҳажми катта бўлмаганда контактсиз суюклантириш методлари афзалроқ, бу методлар дуплекс ИТП-ПСТ, ИКП ва бошқаларда амалга оширилади. Бундан ташқари ёкилғи жараёнлари контактсиз методда (16-расм, а, ТП) амалга оширилади. Магний қотишмалари учун контактсиз суюклантиришни қўллаш зарур, чунки магний жуда актив металл, осон оксидланади, шу сабабли унинг ҳаво билан контактлашишини чеклашга оид чораларни ҳатто металл қуйиш вақтида ҳам назарда тутиш лозим.

Рангли қотишмаларни суюклантириш учун шу кунларгача фақат даврий жараёнлар қўлланилар эди. Лекин энергетик жиҳатдан узлуксиз жараённи амалга ошириш фойдали бўлганлиги сабабли рангли қотишмаларни суюклантириб олишда шахта-аланга печларидан фойдалана бошланди (16-расм, ШП).

Мис ва никель қотишмаларини суюклантириб олишда асосан монопроцесслар қўлланилади. ПлС ва ПлВ печлари



16- расм. Суоқлангириш жарёнларининг классификацияси ва алюминий, магний ҳамда рух қотишмалари суоқлангириладиган пенчаларнинг технологияси схемалари: а — тигезли ёқилга печи (ТИ).

I — горелка, *2* — устона, *3* — тигель, *4* — газ ёўли, *б* — адиана бидан ишлаадингдн стационар пичь (ПлС); *I* — ванна, *2* — летка, *3* — юклати тешигэ, *е* — горелка, *ж* — шахта-аннга печи (ШПА), *з* — тау-катитш камерасы, *д* — горелка, *д* — ванна, *4* — туф; *б* — шахта-аннга кармалык электр пичи (ПСВ); *в* — кизилурвчы элемент, *з* — ванна, *3* — гумбыз, *д* — вашик, *д* — тигель каршиллык электр пичи (ПСТ); *I* — старьяль, *2* — тигель; *ж* — индукцион электр пичь (ИП); *I* — индуктор, *2* — тигель, *ж* — каналадн индукцион (ИКЛ); *I* — узак, *2* — каналлар, *3*, *4* — тигеллар, дуплек-процессор; *I* — ПАС-ПАС, *II* — ПАС-ПАС, *III* — ПАС-ПСТ, *IV* — ПАС-ИП, *V* — ПАС-НИК, *VI* — ИП-ИСТ, *VII* — ПНСВ-ПСТ; триплек-процесс *VIII* — ПАС-ПСТ.

Ушнинг конструкцияси жихатидан алюминий қотишмаларини суюклантириб олиш фойдаланиладиган ёқилғи печларидан фарк қилади, чунки мис қотишмалари учун анча юқори ҳарорат талаб этилади (16-расм, ПлС). Бронзани суюклантиришда ёй печларидан фойдаланишнинг ўзи шу билан тушунтирилади (12-расмга қаранг). Таркибида осон оксидланадиган элементлари бор никель қотишмаларини суюклантириб олиш учун индукцион вакуум печларидан фойдаланилади. Жезларни суюклантириш учун индукцион суюклантириш методларидан кенг қўлланилади. (17-расм, в ва г, ИТП, ИКП). Титан қотишмалари ва қийин суюкланадиган металлларни суюклантириш учун вакуум-ёй, электрон-нур ва плазма-ёй қайта суюклантириш жараёнлари қўлланилади (18-расм).

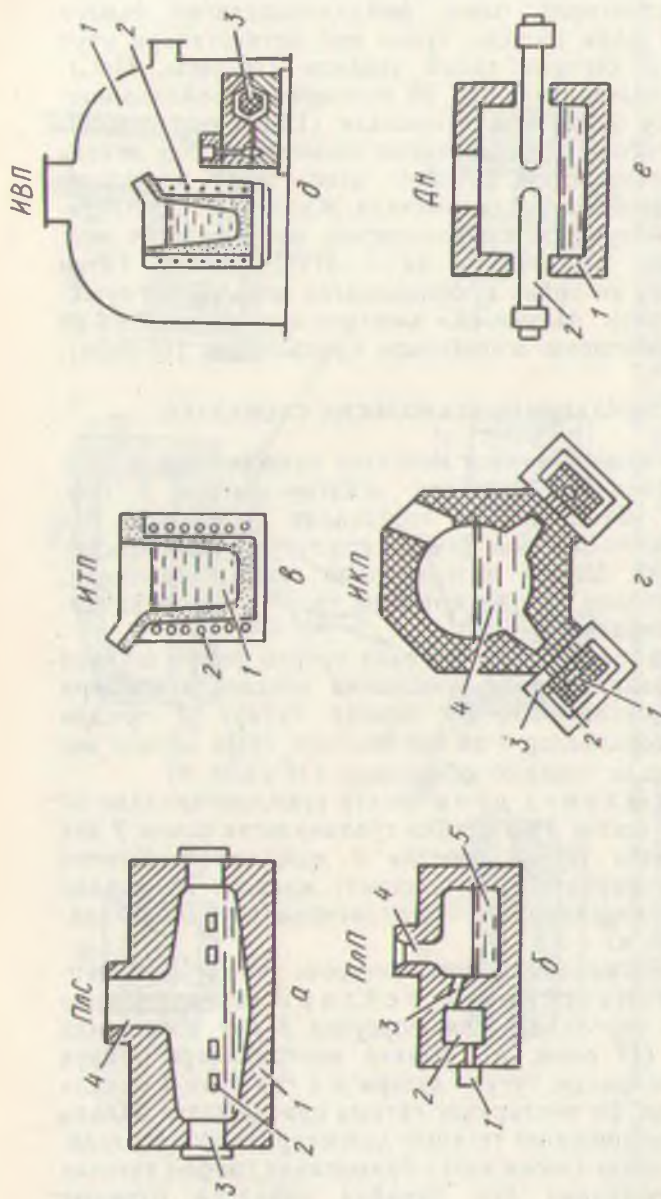
3.9. ПЕЧЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИК СХЕМАЛАРИ

Тигелли ёқилғи печида металлни суюклантириш учун графит, пўлат ёки чуъндан ясалган тигель 3 бор. (16-расм, а). Бўшлик 2 да горелкалар 1 ёрдамида газ ёки мазут ёкилади, ёнини маҳсуллари тутун йўли 4 орқали чиқиб кетади. Шихта материаллари тигелга юкланади, суюклантирилади, сўнгра қотишма талаб этилган кондицияга етказилади.

Аланга печининг тигелли печдан фарқи шундан иборатки, ванна 1 даги суюкланма печдаги атмосфера билан контактлашади. Бу печлар туйнук 3 орқали юкланади, горелкалар 4 да газ ёкилади, суюк металл эса лётка 2 орқали чиқариб юборилади (16-расм, б).

Шахта-аланга печи шихта суюклантириладиган таглик 4 ли шахта 5 ва металл тўпланадиган ванна 3 дан иборат. Ванна устида горелка 2 жойлашган. Камера 1 металлни тарқатиш учун хизмат қилади. Бу печлар алюминий қотишмаларини суюклантириш учун ишлатилади (16-расм, в).

Мис қотишмаларини суюклантириш учун мўлжалланган стационар ёқилғи печлари ванна 1 устида жойлашган горелкалар ёки форсунка 2 лар воситасида иситилади (17-расм, а). Шихта материаллари туйнук 3 орқали юкланади, тутун газлари эса газ йўли 4 орқали чиқиб кетади. Бу печларнинг сифими одатда катта бўлади ва ишлаб чиқаришнинг тегишли ҳажмларида ишлатилади. Ишлаб чиқариш ҳажми катта бўлмаганда графит тигелли ёқилғи печларидан ёки барабан типдаги бурилма



17- расм. Мис ва никель котшмалари суюклантириладиган печларнинг технологик схемалари: а — стационар алаанга печи:

(ПлС): 1 — палица, 2 — форсушка (горелка), 3 — жоклаш тешиги, 4 — газ йўли, 5 — бурйаладиган алаанга печи (ПлП): 1 — форсушка, 2 — форкамера, 3 — канал, 4 — оғиз, 5 — иш бўшлиғи; и — тителди индукцион печь (ИТП): 1 — тител, 2 — индуктор; г — канал индукцион печи (ИКП): 1 — канал, 2 — ўлак, 3 — ўрам, 4 — вана, 5 — иш бўшлиғи; и — индукцион вакуум печи (ИВП): 1 — вакуум камераси, 2 — печь, 3 — қозил, 4 — муштакка

сигнал, 5 — электродлар.

печлардан фойдаланилади (17- расм, б). Бу печда суюк ёқилги форкамера 2 да форсунка 1 ёрдамида ёкилади, газлар канал 3 дан иш бўшлиғи 5 га келади, шихта бўғиз 4 орқали юкланади.

Шахта-аланга печларидан иссиқлик ФИКнинг юкори бўлишига қарамасдан, мис қотишмаларини суюқлантиришда ҳозирча кам фойдаланилмоқда (16- расм, б).

Электр печлари мис қотишмаларини ҳам, никель қотишмаларини ҳам суюқлантириб олишда ишлатилади (17- расм, в, г, д, е).

Тигелли қаршилиқ электр печларидан унча катта бўлмаган куйиш цехларида металл суюқлантириб олишда, шунингдек тарқатиш печлари сифатида жуда кен қўламда фойдаланилади (16- расм, д). Тигель 2 да қотишма тайёрланади, тигель эса ўз навбатида спираль 1 ёрдамида қиздирилади.

Ванна қаршилиқ печи деб аталадиган печда ванна 14 гумбаз 3 ёнида жойлашган қиздириш элементлари 1 воситасида қиздирилади (16- расм, г). Ванна 2 га тўйиш 4 орқали шихта юкланади. Суюқлантирилган металл печни қиялатиб тўкилади.

Тигелли индукцион печь оддий тузилган (17- расм, а). Тигель 1 да металл бўлади, индуктор 2 тигелни қамраб туради ва металл массасида иссиқлик энергиясини генерациялаб уярма тоқларини ҳосил қилади. Мис қотишмаларини суюқлантириш учун печларнинг ИЛТ сериясидан, никель қотишмаларини суюқлантириш учун эса ИСТ сериясидан фойдаланилади.

Каналли индукцион печлар тигель ёки барабан типиди, битта ёки иккита тигелли бўлиши мумкин. 17- расм, ж да иккита тигелли печь қўрсатилган. Ўзақ 1 даги индуктор иссиқлик ажралиб чиқадиган каналларни 2 қамраб туради. Бу каналлар тигелларни 3 ва 4 бирлаштиради. Металл тигель 3 дан тарқатилади, тигель 4 га эса юкланади.

Тигель ёки барабан типиди каналли печлар асосан жез (латунь) ларни суюқлантириб олишда ишлатилади (ИЛК серияли печлар). Барабан типиди каналли печларнинг сифими тигель типиди каналли печларнинг сифимига нисбатан катта (17- расм, г). Металл жойлашган барабан 4 нинг пастки қисмида одатда бир нечта индукцион элемент бўлади: бирламчи чулғамли 3 ўзақ 2 суюқ металл турган канални қамраб туради. Суюқ

металл иккиламчи чулғам вазифасини ўтайди ва унда иссиқлик энергияси генерацияланади.

Индукцион вакуум печларидан никель қотишмаларини суюклантириб олишда фойдаланилади (17- расм, *д*). Вакуум камерасида печь 2 нинг ўзи ва қилип 3 жойлашган.

Ёй печларидан асосан бронзани суюклантиришда фойдаланилади. Улар мустақил ёйли печлардир (17- расм, *е*). Уларда барабан типдаги иш бўшлиғи 1 бор, бу бўшлиқда ён томонлардан графит қопланган электродлар 2 киритилган, бу электродлар орасида ёй ҳосил бўлади.

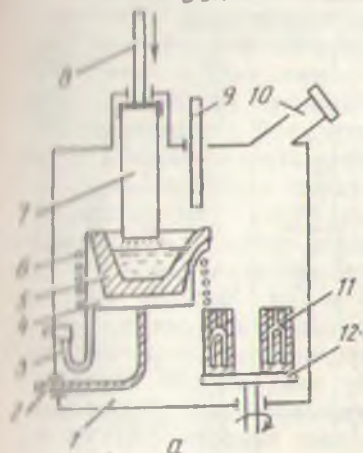
Титан қотишмалари ва қийин суюкланадиган металлларни суюклантириш учун печларнинг учта типидан фойдаланилади: вакуум ёй, плазма ва электрон нур печлари.

Электроди сарфланадиган (суюкланиб ишлатиладиган) вакуум — ёй печлари (18- расм, *а*) сув билан совутиладиган мис тигель 4 жойлашган вакуум камераси 1 га эга. Тигель электр кабели 2 ва сув билан совутиш шланги 3 воситасида ташқи муҳит билан боғланган. Тигель атрофида ёй разрядини фокусга тўплаш ва ваннадаги суюқ металлни аралаштириш учун мўлжалланган соленоид 6 жойлашган. Қайта суюклантириладиган металл ва сув билан совутиладиган тигель деворларида қотиб қолган қотишма қатламидан иборат гарнисаж 5 тигель қопламаси бўлиб хизмат қилади. Электрод вазифасини одатда шихта қуймаси ўтайди. Лекин баъзан сарфланмайдиган электроддан фойдаланилади, шихта қуймаси эса алоҳида узатилади. Шихта қуймаси электрод туткич 8 га маҳкамланган ва у суюкланган сайин уни пастга силжитади. Қийин суюкланадиган массани суюклантириш учун тигелнинг қуйиш тумшугида сарфланмайдиган ёрдамчи электрод 9 бор. Печда қетаётган жараён туйнукча 10 орқали кузатиб турилади. Қолиплар 11 бурилма стол 12 да жойлашган.

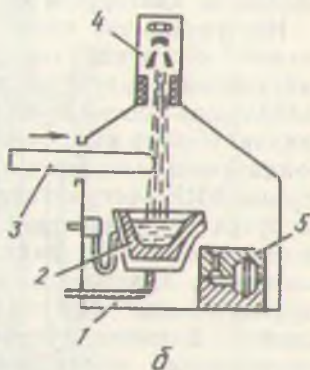
Электрон-нур ёрдамида ишлайдиган печь юқоридаги печга ўхшаш тузилган бўлиб, факат бу ерда иссиқлик энергияси манбаи бўлиб, электрон пушка 4 хизмат қилади. (18- расм, *б*). Вакуум камера 1 да сув билан совутиладиган гарнисаж тигель 2 ва қилип 5 жойлашган. Шихта қуймаси ён томондан узатилади.

Қайта суюклантирувчи плазма печлари да ҳам вакуум камераси 1, тигель 2 ва шихта ёмбаси 4нинг

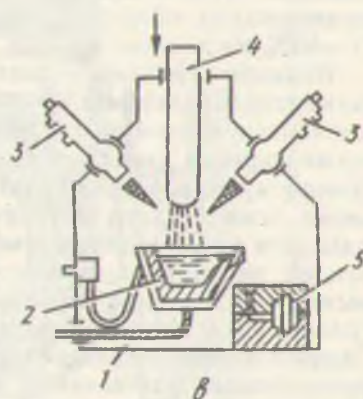
ВЕР



ЭНП



ПЕР



18-расм. Титан ва кийин суюкланган металллар асосида тайёрланган қотишмалар суюклантирилган печларнинг технологик схемалари:

а — вакуум-ёй печи (ВЕР): 1 — вакуум камераси, 2 — электр кабель, 3 — сув билан совутиш шланглари, 4 — тигель, 5 — гарнисаж, 6 — соленоид, 7 — ёмба, 8 — электрод тутгич, 9 — сарflanмайдиган электрод, 10 — гешикча, 11 — қолп, 12 — бурилмаган стол; б — электрон-пур печи (ЭНП): 1 — вакуум камераси, 2 — гарнисаж тигели, 3 — ёмба, 4 — электрон пушка, 5 — қолп; в — плазма-ёй печи (ПЕР): 1 — вакуум камера, 2 — тигель, 3 — плазматронлар, 4 — ёмба, 5 — қолп.

сиртини суюклантирадиган бир нечта плазматрон 3 бор (18-расм, в). Суюк металл қолп 5 га бурилма тигель 2 дан қуйилади.

Ёқилғи печлари. Иш унуми юкори бўлиши ва йирик қолпларга қуйиш учун бир марта суюклантирилганда кўп микдорда суюк металл олиш талаб этилган ҳолларда, мис ва алюминий қотишмаларини суюклантириб олиш учун ялғиз кайтарувчи аланга печларидан фойдаланилади. Улар ёқилғининг ёниши натижасида ҳосил бўладиган аланга билан қиздирилади. Иссиқлик металлга алангадан

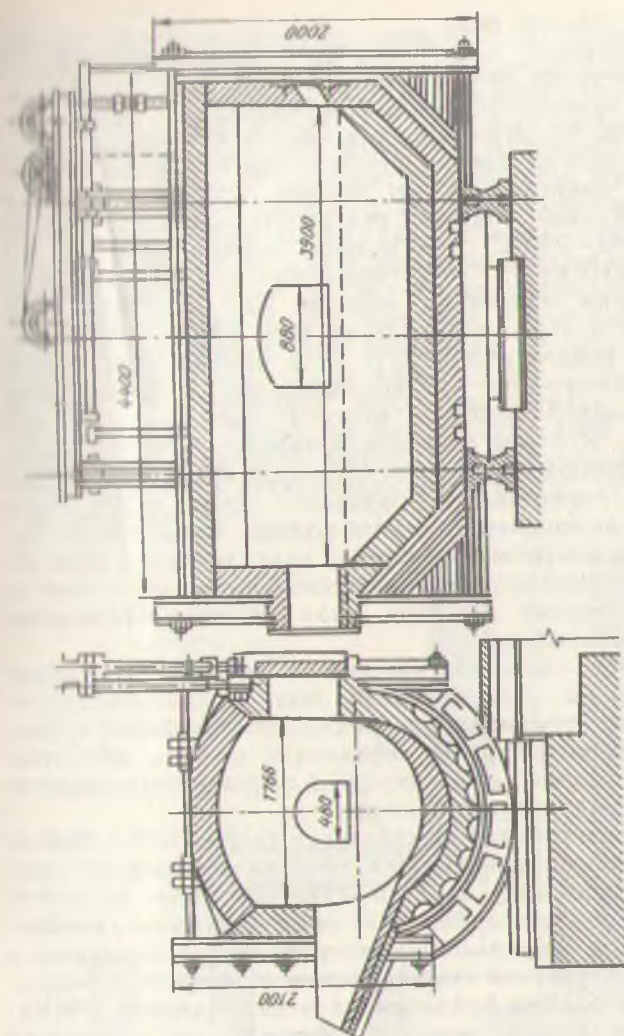
нурланиб ёки кизиган гумбаздан қайтарилиб узатилади. 19-расмда мис қотишмаларини суюклантириш учун мўлжалланган қайтарувчи бурилма печь схемаси кўрсатилган.

Иш унумининг юқорилиги, сифмининг катталиги ва хизмат кўрсатиш содда бўлганлиги туфайли яллиг қайтарувчи аланга печлари алюминий қотишмаларини тайёрлашда асосий суюклантирувчи агрегат бўлиб ҳисобланади. Ишлар кўлами кенг бўлганда аланга печларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлса ҳам, уларнинг термик ФИК паст, металл куйиндиси нисбатан кўп чиқади ва бутун суюклантириш циклига нисбатан печни шихта билан юклаш кўп вақт талаб этади. Ҳозирги вақтда алюминий қотишмалари тайёрланадиган печлар конструкциясининг бир нечта ривожланиш йўналишлари мавжуд. Биринчи йўналиш — бу камерали печлар конструкциясини янада такомиллаштиришдир. У асосан печнинг иссиқлик қувватини ошириш, ваннанинг чуқурлигини камайтирган ҳолда унинг юзасини катталаштириш, печларни анча такомиллашган рекуператорлар билан жиҳозлашдан иборат. Бундай печларнинг термик ФИК 31—40% ни ташкил қилади.

Иккинчи йўналиш — шихта юклаш вақтини кескин қискартириш ҳисобига юқори иш унумини таъминлайдиган конструкцияни ишлаб чиқиш. Бунга «Қайзер Алюминиум» фирмаси заводларида ишлатилаётган печлар мисол бўлиши мумкин. У ерда ўрнатилган янги печларнинг катта қисми эски типдаги қутисимон печлар ўрнига юмалок шаклдаги ва олинадиган гумбазга эга печлар ўрнатилган. Бундай печларнинг яратилишига таркибида алюминий оксиди микдорининг 85%дан ортиқ ва алюминий билан ҳўлланмайдиган оловбардош материалнинг янги типи Ло-Силнинг ишлаб чиқилиши сабаб бўлди. Бу қалин деворли футеровкадан воз кечишга ва оловбардош лой асосида тайёрланган, шунингдек суюқ алюминий билан ҳўлланмайдиган гидравлик жиҳатдан қотиб қоладиган тикма массада фойдаланишга имкон берди. Юмалок печга шихта маҳсус сифим — туби очиладиган кабел ёрдамида кўприк кран воситасида уст томондан юкланади. Ванна кранда ўрнатилган корғич билан гумбаз олиб қўйилганда аралаштирилади.

Юмалок шаклдаги печлар қуйидаги афзалликларга эга:

шихта қуйимлари ҳажм бўйича бир текис таксимланади;



19-расж. Мис қотишмалары суюлантириладиган бурилма алапта печи.

печни тозалаш осон;
суюклантириб олиш давомийлигининг ортиши ту-
файли иш унуми анча юкори;
печни таъмирлаш муддати кискарок;
шихтани исталган идишдан юклаш мумкин.

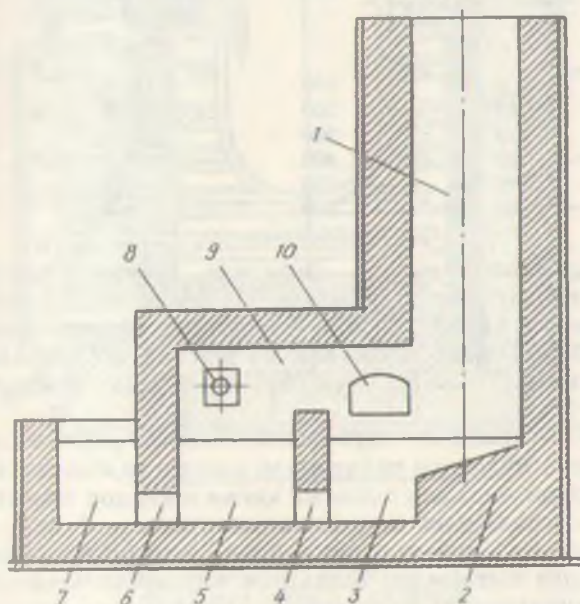
Узатиладиган ҳавони рекуператор ёрдамида иситиш ҳисобига аланга печининг термик ФИКни оширишга эришиш мумкин. Керамик рекуператорлар узатиладиган ҳавони 200—250°C гача исишни таъминлайди, бу эса печнинг ФИКни 31—35% гача етказишга имкон беради. Металлургия технологик маркази NBF (Англия) нинг ҳисобларига кўра узатиладиган ҳаво 400°C гача киздирилганда ёкилғи сарфи 20% гача камаяр экан. Лекин мамлакатимиз ва чет эл заводларида металлурглар доимо рекуператорлар ишидаги кўпгина камчиликларга дуч келадилар. Керамик рекуператорларнинг габарити катта, конструкцияси мураккаб, эксплуатация килиш жараёнида уларнинг герметиклиги бузилади, улар қуруқ ҳаво ҳайдайдиган чанглarga тикилиб қолади. Металл рекуператорлар эса юкори эксплуатацион пухталиikka эга бўлмайди, чунки печдан келадиган агрессив бирикмалар металлни емиради. Бундан ташқари улар термик зўриқишлар таъсирида бузилади.

Чет элда узатиладиган ҳавони иситиш учун пўлат суюклантириш корхоналарида кенг фойдаланиладиган регенератор қурилмалардан фойдаланишга уриниб кўрилган. Регенераторларнинг афзаллиги шундан иборатки, ҳаво юкори даражада киздирилади ва регенераторларнинг эксплуатацион хусусияти юкори.

Регенератор билан жиҳозланган сизими 22,5 т бўлган печда узатилган ҳавони 760°C гача киздиришга экспериментал эришилган, бу эса суюклантириш тезлигини 69 фоизга оширишга, бир йўла ёкилғи сарфини камайтиришга имкон беради. Барча резервлардан фойдаланишга қарамай қайтарувчи суюклантириш алюминий қотишмаларини тайёрлашда фойдаланиладиган печларнинг ФИКни деярли ошира олмайди. Металлургия технологик марказининг маълумотларига кўра бу катталики 40% дан ошмаган. ФИКнинг ортишига факат шихта қуйимининг бутун ҳажмида киздирилганда ва суюклантириб олингандагина эришиш мумкин, бунга эса карама-қарши оким принципида ишлайдиган шихта типдаги печларда энг юкори самарага эришиш мумкин.

Пенза политехника институтида ишлаб чиқилган ва

жарий қилинган печь конструкцияси 20- расмда кўрсатилган. Печь шахта 1 ва газ горелкалари 8 ўрнатилган қайтариш қисми 9 га эга. Қайтариш қисми 9 тўсик 4 билан камерада 3 ва 5 га бўлинган. Тўсикнинг пастки қисмида суюқ металл ўтиши учун тешик бор. Алюминий қотишмалари печь туби 2 да суюклантириб олинади. Камера 3 да бирдмчи тошқол қолади, у туйнук 10 оркали чиқариб юборилади. Тайёр қотишмани куйишга узатиш учун всосий камера 5 дан тўсик 6 билан ажратилган чўнтак бор. Тўсиклардаги 6 ва 4 туйнуклар юзаси шундай нисбатда бўлидики, камера 5 даги қотишма туб 2 даги қаттиқ қуймага нссиклик узатиб совимади ва чўнтак 7 даги қотишма куйишда талаб қилинадиган ҳароратга эга бўлади. Бу печларнинг афзаллиги шундан иборатки, уларнинг ФИК юкори ва металл куйиндиси қайтариш печларидагига нисбатан кам чиқади. Маълумотларга кўра шахта-қайтариш печларининг ФИК 61,5%, куйинди эса 1% дан ортмайди.



20- расм. Пенза политехника институти конструкциясидаги шахта-қайтариш печи:

1 — шахта, 2 — туб, 3 — камера, 4, 6 — тўсиклар, 5 — всосий камера, 7 — чўнтак, 8 — горелкалар, 9 — қайтарувчи қисм, 10 — туйнук.

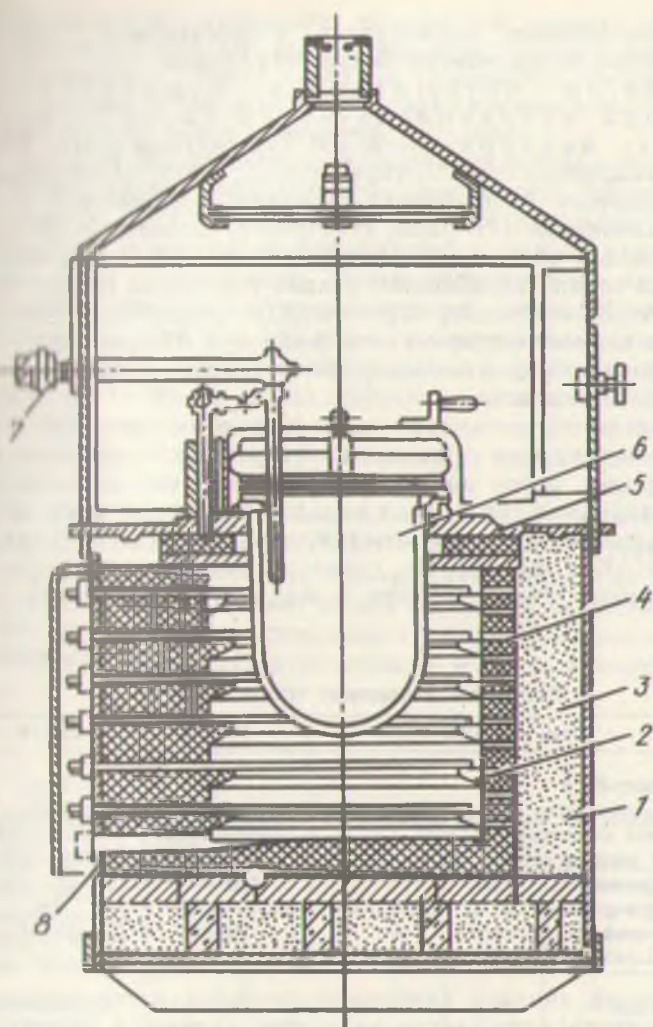
Электр печлари. Алюминий қотишмаларини тайёрлаш учун қўлланилган биринчи печни 1918 йилда Бейли ишлаб чиққан. Печь сизими 300 кг ни ташкил қилади. Печнинг юқори қисмида графит ёки нефть кокси доналари билан тўлдирилган қорборунд нов бўлиб, бу нов орқали ток ўтказилар эди.

Ҳозирги вақтда метални суюқлантириб олишда қаршилик электр печлари камдан-кам қўлланилишига қарамасдан иш унумининг пастлиги ва механизациялаш даражаси замонавий талабларга жавоб бермаганлиги туфайли улардан миксерлар сифатида кенг қўламда фойдаланилмоқда. Бунда қуйиш жараёнида берилган ҳароратни сақлаб туриш учун катта иссиқлик талаб этилмайди. Миксерлар сифатида ишлатиладиган, сизими турлича бўлган қаршилик электр печларининг типавий тавсифини келтирамиз:

Печь сизими, т	Печь қуввати, кВт	Терилган гишт орқали йўқотила- диган иссиқлик, кВт, соат
5	150	28,6
10	200	14,8
20	300	26,3
30	400	37,2
40	500	47,7
60	600	68,6

Таксимлаш печлари сифатида тигелли қаршилик электр печлари кенг тарқалган. Улар анча содда тузилган (17-расмга қаранг). Ишлаб чиқариш қўлами нисбатан катта бўлмаганда алюминий ва магний қотишмаларини суюқлантириб олиш учун бу печлардан фойдаланиш қулай.

САТ типдаги тигелли электр печлари (21-расм) пўлатдан пайвандлаб ишланган кожух 1 га эга. Печларнинг чидамли қоплама қисми шаклдор шамот гишт 2 дан, иссиқликни изоляцияловчи қисми 3 эса оддий гишдан ва асбест листлардан ишланган. Спираль шаклидаги нихромдан ишланган қиздириш элементлари 4 иш камерасининг ён юзларида электр қорунд тоқчаларда жойлаштирилган ва металл илмоқлар билан маҳкамланган. Қиздириш элементлари электр энергияси билан бевосита тармоқдан таъминланади. Печь қопламасининг юқори қисмига оловбардош чўяндан тайёрланган қуйма



21- расм. САТ типдаги тигелли электр печи:

1 — кожух, 2 — утга чидамли қисм, 3 — иссиқликдан изоляциялайдиган қисм, 4 — қиздириш элементлари, 5 — металл ҳалқалар, 6 — қуйиб ишлайдиган тигель, 7 — термopа, 8 — термopа.

Тягич ҳалқа ётқизилган. Ҳалқага уст томондан қуйма тигель 6 ўрнатилган. Печнинг пастки қисмида тигель қуйиб ишдан чиққанда қотишмани чиқариб юбориш учун нов 8 бор. Печдаги ҳарорат печнинг ич бўшлиғига ўрнатилган

хромель-алюмель термопараси 7 воситасида ўзиёзар автоматик потенциометр билан ростланади.

Рангли котишмаларни суюклантириб олишда қўлланиладиган ёй ва индукцион электр печлари ўзига хос хусусиятларга эга. Мис котишмаларини суюклантириб олишда электродлар орасида ёнадиган ёйли барабан типдаги печлардан кенг фойдаланилади (17- расм, е). Печнинг копламаси бўлган барабандан иборат иш бўшлиғи горизонтал ўк атрофида бурила олади. Барабаннинг иккала томонидан горизонтал ўк бўйлаб электродлар киритилади, улар орасида ёй ёнади. Бунда элементлар куйиндиси жуда кўп бўлиши мумкин. Шу боисдан бундай печлар факат бронзани суюклантириб олишда ишлатилади.

Рангли котишмалар суюклантириб олинadиган каналли печлар чўян суюклантириб олишда қўлланиладиган печлардан фарк қилади. Алюминий котишмаларини тайёрлаш учун горизонтал каналли индукцион печлардан фойдаланилади. Машинасозлик заводларида ишлатиладиган ИАҚ-6 ва БК-16 типдаги каналли индукцион печларнинг техник таснифи 7- жадвалда келтирилган.

7- жадвал

Индукцион печларнинг техник таснифи

Печь таснифи	ИАҚ-6	БК-16
Печь сизими, т	9,0	16,0
Қуйиб олинadиган металл миқдори, т	6,0	12,7
Истеъмол қилинадиган қувват, кВт	750—1350	750—1350
Электр энергия сарфи, кВт соат/т	400—450	400—430
Иш ҳарорати, °С	720—780	720—780
Иш унуми, т/соат	2,0—2,5	3,0
Канал кесими, мм	60×120	60×120

Бундай типдаги индукцион печларда катта ҳарорат градиентида ишлайдиган ва етарли даражада мураккаб шаклга эга бўлган печь тубидаги тош энг оғир шаронтда бўлади. Печь тубига тошни тикиб тўлдириш печни монтаж қилишда энг масъулиятли операция ҳисобланади. Печь тубига солинадиган материал синчиклаб тайёрланган бўлиши керак, тубни тўлдириш операциясининг ўзи эса узок танаффус қилмасдан бажарилиши зарур.

Каналларни тозалашда кўп меҳнат сарфланиши («бот-кок»ни тўкиш зарур бўлади), каналлар ва индукторларга

бул этишининг кийинлигн, солиштирма кувват юкори бўлганда (10 кВт/дм³ дан юкори) печь тубидаги тошнинг турғунмаслиги икки камерали индукцион печлардан фойдаланишни чеклаб қўйди. Уларни қисмли алмаштирилган печлар билан алмаштира бошланди.

Кейинги йилларда тигелли индукцион печлар алюминий котишмаларини суюклантириб олишда кенг қўлланила бошланди. Паст навли чиқиндиларни қайта суюклантириш учун бундай печлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир. Буни қуйидагилар билан тушунтириш мумкин: индукцион печларда суюклантиришда қайтмас йўқотишларнинг жуда кам бўлиши таъминланади, тигелли печларда эса каналларнинг шлак ва флюслар билан қопланиш хавфи бўлмайди. Шунинг учун тигелли индукцион печларнинг cosφ анча паст бўлиши ва анча қиммат қимда мураккаб электр ускуналар талаб қилишига қарамастан паст навли чиқиндиларни қайта суюклантириш учун уларнинг ишлатилиши мақсадга мувофиқ бўлади. Бу печларда паст навли шихтадан котишмалар тайёрланиши (кейинчалик тозалаб) қуймакорликда шаклдор қуймалар сифатининг юкори бўлишини таъминлайди. Тигелли индукцион печларнинг классификацияси ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари 8-жадвалда келтирилган.

8-жадвал

Алюминийни суюклантиришда ишлатиладиган саноат частотали тигелли индукцион печларнинг таснифи

Печь ишлаб чиқарадиган фирма номи	Печь типи	Сигими, т	Қуввати, кВт	700°С да иш унуми, т/соат	Солиштирма электр энергия сарфи, кВт. соат /т
/ВНИИЭТО/	ИАТ-0,4	0,4	125	0,28	600
	ИАТ-1,6	1,6	300	0,5	600
	ИАТ-2,5	2,5	700	1,25	564
	ИАТ-6	6	1100	2,0	543

4. ҚУЙМАҚОРЛИК ЦЕХЛАРИДА ИШЛАТИЛАДИГАН ШИХТА ВА ЎТГА ЧИДАМЛИ АШЁЛАР

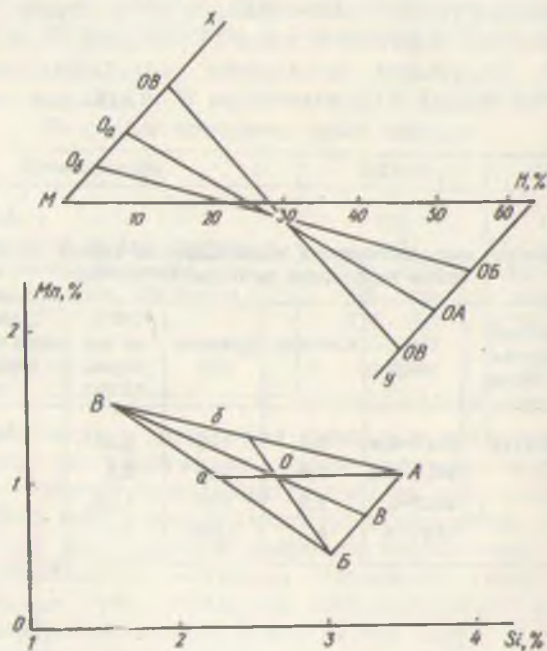
4.1. УМУМИЙ ҚОИДАЛАР

Металларни суюклантириб олиш учун жуда кўп турли туман шихта ва ўтга чидамли ашёлардан фойдаланилади.

Суюклантириш печларининг шихтаси суюклантириб олинadиган металл қисмдан ва тошқол ҳосил бўлиши ҳамда унга металл билан реакцияга киришиш хоссаларини берувчи флюслар (тошқол ҳосил қилгичлар) дан иборат. Шихта таркибида бундан ташқари оксидловчи, оксидсизлантирувчи ва лигерловчи элементлар бўлади.

Ўтга чидамли ашёлардан печларнинг ички деворини коплаш ва унда ҳосил бўладиган нуксонларни тузатишда фойдаланилади.

Чўян қуймалари қуйиладиган, қайта ишланадиган ва табиатда лигерланган чўянларга бўлинади.



22-расм. Учбурчак усулида ашёларни ҳисоблаш

Куйиладиган чўянлар (ГОСТ 4832—80) нинг одатдаги (Л) ва магний билан тозаланган (ЛР) турлари ишлаб чиқарилади. Бундан ташқари куйиладиган чўянлар таркибидаги кремнийнинг микдорига қараб Л1 (Si 1,2—1,6%) ... Л6 (Si 1,2—1,6%) маркаларга, таркибидаги Mn микдорига қараб I (0,3% гача) ... IV (0,9 дан 1,5% гача) гуруҳларга ва А (0,008% гача), Б (0,12% гача), В (0,3% гача), Г (0,7 % гача), Д (12 % гача) классларга ва таркибидаги S микдорига қараб 1 (0,02%) ... 5 (0,05% гача) категорияларга бўлинади. Қайта ишланадиган чўян 10 та маркада ишлаб чиқарилади (ГОСТ 805—80): П1 ва П2 маркали чўян қайта ишлаб пўлат олиш учун, ПЛ1 (SiO₂ 8—1,2%) ва ПЛ2 (SiO₂ 0,5—0,8%) маркали-ни куймакорлик учун ишлатилади; ПФ1, ПФ2, ПФ3 — фосфорли, ПВК1, ПВК2, ПВК3 — юқори сифатли чўян-лар. Марка худди куйма чўян каби таркибидаги Si микдори билан аниқланади, лекин Si қайта ишланадиган чўянларда жуда кам бўлади. Бундан ташқари қайта ишланадиган чўянлар Mn гуруҳларга, P бўйича класслар-га ва S бўйича категорияларга бўлинади.

Табиатда лигерланган чўянлар уч турга бўлинади: хром-никелли (ТУ 14-15-84-79), титанли ва титан-мисли (ТУ 14-15-4—74). Хромникелли чўяннинг 10 та маркаси ишлаб чиқарилади: ЛНХ1 (Ni+Co 0,2%; Cr 0,4—1,2%) дан ЛНХ10 (Ni+Co 1%; Cr 2,3—3, 2% гача). Титанли чўян (БТЛ₁ — БТЛ7) таркибида 0,3—1,2% титан-мисли чўян (БТМЛ₁ — БТМЛ7) таркибида 1—3 % Si ва 0,3—1,2 % Ti бўлади. Улар шихтага қўшилса кам лигерланган конструкцион чўянларни суюклантириб олиш имкони туғилади.

Иккиламчи қора металллар (ГОСТ 2787—75) жумласига чўян ва пўлат темир-терсаги, пўлат ва чўян қириндиси, металл қиркмаси, штампаб олинган деталь, ва шунга ўхшашлар қиради. Қора металллар категорияларга (А — углеродли ва Б — лигерланган), классларга (чўян ва пўлат) ва турларга бўлинади. Чўян турлари физик ҳолати ва сифат кўрсаткичлари билан аниқланади: бўлак-бўлак, прессланган, қиринди, габаритли, ногабарит ва ҳоказо. Домнага киритиладиган кўшимча — металл заки ва пайванд тошқоли чўян классига қирмайди. Улар суюклантиришда куймакорликда ишла-тилмайди. Лигерланган чиқиндилар ва темир-терсақлар химиявий таркибига кўра 67 та гуруҳга бўлинади.

Феррокотишмалар. Металл шихта материалларининг бу кенг гуруҳи битта ёки бир нечта легерловчи элементлари бўлган темир котишмаларини ўз ичига олади. Асосий легерловчи элемент одатда котишманинг таркибида кўрсатилади: ферросилиций — Si, ферромарганец — Mn, феррохром — Cr ва ҳ. к.

Ферромарганец (ГОСТ 4755—80) кам углеродли ($C=0,5\%$), ўртача углеродли ($C=1-2\%$) ва кўп углеродли ($C=7\%$) котишмаларга бўлинади. Кам углеродли, ўртача углеродли ферромарганецнинг таркибида 85% Mn (таркибида Mn микдори 75% бўлган FMn 2,0 дан ташқари). Кам углеродли ферромарганец маркасининг рақамли белгисида таркибидаги углероднинг ўртача микдори (масалан, FMn1,5 таркибида $1,5\%$ C бўлади), кўп углеродлида эса — марганецнинг ўртача микдори (масалан, FMn 75 таркибида 75% Mn бўлади) кўрсатилган бўлади. Ферромарганец маркасида A ҳарфи таркибдаги фосфор микдорининг камлигини (масалан, FMn 78A таркибида $0,05\%$ бўлади), K ҳарфи таркибдаги кремний микдорининг камлигини (кремний 1% гача), C ҳарфи таркибдаги кремний микдорининг юқорилигини ифодалайди, C ҳарфидан кейинги рақам кремний микдорини кўрсатади (масалан, FMn75AC6 таркибида 6% кремний борлигини билдиради. Феррохром (ГОСТ-4757—79) кам углеродли ($0,01-0,05\%$), ўртача углеродли ($1-4\%$ C), кўп углеродли ($6,5-8\%$) ва маркасида H ҳарф бўлса, азотланган ($1-6\%$) феррохром бўлади. Феррохромнинг барча маркаларида хром микдори $60-68\%$ бўлади. Кам углеродли, ўртача углеродли ва кўп углеродли феррохромнинг маркаларидаги рақамли белги таркибдаги C микдорини кўрсатади (масалан, FX006A таркибида $0,06\%$ C борлигини билдиради). Азотланган феррохром маркасидаги рақамли белги таркибдаги азот микдорини кўрсатади (масалан, FXH200A таркибида 2% азот бор). Феррохром таркибдаги Si микдори $0,8-2,0\%$ атрофида бўлади. Маркадаги C ҳарфи таркибда Si микдорининг кўплигини (масалан, FX800CA таркибида $5,0-10,0\%$ Si бор) билдиради. A ва B ҳарфлар таркибда P микдорининг кам ёки кўп бўлишини (A ҳарфи бўлса, таркибда P микдори $0,02-0,03\%$, B ҳарфи бўлса P микдори $0,03-0,05\%$ атрофида бўлади) кўрсатади.

Саноатда ферросилицийнинг (ГОСТ 1415—78) 11 та маркаси ишлаб чиқарилади. Ферросилиций маркасида рақамдаги белги таркибдаги силицийнинг ўртача микдо-

нинг кўрсатади (масалан, ФС45 таркибида 41 — 47% Si бор).

Ферротитан (ГОСТ 4761—80) нинг 5 та маркази ишлаб чиқарилади. TiO, Ti1, Ti2 маркази ферротитан таркибида 35% Ti, TiB, TiB1 маркази таркибда эса 60% дан зиёд бўлади.

Ферровольфрам (ГОСТ 17293—82) 6 та маркази ишлаб чиқарилади. Улар таркибида вольфрам миқдори 65 дан (ФВ 65) 80% (ВФ80а) гача. Марказидаги а харф таркибда алюминий борлигини кўрсатади.

Ферробор (ГОСТ 4848—69) 4 та маркази ишлаб чиқарилади. Улар таркибида бор миқдори 6 (ФБ3 маркази) дан 20% гача ва ундан юқори (ФБО маркази) бўлади. Турли марказидаги ферробор таркибида кремний миқдори 2 дан 15% гача, алюминий миқдори эса 3 дан 15% гача бўлади.

Ферросиликохром (ГОСТ 11861—77) 6 та маркази ишлаб чиқарилади. Уларнинг турли марказидаги хром миқдори 28% (ФСХ 48 маркази) дан 55% гача ва ундан юқори (ФСХ13) бўлади. Ферросиликохром марказидаги рақам белгиси унинг таркибидаги кремнийнинг ўртача миқдорини кўрсатади (масалан, ФСХ 33 таркибида 30—37% кремний бўлади).

Ферромolibден (ГОСТ 4759—79) таркибида 55—58% Mo бўлган учта маркази (ФМ1, ФМ2, ФМ3) ишлаб чиқарилади.

Шихтани коррективировка қилиш, чуян ва пулатни ангирлаш ва модификациялаш феррокотишмалардан фойдаланилади.

Бирламчи рангли металллар. Бу шихта материаллари ГОСТ ва ТУ га мувофиқ куймалар, кичик куймалар ва гранулалар кўринишида етказиб берилди. Улар тозалик даражасига қараб марказланади. Куйма кўринишидаги жуда тоза бирламчи алюминий (ГОСТ 11069—74) А999 (99,99% Al), техник тоза алюминий А85 ва ҳаказо АО гача марка билан (99 фоиз Al) белгиланади. Силумин ҳам бирламчи суюклантириб олинган куймалар кўринишида (ГОСТ 1571—76) етказиб берилди. Унинг таркибида 10—13% кремний бўлади. Харфлардан кейинги рақамлар аралашмалардан тозаланганлик даражасини белгилайди. Энг тозаси СИЛ-00 билан белгиланади. СИЛ-2 таркибида Fe—0,7%, Mn—0,5%, Ca—0,2%, Cu—0,3%, Zn—0,08% бўлади.

Куймалар кўринишидаги бирламчи магний (ГОСТ 804—72) ҳам тозалик даражасига қараб маркаланади — Mg96 (99,96% Mg) дан Mg 90 (99,9 фоиз Mg) гача.

Мис (ГОСТ 859—78) тайёрланиш усулига қараб маркаланади: кислородсиз тоза мис — MO O6 (99,99% Cu) оркали, кислороддан тозаланган мис — M1p (99,9% Cu), оловда тозаланган мис — M2 (99,7% Cu) ва M3 (99,5% Cu) оркали белгиланади.

Бошқа барча бирламчи рангли металллар шунга ўхшаш маркаланади. Рух (ГОСТ 3640—79); ЦВОО (99,99% Zn), ЦВО, ЦВ1, ЦВ, ЦОА, ЦО, Ц1, Ц2, Ц3 (97,5% Zn). Қалай (ГОСТ 860—75) ОВЧ-000 (99,999% Sn) дан ОЧ (96,43% Sn) гача. Кўрғошин (ГОСТ 3778—77): COOO (99,9999% Pb) дан СЗ (99,9% Pb) гача. Никель (ГОСТ 849—70): НО (99,99% Ni) дан НЧ (97,6% Ni) гача. Хром (ГОСТ 5905—79): ХОО (99% Cr): ХО, Х2, Х3 (97% Cr) ва ҳоказо.

Куйма кўринишидаги рангли котишмалар. Куйма ҳолатда тайёрланадиган алюминий котишмаларининг (ГОСТ 1583—73) 19 та маркаси ишлаб чиқарилади. А дан кейинги ҳарфлар легерловчи элементларни (К — кремний, М — мис, Н — никель, ва ҳ. к.), ҳарфлардан кейинги рақамлар бу элементларнинг ўртача микдорини ифодалайди. Масалан, АК9 таркибида 9% Si, АК21М2, 5Н25, таркибида 21% Si, 2,5% Cu ва 2,5% Ni бор.

Куйма ҳолатдаги магний котишмалари (ГОСТ 2581—78) юқоридагига ўхшаш маркаланади: М дан кейин келадиган ҳарфлар легерловчи элементларни ифодалайди (М — марганец, А — алюминий, Ц — рух, Цр — церий, Н — неодим ва ҳоказо). Масалан, МА5Ц1 марка котишма таркибида 5% Al ва 1% Zn борлигини билдиради.

Антифрикцион рух котишмалари (ГОСТ 19424—74) котишмалар қандай маркаланса, шундай маркаланади, куйма кўринишида етказиб бериладиган антифрикцион котишмалар эса Ч (чушка) ҳарфи қўшиб маркаланади. Масалан, ЦАМ9-1,5Ч (Al — 9% Cu — 1,5%).

Куйма кўринишидаги кўрғошинли (ГОСТ 614—73) ва кўрғошинсиз (ГОСТ 17328—78) бронза қуйиладиган котишманинг ўзига ўхшаш маркаланади: ҳарфлардан кейин таркибдаги элементнинг ўртача микдорини ифодаладиган рақамлар келади (А — Al, Ж — Fe, Мц — Mn, О — Sn, Ц — Zn, С — Rb, Н — Ni). Масалан, куйма кўринишидаги кўрғошинли бронза қуйидагича ифодаланади: Бр. 03Ц8СЧН1 ва ҳоказо.

ГОСТ 1020—77 да қуйма кўринишидаги жезга жезнинг ҳанси маркаси учун у ёки бу қуйма маркаси қўлланилиши аниқ кўрсатилади. Қуйма кўринишидаги жезларнинг маркисида ҳарфлар қуйидагиларни ифодалайди: С — Pb, И — Si, Мц — Mn, Ж — Fe, А — Al, О — Sn.

Темир-терсак ва рангли металллар ҳамда қотишмаларнинг чиқиндилари (ГОСТ 1639—78) у ёки бу металл асосидаги темир-терсак ва чиқиндиларга бўлинади. Физик элементларига кўра темир-терсак ва чиқиндилар классларига (А — бўлак-бўлак темир-терсак; Б — қиринди; сим ва майда темир-терсак; В — кукунсимон чиқиндилар; Г — бошқа чиқиндилар), химиявий таркиби бўйича эса гуруҳ ва маркаларга бўлинади. Гуруҳлар миқдори рангли металллар ва қотишмалар асосларига қараб ўзгаради. Сифат кўрсаткичлари бўйича темир-терсак ва чиқиндилар навларга бўлинади.

Шихта материалларининг физикавий таъсирини. Қуйиладиган қотишмаларни суюклантириб олишда фақат шихта компонентларининг химиявий таркиби эмас, балки уларнинг суюкланиш ҳароратлари, зичлиги, солиштирма сирти, тўқма зичлиги муҳим аҳамиятга эга. Тўқма зичлиги ҳақидаги маълумотлардан (6) суюклантириш печида шихта эгаллайдиган иш бўшлигининг ҳажмининг аниқлаш, юклаш қурилмаларини ҳисоблаш ва шунга ўхшашларда фойдаланилади. Шихта компонентларининг солиштирма сирти битта-иккита тартибга тафовутланиши мумкин, бу эса элементлар қуйиндисига таъсир қилиши мумкин. Қиринди ва майда темир-терсакнинг солиштирма юзаси катта, йирик бўлак-бўлак шихтанинг юзаси кичик бўлади. Шу боисдан суюклантириб олишда уларнинг оксидланишини пасайтирувчи чора-тадбирларни қўллаш зарур.

4.2. ТОШҚОЛ ҲОСИЛ ҚИЛУВЧИЛАР ВА ОКСИДЛОВЧИЛАР

Чўян ва пўлат ишлаб чиқаришда тошқол ҳосил қилувчилар сифатига қуйдирилган оҳак, оҳактош, боксит, плавик шпат, кварц куми, шамот бўлаклари, ишлатиб бўлинган чинни аралашмаси ва бошқа ашёлар ишлатилади. Оҳактош ва оҳак асосли печларда, кварц куми кислотали печларда шихта суюклантиришда асосий тошқол ҳосил қилувчи ашёлар ҳисобланади.

Боксит ва плавик шпат асосли печларда тошқолни суюклантиришда қўлланилади. Тоза ҳолда оҳактош

кальций карбонат (CaCO_3) дан иборат бўлиб, у печда киздирилганида куйидагича парчаланади: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Оҳак (CaO) тошколга ўтади, карбонат ангидрид эса металда суюқланган кремний, марганец ва углеродни оксидлаб, ис ва газ (CO) гача тикланади ва ваннадан чиқиб кетади. Флюс тарзидаги оҳактош 25 дан 200 мм гача катталиқдаги бўлақлар кўринишида етказиб берилади. Оҳактошда CaCO_3 нинг миқдори камида 97% бўлиши керак.

Оҳактош одатда печдаги уюм устига ташланади, чунки у иссиқлик ютгандан кейингина парчаланади. Суюқлангандан кейин ва суюқлантириш давомида ванна ни совитмаслик мақсадида оҳактош қўзғатилмайди, балки оҳак солинади. Оҳак очик ҳавода сакланганида $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ реакция бўйича нам ютади ва сўндирилган оҳак $\text{Ca}(\text{OH})_2$ га айланади. Оҳак таркибида камида 85—90% кальций оксид, кўпи билан 0,2% олтингугурт бўлиши ва киздирилганидаги исрофи 6% дан ошмаслиги керак. Баъзан оҳакдан фақат суюқлантириш вақтида эмас, балки оҳактошнинг парчаланишидаги иссиқлик исрофини камайтириш мақсадида ҳам, оҳактош ўрнига печдаги уюм устига ташлаб фойдаланилади.

Бокситларда одатда 25—58% гилтупрок (Al_2O_3), 6—10% кремний (IV) оксид, 0,8—3% титан (IV) оксид (TiO_2), 50% гача темир оксид (Fe_2O_3), 1% гача фосфор ва 1% гача олтингугурт бўлади.

Плавик шпат бокситга қараганда тошқолни анча яхши суялтиради, бироқ анча қамёб ва нархи қиммат. ГОСТ 7618—70 бўйича унда 75—95% кальций фторид (CaF_2), кўпи билан 10—12% кумтупрок, мос равишда кўпи билан 0,3% дан олтингугурт ва фосфор бўлиши керак.

Шамот синиклари асосан электр ёрдамида суюқлантиришда тиклаш даврида ҳаракатчан суюқ тошқол ҳосил қилиш учун ишлатилади ва у фойдаланилган шамот гиштининг бўлақларидан иборат бўлиб, тошқол ва бошқа ифолосликлардан тозаланган бўлади. Бундай шамотда тахминан 30—35% алюминий оксиди ва тахминан 60% кремний оксиди бўлади.

Кварц кумининг таркибида 90—95% кремний (IV) оксид бўлиб, асосан кислотали печларда қўлланилади. Баъзан асосли электр печларида тиклаш даврида тошқолни суялтириш мақсадида ҳам фойдаланилади. Таркибида кумтупроги камида 96% бўлган кварцит кислотали печларда ишлатилади, бўлақларининг катталиги 50 мм

речи бўлади. Кислотали ёй печларида янги кварц кумини ўшаши мақсадида унинг ўрнига ишлатиб бўлинган қолип прокатлашмасидан ҳам фойдаланилади.

Пўлат суюкклантиришда оксидловчилар сифатида тешир рудаси, куйиндилар ва соф техник кислороддан фойдаланилади. Баъзи ҳолларда темир рудаси марганец рудаси билан, кислород эса сиқилган ҳаво билан алмаштирилади.

Темир рудалари таркибида темир оксидлари миқдори кўп (камида 85%), қум туңроқ ва фосфор миқдори кам бўлиши керак.

Углеродли пўлатларни прокатлашдан чиққан куйинди таркибида темир оксидлари кўп, бекорчи қўшилмалар миқдотидан тоза хом ашёдир. Куйиндиниң камчилиги — унинг енгиллигидир, бунинг натижасида у шлак юзасида қолиб кетади.

Техник соф кислород олдиндан қуритилган бўлиши, таркибида камида 99,5% кислород бўлиши, босими 1,0—1,5 МПа бўлиши керак. Кислород ё кислород станцияси-дан қувурлар орқали ёки юкори босимли баллонларда отқазиб берилади.

Шихта ашёларни тайёрлаш. Шихта ашёлари-данги намлик тайёр пўлат таркибида водород миқдорини ошириб юбориши мумкин. Шу боисдан пўлат, айниқса сифатли пўлатни суюкклантириб олишда шихта ашёларини қуритиш ёки қиздириш зарур. Руда, боксит, плавик шпат, ферроқотишмалар мульдаларда ёки туби тешиқ кутиларда қиздирилади. Ферроқотишмалар печга ташлашдан олдин 700—800°C да қиздирилади.

Электр печларда кўп миқдорда майда тўйилган ашёлар: ферросилиций, кокс, алюминийдан фойдаланила-ди. Майдаланганидан, тўйилганидан ва эланганидан кейин бу ашёлар қуритилиши зарур. Шихта тайёрлашда энг муҳим иш уни тортишдир. Нотўғри тортиш оқибатида қолиплар яҳши тўлмаслиги ва ортикча суюқ металл ҳосил бўлиши мумкин. Шихталарни бадьяга ёки мульдага юклашда ёпик баллонлар, кутилар ва шу кабиларни юклашга руҳсат этилмайди; уларда сув бўлса, портлаш юз бериши ёки печь ўта қизиб кетиши мумкин.

4.3. УТГА ЧИДАМЛИ АШЕЛАР ВА УЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ

Ўтга чидамли ашёлар юкори ҳарорат таъсирига чидамли, суюкланиб кетмайдиган ва юмшаб кетмасдан уз оғирлигида тушган юкни кўтара оладиган ашёлардир.

Ўтга чидамли ашёларнинг ўтга чидамлилиги уларнинг стандарт намуналари ўз оғирлик кучлари таъсирида сезиларли равишда деформацияланадиган ҳарорати билан белгиланади.

Печь ички қопламларидаги ўтга чидамли ашёлар қопламадан юқорида ётган қатламларнинг массаси ва бошқа ашёларнинг массасидан тушган кучланишлар таъсирида, шунингдек, ташки ва ички қатламлар ҳароратларининг фарқи туфайли тушадиган таъсир остида бўлади. Бу шароитларда ашёлар уларнинг ўтга чидамлилигини белгилайдиган ҳароратга қараганда пастроқ ҳароратда юмшайди. Шунинг учун ўтга чидамли ашёнинг юк таъсирида юмшаш ҳароратини билиш зарур, бу юкнинг босими ГОСТга кўра 19,62 Па ни ташкил этади. Печларнинг ички қоплами икки қатламдан: иш қатлами ва иссиқлик изоляцияси қатлампидан иборат. Иш қатлами иш ҳароратида юк таъсирига бардош берадиган, ўтга чидамлилиги энг юқори ашёлардан иборат. Иссиқлик изоляцияси қатлами ўтга чидамлилиги бирмунча паст бўлган ашёлардан қилинади, у иссиқликни кўпроқ тутиб қолиш хоссасига эга бўлади. Ўтга чидамли ашёлар икки: донали буюмлар (тўғри ва шаклдор гиштлар ёки гиштан катта блоklar) ва қукун кўринишида ишлатилади.

Печь ички қопламасининг иш қатламини тайёрлашда асосий ашё асосли печларда магнезит, кислотали печларда динасдир. Асосли печларнинг деворлари ва гумбазини қоплаш учун магнезит — хромли гишт ишлатилади, у магнезит гиштга қараганда қиммат туради, бироқ иссиқбардошлиги юқори.

Печларнинг туби ва деворларини, шунингдек, тўкиш новини иссиқликдан изоляциялаш учун иссиқлик ўтқа-зувчанлиги кам, иссиқбардошлиги катта шамот гишtidан фойдаланилади. Печь иш бўшлиғидаги ҳароратга шамот гиштининг ўтга чидамлилиги етарли эмас, бироқ пўлат қовшга олингандан кейин иш бўшлиғининг ҳароратини кўтара олади. Шу сабабли ва иссиқбардошлиги яхшилиги туфайли шамот пўлат қуйиш чўмичларининг иш қатламини қоплаш ашёси сифатида ишлатилади. Шамот гишт бундан ташқари мартен печларининг пастки қисмдаги тошқол йўлланадиган қисмини ва регенераторларини қуришда ишлатилади.

Қукун тарзидаги ўтга чидамли ашёлар иссиқликдан химояловчи тўкиб ва тикиб зичлаш ёки пишириш қатламларини бажариш учун ишлатилади, улар печь

тувларининг коплашнинг муҳим қисми ҳисобланади. Хусусан шу катлам металл ва тошқолнинг бевосита кимёвий таъсирига дуч келади ва металл чикариш ҳамда совук шихта материалларини печга солишда ташлашдаги ҳароратнинг кескин ўзгариб туриши таъсирида бўлади.

Шихтани ҳисоблаш учун бошланғич маълумотлар. Шихтани ҳисоблаш солинадиган металл (шихта) массасини ва печда суюклантиришда элементларнинг куйиб кетишини ҳисобга олган ҳолда суюк металнинг қабул қилинган кимёвий таркиби бўйича шихта таркибини аниқлашдан иборат.

Печга солинадиган металл массаси куйидагилардан иборат: белгиланган даврда цех чикарадиган ярокли куймалар массаси; корхонанинг ўзидан қайтган масса; қайтмасиз исрофлар массаси (элементларнинг куйиб кетиши); куйиш вақтида исроф бўлган металл (сачраб тушган, тўкилган, чайқалиб оқиб тушган).

Қайтган масса куйиш бўғзи массаси ва куйиш цехида ҳамда механик ишлов беришда аниқланган яроксиз куймалар йиғиндисидан иборат бўлади. Вагранкада чўян суюклантиришда қайтмайдиган исрофлар умумий металл массасининг 4—5% га тенг қилиб олинади.

Шихтани ҳисоблаш усуллари. Масалан, чўяни суюкланишида уни белгиланган кимёвий таркиби бўйича шихтанинг ўртача кимёвий таркиби аниқланади. Бунинг учун суюклантириш вақтида шихта компонентларининг кимёвий таркиби қандай ўзгаришини билиш керак. Айрим элементларнинг куйиндига чиқиши кўпгина омилларга боғлиқ бўлганлиги ва суюклантиришнинг турли шароитлари учун маълум чегараларда ўзгарганлиги туфайли уларни ҳар қайси ҳол учун тажриба йўли билан аниқлаш зарур. Дастлаб шихта айна элементнинг куйиндига чиқишининг ўртача қиймати билан ҳисобланади, сўнгра суюклантириш натижалари бўйича айна суюклантириш агрегатининг куйиндига чикарилиши фоиз ҳисобида аниқланади.

Шихтадаги углерод микдорини куйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин:

$$C_{\text{шх}} = C_c - \delta K / 100, \quad (4.1)$$

бу ерда C_c — суюк металдаги углерод микдори, %; δ — шихтадаги пулат углеродининг микдори, %; K — углеродланиш даражаси, салт калоша учун $K=1,7$; горн учун $K=0,4$.

Шихтадаги Si, Mn Cr ва суюклантиришда куйиб кетадиган бошка элементларнинг микдорини куйидаги формула билан ҳисоблаш мумкин:

$$\mathcal{E}_{\text{шх}} = \mathcal{E}_c \cdot 100 (100 - \mathcal{Y}), \quad (4.2)$$

бу ерда $\mathcal{E}_{\text{шх}}$ — шихтадаги элемент микдори, %; $\mathcal{E}_c$ — суюк металдаги элемент микдори, %; $\mathcal{Y}$ — айна элементдан ажралган куйинди, %.

Суюк металдаги олтигугурт микдори:

$$S_c = 0,75 S_{\text{шх}} + 0,003 p S_k \quad (4.3)$$

бу ерда 0,75 — металл шихтанинг 25 % ини куйиндига чикишини ҳисобга олувчи коэффициент; $S_{\text{шх}}$ — шихтадаги олтигугурт микдори, % 0,003 — коксдан 30% S нинг куйиндига чикишини ҳисобга олувчи коэффициент; p — печга ташланадиган металнинг массасига қараб кокс сарфи, %; S_k — коксдаги олтигугурт микдори, %.

Ушбу формуладан металл шихта таркибида мумкин бўлган олтигугурт микдорини аниқлаш мумкин:

$$S_{\text{шх}} = 1,33 S_c - 0,004 p S_k \quad (4.4)$$

Печга солинадиган металнинг ўртача кимёвий таркибини аниқлагач, шихтани ташкил этувчи элементларни аналитик, графит ва танлаш усуллари билан ҳисоблашга ўтиш мумкин.

Аналитик усул тенгламалар системасини тузиш ва ҳал этишдан иборат. Бунинг учун шихтанинг номаълум компонентлари A , B , C га кийматлар берилади. Уч номаълумли учта тенглама тузамиз (шихтанинг номаълум компонентлари нечта бўлса, шунча тенглама тузилади), улар ўрнига қўйиш, кейин ўзгартириш йўли билан ечилади. Натижада битта номаълумли битта тенглама ҳосил бўлади. Бу тенгламани ечиб, номаълум компонентни топамиз, кейин иккинчи ва учинчи компонентларни аниқлаймиз.

Мисол. Куймада 2,2% Si ва 0,8% Mn бўлиши керак. Айна вагранка учун кремнийнинг куйишини 10% га, марганецникини 15% га тенг қилиб оламиз. Шихтадаги кремний микдори:

$$Si_{\text{шх}} = 2,2 \cdot 100 : (100 - 10) = 2,44\%.$$

Марганец микдори:

$$Mn_{\text{шх}} = 0,8 \cdot 100 : (100 - 15) = 0,84\%.$$

Ҳисоблашни мана шу икки элемент бўйича олиб бирамиз: шихта омборида қуйидаги шихта ашёлари бор, деф фариз қилайлик: ЛК маркали чўян қуймаси II гуруҳга юк бўлиб, таркибида 3,5% $S_{\text{п}}$ ва 0,8% Mn бор (бу чўянинг шихтадаги микдорини А ҳарф билан белгилаймиз); таркибида 3,0% Si , 0,5% Mn бўлган машина темир-терсагини В ҳарфи билан белгилаймиз; ЛК6 маркали чўян қуймаси III гуруҳга хос бўлиб, таркибида 1,5% Si ва 1,5% Mn бор (шихтадаги ЛК6 микдорини В ҳарфи билан белгилаймиз); ишлаб чиқаришдаги қайтган металл печга тинчланадиган металл массасининг 35% ини ташкил этади, унинг қимёвий таркиби ҳам суюк чўяндаги қабидир (2,2% Si ва 0,8% Mn).

Учта тенглама тузамиз. Тушунарли бўлиши учун ҳисоблашни 100 кг шихта учун олиб борамиз. Биринчи тенглама — барча ашёларнинг жами микдори:

$$A + B + B + 35 = 100.$$

Иккинчи тенглама — барча ашёлар билан шихта таркибидаги кремний бўйича баланс: $A \cdot 3,5 : 100 + B \cdot 3,0 : 100 + B \cdot 1,5 : 100 + 35 \cdot 2,2 : 100 = 100 \cdot 2,24 : 100$.

Учинчи тенглама — барча ашёлар билан шихтага қирадиган марганец бўйича баланс: $A \cdot 0,8 : 100 + B \cdot 0,5 : 100 + B \cdot 1,5 : 100 + 35 \cdot 0,8 : 100 = 100 \cdot 0,94 : 100$.

Бу учта тенгламани ечиб битта қошошдаги шихта микдори 100 кг бўлган А (ЛК1) чўян 22,5 кг; машина темир-терсаги В 14,5 кг, В (ЛК6) чўян 28 кг, ишлаб чиқариш цехи қайтимлари 35 кг — жами 100 кг эканини аниқлаймиз.

Суюк чўянда 3,5% C ; 0,8% Mn ; 2,2% Si ; 0,2% P ; 0,1% S бўлиши керак. Шихтадаги углерод ва олтингургурт микдорини аниқлаймиз.

Шихта таркибида пўлат темир-терсаги бўлмаганлиги учун

$$C_{\text{ш}} = C_0, \text{ яъни } C_{\text{ш}} = 3,5\%.$$

Коксинг маркаси ва унинг сарфи маълум бўлса, шихта таркибида йўл қўйиладиган олтингургурт микдорини топиш мумкин. Масалан, коксинг маркаси КЛ-3 бўлиб, унинг таркибида 1,3 % S бор, унинг сарфи 10%, у ҳолда $S_{\text{ш}} = 1,33 \cdot 0,1 - 0,004 \cdot 10 \cdot 1,3 = 0,08\%$.

Шундай қилиб, шихтадаги углерод ва олтингургуртнинг йўл қўйиладиган микдорини билган ҳолда, бу элементлардан қанча микдорда шихта компонентларига киришини аниқлаш ва зарур бўлганда шихта таркибини

кайта ҳисоблаш мумкин. Шихта микдорини график тарзда ҳисоблаш геометрия коидаларига асосланган.

Аналитик усулда ечиб кўрган мисолимизни уч бурчаклар усули билан ечиб кўрамиз. Шихтани ташкил этган *A, B, B* компонентларнинг массасини аниқлаймиз. Бунинг учун координаталарнинг тўғри бурчакли системасини оламиз, горизонтал ўқ бўйича битта компонентнинг, масалан, кремнийнинг, вертикал ўқ бўйича эса бошқил элементнинг — марганецнинг микдорини кўямиз. Координаталарнинг айни системасида *A, B, B* компонентларда кремний ва марганец микдорига мос нукталарни белгилаймиз (22-расм). Бу нукталарни тўғри чизиклар билан бирлаштирсак, учбурчак ҳосил бўлади. Қайтимсиз чўян шихтасидаги кремний ва марганец микдори куйидаги тенгламалардан аниқланади: $(100-35) \text{Si}\% = 100 \cdot 2,44 - 35 \cdot 2,2$ ва $(100-35) \text{Mn}\% = 100 \cdot 0,98 - 35 \cdot 0,8$ $\text{Si} = 2,54\%$ ва $\text{Mn} = 1,08\%$ ҳосил бўлади. Буларни координаталар ўкига қўйиб, *O* нуктани оламиз. Агар бу нукта *ABV* учбурчакнинг юзига тушиб қолса, у ҳолда бу чўянлардан шихта тузиш мумкин. Агар нукта учбурчакдан ташқарида ётса, айни компонентлардан шихта тузиб бўлмайди. *O* нукта орқали *ABV* учбурчакнинг учига учбурчакнинг қарама-қарши томонлари билан кесишгунча тўғри чизиклар ўтказсак, *AOa, BOб, BOв* чизикларини ҳосил қиламиз. Сўнгра исталган узунликдаги *MH* чизикни ўтказамиз ва уни чўянларнинг танланган учта нави умумий шихтанинг неча фоизини ташкил этса, шунча қисмга бўламиз (бизнинг мисолда 65%). *MH* тўғри чизикнинг учларидан исталган бурчак остида иккита *MX* ва *HY* параллел тўғри чизикларни ўтказамиз. *MX* параллелда *M* нуктадан бошлаб *Oa, Ob, Ov* масофаларни, *HY* параллелга *H* нуктадан бошлаб *OA, OB, OV* масофаларни ўлчаб кўямиз. *MX* тўғри чизикда *a, б, в; HY* тўғри чизикда эса *A, B, B* нукталарни ҳосил қиламиз. Нукталар *A* ва *a, B* ни ҳамда *б, B* ва *в* ларини тўғри чизиклар билан туташтирамиз. *Aa* тўғри чизикнинг *MH* тўғри чизик билан кесишган нуктаси *A* чўянининг шихтадаги улушини; *Bб* тўғри чизикнинг *MH* тўғри чизик билан кесишган нуктаси *B* чўянининг улушини; *Bв* тўғри чизикнинг *MH* билан кесишган нуктаси *B* чўянининг улушини билдиради. *A* чўянининг улуши 22,5% ни, *B* чўяниники 14,5% ни, *B* чўяниники 28% ни ташкил этади. Уларнинг йиғиндиси 65% ни ташкил этади. 35% эса ишлаб чиқариш қайтимига тўғри келади.

Танлаш йўли билан шихта қуйидагича ҳисобланади. Тақриба маълумотлари ва шихта ашёлари сарфининг метрларига кўра шихта компонентларининг нави танлашда ва уларнинг миқдори белгиланади. Сўнгра алмаштириш қондасига кўра асосий элементлар (углерод, кремний, марганец, олтингугурт, фосфор) нинг шихтадаги ва суюқ металлдаги миқдори суюклантиришда айна элементнинг афёнидига чиқишини ҳисобга олган ҳолда текширилади. Агар ҳисоблаш натижасида суюқ металлнинг кимёвий таркиби белгиланганидан анча фарк қилса, ҳисоблаш афётидан бажарилади: шихтанинг бошка компонентлари танланиб, уларнинг нисбатлари ўзгартирилади. Агар суюқ металлнинг нави белгиланганига яқин бўлса, ҳисоблиш ўзгартирилмайди, суюқ металлнинг кимёвий таркибини нормага етказиш учун шахтага ёки қовшга қўшиладиган ферроқотишмаларнинг зарур миқдори ҳисобланади.

Шихтани ЭХМ ёрдамида ҳисоблаш. Шихтани аналитик йўл билан ҳисоблаш етарлича аниқ, бироқ турта ва ундан ортиқ компонентлари бўлганида бу усул жуда кўп меҳнат талаб этади, яъни шихтада қанча номатълум компонент бўлса, шунча тенглама тузиш ва биргаликда ечиш талаб этилади. Танлаш усулида эса бир оз камроқ меҳнат сарфланади, бироқ шихта қийматини оптималлаштириш масаласи ҳал этилмайди, шунинг учун илгор заводларда шихта ЭХМ ёрдамида ҳисобланади. Бу пелча солинадиган металлнинг оптимал таркибини аниқлашга ва унинг энг кам таннарҳини тез топишга имқон беради.

4.4. ШИХТА ТАРКИБИНИ ҲИСОБЛАШ

Шихта таркиби суюклантириб олинадиган қотишманинг талаб этиладиган кимиявий таркиби ва мавжуд шихта материалларига асослаб ҳисобланади. Умумий ҳолда шихта компонентларининг турлари, шу жумладан шихта материалларига асослаб ЭХМ ёрдамида ҳисобланади. Умумий ҳолда шихта компонентларининг турлари, шу жумладан шихта материалларининг n_i тури мавжуд. Шихта компонентларининг ҳар қайсисида таркибида i -нчи элементнинг маълум концентрацияси K_i яъни i -нчи элементнинг кўпчилиқ концентрациялари бўлади:

$$M_{ki} = \{K_{i(1)}, \dots, K_{i(ni)}\}. \quad (4.5)$$

Бундай кўпчилиқлар сони ҳисоб элементлар сони p га тенг. Шихтани ҳисоблашдан мақсад унинг компонентларидан ҳар бирининг масса улушини аниқлашдир, яъни $X_1, X_2,$

... X_{1r}

Суюклантириш жараёнида элемент концентрациясининг ўзгариши туфайли (куйинди ёки қирмоч содир бўлади) шихта таркибини ҳисоблашнинг биринчи босқичи суюқ қотишманинг талаб этилган таркибига асосланиб шихтанинг ўртача химиявий таркибини аниқлашдан иборат. Агар куйинди тажриба маълумотларига кўра ўртача статик қиймат каби қабул қилинадиган бўлса, у ҳолда ҳисоблаш қуйидаги формулага биноан бажарилади

$$K_{i(w)} = K_{i(c)} \frac{100}{100 \pm Y_i} \quad (4.6)$$

бу ерда $K_{i(w)}$ — шихтадаги i -нчи элементнинг ўртача микдори, массасига кўра % ҳисобида; $K_{i(c)}$ — суюқ қотишмада i -нчи элементнинг зарур бўлган микдори % Y_i — суюклантириш вақтида i -нчи элементнинг куйиндиси (—), қирмочи (+), дастлабки микдоридан % ҳисобида.

Сўнгра шихтанинг ўртача таркиби бўйича унинг $X_1, \dots, X_n$ лардан ташкил топган компонентларининг масса улуши ҳисоблаб топилади. Бу ҳисобни ўртача метод — график аналитик ва танлаш ёрдамида бажариш мумкин. Ўртача методнинг барчаси чизикли тенгламалар системасини ечиш йўли билан ҳисобланади:

$$\left. \begin{aligned} X_1 K_{i(1)} + X_2 K_{i(2)} + \dots + X_n K_{i(n)} &= K_{i(w)} \\ X_1 K_{p(1)} + X_2 K_{p(2)} + \dots + X_n K_{p(n)} &= K_{p(w)} \\ X_1 + X_2 + \dots + X_n &= 1. \end{aligned} \right\} \quad (4.7)$$

Шихта таркибини ҳисоблашда амалда кўпинча танлаш методидан фойдаланилади. Бунда компонентларнинг масса улуши одатда процентларда ифодаланади, масаланинг ечилиши эса жадвал кўринишида бажарилади.

Юқоридаги системанинг ечимини ЭХМ ёрдамида осонгина бажариш мумкин. Бунда шихта таркибини чизикли программалаш методидан фойдаланиб уни оптималлаш билан биргаликда бажариш мумкин. Бунинг учун система қатор чекланишлар билан тўлдирилади, система тенгламаларидан ҳар қайсиси эса мазкур элементнинг шихтадаги юқориги $K_{i(w)}^0$ ва пастки $K_{i(w)}^n$ микдори чегараларини ифодаловчи иккита тенгсизлик кўринишида тасаввур этилади:

$$\left. \begin{aligned} X_1 K_{i(1)} + X_2 K_{i(2)} + \dots + X_n K_{i(n)} &\leq K_{i(w)}^0 \\ X_1 K_{i(1)} + X_2 K_{i(2)} + \dots + X_n K_{i(n)} &\geq K_{i(w)}^n \end{aligned} \right\} \quad (4.8)$$

Оптималлаш критерийси қилиб одатда шихта нархи қабулланади. Унда оптималлаш масаласи функционал минимумни топишдан иборат бўлади:

$$Z_{\min} = \sum_i^n X_j C_j \quad (4.9)$$

бу ерда C_j — шихта j -нчи компонентининг нархи;

X_j — шихтадаги j -нчи компонентнинг миқдори.

Агар шихта турли компонентларининг элементлари куйиндиси бир-биридан жиддий равишда фарқ қилса, шихтани ҳисоблаш ўртача куйиндилар бўйича эмас, балки компонентлардан ҳар бири учун уларнинг аниқ қийматлари бўйича бажарилади. Бунда шихтадаги элементнинг қайтарилган миқдори аниқланади:

$$K_{i(j)}^{\text{кр}} = K_{i(j)} \frac{100 - y_i}{100} \quad (4.10)$$

Аниқланган қийматдан (4.2) ва (4.3) системаларда K ўрнида фойдаланилади. Чизикли программалаш масаласини симплекс-методи воситасида ечиш программаси аниқ масалани ечишга татбиқан тузилади.

Шихта таркибини компонентлардан ҳар қайсини ўз таркибига эгаллигини ҳисобга олиб қотишма таркибига айлантириш суюклантириш функцияси ҳисобланади. Турли суюклантириш шароитларида у ёки бу элементлар битта фазалар ва компонентлардан бошқасига ўтади. Бунда массанинг сақланиш қонунига риоя қилинади ва бу қонун асосида материал ҳамда иссиқлик баланслари ҳисобланади.

4.5. МАТЕРИАЛ ВА ИССИҚЛИК БАЛАНСЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ПРИНЦИПЛАРИ

Материал балансини ҳисоблаш учун суюклантирувчи печга солинадиган металл материалларнинг массаси ва кимёвий таркибини билиш зарур: шихта билан бирга тушган кум ва оксидлар, флюслар, қаттиқ ёқилғи, суюклантиришга қадар ва ундан кейинги ўтга чидамли копланлар, печга кирган газлар, печдан чиқиб кетган газлар, суюқ қотишма ва суюқ тошқол.

Барча ташкил этувчиларнинг кимёвий таркиби одатда маълум бўлади, лекин уларнинг массасини (қирим ва чиқим моддалари бўйича) эса ҳар доим ҳам аниқлаб

бўлмайди. Масалан, шихта билан бирга тушадиган кум ва оксид массаси, суюқ тошқол миқдори, суюқланган ўтга чидамли қоплам, массаси ва ҳоказоларни аниқлаш қийин бўлади. Бундай вазиятларда ҳисоблашнинг билвосита методларидан фойдаланилади. Масалан, электр печда суюқлантирганда тошқол массасини аниқлаб бўлмайди, лекин унинг кимёвий таркиби маълум. Бундай ҳолда металлдан тошқолга ўтадиган элемент бўйича хусусий баланс бажариш мақсадга мувофиқ бўлади.

Шихтадаги i -нчи элементнинг массаси куйидаги формуладан аниқланади

$$M_{i(w)} = K_{i(w)} \frac{M_w}{100}, \quad (4.11)$$

бу ерда M_w — шихтанинг умумий массаси.

Шу элемент ўзининг суюқ қотишмадаги массаси куйидаги формуладан аниқланади

$$M_{i(c)} = K_{i(c)} \cdot \frac{K_c}{100}. \quad (4.12)$$

Тошқолга ўтган i -чи элемент миқдори куйидаги формуладан аниқланади

$$\Delta M_i = M_{i(w)} - M_{i(c)}. \quad (4.13)$$

Тошқолдаги оксидлар массаси куйидаги формуладан аниқланади

$$M_{i(\text{MeO})} = \frac{\Delta M_i M_{\text{MeO}}}{A_{\text{Me}}}, \quad (4.14)$$

бу ерда $M_{i(\text{MeO})}$ — MeO оксиднинг молекуляр массаси
 A_{Me} — Me нинг атом массаси.

Бошқа томондан олганда $M_{i(\text{MeO})} = K_{i(\text{MeO})} \frac{M_w}{100}$,

бу ерда $K_{i(\text{MeO})}$ — тошқолдаги MeO миқдори.
 Бундан тошқол массасини аниқлаш мумкин:

$$M = \frac{M_{i(\text{MeO})} \cdot 100}{K_{i(\text{MeO})}} = \frac{\Delta M_i M_{\text{MeO}} \cdot 100}{K_{i(\text{MeO})} \cdot A_{\text{Me}}}. \quad (4.15)$$

Хусусий баланслар методидан ташқари пропорция методидан фойдаланиш мумкин. Бу методдан Л. М. Мариненбах қайтмага ва футеровкага эриган сиртига ёпишиб

қийин кум билан киритиладиган оксидлар массасини яқинлаштириш учун фойдаланган. Бу материалларда нисбатлар Al_2O_3 , SiO_2 нинг турлича бўлиши асосида иккита номаълумли иккита тенглама тузиш ва уларни ечиш қийин эмас.

4.6. ЧҲҲН СУЮҚЛАНТИРИШНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

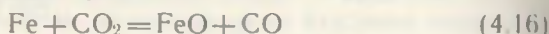
Вагранкаларда исталган суюклантириш жараёнига хос бўлган операция тегишли зоналарда амалга оширилади. Киздириш зонасида кизиган газлар металлни киздиради. Бунда металл газ фазаси билан ўзаро таъсир қилади, бунинг натижасида металл оксидланади; кокс кизиб учувчан моддаларини йўқотади ва хоказо. Суюклантириш операцияси металлни қаттиқ ҳолатдан суюқ ҳолатга ўтиши ва бу зонада мураккаб ўзаро таъсир кўрсатиши билан характерланади. Ўта кизиш зонасида суюқ металл на ҳосил бўладиган суюқ тошқол бир-бири билан, шунингдек газ фазаси, кокс ҳамда печь ички копламаси билан реакцияга киришади. Ва, ниҳоят, тўпланиш зонасида суюқ металл тошқол ва кокс билан реакцияга киришади.

ЧҲҲН электр печларда суюклантирилганда жараён иккита асосий даврга бўлинади: киздириш — суюклантириш ва ўта киздириш, тобига етказиш. Печь юклангандан кейин бир йўла амалга ошириладиган киздириш ва суюклантириш операциялари содир бўлади. Шихта одатда олдинги суюклантириш жараёнидан қолган суюқ металл қолдигига солинади, шунинг учун ҳам кизиш ва суюклантириш суюқ металлнинг қаттиқ металл билан ўзаро таъсирини боғлиқ. Бунда иштирок этган газ фазаси металлни оксидлайди. Ўта киздириш даврида барча металл суюқ ҳолатда бўлади ҳамда печнинг тошқоли ва ички копламаси билан ўзаро таъсир қилади. Жараён охирида суюқ қотишма ҳосил бўлади.

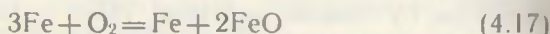
Суюклантириш жараёнида фазаларнинг бир-бирига таъсири натижасида чҲҲНнинг кимёвий таркиби шаклланади. Кимёвий таркибнинг шаклланишига фазаларнинг ўзаро таъсирининг қуйидаги турлари таъсир кўрсатади: қаттиқ металлнинг газ фазаси билан оксидланиши, суюқ металлнинг газ фазаси билан оксидланиши, металлнинг тошқол билан оксидланиши, элементларни кокс ёки карбюризатор углероди воситасида тиклаш, углероднинг эриши, чҲҲН битта элементини бошқаси билан тиклаш.

Натижада ҳар қайси зона ёки давр учун қотишми кимёвий таркибининг ўзгаришини характерловчи кўриниш диган жами масса узатиш коэффициентини топиш мумкин. Унинг қийматига суюклантиришдаги термодинамик шароитлар (атмосфера, тошқол таркиби ва суюклантиришнинг аниқ методини амалга оширишга боғлиқ бўлган жараёнларнинг содир бўлиш механизми) таъсир этади.

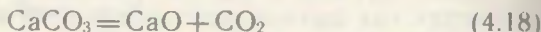
Биринчи зонада қаттиқ шихта материаллари газ фазаси билан реакцияга киришади. Бунда атмосфера темирга таъсир этиб уни оксидлайди:



Шихта металл бўлакчаларининг сиртида чўяннинг бошқа элементлари ҳам оксидланиши мумкин. Бундан ташқари металл газдаги олтингугурт билан тўйиниши мумкин:

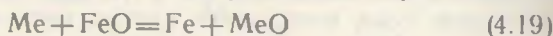


Бу зонада оҳактош қуйидаги реакция бўйича парчаланади



Бунда ёқилғи намлиги ва учувчан моддаларини йўқотади.

Иккинчи зонада (суюкланиш) шихтанинг металл компонентлари суюкланади ва оксидланиш, олтингугуртга тўйиниш ҳамда углеродсизланиш жараёнлари биринчи зонага қараганда анча жадал содир бўлади. Бунда темир (II) оксиди FeO элементларининг иккиламчи оксидланиш реакцияси содир бўлади. Темир (II) оксиди суюкланган металл билан биргаликда оқиб қуйидаги типдаги реакциялар бўйича Si, Mn ва C билан реакцияга киришади:



Учинчи зонада (ўта қизиш зонаси) суюқ металл кокс бўлакчалари бўйлаб томчилар ва оқимлар кўринишида оқиб тушади ҳамда ўта қизийди. Натижада углеродланиш, шунингдек C ва S ларнинг эриб коксдан ажралиш ҳамда элементларнинг қуйидаги типдаги реакция бўйича тикланиш жараёнлари бошланади:



Бу зонада тошқол ҳосил бўла бошлайди.

Эркин кислород борлиги туфайли $\text{Me} + 1/2\text{O}_2 = \text{MeO}$ типдаги реакция бўйича фурмлар зонасида элементлар жадал оксидланиши мумкин. Биринчи навбатда темир оксидланади. Бунда темир (II) оксиди Si, Mn, C ларни

шайдадан. Металл томчилари кокс билан контактлашганда юқоридаги (4.20) типдаги реакция бўйича элементлар кизгин углеводородлар ва тикланади. Бундан кейин тошқол ҳосил бўлиши тугайди.

Гуртнинг зонада (тўпланиш зонаси) металл ва тошқол бир-бири билан қўшилибди. Металл горида тўпланади ва кокс билан контактлашиб коксдаги углеводород ҳамда олтингургуртнинг кристалли. Вагранкалардан олинган чуян таркибида С ва H_2 микдори орттирок бўлади.

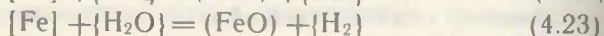
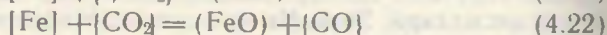
Барча физик-кимёвий жараёнлар натижасида шихтадаги дастлабки микдорига караганда 15—25% Si ва 25—30% Mn қуяди. Натижада углеводород ва олтингургурт микдори ортади. Темир микдори ҳам бир оз камаяди. Унинг оксидлари, Si ва Mn оксидлари, ёқилги кули ҳамда қўйилманинг суюқланган сирти вагранка тошқолини ташкил этади.

4.7. ПУЛАТ СУЮҚЛАНТИРИШНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

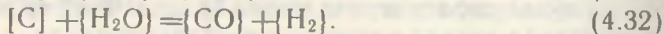
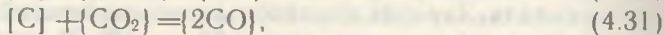
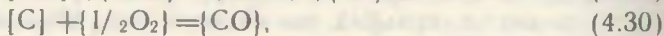
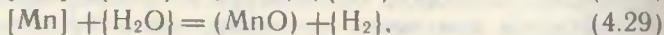
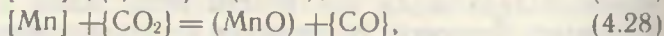
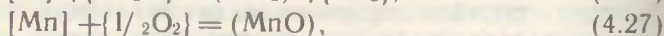
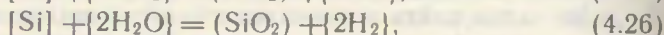
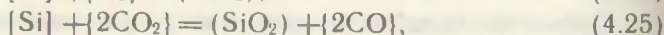
Қўйманинг талаб этилган хоссалари уни металлургияда кейинчалик қайта ишланмаслигини таъминлаши зарур бўлгани туфайли қўймакорликда таркибида зарарли аралашмалари жуда кам бўлган пўлат олиш айниқса муҳимдир. Кислород, олтингургурт ва фосфор микдорини кимайтириш ҳам жуда муҳимдир, чунки бу элементлар пўлатда оксид, сульфид ва оксисульфид қўшилмалари ҳосил қилади. Зарарли аралашмалар микдори канчалик оз бўлса пўлат сифати шунча юқори бўлади. Фосфор микдори кимайганда металл матрицаси мустаҳкамланади, олтингургурт микдори 0,03 дан 0,01% гача кимайганда эса пўлатнинг зарбий қовушоклиги 2—3 марта ортади.

Тайёрланган пўлат суюқлантириш печига шихта солинади, сўнг у киздирилади ва суюқлантирилади, натижада суюқ металл ҳамда тошқол ҳосил бўлади. Бундан кейин суюқ металл тошқол остида ишланади ва бу тошқол чиқариб ташланади, ундан сўнг намуна олинади ва пўлат талаб этилган таркибгача етказилади. Етказиш вақтида масалан, зарарли аралашмаларни чиқариб юбориш мақсадида янги тошқол ҳосил қилиш мумкин. Барча ҳолларда яқунловчи босқичда пўлат оксидсизлантирилади. Юқори сифатли пўлат олиш учун улар металл силицидлари билан модификацияланса мақсадга мувофиқ бўлади.

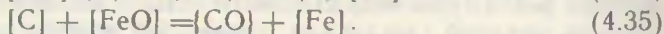
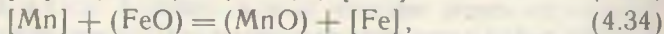
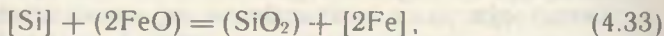
Пулат таркибининг шаклланиши суюклантираётганда фазаларнинг ўзаро таъсири натижасида содир бўлади. Ҳар қайси даврни алоҳида-алоҳида кўриб чиқамиз. Пулатни суюклантириш учун шихта таркибида кўп микдорда пулат парчалари бўлади. Машинасозлик корхоналарида 1 т ярокли пулат кўймаларга тахминан 150 кг қайта ишланувчи чуян сарфланади. Пулат парчаси киздириш вақтидаёқ оксидлана бошлайди, чунки металл билан ўзаро таъсир қиладиган печь атмосферасининг таркибида биринчи навбатда темирни оксидловчи газлар — оксидлагичлар O_2 , CO_2 ва H_2O бўлади:



Газ фазаси металл билан ўзаро таъсир қилганда бошқа элементлар ҳам оксидланади:



Темирга нисбатан кислородга яқин бўлган элементлар темир (II) оксиди билан оксидланади:

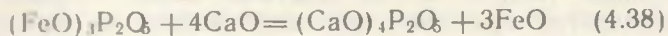
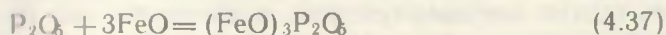


Юқоридаги реакциялар факат асосий элементлар учун келтирилган. Исталган элементнинг оксидланиши термодинамик жиҳатдан мумкин бўлса, уни юқоридагига ўхшаш тавсифлаш мумкин. Оксидланиш даври шлакнинг юксак оксидланиш хоссалари билан характерланади. (4.23) — (4.25) реакциялар жуда жадал ўтади. Оксидлаш даври тугагандан сўнг ва айниқса тиклаш жараёнларини

Температура (масалан, ок ёки карбидли тошқол остида) таъсирининг термодинамикаси кескин ўзгаради. Пулат суюк-
лаштиришнинг принципиал тафовути худди шундан иборат.

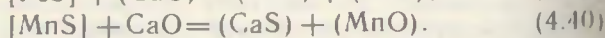
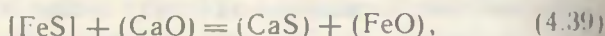
Пулат суюкклантириш агрегатининг тури ва шихта таърибига қараб (4.21) — (4.35) реакциялар турли актив-
лик даражасига эга бўлади. Масалан, конвертор процесси
учун (4.21), (4.24), (4.28), (4.30) реакциялар характерли-
дир. Мартен печида (4.22) ва (4.23) реакциялар анча
актив содир бўлади, чунки печь атмосферасининг таркиби-
да CO_2 ва H_2O (газ ёки мазут углеводородлари ёниб шу
газларни ҳосил қилади) кўп бўлади. Элементларни темир
(II) оксиди билан оксидланиш (4.33) — (4.35) реакцияла-
ри металл оксид қатлами билан қопланаётгандагина
ришланади. Бу реакциялар ўта кизиш даври ва
металлни оксидловчи тошқол остида ниҳоясига етказиш
учун характерлидир.

Умумий физик-химиявий қонуниятларга мувофиқ
оксидловчи шлак остида (4.33) ва (4.34) реакциялар
бўйича Si ва Mn лар анча актив куяди, сўнгра (4.35) ре-
акция бўйича ванининг CO пуфакчаларининг ажралиб
чиқиши ҳисобига қайнаши бошланади. Агар ванининг
қайнаши учун олдин ҳосил бўлган FeO етарли бўлмаса,
у ҳолда печга темир руда киритилади. Пулат суюккланти-
риш жараёнининг хилига қараб (4.33) — (4.35) реакция-
лар ёхуд аралашмаларни тула оксидланишигача еткази-
лади ёхуд қандайдир босқичда тўхтатилади. Асосий
жараёнда оксидловчи тошқол остида фосфор чиқариб
ташланади, бунинг учун FeO ва CaO лар бўлиши зарур:



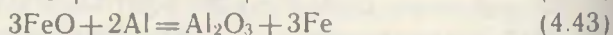
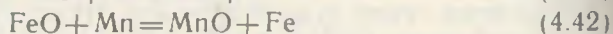
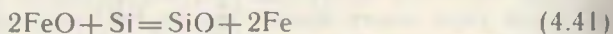
Фосфордан муваффақиятли тозалаш учун юкори
ҳарорат талаб қилинмайди. Пулатни оксидловчи тошқол
остида ишлаш тугагандан сўнг бу тошқол насос билан
чиқариб ташланади. Печда металлнинг ўта қиздирилиши
ни ниҳоясига етказилиши берилган кимёвий таркибдаги
пулат олншига ёрдам берадиган махсус ҳосил қилинадиган
циклончи тошқоллар ҳамда феррокотишмалар иштирокида
амалга оширилади. Олтингугуртни чиқариб ташлаш учун
юкори асосли, яъни таркибида CaO кўп миқдорда бўлган

тошқол ҳосил қилинади. Бунда сульфидлар кўринишида бўлган олтингургурт тошқолга чиқариб юборилади:



Олтингургуртни анча тўла чиқариб ташлаш учун тошқол таркибидаги CaO нинг миқдори анча юқори бўлиши ва юқори ҳарорат талаб этилади. Бунда тошқол орқали металлни оксидсизлантириш мумкин. Бунинг учун Si ва C лар киритиш зарур, улар темир (II) оксиди билан ўзаро реакцияга кириб (4.33) ва (4.35) реакциялар унинг тошқолдаги миқдорини кескин камайтиради ҳамда тақсимланиш мувозанатни $[\text{FeO}] = (\text{FeO})$ ўнгга силжитади, яъни темир (II) оксидининг металлдан тошқолга ўтишига ёрдам беради.

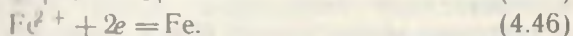
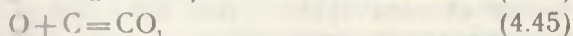
Металлни тошқол остида ишлаш тугагандан сўнг тошқол насос билан сўриб олинади, бундан сўнг пўлат печдан чиқарилади. Пўлат чиқарилаётган вақтда турли оксидсизлантиргичлардан фойдаланиб у оксидсизлантирилади. Оксидсизлантиргичлар таркибида Si , Mn ва Al бўлади. Бунда куйидаги реакциялар содир бўлади:



Элемент — оксидлантиргич $[\text{Э}]$ миқдори билан қолдиқ кислород $[\text{O}]$ орасида алоқа бўлади, у элементларнинг оксидсизлантириш қобилияти деб шарҳланади.

Пўлатни суюклантиришда содир бўладиган жараёнлар механизми даставвал кислородни газ фазасидан ва тошқолни металлга узатилиши билан боғлиқ. Оксидланишда тошқол ҳосил қилувчи бирикмаларни ҳосил қиладиган кремний, марганец, фосфор ва бошқа элементлар ажралиш сиртида содир бўладиган реакциялар бўйича оксидланади. Углерод бутун ҳажм бўйлаб оксидланиши мумкин. Профессор С. И. Филипов критик концентрациялар назариясини яратган. Масалан, $[\text{C}] > [\text{C}_{\text{кр}}]$ да жараён оксидлагични углеродни сиртий оксидланиши диффузияси билан лимитланади. $[\text{C}] < [\text{C}_{\text{кр}}]$ да углероднинг ҳажмий оксидланиши кузатилади. Бу ҳолда CO пуфакчаларни металл — футеровка (коплама) чегарасида вужудга келиши эҳтимоли ҳаммадан кўп. Қайнаш механизми бирор суюклик қайнатиладиган идиш деворла-

булар бул нуфактларининг вужудга келишига ўхшашдир. Темір (II) оксиди иста-секин тошқолдан ишлаб чиқарилади. Темір (II) оксиди металл — тошқол ажралиш чегарасида элементларини оксидланишига сарфланади ва тошқол таъсирчилан юзасида ўзи оксидланади. Агар тошқол ички ковушқоқлик ва паст ҳароратга эга бўлса, у ҳолда оксидланиш механизми FeO ни қуйидаги схема бўйича ишлаб чиқилишида тўла туташиши мумкин:



Шундай қилиб, оксидланиш жараёнлари муваффақиятдан ўтгани учун тошқолнинг ҳарорати ва ковушқоқлиги ва ундаги FeO микдори юқори даражада сақланиб турилиши керак.

Кейинги вақтларда пўлатни десульфурациялашни амалдаштириш мақсадида уни махсус яратиладиган тошқол остида ишлаш ҳамда унинг сифатини яхшилаш операцияларини суюқлантириш печидан ташқарига чиқаришга ҳамда печдан ташқарида ишлов бериш ёрдамида амалга оширишга интинилмоқда. Масалан, суюқ пўлатни қонинда оқ тошқол билан ишлаганда олтингугурт микдори дастлабки микдорига қараганда 70% қамаяди. Бунинг учун махсус тошқол суюқлантирадиган печга эга бўлишнинг ўзи кифоя.

Печдан ташқарида ишлов бериш оксидсизлантиришдан ташқари модификациялашни ҳам ўз ичига олиши мумкин. Ю. А. Шульте ва бошқа тадқиқотчилар қимматбаҳо ва танқис элементлар (масалан, Ni, Mo, W) билан легирилган пўлат қуймаларнинг кўп қисмини ишқорий ер ва нобб ер элементлари билан комплекс лигатурлар юртинишида модификацияланган тежаб легирилган пўлатларга муваффақиятли алмаштириш мумкинлигини исботладилар.

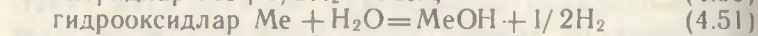
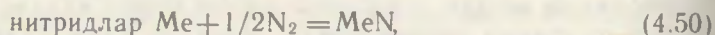
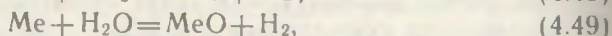
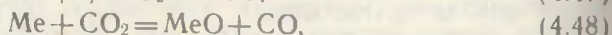
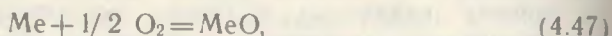
4.8. РАНГЛИ ҚОТИШМАЛАР СУЮҚЛАНТИРИШНИНГ УМУМИЙ ХАРАКТЕРИСТИКАСИ

Рангли қотишмаларни суюқлантириб олиш учун мулкчилланган барча печлар (шахта — алангали печлардан ташқари) даврий равишда ишлайдиган печлар ҳисобланади. Иш бўшлиғи, яъни печь ваннаси ёки тигелга

хисобланган таркибли шихта юкланади, энергия манбиси шихтага туширилади, шихта суюлтирилади, эритма суюкланма зарур ҳароратгача ўта киздирилади, сўнгги котишма керакли таркибгача етказилади, аралашмалардан тозаланади ва модификацияланади. Суюклантириб олиш жараёни иккита даврга бўлинади: киздириш ва суюклантириш, ўта киздириш ва ниҳоясига етказиш.

Рангли котишмаларни суюклантириб олишда юкланма ва суюклантириб олиш режимининг кетма-кетлигига риоя қилиш айниқса муҳим, чунки котишмаларнинг кўпчилик компонентлари оксидланиш ҳамда газларни ютишга (газларнинг эриши, газлар билан бирикма ҳосил қилиши) юқори даражада мойил бўлади.

Рангли котишмалар таркибига кирадиган компонентлар газ фазаси билан реакцияга киришиб оксидлар ҳосил қилиши мумкин.



ва бошқа бирикмаларни ҳосил қилиши мумкин.

Бундан ташқари кўпчилик рангли металллар газ ютишга юқори даражада мойил бўлади:



Алюминий ва рух оксидланганда яхши ҳимоялаш хоссаларига эга бўлган Al_2O_3 ва ZnO оксидларидан бир текис зич парда, магний оксидланганда эса бу хоссаларга эга бўлмаган парда ҳосил бўлади. Шунинг учун магнийни факат коплама флюс остида ёки ҳимоя атмосферасида суюклантириб олиш мумкин. Титан эса бундан ҳам актив. Уни факат вакуумда суюклантириш мумкин.

Рангли котишмаларни суюклантириб олишда факат металл газ фазаси билан эмас, балки қаттиқ металл суюк металл билан ҳам ўзаро таъсирлашади. Шихтанинг қаттиқ ташкил этувчилари одатда суюк котишмада эритилади. Шу котишманинг куймаси, лигатурлар ёки бошқа қўшимчалар шихтанинг қаттиқ ташкил этувчилари бўлиши мумкин. Суюк котишма коплама флюслар ва ҳосил

Металлани шлаклар билан реакцияга киришади. Флюслар тарқатиш шундай танланадик, бунда оксидланиш реакцияси амалдасин. Котишма таёрлашнинг сўнгги боскичида (печда, кошида ёки тарқатиш печида), аралашмалардан шлакларни жараёнида флюслар ёки бошқа қўшимчалар котишма билан реакцияга киришади.

Металлни печдан чиқарилиши тўртта методда амалга оширилади: летка орқали, печни қиялатиб, магнито-динамик насослар воситасида ва чўмичлаб олиш. Чўмичлаб олиш ишларини махсус роботлар — манипуляторлар бажарилади. Улар металлни иш печидан чўмичлаб олиб уни қолнига қуюди. Катта бўлмаган қуйиш цехларида шайба қўймаларни ишлаб чиқаришда тайёр суюқ эритма печидан тарқатиш печларидан ёки аланга ёхуд шахта — аланга печларида асосий ванна билан каналлар ёрдамида бирлаштирилган махсус тарқатиш камераларидан дастаки қўймалар билан олинади.

Раунди котишмаларни суюқлантириб олишда тозалаш операциясини энг муҳим технологик операциялардан ҳисобланади, чунки қуйма сифатини шу операция аниқлайди. Тозалаш усуллари котишма типи, унинг таркиби, суюқлантириб олиш ва қуйиб чиқиш, махсус флюслар ҳамда бошқа қўшимчалар ишлатиш шароитларига қараб танланади.

Б. ҚУЙМАҚОРЛИҚДА МЕТАЛЛАРНИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ

Б.1. ҚУЙМАҚОРЛИҚДА ЧҲЯННИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ ВАГРАНКА ЖАРАЁНИ

Вагранка қарши оқим принципида ишлайдиган шахта-ли печдан иборат (6-расмга қаранг). Шихта печда шихта — ёнилги ёнаётган томон ҳаракатланади, ёниш маҳсулотлари эса юқорига кўтарилиб, иссиқликни шихта-га узатади. Вагранкаларнинг кўпи коксда ишлайдиган печлардир. Печь тубининг горн қисмида салт ёнилги қолошаси бўлади, у орқали кокснинг ёнишини таъминловчи ҳаво берилади. Салт қолошанинг юқориги сатҳи қано фурмалари устида жойлашади. Бу сатҳнинг доимий-лигини сақлаш учун вагранкага вақти-вақти билан иш ёнилгиси солиб турилади. Вагранка шахтасининг юқориги қисмида чиқиб кетаётган газларни чангдан тозаловчи қурилма бор. Тозалаш системасида CO ни CO_2 гача тўла

ёндириш ҳам кўзда тутилган, чунки кокс ёнганида ис гази ажралиб чиқади.

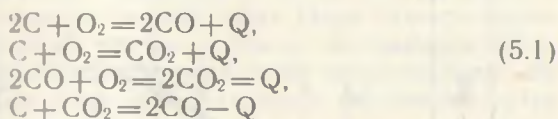
Кокс вагранкасининг ишлаш принципи домна печини кига ўхшаш. Бирок агар домна печларида юқори даражада қиздирилган ҳаво ҳайдалса, вагранка жараёнида совук ҳаво ҳам ҳайдалиши мумкин. Вагранкада суюклантиришда ҳавони 500°C гача қиздириш совук чўян ҳароратини $80\text{—}100^{\circ}\text{C}$ га оширишга имкон беради ва айни вақтда кокс сарфини камайтиришга ёрдам беради. Ҳозир чиқарилаётган вагранкаларнинг горн қисми очик конус тарзида кичик диаметрли қилиб лойиҳаланади. Эски конструкциядаги вагранка ичи ковак цилиндр шаклида эди. Вагранка горн қисмининг тор қилиниши ҳаво кислородининг бир текис тақсимланишига ёрдам беради, бу эса ёнилғи ёнганида иссиқлик самарадорлигини ва иш унумини оширади. Иш унумининг ошиши айниқса диаметр катта вагранкаларда катта аҳамиятга эга. Горн қисми торайтирилмаган вагранкаларда ҳаво окимининг асосий қисми юқорига кўтарилади ва баъзан салт колошанинг марказигача етмайди. Модернизация қилинган вагранкаларда сув билан совитиладиган қобик бор. Суюкланган чўян вагранкалардан йиғичга тарнов орқали қуйилади, шу ерда тошқолга металдан ажралади.

Кислотали ташқолда ишлайдиган кокс вагранкасининг ички девори шамот билан қопланади. Металл суюклантириш учун тайёрланган вагранкага биринчи бўлиб махсус туйнук орқали кокснинг биринчи қисми — салт ёнилғи колошаси юкланади. Салт колоша ёндирилганидан кейин вагранкага ишда қатнашадиган металл ва ёкилғи колошалар, шунингдек, флюс солинади. Шахтада одатда, 5—7 иш колошаси бўлади. Вагранкага ҳаво ҳайдалганидан кейин суюклантириш жараёни бошланади. Ёнилғи ёнишидан чиққан иссиқлик солинган металлнинг биринчи бўлагини суюклантиради. Кокснинг бир қисми ёниб тошқолга ўтганидан кейин салт ёнилғи колошасининг сатҳи бир оз пасаяди. Бирок металл шихтадан кейин турган ёнилғи қатлами (иш ёнилғиси колошаси) салт колошанинг дастлабки сатҳини тиклайди. Металл шихтанинг кейинги бўлагини суюклантириш ҳам шу тарзда ўтади. Вагранка шахтасида турган кокснинг ёниши ва металл суюкланиши натижасида шихта пастга тушади ва юклаш туйнуғи орқали ашёларнинг навбатдаги бўлағи солинади. Шу тарзда суюклантириш жараёни узлуксиз давом этади.

Кокс вагранкаларида чўян суюклантириб олишда

шарти шундари сифатида кичик қўйма чўянлар ва оксидланган чўялар, пўлат ва чўян темир-терсаклари, шунингдек қайтимлари, феррокотингмалар ишлатилган. Вагранкага совуқ ҳаво хайдаб ишлатилганда 14-18% кокс сарф бўлади. Жараёнда қатнашадиган шунинг ҳаммасига кимёвий таркиби, тозалиги ва шунинг ёнқилиги жиҳатидан маълум талаблар қўйилади. Маълум вагранкага кучли оксидланган металл ва печь шунинг диаметрининг 1/4 диаметридан катта бўлган шунинг бўлақларини солиш ярамайди. Кокс таркибидаги шунинг ва майда бўлақларни албатта ажратиб олиш зарур.

Кокс вагранкаларида мураккаб физик-кимёвий жараёнлар содир бўлади. Кокс углеродининг ҳаво кислороди билан таъсирлашуви натижасида ёнилғи ёнади. Кокс угле-родини оксид бўлаётган ис газини билан ҳам таъсирлашади:

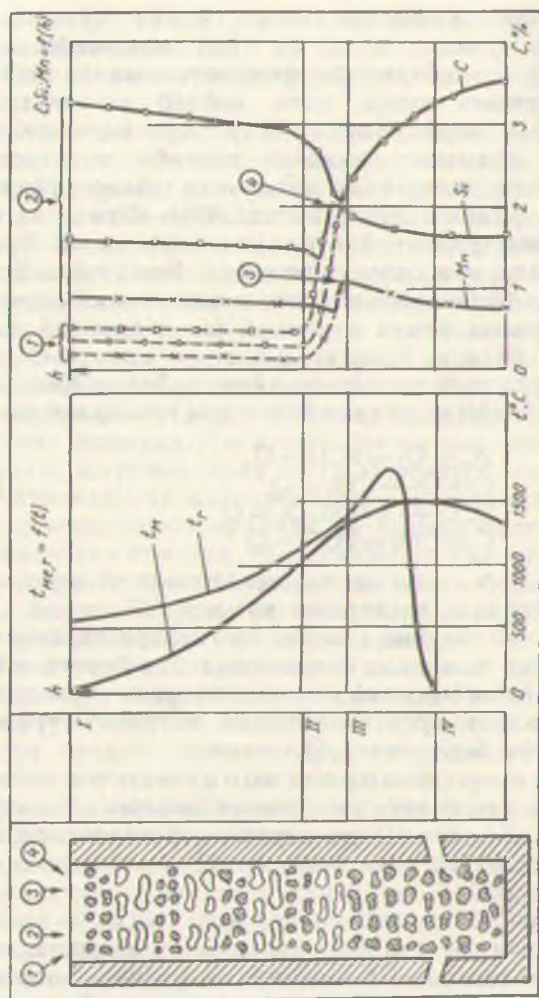


Вагранкада кечадиган жараёнларнинг кинетикасини диаграмма тарзида тасвирлаш мумкин (23-расм). Диаграмманинг чап томонида вагранка газлари таркибининг ўзгариши, ўнг томонида вагранкада бир-бирига қараб ҳаракатланаётган метал ва газнинг ҳарорати кўрсатилган. Шунинг юклаш туйнуғи четидан вагранка тубигача бўлган масофа беш зонага бўлинган.

Биринчи — киздириш зонаси юклаш туйнуғи-дан солинган металнинг суюкланиши бошланган сатҳгача жойлашади. Бу зона учун кучсиз оксидлантирадиган атмосфера ҳос бўлиб, у вагранка жараёнига деярли таъсир этмайди.

Иккинчи — суюклантириш зонаси суюкланиш бошланган сатҳ ва салт колошанинг юқориги сатҳи билан чегараланади. Суюкланиш жараёнида иссиқлик жадал ютилади, бу эса металнинг кизиш тезлигини камайтиради. Суюкланиш зонасида тошқолда шакллана бошлайди. Суюк металл ва тошқол чўғ бўлиб кизиган кокс бўлақлари устидан оқиб ўтиб, редуccion (учинчи) зонага тушади.

Учинчи — редуccion қайта тикланиш зонаси — вагранка зонаси бўлиб, кўтарилаётган газ эндо-термик реакция натижасида совийди. Бирок, шунга қарамасдан, газларнинг ҳарорати ҳар қалай чўяннинг



23-расм. Вагранка баландлиги бўйича металл (t_w) ва газ (t_g) ҳароратлари ҳамда металл таркибининг ўзгариши:

1 — шихтанинг бўлат компонентлари, 2 — шихтанинг чуён компонентлари, 3 — ферромарганец қўшим, 4 — ферросилиций қўшим, 1 — зоналар, 2 — қалқараш, 3 — сувоқлаштириш, 4 — ўта қалқараш, 5 — бўйлаб.

зонованинг ҳароратидан ортиқ бўлади. Учинчи зонанинг ҳарорати ситхи газ фазасида боғланмаган кислороднинг ҳарорати тула йўқолишига мос келади. Суюқ металл тошқинлари коксга тегиб, углерод ва олтингугуртга тўйиниб, қаттиқ бўлади.

Тўртинчи — кислород зонаси боғланмаган металлнинг борлиги туфайли оксидланиш жараёнлари тезлашиб боради. Бу ерда жадал ёнишдан ташқари кремний, марганец ва темир оксидланади. Бу зонада металлнинг конвертирлашдагига ўхшаш реакциялар содир бўлади. Шунинг учун, ҳатто фурмалар оркали совуқ ҳаво металлнингга кирмасдан, зонанинг юқори қисмида металлнинг ҳарорати энг катта қийматига етади.

Бешинчи — горн зонаси чўян ва тошқол вагранка горн қисмининг қопламаси оркали иссиқлигини йўқотилади. Тошқолнинг металл билан ўзаро таъсирлашуви натижасида кремний, марганец, темир оксидланади. Чўян ва тошқол билан олиб туриладиган вагранкаларда бу зонада металлнинг фаол углеродланиши ва олтингугуртга тўйиниши жадал давом этади.

Углерод темирга эришганда иссиқлик ютилади, шу билан углеродланиш жараёни айниқса тўртинчи — ўта иссиқ зонасида фаоллашади.

2.2. ВАГРАНКАДА ЧҲЯН СУЮҚЛАНТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Вагранканинг технологик иш цикли қуйидаги операциялардан ўтатилади: суюқлантириш учун вагранкани тайёрлаш, қиздириш, юклаш ва ишга тушириш, ишлаш натижасида вагранкага хизмат кўрсатиш, вагранкани тўхтатиш.

Вагранкани суюқлантиришга тайёрлаш асосан ўтга чидамли қопламани таъмирлашдан иборат капитал, ўртача ва жорий таъмирлаш бўлиши мумкин. Капитал таъмирлашда вагранканинг бутун ўтга чидамли қопламини алмаштирилади, ўртача таъмирлашда энг зўриққан жойлардаги қоплама (суюқлантириш зонаси, фурма минтақаси, ўтиш лёткаси ва деярли ишдан чиққан бошқа қисмлар тикланади), жорий таъмирлаш эса ҳар бир суюқлантиришдан кейин бажарилади. Оддий таъмирлаш қисми суюқлантиришнинг қанча давом этиши ва ундан кейин ўтга чидамли қопламанинг ҳолати билан аниқланади. Сув билан совутилмайдиган вагранкаларда иш цикли н д а н 20 соатгача давом этади. Сув билан совутиш

системасидан фойдаланилганда вагранканинг иш цикли 1 ойгача давом этади.

Оловбардош коплама шамот гиштини 25—30 % оловбардош гил ва 70—75 % майдаланган шамот ёки кварц кумидан иборат коришма билан териб бажарилади. Вагранкалар копламаси тикиб зичлаш йўли билан ёки торкретлаб (чанглатиб) ҳам ҳосил қилинади. Бунинг учун вагранка (шахта) туби куйган қолиплаш тупроғи, куйинди (учкун сўндиргичда қолган чиқиндилар) ва оз миқдорда ишлатилмаган янги қолиплаш материаллари билан тикиб тўлдирилади. Қопламани торкретлаш методида таъмирлаш энг илғор методлардандир, лекин бу метод ҳозирчи кам қўлланилмоқда. Таъмирлашдан айниқса ўртача ва капитал таъмирдан кейин ўтга чидамли копламни қуришни зарур. Акс ҳолда суюклантириш жараёнида ажралиб чиқадиган буғлар вагранкада кечадиган жараёнларга таъсир қилиши ва копламанинг ёрилишига ҳамда унинг вақтидан илгари ишдан чиқишига сабаб бўлиши мумкин. Қопламани газ горелкаси ёрдамида ёки ўтин ёкиб қуритган маъқул.

Қурилгандан кейин вагранка тубига салт колошн коксини ёкиб юбориш учун ўтин терилади. Салт колошн кокси ёндирилгандан кейин ҳаво бериш машинаси ишга туширилади ва вагранкага ҳаво ҳайдалади. Ҳаво билан тозалаш 2—3 минут давом этади. Ҳаво кокс чанги ва майда-чуйда қўшилмаларни учириб чиқаради. Бунда кокс гуруллаб ёна бошлайди. Шундан кейин шихтани юклаш мумкин.

Вагранканинг иш унуми ва суюклантирилаётган чўян ҳароратига боғлиқ бўлган энг муҳим технологик омиллардан бири салт колошанинг баландлигидир. У фурмалар асосий каторидан 1,2—1,5 м баланд бўлиши керак.

Вагранкада суюклантириш технологиясида кўп эмпирик тавсиялар бор. Масалан, салт колоша баландлигининг тўғри танланганлигини фурмалар зонасида чўянининг дастлабки томчиларининг пайдо бўлиш вақтига қараб назорат қилиш тавсия этилади. Агар ҳаво печга биринчи устун тўлдирилган захоти берилса, фурмаларда дастлабки томчилар 15—20 минутдан кейин пайдо бўлиши керак. Агарда улар бу вақтдан олдин пайдо бўлса, салт колоша баландлиги етарли эмас. Салт колоша учун коксининг 100—150 мм ўлчамли йирик бўлаклари танлаб олинади. Юклаш қатъий кетма-кетликда амалга оширилади: ёқилғи-флюслар-металл. Бир оз танаффусдан кейин шихта

ра қилиниш учун ҳаво берилади ва суюклантириш жараёни босқинчилади.

Ёқилги иш колошасида 150—200 мм қалинликда кокс қатлами бўлиши керак. Ёқилги колошасига 8 дан 18 % (одайида ёқилги сарфи 10—12 %) ёқилги сарфланади. Масалан, кокс қатламининг қалинлиги 150 мм бўлганда 100 мм диаметри вагранка учун ёқилги колошасининг ҳажми 27 кг, металл колошаники эса 270 кг ни, яъни вагранка бир соатдаги унумининг 1/10 қисмини ташкил қилади.

Аммо анча жадал ҳайдалганда салт колошанинг сатҳи ёқилмаслиги учун коксдан кўпроқ солиш зарур, акс ҳолда чўйи ҳарорати ва бинобарин унинг сифати пасайиб кетиши мумкин. Иш колошаларида ёқилги миқдори ортикча бўлганда эса салт колоша сатҳининг кўтарилиши ва суюклантириш жараёни секинлашиши мумкин.

Суюклантиришнинг бориши ҳайдалаётган ҳаво миқдорига ва кокс сарфининг тўғри нисбатига боғлиқ. Вагранкага бериладиган ҳаво миқдори вагранка бўш кўндаланг ёзувчи юзасининг 1 м² га м³/мин ҳисобида ҳисоблаб ўқинилади. Вагранкага бериладиган ҳаво нормаси ўрта ҳисобда 100—130 м³/м²·мин, айрим ҳолларда 160—180 м³/м²·мин га етади, масалан, кам углеродли чўяни суюклантиришда. Олинадиган чўян ҳарорати ва вагранканинг солиштирма иш унуми бериладиган ҳаво ва кокс миқдорига боғлиқлиги, одатда номонограммалар кўринишида ифодаланади.

Вагранкада чўян суюклантириш вақтида шихта тўғри пуртилган бўлиши ва печни юклаш қоидаларига риоя қилиш лозим. Вагранка шахтасида шихтанинг бир жойда муоддақ туришига ёки шахтада шихтанинг тўлдириш тўйнуғидан кўпи билан иккита колоша баландликка пасайишига йўл қўймайди. Суюклантиришда бериладиган ҳаво миқдорини, унинг босимини ва чўян ҳароратини назорат қилиб туриш зарур, шунингдек фурмаларга шлак тикилиб қолмаслигини кузатиб туриш, бунинг учун уларни мунтазам равишда тозалаб туриш керак. Авария ҳолатларида тошқолни суюлтириш мақсадида унга плавик шпат қўйиш лозим.

Вагранкада чўян суюклантириш жараёни тугагач, ҳаво берилиши тўхтатилади, тошқол ва суюк чўян чиқариб олинади, вагранка туби очилади (бунда туб ва салт колоша ағдарилади) ва кокс сув қуйиб ўчирилади. Вагранка ишлаб турган вақтда турли бузуқликлар

Вагранкада учрайдиган бузуқликлар ва уларни бартараф қилиш чоралари

Бузуқлик	Сабаби	Бартараф қилиш чоралари
Суюқлантириш бошида металл ҳарорати паст	Салт колошанинг бошланғич сатҳи паст; майда коксининг механик мустақамлиги кичик; узоқ вақт ёки жадал қиздирилиши туфайли салт колоша сатҳи жуда пасайиб кетган	Битта ёки иккита қўш ҳисса ёқилги колошани юклансин; бериладиган ҳаво сарфи вақтинча камайтирилсин (суюқлантириш зонасига тўлдирма келгунча)
Чиқарилаётган металл ҳарорати пасайиб кетади	Суюқлантириш зонасининг сатҳи ва қиздириладиган ҳаво ҳарорати пасайган	Икки ҳисса ёқилги колошаси юклансин; кокс ва металл колошанинг белгиланган нормаси ва дозасининг тўғрилиги текширилсин
Металл вагранка тубини ёриб ўтади	Туб тикмасининг сифати паст; сув вагранканинг сув билан совутиладиган узелларининг зич бўлмаган жойлари орқали ўпириб кетган; суюқлантириш бошида бериладиган ҳаво босими катта	Вагранкага ҳаво бериш тўхтатилсин; ундан жамми металл чиқариб юборилсин (тошқолга қадар) ўтга чидамли гил (лётка таркибли) билан ёриб ўтилган жой беркитилсин; вагранкага сув тушишига йўл қўйилмасин
Металл лёткада ёки суюқлантириш бошида сифонли тошқол ажраткичининг ўтиш зонасида қотиб қолган	Металл ҳарорати пасайган; лётка ёки ўтиш канал тикмаси яхши маҳкамланмаган (бутун узунлигача эмас); ўтиш канали ва тошқол ажраткич етарли даражада қуритилмаган; кокс бўлаклари ўтиш каналига тушиб қолган	Ҳаво бериш тўхтатилсин; тошқол ажраткич билан куйдириб тешилсин, зарур бўлса, металл ҳароратини кўтариш чоралари кўрилсин
Сифонли тошқол ажраткичининг ўтиш канали орқали металл оқиб тушмайди	Металл ҳарорати кескин пасайган; ўтиш каналига кокс бўлаги ёки сирти куйган гишт тушиб қолган	Ҳаво бериш тўхтатилсин, тошқол ажраткичдан металл чиқариб юборилсин, ўтиш канали ломча билан тозалансин ёки кислород бериб куйдириб тешилсин ёки вагранка дарҳол уриб синдирилсин; металл ҳароратини ошириш чоралари кўрилсин.

9- жадвалнинг давоми

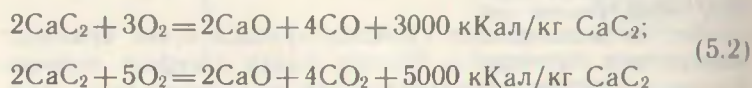
Вуҷудда	Сабаби	Бартараф қилиш чоралари
Вагранкада пена- ли сатҳи (фурма- лар) ёрқинлиги сифати яроқли чиқариб тўхтатиш	Вагранкада ҳаво босими сгарли эмас; сифонли шлак пжраткич улчамларига риоя қилинмаган; ўтиш ка- чилига кокс булагги тикилиб қолган	Узатилаётган ҳаво боси- ми энг катта қийматгача кўтарилсин; летка «иғна» билан тозалансин, агар бу чора натижа бермаса, вагранкага ҳаво бериш тўхтатилсин ва металл пастки летка орқали чиқариб юборилсин, тошқол ва металлнинг бошлангич миқдори ка- майтирилсин.
Шихта юқорида қолган туриб	Печга йирик шихта со- линган; вагранка шахта- сининг қопламасида ўйиқ жой ва чиқиқлар бор	Вагранкага ҳаво бериш тўхтатилсин, хавфсизлик техникасига риоя қилган ҳолда шихта юклаш туй- нуғи ёки берк вагранка- лар шахтасидаги люклар орқали уриб тешилсин. Бунда олдиндан газ тоза- лаш системасида сийрак- ланиш ҳосил қиладиган қурилмалар тўхтатилсин ва шахтанинг юқориғи қисмидаги люклар очил- син. Нуқсон бартараф қилингандан сўнг икки ҳисса ёқилғи колошаси солинсин
Шихта пастда тошқол тутимасида мумкин туриб	Таркибида кул миқдори кўп бўлган майда кокс ёки сифатсиз флюс ишла- тилган; сифатсиз таъмир- ланиши туфайли қоплама- нинг айрим жойлари кучиб тушган	Йирик кокс ва осон суюқланадиган флюс бит- та ёки иккита ёқилғи ко- лошаси берилсин; агар нуқсонни бартараф қилиб бўлмаса «козел» ҳосил бўлишининг олдини олиш учун вагранка уриб син- дирилсин

вуҷудда келиши мумкин. Уларнинг вуҷудга келиш сабаблари ва бартараф қилиш чоралари 9-жадвалда келтирилган.

Вагранкада металл суюқлантиришда суюқ чўяннинг ҳароратини бир канча йўللар билан ошириш мумкин. Вагранкада чўян суюқлантиришни жадаллаштириш усул-

ларидан бири ҳайдалаётган ҳавони иситишдир. Айни ҳолда чўянинг ҳарорати кўтарилиши билан бирга кокс ил кичик куйма чўянлар тежалади, чунки печга металл билан бирга кўплаб темир-терсак, темирчилик чикитлари, брикетланган пўлат кириндилар ҳам ташлаш мумкин. Вагранка шахтасининг ичкарисига қурилган ва чикиб кетаётган газлар иссиқлигидан фойдаланишга имкон берувари радиаторлар куйиш цехларида кенг тарқалмади. Бунга иссиқлик алмашигичларнинг тез-тез ишдан чикиб туриши сабаб бўлди, улар иссиқ газлар билан шахта бўйлаб ҳаракат қилиб юривчи чанг чикитлари билан тикилиб қолади. Бундан ташқари, ҳайдалаётган ҳавони иситиб беришнинг айни вариантыда ис газини тўлиқ ёндириш системасининг иши газларнинг ҳарорати суюклантириш агрегатидан чиқаётган пайтда пасайиб кетиши туфайли ёмонлашади. Бирок бундай қурилмаларнинг энг катта камчилиги шундаки, улар ҳайдалаётган ҳавони 200°C дан ортиқ қиздириб бера олмайди. Фурмаларга берилаётган ҳавони қиздириш нисбатан пастлиги туфайли суюк чўян ҳароратини вагранка тарновида атиги 20—30°C га ортишига олиб келади. Ҳозир печга ҳаво суюк ёнилғи ёки газ билан мустақил қиздириладиган рекуператорлар ўрнатилмоқда.

Вагранкада суюклантиришни жадаллаштириш учун ҳайдалаётган ҳавони кислород билан бойитишдан ҳам фойдаланилади. Вагранкага ҳайдалаётган ҳаво кислород билан бевосита ёки махсус тўйнуқ орқали киритиш йўли билан бойитилади. Ҳаво ҳайдашда вагранкага кислород киритиш одатда 26 фоздан ошмайди. Ҳайдалаётган ҳавони кислород билан бойитиш суюк чўян ҳароратини вагранкадан чиқишда 50—100°C га оширади ва кокс сарфини камайтиради. Бирок, бу усулда қотишмада элементлар кўп қуяди ва ўтга чидамли ашёлар кўп сарфланади. Чўянинг ҳароратини ошириш, кокс сарфини камайтириш ва суюкланаётган металлда олтингургуртнинг тўпланишини камайтириш мақсадида шихтага баъзан кальций карбит қўшилади, унинг таркибида 70 % CaC_2 ва 30 % CaO бўлади. Кальций карбит ҳаво кислороди билан таъсирлашиб фурма сатҳидан бироз юқорида суюкланади:



Чўян ҳароратини кўтариш усулларида бири фурма-
ларнинг иккинчи каторли системага ўтказишдир. Фурмаларнинг
каторлари орқали ҳаво пуфланганда юкори ҳароратли
қатлам ҳосил бўлади. У иккинчи катордан юкорида жойлашган
қатламга сиқоқийди. Бу ҳол салт колошанинг кокси устидан
қўйи тушадиган чўян томчиларининг самарали ўта
қилинига ёрдам беради. Фурмаларнинг пастки катори
қўйи ҳисобланади ва у орқали ҳавонинг кўп микдори
(80—70 %) бериледи. Фурма каторлари (уларнинг ўқла-
ри) оралиқдаги масофа 800—1000 м бўлиши керак. Шуниси
муҳимки, ҳар икки каторнинг фурма қутилари мустақил
қилин қайлаш қурилмаларидан ҳаво билан таъминланиши
керак. Фурмаларнинг икки каторли системасидан фойда-
ланилганда ис газининг атмсоферага тарқалиши жуда
камаяди, суюқ чўяннинг ҳарорати 50—80°C гача ошади
ва уни кокс сарфи 15—20 % га камайдди. Фурмалар иккинчи
катори ўрнатилганда ҳаво кўпроқ сарфланади, шунинг
натижасида чўян ҳарорати ортади.

3.3. ВАГРАНКАДА КИСЛОТАЛИ ВА АСОСЛИ ЖАРАЁНЛАРНИНГ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

Тошқол ҳосил бўлиши — металлургик жараёнлардаги
қатлам фазалардан бири, шунинг учун унинг таркиби ва
қатламлари суюклантиришнинг бориши ва олинадиган
металл ҳоссаларига таъсир қилиши мумкин.

Вагранка тошқолининг ҳосил бўлиш манбалари қуйида-
гилардан иборат: Si, Mn, Fe ва бошқалар элементлар
қуйиладиси, футеровка (коплама) сиртининг суюкланиши,
қўйи таъмининг ифлосланиши (кум ва бегона аралашмалар
билан), ёқилги кули, флюслар. Одатда вагранкада металл
массасидан 5—10 % тошқол ҳосил бўлади. Тошқол
таркибиде оксидлар CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MnO , FeO , MgO
шунингдек, Cr_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5 , P_2O_5 , K_2O , Na_2O ва
сульфидлар (FeS ва бошқалар) бўлади. Лекин тошқол-
нинг асосий ташкил этувчилари — кремнезем (SiO_2),
глинозем (Al_2O_3) ва кальций оксидлари (CaO) дир. Шлак
таркиби фойдаланилган ўтга чидамли коплам типига,
флюсларнинг микдори ва таркибига боғлиқ.

Кислотали ва асосли суюклантириш жараёнлари фарк
қилинади. Кислотали жараёнда вагранка ички сирти
шамот гишт билан копланади, флюс сифатида эса 2—3%
ди окдактош ишлатилади. Суюклантириш жараёнида
кислотали тошқол ҳосил бўлади, унинг таркибиде кўп
микдорда SiO_2 (40—60 %) бўлади. Бундан ташқари

10—20 % Al_2O_3 ва 10—30 % $\text{CaO} + \text{MgO}$ ҳам бўлади. Асосли жараёнда ўтга чидамли коплама асосли оловда дош материаллардан қилинади. Флюс сифатида 7—10 % охактош ишлатилади. Бунда қуйидаги таркибли шлак ҳосил бўлади: 20—30 % SiO_2 , 5—10 % Al_2O_3 , 40—50 % CaO ва 10—15 % MgO .

Физик-кимёвий жараёнларнинг умумий қонуниятларига мувофиқ оксидланиш жараёнида кислотали оксидлар ҳосил бўладиган элементлар асосли коплама билан шунчаки жадал оксидланади. Шу сабабли асосли жараёнда кремний кислотали жараёнга қараганда кўп оксидланади. Марганец эса, аксинча, кислотали жараёнда асосли жараёнга қараганда кўп оксидланади. Бундан асосли жараёнда олинган чўя таркибида углерод кўп бўлиши деган хулоса келиб чиқади.

Асосли жараённинг асосий афзаллиги шундан иборатки, металлдан 40—50% олтингугуртни ва 30—40 % фосфорни чиқариб юбориш мумкин. Асосли тошқолларда таркибдан S ни чиқаришга ёрдам берадиган эркин кальций оксиди бўлади. Металл ҳарорати ва тошқолдаги CaO ва SiO_2 нинг нисбати юқори, шунингдек FeO нинг микдори кам бўлса, десульфурация шунчалик самарали кечади.

Тошқол таркибида CaO ва FeO микдори қанчалик кўп бўлса, фосфор шунчалик жадал чиқиб кетади. Паст ҳароратларда бу жараён жуда жадал содир бўлади. Шунга қарамадан вагранкаларда чўян одатда кислотали тошқоллар билан суюклантирилади, чунки бунда жараён оддий кечади., футеровка (копламаси) эса арзон бўлади. Вагранкада кечадиган жараёнларга химиявий реагентлар каби факат тошқол ва металлнинг ўзаро таъсири эмас, балки тошқолни суюқ фаза сифатида ўйнаган роли ҳам таъсир қилади. Таркибга қараб тошқол турли суюкланиш ҳароратига ва қовушқоқликка эга бўлиши мумкин. Қовушқоқлиги юқори бўлган суюқ тошқол ҳатто вагранкадаги жараённинг кетишини бузиши ҳам мумкин, чунки у ерда тўшамалар ҳосил бўлади (айниқса, фурмалар устида, бу ерда ҳарорат анча паст). Қовушқоқ тошқол металлдан ёмон ажралади. Тажрибанинг кўрсатишича, тошқолнинг қовушқоқлиги 0,3—0,8 Па·с бўлиши лозим.

Кейинги вақтларда асосли тошқолларда ишлайдиган вагранкалар ҳам яратилди, улар чўянда олтингугурт микдорини камайтиришга имкон беради. Бу вагранкаларнинг горн қисми нейтрал (графитли) ва асосли (магнезитли) копламага эга. Бунда хром — магнезитдан

Вагранканинг таъсия этилмайди, чунки хром ўтга чидамли ва вагранкага тикланган хром чўянга ўтиши мумкин. Асосли вагранкада ишни учун вагранкага оҳактош (юкланадиган вагранка массасининг 9 % гача) солинади. Юкори асосли вагранканинг қонушоклигини пасайтириш мақсадида ших-
торга сўқилладиган шпат қўшишдан ташқари, 500—
1000 г гача қилдирилган ҳаво ҳам ҳайдалади.

Шамолли қопламага эга бўлган ва қаттиқ ёқилғида
қўлланган вагранка баъзи ҳолларда юпка деворли
вагранкалар олинди қопларнинг тўлдирилишини яхшилаш
мақсадида суюқ чўяннинг ҳароратини оширишга имкон
бермайди. Вагранкада суюклантиришнинг юкори ҳаро-
ратларга кечиши баъзи элементларнинг қуйиб, тошқолга
ўтишини камайитириш учун айти муддаодир. Бу ҳол шу
қилиб боғлиқки, темир, кремний ва марганецнинг оксидла-
ниш реакциялари экзотермик реакция бўлиб, бу реакция
қилиб ажралиши билан боради. Шу боис жараённинг
ҳарорати ошиши билан айтиб ўтилган элементларнинг
қилиб қилиниши секинлашади ва қуйинди камаёди.

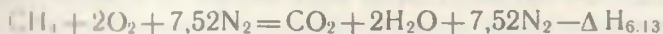
1.1 ЧўЯННИ КОКС-ГАЗ ВАГРАНКАЛАРИДА СУЮКЛАНТИРИШ

Коксин тежаш, атмосферага зарарли чиқиндилар
қилиб қилиш ва чўян таркибида олтингугурт микдорини
қилиб қилиш мақсадида газ ва кокс газида ишлайдиган
вагранкалар яратилган. Уларда кокс ўрнига тўла ёки
қилиб қилиб табиий газ ишлатилади. Бу вагранкалар тузилиши-
ни кўра олатдаги кокс вагранкаларига ўхшаш.

Навбати ёқилғининг ёниши шартларига кўра вагранка
тузилиш зонага бўлинади (24-расм).

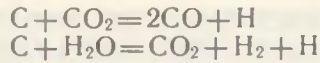
I зона. Барча жараёнлар кокс вагранкасида содир
қилиб қилиб жараёнларга ўхшаш. Газнинг зона охиридаги
тузилиш таркиби қуйидагича: CO_2 — 15%; CO — 10 %,
ва N_2 — 75%.

II зона. Асосан метан (CH_4)дан иборат бўлган газ
қилиб қилиб туғайди:



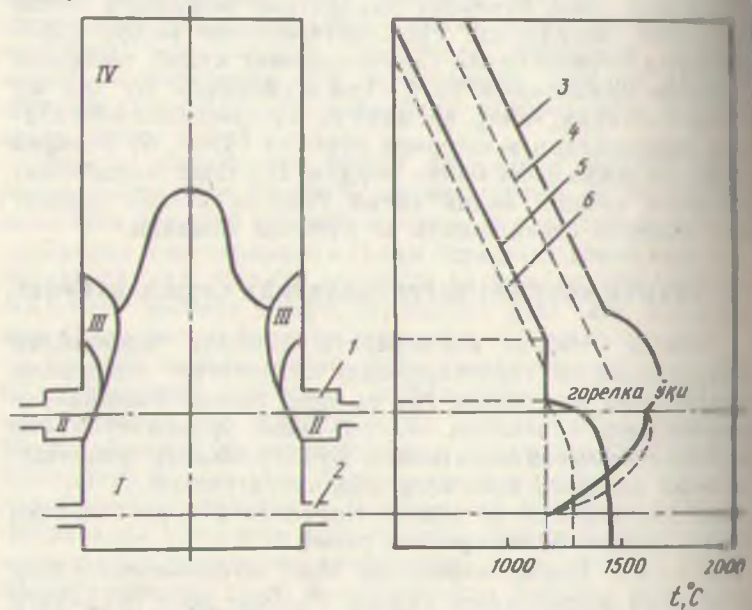
Қилиб қилиб туғилиш натижасида 9,5 CO_2 ; H_2O — 19%; N_2 — 71,5%.
қилиб қилиб бўлади.

III зона. Табиий газ ёниш маҳсуллари қуйидаги
реакция буйича кокс билан реакцияга киришади



IV зонада кокс ва газ ёниш маҳсулларининг аралашмаси бўлади. Аралашманинг таркиби тахминан куйидагича бўлади: CO — 7%, CO_2 — 20%, H_2 — 3%, H_2O — 70%. Сув буғлари иштирок этиши мумкин.

Кокс-газ вагранкаларида ҳаво фурмаларидан юқори роқ сатҳда бир қатор горелкалар жойлаштирилнб, улар орқали табиий газ ва ҳаво аралашмаси берилган (24- расм).



24- расм. Кокс-газли вагранкаларнинг зоналарга бўлиниши.

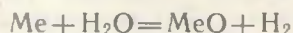
1 — горелкаларнинг тунели, 2 — фурмалар, 3 — кокс газли вагранкаларда газларнинг ҳарорати, 4 — ушанинг ўзи, кокс вагранкаларда, 5 — кокс газли вагранкаларда металлнинг ҳарорати, 6 — ушанинг ўзи, кокс вагранкалар.

Кокс-газ вагранкаси учун шахта баландлиги бўйича тақсимлашда ҳароратнинг иккита максимуми бўлиши ҳосилдир. Бу вагранкаларда кокс сарфи камайиши билан чўян таркибидаги олтин гугурт миқдори камайди. Кокс-газ вагранкаларида содир бўладиган физик-химиявий жараёнлар кокс вагранкаларида содир бўладиган жараёнларга айнан ўхшаш бўлади. Чикиб кетаётган газларда CO миқдорини жуда кўп бўлиши кокс-газ вагранкаларнинг камчилигидир.

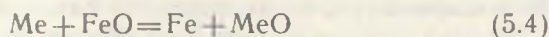
3.3. ЧҲНИНГ ГАЗ ВАГРАНКАЛАРИДА СУЮҚЛАНТИРИШ

Газ вагранкаларининг тўртта тури мавжуд: шахтада қилинган вагранка бор, шахтада перемичкаси бор, чиқарма ўта киздириш камерали ва ўтга чидамли салт колошали (қурилишга қаранг). Расмдаги вагранкаларда суюқ чўян суюқлантириш зонасидан шахтанинг 1 — 1,5 баландлиги ўта киздириш камераси бассейнига тушаётганида уни ўта киздириш принципи қўлланилади.

Газ вагранкаларида чўян суюқлантириш жараёнининг асосий кимовий хусусиятлари коксни химиявий реагент қилиб иштирок этмаслигига боғлиқ. Газ фазаси ўзининг 10% CO_2 , 20 % H_2O ва 70 % N_2 дан иборат. Кокснинг оқинларнинг бўлиши туфайли шахтада қуйидаги оксидланиш реакциялари содир бўлади.



Суюқлантириш ва ўта киздиришда темир икки оксиди Fe ва Mn ни қуйидаги реакциялар бўйича оксидлайди



Натижада 8—12 % C , 10—15% Si ва 15—20 % Mn қуяди. Кокс углероди иштирок этмаслиги туфайли қуйиш анча кўтари бўлиши ҳам мумкин, чунки микроҳажмларда углевод тикланиш жараёнларининг ривожланишига ёрдам беради.

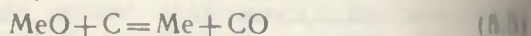
Кокс бўлмаганлиги туфайли металл олтингугуртга тўйинмайди, аксинча, олтингугуртнинг дастлабки микдоридан 30—40 % қуяди. Натижада чўянда 0,02—0,05 % олтингугурт қолади.

Чўйини газ вагранкаларида суюқлантириб олиш қуйидаги афзалликларга эга: чиқариб ташланадиган агарли моддалар жуда кам, олинадиган чўян таркибда олтингугурт микдори оз бўлади, чўян сифати эса юқори ва тўлиқрақ паст. Футеровканинг анча мураккаб бўлиши ва ўрға чидамли материалларнинг кўп сарфланиши газ вагранкаларининг камчилиги ҳисобланади.

Оловбардош салт колошада ишлайдиган газ вагранкалар ўтга чидамли — углеводли қўндирма билан ишлайди, у кокс вагранкасидаги салт ёнилғи колошасининг ўрнини боса олади. Кислотали жараён учун мўлжалланган

қўндирма шамоатдан, ғишт синикларидан ва графит электрод синикларидан ишланади. Графит электродлари синиғи метални углеводлаш учун зарурдир. Горелка орқали печнинг горн қисмига табиий газ ва 400—500 °С гача иситилган ҳаво арашмаси берилади. Ҳавонинг юқори ҳарорати суюқ чўянни ўта қиздириш учун зарурдир.

Ўтга чидамли газ вагранкаларида салт қолаша таркибига ўтга чидамли материаллар билан биргаликда кокс ёки бошқа углеводли материал киритилади, бунда қуйидаги типдаги реакция содир бўлади.



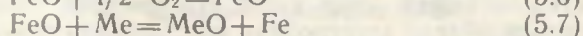
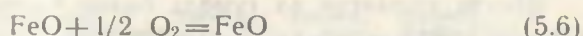
Бунда қуйиндилар камаяди, чўян углеводланади, салт қолашанинғ ишлаш шароитлари яхшиланади, чўян углеводли материал бўлаклари ўтга чидамли материал бўлақларини ажратади ва ёпишиб қолиш ҳамда чўянини имкон бермайди, бундан ташқари газ фазаси кам оксидловчи бўлиб қолади. Газ вагранкаларида чўянини ўта қиздирилиши кокс вагранкаларидагидек амалга оширилади, металл томчилари ўтга чидамли салт қолаша бўлақларидан оқиб тушади ва углеводли материал бўлақларига тушиб самарали ўта қизийди. Бунда металл углеводни эритади ва оксидлар углеводли материал билан контактлашиб тикланади. Бундай вагранкаларда темир сезиларли даражада кам қуяди.

Газ печларининг камчилиғи шундан иборатки, қуйини цехига табиий газ қувурлари ётқизиши керак, чўян углевод билан бирдай тўйинмайди, ҳавони юқори ҳароратгача албатта қиздириш керак, таъмирлашлар оралиғида печларнинг ишлаш даври қисқа.

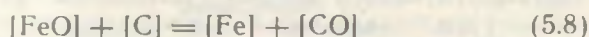
5.6. ЧЎЯНИННҲ ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРДА СУЮҚЛАНТИРИШ ЧЎЯНИННҲ ЁЙ ЁРДАМИДА СУЮҚЛАНТИРИШНИНҲ ФИЗИК-КИМӨВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Ёй электр печлари кислотали қопламага ҳам, асосли қопламга ҳам эга бўлишлари мумкин. Тегишличча суюқлантириш процесси ҳам кислотали ёки асосли бўлади. Ў ёки бу тошқолларда фазаларнинг ўзаро таъсири ҳақида келтирилган барча ҳолатлар чўянни ёй печларида суюқлантириш учун ҳам тегишлидир, яъни кислотали жараёнда Si кам қуяди, Mn эса асосли жараёнга қарағанда қўн қуяди.

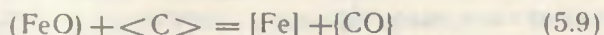
Шихта суюклангандан кейин электродлар туширилади ва суюклантириш жараёни бошланади. Жараён ёйни барча томондан ўриб олган шихтани иссиқликни юкори даражада таъминлаб олиши билан характерланади (суюкланиш ҳарорати ФИК 85 % га етади). Ёй разрядлари районида жуда юкори ҳарорат юзага келиши мумкин. Бунда элементлар куйибгина қолмасдан, балки буғланиб кетиши мумкин. Бу ёй электр печларида суюклантиришнинг асосий хусусиятидир. Барча металл суюклангандан кейин ёй райони боса бошлайди ва иссиқлик узатилиши суюкланган металл ичтисидагина содир бўлади, бунда ёй разрядлари районида иссиқлик анча жадал ва қолган юзада эса электр узатилади. Шу сабабдан ўта киздиришда ФИК юксик бўлади. Элементлар юкори ҳароратларда ва печь атмосфeрасида кислород бўлганда куяди. Олдин темир суюкланади, сўнгра темир (II) оксиди C, Si, Mn элементларини оксидлайди:



Ёй ёрдамида чўян суюклантиришнинг ўзига хос хусусияти ваннанинг қайнашига, яъни реакциянинг ўтишига пўл қўймасликдир.



Шунинг учун тошқол таркибидаги FeO 12 % дан ортиқ бўлмаслиги керак, бунга карбюризатор киритиш ҳисобига тошқолни мунтазам оксидсизлантириб эришилади:



Шу босдан тақсимлаш мувозанати $(\text{FeO}) \rightleftharpoons (\text{FeO})$ чапга суюқсийди ва ваннанинг қайнаши, яъни реакция (5.9) бўйича CO нинг ажралиб чиқиши содир бўлмайди.

II ёй пeчида чўянни монопроцесс ёрдамида суюклантириш технологияси. Асосан чўян ёки пўлат парчалари ва қайтарилган металл, шунингдек оз микдорда куйма бўлишидаги янги чўяндан шихта сифатида фойдаланилади. Шихта мавжуд шихта материалларининг кимёвий таркибига ва куйиндига асосан ҳисобланади. Одатда углероднинг куйиши 10 %, кремнийнинг куйиши 10 % ва марганецнинг куйиши 20 % деб қабул қилинади. Шихтада куйиндидан фойдаланилганда элементлар куйишини сезиларли даражада ортишини ҳисобга олиш лозим.

Хар бир суюклантириб олиш жараёни олдиан ўттириш чидамли копламани таъмирлаш зарур. Шу максатда печь ваннасининг туби ва қия қисми тузатиб текисланади. Текислаб тузатиш ванна туби ва қия қисмидаги чуқурликларга олдинги суюклантириш жараёни тугаган замонда 90—92 % кварц куми, 5—6 % суюк шиша ва 3—4 % сувдан иборат аралашма суртишдан иборат. Қопламасосли бўлса аралашма доломит ёки магнезит массада тайёрланади.

Шихта печга ихтисослаштирилган бадья ёрдамида юкланади.

Шихтани печь ваннасига юклаш учун гумбаз четта сурилади, бадья (ковга) печь ваннасига ўкдош қилиб ўрнатилади ва туби очилади. Юклаш олдиан карбюраторнинг (электрод синиклари, электрод увоклари ва шунинг ўхшашлар) ҳисобий микдоридан 75 % и бадья ёки печьга узатилади.

Шихта юкланган ва гумбаз билан беркитилган печь суюклантириш учун ишга туширилади, яъни кучланиш остида бўлган электродлар шихта билан контактлашгунга қадар печьга киритилади. Ёй разрядларини тургун ўтиши йўлга қўйилгандан кейин печь юқори қувватга уланади. Шихта суюкланган сайин суюкланмаган бўлақлар ҳосил бўлган кудукларга итариб туширилади. Тошқол ҳосил қилиш учун тошқол ҳосил қилувчи компонентлар: оҳак ва кум киритилади. Уларнинг массаси шундай танланадиги, суюклантириш охирида металл қатлами қалинлиги 50 мм га яқин бўлган қатлами билан коплансин. Тошқолнинг қовушоклиги юқори бўлмаслиги керак (яъни, синик қошиғидан осон тукилсин), қотгандан кейин эса синик шлак юзаси яшилрок сиртга эга бўлиши керак. Қаттик ҳолатдаги тошқол синган жойининг қора рангли ил пуфакчасимон бўлиши унинг юқори даражада оксидланганлигини билдиради. Бундай ҳолда тошқолни қисман чиқариб ташлаш ва тошқол ҳосил қилувчи янги компонентлар қўшиш керак.

Асосий тошқолни ҳосил қилиш учун печга 1 т металл 0,15 кг микдорида оҳак киритилади, натижада 0,001 % олтингугурт чиқариб юборилади. Чўян тўла суюклангандан кейин кимёвий анализ қилиш ва оқарганлигини текшириш учун намуналар олинади, печь эса иккинчи босқичга уланади ва металл 1400—1450°C гача ўтти киздирилади. Сўнгра тошқол чиқариб юборилади, печьга карбюраторнинг умумий массасидан қолган 25 % қисми

металл ва кум киритилади. Биринчи экспресс-анализ натижаларига кўра печга феррокотишмалар қўрилиши, сўнгра металл 1440—1480°C гача ўта қиздирилади ва қотишга чиқарилади. Қўшимчалар миқдори 10 жадвалга мувофиқ ҳисобланади.

10- жадвал

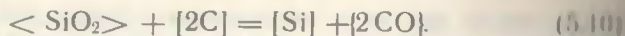
Феррит чўян қимёвий таркибини коррективка қилиш учун печга киритиладиган қўшимчалар массасини ҳисоблаш учун маълумотлар

Қўшимча таркибининг талаб қилинадиган ўлчовлари	Киритиладиган компонент	1 т металл массасига, кг	
		кис-лота-ли жа-раён-да	асос-ли жа-раён-да
0,1% га ортиши	Электрод синиги, графит қириндиси ёки донатор графит	1,35	1,25
0,1% га ортиши	Ферросилиций ФС 45	2,40	2,75
0,1% га ортиши	Ферросилиций ФС 75	1,35	1,65
	Ферромарганец (78% Mn)	30	30
0,1% га камайиши	Пулат чиқиндилари	0,7	0,8
	Ферросилиций ФС 75	60	60
0,1% га камайиши	Пулат чиқиндилари ёки бошқа карбюризатор	2,1	1,9

4.7. ИНДУКЦИОН ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРДА ЧҲЯН СУЮҚЛАНТИРИШ

Индукцион печда чўян суюқлантиришнинг физик-химёвий хусусиятлари. Вагранкалар ва ёй печларидан фарқли ўларок индукцион печларда суюқлантириш олдинги суюқлантиришдан қолган суюқ металлга шихта юклаб олиб борилади. Шу сабабли шихтанинг қизиши ва суюқланиши унинг компонентларининг суюқ металлда эришига боғлиқ. Бунда фазалар орасида масса кўчириш ва иссиқлик фақат қизитишга эмас, балки эритишга ҳам сарфланиши содир бўлади.

Тиглнинг ўрта қисмида ҳароратларнинг тақсимланишига таъсир қиладиган девор олди аралаштириш зонасида юқори ва пастки контурлар орасида «ўлик» зона ҳосил бўлиши ҳисобига ҳароратнинг маҳаллий ортиши содир бўлади. Юқори ҳароратли зонанинг мавжудлиги тигель репкиясининг кетишига таъсир қилади



Бу реакция (5.10) нинг кетиши, шунингдек углерод ва бошқа элементларнинг эриши индукцион печда суюклантиришнинг ўзига хос хусусияти ҳисобланади. 11-жадвалдан кўриниб турибдики, углероднинг эриши анча иссиқлик ютилиши, кремнийнинг эриши эса иссиқликнинг ажралиши билан содир бўлади. Бинобарин, индукцион печларда энергетик жиҳатдан олганда кам кремнийли шихта материалларидан фойдаланиш, ундаги кремний микдорини эса феррокотишмалар ёрдамида талаб этилган микдоргача етказиш фойдалидир.

11-жадвал

Суюкланиш иссиқлик эффектлари

Эритгич	Эрийдиган компонент	ΔH энтальпиянинг ўзгариши, Ж/г·атом
Чўян (3,3% C)	Пўлат (0,6% C)	1360
Чўян (3% C)	Кокс	11723
Чўян (3% C)	ФС-75	—3893

Элементлар куйиндиси ва ўтга чидамли копламаси кислотали бўлган индукцион печда бутун суюклантириш жараёни тигель реакциясининг мувозанатда бўлиши билан чамбарчас боғланган. Индукцион печда таркибида кремний кам бўлган ва углерод микдори кўп бўлган чўйин суюклантирилса C ва Si нинг айна концентрациялари учун мувозанат ҳароратига эришилганда тигель реакцияси бошланади, бу эса печь тигелининг кўп ейилишига олиб келади. Шунинг учун копламаси кислотали печда суюклантириш ҳарорати режимини ўта киздириладиган суюк чўйиннинг кимёвий таркибига қараб танлаш зарур.

Индукцион печда суюклантириш технологияси. Индукцион печда суюклантириш технологик жараёни шихтани юклаш, уни киздириш ва суюклантириш, ўта киздириш, углеродлаш ва чўйиннинг кимёвий таркибини берилган таркибга етказиш, шунингдек термовакт ишлови беришини (саклаб туриш) ўз ичига олади. Юкланадиган шихта қисман суюкланмага ботирилиб электр ўтказадиган сидирға муҳит ҳосил қилинади ва бу муҳитда индуктор билан уярма тоқлар ҳосил қилинади. Суюк металл (олдинги суюклантиришдан қолган «баткок» деб аталадиган қолдик) шихта шунинг учун ҳам ботириб юкланадики,

нинг частотали электр токидан фойдаланилганда шихтани дискрет элементларида уярма тоқларни ҳосил қилиш ва сампир берар экан, чунки улар металлни киздиради ва суюқланади.

«Ботқок» масса печдаги металл умумий массасининг 30%, уни ташкил қилиши мумкин ва тегишлича суюқлантириш даврларининг давомийлигига таъсир қилади. «Ботқок» қаюқлаш бир неча босқичда амалга оширилиши мумкин. Масалан, сифими 12 т бўлган печда ва сифими 0,1 т бўлган «ботқок»да суюқлантирганда қуйидаги кетма-кетликка ва даврларнинг давом этишига риоя қилинади: 0,1 т шихтани юқлаш (қайтаришдан ташқари) 15 мин, суюқлантириш 1 соат 5 мин, кимёвий таркибни меъёрига келтириш 40 мин, қайтарилган чўянни (2т) юқлаш 10 мин, қайтарилган металлни суюқлантириш 15 мин, ҳароратига ўрта меъёрига етказиш ва тошқолни насос билан чиқариб қўйиш 25 мин. Шундай қилиб, печнинг бир соатдаги иш умуми унинг сифимининг тахминан 1/3 ини ташкил қилади.

Шихтани киздириш ва суюқлантириш вақтида темир суюқланади. Ҳаво кислороди темир аралашмаларини ҳам қиздилайди. Темир, кремний ва марганец оксидлари тошқол ҳосил қилади.

Индукцион печларда чўянни суюқлантиришда FeO дан темирни тиклаш учун карбюризатор сарфлаш ва ферро-котишмаларни тежаш мақсадга мувофиқдир. Суюқлантиришнинг суюқланма таркибида кремний ва марганец миқдори кам ва углерод миқдори кўп бўлганда амалга ошириш лозим. Бунинг учун карбюризаторни тигель тубига, ферросилиций ва ферромарганецни эса суюқ чўян суюқлангандан ва ўта киздирилгандан кейин унинг устига ташлаш зарур. Таркибида углерод бўлган FC75 ва FMn5 қўшилмаларни юқлагичга юқлаганда C , Si ва Mn ларнинг қуйиндилари тегишлича 18—25; 30—32 ва 52—55% ни ташкил қилади. Агарда карбюризатор танланса, FC75 ва FMn5 лар печь 1550°C гача киздирилиб ва 1440—1460°C гача совутилгандан кейин қўйилади, бунда C қуйиндиси 30—35% гача ортади, Si ва Mn қуйиндиси эса тегишлича 5—7 ҳамда 18—24% гача каймаяди; шу боисдан, шунингдек компонентларнинг суюқланиш, иссиқлик эффектларини ҳисобга олиб, биринчи навбатда карбюризатор ва пўлат синикларини, улар суюқлангандан кейин эса чўяннинг синик парчалар ҳамда қайтган чўянни ташлаш лозим. Ферроқотишмалар энг охирида (меъёрига етказиш учун) қўйилади.

Индукцион печда суюклантиришда тошқоллар қонуinquклиги катта бўлади, чунки уларнинг таркибиди 60—70 % SiO_2 бор ва ҳарорати паст бўлади, бу эса тошқол билан биргаликда металлнинг кўп исроф бўлишига олиб келади. Уларнинг таркиби суюклантириш режими, элементларнинг қуйиши ва оксидларнинг ўтга чидамли қоплам катламидан тошқолга ўтишига боғлиқ. Тошқолларнинг кислоталилиги суюклантириш бошидаги 0,9—1,1 дан ҳарорат 1500°C га кўтарилганда 6—8 гача ортади. Тошқолдаги темир оксидларининг микдори 40 дан 10 % гача камаяди, SiO_2 нинг микдори эса 40 дан 70 % гача ортади. Қолган компонентларнинг микдори деярли ўзгармайди (2—3% CaO ; 0,5—2,5 % Mn ; 7—14 % Al_2O_3). SiO_2 микдорининг ортиши паст ҳароратга эга бўлган SiO_2 ва FeO ва MnO типидидаги мураккаб бирикмаларни ҳосил бўлиши ҳисобига, унинг ўтга чидамли қопламдан ўтиши, шунингдек FeO нинг камайиши ҳисобига унинг тошқолдаги солиштирма улушини ортиши билан тушунтирилади. FeO юкори ҳароратда асосан чўян углероди билан тикланади.

Чўянинг углеродланиши ва уни маълум кимёвий таркибгача етказиш индукцион печда чўян суюклантириш операцияларидан энг муҳими ҳисобланади. Индукцион печда чўян суюклантиришни яқунловчи операцияси термовакт ишлови беришдир. Бу операция суюкланманн гомогенизациялаш ва дастлабки шихта материалларининг зарарли ирсий таъсирини камайитириш мақсадида бажарилади. Термовакт ишлови бериш тигель реакциясининг мувозанат ҳароратидан 50°C ортик ҳароратда тутиб туришдан иборатдир. Тутиб туриш 5 мин. дан (СЧ 20 чўяни учун) 20 мин. гача (СЧ 45 чўян учун) давом этади.

5.8. ЧЎЯН СУЮКЛАНТИРИШ ПОЛИПРОЦЕССЛАРИ

Бирламчи агрегатларда (В, ДП, ИТП) содир бўладиган барча жараёнлар монопроцесслар воситасида суюклантиришнинг тегишли методлари учун юкорида кўриб ўтилганларга айнан ўхшашдир. Иккиламчи агрегатларда (ДП, ИТП, ИКП) чўян кимёвий таркибининг ўзгариши суюк металлни тошқол ва печь қопламаси билан ўзаро таъсирига боғлиқ. АРУ билан дуплекс ёки триплексда барча жараёнлар бирламчи агрегатлар ва кутиш печиди ўтади. АРУ да кимёвий таркиб деярли ўзгармайди.

Дуплекс-процесслар кимёвий таркибни ғоят сезиларли даражада ўзгариши ва хатто каттик шихта

материалларини (масалан, кайтган чўян ва ВЧ ни суюклантиришдаги бошқа чиқиндилар) қўшиб амалга оширилади. Бундай жараёнлар фақат ДП ва ИТП да амалга оширилиши мумкин. Бундай ҳолда суюклантириш жараёнига каттик шихтани суюқ қуйим билан қисман алмаштиригандagi монопроцесс каби кўриб чиқиш лозим, бу эса индукцион печда суюклантиришда монопроцесс учун ҳам хосдир.

Шихта ва бошқа қўшилмалар киритилмайдиган дуплекс-процессда кимёвий таркибнинг ўзгариши қуйинди, шунингдек элементларнинг қуруми ва суюқ металл порцелисининг қуйилиши ва олинишига боғлиқ.

Биринчи дуплекс-процесс учун вагранканинг ёй печи билан бирга қўшилишидан фойдаланилган эди. У бир неча ўн йиллар муқаддам болғаланувчан чўяни (КЧ) ни суюклантиришда қўлланила бошланган. Бу дуплекс-процесс воситасида суюклантириш технологияси қуйидагидан иборат: шай қилиб қўйилган ёй печи қолипларига қуйиб чиқишдан 1—2 соат олдин вагранкадан суюқ чўян қуйилади. Чиқиндилардан фойдаланилганда шарсимон грифитли чўян (ВЧ) ишлаб чиқишда амалда қўлланилади) улар печь тубига то вагранка чўяни оқиб тушмагунча қўйилади. Чўян ёй печига қуйилгандан кейин меъёрига етказилиш даврида монопроцесс олиб борилишига ўхшаб олиб борилади. Ёй печларида чўяни кимёвий таркиби ўзгариши туфайли уни экспресс-анализ натижаларига асосан коррективировка қилиш зарур. Каналли печлардан фойдаланилганда чўянинг кимёвий таркиби деярли ўзгармайди.

Дуплекс-процесс вагранка-каналли индукцион печь маҳон амалиётида кенг тарқалган. Бу печь Россиядаги ИЛЛ, ГАЗ ва бошқа заводларда жорий қилинган. Бундай суюклантириш усулини таркиби ва ҳарорати бўйича тургун бўлган катта ҳажмдаги металл талаб этиладиган ҳолларда, масалан, автомобиллар ва тракторлар кўплаб ишлаб чиқиладиган цехларда қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Каналли печларда чўян одатда белгиланган таркибга етказилмайди. Ундан фақат суюқ чўян таркибини ўртача ҳисобга келтириш ва қиздириш учун фойдаланилади. Зарур бўлганда қўшилмалар узатиш қовшлари ёки тарировга киритилади. Чўяни таркиби ва ҳарорати бўйича ўртача ҳисобга келирилишини таъминлаш учун унинг миндорини донмо печь ҳажмининг $2/3$ қисм барабар қилиб саклаб туриш зарур.

Бундай дуплекс-процессларда кўпчилик ҳолларда битта каналли печь билан ишлайдиган иккита вагранка ишлатилади. Суюқлантириш компанияси узок вақт давом этадиган (бир ҳафта ва ундан ортиқ) янги вагранка одатдаги иккита вагранканинг ўрнини босади.

Суюқ чўяни каналли индукцион печга узатишда тошқолни синчиклаб ажратиб олиш керак. Агар унга тошқол тушса қопламанинг ейилиши кескин ортади. Каналли печда тўпланиб қолган тошқолни вақти-вақти билан чиқариб ташлаш зарур.

В-ИТП дуплекс-процесс ҳам машинасозлик заводлари-нинг қўйиш цехларида кенг тарқалган. Тигелли индукцион печларни иккиламчи агрегатлар сифатида қўлланилиши смена давомида чўянинг бир неча маркасини олиш имконини беради. Бу печларда феррокотишмалар, карбюризаторлар ёки пўлат чиқиндилари қўшиб чўян таркибини коррективировка қилиш осон бўлади.

ИТП — ИКН дуплекс-процессда чўян майда пўлат синиклари ва чиқиндилари асосида шихталардан олинади. Бу процесс тигелли индукцион печларнинг технологияси афзалликларидан фойдаланишга имкон беради.

ВАЗ да кулранг чўян ишлаб чиқаришда тигелли сисими 25 т бўлган индукцион печдан ва сисими 45 т бўлган каналли печдан иборат дуплекс-процессдан фойдаланилади. Шихта сифатида ишлаб чиқариш чиқиндилари қўйиш цехида қайтарилган металл ва оз миқдорда қўйиладиган чўяндан фойдаланилади. Металл битта печдан бошқасига тарнов ёрдамида узатилади. Шихтанинг ўртача кимёвий таркиби (%) С — 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. Суюқлантириш операцияси тахминан 3 соат давом этади. Бутун қуйма массаси тахминан 26 т ни ташкил қилади. Юклашни бошлагандан кейин 3 соату 25 минут ўтгач 20 т чўян каналли печга қайта қўйилади. Бу чўянинг таркиби (%): С — 3,35; Si — 1,97; Mn — 0,61; S — 0,045; P — 0,05; Cr — 0,15; Sn — 0,038; Ni — 0,29. Суюқлантириш тошқоли таркибида Fe_2O_3 — 42 %; SiO_2 — 42—53 % ва MnO — 4,5—5,2 % бўлади.

Сақлаб туриш каналли печида чўянинг кимёвий таркиби деярли ўзгармайди: С — 3,325 дан 3,33 % гача; Si — 1,935 дан 1,90 % гача; Mn — 0,595 дан 0,59 % гача. Тигелли печдан 20 т металлни каналли печга қўйгунга қадар каналли печда суюқ металл қолдиғи (20 т га яқин) бўлади.

ЕП — ИТП дуплекс-процесс ҳам ВАЗ да қўлланилади. Бу ерда каттик шихта суюклантириладиган 40 т сигимли 18 печи ўрнатилган. Бу тигелли индукцион печларда металл зарур бўлган кимёвий таркибгача етказилади ва куйиш жараёнида юкори ҳароратда саклаб турилади, куйиш чўян (СЧ), болғаланувчан чўян (КЧ), шарсимон графитли чўян (ВЧ) ларни суюклантириб олиш учун таркибда асосан пўлат чиқиндилари ва қайтарилган металл, шунингдек 11 % гача куйма чўян (СЧ учун) ва қўшимчалар (ФС, ФМн, графит) бўлган шихта-лардан фойдаланилади.

Графитни анча тўла ўзлаштириш ва тигелли печга куйишда йўқотиладиган иссиқлик тўлдириш учун чўяни қайтадан куйиш ковшларига узатишда ҳарорат қўшимча 100—150 °C га ўта киздирилади. Ўта киздириш ҳарорати 1520—1580 °C атрофида ўзгаради.

Кимёвий таркиб кремний ва марганец бўйича ёй печида, углерод бўйича металл қабул қилгичга графит қўшилиб металлни индукцион печга беришда тошиб куйиладиган тарновни коррективировка қилинади.

ИТП — ЕП дуплекс-процессдан чўяни чуқур десульфурация қилиш зарур бўлганда фойдаланилади. ГАЗ да бу жараён шарсимон графитли жуда мустаҳкам чўяндан тирекли валлар ишлаб чиқаришда қўлланилади. Чўяни суюклантириш учун саноат частотали LFD-12 тигелли индукцион печларидан, десульфурациялаш учун эса асосли копламага эга бўлган ДЧМ-10 ёй печидан фойдаланилади.

ЕП-ЕП дуплекс-процесс КаМАЗ да қўлланилади. Чўян сигими 50 тоннали ёй печларида суюклантирилади ва сигими 75 т бўлган худди шундай печларга қайта куйилади. Печда берилган кимёвий таркибли суюклантирилган чўян олинади. Масалан, СЧ-20 учун куйидаги таркибдаги чўян олинади (%): $C=3,3-3,45$; $1,95-2,10$; $Mn \approx 0,5-0,7$; $S=0,1$; $P=0,2$; $C=0,2-0,4$; $Ni=0,1-0,2$. Шихта сифатида асосан қайтарилган металл ва пўлат чиқиндилари, шунингдек 10—15% куйма кўринишидаги чўян ҳамда 10 % га яқин чўян синиқларидан фойдаланилади.

Суюклантириш асосли тошқолларда олиб борилади. Нисбат CaO/SiO_2 0,9—1, 2 чегарада саклаб турилади. Чўян ҳарорати 1430—1450 °C га етганда кимёвий анализ қилиш учун намуна олинади. Сўнгра чўян 1540—1560 °C гача ўта киздирилади, тошқол насос билан сўриб олинади ва чўян

ковшга куюлади. Агар кимёвий анализ берилган қиймат тўғри келмаса, унда зарур бўлган қўшилмаларнинг ҳисобий миқдори киритилади (10-жадвалга қараиш). Кутиш печига 60—80 кг кварц куми ёки шмот синиқлари 40—50 кг оҳактош ва 20—30 кг кокс солинади.

Саклаб туриш печларида чўян ҳарорати, унинг кимёвий таркиби ва оқартирилиш даражаси назорат қилиб турилади. Печдан чиқаётган чўян ҳарорати 1440—1480°C кимёвий таркиби эса талаб этилганига мувофиқ бўлиши керак.

Амалда суюқлантириш печларининг аниқ ишлаб чиқариш шароитларига тўғри келадиган бошқа қўшилмалари ҳам учрайди. Дуплекс-процесс домна печи электр печдан фойдаланишнинг энг самаралисидир.

5.9. ПУЛАТНИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ МАРТЕН ПЕЧЛАРИДА ПУЛАТ СУЮҚЛАНТИРИБ ОЛИШ

Мартен печларининг ишлаш принципига кўра печда машъаланинг ҳарорати оширилади. Ҳароратни ошириш учун ёнилғининг ёниши учун зарур бўлган ҳаво регенераторларда 1000—1200°C гача қиздирилади. Регенераторлар печдан чикиб кетаётган ёниш маҳсулотларининг иссиқлиги ҳисобига қизийди ва қуйидагича ишлайди: қиздирилган регенератор оркали печга ҳаво берилади, иккинчиси оркали эса ёниш маҳсуллари чиқариб юборилади. Печга ҳаво ва ёнилғи бериш йўналиши ҳамда ёниш маҳсулотларини чиқариб юбориш йўналиши вақти-вақтида ўзгартириб турилади, натижада олдин ҳаво бериб турган регенератордан ёниш маҳсуллари ўтади, бошқа регенератор оркали эса ҳаво ўтади ва қизийди. Шундай қилиб, паст калорияли газни бир оз қиздириш учун печнинг чекка томонларига биттадан регенератор ўрнатилади. Икки генераторли шундай печлардан бири 12-расмда тасвирланган. Печда иккита девор — олд ва кетинги, гумбаз 5 ва нишаб туб бор, нишаб туб суюқланган металл ва тошқол учун ванна 4 вазифасини ўтайди. Олд деворда туйнук 6 бўлиб, у оркали печга шихта ашёлари солинади, печдан металл ва тошқол намуналари олинади. Операциялар бажарилмаётган даврда туйнук ўтга чидамли ашёлар билан қопланган қопқоқ билан беркитиб қўйилади, қопқоқда суюқлантириш жараёнини кузатиб туриш ва печь копламасининг ҳолатини кузатиш учун туйнуклар бор. Кетинги деворда чиқариш тешиги бор, бу тешик оркали

суюклантириш охирида пўлат ва тошқол чиқарилади. Суюклантиришдан олдин бу тешик беркитиб қўйилади.

Асосли мартен печларининг деворлари магнезит гиштдан, гумбази магнезит хром гиштдан терилади; туби кўп қатламли қилинади, пастки қатлами иссиқликдан изоляциялаш мақсадида шамот гиштдан терилади, кейин магнезит гишт терилади, унинг устида магнезит кукунидан янги қатлами ҳосил қилинади.

Кислотали печларнинг деворлари, гумбазлари, тубининг ўтга чидамли девори, вертикал каналлар динас гиштдан ишланади.

Машинасозлик заводларининг пўлат қуйиш цехларидан мартен печлар, одатда, асосан 60—65% пўлат темир-терсаги ва 35—40 % кичик қуйма чўядан иборат шихтада ишлайди. Суюклантиришнинг қуйидаги давлари бор: печни тўлдириш, шихта ташлаш, шихтани киздириш ва суюклантириш, «ваннанинг қайнаши», суюклантиришни маромига етказиш, пўлат ва тошқолни чиқариб олиш. Печни тўлдириш шундан иборатки, иш туйнуги орқали печь тубининг ва қияликларининг едирилиб кетган жойларига қўлда ёки тўлдириш машиналари ёрдамида дукусимон ашёлар ташланади. Пўлат чиқара бошлангандан, ванна қияликлари очила борган сари печь туби тўлдирила бошланади. Печь тубининг бирор жойи шикатланганида металдан сикилган ҳаво ёки кислород пуфлаб тозаланади. Печь тубини жуда тез, печь ҳаддан ташқари солиб кетишига йўл қўймасдан тўлдириш керак. Тўлдириш вақти 15—45 дақиқа давом этади. Шихта машиналар ёрдамида солинади ва одатда енгил темир-терсак, тунука қийқимлари ва майдаланган қиринди умумий скрапнинг 10—20 % миқдорида ташланади. Бир текис ташланган масса шу қатлам устига юпка қатлам тарзида оҳактош солинади. Оҳактош кизиганидан кейин скрапнинг қолган қисми солинади, бунда алоҳида порциялар киздириб олинади. Шихта ташлаш печга қуйма чўян солиш билан тугайди.

Шихтанинг кизиши ва суюкланиш даври чўянинг суюкланишидан бошланади. Унинг томчилари пастга оқиб тушади ва печь тубида суюқ металл ваннаси ҳосил қилади. Суюкланиш давом этган сари бу ванна сатҳи кўтарила боради ва охирида темир-терсакнинг суюкланиб улгурмаган бўлақларини қоплайди. Темир-терсакнинг суюкланиши унинг сирти углеродланишидан олдин юз беради. Шихтада углерод миқдори қанча кўп бўлса, унинг ўртача

суюкланиш ҳарорати шунча юқори бўлади ва суюкланиш даври шунча тез тугайди. Шихтадаги углерод микдори 0,5 дан 1,1 % га ортганда суюкланиш давомийлиги тахминан 1 соатга қисқаради. Бирок, шихтадаги углерод микдорини тахминан ўзгартириб бўлмайди, у суюклантирилладиган пўлат маркасига боғлиқ ва шихта таркибидagi чўян улуши билан белгиланади. Шихта кизиганида ва суюкланганида кремний, марганец ва темир оксидланиши. Уларнинг оксидлари шихтанинг металлмас ифлосликлари ва печь копламасининг оксидлари билан тошқол ҳосил қилади, тошқолда оҳактошнинг кизиши ва парчаланиши секин боради, асосий тошқолнинг шаклланиши эса суюклантиришнинг иккинчи ярмидан бошланади.

Шихта танлаш ва суюклантириш даври бутун суюклантириш вақтининг 65—75 % ини ташкил этади. Шунинг учун печнинг иш унумини ошириш мақсадида бу даврлар давомийлигини қисқартириш алоҳида аҳамиятга эга. Бирок шихта танлаш жадаллиги печнинг термик қувватига мосланган бўлиши керак. Шихта танлаш жадаллашиб, печнинг қуввати етарли бўлмаганида шихта қатламлари ёмон кизийди, суюклантириш даври кескин чўзилиб кетади. Суюклантиришни тезлатиш учун ташланадиган оҳактош микдорини одатдаги 6—7 % ўрнига 5 % гача камайтириш керак, суюкланиш тугашига 1 соат қолганида тошқолнинг кўп қисмини чиқариб ташлаш ва оҳактош, боксит ва темир рудаси солиб янги тошқол ҳосил қилиш керак. Янги тошқолнинг асослилиги 2,5 % бўлиб, таркибидa 12 % темир оксидлари бўлганидан фосфорни металлдан яхши чиқариш хусусиятига эга.

Шихта қўшилмаларининг оксидланиши ва табиати суюклантириш давомидa ўзгаради. Суюклантириш бошланишида шихта бевосита кислород, карбонат ангидрид ва печь хавоси таркибига кирувчи сув буғлари таъсирида оксидланади. Ванна тошқол қатлами билан қопланганидан кейин қўшилмаларнинг оксидланиши металлда ва тошқолда эриган темир оксидлари ҳисобига юз беради. Темир ва қўшилмаларнинг оксидланиши металлга газсимон кислород пуфланганида жуда тезлашади. Бундай оксидланишда кўп иссиқлик чиқади ва ваннанинг ҳарорати тез кўтарилади. Шихта солингандан кейин суюклантириш жараёнида кремнийнинг деярли ҳаммаси, 50—60 % марганец, 30—40 % фосфор, 25—40 % углерод ва бир микдор олтингугурт оксидланади. Углероднинг оксидланиши натижасида ванна «қайнайди», бу қайнаш суюклантириш давридаёқ содир бўлади. Қайнаш даври мартен печларида

суюқлантиришда энг асосий давр бўлиб, фосфор микдори камайтиришга, металлни газлардан тозалашга ва металлдан берилган ҳароратгача киздириб, айни вақтда металлда углероднинг белгиланган микдори таъминлашга қаратилган. Бунда, юқорида айтиб ўтилганидек, углерод оксидлари пуфакчаларининг ажраб чиқиши ва металлдан металл ва тошқолни аралаштириши ёрдам беради. Қайнаш даври одатда шундан бошланадики, тошқол микдори ва ваинада фосфор микдори камайтириш учун тошқолнинг бир қисми печдан чиқариб олинади. Тошқолни чиқариб олишдан олдин печга оз микдорда руда қўйилади. Бу фосфорнинг тошқолга ўтиши тезлатади ва тошқолнинг кўникланишини келтириб чиқаради, тошқол тошқолзонанинг олдиндан очиб қўйилган туйнуги орқали янги чиқиб кетади. Одатда печдаги тошқолнинг ярми чиқариб юборилади. Тошқол чиқариб юборилганидан кейин оқрак ва боксит солиб янги тошқол ҳосил қилинади ва «руданинг қайнаши» содир бўлади, яъни темир рудасида углерод оксидлари борлиги туфайли оксидланиш юз беради. Руда ташлаш тошқолда темир оксидларини юқори микдорда саклаб туришга ва пўлатдаги фосфор микдори талаб этилган микдоргача камайтиришга имкон беради. Газлар янги чиқиб кетиши учун углероднинг оксидланиш тезлиги жуда катта бўлиши керак, яъни 1 соатда 0,45—0,60 % углерод оксидланиши лозим. Бундай тезликда темир рудадан оз-оз микдорда ташлаб туриб эришилади.

Углероднинг пўлатдаги микдори тайёр металлда белгиланган микдоридан 0,15—0,20 % ортиқроқ камайганидан кейин ашёларни ваннага ташлаш тўхтатади ва соф қайнаш бошланади. Қайнаш давомида углерод ширинда тўпланган темир оксидлари кислороди ҳисобига оқсидланади. Соф қайнаш металл киздиришни осонлаштиради, пўлатнинг газлардан тозаланишига ёрдам беради.

Суюқлантиришни маромига етказиш углероднинг белгиланган микдorigа эришилгач бошланади ва бу жараён ваннада оксидсизлантиргичлар ва легирловчиларни ташлашдан, яъни пўлатнинг кимёвий таркибини талаб этилган барча компонентлар бўйича маромига етказишдан иборат.

5.10. ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРИДА ПЎЛАТ СУЮҚЛАНТИРИШ

Пўлат суюқлантирадиган ёй печлари (8-расмга қараңг) уч фазали ток билан ишлайди ва учта электроди 1 бор. Электродлар билан шихта ёки суюқланган металл

ўртасида печнинг иш бўшлиғида электр ёйлари 4 смгача туради. Кувватли ёйлар нурлантирадиган иссиқлик таянчларида шихта суюкланади, сўнгра суюк металл кераклик хароратгача қизийди. Ток келтириш ва ёй кувватини ростлаш учун печь қурилмасида махсус электр жиҳоз бор. Электродларни силжитиш, гумбазни қўтариш ва буриш, печни қиялатиш ва унинг корпусини айлантириш учун эса махсус механик жиҳозлар бор.

Печь корпус 3 ва гумбаз 2 дан иборат. Гумбазда электродлар ўтиши учун тешиклар бор. Қўпгина печларда шихта юклаш механизациялаштирилган бўлиб, суюклантириш бошланишида гумбаз печь корпусидан четга суриб қўйилади. Шихта солинган бадья печга тепадан киритилади ва туби очилади, шихта печга тўкилади. Суюклантириш борасида бир канча операцияларни бажариш, масалан, кўлда (кураклар билан) ёки тўкиш машинаси (мульда) ёрдамида қўшимча ашёлар ташлаш учун печда иш тунуги 11 бор, уни тўсик 10 беркитиб туради. Тайёр пўлат тошқолни чиқариш тешиги 5 ва нов 6 орқали чиқариш учун печь қиялатилади. Суюклантириш давомида тошқолни чиқариш учун печни иш туйнуғи томонга қиялатиш мумкин. Қиялатилганда кажаваларнинг таянч секторлари 8 таянч станина 9 бўйлаб думалайди.

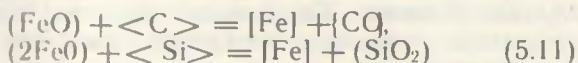
Ёй печларида пўлат суюклантиришнинг ўзига хос хусусиятлари.

Ёй печларида пўлат суюклантириш (12-расм, 2 га қараңг) скрап-жараён билан мартен печларида пўлат суюклантиришдаги қонуниятларга асосланган. Хусусан, қўшимчаларнинг (кремний, марганец, хром, углероднинг) оксидланиши (мартен печларидаги каби) ва темирнинг оксидланиши ёй печларида печь ҳавоси кислородининг бевосита иштирокида бошланади, тошқол қатлами ҳосил бўлгандан кейин эса жараён анча мураккаб йўл билан боради, бу шундан иборатки, печь ҳавосининг кислороди темир оксидни (FeO) темирнинг юқори оксидлари (Fe_2O_3 ва Fe_3O_4) гача оксидлайди, ҳосил бўлган бу оксидлар кейин тошқол қатлами орқали ўтади ва металл ваннаси сиртида темирни темир оксидигача оксидлайди ва бу оксид кейинчалик қўшимчаларнинг оксидланишида иштирок этади. Мартен печларидаги каби, темир оксиди ҳосил бўлиши ва қўшимчаларнинг оксидланишини печга руда бўлаклари ташлаш ва айниқса ваннага кислород пуфлаш йўли билан тезлатиш мумкин. Бироқ шихта катта тезликда суюкланганлиги ва ванна тез қизиши, шунингдек, ванна

буларнинг булганлиги (шу юза оркали атмосфера металлларига кирилади) туфайли кўшимчалар электр токи билан суюклантириш давомида мартен печигадаги металлдан секинроқ оксидланади. Шу сабабдан электр токи билан суюклантиришда шихтадаги углерод мартен печига суюклантиришдагига қараганда камроқ бўладиган қилиб қолланади.

Ўй ичларида суюклантиришнинг боришига пўлатнинг оксидлари, яъни углероднинг оксидланиши ва углерод оксидларининг пуфаклари ажраб чиқиши ижобий таъсир қилганда қайнаш пўлатни аралаштиришни, ваннанинг қайишсини ва унда реакциялар кетишини тезлатади, оксидларни оксидлари пуфакчалари билан водород ва азотни ажратиб юборишга ва бу газлар микдорини пўлатда қолдиришга имкон беради. Шу билан бирга, газ оксидларининг молекулаларга диссоцияланиши ва электр токи билан ушбу атомларнинг қисман ионланиши газларнинг атмосфера ҳавосидан металлга киришини кучайтиради.

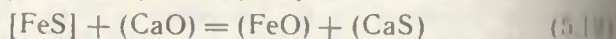
Суюклантириш жараёнининг кечишида ёй печлари иш қилишидаги тикловчи атмосфера катта имкониятлар атайди. Бу ҳақ ўз навбатида тиклаш даврининг яхши бўлишига имкон беради. Бу жараённинг боришида ваннага қўйилган кокс ва ферросилиций қўшиш йўли билан тошқолдаги темир оксидларини қуйидаги реакциялар билан тиклаш мумкин:



Айтиб ўтилган кўшимчалар микдори етарлича бўлганда ва печь герметик берк, яъни иш туйнуғи берк бўлганда темир оксидининг тошқолдаги микдори 0,5—1,5 % гача қамқовдан ва ок тошқол ҳосил бўлади, у совиганидан кейин ок қуқуғига айланади.

Электр билан суюклантиришдаги тиклаш даврида ок тошқолнинг бўлиши кислороднинг металлдан тошқолга темир оксиди тарзида ўтиши жуда секин борганлигидан ёй билан суюклантиришда пўлатни мартенда суюклантирган-дан қабил кремний ва марганецнинг бўлак-бўлак ферро-қўшимчалари ва металл алюминий билан оксидсизлантирилади. Суюкланма чўмичга чиқарилганида, металл ва тошқолнинг аралашуви кучайганида бундай ўтиш тезлашади ва пўлатда кислород микдори кам бўлади. Пўлат печда ок тошқол остида тутиб турилганида ва суюкланма

чўмичга чиқарилганида олтингургуртнинг тошқолга ўтиши куйидаги реакция бўйича тўла ўтади:



Шундай қилиб, электр печда олтингургурт микдори 0,01 % гача бўлган пўлат олиш мумкин.

Электр билан суюклантиришдаги тиклаш даврида тошқолдаги оксидлар тарзидаги ва печь хавоси таркибидagi кислород тарзидаги фаол кислороднинг камлиги туфайли марганец, кремний, хром, ванадий ва бошқа элементларнинг оксидланиш даражаси унча юқори бўлмайди. Шунинг учун ёй печларида кўп легирланган пўлатлар олиш мумкин.

Никель, мис, молибден каби темирга қараганда кучли оксид ҳосил қилувчи легирловчи элементлар тўғрисида шуни айтиш мумкинки, улар мартен печидаги каби бутун суюклантириш давомида амалда оксидланмайди. Ҳар қандай печда пўлатни бу элементлар билан легирлаш мумкин ва бунда уларнинг оксидланишидан чўчимаслик керак. Газларнинг чиқиб кетиши нуқтаи назардан, никелда ва мисда водород кўришишида мавжуд бўлган газларнинг кўплиги туфайли, айтиб ўтилган элементлар печга шихта солингандан кейин ташланади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, ёй печларида легирловчи элементар оксидланиш ҳисобига эмас, балки ёйнинг жадал таъсирида бўлган зонада буғланиши туфайли исроф бўлиши мумкин. Шу боисдан хусусан никелни шихта ташлашда уни ёйдан узокрокка, қияликларга яқинроқ қилиб ташланади.

Шуни айтиб ўтиш керакки, ёй печларида легирловчи элементлар оксидланиш ҳисобига эмас, балки ёйнинг жадал таъсири остида бўлган зонада буғланиши туфайли исроф бўлиши мумкин. Шу боисдан хусусан никелни шихта ташлашда уни ёйдан узокрокка, қияликларга яқинроқ қилиб ташланади.

Ёй печларида суюклантириш жараёни. Асосли печларда пўлат суюклантириш жараёни тўлдириш, шихта танлаш, суюклантириш, оксидлантириш, тиклаш ва суюклангани чиқариш давларини ўз ичига олади. Печга пўлат темир-терсаги ва чикитлари, кўпи билан 10% ишланадиган чушка чўяни, кокс ёки электрод синиклари ташланади. Электрод синиклари печга шихтадаги углерод микдори ташланган чўяни ҳисобга олган ҳолда белгиланган маркадаги пўлатда унинг пастки чегарасидан кўп

пўлатларда 0,3 %, ўртача углеродли пўлатларда 0,4 %, ян қам углеродли пўлатларда 0,5—0,6 % ортиқ қўлланган килиб ташланади.

Шихта ташлашнинг куйидаги тартиби қабул қилинган: пўлат тўғрисида майда пўлат скрапнинг ярми ташланади, унинг қўлланган шихта марказига электродлар остига йирик шихта, скрапнинг ярми килиб йирик темир-терсак устига ўртача шихта ташланади, темир-терсак, унинг устига майда скрапнинг ярми солинади. Энг устига чўян солинади, электродларни ёндириш осон бўлиши ва электродлар ёниб қолмаслиги учун электродлар остига йирик кокс бўлаклари қўйилади. Шихта ташлашнинг бундай тартиби печь қўлланган шихта бўлақларининг оғир зарбларидан саклайди, шихта тўғрисида солинганда электр ўтказувчанлиги катта бўлади, бинибарин, ёй турғун ёнади. Шихта металл қисмининг 2—3 % асосий тошқолнинг ҳосил бўлишини қўлланган ва фосфорни тошқолга ўтказиш учун солинади, темир рудаси солиш бу жараёнга катта ёрдам беради. Печь қўлланганда қолатига қараб оҳак ё печь тубига солинади ёки қўлланган скрап устига ташланади. Темир рудаси ёй печи тўғрисида ёки шихта металл қисмининг устига солинади.

Шихта ташлаш тугагач, суюклантириш даври бошланади — электродлар пастга туширилади ва ток берилади. Ёй тўғрисида электродлар остидаги шихта суюкланади ва электродлар аста-секин пастга туша бошлайди; шу жойда электрод диаметридан 40—70 % катта диаметрли қудук қўйилади бўлади. Шихтанинг суюкланмай қолган бўлақлари қўйилган металл ваанасига туртиб туширилади.

Қувватли ёйларнинг нурланиши гумбазни ишдан қўйиб қўйиш учун қудукларни (қотиб ҳосил бўлган ёйлар) кесиш паст қўчланишда бошланади, сўнгра катта қўчланишда ва энг узун ёйда ишланади. Суюклантириш охирида қўчланиш пасайтирилади ва ёй узунлиги қўчлантирилади.

Оширилган қувватли трансформаторларда ишлаш суюклантириш вақтини қисқартиради. Суюклантириш вақтини шихтани олдиндан бадьяда ёки яхшиси, ёйниги печида қўчланиш ёрдамида ёкиб, шихтани қўшимча қўчланиб қисқартириш мумкин. Шихтанинг бир қисми суюкланганидан кейин суюк металлга кислород қўйиб (буфлаб) суюклантириш тезлантилади. Бундан ташқари, кислороддан қўйинча шихтада электродлар орасида ҳосил бўладиган қўчланиш кесишда ҳам қўйдаланилади.

Суюклантириш жараёнида кремний деярли батамом

оксидланади, хром, марганец ва бошқа компонентларининг кўпгина миқдори оксидланади.

Фосфорнинг тошқолга ўтишини кучайтириш учун тошқолнинг бир қисми ўз оқими билан баъзан суюклантиришнинг иккинчи ярмидаёқ чиқариб юборилади. Унинг тошқол оҳак ва руда солиб ҳосил қилинади.

Суюклантириш тугагач ва ванна яхшилаб аралаштирилгандан кейин металдан намуна олинади ва печнинг қиялатиб 60—70 % чамаси тошқол чиқариб ташланган. Суюклантиришнинг оксидлантириш даври тайёр пўлатдаги фосфорнинг миқдорини йўл қўйиладиган чегараларидан камайтириш, металдан иложи борича кўпроқ азот ва водородни чиқариб ташлаш, метални чиқариш ҳароратига киздиришни кўзда тутати. Тошқол чиқариб ташланганидан кейин оҳак, боксит ва шамот синиклари ташланадиган тошқол ҳосил қилинади. Углероднинг оксидланиши ва ваннанинг қайнаши темир рудаси ёрдамида амалга ошади. Руда яхшилаб қиздирилган металл устига унча катта бўлмаган порцияларда солинади. Металл кучли қайнайди, тошқол кўпикланади ва печнинг қиялатилган вазиятида иш туйнуғи орқали тошқол хонага оқиб тушади. Тошқолнинг ўз-ўзидан оқиб чиқиши ва кейин янгиланиши фосфорни батамом чиқариб юбориш учун зарурдир. Фосфорнинг миқдорини белгиланган катталиқкача камайтириш оксидлантириш даврининг муҳим босқичидир. Фосфорнинг миқдorigа ва тошқолнинг талаб этилган асослилигига қараб даврий равишда оҳак солиб турилади, тошқолни суюлтириш учун эса боксит ва плавик шпат солинади. Оксидлантириш даврида металдан 40—60 % гача олтингугурт чиқариб юборилади, бунда тошқолнинг асослилиги 2,5—2,8 дан паст бўлмаслиги керак. Оксидланиш даври фосфорнинг миқдори йўл қўйилганидан камроқ камайганида ва углерод миқдори 0,02—0,1 % га камайганда тўхтайтиди.

Оксидланиш даврини кислородни ваннага иш туйнуғи орқали киритиладиган найча орқали ёхуд сув билан совитиладиган фурма орқали пуфлаш йўли билан қисқартириш мумкин.

Тошқол чиқариб олинганидан кейин суюклантиришнинг тиклаш даври бошланади, бу даврда пўлат таркибидagi кислород ва олтингугурт чиқариб ташланади ва белгиланган қимёвий таркибли пўлат олинади. Оксидловчи тошқол чиқариб ташлангандан кейин металга ферро-марганец қўшилади. Унинг миқдори пўлатда йўл қўйилган

тошқолдан кам бўлиши керак. Кўпинча 0,03—0,10 % алюминий алюминий ҳам қўшилади. Зарур бўлганда (агар тошқол микдори пастки чегарадан паст бўлса — кам тошқолдан пўлатлар учун 0,03—0,08 % дан, ўртача углероддан пўлатлар учун 0,10—0,15 % дан кўпроқ бўлганида) оксидсизлантириш билан бир вақтда пўлат углеродланади ҳам. Бунинг учун металл юзасига кокс ёки электрод электродлари ташланади ва металл аралаштирилади. Сўнгра тошқолга оҳақ, плавик штати ва шамотдан иборат тошқолнинг аралашма 5:1:1 нисбатда киритилади. Тошқол аралашмаси тезроқ суюкланиши учун ўртача кучланишда тошқолдан, тиклаш даврининг қолган қисмида паст кучланишда ишланади.

Тошқол суюкланганидан кейин у аввал кокс қукуни, кейин коксининг 75 % ли ферросилиций аралашмаси билан ишланади. Баъзан тошқол силикокальций ва алюминий электродлари ёрдамида ҳам оксидсизлантирилади. Бундай оксидсизлантириш натижасида темир оксидининг тошқолдаги микдори 1 % гача камаёди. Кимёвий таҳлил электродлари олинганидан кейин пўлатнинг кимёвий таркиби узил-кесил тўғриланади ва тошқол билан биргаликда алюминий чиқарилади. Бундай чиқариш металдан олтингустунинг тошқолга тўла ўтишини таъминлайди. Чўмичда пўлат алюминий билан узил-кесил оксидсизлантирилади.

Легирилган пўлатларни суюклантириб олишда зарур элементлар қуйидаги тартибда киритилади: никель, мис — молибден — шихта билан бирга ташланади, пўлатнинг химий таркибини тузиш учун — суюклантиришнинг шиклаш даврида; вольфрам, марганец ва хром — тиклаш даври бошида; ванадий — пўлатни чиқариб олишга 10—30 дақиқа қолганда; титан — бевосита чўмичга чиқариш олдидан. Шуни назарда тутиш керакки, тиклаш даврида пўлат қайнамайди, ундан водород ва азот чиқиб кетмайди, металл эса водород ва азотни печь ичидаги атмосферадан ютади, бунда тиклаш даври қанча чўзилса шунча кўп азот ва водород ютилади. Шу боисдан суюклантириш давомийлигини қисқартириш ва электр энергиясини тежаш мақсадида бу даврнинг давомийлиги ҳамма паст энг кам бўлиши керак.

Асосан ёй печларида легирилган пўлатларни қайта суюклантириб олиш. Пўлатни оксидсизлантирмасдан суюклантириб олишда шихтага легирилган ва углеродли пўлатларнинг бир неча маркаси шундай ҳисоб билан қўшиладики, шихтадаги углерод микдори унинг суюклантириб олинадиган пўлатдаги пастки чегарасидан

0,05—0,10% га кам бўлсин, фосфор микдори эса йўл қўйилгандан ортиқ бўлмасин. Тошқолни биринчи бор ҳосил қилиш учун шихтага 1—1,5 % оҳак қўшилади. Унинг ўрнига кўпинча тегишли микдордаги оҳактош ишлатиладди, бундан мақсад унинг парчаланишида карбонат ангидрид газининг пуфакчаларини ҳосил қилишдир. Бу пуфакчаларнинг қалқиб чиқиши метални водород ва азотдан тозалашга имкон беради, оксидсизлантириш даври бўлмаганида пўлатда жуда кўп микдорда газлар бўлиши жуда муҳимдир. Бу газларнинг микдорини камайтириш учун қайта суюклантириш йўли билан суюклантиришда шихта ашёларининг сифатига алоҳида эътибор берилади, занглаган ва нам ашёлар ишлатилишига йўл қўйилмайди, тошқол ҳосил қилувчи ва легирловчи қўшимчалар қиздирилади. Агар талаб этилган таркибни пўлат олиш учун унга феррохром ва ферровольфрам қўшиш зарур бўлса, у ҳолда бу ашёлар шихтага қуйидаги тартибда қўшилади: ферровольфрам электродлар остига, феррохром қияликларга ташланади. Суюклантириш вақтида печга 2 % гача оҳак ёки қиздирилган оҳактош ташланади. Ташланадиган оҳак янги қуйдирилган бўлиши керак.

Суюклантириб бўлгандан кейин тиклаш даврини ўтказишга киришилади ва бунда агар тошқолини қуюқлиги нормал бўлса, у чиқариб юборилмайди. Агар тошқол қуюқ чикса, у ҳолда қукунсимон оксидсизлантирувчилар билан ишлангандан кейин унинг бир қисми ёки буткул чиқариб ташланади. Янги тошқол оҳак ва плавни шпат тошқолни суюлтириш учун шихта солинаётган пайтда ва суюклантириш даврида ҳам қўшилади. Қайта суюклантириш йўли билан суюклантиришда тиклаш даври давомийлиги қисқаради, чунки легирловчи элементларнинг асосий қисми шихта билан биргаликда тушади, пўлат таркибини тузатиш учун тиклаш даврида қўшиладиган ол микдордаги легирловчи элементлар тез суюкланиб кетади.

Пўлатни қайта суюклантириш йўли билан суюклантиришда (қисман оксидлаш билан) шихтани оксидлашмасдан қайта суюклантиришдаги принциплар бўйича иш тутилади, бунда фақат углероднинг шихтадаги микдори унинг суюлтириб олинадиган пўлат маркасидаги пастки чегарасидан 0,1—0,25 % ортиқ бўлиши керак. Суюклантириб бўлгандан кейин оксидлаш даври бошланади. Оксидлаш одатда ваннага кислород пуфлаш йўли билан олиб борилади. Пуфлашда ҳароратнинг тез кўтарилиши угле-

металлнинг муштахкам оксидлар ҳосил килувчи легирловчи элементлар иштирокида оксидланиш имкониятини яратадиган. Металлда легирловчи (вольфрам, хром) элементлар бўлмаган бўлса, агар тошқол ҳаддан ташқари кўп бўлса, металлнинг куйиш пайдаланиш билан ишлангандан кейин қисман қисқариб танилиши мумкин.

Кислотали печларда суюклантириш. Кислотали печларда суюклантиришда пўлатдан фосфор ва олтингугурт чиқариб бўлмайди, шунинг учун кам фосфорли ва кам олтингугуртли шихтадан фойдаланиш керак.

Кислотали печда суюклантиришда фосфор ва олтингугуртнинг пўлатдаги микдори бир оз ортади ва тайёр пўлатда уларнинг микдори шихтадагидан ортиқ бўлади.

Кислотали печлар асосли печларга қараганда куйидаги афзалликларга эга:

- металлни керакли ҳароратгача киздириш асосли электр печларидагига қараганда осонроқ амалга оширилади;

- электр энергияси камроқ сарфланади;

- суюклантириш давомийлиги кискарок;

- ислотали коплама анча чидамли.

Шу билан бирга кислотали копламали электр печлар кўпгина ҳаётда муваффақиятли ишлатилмоқда.

Кислотали печь талаб этиладиган майда ва юпка жўрлан иссиқ пўлат куймалар олишда бекиёсдир.

3.11. ИНДУКЦИОН ПЕЧЛАРДА ПЎЛАТ СУЮКЛАНТИРИШ ОЛИШ ЖАРАЁНИ

Кислотали индукцион печларда пўлат суюклантириш. Бу жараён, одатда, оксидланмасдан бўлади. Шихта шундай ҳисобланадики, унда фосфор ва олтингугурт микдори йўл қўйилган пастки чегарадан ортиб 0.01% кам бўлиши керак. Углерод микдори пастки чегарага яқин бўлиши лозим. Оксидланмасдан суюклантириш тинчликда танлаб олинган шихта материалларини қайта суюклантиришдан иборат, булар белгиланган иккинчи таркибни таъминлаши лозим. Бунда асосий талаблардан бири шихтани иложи борида тигиз жойлаштиришдир, чунки шихта қанчалик тигиз жойлашса, суюклантириш шунча тез ўтади ва электр энергия шунча кам сарфланади. Тигелнинг тубига майда шихта тўкилади, унинг устига феррокотишмалар ва шихтанинг йирик бўлаклари ташланади. Энг йирик бўлакларни тигель деворлари яқинига жойлаган маъкул, бу ерда ҳосил

қилинадиган ток кучи энг катта бўлади. Кичикрок ҳажмли печлар қўлда, катта печлар бадья ёрдамида тўлдирилади. Ашё ташлаш тугаганидан кейин печь қопқоғи беркитилади ва ток берилади. Ток таъсири тугаганига қадар суюклантириш паст кучланишда олиб борилади, сўнгра энг катта қийматигача оширилади. Легирловчи элементларнинг оксидланишини ва металнинг газларга тўйинишининг олдини олиш учун печга тошқол ҳосил қилувчи моддалар — шиша синиклари, оҳак ва шамот ташланади. Суюклантириш тугашидан олдин кимёвий анализ учун металдан намуна олинади. Сўнгра металл паст қувватда қиздирилади ва металл таркиби тузатилади. Пулатни чиқариб олиш учун печь тўкиш тумшуги томон қиялатилади. Легирловчилар ва оксидловчилар қуйидаги тартибда қўшилади: ферровольфрам, молибден ва хром шихтага қўшиб ташланади, феррованнадий ва ферромарганец пулатни чиқаришга 7—10 дақиқа қолганида солинади. Ферросилиций пулатни чиқаришга 10 дақиқа қолганида қўшилади ва амалда оксидланмайди; 0,05—0,10 % микродоғидаги алюминий пулатни чиқариб олишдан олдин ёки бевосита чўмичда қўшилади.

Асосли индукцион печларда пулат суюклантириш. Шихтага олтингургурт ва фосфорнинг микдори нуктаи назаридан қўйиладиган талаб кислотали печлардагнга қараганда қаттиқрок, бироқ уларнинг микдори берилган пулат маркасидаги чегарага яқин бўлгани маъқул. Печни тўлдиришда тигелнинг пастки қисмига ташланган майда шихта устига 5 % гача оҳак солинади. Қолган ҳолларда шихта тишлаш ва суюклантириш кислотали печлардаги каби олиб борилади. Шихта суюклантириб бўлинганидан кейин металдан фосфорнинг маълум бир қисмини ютган тошқол чиқариб олинади. Янги тошқол оҳак, плавик шпат ва шамот солиб ҳосил қилинади. Фосфор ва углерод микдорини янада камайтириш зарурати туғилганида печга темир рудаси солинади ёки кислород пуфланади. Кейин пулатни белгиланган кимёвий таркибга етказиш учун зарур бўлган қўшимчалар қўшилади.

Вакуумли индукцион печларда пулат суюклантириш. Вакуумли индукцион печларда суюклантиришнинг тўла цикли қуйидагилардан иборат: шихта юклаш; камерада хавони сўриб олиш; шихтани суюклантириш ва биринчи юклашда қўшилмаган қўшимча ашёларни солиш; метални тутиб туриш; пулат таркибини

Шихтани куйиш; тигель копламасининг юзасини тозалаш; шихтани навбатдаги суюклантиришга тайёрлаш.

Шихтани юклашда у синчиклаб тортилади ва саватга қўйилади. Шихтани саватга жойлаш тартиби унинг шихтада жойлашувига мос бўлиши керак. Шихта ашёлари-ни юкори талаблар қўйилади. Олтингугурт ва фосфорнинг шихталарига қўйилган чеклашлардан ташқари рангли металллар микдорига ҳам чеклашлар қўйилади. Бунга сабаб шунки, вакуум индукцион печларда суюклантиришда металлдан рангли металлларни ажратиб олиш имкони бўлмади, бу металлларни (қўшилмаларни) кўплаб чиқариб олиш учун сарфланган вақт ўзини оқламайди. Нам ва ёлларни йўқотиш учун юклашдан олдин шихта киздирилади. Сўнгра шихтани окартирилади, яъни унинг сиртида-ги куйинди ва занглар кетказилади.

Шихтани суюклантиришда камера герметик қилиб баркитилади, ваакуум насослар ва печни таъминлайдиган генератор ишга туширилади. Суюклантириш даставвал паст кучланишда, сўнгра, агар металдан газ чиқиши ва тигелдан металнинг сачраб чиқиши кучаймаса, катта дўннатда олиб борилади.

Металл суюкланганидан кейин матълум вақт юкори ҳаро-ратда тутиб турилади, яъни тозаланади, оксидсизлантири-лади, легируланади, бунинг учун печдаги босим $4 \cdot 10^2$ — $1 \cdot 10^3$ Па гача пасайтирилади. Газларни чиқариб юбориш ва суюкланмани учувчан қўшилмалардан тозалаш (рафи-нирлаш) учун уни суюклантириш ҳароратидан $50-100^\circ\text{C}$ гача ўта киздириш етарли. Бундан юкорирок ҳароратда рангли қўшилмаларнинг буғланиши ортади, бироқ бунда тигелнинг копламаси тез бузилади. Агар навбатдаги ашёни ташлашдан кейин жадал қайнаш юз бермаса, углеводли ашёларни қўшиш тўхтатилади (ўта угле-водланмаслиги учун). Углеродсиз пўлатлар ва котишма-лар подород, табиий газ ва бошқа таркибда углеводи бор газлар атмосферасида оксидсизлантирилади. Оксидсиз-лантириш алюминий ёки ферроцерий қўшиш билан тўхталанади, котишмаларни суюклантиришда эса никель-кальцийли ва никель-магнийли лигатуралар қўшилади. Кальций ва магний билан оксидсизлантиришни оширилган босимда олиб бориш керак, акс ҳолда металл тигелдан сачраши мумкин.

Тутиб туриш вақтида суюкланма куйидаги тартибда легируланади: тутиб туриш бошланишида — феррованна-

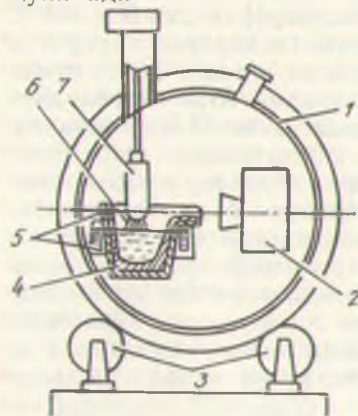
дий, алюминий, ферротитан, ферроцирконий, тутиб туриш охирида — марганец, ферросилиций, ферробор қўшилади.

Осон бугланадиган ашёларни печга юклашда $4 \cdot 10^2$ — $8 \cdot 10^2$ Па босим остида аргон киритилади.

Барча легирловчи ашёлар қўшилгандан кейин ваннада аралаштирилади, бунинг учун махсус қурилма ёки индуктор ток манбаига уланади. Сўнгра пўлат қолипларга тигелдан қуйиб олинади.

5.12. МАХСУС ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРДА ПЎЛАТ СУЮҚЛАНТИРИБ ОЛИШ

Махсус электр печлари кислород, олтингугурт, водород, азот, нометалл қўшилмалар ва рангли металлларнинг зарарли қўшилмалари бўйича жуда тозалиги билан ажралиб турувчи ўта сифатли пўлат олиш учун мўлжалланган. Бу печларда пўлат суюқлантириб олиш қўшимча харажатлар талаб этади, махсус тозаланган ва тайёрланган шихтадан фойдаланилади, бу шихта олдиндан очик печларда суюқлантириб олинади, бу печларда эса заготовка тарзида қайта суюқлантирилади. Печлар мураккаб ва қиммат турадиган жиҳозларга эга ва одатдаги печларга қараганда иш унуми паст. Шу боисдан махсус печларда суюқлантириб олинadиган айни шу маркадаги одатдаги юкори сифатли пўлатдан 1,5—4 марта қиммат туради. Махсус пўлатдан муҳим вазифали деталлар қуйилади.



25- расм. Гарнисаж вакуум печи нинг тузилиши:

1 — вакуум камераси, 2 — қолип, 3 — гилдираклар, 4 — қотиб қолган металл катлами, 5 — гарнисаж печи, 6 — ёй, 7 — электрод.

Вакуум-ёй печлари. Пўлат қуймалар ишлаб чиқариш учун вакуум-ёй печлари (25- расм) берилган таркибли пўлатдан тайёрланган суюқлантириш давомида

тарфланадиган электрод 7 билан ишлайди. Ёйнинг тургун вольтажи таъминлаш учун печлар ўзгармас токда ишлайди. Печдаги босим $0,1-1$ Па ни таъкил этади. Ёйнинг ишида электрод учида юпка парда ҳосил бўлади, бошланчилик у томчи ҳолида ажрайди ва ваннага тушади. Суя билан совитиладиган печь 5 кожух 1 ли вакуумли камерада жойлашган, суюк метални қолип 2 га қуйишда кожух галтаклар 3 да думалайди. Суюклантириш бошида суя билан совитиладиган мис тигель ичида қаттиқ металл пустилки ҳосил бўлади, у суюк металнинг қолган қисмини пустиликдан саклайди. Бу пустилок гарнисаж деб аталади, шу сабабли печь ҳам гарнисажли печь деб аталади.

Вакуум ёй печида олинган металл газлар ва рангли металл қушилмалари бўйича жуда тоза ҳисобланади. Қайта суюклантириш вақтида кўргошиндан яхши тозаланиди, рух, висмут, кадмий, сурьмадан камрок ва қалайдан жуда оз тозаланади.

Электрон-нур печлари. Улар тез учадиган электронлар кинетик энергиясининг электронлари қиздирилладиган металга урилганида ажраб чиқадиган иссиқлик энергиясига айланиши принципида ишлайди. Бу қуйидагича содир бўлади. Қиздирилган вольфрам катоддан электронлар учиб чиқади, улар Кулон қонунига кўра мусбат зарядланган анодга тортилади ва унга қараб қатта тезликда учади, тезлатувчи қучланиш (анод ва катод потенциалларининг фарқи ўнлаб киловольтга тенг бўлганда) қанча қатта бўлса, бу тезлик шунча қатта бўлади. Электронлар металга текканида секинлашади, ўзининг кинетик энергиясининг қатта қисмини металл зарраларига беради ва метални қиздиради. Электронлар энергиясининг бир қисми секинлашишда рентген нурлари тарзида йўқолади, тезлатувчи қучланиш ортиши билан бу нурланишнинг жадаллиги ҳам ортади.

50 кВ дан ортиқ қучланиш бу печларда ишлатилмайди, чунки бундай қучланишда ходимларни рентген нурларидан ҳимоя қилиш мураккаблашади. Печь ўзгармас токда ва $0,01-0,1$ Па босимда ишлайди. Бундай чуқур сийраклашиш электронларнинг газ молекулалари билан тўқнашгандаги сочилишини камайтириш учун зарурдир.

Электронлар оқими жуда зич бўлган ҳоллардагина металлни самарали қиздириш мумкин. Бирок электронлар, бир хил зарядланган бошқа яқка зарралар каби, ўзаро ттаришади ва турли томонга учиб кетишга (сочилишга)

интилади. Электрон нур деб аталган зич даста килиш учун фокусловчи қурилмалардан фойдаланилади.

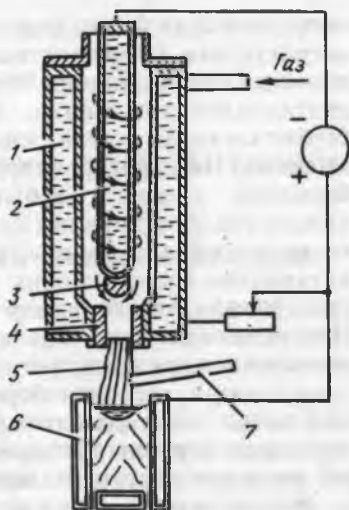
Электрон нурларни чиқариш, тезлатиш ва фокуслаштириш учун хизмат қиладиган қурилмалар электрон тўплар деб аталади. Халқали катодли қурилмаларда бугланаётган металл буғлари катодни шундай тез заҳарлайдики (электронлар чиқариш хусусиятини камайтиради), катод иш бошлангандан бир неча соат ўтиши билан у ишдан чиқади. Мураккаб тузилишли аксиал тўпларда автоном вакуумлаш системаси бўлиб, унда катоднинг тўхтовсиз ишлаши юзлаб соат давом этиши мумкин.

Электрон-нур печларининг ишлаш принципи 26- расмда кўрсатилган. Электрон тўплар 1 ва 2 ёрдамида сув билан совитиладиган гарнисаж печь 3 да суюқ металл порцияси суюқлантириб олинади, шундан кейин печь қиялатилади ва металл сув билан совитиладиган қолип 4 га қуйиб олинади. Бунда тўпларнинг бири 2 ваннани иситади, иккинчиси 1 тигель тумшугидаги қўйгични ёки қабул воронкасини иситади. Иссиқликнинг бундай тақсимланиши кийин суюқланадиган металллардан қўймалар ишлаб чиқаришда айниқса муҳимдир.

Плазма-ёй печлари. Плазма модданинг тўртинчи ҳолати бўлиб (қолган ҳолатлари — каттик, суюқ ва газсимон), шу билан фарқ қиладики, унда газ молекулаларининг кўп ёки кам қисми ионлашган кўринишда бўлади. Пулат суюқлантириш учун ионланиш даражаси 1 % бўлган паст ҳароратли (1000—30000°C) плазмадан фойдаланилади. Плазма ҳосил қилиш учун махсус қурилма — плазматрон қўлланади, у плазма-ёй печларининг асосий элементиدير. Плазматрон (27- расм) копчокли, сув билан совитиладиган корпус 1, вольфрам учликли катод 2 ни соплло кўринишидаги тешикли анод 4 дан ташкил топган. Плазматроннинг юқориги қисмида катод билан корпус орасига плазма ҳосил қиладиган газ киритиладиган тешик бор. Плазматрон ўзгармас ток билан ишлайди, бу ток ярим ўтказгичли тўғрилагичлар ёрдамида ҳосил қилинади. Иш бошида ёй катод билан анод орасида ҳосил бўлади, кейин плазматронга газ берилади. Газ оқими соплодан отилиб чиқади, ёй 5 ни ундан узади ва сув билан совитиладиган катализатордаги металда занжирни беркитади, бу катализатор ҳам аноддан иборат. Катод билан металл орасида ёй ҳосил бўлганидан кейин занжирдан соплло — плазматрон аноди узилади. Плазматрон кўтарилиб, ёй 1—2 м узунликда чўзилади. Плазма ёйининг юқори ҳарорати суюқланти-



Рис. 26. Электрон-нур печи:
1 — электронная пушка; 2 — ванна;
3 — горелка; 4 — колп.



27- расм. Газ билан ишлайдиган
плазматроннинг схемаси:

1 — корпус; 2 — катод; 3 — воль-
фрамли пойнак; 4 — мис анод; 5 —
электрод; 6 — кристаллизатор, 7 — кайта
суюклантирилган металл.

Электрон-нур печида металл 7 ни иситишни амалга оширилади. Ёнинг катта узунликда ёниши унинг турғунлигини таъминлайди. Бу ҳол электронларни силжитиш ва гармокини қисқа туташувлардан саклаш учун жиҳозни амалдаштиришга имкон беради. Айни вақтда электрон-нур печида суюқлаштирилган металл 7 ни иситишни амалга оширилади.

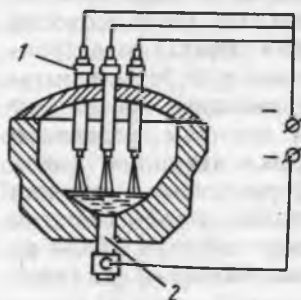
Углеродли электродларнинг бўлмаслиги металнинг углеродланишини истисно қилади ва кам углеродли пўлатлар ҳамда қотишмаларни суюқлантиришга имкон беради. Аргондан нейтрал атмосфера ҳосил қилиниши металл водород ва азотдан тозалашга, юқори сифатли металл олишга имкон беради. Юқори сифатли пўлат ва қотишмалар ишлаб чиқаришда плазма-ёй печларидан кенг фойдаланишнинг сабаби ана шу.

Плазма-ёй печлари (28- расм) тузилиши жиҳатидан одатдаги ёй печларига ўхшаш. Унда электронлар ўрнига битта ёки бир нечта плазматрон 1 ўрнатилади, металлга мусбат таъсир кўрсатиш бериш учун печь тубига сув билан соғитиладиган мис электродлар 2 ётқизилади.

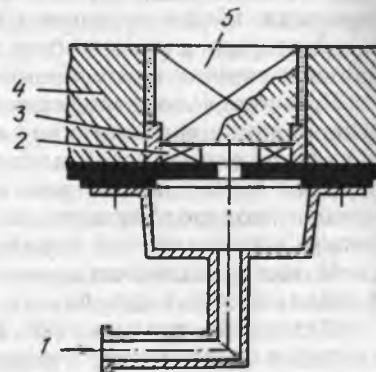
Плазма-ёй печларида пўлат суюқлантириш одатда қайта суюқлантириш йўли билан олиб борилади, бироқ уни

оксидлаш йўли билан ҳам олиб бориш мумкин. Фосфор ва олтингугурти бўлмаган тоза шихта олинади ва баъзан у оксид пардалардан ва зангдан тозаланади. Шихта печга одатдагидек ташланади. Печь юкланиб, гумбаз билан беркитилгандан кейин ювиш ишлари бажарилади. Шу мақсадда плазматоронлардан бири оркали печга аргон берилади, у оғир газ бўлганлигидан печь бўшлиғидан хавони сиқиб чиқаради (29- расм). Ҳаво печдан гумбаздаги тешик оркали чиқади, у қолган икки плазматроннинг кўтарилган ҳолатида очик туради. Сўнгра плазматронлар туширилади, ток берилади ва суюклантириш бошланади. Шихтада кудуклар тез куйдириб очилади, шихтанинг қолган қисмини суюклантириш унинг ўта қизиган ваннада суюкланиши ҳисобига боради. Суюклантириб бўлингандан кейин газлардан тозалаш учун металл бир оз тутиб турилади, зарурат бўлганида эса оксидсизлантирувчилар ва легирловчилар қўшилади.

Электрон-тошқол печлари. Қуйма электрон-тошқол металл сув билан совитиладиган кристаллизаторда, сарфланадиган электроднинг қайта суюлиши натижасида олинади. Кристаллизатор ва электрод ўзгарувчан ток фазалари ҳисобланади. Кристаллизатор ҳосил қилувчи юзага эга бўлиб, деталга жуда ўхшаб кетади, электрод эса қопи яхши бўлиши учун узунлиги ва қисми бўйича ўзгарувчан профилли бўлади. Суюқ металл тозаловчи



28- расм. Плазма-ёй печи.
1 — плазматрон; 2 — электрод.



29- расм. Суюқ пўлатни ковшда аргон газы билан тозалаш схемасы:
1 — аргон; 2 — ўтга чидамлы қистирма;
3 — металл қистирма; 4 — ўтга чидамлы қоплама; 5 — қўшимча.

тонкол орқали ўтганлиги, шунингдек, аста-секин суюқ-
ланганлиги ва кристаллашганлиги сабабли тайёр ҳолида
ёқори механик хоссаларга эга бўлади, деформацияланган
металдан қолишмайди.

6. РАНГЛИ ҚОТИШМАЛАРНИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ

6.1. МАГНИЙ ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИБ ОЛИШ

Магний қотишмаларини суюқлантириб олиш учун
тавда ишлайдиган тигель печлари, каршиликли электр
печлари, шунингдек, саноат частотасида ишлайдиган
индукцион печлардан фойдаланилади.

Шихта ашёлари, флюслар ва уларни
тайёрлаш. Бошланғич ашёлар сифатида чушка ҳолида-
ги тоза магний, чушка ҳолидаги алюминий, кристалл ёки
чушка ҳолидаги кремний, чушка ҳолидаги силуминлар ва
рух, бирламчи қотишмалар, ишлаб чиқариш чикитлари,
дастлабки қотишмалар ва лигатуралар ишлатилади.

Магний қотишмаларини суюқлантириб олишда
қуйидаги лигатуралар қўлланади: алюминий — бериллий
(97—95 % Al, 3—5% Be), магний — алюминий (96—
98 % Mg, 2—4% Al); алюминий — магний — марганец
(70% Al, 20% 10% Mn); лигатураларнинг суюқланиш
харорати 700—800°C.

Шихтада унинг массасидан 40 % микдорида турли
навдаги қайтган қотишмалардан фойдаланилади. Магний
қотишмаларига ишлов бериш учун магнезит ёки бўр,
легерлашда эса қуймаларнинг зичлигини ошириш учун
кальций ишлатилади.

Магний қотишмаларини суюқлантириб
олиш. Мисол тариқасида стационар печларда
МЛ5 қотишмасини суюқлантириб олишни кўриб чиқамиз.
Стационар тигелларда МЛ5 қотишмасини тайёрлашда
ВИ2 флюсидан фойдаланилади. Суюқлантиришдан олдин
чўмичлар, қошиқлар ва бошқа асбоблар 750—800°C
хароратда криолитли флюс билан ювилади.

Тўқ қизил ранггача қиздирилган тигелга кукунсимон
ВИ2 флюси шихта массасидан 0,1—0,25 % микдорида
солинади. Тигелга олдин хажмининг $\frac{1}{3}$ микдорида
оралиқ суюқланма солинади, кейин кичик қуйма ҳолидаги
120°C гача қиздирилган бирламчи қотишма билан
тўлдирилади. Суюқланма 700—730°C гача қиздирилади.

Қотишма жадал оксидланмаслиги учун берилли (0,002 %) қўшилади ва шихта массасидан 0,025—0,3 % микдорида магнезит билан модификацияланади.

Модификациялаш учун магнезит 10×25 мм катталикда майдаланади ва 150—200°C да қуритилади. Магнезит суюқланмага бир йўла ёпик идишларда солинади. Модификациялаш вақти 5—10 дақиқа. Агар металл юзасида ёниш бошланса, устига майдаланган флюс солинади. Кейин шлак олиб ташланади ва суюқланма сиртига флюс солинади.

Модификациялаш учун қотишмаларни ўта қиздиришдан ҳам фойдаланилади. Бунинг учун қотишмани стационар печларда 860°C гача, олинadиган печларда эса 900°C гача 10—15 дақиқа қиздирилади. 700—730°C гача совитилганидан кейин қотишма жадал аралаштириш йўли билан тозаланади. Бунда суюқланма сиртига курук майдаланган флюс сепилади. Тозалаб бўлингандан кейин металл сиртидан тошқол олиб ташланади, технологик намуна ва спектраль ҳамда кимёвий анализ учун намуналар олинади. Сўнгра янги флюс сепилади ва суюқланма қуйиш ҳароратигача қиздирилади. Қуйишдан олдин суюқланма 15 дақиқа тутиб турилади.

6.2. АЛЮМИНИЙ ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИБ ОЛИШ

Алюминий қотишмалари суюқлантириш вақтида осон оксидланади, газлар ва зарарли қўшилмалар эриб кетади.

Суюқланма сиртида пухта оксид парда ҳосил бўлади ва бу парда уни кейинги оксидланишдан сақлайди. Қотишма суюқланган алюминийда эриб кетмайдиган алюминий оксиди билан ифлосланиши мумкин, уни фақат тозалаш йўли билан чиқариб юбориш мумкин. Алюминий қотишмаларда газлар, асосан водород жуда тез эрийди, натижада қуймаларда ғовақлилар ҳосил бўлади. Шу боисдан алюминий қотишмалари суюқлантириб олишда шихта ашёлари ва суюқлантириш агрегатини тўғри танлашнинг аҳамияти катта.

Алюминий қотишмалари турли печларда суюқлантирилади. Майда сериялаб ишлаб чиқариш цехларида газда ёки электрда ишлайдиган тигелли печлар ёки сиғими унча катта бўлмаган қайтариш печлари (акс эттириш печлари) ишлатилади. Алюминий кўплаб ишлаб чиқариладиган печларда газда ёки электрда ишлайдиган акс эттириш

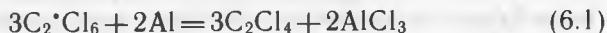
печлари, қаршилиқ печлари ёки сифими 5 т ча бўлган индукцион печлар қўлланилади.

Суюклантириш вақтида тигелли печлар эриб кетмаслиги ва алюминий қотишмаси темирга тўйинмаслиги учун улар чуъндан тайёрланиб, ичи ўтга чидамли бўёқ билан бўйилади ёки ўтга чидамли ғишт терилади.

Суюклантириш. Мисол тариқасида АЛ2 қотишмасини суюклантириб олишни кўриб чиқамиз. Бу қотишмани силуминнинг кичик куймаларида, у бўлмаганида алюминий-кремний лигатурасидан фойдаланиб суюклантириш тизмеси этилади. Бу қотишманинг шихталарига кичик куйма ҳолидаги силумин, бирламчи алюминий, таркибида 12—15 % бўлган алюминий-кремний лигатураси, 35—50 % гача ишлаб чиқариш чикиндилари, 15 % гача ишлаб чиқариш қириндилари қайта суюклантириб олинган чушқалар киради.

Шихта тоза, қуруқ, мой, мазут, тупрок билан ифлосланган бўлиши керак. Шихта ашёлари печга солишдан олдин 100—150°C гача қиздирилади. Яхшилаб қурилган ва қиздирилган тигель 600—700°C гача иситилади. Сўнгра унга ишлаб чиқариш чикитлари солинади ва улар суюкланганидан кейин силумин ёки алюминий чушқалари солинади. Шундан кейин алюминий-кремний лигатураси солинади ва суюкланма яхшилаб аралаштирилади. Ҳарорат 680—700°C гача етказилади ва гексахлорэтан (C_2Cl_6) ёки қуруқ хлор тузлари ($ZnCl_2$ ёки $MnCl_2$) билан тозаланади.

Гексахлорэтан газни ўзида яхши эритиш хоссасига эга, у $AlCl_3$ дан ташқари газсимон тетрахлорэтилен ҳосил қилади:



Газсимон тетрахлорэтилен C_2Cl_4 йирик юзага тез қалқиб чиқадиган пуфаклар тарзида ажралиб чиқади, бу эса унга суюкланмадаги водороднинг диффузияланишини қийинлаштиради ва бу билан тозалаш самарадорлигини пасайтиради. Шу боис шихта массасидан 0,5—1 % микдоридаги гексахлорэтан қотишмага бўлиб-бўлиб солинади, тозалаш ҳарорати 730—750°C.

Флюс билан тозалаш. Қотишма ваннасини ёпиб турган флюслар уни печь муҳитининг таъсиридан сақлайди, суюкланманинг оксид қўшилмалардан тозаланишига ва газининг чиқиб кетишига ёрдам беради. Флюслар сифатида натрий хлорид ва калий 1:1 нисбатда ишлатила-

ди. Улар осон эрийдиган эвтектика ҳосил қилади. Шихта массасидан 2—3 % микдоридаги устига солинадиган флюслар чушқаларнинг устига улар печга солиниши биланок сепилади. Шихта суюқланганидан кейин шихта массасидан 0,5—1 % микдоридаги флюс суюқланма устига сепилади. Кейин унинг устига флюсни қуюлтириш учун натрий фторид солинади, флюс олиб ташланади ва суюқланма идишларга қуйилади.

Қотишмаларни вакуумлаш. Бу усулнинг мохияти шундан иборатки, босим пасайиши билан суюқланма сиртида водороднинг қотишмада эриши камаяди. Қотишмада ионлашган тарзда ёки атом ҳолида бўлган водород молекуляр ҳолатга ўтади, пуфакчалар ҳосил бўлиб, улар сиртга қалқиб чиқади. Қотишма қуйишдан олдин махсус камерада вакуумлаштирилади, у ерда вакуум-насос 0,13—1,3 кПа атрофидаги сийракланишни сақлаб туради. Вакуумлаш вақти 10—15 мин.

Юқори сифатли қотишмалар олишнинг энг такомиллашган усули вакуум остида суюқлантириш ва қуйишдир.

Вакуумда қуйганда қотишма оксидланмайди, бу эса қотишмаларнинг кристалланиши учун яхши шароит яратиб беради. Вакуумда суюқлантириш махсус жихозланган индукцион печларда олиб борилади.

Алюминий қотишмаларидаги газлар ультратовуш билан ишлов бериб чиқариб юборилади. Ультратовуш тўлкинлари суюқланмадан ўтганида зарраларнинг эластик тебраниши юзага келади. Инерция натижасида айрим зарраларнинг қайтма-илгарилама ҳаракати тезлиги турлича бўлиши натижасида суюқликнинг яхлитлиги вақтинча бузилади ва чуқур вакуумли микроговаклар ҳосил бўлади. Бу говакларга қотишмада эриган газлар интилади ва у ерда пуфакчалар ҳосил бўлади. Зарралар тесқари томонга ҳаракат қилганида газлар сиқилади, бироқ молекуляр водород қотишмага ўтмайди. Суюқланманинг яхлитлиги кейинчалик яна бузилганида пуфакчалар катталашади ва атмосферага чиқиб кетади.

Модификациялаш таркибида кўп микдорда кремний бўлган қотишмалар учун зарур технологик операциядир. Кремнийнинг катта пластинка тарзидаги тошқоллари қотишманинг механик хоссаларини ёмонлаштиради. Модификациялаш учун натрий ишлатилади, у қотишмага NaF, NaCl аралашмалари тарзида, масалан, 67 % NaF ва 33 % NaCl солинади.

Алюминий қотишмаларини модификацияловчи флюс-лар ёрдамида ҳам ишлаши мумкин. Суюклантириб олинган майдаланган ва 2,5 номерли элакдан ўтказилган модификатор шихта массасидан 1,5—2 % микдорида суюкланма устига сепилади. Суюкланма флюс остида 10—15 мин тутиб турилади, сўнгра флюс 2—3 мин. давомида аралаштириб турилади. Модификациялаб бўлинганидан кейин флюс олиб ташланади ва қотишма қолпларга қуйилади. Натрий қуйиб кетмаслиги учун модификация бошланган пайтдан қуйиш тугагунча 30 мин вақт ўтиши керак. Агар шу вақт ичида қуйиш тугатилмаса, қотишманинг қолган қисмини иккинчи бор модификациялашга тўғри келади.

6.3. МИС ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИШ ХУСУСИЯТЛАРИ

Мис қотишмалари алангали, ёйли ва индукцион печларда суюклантирилади. Енилгининг кўп сарфланиши ва металлнинг кўп қисми қуйиндига чикиб кетиши тигелли ва алангали печларда суюклантиришнинг камчиликлари ҳисобланади. Шу боисдан қотишмаларни ёйли ёки индукцион печларда суюклантирган маъқул. ДМК типдаги ёйли печда суюклантиришда миснинг қуйиндига чикиб кетиши шихта массасининг 0,4—0,7 % ини ташкил этади, қириндини қайта суюклантиришда эса 1—1,5 % ни ташкил этади.

Шихта материаллари сифатида М0, М1, М2 маркали мис; Ц1, Ц2, Ц3 маркали рух; О1, О2 маркали калай; С1, С2 маркали кўрғошин, стандарт бронза ва жез; ишлаб чиқариш чикиндилари, бронза ва жезнинг қайта суюклантирилган қириндилари ишлатилади, оксидсизлантириш учун эса мис, фосфордан фойдаланилади.

Бронза суюклантириб олишда қўлланадиган шихта 40 % ишлаб чиқариш чикиндилари ва 30 % қириндини қайта суюклантиришда ҳосил бўлган чушқалар, жезни қайта суюклантириш учун 30—40 % ишлаб чиқариш чикиндилари, қолган қисми эса соф янги ашёлар ва лигатуралардан иборат бўлади.

Шихта ашёларини тайёрлаш. Қуймакорлик цехига тушадиган ҳамма шихта ашёларининг асосий компонентлар ва қўшилмалар бўйича кимёвий таркиби кўрсатилган сертификати бўлиши зарур. Ишлаб чиқариш чикиндилари, қуйиш бўғзи, қуйманинг яроксизлари қолли аралашмаларидан яхшилаб тозаланган бўлиши даркор.

Сўрғичли тўри бўлган қуйиш бўғзи, совитгичлари ва шпилькалари билан бирга териб олинади ва алоҳида суюлтирилади, улардан олинган қотишма эса темирдан тозаланади ва кичик аҳамиятли қуймалар учун ишлатилади.

Қалайли бронзаларни суюклантириш. Суюклантириш печини тўлдиришдан олдин у тошқол ва металл қолдикларидан яхшилаб тозаланади, сўнгра печнинг ички қопламаси $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади.

Печга дастлаб мис солинади. Агар миснинг ҳаммасини бир йўла солишнинг иложи бўлмаса, у суюклана борган сари бўлиб-бўлиб солинади. Агар шихта таркибида никель бўлса, у мис билан бирга солинади. Шихтанинг печда суюкланиш даврида суюкланиб улгурмаган миснинг (қаттиқ миснинг) оксидланиши юз беради ва унинг сиртида CuO ҳосил бўлади. Шихта суюкланиб бўлганидан кейин эритма тошқол катлами билан қопланади, тошқол таркибида жуда кўп миқдорда CuO бўлади. Металлни оксидланишдан сақлаш учун суюкланган металл устига писта кўмир сепилади.

Печларда бронза суюклантиришда (ички қопламали асосли печларда) бурадан иборат флюслар Na_2 , B_2 , O_2 , кварц куми ва бура аралашмасидан 10—30 % қўшилади.

Суюкланма 1200°C гача қиздирилади ва 0,3—1 % мис фосфор қўшиб оксидсизлантирилади. Кейин мис аралаштирилади, тошқол чиқариб ташланади ва бир неча уринишда суюкланмага чиқиндилар ва қириндининг қайта қуйиб олинган чушкалари қўшилади. Шихтанинг ҳар қайси бўлаги олдинги булак суюкланганидан кейин солинади. Шихта ашёлари солишдан олдин $100\text{--}150^{\circ}\text{C}$ гача иситиб олинади. Сўнгра суюкланма $1160\text{--}1200^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади ва печга рух солинади, аралаштирилади кейин қалай, кўргошин қўшилади. Суюкланма $1250\text{--}1280^{\circ}\text{C}$ гача қиздирилади ва шу ҳароратда 5—10 мин тутиб турилади, кейин намуна олинади. Намунада оксидлар ва пуфакчалар бўлмаса, суюкланма печдан қиздирилган қовшларга олинади. Қовшдан қолипларга $1150\text{--}1170^{\circ}\text{C}$ да қуйилади.

Алюминийли бронзаларни суюклантириш ва қуйиш. Шихта ашёлари сифатида юкорида кўрсатилган ашёлардан ташқари марганец, тунука кийқимлари, бирламчи алюминий, темир, марганец, никель, алюминийдан иборат лигатура, ишлаб чиқариш чекитлари, мис фосфориддан фойдаланилади. БрА9ЖЗЛ,

БрА10ЖЗМц2 ва БрАж 4Н4Л котишмаларини суюклантириб олиш учун аввал 700°C гача қиздирилган печнинг түбига мис ва темир солинади, сўнгра метални оксидланишдан саклаш учун қуритилган писта кўмир сепилади, суюклантириш жараёнида эса ваннанинг юзаси писта кўмир ёки 90 % шиша синиклари ва 10 % дала шпатидан иборат флюс билан ёпиб қўйилади. Шихта суюкланганидан ва 1200°C гача қизиганидан кейин суюкланма 0,1—0,2 % мис фосфорид билан оксидсизлантирилади. Шундан кейин мис-марганец лигатураси ёки метал-марганец, шунингдек, мис-алюминий-темир лигатураси ва унинг охирида мис-алюминий лигатураси солинади.

Агар котишмага соф никель, марганец ва темир қўшиладиган бўлса, у ҳолда олдин темир, марганец ва шундан кейин никель солинади. Металл ва лигатуралар солинишидан олдин бироз қиздирилади. Аллюминий бўлиб-бўлиб бир неча босқичда солинади, ҳар гал солинганидан кейин котишма аралаштириб турилади.

Кремнийли жезларни суюклантириш ЛЦ16К4 жезини суюклантириб олиш учун чушқалар, кремнийли жез ва лигатура қириндиларини қайта суюклантириб олинган суюкланмалардан фойдаланилади. Печ қиздириб олинганидан кейин жез чушқалари солиб суюклантирилади, тошқолдан тозаланади ва қиринди суюкланмасы ЛЦ16К4 солинади. Чикиндилар суюкланганидан кейин 1120—1150°C гача қиздирилади, аралаштирилади, тошқолдан тозаланади ва технологик намуна олинади.

7. ҚУЙМА ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚ ҲОЛАТДА ИШЛАШ

7.1. ТОЗАЛАШ

Металмас қўшилмалар суюкланмадан икки босқичда чиқариб юборилади: қўшилмаларнинг ҳажмдан ажралиш сиртига қўчирилиши ва уларни фазалараро чегарадан ўтиши. Қўшилмаларнинг фазалар орасидаги чегарага қўчирилиши сузиб чиқиш ва конвектив оқимлар, шунингдек газ пуфакчалари ҳисобига амалга оширилиши мумкин. Биринчи ва учинчи йўллар қайтмасдир. Конвектив қўчириш эса қайтар йўлдир, яъни конвектив оқимлар металмас қўшилмаларни суюкланмага фақат киритиши эмас, балки унда чиқариши ҳам мумкин.

Суюкланмаларда газ пуфакчаларининг ҳосил бўлиши ва ундан чиқариб юборилиши сиртий ҳодисаларга ҳамда

кўриб ўтилатган системада босим катталигига боғлиқ. Суюкланма ичида пуфакчага газнинг ажралиб чиқиши учун зарур бўлган энг кичик босим куйидаги формуладан аниқланади:

$$P_{\min} = P_{\text{атм}} + \gamma_m \cdot h_m + \gamma_{\text{ш}} \cdot h_{\text{ш}} + 2 \frac{2\sigma}{r}, \quad (7.1)$$

бу ерда γ_m ва $\gamma_{\text{ш}}$ — металл ва тошқолнинг солиштирма оғирлиги, г/см^3 ;

P_m ва $P_{\text{ш}}$ — металл ва тошқол зичлиги, г/см^3 ;

$$\gamma_m(\gamma_{\text{ш}}) = P_m(P_{\text{ш}}) \cdot 9,8 \text{ Н/м}^3, \quad (7.2)$$

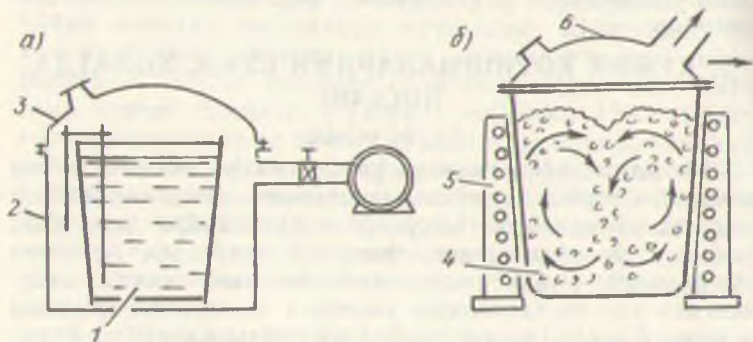
h_m ва $h_{\text{ш}}$ — металл ва тошқол қатламининг баландлиги, м;

$P_{\text{атм}}$ — атмосфера босими, 98065 Па;

σ — сиртий таранглик, Н/м

Суюқлантириб олинаётган пўлатлар сортаменти ва фойдаланиладиган асбоб-ускуналарга қараб пўлат суюқ, ок ёки синтетик шлаклар, флюслар кукунининг аралашмалари билан, шунингдек, нейтрал газлар ёрдамида, инжектор воситасида кукун киритиш йўли билан вакуумлаш ҳамда ковшда ишлов беришни вакуумлаш билан бирга бажариб, суспензион куйиб, комплекс ҳолда ёки алоҳида алоҳида ишлов бериб тозаланади.

Металлларни тозалаш самарадорлиги термодинамик ва кинетик омиллар қанчалик тўғри ҳисобга олинганлигига ва танланган тозалаш усулида жараён механизми қўйил-



30- расм.

а — пўлатни камерада вакуумлаш: 1 — ковш; 2 — вакуум камера;
3 — копчок; б — пўлатга қиздирилган ковшда ишлов бериш;
4 — қиздирилган ковш; 5 — индуктор; 6 — копчок.

ди мисалага канчалик жавоб беришига боғлиқ. 30- расм-
да пўлатни камерада вакуумлаш схемаси келтирилган.

Печдан ташқарида тозалаш кўшилмалардан анча чуқур тозалашга ёрдам беради. Чўяни суюклантиришда печдан ташқари тозалаш усули кам қўлланилади.

Электр печларда асослилиги 2,5 дан ортиқ ва таркибида 1 % гача FeO бўлган кучли десульфурурловчи реагент ҳисобланган ок тошқолдан фойдаланилади. Пўлат бу тошқол остида сақлаб турилганда суюкланган пўлатни ковшга чиқариш вақтида унинг тошқол билан тез силжиши ҳисобига диффузия жараёни жадаллаштирилиши мумкин. Аввал унга тошқолнинг катта қисми солинади, сўнгра баландликдан кучли пўлат оқими қуйилади. Бунда тошқол пўлатнинг бутун массаси билан ўзаро таъсир қиладиган томчи кўринишидаги эмульсияга айланади, бунда олтингугурт ва кислород миқдори 2—3 марта камаёди.

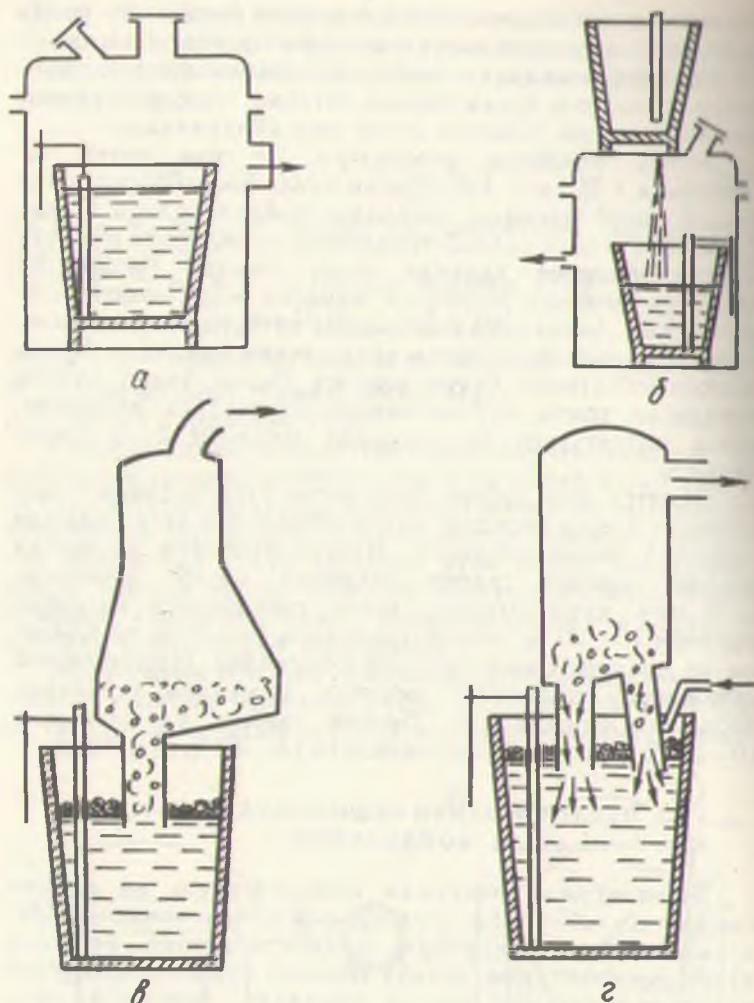
Пўлатга печь тубига ўрнатилган ўтга чидамли говак магнезит куйма-блоклар, сохта стопор ёки ўтга чидамли материал билан қопланган махсус чўктирма фурмалар орқали нейтрал газлар ёрдамида ишлов берилади. 3—7 мин. қурилгандан кейин таркибидаги кислород миқдори 10—20 %, водород миқдори 15—30 % га камаёди, оз миқдорда азот чиқариб юборилади. Ишлов бериш натижасида пўлатнинг механик хоссалари сезиларли даражада яхшиланади. Нисбий узайиш ва сиқилиши 10—25 % га, зарбий қовушқоклиги 15—30 % га ортади.

7.2. ПЎЛАТ СИФАТИНИ ЯХШИЛАШДА ВАКУУМДАН ФОЙДАЛАНИШ

Бу максатда вакуумда суюклантириш ва печдан ташқарида вакуумлаш усулларида фойдаланилади. Печдан ташқарида вакуумлаш шундан иборатки, исталган пўлат суюклантириш печида олинган суюқ пўлат қуйиш олдида вакуумда сақлаб турилади, натижада унда эриган водород ҳамда азот чиқиб кетади. Бу ҳолни босим пасайганда газлар эрувчанлигининг камайиши билан тушунтириш мумкин.

Пўлатни печдан ташқарида вакуумлашнинг тўртта усули мавжуд:

1. Махсус камерада ковшда (пўлатли ковш камерага жойлаштирилади, у герметик беркитилади ва унда вакуум ҳосил қилинади (31- расм, а).



31-расм. Пулатни печдан ташқарида вакуумлаш усуллари:
 а — ковшда (камерада); б — ковшдан ковшга (камерада) қайта куйишда; в —
 парциал вакуумлаш, г — циркуляр камерада вакуумлаш.

2. Метални ковшдан ковшга куйиш (буш ковш камерага ўрнатилади, у ерда вакуум ҳосил қилинади, шу ерда саклаб турилади) (31-расм, б). Метали тўкиб бўшатиладиган ковш вавакуум камераси устида яхшилаб зичланиб ўрнатилади.

3. Пўлатни порциял вавакумлаш (металл кичик порциялар тарзида вакуум камераси оркали ўтказилади) (31-расм, в), вакуумлаш пўлатни пастга тушадиган ва қўтариладиган камерага вақти-вақти билан олиш оркали вакуум ҳосил қилинади.

4. Циркуляцион камерада вакуумлаш (нейтрал газ билан пуфлаш ҳисобига металл циркуляция қилинади) (31-расм, г).

Вакуумда металлни печдан ташқарида дегазация қилиш водород микдорини 40—60 % га, кислород микдорини 40—70 % га, азот микдорини 5—10 % га, шунингдек металлмас қўшилмалар микдорини дастлабки микдордан камайтиришга имкон беради. Пўлатга вакуумда ишлов бериш натижасида унинг эластиклиги, зарбий ковушоклиги, совуққа чидамлилиги ортади ва дарзлар ҳосил бўлишга мойиллиги пасаяди.

Рангли котишмаларни печдан ташқарида ковшда хлорли ва фторли тузлар билан ишлов бериб, вакуумлаб ҳамда филтрлаб тозаланади. Айрим ҳолларда электр флюс ёрдамида тозалаш қўлланилади. Вакуумлашда энг юқори даражада дегазациялашга эришилади. Вакуумда металл 1330 Па босимда 10—30 мин. давомида саклаб турилади, бунда суюкланма ҳарорати 720—740°C атрофида саклаб турилади. Вакуумлаш киздирмасдан олиб бориладиган ҳолларда суюкланма ишлов бериш олдиан 760—780°C гача ўта киздирилади.

Алюминий суюкланмалари металлмас қўшилмалардан тўр, донадор ва ғовак керамик филтрлар оркали филтрлаб, шунингдек электр флюс ёрдамида тозаланади.

Алюминий суюкланмаларни пардалар ва йирик қўшилмалардан тозалаш усулларидан бири электр флюс ёрдамида тозалашир. Бу жараённинг моҳияти шундан иборатки, ингичка оқимлар кўринишидаги суюкланма суюқ флюс катлами оркали бир йўла металлни қоплайдиган қилиб ўтказилганда ва ўзгармас ҳамда ўзгарувчан ток майдонининг флюси қўшилмаларни флюс билан адсорбцияланиши учун қулай шароитлар яратишдан иборат. Натижада металл билан чегарадош зонада фазалараро таранглик пасаяди.

7.3. ЛЕГИРЛАШ

Темир углеродли котишмаларни легирлаш. Темир-углеродли котишмаларни легирловчи элементлар сифатида Cr, Ni, Mo, W, V, Ti, Al, Nb, Co, Cu ва

бошқа элементлардан, шунингдек одатдагидан кўпроқ микдорда олинadиган Mn ва Si дан фойдаланилади.

Суюк пўлатда эрийдиган легирловчи элементлар ушун котган ҳолатдаги хоссаларигагина эмас, балки суюк ланманинг хоссаларига (термодинамикавий характери стикалари, ликвидус-солидус ҳарорати, куйилиш хосса лари ва бошқалар) ҳам таъсир қилади. Легирловчи элементлар хусусий хоссаларини суюкланма таркибни киргандан сўнг йўқотади.

Турли легирловчи элементлар концентрациясига, атом массасига ҳамда суюк ва каттик фазалар орасида тақсимланишига қараб пўлатнинг суюкланиш ҳароратини маълум даражада пасайтиради.

Легирланган пўлатни суюқлантиришда баъзан йўқотилган иссиқлик эътиборга олинмайди (масалан, марганецнинг темир билан аралашishiда), лекин айрим ҳолларда (чунончи, кремнийни суюк металлга қўшишда) ҳисобга олиш лозим, чунки бунда катта микдорда иссиқлик ажраб чиқади.

Рангли қотишмаларни легирлаш, алюми ний қотишмаларида Mg, Cu, Si ва бошқалар магний қотишмаларида Sn, Al, Zn ва бошқалар, мис қотишмалари да Zn, Sn, Sb, Al, Ti, Si, Be ва бошқалар асосий легирловчи элементлар ҳисобланади. Рангли қотишмаларни легирлаш суюқлантиришда асосий операциялардан бири ҳисоблана ди ва бу жараён махсус танланган таркибни лигатура ёрдамида ёки тайёр лигатурадан фойдаланиб амалга оширилади. Қуймакорликда рангли қотишмалар соф компонентлар билан камдан-кам легирланади; кўпинча лигатуралар ёки легирловчи элементлар қуйма кўриниши да қуйма қотишмаларни тайёрлаш жараёнида чушқалар кўринишида киритилади. Чушқалар таркибида эса асосий компонентлар ҳам, легирловчи компонентлар ҳам бор.

7.4. МОДИФИКАЦИЯЛАШ

Қотишманинг кристалланишига ва структурасига махсус қўшимча — модификаторлар қўшиб таъсир этишга модификациялаш деб аталади. Модификациялаш ортикча фазаларнинг (интерметаллидлар, карбидлар, графитлар ва ҳоказо) дисперс ёки коагуляцияланган ажратмали майда донатор структурасини олиш мақсадида амалга оширилади. Модификациянинг кетишига қаршилик кўрса тиладиган қўшилмалар ёки аралашмалар демодифика торлар деб аталади.

Модификацияловчи қўшилмалар ударнинг кристалл куртакларининг ҳосил бўлиш жараёнига физик-кимёвий таъсир этиш табиатиға кўра I ва II тур модификаторларға бўлинади. I тур модификаторлар жумласига суюқланмада кристаллизацияланиш марказлари шаклланадиган юкори дисперс каттик заррачалар ҳосил киладиган моддалар киради. II тур модификаторлар жумласига эса кристалл куртак кирраларида танлаб адсорбцияланадиган ҳамда фазалараро сиртий тарангликни ва кристаллларнинг ўсиш характерини ўзгартирадиган эрувчан моддалар киради. Алюминий қотишмалари учун I тур модификаторлар жумласига титан ёки ванадий, пўлат учун алюминий ва титан қўшилмалари киради.

Чўянларни модификациялаш. Модификацияловчи қўшилмалар сифатида (Сг учун) ФС75 кўринишидаги Si, Mg, Ce (Вг учун), Be, В, Al ва бошқалардан кенг фойдаланилади.

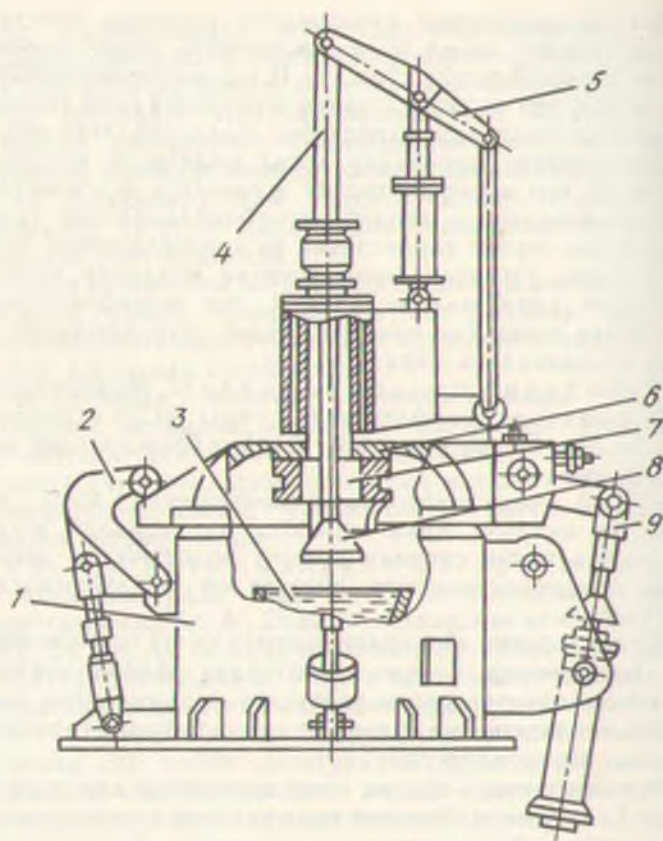
Чўяниға модификаторлар киритишнинг жуда кўп усуллари маълум. Якка таркибда ва сериялаб ишлаб чиқаришда кичик сизимли ковшға модификатор металл билан тўлдириш вақтида дозатордан фойдаланмасдан киритилади.

Катта ҳажмни тўлдириш учун худди шу операциянинг ўзи бажарилади, лекин дозатордан фойдаланилади. Модификаторни вагранка корпусига маҳкамланган дозатор ёрдамида, ковшни тўлдириш вақтида унинг тарновига киритиш усули мавжуд.

Модификаторни оралик ковш-эритгич орқали киритиш усули ҳам маълум. Ковшға модификатор дозатордан ёки тебраниб силтайдиган тарновдан келади. Бу усул якка тартибда ёки сериялаб ишлаб чиқаришда катта сизимли (I т дан ортик) ковшлар учун қўлланилади.

Қолипда модификациялаш (инмолд жараён деб аталадиган жараён) тобора кенг қўламда тарқалмоқда. Чўяни ковшда ва литник системасида комбинацияланган тарзда модификациялаш ҳам қўлланилади.

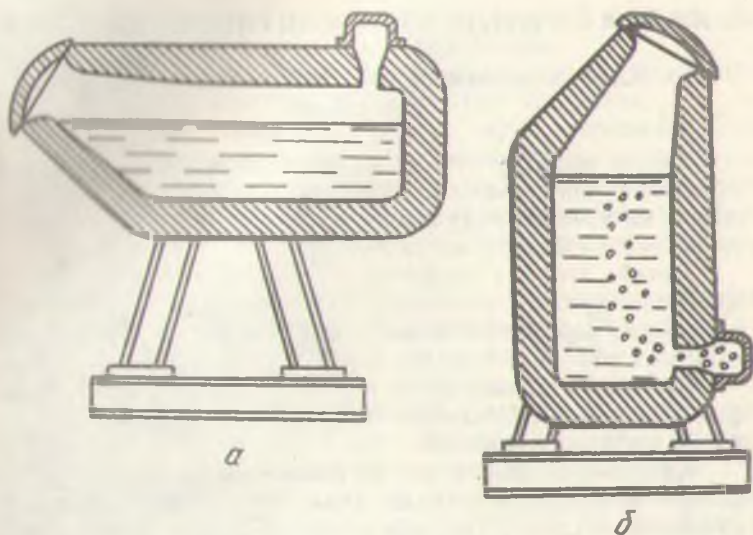
Якши самара берадиган қўшимчалар (масалан, Mg) маҳсус қурилмаларда киритилади. Қўшимча қалпоққа жойлаштирилади, сўнгра бу қалпоқ металға маҳсус автоклавдаги ковшға (32- расм) ёки йиғгичға киритилади. Чўяни магний билан модификациялаш учун ЦНИИТМаш институти томонидан ишлаб чиқилган герметик беркитилган ковшлардан фойдаланилади (33- расм).



32- расм. Автоклажда суюк чўянга магний киритиш учун қурилма:
 1 — автоклав, 2 — камерани беркитувчи механизм, 3 — ковш, 4 — қалпоқчани
 ковшга узатиш механизми, 5 — узатиш ва аралаштириш механизми, 6 — копоқ,
 7 — магний учун бўшлик, 8 — аралаштиригч, 9 — копоқ очиш механизми

Пўлатларни модификациялаш. Замонавий пўлат металлургиясида модификациялаш жараёнлари жуда катта роль ўйнайди. Суюклантиришни меъёрига етказиш ва уни оксидсизлантириш билан узвий равишда бирга қўшилиб модификациялаш кристаллизацияланиш характери ҳамда пўлатнинг комплекс хоссасини сезиларли даражада аниклайди.

Пўлатни суюклантириб олишда иккинчи тур модификаторлар сифатида металл суюкланма билан ўзаро таъсир



33- расм. Чўяни ЦНИИТМАШда конструкцияланган герметикланган ковшда модификациялаш қўрилмаси ва усули, ковш ҳолати:
а — ишлов беришдан олдин, *б* — ишлов бериш вақтида.

киладиган ва оксидлар, сульфидлар ҳамда нитритларнинг кийин суюқланидиган кристаллик суспензиясини ташкил қиладиган кучли оксидсизлагичлар ишлатилади. Қўйилган пўлатда аралашманинг энг яхши шакли — микродарзларнинг вужудга келишини сўндирадиган юмалок глобулардир. Бу пўлат сифатининг бундан кейинги ошиши алюминийнинг модификатор элементлари билан бирга оксидсизланиши ҳисобига бўлади. Бу жиҳатдан энг истикболлиси химиявий жиҳатдан кислород, олтингугурт, азот ва бошқа элементларга ниҳоятда яқинлиги билан характерланидиган ишқорий ер ҳамда ноёб ер металллардир. Пўлат қуймакорлигида ишқорий ер металлари-дан, одатда, силикокальций қотишмалари СК10, СК15, СК20, СК25, СК30 (ГОСТ 4762—71) кўринишидаги кальций ишлатилади. Бу маркадаги рақамлар қотишмадаги кальций микдорининг пастки чегарасини (%) ифодалайди.

8. ЮҚОРИ СИФАТЛИ ҚУЙМА КОТИШМАЛАР ОЛИШ

8.1. ПЛАСТИНКАСИМОН ГРАФИТЛИ ЮҚОРИ СИФАТЛИ ЧҶҲҲ ОЛИШ

Юқори сифатли чўян олиш учун яхшилаб тайёрланган кимёвий таркиби жихатидан навларга ажратилган ва тоза шихта материалларидан фойдаланилади, вагранкада чўян суюклантиришда бу жуда муҳимдир.

Талаб этилган сифатли чўян олиш учун шихта материалларини, флюслар, карбюризаторлар, кимёвий таркибни, ҳароратни, окартириш микдорини, каттиклигини назорат қилиш катта аҳамиятга эгадир.

Шихта материалларининг сифати ГОСТ ларга мувофиқ намуналар олиб ҳамда намуналарни химиявий анализ қилиб назорат қилинади.

Қотишма олишнинг ҳал этувчи босқичида суюқ чўяни печдан ташқарида ишлаш, яъни чўяни киритиладиган қўшимча моддалар (модификаторлар ва бошқа қўшилмалар) билан ёки чўянга ташқаридан таъсир этиб ишлаш муҳимдир.

Чўяни модификаторлар ва бошқа қўшилмалар билан ишлаш қуймакорликда кенг тарқалган, чунки улар жуда оддий ва самарадорлиги юқори. Ҳозирги вақтда жуда кўп модификаторлар ишлаб чиқилган.

Одатдаги модификаторлар тарновга, металл окимига ёки ковшга киритилади. Модификатор сарфи унинг таркибига, шунингдек чўянинг таркибига ва маркасига, шихта материалларининг табиатига, суюкланиш шароитларига, қуйиш конструкциясининг киритиш технологиясига боғлиқ. Модификациялашда чўян маркази канчалик юқори бўлса, уни шунчалик юқори ҳароратга қиздириш керак, одатда бу ҳарорат 1370—1430°C бўлади.

Чўяни газлар ва чанг-газ аралашмалари билан ишлаш учун кислород, азот, аргон, карбонат ангидрид ва углеводородлардан фойдаланилади.

Десульфурация печдан ташқарида бажарилса, чўянга синтетик тошқол билан ишлов бериш мумкин. Синтетик тошқол 5—10 % плавик шпат, 20—30 % электр корунд, 60—70 % оҳак аралашмасидан иборат. Бундай ишлаш олтингугурт микдорини дастлабкисига қараганда 90 % гача камайтириш имконини беради.

Чўянга, шунингдек физикавий усуллар билан ҳам ишлов берилади. Бундай ишланганда металл юзига

таркибида оҳак, плавик шпат, кальций карбид бўлган рафинирланган аралашма киритилади.

Қўймакорликда чўянни модификаторлар билан печдан ташиқарида ишлаш усули энг кенг тарқалган.

Юқори сифатли кулранг чўян олишнинг саноат технологиясида энг яхши варианты чўянни электр печларида ёки дуплекс-процессда суюклантиришдир. Оқартиришга олинган намуна модификациялашгача талаб этилганда юқори бўлса, печга ФС75 ва графит аралашмаси киритилади.

Модификациялаш бўйича энг яхши натижаларга ФС75 (0,15—0,6%), силикокальций (0,1—0,2%) ва донадор графит (металл массасидан 0,2—0,25%) аралашмаси киритилганда эришилади. Модификациялаш графитнинг чўянда вермикуляр шаклни олишга имкон беради. Бундай ҳолда суюклантириш учун ёй ва индукцион печлардан ва дуплекс-процессдан фойдаланилади.

Графитнинг вермикуляр шаклини суюклангани таркибида РЗЭ бўлган (масалан, таркибида 25—30 фоиз РЗЭ бўлган СЦЕМИШ ва СИИТМИШ) лигатуралар билан модификациялаб олиш энг барқарор жараён ҳисобланади.

Шаронгга қараб лигатурани печга бевосита 1350—1400°C да, шунингдек қуйиш қовшининг тубига ёки металл оқимида 1430—1480°C да киритиш мумкин.

8.2. ШАРСИМОН ГРАФИТЛИ ЖУДА ПУХТА ЧЎЯН ОЛИШ

Юқори даражада пухта чўян олишда чўян электр печларида суюклантирилса ва айниқса дуплекс-процесслар қўлланилса мақсадга мувофиқ бўлади. Шарсимон графитли чўян олиш технологияси суюклантириш ва чўянга графитни шарсимон шаклга киритадиган қўшимчалар билан ишлов беришдан иборат. ВАЗ да ВЧ олиш учун чўян дуплекс-процессда ёй печи — индукцион печь воситасида суюклантириб олинади. Суюклантириш жараёни берилган ҳароратли чўян олишни таъминлаши керак.

Жуда пухта чўянда графитни сферик шаклга киритиш учун лигатура Ni—Cu—Mg, Ni—Cu—Si—Mg, Ni—Si, Ca—Mg лигатуралардан ва таркибида Mg, Ca, Si ва РЗЭ лар бўлган ЖКМК, КМ ва бошқа модификаторлардан фойдаланилади.

Жуда пухта чўян олиш учун церийли модификаторлар ҳам ишлатилади.

Графитга сфера шаклини берувчи модификаторларга нисбатан баъзи элементлар демодификаторлар бўлади, шу

боисдан уларнинг чўяндаги микдори қуйидагидан ортиқ бўлмаслиги керак (%): 0,009 Pb; 0,003 Bi; 0,026 Sb; 0,08 As; 0,04 Ti; 0,13 Sn; 0,3 Al. Демодификаторларнинг таъсири ремодификаторлар, масалан, Се қўшиб қисман ёки тўла бартараф қилинади.

Шарсимон графитли жуда пухта чўян олишда шихта таркиби чўяннинг талаб этиладиган кимёвий таркибига таъминлаш лозим. Одатда бу чўяннинг углеродли эквивалентининг қиймати жуда юқори бўлади.

8.3. БОЛҒАЛАНУВЧАН ЧЎЯН ОЛИШ

Болғаланувчан чўян олиш технологияси икки босқичда боради: оқ чўяндан қуйма олиш ва графит қўшиб юмшатиш. Болғаланувчан чўян олиш учун шихта таркиби шундай ҳисобланадики, суюқ чўянда 2,3—3,0 % С ва 0,9—1,6 % Si бўлсин. С ва Si нинг аниқ микдори талаб этиладиган хоссалари, яъни болғаланувчан чўян маркаси ва совутиш шароитларини ҳисобга олган ҳолда қуймалар деворларининг қалинлигига қараб аниқланади.

Болғаланувчан чўян суюклантиришнинг биринчи босқичи дуплекс-процесс билан вагранка-ёй электр ичида ўтказилади. Бунда вагранкада таркибида қуйидаги элементлар бўлган чўян суюклантириб олинади: 2,6—2,85 % С; 0,8—1,0% Sb; 0,2—0,25% Mn; 0,12—0,17% Pb ва 0,12% гача S. Сўнгра бу чўян кислотали электр ёй печига қуйилади ва 1450—1500°C гача ўта қиздирилади.

Дуплекс-процесс электр ёй печи, индукцион печь ВАЗ да қўлланилади. Шихтада қайтган металллар ва пўлат чиқиндилари асосий ташкил этувчилар ҳисобланади. Тутиб туриш печига қуйидаги кимёвий таркибга эга бўлган 1550—1570°C ҳароратли металл қуйилади (%): 2,8—2,9 С; 1,1—1,2 Si; 0,3—0,35 Mn; $\leq$ 0,06 S ва P; 0,05Cr; 0,15 Ni ва Cu.

Болғаланувчан чўян суюклантиришнинг иккинчи босқичи — графит қўшиб юмшатиш махсус печларда амалга оширилади ва бу жараён 30—40 соат давом этади.

8.4. ЛЕГИРЛАНГАН ЧЎЯН ОЛИШ

Легирланган чўяни суюклантиришнинг асосий хусусияти қўлланиладиган суюклантириш усули шаронтида оксидланишга турлича мойил бўлган легирловчи элементларни киритишдан иборат.

12- жадвалда легирловчи элементларни киритиш бўйича асосий тавсиялар келтирилган.

Легирловчи чуқуларни сувоқлантиришда легирловчи элементларни киритиш бўйича тажриба

Легирловчи элемент	Легирланиш даражаси	Легирловчи қўшимчалар	Кириштириш усули	Сувоқлантириш	Ушбу тажриба натижаси
Си	Кам	Табиатда легирланган чуён	Шихтага	Вагранка, электр печи	0,8—0,9
	Ўртача ва кўп	Феррохром	Шихтага Сувоқлантириш охи- рида пецга	Вагранка Электр печи	0,8—0,85 0,9—0,95
	Кам	Табиатда легирланган чуён ЛХН	Шихтага	Вагранка, электр печи	0,9—0,95
	Ўртача ва кўп	Ферро-никель	Шихтага	Вагранка	0,88—0,92
		Лигатуралар, барча маркадаги металл, никель	Шихтага	Электр печи, вагранка	0,92—0,96
	Кам	Табиатда легирланган чуён	Шихтага	Вагранка, электр печи	0,9—0,95
	Ўртача ва кўп	Барча маркадаги металл, мис	Шихтага	Электр печи, вагранка	0,9—0,95
	Кам	Табиатда легирланган чуён	Шихтага	Вагранка, электр печи	0,6—0,7
	Кам ва ўртача	Ферротитан	Сувоқлантириш охи- рида пецга ёки ковша- га	Электр печи	0,45—0,55

12-жадвалининг давоми

1	2	3	4	5	6
Мо	Кам ва ўртача	Ферромolibден	Сувоқдантириш охи- рида печта ёки қош- га	Электр печи	0,92—0,97
	Кам	Металл алюминий	Қошга	Электр печи, вагранка	0,7—0,75
	Қўп	Металл алюминий	Сувоқдантириш охи- рида печта ёки қош- га	Электр печи	0,7—0,75
	Кам	Ферровольфрам	Қошга	Электр печи, вагранка	0,92—0,96
	Ўртача	Ферровольфрам	Сувоқдантириш охи- рида печта ёки қош- га	Электр печи	0,92—0,96
	Кам	Ферромангандий	Қошга	Электр печи, вагранка	0,98—0,92
	Ўртача	Ферромангандий	Сувоқдантириш охи- рида печта	Электр печи	0,88—0,92

Кам легирланган чўянлар вагранкалар ва электр печларда суюклантирилади. Легирловчи элементларни икки усулда: табиий легирланган чўянлар билан шихта-лаш ва феррокотишма кўшиш.

Кам легирланган конструкцион чўянлар олишда (таркибда Cr ва Ni бўлган), ЛХН1 — ЛХН10 (1 % гача Ni ва 2,3—3,2 % гача Cr) маркали табиий легирланган чўшқа ҳолидаги чўянлардан фойдаланилади.

Юкори легирланган чўянларни суюклантиришнинг унга хос хусусиятлари бор, бироқ ҳамма ҳолда ҳам суюклантиришни электр печларда бажарган маъкул.

8.5. ЮКОРИ СИФАТЛИ ПЎЛАТ ҚУЙМАЛАР ОЛИШ

Юкори сифатли пўлат олиш жараёни учта босқичдан иборат: пўлатни суюклантириш, унга печдан ташқарида ишлов бериш ва термик ишлаш. Қуймадаги пўлат сифати шихтанинг сифатига боғлиқ.

Суюклантириш жараёнида пўлат сифатига оксидлаш ва тикланиш даври режимлари таъсир қилади.

Пўлат сифатини яхшилашда пўлатни модификациялаш, зарарли аралашмалар микдорини камайтириш ва металлмас қўшилмаларнинг микдори, таркиби, шакли ҳамда тақсимланишига жиддий таъсир кўрсатишга имкон берадиган печдан ташқарида ишлов бериш усуллари катта имкониятлар беради. Пўлат сифатига махсус электрометаллургия усуллари анча чуқур таъсир кўрсатади. Бу усуллар юкори сифатли пўлат қуймалар олишда кенг қўлланилади.

Пўлатга печдан ташқарида ишлов беришнинг энг оддий усули модификациялаш ҳисобланади. Модификацияланган углеродли пўлат хоссаларига кўра анча тежаб-тержаб легирланган пўлатга, тежаб-тергаб легирланган модификацияланган пўлат эса қимматбаҳо ва камёб қўшимчалар билан (Ni , Mo ва б.) легирланган пўлатга иқтисодланади. Ишқорий ва ишқорий-ер металлари билан модификациялаш пўлатнинг сифатини анча оширади. Пўлатнинг сифатига нитрид ҳосил қилувчи модификаторлар ҳам ижобий таъсир кўрсатади.

8.6. ЮКОРИ СИФАТЛИРАНГЛИ ҚОТИШМАЛАР ОЛИШ

Рангли қотишмалар сифати темир углеродли қотишмалар сингари қимёвий таркиби, суюклантирилган ҳолатдаги ҳарорати ва тозалиги, яъни газ ҳамда металлмас

қўшилмалар ва зарарли аралашмаларнинг бўлмаслиги билан аникланади. Қотишма сифатига асосан тозаланиш шунингдек шихта таркиби, суюклантириш жараёнининг барча технологик параметрларига риоя қилиш таъсир қилади. Технологик жараённинг ҳар бир элементини синчиклаб бажариш орқали юқори сифатли қотишмалар олинади. Улардан асосийлари қуйидагилардир:

1. Суюклантириш печи ва шихтани тайёрлаш. Печ тошқолдан металл қолдиғи ва ҳоказодан тозаланади. Шихтани нам тигелга юклашга йўл қўйилмайди. Шихта бегона қўшилмалардан тозаланган, қуритилган бўлиши керак; номаълум таркибли темир-терсакдан фойдаланишга, шунингдек шихта таркибида мой, ахлат ва шунга ўхшашларни бўлишига йўл қўйилмайди. Юқори сифатли рангли қотишмалар олиш учун талаб этилган таркибли қуйма кўринишидаги материаллар ва қайтган металлдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ, чунки темир-терсак ва чиқиндилар қотишма сифатини пасайтириб юборади.

2. Суюклантириш технологик режимига риоя қилиш (харорат, фазалар таркиби, жараённинг давом этиши). Рангли қотишмалар ўта киздиришга сезгир бўлади (қотишма «керагидан ортиқча сарфланиши» мумкин, бу эса сифатнинг ёмонлашишига олиб келади). Юқори харорат ва узок вақт сақлаб турилганда қотишмалар таркибидаги газ микдори ортади. Қўп қотишмалар улар суюклантириладиган атмосферага сезгир бўладилар. Шу сабабдан суюклантириш шароитларини туғри танлаш жуда муҳим.

3. Қотишмани тозалаш. Тозалашнинг самаралилиги ҳақида газлар ва металлмас қўшилмаларнинг қолдиқ микдорига қараб фикр юрғазиш мумкин.

Суюкланма қотаётганида водороднинг пуфакчалар кўринишида ажралиб чиқадиган «актив» қисми қуймаларда ғовакликнинг ривожланишини аниқлайди. Бу «актив» қисмни сифат жиҳатдан баҳолаш вакуум намуна ёрдамида бажарилади. Газ ажралиб чиқиш даражаси ҳақида қотган қуйманинг устки юзасининг ҳолати бўйича фикр юритиш мумкин. Газ ажралиб чиқиши юқори даражада жадал бўлганда юза сал кўтарилган бўлади ва ёриқ жойлар ҳосил қилади.

Агар «қайнаш» жараёнининг бориши ва устки газ ҳолатини кузатиш билан чекланилса, унда бу намунани ишлаб чиқариш шароитларида қўллаш мумкин.

4. Модификаторлар танлаш. Модификациялаш қотишмалар сифатини яхшилаш учун бажарилади. Юқори

сифатли нисталган қотишма (пўлат, чўян ёки рангли қотишма) модификацияланади.

Рангли қотишмаларда аралашмалар алоҳида аҳамиятга эга бўлади. Шу билан бирга бир хил қотишмаларда фойдали бўлган аралашмалар бошқа қотишмаларда зарарли бўлиши мумкин. Масалан, алюминий қотишмаларида темир зарарли аралашма ҳисобланади; у амалда алюминийда эримади ва ҳатто таркибда жуда кам бўлганда ($< 0,005\%$) ҳам игнасимон шаклга эга бўлган қимда шунинг учун алюминий ва унинг қотишмаларининг каттиклигини пасайтирадиган интерметаллид FeAl_3 ажралиб чиқишига ёрдам беради. Қуйиладиган қотишмаларда темирни йўл қўйилган чегаравий микдори қуйиш усулига боғлиқ.

Магний қотишмаларида кўпчилик зарарли аралашмалар каттик магнийда озгина эрийди, шунинг учун ҳам ёхуд эркин ҳолатда (Fe , Na , K) ажралиб чиқади, ёхуд ҳатто жуда оз микдорда бўлганда донлар чегараси бўйлаб мўрт интерметаллид қўшилмалар (Cu , Ni) ҳосил қилади. Бу элементлар магнийни коррозияга турғунлигини жуда пасайтириб юборади. Шунинг учун қуйиладиган қотишмаларда зарарли аралашмалар микдори чекланган бўлади: кўпи билан $0,08\%$ Fe , $0,01\%$ Ni ва $0,1\%$ Cu .

Титан қотишмалари учун жорий этиш аралашмалари (C , O_2 , N_2 , H_2) алоҳида рол ўйнайди. Улар қотишмаларининг мустаҳкамлиги ва каттиклигини кескин оширади ($0,01\%$ жорий этиш аралашмалари кичик концентрация зонасида мустаҳкамликни $7\text{--}20$ МПа га оширади ва пластиклигини пасайтиради, аралашмалар микдори $0,5\text{--}0,7\%$ дан ортик бўлганда у ноль қийматга эга бўлади ва бунинг натижасида мўртлик вужудга келади). Энг хавфлиси водород аралашмаларидир, чунки улар қотишмаларда пластинка сирпанадиган текисликларда гидрид фазиси ҳосил қилади. Водород мўртлиги вужудга келишининг олдини олиш учун водород микдори $0,01\%$ гача чекланади.

9. СУЮҚЛАНТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШ ВА КОНКРЕТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТЛАРИ УЧУН АГРЕГАТЛАР ТАНЛАШ

9.1. СУЮҚЛАНТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ОПТИМАЛЛАШ УЧУН ЭЛЕКТРОН ҲИСОБЛАШ МАШИНАЛАРИНИ ҚУЛЛАШ

Қуйиладиган қотишмалар хоссаларини оптималлаш қуйиб тайёрланадиган деталнинг конструкцияси ва вазн фасига тўлиқ жавоб берадиган таркибни аниқлаш учун зарур. Одатда масала қуйидаги тарзда шаклланади: энг юқори мустаҳкамлик ва нисбий узайиш ҳамда қаттиқликда берилган қатталикларида компонентлар миқдори аниқлаш талаб қилинади. Хоссаларни оптималлаш жараёнини қотишмалардан бирининг мисолида кўриб чиқамиз. Масалан, АК5М2 қотишмаси учун компонентлар қуйидаги чегаралар билан чекланган:

$$\begin{aligned} 4 &\leq \text{Si} \leq 6 \\ 2,5 &\leq \text{Cu} \leq 3,5 \\ 0,2 &\leq \text{Mg} \leq 0,8 \\ 0,2 &\leq \text{Mn} \leq 0,8 \end{aligned} \quad (9.1)$$

Мустаҳкамлик σ (МПа), нисбий узайиш $\delta(\%)$ ва қаттиқлик НВ қуйидаги функциялар билан тавсифланади:

$$\sigma = 1,66 X_1 - 0,4 X_2 - 5 X_3 - 2,333 X_4 + 13,567 \quad (9.2)$$

$$\delta = 0,695 X_1 - 0,6 X_2 - 3,6067 X_3 - 1,233 X_4 + 2,245 \quad (9.3)$$

$$\text{HB} = 0,25 X_1 + 5,75 X_2 + 1,667 X_3 + 1,667 X_4 + 59,6587 \quad (9.4)$$

бу ерда X_1, X_2, X_3, X_4 — қотишмада кремний, мис, магний ва марганец концентрацияси.

Чекланишлар (9.1) ни қониктирадиган оптимал кимёвий таркибни топиш талаб этилади, бунда $\delta \leq 1,5$; $\text{HB} \geq 170$ бўлиш шарти билан мустаҳкамлик энг катта қийматга эга бўлади.

Масала чизикли программалаш методи билан ечилади. Қотишманинг қуйидаги кимёвий таркиби олинган (%) — Si — 6; Cu — 1,5; Mg — 0,2; Mn — 0,2 ($\delta = 21,46$ кгк/мм²) да).

Агар тенглама (9.2) — (9.4) лар чизигий бўлмаса,

нига масали мураккаблашади. Бу ҳолда у келтирилган градиент методи ёрдамида ечилади.

Шихтани ҳисоблаш ва оптималлаш. Оптималлаш масаласини ечиш учун шихтани ҳисоблашда элементий таркиб бўйича чекланишларни, шихтанинг таркиби ва пархнини ҳамда суюклантириш печларида ундан фойдаланишнинг рухсат этилган чегараларини билиш зарур. Турли суюклантириш агрегатларида пўлат суюклантиришнинг ўзига хос хусусиятлари, шунингдек суюклантириш шартлари диапозони шихтани оптималлашда эриш учун килинганидек элементларни ўрта ҳисобда бўйичаги асосланишга имкон бермайди. Шунинг учун ҳисоблашнинг биринчи босқичида шихтани ҳисоблаш ва оптималлашнинг шихта таркибидаги элементларнинг келтирилган микдорини конкрет суюклантириш шароитлари ҳамда бу шароитлар учун аниқланган ва металл шихта ҳамда ферроқотишмалар учун алоҳида-алоҳида куймалар қаттиқлиги кўринишида тасаввур этилган тажриба маълумотлари асосида аниқланади:

$$K_{ij}^{np} = K_{ij} \frac{100 - Y_i}{100} \quad (9.5)$$

бу ерда K_{ij} — шихтанинг j -нчи компоненти таркибидаги i -нчи элемент микдори.

Бундан ташқари С, S ва Р учун суюклантириш агрегати тури ва жараёнга қараб (кислотали ёки асосли, ариқланмасларни оксидланиши ёки оксидланмаслиги) барча шихта материаллари учун умумий бўлган маълум қонуниятлар мавжуд. Уларга асосланиб шихта таркибидаги тилаб этилган элементлар микдори ҳисоблаб топилади. Элементларнинг куйиши 13-жадвалда келтирилган.

Оксидлаб суюклантиришда углерод учун одатда куйидаги боғланишлар қабул қилинади.

$$K_{c(ж)} = K_{c(ж)}^{ст} + 0,3 — \text{асосли жараён учун}$$

$$K_{c(ж)} = K_{c(ж)}^{ст} + 0,2 — \text{кислотали жараён учун}$$

бу ерда $K_{c(ж)}^{ст}$ — суюк пўлатда углероднинг охириги микдори.

Оксидсизлантормасдан суюклантиришда, аксинча, шихтадаги углерод микдори тайёр пўлатдагига қараганда ким бўлиши керак;

$$K_{c(ж)} = K_{c(ж)}^{ст} - 0,15 \quad (9.6)$$

Асосли печларда пулат суюклантирилганда олтингу гурт ва фосфор дастлабки микдоридан 50—70 % кунди. Кислотали печларда уларнинг микдори ўзгармайди.

13-жадвал

Пулат электр печларида суюклантирилганда металл шихта ва ферроқотишмаларда элементларнинг куйиши дастлабки микдоридан % ҳисобида

Элементлар	Ёй печи		Индукцион печь	
	металл шихтадан	ферроқотишмадан	металл шихтадан	ферроқотишмадан
Углерод	25	10—20	10	10—20
Кремний	40* 100	10	20	5
Марганец	20 70	5—10**	20	10
Хром	15* 20	5	15	5
Никель	5	3	3	1
Ванадий	18*—50*** 50—80	10	15	5
Вольфрам	10	5	5	5
Молибден	5	3	3	1
Мис	5	3	3	1
Титан	90* 100	50	50	10
Кобальт	5	3	5	3

Илова. * суратда — аралашмаларни оксидламасдан суюқлаштириш учун, маҳражда оксидлаб (кислотали жараёнда) суюқлантиришнинг конкрет шароитларига боғлиқ бўлган SI куйиндиси кузатилади

** Mn >5% учун

*** V <1% учун

Жадвалда келтирилган маълумотлардан ва S, C, ва P бўйича келтирилган тавсиялардан фойдаланиб кимёвий таркиби бўйича чеклаш тенгламасини тузиш мумкин:

$$K_{i(к)}^H \leq \sum_{j=1}^n K_{i(j)}^{np} \cdot x_j \leq K_{i(ж)}^B \quad (9.7)$$

$$K_{s(к)} \leq \sum_{j=1}^n K_{s(j)} \cdot x_j \leq \frac{100 - y_s}{100} \quad (9.8)$$

$$K_{p(m)} \leq \sum_{j=1}^n K_{p(i)} \cdot x_j \leq \frac{100 - y_p}{100} \quad (9.9)$$

Тенглама (8.7) — (8.9) лар системаси технологик коэффициентлар тенгламалари билан тўлдирилади ва улар шихтанинг энг кам нархи аниқланадиган тенглама билан биргаликда ечилади:

$$Z_{\min} = \sum_{j=1}^n C_j x_j \rightarrow \min \quad (9.10)$$

бу ерда C_j — шихтанинг преysкурant бўйича j -нчи компонентининг нархи, сўм;

x — шихтада компонентлар миқдори, %.

Бундан кейин чизиқли программалаш методи ёрдамида нўлат учун шихтанинг оптимал таркиби топилади. Худди шундай тарзда чўян учун шихтанинг оптимал таркиби ва суюқлантириш жараёнининг параметрларини аниқлаш мумкин.

9.2. ҚУЙИЛАДИГАН ҚОТИШМАЛАРНИ СУЮҚЛАНТИРИШ ТУРЛИ МЕТОДЛАРИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ БАҲОЛАШ

Асбоб-ускуналар ва технологиянинг турли вариантларини баҳолашда қуйма заготовкaлар ишлаб чиқаришда ўзинга хос хусусиятларини ҳисобга олиш лозим. Қуйма-корлиқнинг ўзига хос хусусиятларидан бири турли-туман материаллар ва ёқилғи турларидан фойдаланишдир. Қуймалар таннархида металлга қилинадиган харажатлар 50—60 % га етади. Шу боисдан ишлаб чиқариш жараёнидаги такомиллаштиришда металл тежалишини таъминлайдиган тадбир-чоралар ишлаб чиқишда катта аҳамиятга эга.

Шакли, ўлчамлари ва вазни бўйича тайёр деталларга яқин қуймалар чиқарилиши металлдан фойдаланиш коэффициентининг ортишини таъминлайди ва сезиларли даражада уларга механик ишлов беришнинг сермехнатлилиги ҳамда таннархини аниқлайди. Шунинг учун қуйма-корлиқни такомиллаштириш бўйича қўрилган чоратадбирларнинг иқтисодий самарадорлигини баҳолашда металл хоссаларининг ўзгариши, шунингдек деталларга механик ишлов бериш босқичида вужудга келадиган ўзгаришларни ҳисобга олиш зарур. Шу боисдан янги техника ва технологияни иқтисодий жиҳатдан самарали-

лигини аниқлашда биринчи навбатда тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришга кетадиган харажатларни характерловчи кўрсаткичларни (металлдан фойдаланиш коэффициенти, деталь тайёрлашда меҳнат сарфи, унинг таннархи) аниқлаш лозим. Самарадорликни барча соҳаларга ҳисоб бўлган умумий баҳолаш ҳолатлари билан бир каторда, ҳар қайси соҳа ўзига хос хусусиятларга эга. Уларни ҳисобга олиш янги техникани объектив баҳолаш учун муҳим.

Суюк металл ишлаб чиқариш ўзига хос хусусиятларга эга. Замонавий чўян куйиш цехларининг арсеналида суюклантириш агрегатларининг самарадорлигини техник иктисодий жиҳатдан тўғри анализ қилиш учун ҳал этувчи шарт кўриб ўтилаётган вариантларининг барча кўрсаткичларини таққослаб кўришдир.

Бир нечта чўян суюклантириш усуллари бўйича тузилган қиёсий самарадорликни ҳисоблаш қайси вариант харажатлари энг кам бўлишини аниқлашга имкон беради қўшимча ва умумий капитал маблағлар қандай муддатли ўзини қоплайди; у ёки бу вариантларга сарфланган капитал маблағларнинг бир сўмига олинган фойда қанчалик катта ёки таннархи қанча камайган ва ҳоказо.

Капитал маблағларнинг умумий йигиндиси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$K = K_0 + K_{\text{ср}} \quad (9.11)$$

бу ерда K_0 — суюклантириш ускуналарига сарфланган капитал маблағлар, сўм,

$K_{\text{ср}}$ — бинонинг қурилиш-монтаж ишларига сарфланган капитал маблағлар, сўм.

Вариантлар бўйича суюк металлнинг бир йиллик миқдорини ишлаб чиқариш учун зарур бўлган технологик асбоб-ускуналарга сарфланган капитал маблағлар қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади.

$$K_0 = \sum_{i=1}^n U_i \cdot P_i \cdot \mu_i \quad (9.12)$$

бу ерда n — металл суюклантириш технологик жараёни операцияларининг сони;

U_i — суюклантириш агрегатларининг нархи, сўм.

P_i — суюклантириш асбоб-ускуналари бирликларининг сони;

μ_i — суюклантириш асбоб-ускуналарининг банд бўлиш коэффициенти.

Унинг асбоб-ускуналар нархи ташиш учун қилинадиган барча қўшимча харажатларни ҳисобга олган ҳолда прейскурант бўйича аниқланади. Агар асбоб-ускуналар бонда корхонада буюртма бўйича тайёрланса, унда унинг нархи смета-норматив ёки тайёрловчининг ҳисобот калькуляцияси бўйича қабул қилинади.

Вагранкалар ва суюклантириш печларининг миқдори қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$n = \frac{Q}{q \cdot F \cdot K_3} \quad (9.13)$$

Бу ерда Q — суюк металл чиқариш йиллик дастури,
 q — суюклантириш агрегатининг унумдорлиги, т/соат,
 F — асбоб-ускуналар ишлаш вақтининг йиллик фонди, соат/йил,
 K_3 — вақт ичида асбоб-ускуна бирлигига нагрузка бериш коэффициенти.

Агар суюклантириш асбоб-ускуналаридан кейинчалик фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлмаса ёки фойдаланиш мумкин бўлмаса, унда бўшаган асбоб-ускуна, темир-терсак нархида баҳоланиб ундан утилизация қилиш учун қилинган харажатларни чиқариб баҳоланади.

Лойиҳаланаётган суюклантириш бўлимининг бинолари ва иншоотларига сарфланадиган капитал маблағлар лойиҳалаш-смета маълумотлари бўйича қабул қилинади. Агар сметада кўрсатилган нархи бутунлай пулат суюклантириш цехига тааллуқли бўлса, унда суюклантириш бўлимининг зиммасига нархнинг у эгаллаган ишлаб чиқариш ва ёрдамчи майдон катталигига пропорционал бўлган қисмини юклаш мумкин. Капитал маблағларни анча батафсил ҳисоблаш қуйидаги формула бўйича амалга оширилади.

$$K_{\text{эл}} = C_{\text{эл(цех)}} \cdot Z_{\text{эл}} \quad (9.14)$$

Бу ерда $C_{\text{эл}}$ — 1 м бинонинг норматив нархи, сўм;

$Z_{\text{эл}}$ — суюклантириш асбоб-ускунаси ишғол этган бинонинг талаб этилган ҳажми, м.

1 м³ бинонинг нормада кўрсатилган нархи тегишли маълумотнома материаллари асосида қабул қилинади ёки цехнинг баланс нархини унинг ҳажмига бўлишдан келиб чиққан бўлинма каби ҳисоблаб топилади.

1 т ярокли куйманинг таннархи иккита қайта ишлан бўйича қилинган харажатлар йиғиндисидан таркиб топлади ва куйидаги формула билан ифодаланади:

$$C = C_1 + C_{1\pi} \quad (9.15)$$

бу ерда C_1 — биринчи қайта ишлаш бўйича 1 т ярокли чўяннинг таннархи; C — иккинчи қайта ишлаш бўйича 1 т ярокли чўяннинг таннархи.

Турли чўян суюклантириш методларини солиштириб кўришда суюк чўян таннархини таққослаб кўриш етарли бўлади, чунки харажатларнинг барча ўзгарадиган модллари биринчи қайта ишлаш таннархига киради, иккинчи қайта ишлаш харажатлари эса тегилмайди.

1 т суюк металлнинг (биринчи қайта ишлаш) таннархи сўм/т ларда куйидаги формула бўйича аниқланади.

$$C_1 = C_{\text{ж}} = C_{\text{ш}} + C_{\text{т}} + C_{\text{п}} \quad (9.16)$$

бу ерда $C_{\text{ш}}$ — 1 т суюк металл ҳисобидан шихта материалларига қилинадиган харажатлар, сўм/т; $C_{\text{т}}$ — ёқилги харажатлари, сўм/т;

$C_{\text{п}}$ — 1 т суюк металл ҳисобидан суюклантириш операцияси харажатлари, сўм/т.

Суюклантириш операциясига боғлиқ бўлган харажатлар куйидаги формуладан аниқланади:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{мп}} + C_{\text{тп}} \quad (9.17)$$

бу ерда $C_{\text{мп}}$ — 1 т суюк металлга кетадиган қўшимчи материаллар (шихтадан ташқари) нархи, сўм/т;

$C_{\text{тп}}$ — суюклантириш жараёнининг технологик таннархи, сўм/т; 1 т суюк металл ҳисобидан суюклантириш технологик таннархи куйидаги харажатларни ўз ичига олади, сўм/т:

$$C_{\text{тп}} = C_{\text{эп}} + C_{\text{ап}} + C_{\text{рп}} + C_{\text{элп}} + C_{\text{вп}} + C_{\text{клп}} + C_{\text{пп}} \quad (9.18)$$

бу ерда $C_{\text{эп}}$ — металл суюклантирувчининг иш хақи (кушиб ёзиладиган сумма билан);

$C_{\text{ап}}$ — суюклантирувчи асбоб-ускуналар нархидан ушлаб қолинган амортизацион маблаг;

$C_{\text{рп}}$ — асбоб ускуналарни таъмирлаш учун сарфланган харажатлари;

$C_{\text{элп}}$ — энергия харажатлари;

$C_{\text{вп}}$ — ёрдамчи материаллар харажатлари;

$C_{\text{клп}}$ — хоналарга қараб туриш харажатлари;

$C_{\text{пп}}$ — бошқа цех харажатлари.

Таннархни калькуляциялашда мавжуд системада брак иккинчи қайта ишлаш харажатларида ҳисобга олинади ва суюк металлнинг таннархида акс эттирилмайди. Ҳақиқатда ишлаб чиқариш шароитларида металлургия браки бўлади. У суюк металлнинг нархиға киритилса мақсадға мувофиқ бўлади, бу эса суюк металлға амалда қилинган харажатларни у ёки бошқа суюклантириш агрегатининг тежамлилигини тўғрироқ баҳолашға имкон беради. Буни ҳисобға олсак формула (9.16) қуйидаги кўринишға эға бўлади:

$$C_{\text{ж}} = \frac{(C_{\text{м}} + C_{\text{т}} + C_{\text{а}})}{100 - y - \delta} \cdot 100, \quad (9.19)$$

бу ерда y — қуйинди бўлиши сабабли бўладиган йўқотишлар, %;

δ — металлургия браки бўлиши сабабли бўладиган йўқотишлар, %.

Шундай қилиб, суюклантириш агрегатининг тежамлилиги ва технологик характеристикасига таъсир қиладиган қўшимча омилларни ҳисобға олиб, суюк чўян технологик таннархини солиштириб кўриш қуйидаги харажат моддалари бўйича бажарилиши керак: шихта материаллари, технологик ёқилғи (энергия), ёрдамчи материаллар (шихтадан ташқари), асосий иш ҳаки, қўшимча иш ҳаки, сугурта чегирмаси, амортизацион чегирмалар, асбоб-ускуналарға қараш ва таъмирлаш. Хоналарға қараб туриш, электр энергияси харажатлари ва бошқа цех чиқимлари жуда оз ўзгаради, шунинг учун уларни ҳисобға олмаса ҳам бўлади.

Чўян сифати дастлабки шихта материаллари таркибига сезиларли даражада боғлиқ бўлади. Шихта қўйиб исалган буюмларнинг ГОСТ талаб қиладиган механик хоссаларини таъминлаш ва арзон бўлиши керак. Қулранг иш жуда мустаҳкам оқ чўянларни суюклантириб олиш учун таъсир этиладиган шихта таркиблари 14, 15, 16-жадвалларда келтирилган. Шихта материалларига қилинадиган харажатлар қуйидаги формуладан ҳисоблаб топилади:

$$C_{\text{ш}} = \sum_{j=1}^n C_{\text{м}j} \cdot N_{\text{м}} \quad (9.20)$$

бу ерда ω — шихтада ишлатиладиган материаллар хил-ларининг миқдори:

$C_{\text{м}j}$ — шихта материали j -нчи тури бирлигининг преysкуралтда кўрсатилган нархи, сўм;

Кулранг чўян суюқлантириш учун шихтанинг тавсия этилган таркиби

Чуян маркаси	Суюқлантириш агрегати	Компонентлар сарфи, массасидан % ҳисобида						корхона- дан қайтган металл	Эслатма
		домна чуяни		четдан келтирил- ган темир-терсак		қиринди			
		қуйма	қайта ишлана- диган	пўлат	чуян	чуян	пўлат		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СЧ 10	Совуқ ҳаво берила- диган вагранка	30—50	5 гача	0—10	10—30			20—30	Вагранкалардан электр печь билан дуплексада фойдаланганда шихта таркибидаги қайта иш- ланадиган чуян миқдо- рини 20% гача ошириш мумкин.
СЧ 20	Совуқ ҳаво берила- диган вагранка	25—40	5 гача	10—20	10—25			25—30	
СЧ 25 ва СЧ 30	Совуқ ҳаво берила- диган вагранка	23—25	5 гача	15—35	10—20			10—25	
СЧ 10 ва СЧ 18	Иссиқ ҳаво берила- диган вагранка	20—40	5—10	4—10	10—20			20—40	
СЧ 20	— —	20—30	5—10	10—20	10—25			10—25	
СЧ 25 ва СЧ 35	— —	15—25	—	20—60	5—25			5—20	

Чўян маркаси	Суюқлантириш агрегати	Компонентлар сарфи, массасидан % ҳисобда						корхона- дан қайтган металл	Эслатма
		домна чўяни		четдан келтирил- ган темир-терсак		қиринди			
		қуйма	қайта ишлана- диган	пўлат	чўян	чўян	пўлат		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СЧ 10	Электр печь (ёй ин- дукцион, тигелли)	—	10—25	20—40	25—35	5—10	5 гача	25—35	Карбюраторлар ва ферроқотишмалар 100% дан юқори ҳисобда
СЧ 25 ва СЧ 30	Электр печь (ёй ин- дукцион, тигелли)	—	10—25	30—55	15—30	5—10	5 гача	20—30	
СЧ 35	—	—	5—10	70—80	—	—	5 гача	10—20	
СЧ 40 ва СЧ 45	—	—	—	95— 100	—	—	5 гача	10—20	

Оқ (болғаланувчан) чуян суюқлантириш учун тавсия этиладиган шихта таркиби

Шихта индек- си	Компонентлар сарфи, массасидан % ҳисобида				Корхонадан қайт- ган шахсий чуян, шу жумладан қиринди
	домна чуяни		чуян синиқлари		
	қуйиладиган	қайта ишлана- диган	чуян	пўлат, шу жумладан қиринди	
I	10—15	10—15	5—15	25—40 (6—10)	35—50 (5—10)
II	—	20—25	0—10	25—40 (6—10)	40—50 (4—8)
III	—	10—20	—	40—50 (0)	40—50 (5 гача)

- Эслатма: 1. Қуймаларни графитизациялаш жараёни нормал ўтиши учун юмшаётганда шихтадаги хром миқдори 0,06—0,07% дан ошмаслиги лозим.
2. Электр печларда суюқлантирилганда пўлат ва чуян қириндилари сочма ҳолда, вагранкаларда брикет кўринишида ишлатилиши мумкин.

N_m — тегишли материални сарфлаш нормаси, кг.

Бизнинг ҳисобларимизда шихта материаллари нархи 01—08 ва 01—01 преysкурантлар бўйича олинган.

1 т суюқ металл ҳисобида маълум тур ёкилғи нархи куйидаги формуладан аниқланади:

$$C = C_e \cdot N_T \quad (9.21)$$

бу ерда C_e — ёкилғи бирлигининг нархи, сўм/т ёки сўм/м³;

N_T — 1 т металл учун айна ёкилғини сарфлаш нормаси, кг/т ёки м³/т;

Чуян иккинчи марта суюқлантирилганда технологик ёкилғи сифатида кокс ёки газдан, металл электр печида суюқлантирилганда электр энергиясидан фойдаланилади. Технологик ёкилғи харажатларини ҳисоблашда кокс ва табиий газ нархи — преysкурантлар бўйича қабул қилинади. Электр печларда суюқлантирилганда электр энергия харажатлари тарифлар бўйича аниқланади ва ўрнатилган кувват ҳамда ҳар бир киловатт соат учун тўланадиган кўшимча ҳақга тўланадиган асосий ҳақ қўшилади.

Сарфланиши суюклантириш агрегатлари типига қараб танланган ёрдамчи материаллар жумласига флюслар, модификаторлар, ўтга чидамли қоплама материаллар кирadi. Ёрдамчи материалларга нарх тегишли прейскурант бўйича қабул қилинади.

16-жадвал

Пермикуляр графитли жуда мустақкам чуян олиш учун тавсия этиладиган (ўрта ҳисобда) шихта таркиби

Суюклантириш агрегати	Компонентлар сарфи, массасидан % ҳисобида			Илова
	қайта ишлан-диган домна чуяни	корхона-нинг ўзидан қайтган чуян	ферроқотишмалар	
Қилимаси асосли электр ёй печи	97	—	Шихтани ҳисобга олиб 3% печга ва ковшга	Тозаланган чуяндан фойдаланилсин
Қилимаси асосли электр печи	45—55	45—55	Шихтани ҳисобга олиб 100%дан юқориси	Десульфация қилинсин
	73—75	22—25	Шихтани ҳисобга олиб 3% печга ва ковшга	Шунинг ўзи
	97	—	Шунинг ўзи	Тозаланган чуяндан фойдаланилсин
Силкит частотали индукцион печь	98	—	Шихтани ҳисобга олиб 2% ковшга ва печга	Шунинг ўзи

Эслатма: 1. Шихта материаллари таркибида микроэлементлардан (йритим, титан, алюминий, кўргошин, сурьма ва бошқалар) чекланган миқдорда бўлиши керак.

2. Шихта таркиби асосий элементлари миқдори қуйидагича бўлган дастлабки чуяни суюклантириб олинишни таъминлашда керак: 1,5—3,8 %C; 1,5—1,8 % Si; 0,5—1,0% Mn; 0,1% гача P ва 0,01 % гача S.

Асосий ва ёрдамчи ишчиларнинг иш ҳақи қуйидаги формуладан аниқланади:

$$c_{\text{иш}} = c_{\text{ас}} + c_{\text{зд}} \quad (9.22)$$

бу ерда $c_{\text{ас}}$ — асосий ишчиларнинг иш ҳақи (устамалар билан), сўм,

$c_{\text{зд}}$ — ёрдамчи ишчиларнинг иш ҳақи, сўм.

Асосий ишчиларнинг иш ҳақи (устамалар билан) қуйидаги формуладан аниқланади:

$$c_{ax} = Z_a \cdot t\alpha \cdot K, \quad (9.23)$$

бу ерда Z_a — асосий ишчиларнинг таъриф бўйича белгиланган бир соатдаги ўртача маоши, сўм/одам · соат.

K — кўшимча иш ҳақини ва суғурта фондига кўшиб ёзилган суммани ҳисобга оладиган коэффициент;

t — айни жараён бўйича 1 т суюқ металл тайёрланиши, киши/соат,

α — ишлаб чиқариш нормаларини ошириб бўлжаргани учун тарифга кўшимча ҳақин ҳисобга олувчи коэффициент.

Ердамчи ишчиларнинг иш ҳақи бевосита ёки билвосита тартибда ҳисоблаб топилади.

Асбоб-ускуналарни амортизация қилиш. Амортизациян чегирмалар қуйидаги формула бўйича ҳисоблаб топилади:

$$C_a = \frac{K \cdot N_a}{100}, \quad (9.24)$$

бу ерда K — асбоб-ускуналарга сарфланган капитал маблағлар, сўм.

N_a — амортизациян чегирмалар нормаси, %

Суюклантириш асбоб-ускуналарини таъмирлаш. Асбоб-ускуналарни ишлашга яроқли ҳолатда сақлаш учун планли — эҳтиёт таъмирлаш ўтказилади. Таъмирлашга қилинадиган харажатлар микдори асбоб-ускуналарни таъмирлаш қанчалик мураккаб эканлигига боғлиқ. Таъмирлашга қилинадиган харажатлар қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$c_T = \frac{W_T - B_T}{T_T}, \quad (9.25)$$

бу ерда W_T — битта таъмирлаш турига сарфланадиган ўртача харажат, сўм;

B_T — таъмирлашнинг мураккаблик группаси;

T_T — асбоб-ускуналар таъмири орасидаги циклнинг ўртача давомийлиги, соат.

9.3. АЛЮМИНИЙ ҚОТИШМАЛАРИНИ ТАЙЁРЛАШ ОҚИЛОНА ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ТАНЛАШ АСОСИЙ ПРИНЦИПЛАРИ

Алюминий ва унинг қотишмаларининг хоссаларини, шунингдек уларни қиздиришда ва суюклантиришда содир бўладиган иссиқлик-физикавий ҳамда физик-кимёвий жараёнларни кўриб чиқиш шуни кўрсатдики, бу қотишмаларни олиш учун амалда маълум бўлган барча суюклантириш усуллари яроқлидир. Осон бўлганувчан компонентларни деярли йўқотилиши кузатиладиган вакуумда суюклантириш жараёнигина бундан мустаснодир.

Алюминий қотишмаларини олиш усули иш унуми жуда юқори бўлишини, суюкланма керакли кимёвий тартибга, ҳароратга ва сифатга эга бўлишини таъминлаш керак. Қотишма мумкин қадар қисқа муддат ичида тайёрланиши лозим. Шу боисдан тубли печларда энергия манбаи билан шихта (суюкланма) орасида конвекция ёрдамида узатиладиган иссиқлик улушини ошириш ҳисобига иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш мақсадга мувофиқдир. Бу билан бир қаторда печь ваннасидаги иссиқлик ва масса алмаштириш жараёнларини суюкланма аралаштириш учун ҳар хил воситалардан фойдаланиш ҳисобига жадаллаштириш мумкин. Бунда ҳароратни ўзгартирмасдан ва уни аниқ ростланишини (айниқса тарқатиш печларида) таъминлаш муҳим шартлардан биридир.

Қотишма тайёрлаш жараёнида оксидланиш ҳисобига металлни энг кам йўқотилишига интилиш керак. Шу боисдан шихтани ва айниса осон оксидланадиган қўшимчаларни суюкланмага ботириб суюклантириш мақсадга мувофиқ, чунки бунда томчилаб суюкланиш содир бўлмайди. Тарқатиш печларида суюкланмани сақлаб туришда уни газ билан тўйинишга чап бериш лозим. Туркибидаги каттик ва газсимон металлмас қўшилмалар миқдори бўйича суюкланманинг талаб этилган сифат даражаси суюклантириш агрегатида ҳам ва ундан ташқарида ҳам самарали тозалаш воситаларидан фойдаланиб таъминланади. Кимёвий жиҳатдан суюкланма билан ўзаро таъсир қилмайдиган ўтга чидамли материалларни қўллаган маъқул. Флюслар, газлар ва тозаловчи моддалар атрофдаги муҳитни ифлос қилмаслиги керак. Қотишмалар тайёрлаш учун фойдаланиладиган технология ва асбоб-ускуналар шихтанинг осон юкланилишини, печь тозалашнинг қулай бўлишини, ваннадаги суюкланма-

ни аралаштиришни, тошқолнинг олинисини таъминлашни керак ва ҳоказо. Алоҳида операцияларни механизациялаш ва автоматлаш яхши таъсир кўрсатади. Алюминий қотишмаларни тайёрлаш усули ишлаб чиқарилаётган маҳсулот таннархисининг паст бўлишини ва асбоб-ускуналардан фойдаланиш харажатларини унча юқори бўлмаслигини, шунингдек ёкилғи ва энергиянинг жуда кам йўқотилишини таъминлаши керак. Шу боисдан суюқлантириш қурилмаларининг ФИК ини мумкин қадар юқори қийматга эришишига интилиш зарур. Деформацияланадиган алюминий қотишмаларини тайёрлаш учун турли типдаги печларнинг келажакда қўлланилиши кўриб ўтилаётганда электр печларидан энг такомиллашгани — каналли индукцион печнинг келажак цехларининг асосий суюқлантириш агрегати деб ҳисоблашга имкон бермайдиган камчиликларга эга эканлигини назарда тутиш лозим. Бу камчиликлар жумласига шихтани печга юклашдан олдин уни танлаб олиш ва қуриштириш, шунингдек каналларни вақти-вақти билан тозалаш киради.

Қаттиқ шихтани суюқ ваннага юклашнинг ўзига хос хусусиятлари билан боғлиқ бўлган биринчи камчилик йирик сериялаб ишлаб чиқаришда жиддий муаммага айланади, чунки олдиндан қуриштириш системасининг ташкил этилиши тутун чиқариб юбориш системаси киздириш қурилмаларини жойлаштириш учун қўшимча майдон талаб қилди, бу эса тайёр маҳсулот таннархисини анча оширади. Иккинчи камчилик — автоматлаштириш даражаси паст ҳамда кўп меҳнат сарфланадиган олиб қўйиладиган индукторларни таъмирлаш ва қоплама қилиш бўйича махсус цехлар яратиш зарурлиги.

Яқин келажакда янгидан киритиладиган қувватларнинг кўп қисмини ўзлуксиз суюқлантириш мумкин бўлган шихта типдаги печлар билан жиҳозлаш назарда тутилган. Ўзлуксиз суюқлантиришга тўла ўтиш эса алюминий қотишмалари металлургиясининг ривожланишида сифат жиҳатдан янги босқич бўлиб қолади.

17-жадвалдан кўриниб турибдики, аланга ёрдамида киздириладиган шихта типдаги ва металл энг кам қуйган ҳолда шихтани оксидсизлантормасдан суюқлантиришни таъминлайдиган металл ҳимоя атмосферасида суюқлантириладиган печлардан фойдаланиш самарали экан.

17- жадвал

Информацияланадиган алюминий қотишмаларини тайёрлаш учун
мўлжалланган печлар асосий типларининг техник тавсифи

Печь тип	Сигими, т	Иш уну- ми, т/со- ат,	ФИК, %	Куйин- ди, %
Алюминий нур қайтарувчи	30—40	2—4	30	1,5
Гумбазли олинадиган юмалоқ	15—25	2—4	25	1,5
Шахта типдаги	40—60	4—12	60	1,0
Индустр қаршиликли	7—10	0,5—0,8	70(28)	1,2
Вандалли индукцион	6—25	1,3—3,0	60—75	0,8
Плазмали	40—60	4—12	60/24	0,3

Э с л а т м а . Қавс ичида электр станция ФИК ҳисобга олинган қиймат-
лар кўрсатилган.

АДАБИЁТ

1. *Борнацкий И. И.* Теория металлургических процессов. Киев—Донецк: Виша школа, 1978. 288 с.
2. *Ващенко К. И., Шумихин В. С.* Плавка и внепечная обработки чугуна для отливок. Киев., Виша школа, 1992. 245 с.
3. *Водвиженский В. М., Грачев В. А., Спасский В. В.* Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. М.: Машиностроение, 1984. 432 с.
4. *Грачев В. А., Расулов С. А.* Металлургия литейного производства. Ташкент, Ўқитувчи, 1987. 301 с.
5. *Григорян В. А., Белянчиков Л. Н., Стомахин А. Я.* Теоретические основы электросталеплавильных процессов. М.: Металлургия, 1979. 256 с.
6. *Долотов Г. П., Кондаков Е. А.* Печи и сушила литейного производства. М.: Машиностроение, 1984. 192 с.
7. *Косников Г. А.* Расчет основных параметров процесса плавки чугуна Л.: Изд. ЛПИ, 1981. 68 с.
8. *Колобнев И. Ф., Крымов В. В., Мельников А. В.* Справочник литейщика. Цветное литье из легких сплавов. Изд. 2-ое, М.: Машиностроение, 1974. 416 с.
9. *Линчевский Б. В.* Вакуумная индукционная плавка, М.: Металлургия, 1975. 240 с.
10. *Морозов А. Н.* Современное производство стали в электропечах, М.: Металлургия, 1983. 184 с.
11. *Мchedlishvili В. А.* Термодинамика и кинетика раскисления стали, М.: Металлургия, 1978. 288 с.
12. *Пелых С. Г., Семесенко М. П.* Оптимизация литейных процессов. Киев: Виша школа, 1977. 192 с.
13. *Справочник по чугунному литью.* Под ред. Н. Г. Гиршовича, М., — Л.: Машиностроение, 1978, 758 с.
14. *Сухарчук Ю. С., Юдкин А. К.* Плавка чугуна в вагранках. М.: Машиностроение, 1981. 143 с.
15. *Шульте Ю. А.* Электрометаллургия стального литья, М., Металлургия, 1970, 224 с.
16. *Электрошлаковые печи.* Под ред. Б. Е. Патона и Б. И. Медовара. Киев: Наукова думка, 1976, 415 с.

М У Н Д А Р И Ж А

Муқаллим	3
I МІТАЛЛ ВА УЛАРНИНГ ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚЛАНТИРИШ ОЛИШНИНГ УМУМНАЗАРИЙ МАСАЛАЛАРИ	4
1.1. Куймакорлик металлургиясининг умумий характеристики	4
1.2. Суюқланиш жараёнининг физик-кимёвий асослари. Системанинг термодинамик таърифлари	7
1.3. Металл суюқланмаларнинг тузилиши	9
1.4. Тошқол суюқланмаларининг тузилиши ва хоссалари	10
1.5. Суюқланган тошқолларнинг тузилиши тўғрисидаги замонавий тасаввурлар	11
1.6. Тошқол системаларининг ҳолат диаграммаси	12
1.7. Газ фазасининг тузилиши ва хоссалари	14
1.8. Фазалар ўзаро таъсири жараёнларининг механизми	16
1.9. Металлургик жараёнлар кинетикаси. Гетероген реакциялар кинетикаси	22
II СУЮҚЛАНТИРИШ ПЕЧЛАРИ	26
2.1. Печда кечадиган жараёнларнинг назарий асослари	26
2.2. Иссиқликни электр энергиясидан фойдаланиб генерациялаш	28
2.3. Печларда газлар ҳаракати ва иссиқликнинг узатилиши	31
2.4. Печнинг умумий иссиқлик баланси	32
III ҚУЙИШ ЦЕХЛАРИНИНГ СУЮҚЛАНТИРИШ ПЕЧЛАРИ	34
3.1. Чўян суюқлантириш жараёнлари классификацияси ва печларнинг технологик схемаси	34
3.2. Вагранкалар	37
3.3. Электр ёй печлари	45
3.4. Тигелли индукцион печлар	50
3.5. Каналли индукцион печлар	52

3.6. Автоматик куйиш қурилмалари	88
3.7. Пулат суюклантириш печлари	90
3.8. Рангли котишмалар суюклантириладиган печлар	93
3.9. Печларнинг технологик схемалари	95
4. КУЙМАКОРЛИК ЦЕХЛАРИДА ИШЛАТИЛАДИГАН ШИХТА ВА ЎТГА ЧИДАМЛИ АШЕЛАР	78
4.1. Умумий қоидалар	78
4.2. Тошқол ҳосил қилувчилар ва оксидловчилар	83
4.3. Ўтга чидамли ашёлар ва улардан фойдаланиш	85
4.4. Шихта таркибини ҳисоблаш	91
4.5. Материал ва иссиқлик балансларини ҳисоблаш принцип- лари	93
4.6. Чўян суюклантиришнинг умумий характеристикаси	95
4.7. Пулат суюклантиришнинг умумий характеристикаси	97
4.8. Рангли котишмалар суюклантиришнинг умумий харак- теристикаси	101
5. КУЙМАКОРЛИҚДА МЕТАЛЛАРНИ СУЮКЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ	103
5.1. Куймакорликда чўяни суюклантириш усуллари. Вагранка жараёнлари	103
5.2. Вагранкада чўян суюклантириш технологияси	107
5.3. Вагранкада кислотали ва асосли жараёнларнинг ўзига хос хусусиятлари	113
5.4. Чўяни кокс-газ вагранкаларида суюклантириш	115
5.5. Чўяни газ вагранкаларида суюклантириш	117
5.6. Чўяни электр печларида суюклантириш	118
5.7. Индукцион электр печларда чўян суюклантириш. Индук- цион печда чўян суюклантиришнинг физик-кимёвий хусу- сиятлари	121
5.8. Чўян суюклантириш полипроцесслари	124
5.9. Пулат суюклантириш усуллари. Мартен печларида пулат суюклантириб олиш	128
5.10. Электр печларида пулат суюклантириш	131
5.11. Индукцион печларда пулат суюклантириб олиш жа- раёни	139
5.12. Махсус электр печларда пулат суюклантириб олиш	142

6. РАНГЛИ ҚОТИШМАЛАРНИ СУЮҚЛАНТИРИШ УСУЛЛАРИ 147

6.1. Магний қотишмаларини суюқлантириб олиш 147

6.2. Алюминий қотишмаларини суюқлантириб олиш 148

6.3. Мис қотишмаларини суюқлантириш хусусиятлари 151

7. ҚУЙМА ҚОТИШМАЛАРИНИ СУЮҚ ХОЛАТДА ИШЛАШ 153

7.1. Тозалаш 153

7.2. Пулат сифатини яхшилашда вакуумдан фойдаланиш 155

7.3. Легирлаш 157

7.4. Модификациялаш 158

8. ЮҚОРИ СИФАТЛИ ҚУЙМА ҚОТИШМАЛАР ОЛИШ 162

8.1. Пластинкасимон графитли юқори сифатли чўян олиш 162

8.2. Шарсимон графитли жуда пухта чўян олиш 163

8.3. Болгаланувчан чўян олиш 164

8.4. Легирланган чўян олиш 164

8.5. Юқори сифатли пулат қуймалар олиш 167

8.6. Юқори сифатли рангли қотишмалар олиш 167

9. СУЮҚЛАНТИРИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШ ВА КОНКРЕТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ШАРОИТЛАРИ УЧУН АГРЕГАТЛАР ТАНЛАШ 170

9.1. Суюқлантириш жараёнларини ҳисоблаш ва оптималлаш учун электрон ҳисоблаш машиналарини қўллаш 170

9.2. Қуйиладиган қотишмаларни суюқлантириш турли усулларининг самарадорлигини баҳолаш 173

9.3. Алюминий қотишмалари тайёрлаш окилона технологиясини танлаш асосий принциплари 183

Саидаббос Асамеддинович Расулов
**ЛИТЕЙНЫЕ ПЕЧИ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАВКИ
МЕТАЛЛОВ**

На узбекском языке

Издательство «Ўзбекистон» Тошкент, 700129, Навои, 30

Мухаррир Д. Аббосова
Рассом М. Кудряшова
Техник мухаририр А. Горшкова
Бадий мухаририр Т. Қаноатов
Мусахҳиҳ М. Мажитхўжаева

Теришга берилди 17.11.95. Босишга рухсат этилди 29.02.96. Бичими
84×108¹/₃₂ № 2 босма қоғозига «Таймс» гарнитурда офсет босма
усулида босилди. Шартли бос. т. 10,08. Нашр. т. 10,17. Нусхаси 1500.
Буюртма № 700.

«ЎЗБЕКИСТОН» нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30.
Нашр № 190—94.

Ўзбекистон Республикаси Давлат қўмитаси ижарадаги Тошкент матбаа
комбинатида босилди. 700129, Тошкент, Навоий кўчаси, 30.

Расулов С. А.

**Р 25 Куймакорликда металларни суюклантириш усул-
лари: Олий ўқув юрт. учун дарслик. — Т.: Ўзбекистон
1998. — 190 б.**

ISBN 5-640-01520-9

Бу дарслик олий ўқув юртларининг қуюв машиналари па-
технологияси ихтисослиги бўйича таълим оладиган талабалар учун
мўлжалланган бўлиб, унда металларни суюклантириш жараёни-
нинг физик-химёвий асослари, суюклантириш печлари ва уларда
содир бўладиган жараёнларнинг таърифи, металл суюкланма-
ларининг тузилиши, печдан ташқарида ишлов бериб металларнинг
сифатини ошириш, суюклантириш жараёнини оптималлаш йўлла-
ри ҳақида маълумотлар берилган.

Дарслик ўқув режаси ва дастурига мувофиқ ёзилган.

ББК 34.3я73

№ 272—96

**Алишер Навоий номидаги
Ўзбекистон Республикаси
Давлат кутубхонаси.**

**Р 2704010000—63 98
М351(04) 96**