

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

НАВОИЙ КОН-МЕТАЛЛУРГИЯ КОМБИНАТИ

НАВОИЙ ДАВЛАТ КОНЧИЛИК ИНСТИТУТИ

**«ОҒИР РАНГЛИ МЕТАЛЛАР МЕТАЛЛУРГИЯСИ»
фанидан маърузалар матни**



НАВОИЙ – 2014й

Тузувчи: катта ўқитувчи Хужакулов. Н.Б. 2014 й.

«Оғир рангли металллар металлургияси» фанидан маърузалар матни.
Навоий давлат кончилик институти. Н. Б. Хужакулов 2014й. 164 б.

Ушбу маърузалар матни 5310300 «Металлургия» йўналиши бўйича бакалаврлар тайёрлашда ўқитиладиган «"Оғир рангли металллар металлургияси"» фанининг наъмунавий ва ишчи ўқув дастури асосида тузилган ва «Металлургия» йўналишида таҳсил олувчи талабалар учун мўлжалланган.

«Металлургия» кафедраси мажлисида кўриб чиқилган. Баённома № _____
2014 й.

Навоий давлат кончилик институти Кимё-металлургия факультети кенгашининг 2014 йил « » _____ даги № __ сонли қарорига мувофиқ нашр этишга рухсат этилди.

Навоий давлат кончилик институти ўқув-услугий кенгашининг 2014 йил _____даги № __ қарорига мувофиқ нашр қилинган.

Такризчилар: Р.И.Нормуратов – НКМК, ГМЗ-1
кон бошқармаси Инновацион техник хизмати бошлиғи, т.ф.н.

Н.А. Донияров - т.ф.н. «Металлургия» кафедраси мудири

Муқаддима

Ушбу тўпламга киритилган маърузалар Ўзбекистон Республикасининг "Таълим тўғрисида" ва "Кадрлар тайёрлаш миллий дастури тўғрисида". Қонунларнинг бажарилишини бевосита таъминлаш мақсадида, Олий таълимнинг биринчи босқичи - бакалаврларни тайёрлаш бўйича 5310300 "Металлургия" йўналишининг Давлат таълим стандарти ва ўқув дастури асосида ишлаб чиқилган ва кафедра мажлисида тасдиқланган.

«Оғир рангли металлургияси» фани "Металлургия" йўналишида таълим олаётган талабаларни касбини белгиловчи фанлардан ҳисобланади. Фаннинг дастури бўйича маърузалар, тажриба ва амалий ишлар мўлжалланган. Мазкур фан асосида талабаларнинг битирув ишини бажарилиши ҳам режалаштирилган.

Маърузалар матнларида оғир рангли металлургияси ишлаб чиқариш технологиялари, дастлабки хом ашё тавсифи, штейнларни олиш, уни қайта ишлаш, хомаси металлургияси оловли ва электролитик тозалаш каби таркибий қисмларни ўз ичига олган. Тақдим этилаётган тўплам эса муаллифнинг оғир рангли металлургияси фани бўйича Давлат тилида ўқиётган маърузалар асосида тузилган.

Шу давргача мазкур фандан давлат тилида ёзилган адабиётнинг йўқлиги, техник атамаларни қабул қилишдаги қийинчиликлар сабабли, ишда йўл қўйилган камчиликларни эътироф этиб, улар кўрсатилса, муаллиф мамнуният билан қабул қилган бўлар эди.

№ 1 - МАЪРУЗА. МИС МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АҲВОЛИ. МИС ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ ЗАМОНАВИЙ АҲВОЛИ.

Маъданчилик саноатида деярли барча қазилма бойликларни ишлаб чиқариш ва қайта ишлаш кенг қўлланилади. Бирор бир маъдан олиш учун у қайси тоифада- рангли, қора ёки нодир металл бўлишидан қатъий назар асосий хом-ашё маъдантош ёки рудадир. Улардан ташқари қазилма бойлик сифатида, ўтга чидамли, оловбардош ҳамда (флюсли) кварцли ашёларни ҳам эътиборга олиш мумкин.

Руда – бу тоғ жинслардан ташкил топган бўлиб, таркибидаги маъдан (0,351 дан кам бўлмаган) қанча фоизлигидан қатъий назар маъданчилик саноатида қайта ишлаш натижасида иқтисодий самара бера олидаган хом-ашёдир.

Биз кўпроқ мисли руда ёки таркибида миси бор ашёлар ҳақида сўз юритамиз. Мисли рудалар замонавий ускуналар билан жихозланган конларда очик ёки ёпиқ усуллар билан қазиб олинади.

Республикамизда ва мустақил давлатлар ҳамкорлиги (МДХ) мамлакатларида кўпроқ очик усул билан, таркибидаги мис 0,35-0,5 фоиздан кам бўлмаган рудалар саноатда ишлатилмоқда.

Хар қандай руда асосан тоғ жинслари ҳамда минералларидан ташкил топган. Минераллар уз урнида рудали, яъни таркибида ажратиб олишга моиллиги бор рангли маъданлар, ҳамда нокерак тоғ жинслардан иборат булади. Нокерак тоғ жинслари асосан таркибида кам микдорда рангли ҳамда керакли булмаган минераллардан иборат булиб, купрок силикатли, карбонатли, кварцли ва алюмосиликатли минераллардан ташкил топган булади. Гохан ушбу минераллар таркибида темир оксиди ҳам булади.

Рудаларнинг таркиби асосан кимёвий, физик- кимёвий ёки физикавий усулларга асосланган таҳлиллар билан аникланади. Куп холларда юкорида кайд этилган таҳлиллар биз кутган натижани бермаслиги мумкин, яъни руданинг кимёвий таркибини билсакда, маъданнинг қандай минераллар, бирикмалар таркибида мужассамлигини ёки ажратиб олиш керак булган маъданнинг фазали таркибини билиш алоҳида ахамият касб этади. Хом- ашё ёки руда таркибидаги минерал ҳамда бирикмаларнинг рационал ва фазавий таркибини аниқ билишимиз эса, маъданчилик жараёнини тугри танлашимизга ва қайси усул билан уни қайта ишлаб, эритиб, иқтисодий самара бера оладиган технологияни куллашимизга имкон яратади. Шунингдек, металлургик ҳисоб унинг рационал таркибини ҳисоблаш, ашёлар тенглигини келтириб чиқаришда, руданинг фазали ҳамда минерал таркибини билган холдагина амалга оширилади.

Минерал таркибининг хилма-хиллигига қараб, рангли маъданли рудалар турт хил турга булинади:

1. Сульфидли рудалар, яъни маъдан асосан олтингугурт билан бириккан холда булади.

2. Оксидланган рудалар, яъни унда таркибидаги маъданлар кислород билан бириккан холда, гоҳ оксидли, гидрооксидли, карбонатли холда бўлади.

3. Аралаш холдаги рудалар. Бунда маъдан ҳам оксид, ҳам сульфид холида учраши мумкин.

4. Туғма маъдан, яъни соф холидаги маъданли рудалар. Бунда маъдан асосан эркин холатда жойлашган бўлади.

Ер қобиғидаги бирикмаларда маъданлар жуда кам жойлашганлигига карамай, ҳозирги кунда уларни қазиб олиб, бойитиб, қайта ишлаб, саноатда иқтисодий самара бера оладиган усуллар билан соф маъдан холда керакли микдорда олинмоқда. Биз кўриб чиқаётган мис маъдани ҳам ер қобиғида 0,01 фоизинигина ташкил этади холос. Жойлашиш хусусияти бўйича юқорида таъкидлаб ўтилган тўртта тури ҳам табиатда учраб туради. Шунингдек, мис маъданнинг икки юз элликдан ортик минераллари бўлиб, улардан баъзи бирлари жуда кам учрайди. Асосан саноатда миснинг олтингугурт ва кислород билан бириккан минераллар кўп учраганлиги туфайли, мис ишлаб чиқаришда ҳар иккала хили ҳам кенг қўлланилади.

Қуйида сульфидли ва кислородли минералларнинг табиатда кенг кўламда учраб турадиганларининг номларини ва миснинг улар таркибидаги фоиз кўрсаткичи келтирилган:

1-жадвал. Таркибида мис бўлган асосий минераллар

№	Минералоарни номи	Формуласи	Назарий таркиби, %				Нисбий оғирлиги, г/м ³
			мис	олтин-угурт	кислород	бошқалар	
1	Тенорит	CuO	79,8	-	20,2		5,8-6,3
2	Куприт	Cu ₂ O	88,8	-	11,2		5,8-6,1
3	Халькантит	CuSO ₄ × 5H ₂ O	25,4	12,8	25,7		2,1-2,3
4	Малахит	CuCO ₃ × Cu(OH) ₂	57,5	-	28,9		3,9
5	Азурит	2CuCO ₃ × Cu(OH) ₂	55,1	-	32,6		3,7-3,8
6	Хризоколла	CuSiO ₃ × 2H ₂ O	36,0	-	27,5		2,0-2,2
7	Диоптаз	CuSiO ₃ × H ₂ O	40,5	-	30,4		-
8	Ковеллин	CuS	66,4	33,6	-		4,6
9	Халькозин	Cu ₂ S	79,8	20,2	-		5,5-5,8
10	Халькопирит	CuFeS ₂	34,5	35,0	-		4,2
11	Борнит	Cu ₅ FeS ₄	63,3	25,5	-		4,9-5,4
12	Мис молибдати	CuMoO ₄	28,41		28,64	42,95	
13	Кубанит	CuFe ₂ S ₃	23,5				
14	Талнахит	CuFeS _(1,8-2)	36-34,6				

Мустақил давлатлар ҳамдўстлиги мамлакатларида, ҳамда Ўзбекистонимизда кўпроқ сульфидли рудалар саноатда ишлатилса, чет элларда оксидли ҳамда аралаш рудалар ҳам қазиб олинмоқда. Республикаимизда асосан сульфидли рудалар қазиб олинаётганлиги учун

батафсилроқ шу рудалар ҳақида маълумот берамиз. Сульфидли рудалар ўз ўрнида ялпи (сплошные) ва тарқоқ (вкрапленные) турларга бўлинади. Ялпи рудалар ўз номи билан маълумки, асосан сульфидли бирикмалардан иборат бўлиб: нокерак тоғ жинслари ва бошқалар бор-йўғи 10-20 % ни ташкил қилади, холос. Тарқоқ рудаларда бунинг акси, яъни асосий масса нокерак тоғ жинслари бўлиб, сульфидли бирикмалар озгина микдорни 10% ташкил этади.

Рангли маъданларни ажратиш олиш керак бўлган маъданларнинг рудадаги микдорига қараб, уларни полиметалл (кўп маъданли) ҳамда монометалл (бир маъданли) рудаларга ажратамиз. Монометалл деганимизда, ажратиш олиш учун қазиб олинган руданинг таркибида битта маъдан бўлиб, технологик жараён фақат ўша рудани қайта ишлаш учун мўлжалланган бўлади. Полиметалли руда қазилма конларида жуда кўп жойлашган бўлиб, кўп холларда ўнтагача, айрим холларда ўнтадан ортиқ бўлган маъданларни ўзида бириктириб, шулардан кўпчилигини технология жараёни бўйича ажратиш олиш, олинаётган иқтисодий самарани оширади. Биз кўриб чиқаётган мис рудаси кўпинча мана шу гуруҳга мансуб бўлиб, унинг таркибида мис билан никель, кобальт, олтин кумуш ёки мис рухли, унга кўрғошин, кадмий, гоҳан мис молибденли холида бунда унга вольфрам, олтин, рений каби унсурлар билан биргаликда учраб туради.

Бугунги кунда қазиб олинаётган мис конларига ва урганилаётган конлар ҳақидаги маълумотларга эътибор берсак, таркиб жихатидан улар анча керакли маъданлар бўйича камбағалдир. Миснинг таркиби бу конларда кўп холларда 1-2 фоизни ташкил этса, катта конларда эса бу курсаткич 0,35-0,75 фоиздангина иборат. Лекин шундай мис конлари мавжудки, булар табиатда узига хос муъжиза касб этган десак муболага булмайди. Таркибида миси бор табиий бирикмаларнинг бир жойга мужассам булиши уз ўрнида мис конларини ҳосил қилсада, уларнинг жойлашуви ва кимёвий таркиби жихатдан юқорида санаб утилган барча руда турларига тугри келади.

Мисни ишлаб чиқариш XX асрни иккинчи ярмида кенг ривожланган. 1999 йилда дунёда тахминан 8,5 - 9,0 млн. т. мис ишлаб чиқилди. Энг кўп ишлаб чиқарган давлат - Чили, йилига 2 млн. тоннага яқин мис ишлаб чиқарган. Чилидан ташқари асосий мис ишлаб чиқарадиган давлатлар: АҚШ, Канада, Австралия, Япония, Олмония, Испания, Мексика, Португалия, Россия, Польша, Ўзбекистон, Қозоғистон ва бошқалардир.

Истеъмол бўйича рангли металллар бўйича мис алюминийдан кейин иккинчи ўринда туради. Мис ва уни бирикмаларини асосий истеъмолчи соҳалар:

- электротехника ва электроника;
- машинасозлик;
- транспорт воситалари;
- қурилиш материаллари;
- кимё саноати;
- қишлоқ хўжалиги ва бошқалардир.

Оғир даврларда мисни электротехникада истеъмоли, оптика ривожланиши сабабли, бироз камайиб бормоқда. Лекин уни ҳар хил мис қуймалари турли тизимларда истеъмоли тобора ошиб бораяпти. Тоза мис ва мис кукунларни истеъмоли ҳам ошиб бораяпти.

1999 йилда АҚШ, Олмония, Япония ва Франция давлатлари мисни дунёда истеъмолини 75 % ўзлаштиришди. Ривожланаётган давлатлар эса мисни ярмини ишлаб чиқариб, фақат уни 5 - 7 % истеъмол қилишади холос. Ривожланаётган давлатларда бир киши бошига 8-12 кг мис истеъмол қилинади, ривожланаётган давлатларда эса фақат 0,2 - 2,0 кг.

1999 йилда мисни асосий истеъмолчилари минг.тон:

АҚШ - 2200;	Чили - 34;
Япония - 1200;	ЮАР - 63;
Англия - 600;	Олмония - 800;

2000 йилга дунёда қолган захиралар:

Алюминий	2525 млн. т.
Мис	90 млн. тон.
Қўрғошин	27 млн. тон.
Рух	18 млн. тон.
Никель	29 млн. тон.
Кобальт	1,3 млн.тон.
Олтингугурт	4 млн. тон.
Нефть	7 * 10 м.
Табиий газ	13 ¹⁰ м ³ .
Уран	1620 минг т.

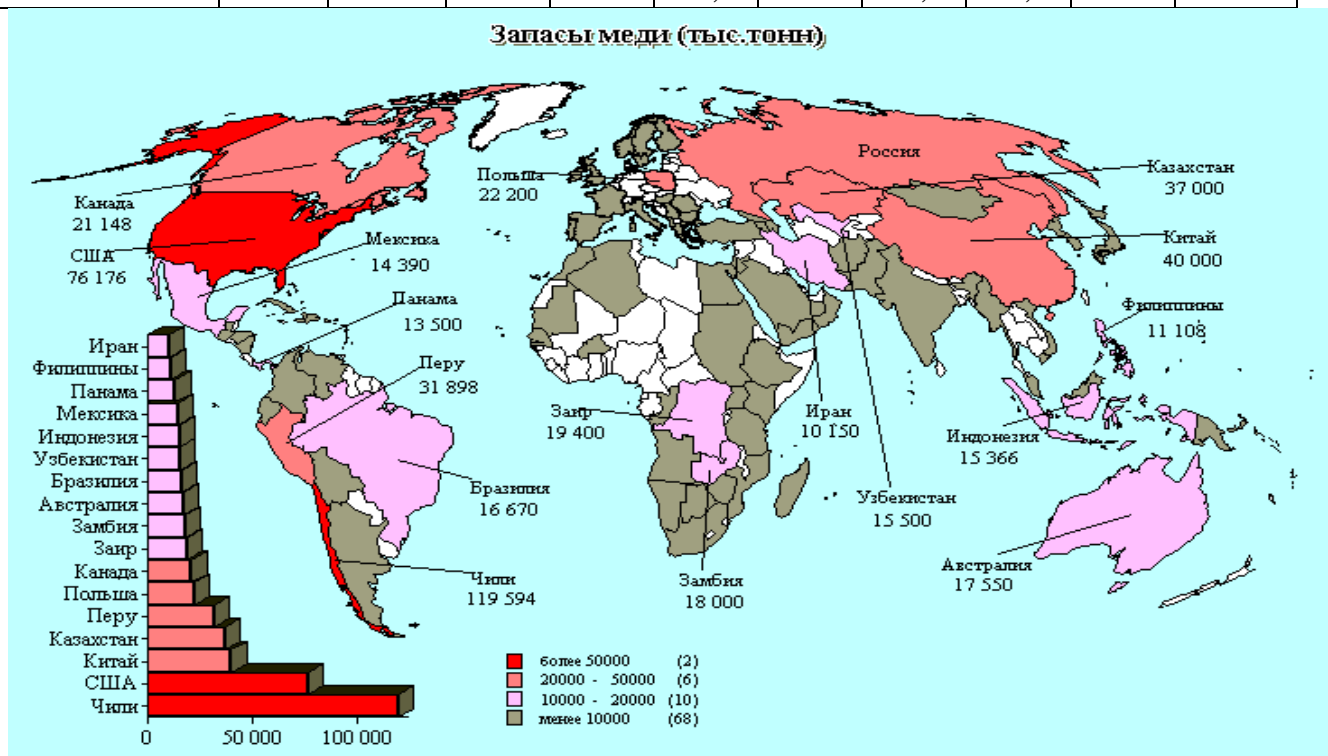
2-жадвал. МДХ давлатларида мис захиралари

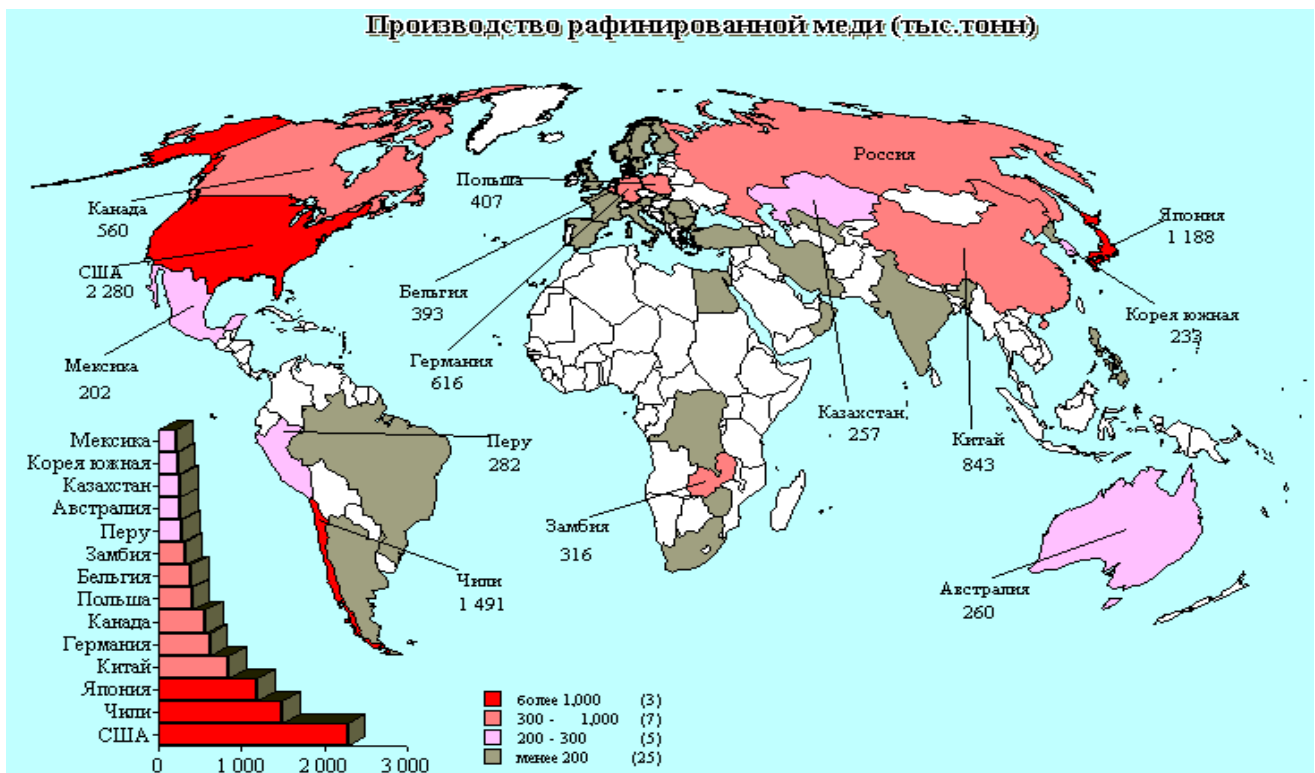
Давлатлар	Конларни сони	Захиралар, млн. т	Умумий захиралар, млн. т	МДХ захирасидан % ҳисобида
МДХ	238	49,8	69,9	100
Россия	120	20,0	30,0	40,1
Қозоқистан	74	14,0	20,0	28,1
Ўзбекистан	6	10,3	12,0	20,7
Арманистон	14	4,2	6,0	8,4
Озорбойжан	5	0,6	1,0	1,2
Грузия	4	0,4	0,6	0,8
Қирғизистан	3	0,2	0,2	0,4
Тожикистан	12	0,1	0,1	0,2
Дунё бўйича		340,0	650,0	

3-жадвал. Рафинирланган мисни дунё бўйича ишлаб чиқарилиши (минг. тонн, иккиламчи ишлаб чиқаришни ҳисобга олинган)

Асосий ишлаб	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	I-Шкв 2000

чиқарувчилар										
Хаммаси	10797,4	11105,2	11327,2	11155,0	11566,0	12410,0	13245,0	14098,0	14465	8392
АҚШ	1995,1	2143,9	2215,3	2220	2250	2347	2455	2456	2130	1087
Чили	1228,3	1242,3	1268,2	1277,4	1490,9	1748	2116	2335	2666	1537
Япония	1076,3	1160,9	1188,8	1119,2	1188	1251,4	1279	1277	1342	832
Германия	521,5	581,7	632,1	591,9	616,1	670,8	674	696	696	416
Россия	692,1	575,4	562	502,1	545	570	570	550	698	361
Канада	538,5	539,3	556	549,9	572,6	559,2	560	563	540	316
Бельгия						386	373	368	388	226
Хитой	368	375	380	392	450,8	482	488	496	502	258
Испания						264	292	304	305	192
Польша	378,5	387	404	405	407	410	414	446,8	454,3	230,1
Перу	244,1	250	262	253	282	342	384	411	434	259
Замбия	423,7	472,0	424,9	369,5	313,8	317,1	328	306	259	118
Казахстан	-	327,8	318	283	254	257	301	325	362	231
Австралия ва Океания	279	303	309	335,9	290	314	271	285	419	275
Корея рес.	198,4	209,8	219,5	222	233,2	244,4	263	369	451	272
Мексика	153,9	191,1	171,1	197	208	246	297	345	399	228
Бразилия	141,4	158	161,1	170	165	172	177	168	194	118
Филиппины						156	147	152	148	88
Швеция						126	128	125	114	61
ЖАР	127	120,1	127,9	129,6	131,7	Ў,1	127	Ў	116	43
Ўзбекистан	-	75	78	77	76,5	80	81,2	84,3	86	46





Захираларни қиймати геология, иқтисодиёт ва транспортга боғлиқдир. АҚШ да захираларни ер қатламини чуқурлигидан келиб чиқилади, қайсидан фойдали қазилмаларни олиб чиқиш самарадорли бўлади.

Мис металлургияси охири давларда қуйидаги йўналиш бўйича ривожланаяпти:

- минерал захирадан тўлароқ фойдаланиш;
- атроф муҳитни химоя қилиш;
- автоген жараёнларини кенг қўллаш;
- шлак билан мисни исрофгарчилигини камайтириш;
- пирометаллургияда кислороддан кенг фойдаланиш;
- узлуксиз ишлайдиган автоматлаштирилган тизимларни қўллаш ва бошқалардир.

Ривожланган давлатлар кенг миқдорда Толлинг системасидан фойдаланилаяпти. Толлинг - бу ривожланаётган давлатдан ҳом ашё сотиб олиб, уни уша ерда, ёки бошқа давлатларда қайта ишлаб, ўзларига тоза маҳсулотни олиб кетишдир. Бундай йўл Ўзбекистонга муносиб эмасдир.

Ишлаб чиқариш имкониятларидан фойдаланиш қуйидаги рақамлардан иборат, %:

- АҚШ - 85 - 88;
- Канада - 95 - 97;
- Чили - 901 - 95;
- Замбия - 97 - 98.

Ўзбекистон бир йилда 100 - 120 минг тон. хомаки мис ишлаб чиқариш имконияти бор, лекин тозаланган мисни эса 200 - 210 минг тон. ишлаб

чиқариш мумкин. Хомаки мисни олишдан уни тозалаш имкониятлари кўпроқдир.

Дунёда асосан мис традицион пирометаллургик схема: эритиш - конвертерлаш - тозалаш схемаси асосида олинади. Фақат уни 10 - 12 % гидрометаллургик усули ёрдамида олинади.

Охирги даврларда бир хил давлатларда (АҚШ, ХМД, Австралия, Замбия ва бошқаларда) мисни ҳисобдан ташқари рудалардан гидрометаллургик усули билан ажратиб олишга аҳамият тобора ошиб бормоқда. Бу уяли ва ер тагида танлаб эритиш усуллари дир.

Қўшма мураккаб рудалардан мисни танлаб эритиш цементлаш - флотация усули билан қайта ишлаш кенг тарқалган (Мостович схемаси).

Ҳамдўстлик давлатларда мис асосан Олмалик, Балхаш, Джебказган, Норильск ва бошқа йирик тоғ - металлургия комбинатларида ишлаб чиқарилади. Бу комбинатлар тўлиқ схемаси: кончилик - бойитиш - хомаки мис олиш - уни тозалаш - тайёр маҳсулот олиш қисмлардан иборат дир.

Олмалик шароитида ишлаб чиқаришга рудада 0,37 - 0,42 % мис келади. Бу рудадан 16 - 18 % мис бойитмаси олинади. Металлургик печларга юкланадиган шихтани таркибида 14 - 16 % мис бор. Сульфидли мис бойитмасини икки хил печда: яллиғ ва кислород машъал эритилади. Олинаётган штейнда 25 - 40 % мис бор. Бу штейн конвертерда қайта ишлашиб хомаки мис олинади. Шлак таркибида 0,5 - 0,9 % мис бор. Бу шлак ҳозирги пайтда фақат махсус жойларда сақланиб турибди. Ажралиб чиқаётган технологик газларда печь газларида 2,5 - 3,5 % SO борлиги сабабли, булар очик ҳавога чиқарилади ва атроф муҳитни ниҳоятда захарлайди. Яллиғ печни газларида эса 7 % гача олтингугурт бирикмалари бор ва улар сульфат кислотасини олиш учун юборилади.

Замонавий технологиялар асосида Олмалик комбинатида 12 компонент ажратиб олинади ва 20 хил маҳсулот ишлаб чиқилади. Ўзбекистон саноати мис билан тўла таъминланган, мисни катта ҳажми хорижий давлатларга экспорт қилиниб республикамизга валюта олиб келади.

Дунё бозорижа 1 тонна мисни баҳоси: катод шаклидаги металл - 1500 - 1700 АҚШ доллари, катанка (сим) шаклдаги эса 3100 - 3200 АҚШ долларини ташкил қилади.

Мис ишлаб чиқаришдаги тахминан сарф - харажатлари куйидаги рақамларни ташкил қилади, % ҳисобида:

- Кончилик ва бойитиш босқичи - 50,4;
- Эритиш - 33,0;
- Тозалаш - 6,8;
- бошқарув - 4,1;
- транспорт - 4,7;
- бошқа турлари - 1,0.

Эски печларни ўрнига ва янги қурилаётган заводларда фақат замонавий автоген жараёнлар қўлланилиши кўзда тутилган. Бу жараёнлар: ПЖВ (Ванюков жараёни), Финляндиянинг Оутокумпу, Норанда, Муцубиси,

ТБРЦ ва бошқалардир. Иккиламчи захиралардан тоза мис олиш ҳам кенг йўлга қўйилапти.

Келажакда мисни истеъмоли фақат кўпайиши мумкин. Шунини кўзда тутилган ҳолда Олмалик комбинатида янги замонавий печь ишга тушириши мўлжалланган. Фақат бу печь учун кончилик ишларини кенгайтириб шихтани кўпайтириш керак.

№2 - МАЪРУЗА. СУЛЬФИДЛИ МИС БОЙИТМАСИНИ ЯЛЛИҒ-ҚАЙТАРУВЧИ ПЕЧЛАРДА ЭРИТИШНИНГ НАЗАРИЯСИ ВА АМАЛИЁТИ.

Яллиғ қайтарувчи эритиш печида мисли шихта қоришмасини эритиш технологияси

Биринчи яллиғ қайтарувчи печлар XIX асрнинг охирларида Уэльс худудида пайдо бўлган. Бор йўғи 8 м^2 майдонни эгаллаган ушбу эритиш печи майда бўлақлардан иборат бўлиб, тошқўмирнинг ёниши натижасида қизитилган эди. Ёнилғининг кўп сарфланиши, унумдорликнинг пастлиги бу эритиш печини ўзгартиришга ва уни такомиллаштиришга олиб келди. Нихоят, АҚШ нинг Анаконда худудида узунлиги 40–50 м бўлган печ ишга туширилди. Печнинг узунлиги ўсиши билан эни, баландлиги ҳам орта борди. Ва ниҳоят, бугунги кунга келиб, бир меъёрда суткасига 1000–1500 минг тонна қаттиқ ҳолдаги шихта қоришмасини қайта ишлайдиган печлар ишга туширилди. Уларнинг ўлчамлари куйидагича: узунлиги 30–33 м, эни 8–10 м, умумий иш эритиш майдони $240\text{--}300\text{ м}^2$. Энг катта яллиғ қайтарувчи печ АҚШнинг “Гарфильд” заводида жойлашган бўлиб, узунлиги 37,5 м, эни 6,6 м ва эритиш майдони 435 м^2 ни ташкил этади [21].

Ҳозирги замонавий яллиғ қайтарувчи печларнинг илгариги печлардан тубдан фарқ қилувчи асосий тавсифлари куйидагилар:

- печканинг ҳамда шихта қоришмасини юклаш тизимининг такомиллашганлиги;
- печнинг капитал таъмирлаш муддати узайганлиги;
- ўтга чидамли, оловбардош ғиштларнинг терилишини мустаҳкамлаш ва печ ортига газ ҳамда чангни (утилизация) совутиш ва тозалаш ускуналарининг ўрнатилганлиги ва ҳоказолардир.

Ҳозирги кунда хорижий давлатларда 49 та мис заводида бойитма яллиғ қайтарувчи печларда эритиб келинмоқда. Буларнинг ҳисобида 80 га яқини яллиғ қайтарувчи эритиш печи, шундан 35 таси АҚШ заводларида тўлиқ ишламоқда. МДҲ мамлакатларида, Балхашмис Саноат бирлашмасида, Красноуральск мис эритиш комбинатида, Олмалик ТМКда ва бошқа мис эритиш заводларида ҳам мавжуд. Ҳозирги кўпгина замонавий печларнинг баланддан, куббадан технологик кислород ёрдамида қиялигининг қиздирилиши печ унумдорлигининг ортишига олиб келади. Печ қора мой (мазут) ёки табиий газ ёки иккаласининг аралашмасида ишлаш қобилятига эга [15, 22].

5.1-расмда кўрсатилганидек, яллиғ қайтарувчи печ горизонтал ҳолатда жойлашган. Иссиқлик агрегати куйидаги асосий қисмлардан иборат: пойдевор остки қисми, ён, орқа ва олд деворлари, кубба темир синч ва газ мўриси.

Ҳозирги даврда бу иссиқлик агрегати куйдирилган ва куйдирилмаган мисли бойитмани эритишда кенг ишлатилиб келинаётган печлардан биридир. Печнинг остки қисми кўпинча 200 –240 м² атрофида бўлиб, 400 м² га етади.

Яллиғ қайтарувчи печ деб аталишининг асосий сабаби – икки ён деворларининг ички қисмида қиялик жойлашган бўлиб (5.1-расмда А-А қирқимида яққол кўрсатилган), ёнилғи машъала бўлиб муаллақ ҳолатда ёниши мобайнида иссиқлик нурланиши ва кубба орқали (90%) қияликдаги ашёни эритади. Шунингдек, ёқилғининг ёниши натижасида иссиқлик конвекцияси туфайли (10%) қизиган маҳсулот газ зарралари орқали ўтади. Иссиқликнинг печ ичидаги машъалли марказидаги қияликка, устки ва остки қисмига нурланиш, яллиғ қайтарувчилик хусусиятидан ушбу агрегатнинг ҳарорат маромига кўра номи келиб чиққан.

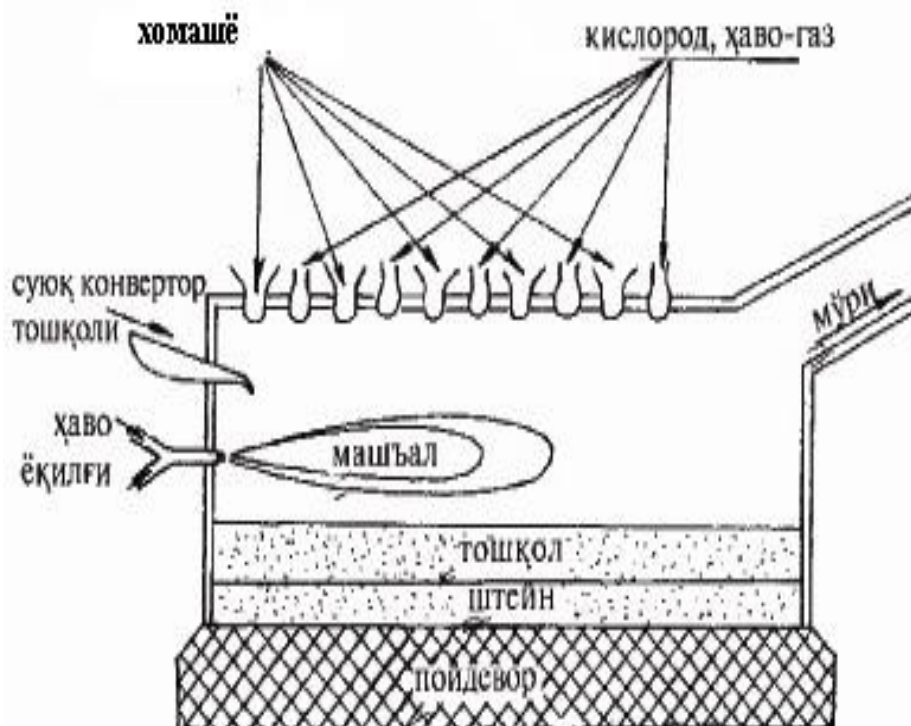
Печ, асосан, табиий газда ишлайди. Гоҳ газ, қора мой (мазут) ва кўмирчанги ҳам ишлатилади. Ёқилғи, асосан, олд томонидан ёндиргич ёрдамида газ учун тахминан 1100–1200м³/с мазут ишлатилса, 300 кг/с гача берилади. Қайта таъмирланган замонавий печларнинг устки қисмида, яъни тепадан пастга қияликка алоҳида табиий газ берилади. Бу нафақат иссиқлик манбаи бўлиб хизмат қилади, балки қияликдаги ҳароратни орттириб, уни янада яллиғлантириб, печ унумдорлигини орттиради.

Пойдевор, асосан, қалинлиги 2,5–4 м бетон плиталаридан иборат бўлиб, устки қисми ўтга чидамли бетондан қуйилади. Пойдеворда ҳаво ўтиш, текшириш учун қувурлар ва кўриш туйнуклари бўлади.

Печнинг остки қисми, туби кўпинча динас ва хромомагnezит ғиштларидан тахланиб, ёриқлари эса оловбардош тупроқ билан тўлдирилади. Печ туби куббасимон бўлиб, қалинлиги 1–1,5 м гача, ён деворлари эса икки хил қалинликда бўлади.

Суюқлик турадиган қисми 1–1,5 м, юқори газ-чанг қисми 0,5–0,6 м қалинликда бўлиб, динас, магnezит ёки енгил бўлган шамотли ғиштлар ишлатилади. Эритиш агрегатининг эни 7–11 м, узунлиги 28–40 м, баландлиги тубидан куббагача 2,6–3,8 м гача бўлади.

Ванна чуқурлиги 0,8–1,1 м ни ташкил этади, шунингдек, остки қисмида 0,4–0,5 м штейн, 0,5–0,6 м устки қисми тошқолни ташкил этади. Печнинг асосий нозик қурилмаси томидир, яъни куббасидир.



Яллиғ қайтарувчи эритиш печи.

Материалларни тавсифи.

Яллиғ печни шихтасига бойитма, флюс ва айланувчи материаллар киради. Олмалик кон-металлургия комбинатида олинадиган бойитмани кимёвий таркиби, %: Си - 16,0 - 18,0; Fe - 31,6 - 33,0; S-35,5; SiO₂ 5,5; Al₂O₃ 2,3; CaO - 0,1. Шу бойитмани минералогик таркиби, % Si₂S 14,0; Си FeS₂20,0; Си₅ FeS₄ 1,0; FeS₂ 49,0; Fe₂O₃ 3,0; SiO₂ 5,5; CaCO₃02; қолганлари 7,3.

Бойитмани гранулометриқ (кукун заррачаларнинг ўлчамлари) таркиби 0,15 мм (100 %) дан 0,043 мм (90 %) гача оралигида ўзгаради. Филтрашдан кейинги намлиги 10 - 17 % ташкил қилади.

Яллиғ печни шлақ таркиби ҳисобга олганда, шихтага ишқор ёки нордон флюслар қўшилади. Ишқор флюс ҳисобида оҳак кенг қўлланилади. Нордон флюс ҳисобида эса - кварц, ёки кремний диоксиди кўп миқдорли бўлган мис рудаси қўлланилади. Олмалик шароитида ўз таркибида олтин бўлган кварц рудаси қўлланилади. Ушбу рудани кимёвий таркиби, %: CuO - 36; SiO - 68,6; CuO - 1,2; Fe - 5,4; Al₂O₃ - 5,5; MgO - 0,9; S - 0,33.

Флюсни танлашда асосан транспорт сарф - харажатлари ҳисобга олинади. Шу нуқтаи назардан, сифати ёмонроқ бўлса ҳам, маҳаллий флюслар кенг қўлланилади.

Айланувчи моддалар ҳисобида ҳар хил ранглар: куйдириш, боров, кошел - утилизатор, конвертер ва бошқалардир. Уларда миснинг таркиби 9,86 дан 44,6 % етади. Ундан ташқари чангда рух, кўрғошин, темир, олтингугурт, кремний диоксиди, алюминий ва кальций оксидлари мавжуддир.

Чанглар яллиғ печда кайта ишланади. Уларни заррачалари ўта майда бўлгани сабабли, чанг технологик газ билан қисман чиқиб кетиб, янгитдан айланувчи модда бўлиб қолади. Бу эса катта хажмдаги мисни фойдасиз айланиб юришига олиб келади.

Шихта тайёрлаш. Куйдириш. Қуритиш. Мис эритиш заводларда ҳар хил шихта тайёрлаш усуллари қўлланилади. Энг кенг тарқалган усул бу шихта компонентларни лентали конвеерларда аралаштиришдир. Махсус бункерлардан бойитма, флос ва айланувчи моддалар тарозлардан ўтгач йиғма конвейерга юкланади. Харажатланиш даврида, қайта юклаш поғонасида ва яллиғ печни бункерида шихта компонентлари яхши аралаштирилади. Бундай тизим осон ва кам харажатлидир, лекин шихтани бир хил таркибини ушлаб туриши қийин.

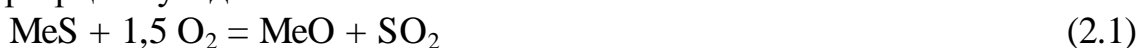
Энг яхши шихта тайёрлаш усули бу беддинг - система. Шихта компонентлари қатлам - қатлам усули билан жойлаштирилиб, вертикаль кесими билан олишиб транспортерга берилади. Бундай система Японияда кенг қўлланилади. Система саноксиз моддалар иштирокида шихта тайёрлашга имкон яратади. Шихтани таркиби етарли даражада бир хил бўлади. Масалан, Японияда 40 га яқин моддадан фойдаланилиб, шихтада мисни таркиби 0,54 % ўзгариши мумкин холос. Аммо Олмаликда бундай система қўлланилмайди, чунки бунинг учун катта капитал маблағ сарфланиши керак.

Замонавий мис эритиш заводларда яллиғ печга қисман қуритилган (5 - 8 % Н О) шихта юкланади. Куйдирилмаган бойитмани қўллашда шихтани иссиқлик истеъмоли ниҳоятда кўпаяди, транспорт ва юклаш шароитларида оғирлашади ва ишлаб чиқиш унумдорлиги пасаяди. Яллиғ печга куйдирилган бойитмани (огарокни) юклаш мақсадга мувофиқ бўлар эди.

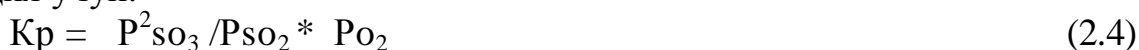
Куйдириш. Шихта ёки бойитмали куйдириш. Таркибида мис кам бўлган дастлабки моддаларни истеъмол қиладиган, бир қатор заводларда қўлланилади. Олмалик шароитида бойитмада мисни миқдори борган сари камайиб борапти. Шунинг учун уни биринчи поғонада куйдириш ишлаб чиқиш самарадорлигини ошириш мумкин.

Дастлабки поғонада бойитмани куйдириш, мис миқдори юқорироқ бўлган огарокни олиш, миси кўпроқ бўлган штейн ва сульфат кислотаси олиши мумкин бўлган технологик газларни олишга имкон яратади.

Куйдириш давомида оксид ёки сульфат куйидаги якунловчи реакциялар орқали ўтади:



Биринчи реакция деярлик бир томонлама оқиб ўтади. Иккинчи реакция учун:



Қаердан



Куйдириш учун энг мос дастгоҳ - бу қайновчи қатламли (КС) печдир. куйдириш харорати 650 - 750 °С (сульфатлаш) ва 850 - 1050 °С (оксидланиш).

Куйдириш жараёнлари АКШ, Япония ва бошқа давлатларда кенг тарқалган. Сульфатли куйдиришда мисни 94 - 98 % сувда эрийдиган бирикмаларга ўтади, қайсилардан электролиз орқали эркин ҳолатда ажратиб олинади. Олмалиқ шароитида куйдириш жараёнини қўллаш ре-жалаштирилмаган шихта юкланади.

Намлиқ шихтани юклашда кўпроқ сув боғлари парланади ва олтингурут бирикмалари билан сульфат кислотали буғларни пайда бўлишига сабаб бўлади. Моддаларнинг парчаланиши ҳам жараённинг биринчи дақиқаларида ўтади. Бу жараёнлар батафсил кейинги бўлимларда кўриб чиқилади.

Яллиғ қайтарувчи печларда эритиш.

Яллиғ қайтарувчи печ шихтасига бойитма, флюс ва айланувчи материаллар киради. Бойитма таркибида мис %, темир %, S %, SiO₂ %, Al₂O₃ % CaO %.

Флюс сифатида оҳак, таркибида олтин бўлган кварцли руда ва кремний (II) оксиди ишлатилади.

Айланувчи материаллар сифатида конвертор шлаки, турли хил чиқиндилар, чанг ва темир терсақлар ишлатилади.

Шихта тайёрлаш лентали конвейрларда амалга оширилади. Махсус бункерлардан бойитма флюс ва айланувчи моддалар тарозилардан ўтгач, йиғма конвейрларга юкланади. Конвейрларда харакатланиш, қайта юкланиш пайтида ва яллиғ печь бункерига жойланиш даврида шихта яхши аралашади. Бу система осон ва кам харажат талаб қилади, лекин шихтани бир хил таркибда ушлаб туриш қийин.

Яллиғ қайтарувчи печь – оловбардош ғишлардан ясалган фазоли эритиш агрегатидир. Печ фундаментдан, ён деворлардан, туби (лешад) дан, свод (том) дан, газ чиқариш туйнуғи (аптейк) дан, металл каркасдан, шихтани юклаш ва эритиш махсулотларинир чиқариш қурилмаларидан, ёқилғини ёқиш учун горелка (форсунка) лардан тузилган.

Фундамент (печь асоси) таркибида шлак, бетон бўлган ғишлардан тайёрланади. Фундамент таги зичланади ва ер ости сувларидан холи бўлиши керак. эритмаларни ташишни осонлаштириш мақсадида фундамент 3-4 м баландликда қурилади.

Печ деворлари хромомагнетитли, магнетитли ва магнетитохромитли ғишлардан печ фундаментини устидан кўтарилади. Печни пастки қисмидаги деворларини қалинлиги 0,75 – 1 м энг устки қисми 0,5 – 0,6 м ни ташкил қилади. Бу деворларни ишлаш муддати шихтани юклаш усулига ва уни сифатига боғлиқ. Юкланган шихта печь деворларини юзасида қатлам ҳосил қилади, бу оловбардош ғишларни тез емирилишдан сақлайди. Бундан ташқари печь деворларига ташқи кессонлар ҳам ўрнатиш мумкин.

Печь туби кварцли кумдан ёки махсус ғиштлардан 0,6-1,5 м қалинликда тайёрланади. Печ туби қуйидагича қурилади: печь фундаментида дастлаб бир неча қатор қурилиш сўнгра оловбардош ғиштлар тахланади, сўнгра 100 мм қалинликда қайноқ кварц кумни 10-15 % оловбардош лой ва 5 % гача суюқ ойна (стекла) аралашмаси зичланади. Зичланган лешедни умумий қалинлиги 800 мм атрофида бўлади. Лешедни монолит кўринишига келтириш учун, у дастлаб қурилади, сўнгра қисм-қисм қилиб пайвандланади, сўнгра 10-15 сутка давомида 1500-1550⁰С хароратгача секинлик билан қизитилади ва худди шундай секинликда совутилади. Бундай ишлов берилган печ тубидаги кварцлар кристалланади, ва монолит кўринишига келади. Лешедни ғоваклигини йўқотиш учун печда дастлаб тез эрувчи айланма материаллар эритилади ва асталик билан совутилади. Натижада шлак ғовакларни тўлдиреди ва штейнни ушлаш учун керакли зичликка эга бўлади.

Печ керакли механик мустахамликга ва қаттиқликка эга бўлиши учун оловбардош ғиштлар усти металл каркас билан қопланади. Бундан ташқари печ швеллер, пайвандлаш ва қоқилувчи колонналар керакли печ қисмидан бетон фундамент ва том (свод) билан пўлат тягалар билан боғланади. Бунинг сабаби печ қизиганда иссиқлик таъсирида кенгайишига қаршилик қилишдир. Печни энг керакли жойи свод (туб) дир. У ёйсимон, осилувчан ва бошқа кўринишда бўлиши мумкин.

Горелка (форсунка) лар ёқилғини ёқиш учун ишлатилиб, (4-8 дона) печни олдинги деворидаги дарчаларга 3-5 қияликда ўрнатилади, четдаги горелкалар печь марказига тўғирланади. Горелкалар иложи борича мустақил таянчларга ўрнатилиши керак, чунки печни иссиқлик таъсирида кенгайиши горелка оловини йўналишини ўзгартирмаслиги керак.

Чиқинди газлар печни орқа томонидан газоходдан чиқарилиб, котел утилизаторга иссиқликни ишлатиш учун жўнатилади. Печдан чиқаётган газлар харорати 1200-1250⁰С бўлиб, ўзи билан ёқилғини ёнишидан ажраладиган иссиқликни 70 % ини олиб чиқиб кетади. Бу иссиқликни печга қайтариш печни ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишга хизмат қилади.

Печга юклаш печ ён томонларидаги узунаси бўйича жойлашган тешикчаларда амалга оширилади. Бу тешикчалар 200x200 мм ёки 250x250 мм ўлчамда бўлиб бир-биридан 1-1,2 м масофада жойлашган. Шихта тешикчаларга юклаш юклаш воронкаси (патрубка) да тақсимланади.

Шихтани юклашни кузатиш ва воронкаларни тозалаш кузатиш деразаларида амалга оширилади.

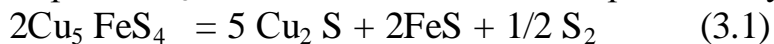
№3-МАЪРУЗА. ЯЛЛИҒ-ҚАЙТАРУВЧИ ПЕЧЛАРДА ЭРИТИШНИНГ ХИМИЗМИ.

Яллиғ печда эритишда моддаларни физика - кимёвий ўзгаришлари.

Яллиғ печда эритишда кимёвий ўзгаришлар юқори харорат таъсирида оқиб утади. Биринчи навбатда мис бирикмаларини ўзгаришларини куриб чиқамиз.

Бойитмада мис содда ва мураккаб сульфидларда учрайди: борнит, халькопирит, халькозин ва ковеллиндир.

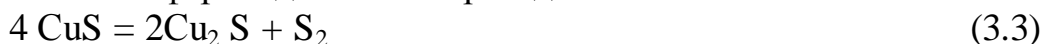
Борнит $Cu_5 FeS_4$ қизитиш давомида реакция бўйича ажралади:



Жараён ҳаво атмосферасида $800 - 840^{\circ}C$ оқиб ўтади. Халькопирит $CuFeS$ ҳаво атмосферасида $515 - 555^{\circ}C$ оралиғида реакция орқали ажралади:



Олтингургуртли мис CuS (ковеллин) кузителиш даврида тикланиш ёки нейтраль атмосферасида енгил ажралади:

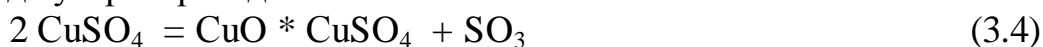


Жараён $502^{\circ}C$ да оқиб ўтади.

Ярим олтингургуртли мис Cu_2S (халькозин) мураккаб кимёвий бирикма. Эриш хароратига етгунча ($1125 - 1135^{\circ}C$) қандайдир бирикмани таркибида ўзгаришлар юз бермайди.

Мис оксиди CuO - енгил парчаланани ва реакция натижасида мисни ярим оксиди Cu_2O пайдо бўлади. Cu_2O эса таркиби ўзгармаган ҳолда $\pm 5^{\circ}C$ суяқ холатига ўтади.

Агарда шихтада мис сульфати, ёки бошқа бирикмалар бўлса, куришиш даврида улар ажралади. Масалан:



Жараён $780^{\circ}C - 812^{\circ}C$ харорат оралиғида оқиб ўтади ва яқунловчи маҳсулот бўлиб мис оксиди ва олтингургуртни диоксиди бўлади. Мис оксиди кейинчалик мис ярим оксидига ажралади.

Концентратларда, қуйидагидай малахит, азуриит ва бошқа мураккаб бирикмалар учраб туради. Бу минераллар $560 - 600^{\circ}C$ оралиғида парчалананиши ва CuO ни хазил қилишади. CuO эса юқорида куриб чиқилган жараёнига дуч келади.

Темир бирикмалари

Юқорида кўриб чиқилган темир - мис сульфидлардан ташқари, мис бойитмасида пирит FeS_2 , мис - никель бойитмасида эса пирротин Fe_7S_8 лар учраб туради.

Нейтраль ёки тикланиш атмосферасида қизитилса, $600\text{ }^{\circ}C$ дан юқори хароратда пирит ажралади:



$1000\text{ }^{\circ}C$ га харорат ётганда пирит тўлиқ ажралади. Ўша ҳаво атмосферада темир сульфиди (FeS) мураккаб бирикма бўлиб, деярлик ажралмайди. Оксидлантирувчи атмосферада кизитилса, темир сульфидлари оксид ҳолатларига оксидланади (Fe_2O_3 гематит ва Fe_3O_4 - магнетит).

Гематит $1560\text{ }^{\circ}C$ эрийди, лекин ҳаво атмосферасида $1350 - 1380\text{ }^{\circ}C$ оралиғида енгил ажралади:



Магнетит мураккаб кимёвий бирикма. Нейтраль ва оксидлантирувчи атмосфераларда $1590\text{ }^{\circ}C$ да суюқ ҳолатида ажралмасдан ўтади.

Темир оксиди FeO (вюстит) ута мураккаб бирикма, нейтраль атмосферасида кизитилса умуман узгармайди. Оксидлантирувчи атмосферада юқори оксид ҳолатларга осон ўтади - масалан магнетитга.

Мис бойитмасида мавжуд бўлган рух кўрғошин ва бошқа металл бирикмаларини ўзгариши қисқача кўриб чиқамиз.

Рух сульфиди ZnS қисман оксидланади, қисман парчланади, қисман эса реакцияга кириб металл ҳолга ўтади:



Яллиғ печда эритишда рух жараён маҳсулотларида қуйидагидай тақсимланади, %: штейнга 45,5; шлакга 49,0; газ ва чангга 5,5.

Мис бойитмасида кўпинча кўрғошин сульфиди PxS бор. Яллиғ печда эритиш даврида кўрғошин тақсимланади, %: 30 штейнга, 59,6 шлакга, 10,4 чанг ва газларга.

Мис бойитмасида кўпинча мышьяк, сурьма, висмут ва камёб металллар бор. Уларни кимёвий айланишларини батафсил кўрмасдан туриб, жараён маҳсулотларига тақсимланишларини келтирамиз, %:

	As	Sb	Bi
Шлакга	54,2	54,0	7,6
Газга	11,8	16,0	85,4
Чиқиш даражаси	66,0	70,0	93,0
Штейнга	34,0	30,0	7,0

Камёб металлларнинг тақсимланиши, %:

	Cs	Jn	Ge	Te	Se	Te
Штейн	59	55	33	53	70	62
Шлак	17	40	54	38	9	18
Чанг	24	5	13	9	21	20

Жинс минераллар кремнезем SiO_2 , глинозем Al_2O_3 , кальций оксиди CaO ва бошқалар, деярли узгармаган ҳолда, шлак таркибига тулик утишади.

Шихта компонентларни кимёвий ўзаро боғланишлари.

Шихта моддаларни иситилишда, печни ёнбағрида фақат мураккаб бирикмалар қолади. Оксидлардан бу Cu_2O , Fe_2O_3 (1250 °C гача), Fe_3O_4 , ZnO , PbO ва жинс оксидлари: комплекс бирикмалардан эса $\text{Cu}_2\text{O} * \text{Fe}_2\text{O}_3$ ва $\text{ZnO} * \text{Fe}_2\text{O}_3$; сульфидлардан FeS , ZnS , PbS . Яллиғ печда кимёвий ўзгаришлар кўрсатилган моддаларни ўзаро боғланишлари орқали ўтади.

Мис бирикмалари қуйидаги реакцияларга киришлари мумкин:

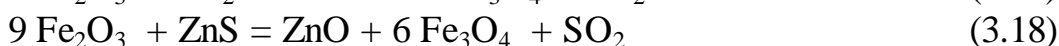
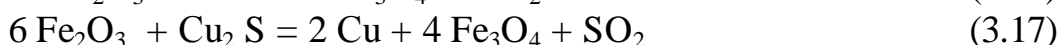
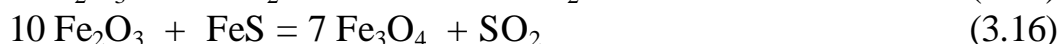


900 °C дан бошлаб бу реакциялар тезлик билан ўтади ва натижада мис, мис ярим сульфидлари пайдо бўлади.

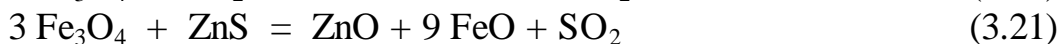
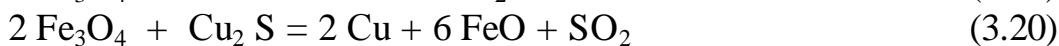
Эркин мис сульфид ҳолатига ўтади:



Темир оксид сульфидлар билан қуйидаги реакцияларга киришлари мумкин:

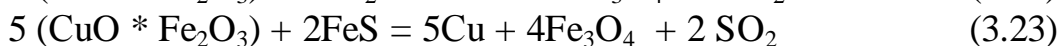
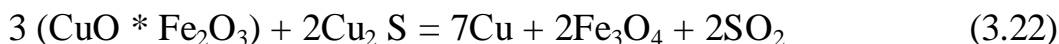


Ушбу реакциялар 500 - 900 °C оралиғида ўтади. Яллиғ печда эришишда шихтада сульфидларни борлиги магнетитни тикланишга олиб келади:



Бу реакциялар интенсив ҳолатда 1170 °C дан бошлаб оқиб ўтади. Шихтада кремний диоксидини борлиги бу реакцияларни тезроқ ва тўлароқ оқиб ўтишига олиб келади.

Мис феррит сульфидлар билан реакцияси қуйидаги оқиб ўтиши мумкин:



Бу реакциялар 1100 - 1150 °C ларда тўла оқиб ўтади.

Кремний диоксиди мавжудлигидир реакциялар ўтади:



Ушбу реакцияларнинг натижасида яллиғ печда штейн, шлак ва технологик газ маҳсулотлари пайдо бўлади. Бу эса яллиғ печда эришишнинг асосий мақсадидир.

Яллиғ печда эритишнинг амалиёти. Яллиғ печда юқори хароратда эрийдиган шихта моддалари қўлланилади. Шунининг учун жараёнга

нисбатдан катта ёқилғи сарфланади. Қаттиқ, суюқ (мазут) ва табиий газ ишлатилиши мумкин. Мазутни тахминий кимёвий таркиби, %: C^P 82,5; H^P 10,6; N^P 0,3; O^P 0,2; S^P 3,1; A^P 0,3; W^P 3,0. Табиий газни таркибида, %: CH_4 92,0 - 95,3; $Сm Hn$ 0,4 - 4,9; H_2 1,3 - 2,0; CO 0,6; CO_2 0,3 - 0,4; $H_2 S$ 0,2; N_2 3,0; O_2 0,5. Иссиқнинг чиқариш қобиляти, кДж/кг: мазут - 38976, табиий газни эса - 36492. Ёқилғини тури ва шакли танлашда асосан иқтисодий муаммоларни аҳамияти катта. Ўзбекистон шароитида қаттиқ ёқилғи - кўмир кукуни қўлланилмайди. Асосан - табиий газ ишлатилади. Қиш даврида, газни етишмовчилик шароитида, мазут кенг қўлланилади.

Яллиғ печда асосан мазутни 40, 100 ва 200 маркалари қўлланилади. Мазутни танлашда уни таркибида парафин борлиғига аҳамият берилади. Чунки парафин мазутни ёпишқоқлигини ошириб юборади ва уни ёқишда катта муаммолар туғдиради.

Яллиғ печни асосий ёқилғиси - табиий газдир. Газ печда 0,07 - 2,5 * 10^5 Па ли ортиқча босим билан берилади. Ортиқча бериладиган ҳавони $\kappa = 1,00 - 1,05$. Горелкаларни ишлаб чиқиш унумдорлиги бир соатга 1100 м.

Яллиғ печлар аниқланган иссиқлик тартиб бўйича ишлайди. Тартибни асосий белгилари: иссиқлик юклама, бир горелкага ҳавони сарфи, печни охирида ҳавони тортиш кучи, печдан чиқаётган газнинг таркиби ва печни ишчи хажмида хароратнинг тақсимланиши.

Иссиқлик юкламаси печни ишлаб чиқариш унумдорлигини аниқловчи омилдир. Буни белгиси - бир соатда ёқилғини сарфланишидир: кг ёки м .

Иссиқ юкламаси қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$W = Q_n^P * B, \text{ кДж/с.}$$

бунда: Q_n^P - ёқилғини энг паст иссиқлик чиқариш қобиляти, кДж/кг (м);

B - бир соатда ёқилғини сарфи, кг ёки м³.

Ҳар печга иссиқлик юкламаси тажриба орқали аниқланади ва уни қиймати омиллар билан боғлиқдир: печни ўлчамлари; ишлаб чиқариш унумдорлиги, газ ўтказиш системасини имкониятлари. Агарда оқилона иссиқлик юкламаси аниқланмаса, ёқилғини бефойда сари кўпаяди, газнинг тезлиги 10 м/с дан ошиб кетади, чангни ажралиб чиқиши ошади ва бошқа зарарли кўрсаткичлари фойда бўлади.

Олмалик заводида печнинг фойдали сирти 240 м³, иссиқлик юкламаси 218 * 10 кДж/с, иссиқлик кучланиши 907 * 10⁶ кДж/(м * с).

Ёқилғи ҳисобида газ ишлатилса, чиқаётган газнинг таркиби, %: CO_2 8 - 9; H_2O 17,5 - 18,5; N_2 70 - 72; SO_2 1,5 - 3,0.

Печнинг охирида харорат нормаль ҳисобланади, агарда газнинг харорати шлак хароратига нисбатдан 70 - 100⁰С га кўпроқ бўлса. Хароратнинг печни боши ва оёғида 200 - 250 ⁰С ўзгарса - бу нормал ҳисобланади.

Шихтани печга юклаш

Замонавий печларда шихта дастгохни икки ёнидан жойлашган махсус тешиқлар орқали қўлланилади. Деворни ёнида жойлашган шихта уни юқори

харорат ва эритма таъсиридан сақлайди. Бундай тартибда чангни ажратиб чиқиши шихтага нисбатан 1,09 % дан ошмайди. Агарда шихта таркибида 14,4 % мис бўлса, чанг таркибида фақат 8,1% бўлади. Шихта печни ёмбоғида жойлашади. Ёмбоғнинг бурчаги 45-60° бўлса нормал ҳисобланади.

Печга шихтани юклаш тезлиги ва такрорланиши уни ишлаб чиқариш унумдорлигига боғлиқдир. Бундай суткада 1500-2000 шихта қайта ишлайдиган печларда, бир юклаганда 200-250 т шихта юкланади. Қоида-гидай, заводда 6 соатли сменада 2-3 марта шихта юкланади. Шихтани узлуксиз юкланиши печни яхшироқ ишлашига олиб келади. Аммо, бунда тешиклардан технологик газларни ва иссиқликни чиқиб кетиши печни иссиқлик таркибини ўзгартиради ва ишлаб чиқариш унумдорлиги пасайиши билан. Масалан, олмалик заводида бир сменада 3 марта ўришга 4 марта юклаш, ишлаб чиқариш унумдорлигини 10 % га пасайтиради.

Конвертер шлакини печда, агрегатни бош томонида жойлашган, махсус ойнадан желоб ёрдамида солинади. Шлакни кичкина оқим билан қуйилади, чунки эритмани катта ҳаракатланишга олиб келиб, ёмбоғни ювилиб кетиши мумкин.

Суюқ махсулотларнинг чиқарилиши

Ҳар бир печь лойиҳалаш даврида суюқ ваннани аниқ баландлигига мўлжалланади. Баландлигини кўтарилиши печь ишига салбий таъсир қилади: ишчи хажм камаяди, ёмбоғни иссиқлик қабул қилиш сирти пасаяди, газнинг ҳаракатланиш тезлиги ошади. Қоидагига, ваннани умумий баландлиги 90 - 120 см ни ташкил қилади.

Ваннанинг баландлиги штейн ва шлакларни баландлигига боғлиқдир. Штейнни баландлиги уни авария ҳолатдаги оқиб чиқиши ва магнетит настали пайдо бўлиши билан аниқланади. Ваннани баландлиги эритма босимини ошириб қладка орқали оқиб чиқишига олиб келиши мумкин. Баландликни пасайиши шлакни ҳароратни камайиши ва печни пасида магнетитни чўқишига олиб келади. Шунинг учун штейнни энг юқори баландлиги 60 см, пасти эса - 25 - 30 см ташкил қилиши керак. Шлакнинг оқилона баландлиги 40 - 60 см.

Шлакни печдан махсус ойнадан чиқарилади. Шлакда - мисни исрофгарчилигини камайтириш учун, шлакни тепа қатламидан 10 - 100 мм пастрок жойлашган эритмани чиқариш керак. Шлакни печдан энлиги 2 - 5 см бўлган оқим билан чиқарилади.

Штейнни печдан махсус шпур ва сифон ёрдамида чиқарилади. Штейн вақти - вақти бўйича, конвертерларни ишлашига боғлиқ бўлган ҳолатда чиқарилади.

Яллиг печни нормаль ишлаши уни техникавий назоратига боғлиқдир. Назорат иссиқлик тартибини, моддаларни тарозда тортилиши, дастлабки хом ашё ва махсулотларни кимёвий тахлили ва бир неча бошқа кўрсаткичларни аниқлайди. Кимёвий тахлил бойитма, флюс, конвертер шлаки, айламчи материаллар ва жараён махсулотлари қилинади. Сменали намуналарни Cu, Fe, S, SiO₂, CaO ларга тахлил қилинади: конвертер шлакини

- Cu га, шлакни Cu, Fe, SiO₂ ва CaO. Суткали намуналар тахлил қилинади: бойитма - Cu, S, SiO₂, CaO, Al₂O₃; флюслар - SiO₂, Fe, CaO, Al₂O₃ ; штейн - Cu, Fe, ва S; айланувчи моддалар - Cu, Fe, SiO₂, S, Al₂O₃; шлак - Cu, Fe, SiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO.

Техника - иқтисодий кўрсаткичлар.

Ҳар қандай металлургик заводни иш фаолияти тахника - иқтисодий кўрсаткичлар билан баҳоланади. Асосий кўрсаткичлар: солиштирма эришиш қобилияти, солиштирма ёқилгини сарфи, суюқ эритиш жараёнини махсулотларни чиқиши, мисни штейнга ажратиб олиш даражаси, қувват, сув ва огнеупор ғиштларни 1 т. шихтага сарфи.

Солиштирма эритиш қобилияти замонавий яллиғ печларда 4,5 - 2 т/м² суткада оралиғида ўзгаради.

Яллиғ печлар турли ёқилғилар билан ишлайди. Жараёнга сарфланадиган иссиқликни баҳолаш учун, солиштириш шартли ёқилгини сарфи билан баҳоланади. Шартли ёқилғи ҳисобида 7000 ккал/кг (29400 кДж/кг) органик модда қабул қилинган. Яллиғ печда шартли ёқилгини сарфи кенг минтака 1 т. шихтага 110 дан 290 кг ўзгаради. Бундай катта оралиқ хомашёни сифати, ишлаб чиқариш тартиби, махсулотларни сифати, эритма ва газни харорати ва бошқа ўзгарувчан омилларга боғлиқдир.

Яллиғ печда ўтадиган жараёнда мисни штейнга ажратиб олиш даражаси 95,0 - 99,5 % ташкил қилади. Мисни шлак билан исрофгарчилиги 1,5 - 2,6 % ташкил қилади. Мисни газ билан исрофгарчилиги 0,5 - 1,5 % оралиғида. Электр қувватини сарфи 1 т. шихтага унча катта эмас - 15 - 25 квт * с. 1 т. шихтага огнеупор ғиштнинг сарфи 0,14 кг ташкил қилади.

Ишлаб чиқариш корхонасини умумлаштирилган кўрсаткичи - бу махсулотни таннархидир. Мис саноатида умумий сарф - харажатларнинг 40 - 60 % ҳом ашёга тегишлидир, бойитиш жараёнига 20-40 % ва металлургик қайта ишлашга 20 - 30 %.

Олмалик мис заводида яллиғ печда эритишнинг сарф - харажатларнинг тузилиши,%:

Ёқилғи - 26

Қувват сарфи - 53

Ишчиларнинг маоши - 5

Цех сарфлари - 7

Дастгоҳни эксплуатацияси - 9

Жами - 100.

№4-МАЪРУЗА. АВТОГЕН ЖАРАЁНЛАРИНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ. МИС БОЙИТМАСИНИ КИСЛОРОД - МАШЪАЛЛИ ПЕЧДА (КМЭП) ЭРИТИШНИНГ НАЗАРИЙСИ ВА АМАЛИЁТИ.

АВТОГЕН ЖАРАЁН ҲАҚИДА УМУМИЙ ТУШУНЧА

Металлургия саноатида, хусусан, мис эритишда бутун сарф бўлган харажатларнинг тенг ярми хомашёларни ва шихталарни тайёрлашга ҳамда эритиб, ундан штейн олишга сарфланади. Қолган 50 %, харажат эса конвертерлаш, электролиз йўли билан тозалаш ва ниҳоят мис олишга сарфланади. Шихта ва хомашёни тайёрлаш ҳамда уларни эритиш учун кетган сарфни камайтириш борасида олимларимиз жуда кўп илмий тадқиқот ишларини олиб бориб, ўз таклифлари билан металлургия саноатига ўзгартириш киритишга ҳаракат қилдилар. Узоқ йилги самарали меҳнатлар натижасида мис саноатида автоген, яъни ўз-ўзидан борадиган жараёнлар саноат миқёсида қўлланилмоқда. Уларга муаллақ ҳолатда борадиган машъалли эритиш печи ва кислородли муаллақ электротермик печи, минорали автоген эритиш печи ва суюқликда борадиган автоген эритиш печлари (Ванюков печи) киради. Эритиш жараёнларини учта асосий турга бўлиш мумкин:

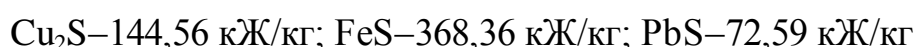
1) ташқаридан доимий иссиқлик бериб турилувчи жараёнлар.

2) автоген, яъни ички кимёвий реакциялар натижасида тўлиқ ўз-ўзини иссиқлик билан таъминлайдиган жараёнлар.

3) аралаш, яъни ҳам ташқаридан иссиқлик бериладиган ҳамда экзо термик кимёвий реакциялар натижасида иссиқлик ажралиб чиқадиган жараёнлар.

Автоген жараёнларга юкланиши мўлжалланган хомашё учун алоҳида талаблар қўйилади. Бу талабларнинг асосийси унинг таркибидаги керакли бирикмаларнинг кислород билан ўзаро таъсири натижасида ажралиб чиқадиган иссиқликнинг хомашё ёки шихтани эритишга етарли бўлишидадир.

Олтингургурт билан бириккан моддалар автоген жараёнлар учун асосий хомашёдир. Чунки улар кислород билан реакцияга киришиб, экзотермик ҳолатни юзага келтириб, қуйидагича иссиқликни чиқариши мумкин. Масалан:



Эритишнинг автогенли мароми олтингургуртли моддаларнинг эритиш тури бўйича қуйидагича бўлади: пиритли, халькопиритли, пирротинли ёки кислороднинг пуркашдаги таркибига кўра, нокерак жинслар ва ашёнинг

таркиби ҳамда миқдори, пуркаш йўналишига, яъни печ тубидаги ёки ёнидаги машъалли қатламга, ички ва ташқи иссиқлик алмашинувида боғлиқ равишда ўзгаради.

Юқорида қайд этилган олтингургуртли ашё билан қайси усул ёки йўналиш бўйича жараённинг танланиши ўз ўрнида унинг ичида олтингургуртнинг ҳарорат остида парчаланиши натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик ашёни тўлиқ эритишга ўтмайди. Асосий ҳарорат темир сульфидининг (FeS) оксидланиши натижасида ажралиб чиқади. Буни қуйидаги қийматлардан билиш мумкин. Парчаланган 1 кг олтингургуртнинг оксидланиши натижасида 6792 кЖ/кг иссиқлик ажралиб чиқса, темир сульфидининг оксидланиши натижасида 1 кг олтингургурт ҳисобида 14759 кЖ/кг иссиқлик ажралиб чиқади.

Мисли рудалар қуйидаги бешта асосий турга бўлинади: сочма мис (қумли ҳолда), порфирли мис, ванадий-темирли мис, мисли колчедан ва скармли қазилма бойликларидир.

Биринчи турдаги сочма мис қазилма бойликлари кўпроқ Африкада аниқланган. Бу турдаги сульфидли рудалар таркибида миснинг миқдори 3–4 %, оксидли рудаларда 3–14% ни ташкил этади.

АҚШ ва Чилининг асосий хомашёси кенг тарқалган турдаги порфирли мис рудалар ҳисобланади. Уларнинг таркибидаги миснинг миқдори 0,5–2% атрофида бўлади. Бу рудалар жуда катта майдонларни эгаллаган бўлиб, ер қобиғининг устки қисмига яқин жойлашганлиги туфайли уларни кўпроқ очиқ усул билан қазиб олиш қулай. Асосан, йирик қазилма конлар Чилининг Чукикамата вилоятида ва АҚШнинг Сан-Мануэль, Бингхем-Каньон ва ушбу мамлакатларнинг бошқа ҳудудларида жойлашган.

Колчеданли қазилма конлар кўпроқ вулқонли жинсларда линза кўринишида учраб туради. Бундай қазилма конлар Испанияда, Скандинавия мамлакатларида, Канада ва МДХнинг бир қанча республикаларида учраб туради (асосан, Уралда).

Порфирли мис ва мисли колчедан рудаларини бойитиш натижасида улардан автоген эритиш жараёни учун керакли бўлган мисли бойитмалар ажралиб чиқади.

Бошқа турдаги, яъни сочма мис, ванадий-темирли мис ва скармли рудаларни қайта ишлаганимиздан олинган бойитмалар эса автоген жараёнлар талабига жавоб бермайди.

Сочма мис рудалари тарқоқ, қийин бойитиладиган, таркиби сульфидли ва силикатли ташкил этувчилардан иборатдир. Ҳозирги кунда уларни қазиб олиш, асосан, йўлдош бирикмалар сифатида олиб борилмоқда.

Мисли қазилма бойликлар умуман 14%–36% рудали минераллардан ташкил топган. Уларнинг таркибида 6–16% Fe ва 7–13% S ва бошқа бирикмалар бор. Бу турдаги рудалар ҳам автоген эритиш жадвалига тўғри келмайди ва асосан шихта таркибида қайта ишланади. Тарқоқ рудалар минералларнинг бир хиллиги ва кимёвий таркибининг доимийлиги билан

ажралиб туради. Улардан олинган бойитмалар автоген эритиш жараёнини таъминлай олади.

Мис металлургия саноатида автоген жараёнлар кенг қўлланилиб келинаётганлигини эътиборга олиб, шу жараённинг физик-кимёвий хусусиятлари билан батафсилроқ танишиб чиқамиз.

Олтингургуртга бой бўлган ашёларни автоген жараёни орқали эритишда технологик кислород ёрдамида пуркаб, жараённинг муаллақ ҳолатда бориши кислородли-машъалли эритиш печи деган номни олган бўлса, муаллақ ҳолатда машъала бўлиб ёниши, сўнг моддаларнинг парчаланиб, эриш ҳароратига ўтиши кислородли-муаллақ ҳолатдаги эритиш печи деб аталади (КФП ёки КВП).

Бундай эритиш усули ҳозирги кунда дунёда 8 та мамлакатда: Канададаги “Коппер-Клиф”, АҚШда Чино ва Хайден ҳамда Ўзбекистон Республикасининг Олмалик мис эритиш заводларида ишлаб келмоқда. Технологик пуркаш орқали муаллақ ҳолатда эритишнинг афзалликларидан бири горизонтал машъалли печдир.

Эритиш печининг ичидаги горизонтал ҳолатдаги машъалада олтингургуртнинг тоза кислород билан юқори тезликда оксидланиши ва унга нисбатан паст тезликда газ оқимининг пайдо бўлиши технологик оқова газ ҳажмининг кўпайиб кетмаслигига олиб келади.

Муаллақ ҳолатдаги эритиш печи яллиғ қайтарувчи печга ўхшамаган бўлиб, олд қисмида қуритилган шихта қоришмаси тепадан, печнинг олд қисмидан технологик кислород билан пуркаланади.

Сульфидли мис бойитмасини кислородли-машъалли печда эритиш ва уларни тайёрлаш.

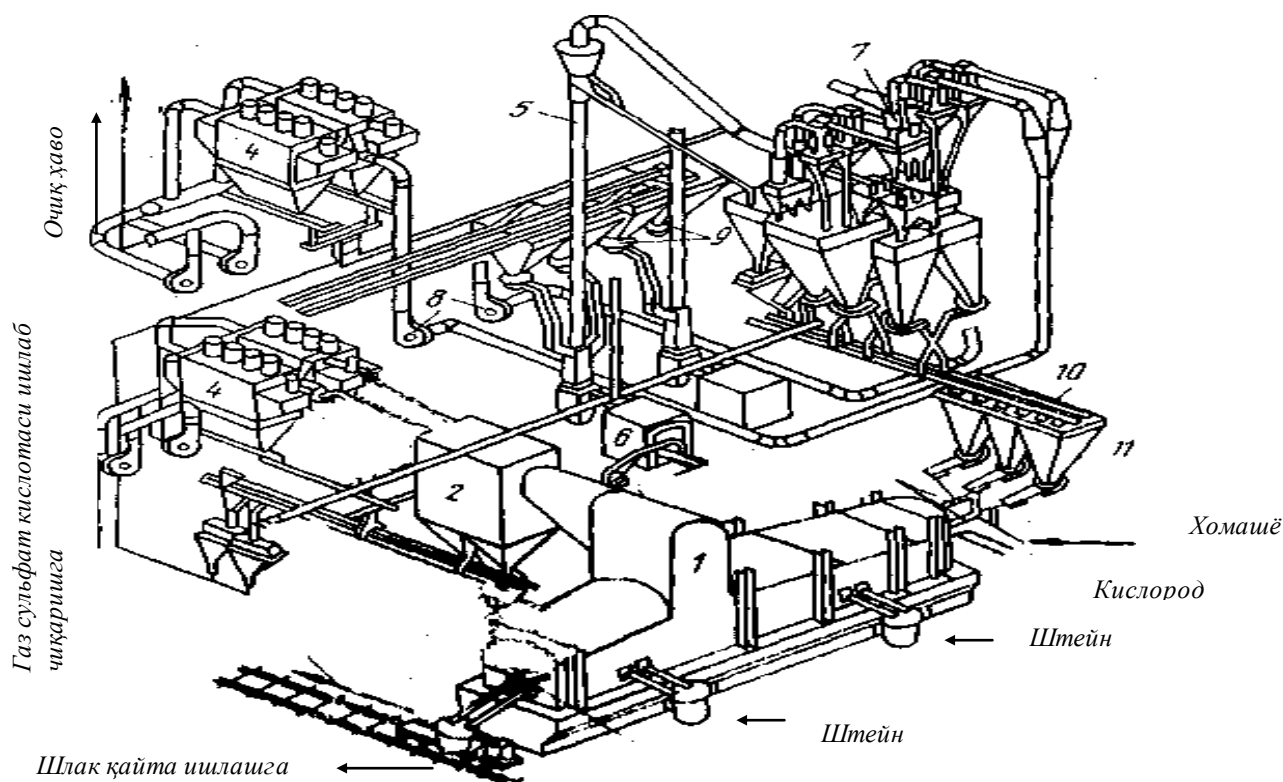
1953 йилда КМЭП жараёни биринчи марта Канаданинг «Коппер Клиф» заводида қўлланган. Жараённинг «автоген» номини олишига асосий сабаб – ташқаридан ёқилғи сарфланмайди. Жараён учун керак бўлган иссиқлик ашё таркибидаги олтингургуртли бирикмаларнинг парчаланиши, оксидланиши, умуман олганда, экзотермик реакциялардан ҳосил бўладиган иссиқлик ҳисобига кечади.

Олмалик мис эритиш заводида КМЭП жараёни 1968 йилдан бери саноатда қўлланилади. Печнинг ҳажми 580 м^3 , фойдали майдони 120 м^2 , ишлаб чиқариш унумдорлиги суткасига 12 т/м. Бир суткада 2000 т шихтани қайта ишлаш имкони мавжуд.

КФП ни шихтасига бойитма, флюс ва айланувчи чанг киради. Жараён ёрдамида турли моно ва полиметаллик бойитмаларни қайта ишлаш мумкин.

Бойитмаларни минералогик таркиби турлидир. Мис минераллари халькопирит, борнит, халькозин, темир-пирит ва пирротин билан келтирилган.

Бойитмани гранулометриқ таркиби 0,147 (100 %) дан 0,043 (90 %) мм гача оралиғида ўзгаради. Фильтрациядан кейин бойитмани намлиги 10 - 17 % ташкил қилади.



4.1-расм. Олмалиқ мис эритиш заводидаги кислородли-машъалли эритиш печи мажмуининг умумий кўриниши:

1— эритиш печи; 2— газ совуткич қозон; 3— йирик чангни ушлаб қолувчи инерцион махсус қурилма; 4— электрсузгичлар; 5— хомашёни қуритишга мўлжалланган қувур-қуриткич; 6— газ ёрдамида иситкич ўчоқ; 7— циклонлар; 8— ҳаво пуркагич-вентилятор; 9— қуритилмаган хомашё сақланадиган хампалар (бункер); 10— қирғичли конвейерлар; 11— қуритилган хомашё сақланадиган печ хампалари.

КМЭП жараёни бойитмани чуқур оксинтириш ва мисга бой штейн олиш билан боғлиқдир. Бу шлакда нисбатдан катта мис миқдори олишга олиб келади. Бундай шлаклар, куйидагидай, печдан ташқари усуллар билан қайта ишланади, масалан, электроэнергия ёки флотация усуллари. Шунинг учун КМЭПда флюсларни қўллаш чеклангандир. Кварцли флюсни шлакни таркибида 30 % га яқин кремний диоксиди олиш учун қўлланилади. Ишқор флюс - охак - жудаям кам қўлланади, чунки уни ажратилиши учун қўшимча иссиқлик сарфланиши керак.

Нисбатдан мис кам бўлган бойитмани КМЭП да қайта ишлаш, жараён давомида кўп - кўп хажмда ортиқча иссиқлик ажралиб чиқишига олиб келади. Ҳароратни бошқариш учун катта хажмда кварцли флюсни ишлатилади. Флюсда нодир металлларни борлиги жараённи иқтисодий самарадорлигини таъминлайди. Олтинли кварц флюсни тахминий таркиби, %: Cu 0,36; SiO₂ 68,6; CaO 1,2; Fe 5,4; Al₂O₃ 5,5; MgO 0,9; S 0,33.

КМЭП жараёни давомида катта хажмда чанг ажралиб чиқади (умумий шихтани сонидан 6 - 14 %). Бу чанглар котел - утилизатор ва бошқа чанг ютувчи дастгоҳларда ушланиб, эритиш печларга қайта юкланади.

Шихтани тайёрлаш. Шихтани эритишга тайёрлашга флюсни майдалаб янчиш, шихта тайёрлаш ва уни қуритиш киради.

КМЭП шихтага яллиғ печга нисбатдан қаттиқроқ талаблар қўяди. Бундай талабларни қўйиш КМЭП ни технологияси ва хароратни бошқариш қийинчиликлари билан боғлиқдир. Дунёда таниқли шихта тайёрлашдан энг яхши системалардан бири - бу бединг - система. Шихта компонентлари қатлам-қатлам шаклда бир-бири устига юкланади ва вертикаль кесимда конвейерга ортилади. Бунда шихта моддалари яхши аралаштирилади. Шихта теришга катта маблағ сарфланишига қарамай, бединг - система таркиби бир хил бўлган шихтани тайёрлашга имкон яратади, йирик ва кукун моддалар билан ишлаш мумкин.

Бединг - система Япония заводларида кенг қўлланилади. Масалан, "Хитачи" заводида 8 хил махаллий бойитма, 10 хил хорижий бойитма, 4 хил хорижий цементли мис ишлатилади. Материалларда миснинг миқдорлиги 2 % дан 37 % гача ўзгаради. Ана шунга моддалардан бединг-система таркиби деярли ўзгармайдиган шихтани олишга имкон яратади. Масалан, шихтада мисни ўзгаришини ҳисоблаганда нисбатдан 0,49 %, темир бўйича 0,56 % ва олтингугурт бўйича 0,68 % фарқ қилади. Моддаларни тақсимланишини хар куни ЭХМ ёрдамида ҳисобланади. Шихтани ҳажми уч кун ишлашга мўлжалланган. Иккита, ҳажмни 1700 т. бўлган, шихта тайёрлаш мажмуасида мавжуддир.

Олмалиқ комбинатида хўл шихта тайёрлаш системаси қўлланилади. Бу системасининг маъноси: янчилган флюс пульпаси билан бойитма пульпаси аралаштирилади. Пульпа бу каттиқ ва суюқ моддаларни аралашмасидир.

Шихтани қуритиш. КМЭП жараёнини амалга оширилиши қатъиян шарти - шихтани ўта қуритилишидир. Қуритилгандан кейин шихтани намлиги 0,1 - 0,15 % дан ошмаслиги керак. Ундан намроқ шихта йирикроқ бўлиб, КФП ни принципига жавоб бермайди, чунки моддаларни кукуни печни ичида бир - неча сония давомида учар ҳолатда бўлиши шарт. Ана шу учиш ҳолатида заррачани бутун сирти бўйича оксидланиш реакцияси ўтиб, КМЭП жараёни амалга оширилади. Шихтани ўта қуритиш учун доира шаклдаги печь ёки вертикаль жойлашган қуритиш трубалар қўлланилади.

Олмалиқ мис заводида вертикаль қуритиш трубалари қўлланилади. Ҳаммаси бўлиб 2 труба ўрнатилган. Қуритиш жараёни ишлаш принципи куйидагидай: трубани паст томонидан катта тезлик билан иссиқ газ юборилади (30 - 40 м/с). Иссиқ газнинг оқимига нам (7-8 % H_2O) бўлган шихта юкланади. Шихта моддалари учиб турган ҳолатда қуритилади, намсизланган кукун эса трубани юқори қисмига учиб чанг илиш системаларига юборилади.

Қуритиш трубалари махсус печларда ёкиладиган табиий газ билан иситилади. Ҳароратни бошқариш учун махсус печга иккиламчи совуқ ҳаво

берилади. Моддаларнинг бир соатли сарфи: табиий газ 600 - 800 м , бирламчи (газ ёқиш учун) ҳаво 6000 - 8000 м. Бирламчи ва иккиламчи хаволарнинг нисбатлиги шароитларга қараб 1:1 дан 1:1,3 гача ўзгаради. Труба бўйича газнинг ҳарорати: трубага кириш қисмида 300 - 450 С. Моддани труба бўлиш даври 1,3 сониядан ошмайди. Жараён катъиян бошварилиши керак ва ишлар тизими ўзгармасдан сақланиши керак. Масалан, модда камроқ келиб қолса, трубани ҳарорати ошиб кетади ва сульфидлар аланга олади. Агарда шихта кўпроқ юкланса ҳарорат пасайиб кетади ва модда тула қуримайди. Назоратга муҳтож бўлган нуқталар: нам шихтани сарфи, иссиқ газнинг ҳарорати, трубадаги ҳароратлар, бирламчи ва иккиламчи хаволарнинг нисбатлиги. Бундай назоратни автоматик тизими бошқариш керак.

Қуритиш трубалари - юқори ишлаб чиқариш унумдорлиги ва ишончлиги ўта қурилиш дастгоҳларидир. Бир соатда 60 - 80 т. шихтани қуритишга доир, қуритилган моддани намлиги 0 - 1 % ташкил қилади. Шартли ёқилгини нисбатли сарфи 20 - 22 кг/т ёки 280 - 320 кг/т намликга. Трубаларни оқилона ишлаш шартларидан бири бир текис моддаларни юклаш ва атмосфера ҳавосини ортиқча печга киришидир.

Трубани ишлашини такомиллаштириш учун газни қайтадан, иккиламчи ҳавони урнига, печга қайтаришдир. Бу тадбир ёқилгини сарфини камайтиришга ёрдам беради. Бу газлар 60 – 70⁰С иссиқликга эга ва уларни миқдорида 15 - 17 % кислород бор.

№5-МАЪРУЗА. МИС СУЛЬФИДЛИ БОЙИТМАСИНИ КИСЛОРОД-МАШЪАЛ ПЕЧИДА (КФП) ЭРИТИШДА ФИЗИКО- КИМЁВИЙ ЖАРАЁНЛАРИ.

Кислород машъалли эритиш печи (КМЭП) жараёни, яллиғ печга нисбатан, анча мураккабдир. Агарда яллиғ печда деярлик нейтраль атмосфера сульфидларни оксидлантирилмаса, КМЭП намунавий реакцион жараён, қайсиларда сульфидлар интенсив ҳолатида оксидланади.

КМЭП да кимёвий ўзгаришлар юқори харорат ва кислород таъсирида оқиб ўтади.

Бойитмада мис одди ва мураккаб сульфидлар турида учрайди: борнит, халькопирит, халькозин ва ковеллиндир. Айланувчи чангда эса оддий оксид, сульфат ва феррит ҳолатларда.

Борнит Cu_5FeS_4 иситиш даврида ажралади:



Жараён хаво атмосферасида 800 - 840 °C оралиғида оқиб ўтади.

Халькопирит 515 - 555 °C оралиғида ажралади:



Мис сульфиди (CuS) иситилишида осон ажралади:



Пирит иситилишида ажралади:



Агарда иситиш оксидлантирувчи атмосферада бўлса темир сульфиди гематит Fe_2O_3 ва магнетит Fe_2O_3 ларга ўтади.

Рух мис бойитмасида сульфид ҳолатида (ZnS) учрайди, айланувчи чангда эса - ZnO , ZnSO турларда. Эритиш даврида рух қисман газ фазасига ўтади, чунки уни кислород ва олтингугурт бирикмалари 1300-1400 °C хароратларда учиш қобилиятига эга. Жараён маҳсулотлари бўйича рух тахминан қуйидагига тақсимланади, %: штейнга 3 - 15; чангга 15-25; шлакга 62-72.

Агарда мис бойитмасида кўргошин бўлса, у жараён маҳсулотлари бўйича тақсимланади, %: штейнга 24 -25; шлакга 40 - 41; чангга 35 - 36.

Кўпинча мис бойитмасида камёб металллар бор. КФП жараёни давомида камёб металллар қуйидагича тақсимланади, %:

	Cd	In	Ge	Te	Se	Te	Re
Штейнга	12	20	9	18	38	18	12
Шлакга	8	41	61	22	13	10	10
Чанг ва газга	80	39	30	60	49	72	78

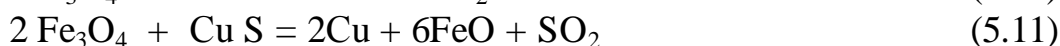
КМЭП ўзи билан юқори хароратли оксидлантириш ва сульфидларни эритишни чорлайди, шунинг учун сульфидлар эритиш даврида куйдиришга мос ўзгаришларга дуч келади.

Мураккаб бирикмаларни ажралиш жараёнлари кенг тарқалганлиги, оксидланишга фақат оддий сульфидлар етиб келади деб қабул қилса бўлади:

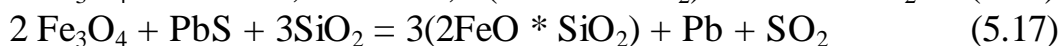
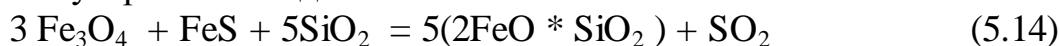


Темир сульфиди вюстит (FeO) ва магнетит (FeO)ларгача оксидланиши мумкин. КМЭП жараёнини шароитлари шунақа-ки, FeS асосан магнетит шаклга оксидланади. Жараённинг суюқ маҳсулотларида магнетитни миқдори уни сульфидлар билан тикланиш реакцияларини оқиб ўтишига боғлиқдир. Бу реакцияларнинг тез ва тўлиқ ўтиши эритмани таркиби, газ фаза ва хароратнинг функциясидир.

Магнетит сульфидлар билан куйидаги реакциялар билан ўзаро боғланади:

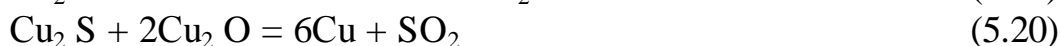
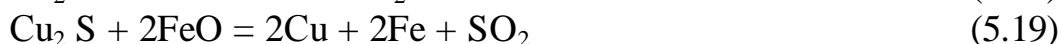
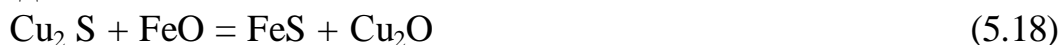


Кремний диоксиди мавжудлигида, магнетит сульфидлар билан куйидагича ўзаро боғланади:



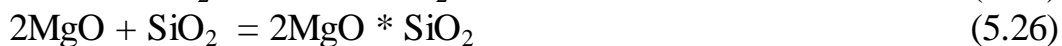
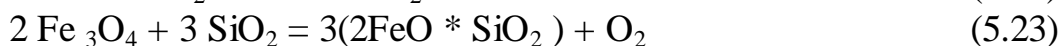
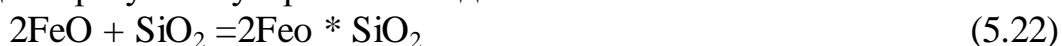
КМЭП жараёнида магнетитни суюқ маҳсулотлардаги таркиби SO_2 ни порциал босими, шлак нордонлиги ва FeS ни штейндаги миқдорига боғлиқдир. Мисга бой штейнни олиш сульфидларни чуқур оксидланишга боғлиқдир. Бу тадбир эса магнетит шлакдаги миқдорлигини оширади.

Жараён маҳсулотларида мис ва темирни юқори миқдорлигини ҳисобга олганда уларни оксид ва сульфидлари ўзаро боғланишлари қизиқиш уйғотади:



Мис оксиди ва сульфиди ўзаро боғланиб металлни пайдо бўлиши КМЭП жараёни шароитларига боғлиқдир. Штейнда FeS ни борлиги Cu_2O ни сульфид ҳолатига ўтказди. Демак, КМЭП шароитида (5.20) реакцияни оқиб ўтишига имконият йук.

Флюс таркибидаги оксидлар жараён махсулотлари билан куйидаги реакциялар бўйича ўзаро боғланади:



КМЭП жараёнида оқиб ўтадиган физико-кимёвий ўзгаришлар натижасида штейн ва шлак пайдо бўлади. Асосий ўзаро боғланишлар машъал ҳажмида оқиб ўтади, қаерда сульфидларни оксидланиш натижасида оксид-сульфид эритмаси пайдо бўлади. Бундай эритмада оксид-сульфид нисбатлиги дастлабки шихтани таркиби ва сульфидларни куйдириш чуқурлигига боғлиқдир. Сульфидларни куйдириш даражасини ошириш ва флюсларни кўшишга юкланиши оксидларни кўпайишига олиб келади.

Оксид - сульфид аралашмасини штейн ва шлакга ажралиши печни ваннасида яқунланади. Ажралиш эритмаларни ҳар хил физико-кимёвий хусусиятларга эга бўлганлари асосида ўтади. Биринчи қаторга бу эритмаларнинг ҳар хил зичлиги ва сирт таранглигидир. Шлакнинг намунавий таркиби, %: 0,8 - 1,0 Cu; 32 - 35 SiO₂; 37 - 40 FeO; 6 - 8 CaO. Штейнни таркиби, %: 32 - 36 Cu; 32 - 36 Fe; 24 - 26 S; 7 - 8 Fe₃ O₄.

Олмалик заводида эритмалар билан бир суткада 100 т яқин магнетит олиб чиқилади. Тикланмаган магнетит ваннада штейн ва шлакга тақсимланади ва бу жараён тенглама орқали баҳоланади:

$$K = \% \text{Au}_3 \text{Щ}_4 \text{шл} / \% \text{Au}_3 \text{Щ}_4 \text{шт} \quad (5.27)$$

Магнетит асосан шлакда йиғилиб печдан чиқарилади.

Магнетитни эритмадаги миқдорлигини кўпайиши печда чўкма пайдо бўлишига олиб келади. Чўкма печни ишчи ҳажмида камайтиради, кимёвий реакцияларни оқиб ўтишига ҳалақит беради, дастгоҳни ишлаб чиқариш унумдорлигини камайтиради, шлак билан мисни исрофгарчилигини оширади. Магнетитдан пайдо бўлган чўкмани эритиш учун печни ҳароратини ошириб жараёнга кўшимча кремнезем флюсини юклаш керак.

Сульфидли мис бойитмаларини кислотали – машъал печида эритиш (КМЭП). КМЭП жараёни дунёда иккита заводда қўлланилади: Канаданинг «Коппер-Клиф» ва Олмалик кон-металлургия комбинатида. Жараён «автоген» номини олган бўлиб, ташқаридан ёқилги ва электр энергия сарфланмайди. Керак бўлган иссиқлик миқдори қайта ишланаётган шихта таркибидаги сульфидларни ёнишидаги экзотермик реакциялар натижасида ҳосил қилинади.

КМЭП шихтасига бойитма, флюс ва айланувчи чанг киради. Бойитма таркибида мис халькопирит, борнит, халькозин таркибида, темир-пирит ва пирротин таркибида учрайди.

Флюс сифатида майдаланган олтинли кварц флюси ишлатилади. Таркиби % Cu 0,36; SO₂-68,6; CaO-1,2; Fe-5,4; Al₂O₃-5,5; MgO-0,9; S 0,33. Ушбу флюс кремнийни тўлиқ шлакка ўтказиш учун кўшилади. Бундан

ташқари ишқорий флюс-оҳак ҳам оз миқдорда қўшилади, чунки уни парчалаш учун ҳам қўшимча иссиқлик сарфланиши керак. Оҳак шлакни ҳосил бўлишини тезлаштиради.

КМЭП жараёнида айрим ҳолларда кўп ҳажмда иссиқлик ажралиши юз беради, бунда қўшимча олтинли кварц флюсларини қўшиб жараён бошқарилади. лекин бу флюсларни қўллаш чегараланган. Бунга сабаб КФП шлакида мис миқдори кўплиги (1 % гача), яъни олтинни шлак билан исроф бўлиши юз беради. Бундай шлакларни флотация ёки электропечларда эритиб қайта ишлаш мумкин.

КМЭП жараёни давомида катта ҳажмда чанг ажралиб чиқади (умумий шихтанинг 14% гача). Бу чанглар котел утелизатор ва электролитлар ушланиб, яна печга қайтариледи.

Шихтани эритишга тайёрлашга флюсни майдалаб янчиш, шихта тайёрлаш ва уни қуритиш киради. КФП шихтасига яллиғ қайтарувчи печь шихтасига нисбатан қаттиқроқ талаблар қўяди. Бу талаблар КМЭП ни технологияси ва ҳароратни мураккаблиги билан боғлиқ. Шихта компонентлари қатлам қатлам шаклида бир – бирига юкланади ва вертикаль кесимда конвейерларга ташланади. Шихта лентали конвейерларда аралаштирилади.

КМЭП жараёнини амалга оширишни қатъиян шарти-шихтани ўта қуритишдир. Қуритилгандан сўнг, шихтанинг намлиги 0,5 % дан кам мбўлмаслиги керак, чунки бундан намроқ ширхта йирикроқ бўлиб, КФП талабига жавоб бермайди.

Шихта компонентлари печ ичида бир неча сония давомида учар ҳолатида бўлиши шарт. Ана шу учуш ҳолатида заррачани бутун сирти бўйича оксидланиш реакцияси ўтиб, КФП жараёни амалга оширилади. Шихтани ўта қуритиш учун айланувчан трубасимон печ ёки вертикаль жойлашган қуритиш трубалари қўлланилади.

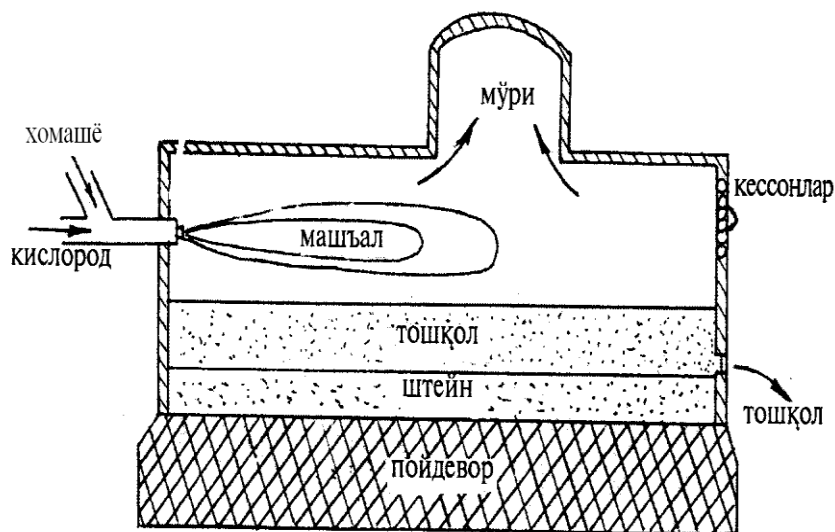
Қуритиш трубаларини ишлаш принципи трубани паст томонидан катта тезлик билан иссиқ газ юборилади (30-40 м/с). Иссиқ газни оқимига юқоридан нам шихта юкланади. Шихта учиб турган ҳолатда қуритилади, намсизланган кукун трубани юқори қисмига учиб, чанг илиш системаларига юборилади.

Қуритиш трубалари махсус печларда ёқиладиган табиий газ билан иситилади. Трубада газни ҳарорати 300-450⁰С ни ташкил қилади.

Печни тузилиши. Печни фундаменти монолит темир-бетондан тайёрланган. Фундаментнинг устига қалинлиги 50 мм бўлган чўян плиталар жойлаштирилган. Плиталарга бетондан тайёрланган қатлам қўйилган.

Печнинг ишчи таги (лещедь) уч қатор огнеупор ғиштдан ясалган: энг пасти-эни 230 мм бўлган шамот, ўрта қисми – 230 мм магнезитохромит ва ички ишчи қатлами 460 мм бўлган магнезитохромит ғиштдан тайёрланган. Печни ён томони магнезитохромит ғиштдан ясаиб, эни 810 мм, бош ва оёқ томонларини қалинлиги 920 мм. Печни устки қисми (свод) 460 мм қалинликдаги магнезитохромит ғиштдан тайёрланган.

Печни мустахамлаш учун эни 15 мм бўлган пўлат кожух, 55 номерли кўштавр ва 55 мм ли пўлат тягалар ишлатилади.



5.1. – расм. Кислородли-машъалли эритиш печи.

Шлак печдан 2, та сув билан совитилдиган мисдан ясалган лейка орқали шлаковозларга чиқарилади. Штейн шнур ва сифонлар орқали ковшга куйилади, ковшлардаги штейн мостовой кран билан конверторга куйилади.

Печнинг фундаменти Монолит темир-бетондан тайёрланган. Фундаментнинг устига эни 50 мм бўлган чўян плиталари жойлаштирилган. Плиталарга бетондан тайёрланган катлам куйилган.

Печнинг ишчи таги (лещадь) уч қатор огнеупор ғишдан ясалган: энг пасти - эни 230 мм бўлган шамот, ўрта қисми - 230 мм магнезитохромит ва сирт ишчи қатлами эни 460 мм булган магнезитохромит ғиштидан тайёрланган. Лещадни тепа қисми ён томонини териш учун параметр бўйича горизонталь шаклда ясалган. Ён томони нормаль магнезитохромит ғиштидан ясаиб уни энлиги 810 мм ташкил қилади, бош ва оёқ томонларини эни эса 920 мм. Печни ишчи тепа қисми (свод) эни 460 мм бўлган магнезитохромит ғиштидан терилган.

Печни мустахамлаш учун эни 15 мм булган пўлат кужух, 55 номерли двутавр ва 50 мм ли пўлат тягалар махсус қурилмаларда ишлатилган.

Шлакни печдан 2 та, сув билан совитадиган, мисдан ясалган лейка орқали чиқарилади. Лейкалар печни оёқ деворида булиб лещаддан 700 мм баландликда жойлашган.

Штейн бир-бири боғланган иккита сосуд тизимида ишлайдиган сифондан чиқарилади. Сифонни юқори остонаси тенглама орқали топилади:

$$h = (h_1g_1 + h_2g_2) / g_1 \quad (7.1)$$

Бунда: h_1 ва h_2 - штейн ва шлак ванналарини ўртача баландликлари, см g_1 ва g_2 - штейн ва шлакни зичлиги г/см

КМЭП жараёнининг технологияси. Қуритилган шихтани КМЭП га аэрацион (хаво ёрдамида) транспорт воситаси билан юкланади. Юкланаётган шихтани сони Радоактив зичликни ўлчайдиган дастгоҳ ёрдамида аниқланади. Шихта горелкалари печнинг бош томонида жойлашган. Горелка ўзи билан, сув билан совутиладиган, корпусга жойлашган металллик трубани тасаввур қилади. Горелкани ишлаш кўрсаткичлари:

Шихта бўйича ишлаб чиқиш унумдорлиги - 25 - 30 т/соат; Кислородни ортиқча босими - $0,5 * 10^5$ Па;

Кислородни сарфи - 6000 - 7500 м³ /соат.

Тезлик, м/с:

кислородни горелкадан чиқишида - 80 - 100;

Шихта-кислород аралашмасини горелкадан чиқиш даврида 20- 25.

Катта тезлик ва шихтани абразивлиги горелкани тезда ишдан чиқишига олиб келади. Горелкани таъмирсиз ишлаш даври 1- 2 ойни ташкил қилади. Қаттиқ котишмалар билан қоплаш горелкани ишлаш даврини бир оз купайтиради. Горелкалар 2 - 3 марта таъмирлашга ва тиклашга кодирдир.

Олдин Олмалиқ печида 2 горелка мавжуд эди. Бунда ишлаб чиқиш унумдорлигини бир-текис бошқариш қийин эди. Битта горелкани ишдан чиқиши, ёки уни унумдорлигини камайиши, иккинчи горелкага катта юклама тушиб, машъални узунлашишига ва ости девор қладкани тезда ишдан чиқишига олиб келади. Шунинг учун диаметри 350 мм иккита горелка ўрнига, 300 мм ли 3 горелка ўрнатилади. Шлакни нордонлигини ошириш учун, бойитмага 15 - 20 % кварц флюси кўшилади. Шихтада кварцни микдорлиги 12 -15 % ни ташкил қилиши тавсия этилади. Котел - утилизаторни бир-текис ишлаши қийинлигини ҳисобга олганда, нисбатдан мис камроқ штейн олиш учун иш оборилган (30 - 35 % Cu). Ҳозирги даврда штейнда 36 - 40 % мис олиш имконияти бор. Бундан бойроқ штейн олиш, мисни шлак билан исрофгарчилишини ошишига олиб келади ва ишчи зонада хароратни кескин кўтарилиши мумкин.

Жараёни хароратини пасайтириш ва десульфаризация даражасини кўпайтириш 30 % гача, кўшимча кварц флюсини юклаш билан амалга ошириши мумкин. Амма бунда, шлакни чиқиши кўпайиб, мисни исрофгарчилигини ошиши мумкин.

Қайта ишланаётган бойитмани майдалиги (- 0,047 мм тахминан 50 %) ва машъални катта аэродинамик узунлиги, чиқаётган газнинг катта даражада чанглигини таъминлайди. Ушбу газда 300 - 350 г/м каттик модда бор ва чангни чиқиши шихта массасидан 8 - 10 % ташкил қилади.

КФП жараёни олтингугурт бирикмаларига бой газ олишга имкон яратади. Назария бўйича газда 85 - 95 % SO₂ бўлиши мумкин. Амалиётда эса дастгоҳларни яхши герметик кимёси йўқлиги сабабли, газнинг микдорида олтингугурт ангидридини микдорлиги анча кам. Печдан чиқиш даврдаги газнинг намунавий микдорлиги, %: 55 - 75 SO₂, 2 - 3O₂; 30 - 45 N₂. Бошқа жараён маҳсулотларининг таркиблари, %:

	Cu	Fe	S	SiO ₂	CaO	Fe ₃ O ₄	Al ₂ O ₃
Шлак	0,8-1	40-42	0,5-1	32-35	1-1,5	10-12	3-4
Штейн	35-40	32-35	26	-	-	7-8	-
Чанг	18-21	18-26	7-12	3-5	-	-	1,5-2

Мисни шлакдаги кўп миқдорлиги, уни штейнга ўтиш даражасини камайтиради - 97 %, хомаки мисга эса - фақат 94 % ташкил қилади.

Ажралиб чиқаётган чангда, асосан, сульфатлар бор, бу айланувчи хом ашё ҳисобланиб, жараён хароратини пасайтиришга имкон яратади.

Агарда шихта таркибида 12 - 14 % SiO₂ бўлиб, уни 35 - 40 % Cu ли штейнга эритилса, 11 т шихтага 220 - 240 м³ кислород сарф бўлади ва печнинг хажмида харорат 1350 - 1450 °С ташкил қилади. Агарда SiO₂ ни миқдори камайса, ёки кислородни сарфи ошиб борса, харорат 1500 - 1600 °С кўтарилиши мумкин. Бу тадбир огнеупор ғиштлари ишончлигини камайтиради ва авария ҳолатига олиб келиши мумкин бўлиб қолади. Шунинг учун, шихта таркибини бир-текис ушлаб туриш катта аҳамиятга эга.

Десульфуризация ўзгармаган ҳолатда хароратни бошқариш жудаям қийин. Амалиётда бу кислородни нисбатлик сарфини ўзгартириш орқали олиб борилади. Бу тадбир эса десульфурация даражасини ва штейн таркибини узгартиради.

Машъалнинг узунлиги жараёни юқори хароратда олиб боришга имкон яратади, печнинг хажмида харорат 1200 - 1300 °С ташкил қилади. Печнинг ишчи хажмидан технологик газ дымосос орқали чиқарилади. Дымососни ишлаб чиқиш унумдорлиги бир соатда 50000 м³.

Жараёни куйидаги кўрсаткичлари назорат остида бўлади:

- 1) Шихтани печда юкланиши;
- 2) кислород, табиий газ ва ҳавони сарфи;
- 3) кислородни, табиий газ ва ҳавони босими;
- 4) газнинг харорати;
- 5) вакуум қиймати;
- 6) электрофилтрдан чиқаётган газдаги SO ни миқдори;
- 7) котелдан чиқаётган бугнинг сони ва босими;
- 8) жараён эритма маҳсулотларини харорати.

Жараёнинг оқилона оқиб ўтишида шлакни харорати 1220 - 1250⁰С, штейнники эса 1150 - 1180⁰С бўлиши керак.

Печнинг ишлаб чиқиш унумдорлиги ҳозирги даврда 10 - 11 т/м² суткада ташкил қилади.

КМЭП жараёни кислород-шихта аралашмасини горелкадан чиқиш тезлиги 15 - 20 м/с да оқиб ўтади. Тезлик камроқ бўлса, моддаларни кинетик энергияси кам бўлиб, тезда чўқади, тезликни каттароғи эса печнинг остига модда урилишига олиб келади.

Купчилик заводларда суюқ моддаларни массасини ковшлар сони билан ўлчанади.

Концентрат, флюс ва жараён маҳсулотларини кимёвий таҳлилга юборилади. Концентрат ва шихтани - Cu, Fe, S, SiO₂ ва CҒO ларга; штейнни мисга; шлакни - Cu, Fe, SiO ва CaO ларга; Айланувчи чангда - Cu, Fe, SiO₂, CaO ва Al₂O₃ лар аниқланади.

Капиталь таъмирдан кейин печь 72 - 96 соат даврида қизитилади, қизитиш тезлиги 15 - 20 % с/соатда. Печнинг қизитилиши 4 газ горелкалар билан олиб борилади. Уларни ишлаб чиқиш унумдорлиги - бир соатда 1000 м³.

№6-МАЪРУЗА. ЭРИТМАДА АВТОГЕН ЭРИТИШНИНГ УМУМИЙ ТАВСИФИ. «НОРАНДА» ЖАРАЁНИ.

Автоген жараёнлар. Бугунги кунда дунё олимлари Япониянинг «Онахама» ва «Наосима», Канаданинг «Тимминс» заводларида ишлаб келаётган «Мицубиси», Канаданинг «Норанда», мухандис Уоркрамнинг «Конзинк Риотинтон» (Австралия) фирмаси томонидан 1967 йили ишлаб чиқилган «Уоркра» жараёни, собиқ Игтифокда ишлаб чиқарилган (Россия) «Ванюков» жараёнларига юқори баҳо бермоқда. Юқорида қайд этилган жараёнлар нисбий солиштирма унумдорлиги, автогенлиги ва бошқа бир қанча техник- иқтисодий кўрсаткичлари билан, XX аср охирида жорий қилинаётган кўп томонлама тараққий этган, мукамал печлар сарасига киради.

Автоген жараён аслида бугун ёки кеча топилган янги жараён эмас. Ўз-ўзидан иссиқлик чиқиши билан борадиган жараёнлар қарийб 100 йилдирки, сульфидли ва оксидли бойитмаларни оксидловчи куйдириш жараёнида, ёхуд штейнларни конверторлаш жараёнида ҳам кенг қўлланилиб келинмоқда. Бунда сульфидли бирикмалар оксидланиши, парчаланиши мобайнида юқори ҳароратнинг ажралиб чиқиш натижасида борадиган жараёнлиги асримизнинг бошидаёқ саноат миқёсида кенг қўлланилганидан далолат беради.

Автоген эритиш технологиясини умуман олганда оксидловчи жараён ҳам дейиш мумкин.

Автоген жараёнларда иссиқлик алмашуви, масса алмашуви, ҳамда, иссиқликнинг узатилишини бошқа печларда қараганда умуман бошқача бўлиши кузатилган, яъни оқова газ ҳаракат йўналиши тошқолининг эриш ҳароратига қараганда, юқори бўлади. Шунинг учун ҳам иссиқликнинг йўқолиши, яъни оқова газ билан ташқарига чиқиб кетиши бир оз бўлсада юқорироқдир. Ёнилғиларнинг, ёқилғи ресурсларнинг йилдан-йилга камайиб кетиши ва электр энергия нархининг ошиб туриши автоген жараёнларнинг мавқеини юқори кўрсаткичга кўтариб келмоқда. Чунки автогенли агрегатларга деярли ёнилғи ёки қизитиш учун электр энергия берилмайди. Ҳароратни ошириш учун кўпинча печга оксидлаш учун пуркаланаётган ҳаво ёки технологик кислород қиздирилиб берилади.

Собиқ Игтифокда автоген жараёнларни қўллаш 1968 йилда Олмалик тоғ-металлургия комбинатида «кислородли машъалли эритиш» печини ишга туширилиши билан бошланди.

Умуман олганимизда металлургияда, хусусан мис эритишда бутун сарф бўлган харажатларнинг тенг ярми хомашёларни ва шихталарни тайёрлашга ҳамда эритиб ундан штейн олишга сарфланади. Қоган 50% харажат эса конверторлаш, электролиз йўли билан тозалаш ва ниҳоят мис олишга сарфланади. Шихта ва хомашёни тайёрлаш ҳамда уларни эритиш учун кетган сарфни камайтириш борасида жуда кўп олимларимиз илмий тадқиқот ишларини олиб бориб, ўз таклифлари билан маъданчилик саноатига ўзгартириш киритишга ҳаракат қилдилар. Узоқ йилги самарали меҳнатлар натижасида мис саноатида автоген, яъни ўз-ўзидан борадиган жараёнлар саноат миқёсида қўлланилмоқда. Уларни муаллақ ҳолатда борадиган машъалли эритиш печи ва кислородли муаллақ электротермик печи шахтали автоген эритиш печи ва суюқликда борадиган автоген эритиш печлари (Ваннюков печи) киради.

Автоген жараёнларга юкланиши мўлжалланган хомашё учун алоҳида талаблар қўйилади. Бу талабларнинг асосийси унинг таркибидаги керакли бирикмаларнинг кислород билан ўзаро таъсири натижасида ажралиб чиқадиган иссиқликнинг хомашё ёки шихтани эритишга етарли бўлишидир. Олтингугурт билан бириккан моддалар автоген жараёнлар учун асосий хомашёдир. Чунки улар кислород билан реакцияга киришиб экзотермик ҳолатни юзага келтириб қуйидагича иссиқлик чиқариш мумкин. Масалан:

Cu_2S - 144,56кЖ/кг; FeS – 336,36кЖ/кг

PbS – 72,76кЖ/кг; Ni_3S_2 – кЖ/кг.

Таққослаш учун шуни кўрсатиш мумкинки, 1 м³ газ - , 1 т кўмир - , 1 т мазут иссиқлик чиқаради.

Хориждаги металлургик корхоналарда қўлланилаётган замонавий жараён ва ускуналар. Эритиш принципа асосланган автоген жараёнларга ишлаб чиқаришга тадбиқ этилган «Мицубиси», «Норонда», «Эль-Тениенте» конвертерларида эритиб тозалаш, ТБРЦ (юқоридан ҳаво пуфланувчи айланувчи конвертер), ҳамда ҳозиргача ишлаб чиқаришга тадбиқ этилмаган «Q-S», «Сиросмлет» жараёнлари киради.

Бу жараёнларда ишлатувчи агрегатларнинг конструкциялари турлича. «Норонда», «Эль-Тениенте» ва «Q-S» жараёнларида горизонтал чўзилган цилиндр, ТБРЦ жараёнида-калта бочка шаклидаги агрегат, «Мицубиси»да унча катта бўлмаган думалоқ ва овал шаклидаги электр печлари, «Сиросмлет» жараёнида анча узун бўлган цилиндрсимон агрегатлар қўлланилади.

Қуйида республикамизда ва ривожланган мамлакатларда кенг миқёсда қўлланилиб келинаётган, эритмада борадиган автоген жараёнлар ҳақида қисқача маълумот берамиз.

Ҳозирда кислород- машъалли эритиш печи ОТМКда ишлаб турибди.

Бундай эритиш усули ҳозирги кунда дунёда фақат 2 та мамлакатда: Канададаги «Копер Клиф» заводида ҳамда Олмалик мис эритиш заводида

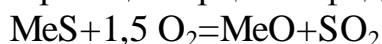
ишлаб келмоқда. Технологик пуркаш орқали муаллақ ҳолатда эритишнинг афзалликларидан бири горизонтал машъалли печдир.

Эритиш печининг ичидаги горизонтал ҳолатдаги машъалада олтингугуртнинг тоза кислород билан юқори тезликда оксидланиши ва унга нисбатан паст тезликда газ оқимининг пайдо бўлиши технологик оқова газ ҳажмининг кўпайиб кетмаслигига олиб келади.

Муаллақ ҳолатдаги эритиш печи яллиғ қайтарувчи печга ўхшамаган бўлиб, олди қисмида куритилган шихта қоришмаси тепадан печнинг олди қисмидан технологик кислород билан пуркаланади.

Кислород билан бойитилган ҳаво ёрдамида ҳавонинг печга пуркаланиши натижаси жараёнида ҳарорат ошиб боради. Бунинг натижасида бирикма ва моддаларнинг оксидланиши реакциясининг фаоллик энергияси кўп ҳолларда 83,8дан то 167,6 Дж-моль га тенг бўлади.

Ҳарорат 500 дан 10000К гача кўтарилиши натижасида реакция тезлиги тахминан 20000 маротаба ошади. Бу олтингугурт бирикмаларининг оксидланиши қуйидаги умумий реакция орқали ифодалашимиз мумкин.



Шихтанинг таркибида асосан шундай олтингугуртли бирикмалар учрайдики, уларнинг ашё таркибида эриши қуйидаги айрим сульфидларнинг оксидланиши орқали Гиббс энергиясининг ўзгариши Cu_2S учун 237,9кж; ZnS учун 280,7кж; FeS учун 313,4кж.

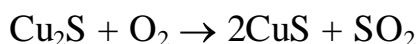
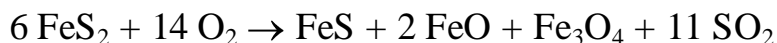
Пуркаланаётган ҳавонинг таркибида кислород концентрациясининг ошиши олтингугуртнинг тўлиқ ва мукамал оксидланишига олиб келадиган омиллардан биридир.

Машъалли эритиш жараёни қуйидаги тартибда боради. Ўта майдаланган шихта қоришмаси (0,74мм) махсус куритгич куюнлари орқали ҳаво намлиги 1% дан паст даражада куритилган ашё горелка (ёндиргич) орқали ҳаво билан печга пуркаланади. Натижада печ ичида муаллақ ҳолатда кислород ва ашё чангидан иборат бўлган машъала аланга мисоли ҳосил бўлади. Ашё чанг ҳолатда, қисман газ ҳолатда бўлганлиги учун ҳам газсимон модда кислород билан тез реакцияга киришиб оксидланади. Натижада ҳарорат кўтарилиб, шихта аралашмаси қисман эриган ҳолда томчи сифатида печ ваннасига тушади. Ҳосил бўлган газсимон моддалар, оксидлар мури орқали печдан чиқиб кетади. Машъалнинг ўзида бирикмаларнинг парчаланиши билан биргаликда флюс бирикмаси билан ўзаро таъсири натижасида ҳосил бўлган иккиламчи оксидлар тошқол ҳосил қилиши мумкин.

Ашёларнинг ўта майдалиги ашё сиртининг газсимон модда билан ўзаро таъсирини ва яқинлашувини фаоллаштиради. Шунинг учун ҳам яллиғ қайтарувчи печга нисбатан машъалли печдан ашёлар анча майда бўлади. Энг асосий ҳар томонлама самара берувчи омиллардан бири ҳам ана шундадир. Яна бир асосий афзалликларидан бири шихта аралашмасини эритиш учун ёки олтингугуртли бирикмаларни эритиш учун ташқаридан қўшимча

иссиқлик манбаи бериш керак эмас. Шунинг учун ҳам ушбу жараён ёқилги сарф қилмайдиган автоген жараён деб аталади (6-чизма).

Кислородли-машъалли эритиш печидаги жараёнда асосан яллиғ кўрсатувчи печдаги ёки конверторлаш жараёнидаги кўпгина кимёвий реакциялар боради. Шунинг учун биз уларнинг баъзи бирларини бериб ўтамыз:

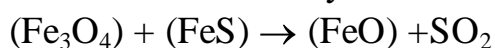


Демак, печдаги аланга ичидаги машъалли мухитда фақат бирикмалар оксидланиши, ашёларнинг эриши ва қисман тошқол рўй беради.

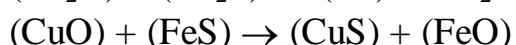
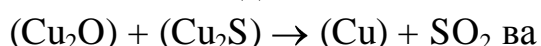
Жараён печ ваннасида машъалдан майда заррачаларнинг ва эриган моддаларнинг томчиланиши билан ҳамда ваннада кимёвий бирикмаларнинг зичлигига қараб тошқол ва штейн хосил бўлиши билан тугайди.

Фақат технологик кислороднинг ишлатилиши, оқова газ таркибининг 80% гача ортиб боришига олиб келади. Шунинг учун ҳам барча оқова технологик газлар совитилиб, электр сузгичларда чангдан тозаланиб сульфат кислотаси олиш учун сульфат кислота цехига жўнатилади. Кислородли-машъалли эритиш печи алохида эритиш дастгохи сифатида ишлай олмайди. Уни алохида комплекс деб аташ мумкин. Шунинг учун ҳам кислородли-машъалли эритиш мажмуини (комплексини) алохида ўрганиш ўринлидир. 6-чизмада КМЭ печининг мажмуи кўрсатилган. Айнан маъданчилик хисоби ҳам КМЭ печининг ашё тенглигидан батафсил бошланади.

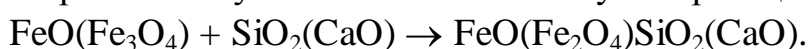
Машъалада хосил бўлган магнетитнинг қайтарилиш реакцияси:



Миснинг оксидланиши:



Жараённинг тугаши тошқол хосил бўлиш реакцияси билан якунланади.



НОРАНДА жараёни.

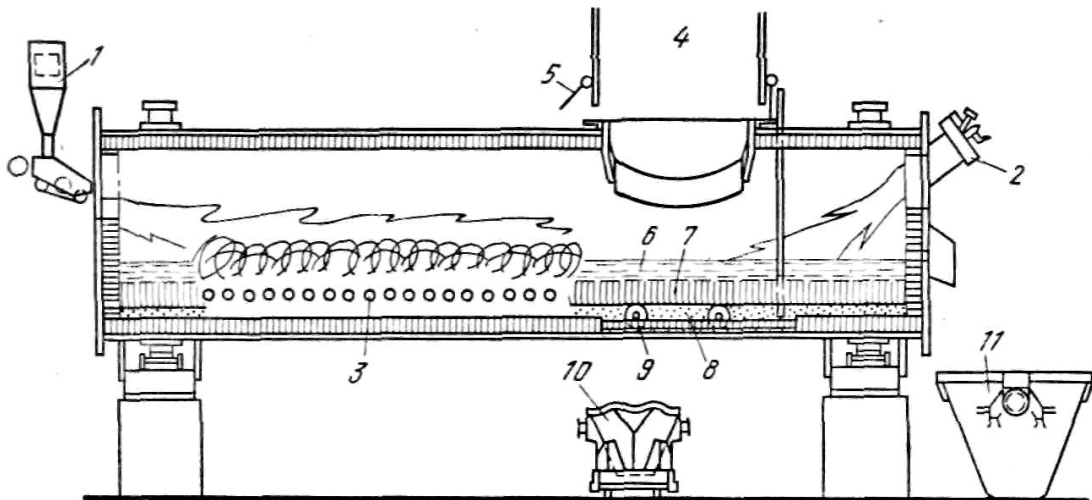
«Норанда» фирмаси усулида горизонтал конвертерда эритиш.

1963 йилда «Норанда» фирмаси томонидан мис концентратидан бир босқичда эритиб хомаки мис олиш жараёнини яратиш устида иш бошлади. 1973 йилда Канададаги «Горн» заводида биринчи саноат реактори ишга туширилди.

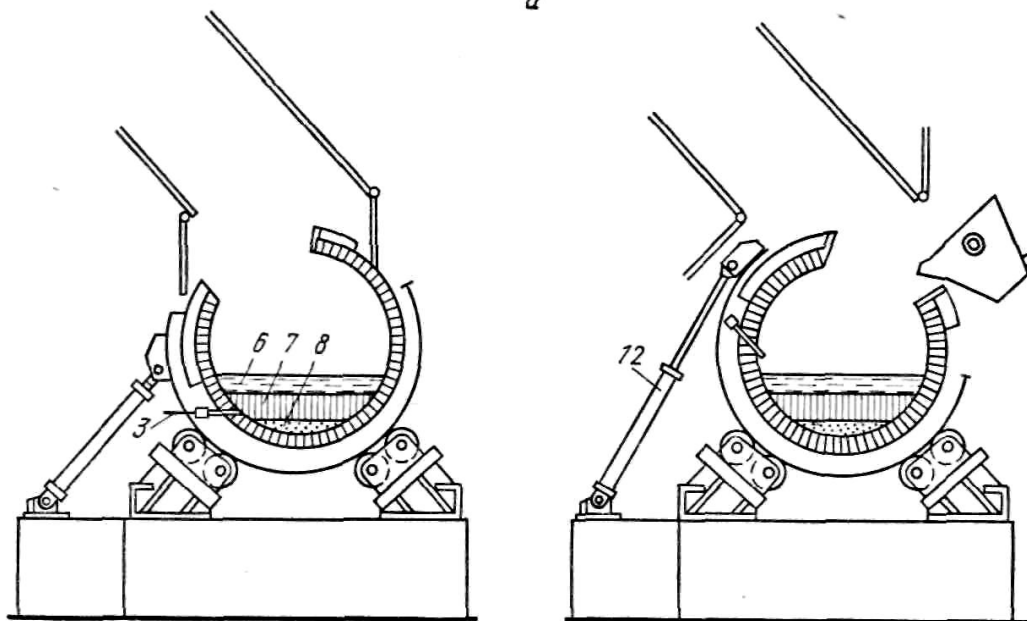
Бу усулда эритиш ва конвертирлаш жараёнлари биргаликда бир агрегатда амалга оширилади. Агрегат цилиндрсимон пўлат реактор шаклида, оловбардош қоплама билан қопланган. Жараёнга керакли бўладиган хаво

эритмани ичида жойлашган фурмалар орқали берилади, бу эритимани яхшироқ аралаштиришга ҳам хизмат қилади.

«Тениенте» конверторларида эритиш номи билан машхур жараён «Коделго-Чили» фирмаси томонидан патентланган. Бу конвертор «Норондо» реакторига ўхшаш бўлиб, фақат фарқи концентрат билан яллиғ қайтариш печи штейнини ҳам қайта ишлаш мумкин.



а



б

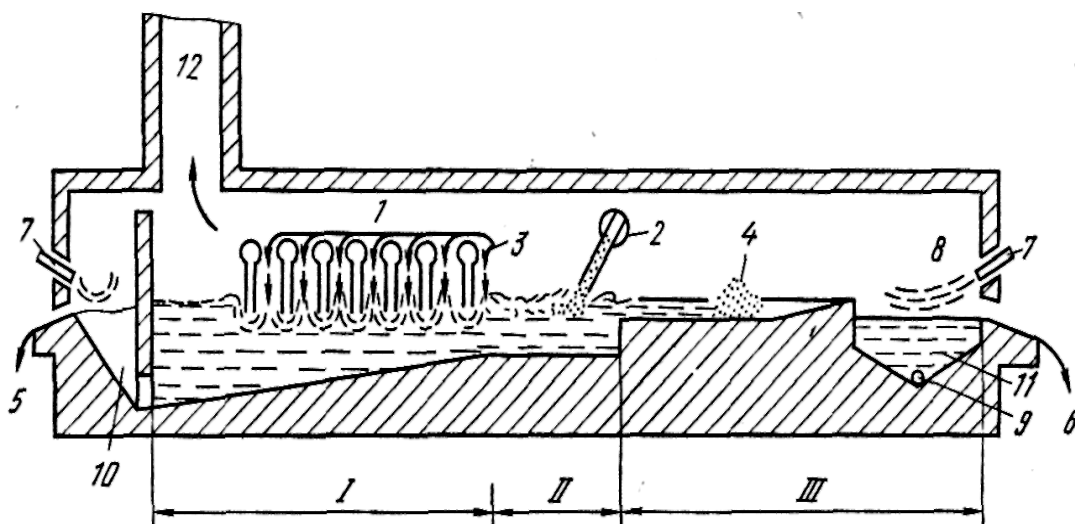
в

Норанда жараёни печи

№7-МАЪРУЗА. “УОРКРА ” ВА “МИЦУБИСИ” ЖАРАЁНЛАРИ.

Уоркра жараёни.

«Уоркра» жараёни- сульфидли мис бойтимасидан мисни тўхтовсиз олиш жараёнининг бошқача вариантыдир. У 1967 йилда инженер Уорнер томонидан таклиф қилинган ва яримсаноат миқёсида «Конзинк Риотинто» (Австралия) фирмасида амалга оширилган. Жараённи ишлашда ва ўзлаштиришда хар хил геометрик конфигурацияга эга печлар тажриба қилиб кўрилган(режада). Охирги яқунда тўғри бурчакли печда тўхталди(7.1-расм).



7.1.-расм. Мис бойитмасини эритиш учун «Уоркра» печининг схемаси. I-конверторлаш зонаси; II-эритиш зонаси; III-шлакларни камбағаллаштириш зонаси;

1-Ҳаво пуркаш учун вертикал фурмалар, 2-шихта юклаш, 3-кварц юклаш, 4-пирит ёки бойитма юклаш, 5-мис сливи, 6-шлак сливи, 7-ёндиригич, 8-қайтарувчи газ,9-штейн чиқарадиган туйник, 10-хомаки мис тўплами, 11-шлак тўплами, 12-газ қувири.

«Норанда» жараёнига ўхшаш ва яқин холда «Уоркра» усули иккита принципиал фарқ қилувчи хусусиятга эга:

- 1) Эритиш учун фойдаланиладиган печ турғун ҳисобланади.
- 2) Эритиш ва конверторлаш чегарасида штейн ва дастлабки миснинг шлака қарама-қарши йўналишда амалга оширилади.

Шихтани печнингўртасига юкланиши ва дастлабки мис ва шлакнинг унга қарам- қарши бўлимларда чиқиши охирги хусусияти бўлади.

Конверторлаш ва эритиш чегарасида эритманинг деворлари ёки печнинг томи орқали штейн қаватига фурмалар ўрнатилган.

Печ туби конверторлаш чегарасига қараб қияликка эга, ванна чуқурлиги ундаги эритиш чегарасига қараганда 2-4 марта катта. Штейн эритиш чегарасидан конверторлаш чегарасигача оғади ва тозаланмаган металл ҳаракати ўз меъёрида йиғувчига келади ва мис билан бойитилади.

Олинган дастлабки хомаки мис печ тубига чўкади ва сифон қурилмаси орқали тўхтовсиз ёки даврий равишда тозалашга юборилади. Табiiй равишда штейн билан биргаликда олинган мис, шунингдек “Норанда” жараёни ҳам, олтингугуртнинг юқори миқдори (1,5 %)ни сақлайди. Ҳосил бўлиш чегарасида дастлаб хомаки мис олинади, шлак эса мисга бой, аммо ўзининг чапдан ўнгга бўлган ҳаракат билан жудаям камбағал штейн билан алоқаланади, натижада унинг таркибида мис камаяди. Шихтани эритиш зонасига бўйига қия девордан юкланади. Конверторлаш чегарасига девор бўйлаб кварц юкланади. Камбағаллаштириш зонасига шунингдек, деворнинг қиялик бўйлаб бойитма ва пирит юкланади. Пастда мис ва магнетитнинг ўзгариш тартибидаги шлакнинг чиқиш ҳаракати бўлими фоизларда % кўрсатилган;

<i>Печ чегараси</i>	<i>Сu</i>	<i>Fe₃O₄</i>
<i>Сu тўплами</i>	<i>11,0</i>	<i>24,0</i>
<i>Эритиш чегараси</i>	<i>4,0</i>	<i>16,0</i>
<i>Камбағаллаштириш чегарасининг бошланиши</i>	<i>2,2</i>	<i>8,0</i>
<i>Шлаклар тўплами остонасидан олдин</i>	<i>0,79</i>	<i>2,0</i>
<i>Шлаклар тўплами</i>	<i>0,32</i>	<i>1,0</i>

Келтирилган натижаларга кўра, эритмани қарама-қарши ҳаракати хомаки мисни, ҳатто олаётганда ҳам шлак чиқиндисини кўшимча камбағаллаштиришсиз олинади.

“Уоркра” жараёнида эритишни совуқ ҳаво пуфлаш орқали олиб борилади. Иссиқлик алмашмаслиги сабабли углеродли ёқилғи ёндириш орқали тўлдириб турилади, ҳисоб китобларга кўра тахминан 8-9% оғирлигида қуруқ бойитма сарф бўлади. Бу тахминан 2-3 марта яллиғ қайтаришли эритиш жараёнидан паст ҳисобланади.

Жараён муаллифи бойитилган кислород билан пуфлаш орқали ёқилғи харажатларини анчагача камайтиришга эришса бўлади деб ҳисоблайди. Бироқ бунда шуни ҳам ҳисобга олиш керакки, штейнга ҳаво юбориш орқали бу жараёнда муҳим ўринга эга кислородга бойитилган пуркаш ҳаракатни тез кўтарилишига олиб келади. Шусиз ҳам қопламани тез эриши ва юкланган фурмалар эскириши янада тезлашади, буни саноат тажрибаларида

кўрганмиз. “Уоркра” жараёнида эритиш зонасида газларни бўлиш орқали чиқариш мумкин, камбағаллашган шлакни ҳам.

“Норанда” жараёнига қараганда, бундай қилиш оксидланиш зонасида олинаётган SO₂ газини (9-11%) бойитилган холда олиш мумкин. Таркиби бўйича камбағалроқ SO₂ газини, бойитмани дастлабки қуритиш учун камбағаллаштириш зонасида ишлатиш мумкин.

Газларни алоҳида печ муҳитидан чиқариш учун тўсиқ ўрнатилади.

“Уоркра” жараёнида олинган шлак печни ичида камбағаллаштиришга йўлиқади. Ярим саноатда олиб борилган тажрибаларга кўра, пиритли бойитмаларни ажратиш фазасига ва камбағаллаштириш босқичида шлакда мис 0,3 % камайтиришга эришилади, мис бойитмасини эса 0,5% га камайтиришга эришилади. Бундан кейин мисни ажратиш, қайта ишлаш жараёнида бойитмада 22-23% Cu дан 97,8% ни ташкил этади. Иш нордон шлакларга (~38%SiO₂) га нисбатан олиб борилди. Хомаки мисда Cu 98,75% ни ташкил қилади. Қурилмани солиштирма ишлаб чиқариши 5-8т м²/сут дан кам бўлади.

Жараённи тезлаштириш учун махсус коалестсентсия жараёни ва фазани ажратиш жараёни ўйлаб топилмаган, кутмаганимиздай шлакни камбағаллаштириш зонасида ушлаб туриш вақти бунда саноат қурилмасида 4-5 соат кўп бўлиши керак, солиштирма ишлаб чиқариши 5-8т м²/сут дан кам бўлади.

“Уоркра” жараёни “Норанда” жараёнидаги деярли барча камчиликларни ўзида мужассамлаштирган. Шубҳасиз бу эритиш усули хомаки мисни олиш учун эритиш печларида энг самарасизи ҳисобланади. Яна бир камчиликларига “Уоркра” жараёнини фурмалари тез емирилиши киради. Фурмаларни хизмат кўрсатиш вақти 20 соат. Ҳисоб китоблар шуни кўрсатадики фурмаларни ишлаш вақти 5 кундан кам бўлса бундай кўрсаткичдан фойда кўрилмайди. “Уоркра” жараёни саноатда ҳозирги вақтгача қўлланилмайди.

“МИЦУБИСИ” ЖАРАЁНИ.

Уларнинг таркибига Канаданинг “Норанда Майнс” компанияси ишлаб чиққан “Норанда” эритиш печи, муҳандис Уоркранинг “Конзинк Риотинтон” (Австралия) фирмаси томонидан 1967 йили ишлаб чиқилган “Уоркра” жараёни ҳамда бутун дунёда машҳур бўлган Канаданинг “Тимминс” заводи, Япониянинг “Онахама” ва “Наосима” заводларида қўлланиб келинаётган “Мицубиси” жараёнлари киради. Ушбу жараённинг умумий кўриниши 2.15-расмда берилган.

“Наосима” заводида ушбу жараён билан ишлаб турган эритиш мажмуининг унумдорлиги кўпроқ эритиш печининг ишлашига, унинг тузилишига боғлиқдир. Умумий диаметри 10,2 ва 7 метр, баландлиги 2 метр, ваннасининг чуқурлиги 800 мм, тошқол ваннасининг чуқурлиги эса 20–30 мм бўлган овал шаклидаги эритиш печи тўла автоген ҳолда ишлайди. Жараён таркибида 45 % гача кислороди бўлган ҳаво билан пуркаш

натижасида энг юқори қаватлардан бирига жойлашган эритиш печида боради. Шихта қоришмаси 1% гача яхшилаб қуритилгач, таркибида мис бойитмаси, кварц, оҳактош, конвертер тошқоли бўлган бирикма печга юклаб турилади. Шихта қоришмасининг тўхтовсиз юклатилиши натижасида узлуксиз эритманинг 65% мисли штейн ҳамда 30–35% кремнийли тошқол аралашмаси биргаликда пастки қаватда жойлашган печга ёпиқ нов орқали куйилиб туради.

Солиштирма унумдорлик эритиш печида суткасига 10т/м^2 ни ташкил этса-да, лекин бу кўрсаткични технологик ҳавонинг таркибидаги кислородни кўпайтириш йўли билан икки баробарга орттириш мумкин.

Кейинги агрегат 25 кв. метр майдонни ташкил этган электр печ учта электрод билан таъминланган бўлиб, суюқ тошқол ваннасининг чуқурлиги 600 мм ни ташкил этади. Тошқол таркибидаги мисни камбағаллаштириш учун баъзан кокс кўшиб турилади. Бу ердан олинган штейн тўғри суюқ ҳолида яна ёпиқ нов орқали пастки қаватда жойлашган конвертер печига куйилади.

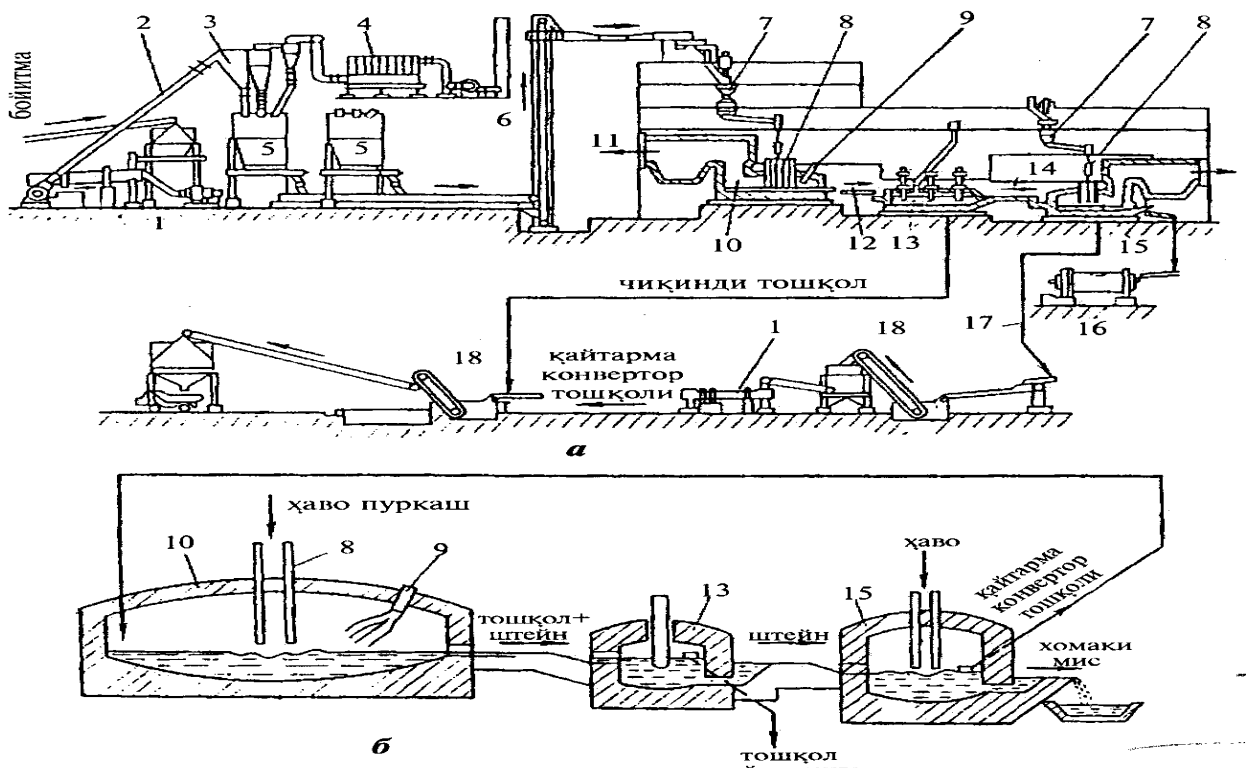
Иккинчи маҳсулот эса таркибида $\text{Cu} - 0,5\%$ бўлган ва $\text{SiO}_2 - 30-35\%$ дан иборат бўлган тошқол алоҳида ускуна ёрдамида кумоклаштирилиб, сўнг маҳсус ташланма жойга чиқариб ташланади.

Конвертер ҳам овал шаклидаги саккизта фурма ва ёндиргичдан иборат бўлиб, конвертер тошқолининг таркибини яхшилаш учун оҳактошли флюс билан биргаликда печга ҳаво пуркаб турилади. Ҳарорат меъёридан ортиб кетган тақдирдагина иссиқликни камайтириш учун цементли мис ёки иккиламчи мисли ашё юклаб турилади.

Тошқолнинг умумий чиқиши мис бойитмасига нисбатан 7–8% дан ортмайди. Бундан олинган конвертер тошқоли қуюқлаштирилиб, яна жараён бошига, яъни эритиш печига жўнатилади.

Яллиғ қайтарувчи печга караганда “Мицубиси” жараёнининг афзалликлари қуйидагича:

1. “Мицубиси” печининг солиштирма унумдорлиги 2–4 марта юқори.
2. Ёнилғи сарфининг миқдори 2 марта кам.
3. SO_2 га бой газлар олинади ва ташқи муҳитга чиқувчи газлар камаяди.
4. Капитал ва эксплуатация учун кетадиган харажатларнинг камайиши, шунингдек, ишчи кучига кетадиган харажатларнинг камайиши ҳам унинг афзаллигидир.



Япониянинг Наосима заводида ишлаб турган “Мицубиси” жараёнининг саноат миқёсида ишлатилиши (а) ва жиҳозларнинг умумий тасвири (б).

1–қувурсимон айланма қуритиш печи; 2–қувур-қуриткич; 3–чанг ушлагич циклон; 4–енгсузгич; 5–хомашё хампалари (бункер); 6–элеватор; 7–электр ускунаси билан ашё юкловчи хампа; 8–ҳаво пуркагич; 9–ёнилғи ёндиргич; 10–эритиш печи; 11–оқова газлар; 12–эриган штейн ва тошқол етказишга мўлжалланган махсус қувур; 13–тошқолларни камбағаллаштириш учун ўрнатилган электропеч; 14–штейн чиқувчи қувур; 15– конвертер печи; 16–хомаки мисни аралаштиргич; 17–конвертер тошқоли; 18–тошқолни қумоқлаштирувчи.

№8 – МАЪРУЗА. СУЮҚ ВАННАДА ЭРИТИШ ЖАРАЁНИ. ВАНЮКОВ ПЕЧИ.

Сўнгги йилларда оғир саноатда, айниқса, рангли металлургияда автоген жараёнлар кенг қўлланилмоқда. Автоген жараён деб, қисман ташқаридан ёқилғи сарф қилган ҳолда, олтингугуртли бирикмаларнинг оксидланиши натижасида ажралиб чиқадиган иссиқликнинг жараёнга тўла сарфланишига айтилади.

Москва пўлат ва қотишмалар институтининг “Рангли оғир металлар металлургияси” кафедраси олимлари томонидан таклиф этилган янги жараён “суюқ ваннада эритиш” деб аталади.

Узоқ йиллар давомида отаси, профессор Владимир Андреевич бошлаган ишни саноат миқёсида ўғли, профессор Андрей Владимирович Ванюков татбиқ қилиб, юксак ютуқларга эришди ва металлургия саноатига ўта унумдорлиги билан ажралиб турадиган янги агрегат олиб кирди. Печни такомиллаштиришда, уни ҳар томонлама замонавий жиҳозлашда Москва пўлат ва қотишмалар институти олимлари билан биргаликда “Гинцветмет” (рангли металлар бош илмий тадқиқот институти, Москва шаҳри), “Гипроникель” (никель илмий-лойиҳа тадқиқот институти, Москва шаҳри), “Казминцветмет” (Қозоғистон рангли металлар вазирлиги), Қозоғистон Фанлар академияси олимлари ҳамда Норильск ва Балхаш кон-металлургия комбинати, Рязань илмий тадқиқот тажриба заводи мутахассислари ва илмий ходимлари фаол иштирок этишди.

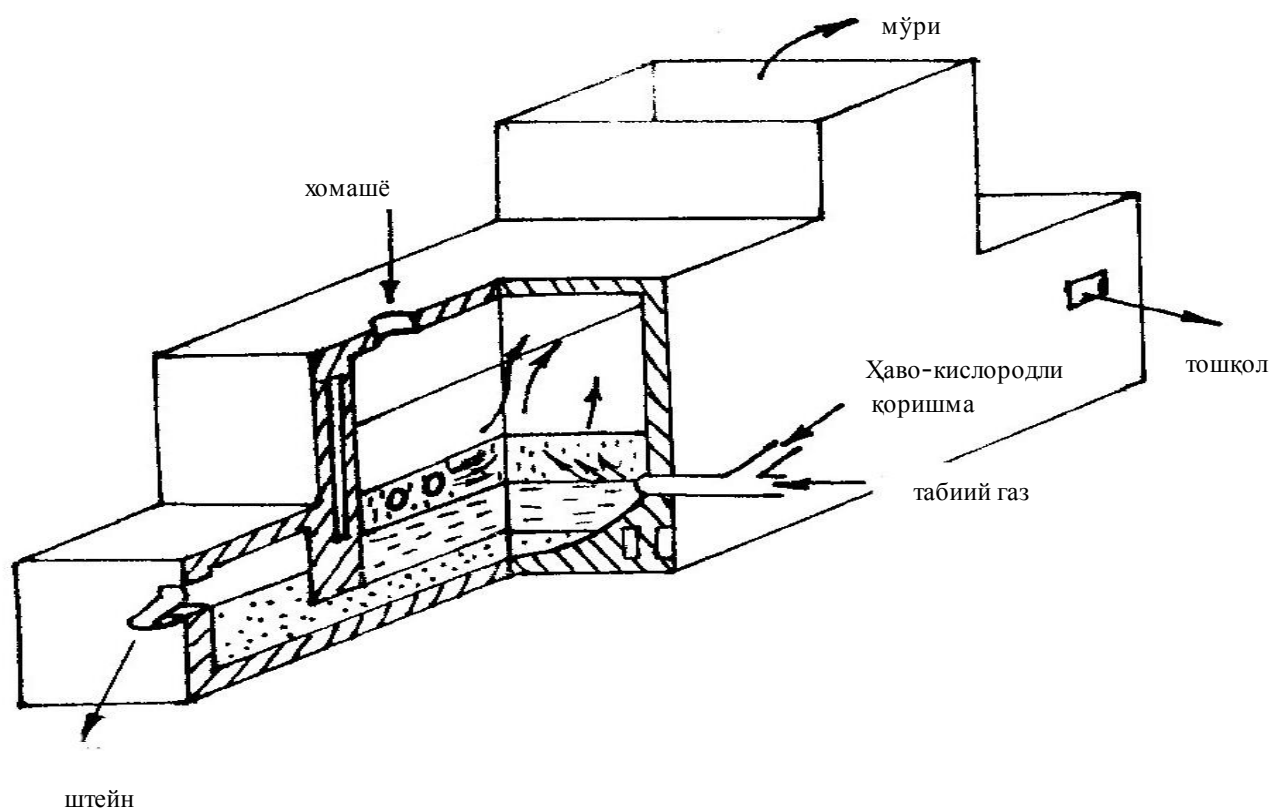
Аввалига синов бир неча бора Рязань тажриба заводи печида ўтказилиб, яхши натижа бергач, 1986 йили мамлакатнинг ривожланиш дастурига киритилгач, шу йилдан Норильск кон-металлургия комбинатида тўла синовдан ўтказилди. Ҳар томонлама яхши натижалар олингач, унинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари нафақат ўша пайтда собиқ Иттифоқ саноатида ишлаб турган эритиш печларидан, балки ривожланган чет элдаги айрим печлардан ҳам устун эканлиги намоён бўла бошлади.

1987 йилда собиқ Иттифоқ Вазирлар Кенгашининг қарорига биноан, А. В. Ванюковнинг вафотидан сўнг ушбу эритиш печига “Ванюков печи”, жараёнга эса “Ванюков жараёни” деб ном берилди. Аста-секин ота-бола Ванюковлар бошлаган ишни унинг шогирдлари Москва пўлат ва қотишмалар институтининг “Рангли оғир металлар металлургияси” кафедрасининг

мудир, профессор, техника фанлари доктори Валентин Петрович Быстров ва Алексей Яковлевич Зайцевлар давом эттириб келмоқда. Улар йилдан-йилга “Ванюков печи”ни такомиллаштириб, юқорида қайд этилган иккита қатта кон-металлургия комбинатида тўла муваффақиятли ишлашига олиб келдилар.

Печнинг саноатга кириб келиши ва унинг конструктив яратилиши узок йилларда, асосан, ўтмишдаги пирометаллургия печларининг мукамал такомиллашган бир кўриниши, десак, муболаға бўлмайди. Печнинг шахтаси тўғри бурчакли бўлиб, орасида сув ўтиб туришига мўлжалланган мис плиталари ўрнатилган. Ана шу сув совуткичлари ёнидан доимий кислородли ҳаво фурма орқали ён томонидан пуркалиб турилади. Ҳаво пуркаланган суюқ ваннага юқоридан ҳар хил ҳажмдаги кумоқ шихта юкланиб турилади. Фурманинг пастки қисм бўлимида эритмадан тошқол ва штейн ажралиб, ҳар иккала томонидан ўрнатилган сифонлар орқали ҳосил бўлган маҳсулот печдан тинимсиз чиқариб турилади.

8.1-расмда кўрсатилганидек, печнинг асосий қулайлиги ҳар иккала ён томонидан кислороднинг тўғри шихта тушаётган эритма остидан пуркаланишидир.



8.1-расм. Ванюков печи

Бу устки ва остки пуркаланиш жараёнларга қараганда анча қулай ва иссиқлик масса алмашинувига ўз таъсирини юқори меъёрада кўрсатади. Ундан ташқари, ваннада эриган ва ҳали эриб улгурмаган ашёлар аралашмаси ҳаракатининг бир хилда биқирлашига олиб келади. Ана шу эритмадаги бир хилдаги доимий ашёларнинг айланиши ва биқирлаши майда сульфидли зарраларининг бир-бирига тўқнашишига, унинг натижасида зарраларининг йириклашувига олиб келади. Эритмада жараён қандай ҳолатда рўй беришидан қатъи назар (ҳаракат, тошқол қовушқоқлиги ва ҳоказо), катталашган штейн зарралари печнинг тубига, штейн фазасига чўкади.

Сульфидли шихта таркибидаги кварцли флюс тошқолда тез эрийди, тошқолнинг ҳосил бўлиш тезлигини ниҳоятда орттириб юборади.

Жараёнда томчилар оралиғидаги колесценция (яъни, энергия системасининг камайиши билан суяқ ва каттик фазалардаги ҳажмларнинг ўз-ўзидан бирикиши) штейн томчиларини ўртачалаштиради. Бу демакки, печнинг энг остки қисмидаги штейн таркибидаги мис штейн бўлимининг устки қисмига нисбатан бор йўғи 3–5% гина фарқ қилиши мумкин.

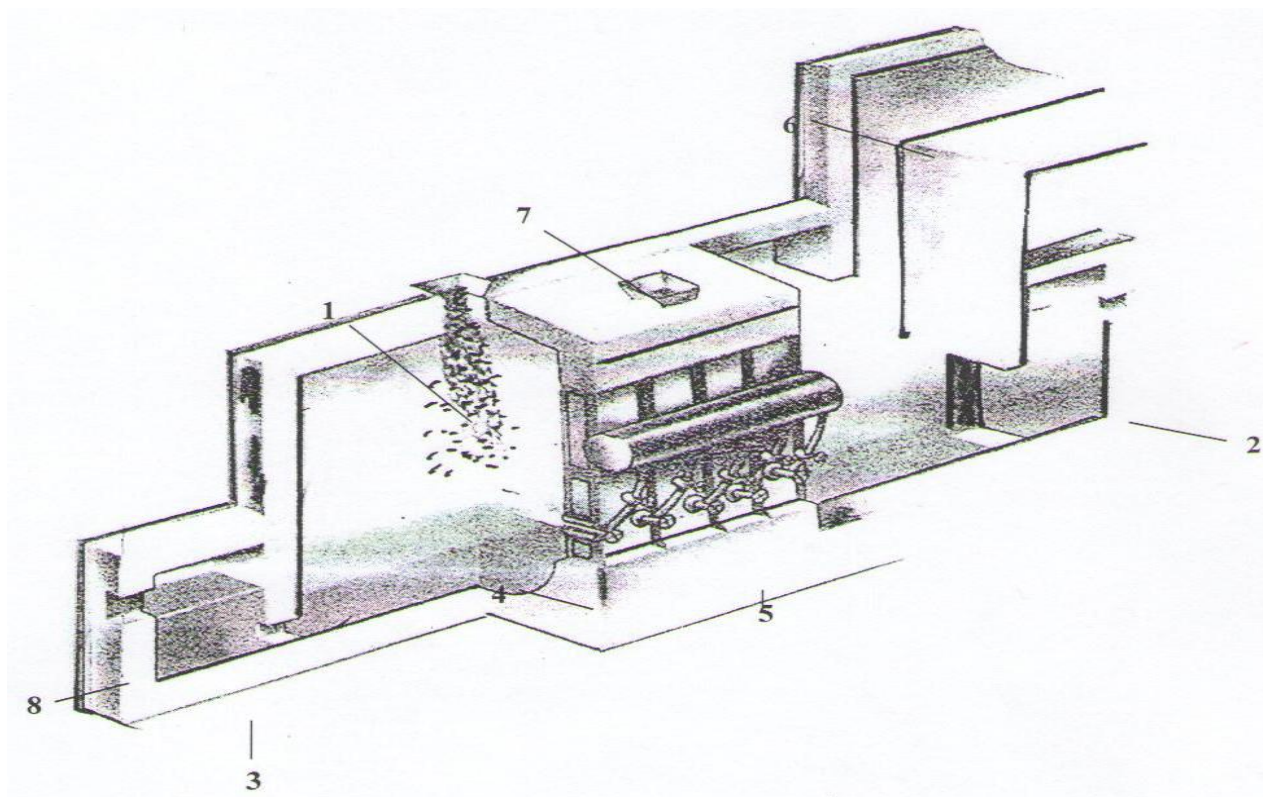
Штейн таркибидаги миснинг ортиши билан бошқа печлардагидек, тошқол таркибидаги мис таркиби ҳам ортиб боради, бироқ жуда кам миқдорда, яъни 45–50% мисли штейн олинганда, тошқолдаги мис 0,5–0,6% дан деярли ортмайди. Ванюков печида нафақат мисли хомашё, балки мис-никелли клинкернинг мис шихтасини ҳам бирдек эритиб, режалаштирилган ҳолда, керакли таркибда мисли штейн, сульфат кислота олишга мўлжалланган сульфид ва сульфат ангидридли технологик газ олиш мумкин [20].

Ванюков печида ҳар қандай мисли маҳсулотлар ёки ашёларни эритиб, ундан мисга бой штейн олиш мумкин. Шунинг учун ҳам ушбу рисоланинг олдинги бобларида кўрсатилганидек, металлургик ҳисоб йўли билан ашёлар тенглиги ҳисобланади. Ҳозирги кунда “Олмалиқ ТМК” ОАЖдаги ЯҚЭ ва КМЭ печларида Олмалиқ рух заводининг мисли клинкерлари қайта ишланмоқда. Шунингдек, бошқа барча эритиш заводларида ҳам мисли, таркибда қимматбаҳо маъдани бор клинкерлар Ванюков печида қайта ишланиб, қўшимча мис ва нодир металлар олинмоқда. Шунинг учун ҳам Ванюков печининг металлургик ҳисобида клинкернинг рационал таркибини ечиш орқали технологик ҳисобни бошлаймиз.

Суяқ ваннада эритиш жараёни (ВП)

Замонавий, юқори самарадорли автоген жараёнлардан бири – суяқ ваннада сульфид мис бойитмасини эритишдир. Жараённинг аввалги номи ПЖВ (Суяқ ваннада эритиш), Москва технология университетининг (илгариги Москва пўлат қотишмалар институти) “Оғир рангли металлар металлургияси” кафедраси мудири, профессор А.В.Ванюков томонидан 1951 йил муаллифлик гувоҳномаси билан ҳимоя қилинган тадқиқотни синовдан ўтказиб, узоқ йиллар илмий изланиш олиб борди. Ушбу автоген жараёни

профессор Ванюков бошчилигида яратилган ва кўп давлатларда татбиқ этилган.



8.2-расм. Ванюков печининг кўндаланг ён кесими.

- | | |
|------------------|----------|
| 1.Хомашё | 5.Фурма |
| 2.Тошқол | 6.Мўри |
| 3.Штейн | 7.Хампа |
| 4.Зарра ҳаракати | 8.Туйнук |

Жараённинг моҳияти сульфидларни тошқол эритмасида, кислород ёки кислородга бойитилган ҳаво оқимида ёндиришдан иборатдир. Жараён кессонланган шахтали печда, эритманинг пастдан юқорига қараб кўтарилиши шароитида амалга оширилади.

Ҳозирги пайтда ВП жараёни яллиғ печда эритиш ўрнида қўлланилмоқда. Норильск ва Балхаш тоғ-металлургия комбинатларида жараён тўла татбиқ этилган. Печнинг хомашёсига бойитма, флюс ва қаттиқ айланувчан моддалар киради. Хомашёнинг умумий намлиги 6–8 %. Печга суюқ конвертер тошқолини қуйиш мумкин. Хомашё печнинг юқори қисмидан ваннадаги эритмага юкланади. Штейн ва тошқол печнинг қарама-қарши томонларидан, сифон орқали чиқарилади.

Кессонлар зичлиги ўта юқори бўлган мисдан тайёрланган. Технологик газлар кессонланган шахтадан чиқарилади. Шахтада ажралиш даврига чиққан

олтингугурт қисман ёндирилади. Газлар қозон-совуткичларда совутилиб, чангдан тозаланиб, сульфат кислотаси олишга юборилади. “Норильск – Никель” ОАЖ ва “Балхаш мис” саноат бирлашмаси комбинатларида ишлаб турган печларнинг техник-иқтисодий тавсифлари 4.1-жадвалда келтирилган.

ВП конструкциясининг иссиқликни доимий ушлаб туриш имконияти катта. Ҳароратнинг максимал қиймати айнан фурма ёнида кўтарилади, кислороднинг юқори сарфи ҳароратнинг ортишига олиб келади. Кессонлар ёнида энг паст ҳарорат бўлимларда бўлади. Хомашё юкланадиган жойида ҳам ҳарорат янада пасаяди.

8.1-жадвал

Ванюков печининг айрим техник кўрсаткичлари

№		Норильск	Балхаш
1.	Хомашё бўйича ишлаб чиқариш унумдорлиги, т/(м сут)	80	80
2.	Фурма кесимида печнинг эни, м	2,5	2,3
3.	Штейн ваннасининг баландлиги, м	0,5	0,49
4.	Тошқол ваннасининг баландлиги, м	1,1	1,2
5.	Эритмаларнинг умумий баландлиги, м	2,4	2,6
6.	Кислороднинг ҳаво билан бойитилиш даражаси, %	64–65	65–75
7.	1т бойитма учун кислороднинг сарфи, м ³	140–300	140–300
8.	Печнинг фойдали иш даражаси, %	97	84
9.	Миснинг микдори, % ;		
	а) штейнда	45–50	44–47
	в) тошқолда	0,6	0,5–0,74
10.	SO ₂ нинг газдаги микдори, %	20–35	24–30
11.	Газнинг чанглик даражаси, г/м ³	1,5–2	2–3
12.	Чангнинг ажралиб чиқиши, хомашёга нисбатан, %	-	1,1
13.	Миснинг ажратиб олиниши, %	97,3	97,1
14.	Нодир металлларнинг ажратиб олиниши	99	99

Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, ВП жараёни олдинги кўрилган технологиялардан анча афзалроқдир.

Ҳозирги пайтда Ванюков жараёни яллиғ печда эритиш жараёни ўрнида қўлланилмоқда. Норильск ва Балхаш тоғ-металлургия комбинатларда жараён тўла татбиқ этилган. Печнинг хомашёсига бойитма, флюс ва каттик

айланувчи моддалар киради. Хомашёнинг умумий намлиги 6–8%. Печга суюқ конвертер тошқол куйиш мумкин. Хомашё печнинг юқори қисмидан ваннадаги эритмага юкланади. Штейн ва тошқол печнинг қарама-қарши томонларидан, сифон орқали чиқарилади. 8.2-жадвалда 100 кг хомашё учун Ванюков печининг иссиқлик баланси келтирилган

8.2-жадвал

100 кг хомашё учун Ванюков печининг иссиқлик баланси

№	Кириш	мДж	%	Чиқиш	мДж	%
1	Углероднинг ёниши	51,4	18,7	Юқори сульфидларнинг ажралиши	31,8	11,6
2	S ни SO ₂ га ёниши	82,6	30,0	Газ SO ₂ шаклидаги олтингугуртнинг пайдо бўлиши	34,4	12,5
3	FeS ни FeO га оксидланиши	115,4	42,0	CaCO ₃ нинг ажралиши	5,86	2,1
4	FeO нинг пайдо бўлиши	18,4	6,7	Тошқол билан	77,2	28,0
5	Тошқолнинг пайдо бўлиши	3,87	1,4	Штейн билан	45,1	16,4
6	Ашё билан	2,5	0,9	Газ билан	59,8	21,7
7	Клинкер билан	0,17	0,06	Намнинг парчаланиши	14,45	5,24
8	Ҳаво билан	0,63	0,23	Чанг билан	1,68	0,66
9	Бошқалар	-	-	Бошқалар	4,7	1,7
Жами		275,0	100	Жами	275	100

Иссиқликнинг катта ҳажми олтингугуртни эритмада ёкиш даврида ажралиб чиқади. Олтингугурт юқори даражали сульфидларнинг ажралиш жараёнида пайдо бўлади. Газ ҳажмидаги юқори ҳароратлар бунга кўмак беради. Шунинг учун хомашё печга юкланиши узлуксиз оқим билан берилиши керак.

Ванюков жараёнидан ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишда фойдаланиш, техник кислородни ишлатиш ва хомашёни эритманинг устига юклаш, ишлаб чиқариш унумдорлигини 100–150 т/м² суткагача олиб чиқариш мумкин. ВП ни эмульсион жараёни дейиш мумкин, чунки унда хомашёдан тўлиқ фойдаланиш, атроф-муҳитни муҳофаза қилиш, технологияни автоматлаш ва комплекс механизациялаш бошқа печларга қараганда осон кечади.

Ванюков жараёнида моддаларнинг физик-кимёвий ўзгаришлари КМЭП жараёнида ўтадиган реакцияларга мос келади. Фақат бу жараёнда ҳамма

реакциялар эритма ичида ўтиши билан ажралиб туради. Бу жараёнлар бирикма ва моддаларнинг ажралиши, сульфидларнинг оксидланиши, сульфид оксидлар билан ўзаро боғланишлари ва бошқалардир. Реакцияларнинг термодинамик тавсифларини КМЭП жараёнида ўтадиган жараёнлар билан баҳолаш мумкин. Фақат эритмада юқори ҳарорат бўлгани, диффузион коэффициентлари каттароқлиги ва эритманинг газ билан барботаж бўлгани реакцияларнинг тезроқ ва тўлароқ оқиб ўтишига олиб келади.

Жараён натижасида сульфид-оксид эмульсияси пайдо бўлади. Эмульсия чўкиб, ваннада штейн ва тошқолга ажралади. Ажралиш уларнинг ҳар хил физик-кимёвий хусусиятлари натижасида боради. Ванюков жараёнида турли бирикмалар қайта ишланиши мумкин. Жараённи оддий штейн, бойитилган штейн ва хомаки мис олиш даражасига ҳам олиб бориши мумкин ҳамда бу жараён келажакда яллиғ печларнинг ўрнига тўлиқ қўлланилиши мумкин, десак ҳеч ҳам муболаға бўлмайди.

№9. МАЪРУЗА: МИС ШТЕЙНИНИ КОНВЕРТИРЛАШ ЖАРАЁНИНИГ УМУМИЙ ТАВСИФИ. ШТЕЙНДАН ХОМАКИ МИС ОЛИШ ЖАРАЁНЛАРИ

Жараён хақида умумий тушунча

Конверторлаш жараёни пирометаллургия технологиясининг энг асосий бўлимларидан бири бўлиб, мис бойитмаси ёки мисли руда қайси эритиш печида эритилишидан қатъи назар, олинган маҳсулот конвертер дастгоҳига юкланади. Мисли штейнни конверторлашдан асосий мақсад таркибига олтин, кумуш ва бошқа айрим нодир металлларни бириктирган ҳолда, таркибида 96–98 % мис бўлган хомаки мис олишдир.

Конверторлаш сўзи ўзи суяқ ҳолдаги штейн таркибидаги темир ва олтингургуртнинг ҳаво ёки кислородга бойитилган ҳавонинг агрегатга пуркаш орқали оксидланганлигини билдиради.

Мисли штейнларни конверторлаш илк бор 1866 йилда рус муҳандиси В.А.Семенников томонидан Уралдаги Богословск ва Воткинск заводларида синаб кўрилди ва таклиф этилди. Ўша пайтда рус муҳандиси конвертерни вертикал ҳолатда жойлаштириб, ҳаво пуркагич фурмаларини печнинг остки қисмига жойлаштирган эди. Печ тубининг тез қизиб қотиб қолиши хомаки мис олишда анча қийинчиликлар туғдирди.

1880 йилда яна бир рус муҳандиси А.А.Ауэрбах вертикал ҳолатдаги конвертерга ён томондан фурма пуркагичларни ўрнатишни таклиф қилди ва шу йўл билан суяқ ҳолда мис металини олишга муяссар бўлди. 100 йилдан бери бутун дунё бўйича кўпгина мис эритиш заводларида ушбу таклиф қилинган конверторлаш усули амалда кенг ишлатилиб келинмоқда. Мисли штейн асосан Cu_2S ҳамда FeS дан ҳосил бўлган олтингургуртли бирикмадир. Унинг таркибидаги мис ашёси ва бойитмаси қайси эритиш печида қайта ишланганлигига боғлиқ ҳолда 20%дан 70%гача бўлади. Олтингургурт 24–27% атрофида бўлади. Темирнинг штейн таркибида бўлиши мисга боғлиқ, яъни миснинг штейн таркибида ортиши темирнинг камайишига олиб келади ёки аксинча бўлиши мумкин. Конверторлаш 2 босқичда боради. Аввал штейн суяқ ҳолда конвертерга юкланади, сўнг штейн таркибидаги темирни оксидлаб, тошқол ҳолатига ўтказиш учун кварцли ёки бошқа флюслар кўшилади.

Натижада, олтингургуртли темир оксидланиб, тошқол ҳолатига ўтади, темир оксиди ва бошқа тошқол таркибига кирувчи оксидлар штейн таркибининг зичлигидан анча паст бўлганлиги учун печнинг юқори қисмига чиқади. Бу ҳосил бўлган тошқол печдан эгик ҳолатда чўмичларга суяқ ҳолда куйилади ва қайта ишлашга жўнатилади. Темир сульфидининг

оксидланиши натижасида ҳосил бўлган олтингугурт сульфат кислота олиш цехига жўнатилади. Шу билан темир ва бошқа оксидли бирикмаларнинг печдан чиқариб ташланиши бойитилган мис сульфидининг (оқ матт) ҳосил бўлиши орқали конверторлаш жараёнининг биринчи босқичига яқун ясалади.

Иккинчи босқичда ярим олтингугуртли миснинг (Cu_2S) тўлиқ оксидланиши ва металл ҳолига айланиши юз беради. Иккинчи босқичда ҳам технологик оқова газ таркибида олтингугурт оксидининг таркиби мис сульфидининг оксидланиши ҳисобига 10 % гача, гоҳо ундан ҳам ортик бўлади.

Ҳозирги кунда кўпгина замонавий металлургия саноатида, асосан, горизонтал ҳолатдаги конвертерлар ишлатиб келинмоқда. Жумладан, Олмалик мис эритиш заводида ҳам горизонтал конвертерлар ишлатилмоқда. Шунинг учун ҳам горизонтал конвертерлар ва уларнинг тузилиши ҳақида фикр юритилади.

Асосан, амалиётда сифими 40, 75, 80 ва 100 тонна, узунлиги 6–10 м, диаметри 3–4 м ҳамда фурмалар сони 32 тадан 62 тагача бўлган конвертерлар кенг ишлатилмоқда.

Горизонтал конвертерлар цилиндрсимон эгиловчан аппарат бўлиб, жараён узлукли равишда олиб борилади. Ташқи ғилофи 20 – 25 мм қалинликдаги пўлат листдан қопланган бўлиб, унинг диаметри 3 – 4 метр, узунлиги 10 метргача бўлади. Ички қисми тўлиқ оловбардош, хромомагнетитли ғишт билан териб чиқилган. Ғилоф билан ўтга чидамли ғишт оралиғига оловбардош қумли ашё қуйилади. Бунинг сабаби, ҳарорат ошган сари терилган ғиштнинг кенгайиши ва ўзининг ҳажмини ўзгартириши мумкин. Конвертер тўрт жуфт соққали ғилдиракчалар устида жойлашган бўлиб, электродвигатель ва редуктор ёрдамида эгилиш учун ғилофнинг ҳар иккала томонига ғиштли ғилдиракчалар ўрнатилган бўлади. Шунинг учун ҳам конвертер горизонтал ўқ атрофида эгилиши ва ярим айлана ҳолигача айланиши мумкин. Конвертернинг орқа томонига ҳаво пуркаш учун фурмалар ўрнатилган бўлади. Конвертерга бўғзи орқали суюқ ҳолда штейн қуйилади ва ҳосил бўлган тошқол, хомак мис ҳамда оқова технологик газлар ҳам бўғиз орқали чиқади.

Қуйида конвертерга тааллуқли айрим технологик кўрсаткичлар келтирилган:

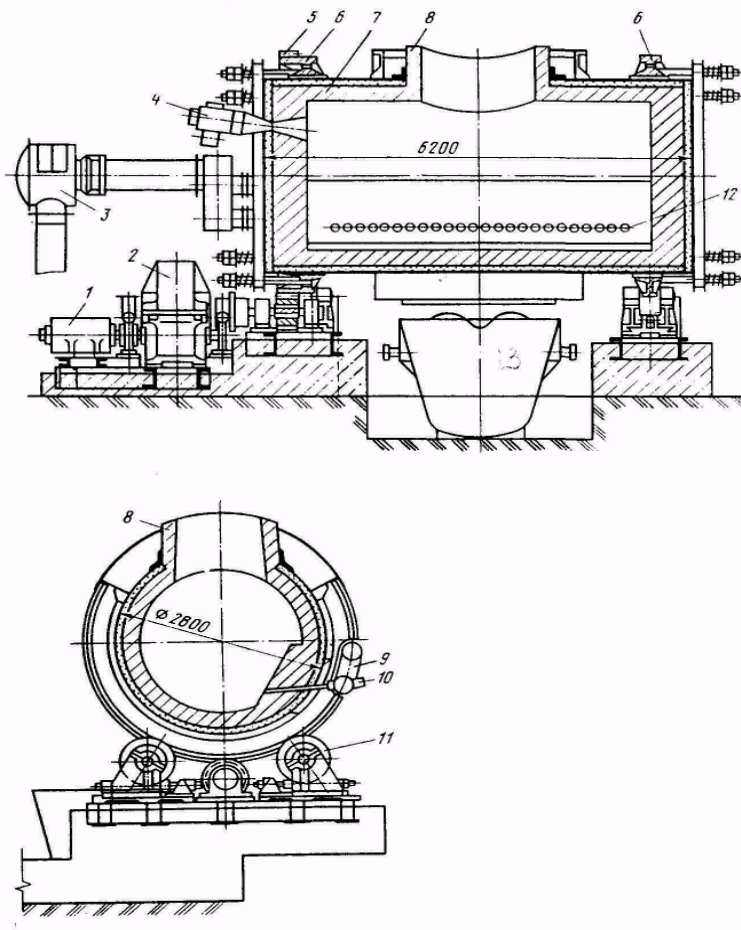
Фурмалардаги солиштирма пуркаш сарфи, $\text{м}^3(\text{см}^3 \cdot \text{мин})$	0,5–1,2
пуркаш босими, МПа	0,1–0,12
фурмадан пуркаланувчи пуркаш тезлиги, $\text{м}^3/\text{с}$	100–150
коэффициенти, %	95–98
пуркаш остида конвертернинг ишлаш вақти, %	65–80
ҳаво сарфи, м^3	
1 тонна штейн учун	1250–1750

1 тонна хомаки мис учун		2100–5800
конвертер тошқолининг чиқиши, %		30–80
конвертер тошқолининг таркибида, %:		
мис		1,2–3,0
кремнезём	20–28	
темир	50–55	
миснинг олиниши, %: (ўтиши)		
хомаки мисга		87–92
конвертер тошқолига		3–6
қайтармаларга		4–6
ҳоказо йўқотишларга		0,5–0,8

Конверторлаш назарияси ва ишлаш принциплари

Одатда, эритиш печларида олинган штейн таркибида 24–40% Cu, 24–26% S ва 35–45% Fe бор. Штейнларни конверторлаш жараёнининг мақсади – темир ва олтингугуртни чиқариб ташлашдир. Жараён даврида бир катор зарарли моддалар ҳам ажралиб чиқади. Олтин, кумуш ва бошқа нодир металллар хомаки мис таркибига ўтади.

Жараён 9.1-расмда кўрсатилган махсус дастгоҳ – конвертерларда ўтказилади. Конвертер ўзи тепа қисмида бўғизли тешиги бор, горизонтал кувурсимон шаклдаги дастгоҳдир. Агрегатнинг ички ҳажми оловбардош ғиштлар билан ҳимоя қилинган.



9.1-расм. Горизонтал конвертер.

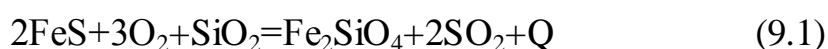
1–электр қуввати ёрдамида келтирувчи юритма; 2–редуктор; 3–қоплама учун мўлжалланган ускуна (сальник); 4– юклаш учун мўлжалланган ёрдамчи қурилма; 5–тишли халқа; 6–тишли халқанинг сирпан-маслигини таъминловчи ускуна; 7–оловбардош ғишгли қоплама; 8–печ бўғзи; 9–ҳаво пуркагич; 10–залворли, яъни сокқали клапан; 11–таянч ғалтаклар; 12–пуркагич кувурлар; 13–суюқ эритмага мўлжалланган чўмич.

Катта конвертер фурмасининг диаметри 52 мм ни ташкил этади. Конвертернинг қопламаси ва остки қисми 350–460 мм оловбардош ғишлар билан химояланади. Фурмали белбоғда эса футеровканинг эни 475 мм гача оширилади. Газлар чанг туткичлар орқали қисман совутилиб, чанглари ушланади. Чанг туткичлар чўян ёки пўлат плиталардан терилганида ҳаво ёки сув билан совутилади. Газлар чанг туткичдан коллекторга тушиб, сульфат кислотаси олиш учун юборилади. Мис штейнини конверторлаш давомида тошқол ажралиб чиқади, унинг таркибига темир бутунлай ўтади, олтингугурт эса SO_2 шаклида эритмадан ажралиб чиқиб, газсимон ҳолатга ўтади.

Мис штейнини конверторлаш давомида ҳаво эритма ҳажмидан ниҳоятда тез – 0,13 секунд даврга ўтади. Бунда кислородни ўзлаштириш даражаси 95 % ни ташкил этади. Ҳисоботларга кўра, ҳар бир жараённинг минутда суюқ ваннадаги кислородга муҳтожликнинг фақат юз мингдан бир қисмигина қондирилади. Бу реакцияларнинг ниҳоятда тез боришини кўрсатади.

Мисли штейнларни конверторлаш эритмадаги олтингугуртли бирикмаларнинг пуркаланаётган ҳаво таркибидаги кислород ёрдамида оксидланишига асосланган .

Жараён темир сульфидининг оксидланиши билан бошланади:



Мис сульфиди жараён бошланишида кислород билан реакцияга киришмайди, сабаби темир тўлиқ оксидланмасдан туриб қуйидаги кимёвий реакция фақат ўнг томонга бориши кузатилади:

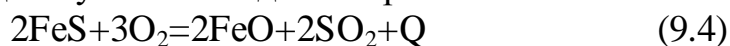


Кимёда шу нарса маълумки, темирнинг мисга нисбатан кислородга мойиллиги юқори бўлса, миснинг олтингугуртга мойиллиги темирга нисбатан юқоридир.

Шунинг учун ҳам конвертерлашнинг I босқичига асосан, темир ҳаво пуркаш натижасида қуйидаги тасниф бўйича деярли тўлиқ оксидланади:



Темирнинг тўла оксидланиш жараёни мобайнида унинг ўта оксидланиб кетишига олиб келади. Ўта оксидланиш натижасида эритмадаги темир магнетит ҳолатига ўтади. Темирни иложи борича темир оксидгача (яъни FeO) қуйидаги реакция бўйича оксидлаш керак:



Уни қаттиқ ҳолда эмас, суюқ ҳолда ҳосил бўлишини таъминлайди ва уни олтингургуртли бирикмалардан ажратиб олиш осон кечади. Ушбу мақсадни амалга ошириш учун конвертерга кварцли руда ёки флюс юкланади. Вюститнинг тошқол таркибида эриши унинг фаоллигини камайтиради. Бу кўрсаткич тошқол таркибида SiO_2 миқдорининг ортишига ҳам ўзаро боғлиқдир. Вюстит фаоллигининг камайиши оксидланиш жараёнининг секинлашувига олиб келса-да, қисман темирнинг магнетит бирикмасига ўта оксидланишига йўл қўймайди. Эритмадаги магнетит қисман бўлса-да, олтингургуртли темир ва кварц билан биргаликда қайтарилиб, $\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ҳосил бўлишига олиб келади. Ушбу (9.2) реакция 1200°C ҳароратдан унча юқори бўлмаган тезликда бошланади. Чунки ҳароратнинг ортиши билан магнетитнинг тўлиқ парчаланиши ва унинг тезлиги ҳам ортиши кузатилади. Демак, конвертер эритмасининг ҳарорати қанча юқори бўлса, жараён ҳам шунча тез боради. Бироқ ҳароратнинг ўта (1400°C дан) юқори бўлиши конвертер печининг ички томонига терилган ўтга чидамли ғиштнинг ишлаш муддати анча камайиб ва бу ғиштнинг тез емирилиб кетишига олиб келади. Жараённи $1250\text{--}1400^\circ\text{C}$ ҳарорат атрофида олиб бориш мақсадга мувофиқдир .

Агар конвертерларда хомаки мис олиш технологиясини чет эл технологиялари билан таққослайдиган бўлсак ва 1866 йилда В.А. Семенников ҳамда 1880 йили А. А. Ауэрбах томонидан киритилган ўзгаришлар билан ҳанузгача ишлаб келганлигини ҳисобга олсак, уни тубдан ўзгартириш ва ундан чиқаётган суюқ конвертер тошқолини ташланма тошқол ҳолига келгунча камбағаллаштириш лозимлиги тушунилади. Конвертерда ҳарорат ортиши билан кварцнинг эриш тезлигининг нордонлиги ҳам ортиб боради.

Тошқол таркибида SiO_2 23–26%да бўлиши энг қулай миқдордир.

Кремний оксидининг 30%га қадар ортиб бориши тошқол таркибидаги мис ва магнетитнинг камайишига олиб келмаса-да, бироқ капитал харажатларнинг, шунингдек, флюсга боғлиқ бўлган бошқа харажатларни орттириб юборади.

Кварц рудасининг ўлчами майдалашгани сайин, унинг эрувчанлик тезлиги ортиб боради. Шунинг учун ҳам уларнинг энг қулай меъёри олиб борилган илмий-амалий тадқиқотлар натижасига кўра 10–20 мм бўлиши мақсадга мувофиқ. Ундан кварц конвертерга юкланганда печ бўғзидан чиқаётган оқова газ билан чиқиб кетиш эҳтимоли кўп. Кўп ҳолларда флюсни иложи борича кам миқдорда ишлатиш, унинг таркибидаги SiO_2 миқдорини 90% ва ундан ҳам ортиқ бўлган, кимёвий реакцияга тез кириша оладиган кварцли ашёларни ишлатиш яхши самара беради.

Сўнгги йилларда оддий кварцли руда деярли конвертерларда қайта ишланмаяпти, чунки таркибида қимматбаҳо металллардан ташкил топган олтин фабрикасининг кварцли рудалари кенг ишлатилмоқда. Бундай ашёларнинг флюс сифатида ишлатилиши, Au ва Ag ҳисобига бозор иқтисодиёти даврида ҳар томонлама технологиядан унумли ва тўлиқ фойдаланиш самарадорликни орттирмоқда.

Конвертердаги барча физик-кимёвий жараёнлар газсимон моддаларнинг суяқ эритма таркибида тинимсиз айланиши натижасида боради. Ўз-ўзидан маълумки, юқори тезликда моддаларнинг тинимсиз ҳаракати фурма устида ва ҳаво пуркаланаётган минтақа яқинида кечади. Шунинг учун ҳам ҳаво таркибидаги кислород ёрдамида металлларнинг оксидланиши ва магнетитнинг ҳосил бўлишига олиб келади. Магнетит штейн ҳамда тошқол таркибида эрийди. Олтингугуртли моддаларнинг тез оксидланиши натижасида фурма теграида ҳароратнинг экзотермик реакция ҳисобига ортиши (1600°C , гоҳ ундан ҳам юқори) кутилади. Бу печ ичидаги ғишларнинг муддатидан илгари ишга яроқсиз бўлиб қолишига олиб келади.

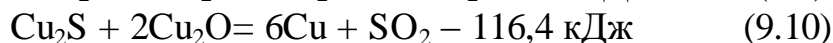
Юқорида қайд қилинганидек, $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeO}$ системанинг бориши ўзаро эрувчанлигига боғлиқ. 1200°C ҳароратда темир оксидининг сульфидли бирикмаларда эрувчанлиги 40–60 %гача боради. FeO юқори эрувчанлиги гамогенли сульфид-оксид эритманинг ҳосил бўлишига олиб келади. Штейн таркибида Cu_2S ортиши билан $\text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{FeO}$ системадаги бирикмаларнинг узвий эрувчанлиги камайиб боради. Сульфид-оксидли эритманинг кремнезем билан ўзаро таъсири конвертернинг юқори қисмида бориб, таркибида кремнеземи кам бўлган оксидли фаза, яъни тошқол ҳосил қилади. Конвертернинг суяқ ваннасидаги бирикмаларнинг доимий ҳаракати ва айланиши натижасида қуйидаги кимёвий тенгликлар мажмуи боради:



Жараён мобайнида конвертер газлар ёрдамида ваннанинг фаол биқирлаши натижасида магнетит сульфид ёрдамида қайтарилади ва газ пуфакчалари таркибида SO_2 нинг парциал босими камаяди. Биринчи босқичда ҳосил бўлган тошқол печга энгашиб тўкилади ва ЯҚПга жўнатилади. Конвертер эса яна штейнни $1200\text{--}1250^{\circ}\text{C}$ ҳароратда қабул қилиб, яна ҳаво билан пуркаш давом этади. Бу жараён бир неча бор қайтарилиб, тошқол бир неча бор тўкилилади ва мисга бой олтингугуртли бойитма (оқ матт) олинади. 1-босқич давомида конвертерларда ҳарорат жуда тез суръатларда, яъни минутига $5\text{--}7^{\circ}\text{C}$ ҳароратда ортиб боради. Шунинг учун ҳам ҳароратни ўз меъёрида сақлаш учун каттиқ ҳолатда майдаланган мисга бой ҳар хил чиқиндилар юкланиб турилади. Ҳарорат меъёридан ортиб кетган пайтда таркибида мисга кварц рудаларни, ҳатто мис сульфидли бойитмани ҳам қайта эритиш мумкин бўлади.

Жараённинг I босқичи – штейнни қўшимча конвертерга қуймасдан туриб фурмада пуркаш олиб борилади ва конвертерда олтингугуртли окштейн ҳосил бўлади.

Конвертер жараёнининг иккинчи босқичи оқ штейн – Cu_2S ни ҳаво билан пуркаш натижасида оксидлантириб, хомаки мис олишдир. Оқ штейнни пуркаш даврида бир пайтда иккита реакция боради: Cu_2S ни CuO қисман оксидланиш ва мис бирикмаларининг ўзаро боғланишлари:



Иккала реакция кислороднинг ўзлаштириш даражаси 90 % дан юқори-роқни ташкил қилиши билан тез ва тўлиқ ўтади. Конвертернинг ҳажмидаги ҳароратларда (1150°C баландроқ) SO_2 нинг парциал босими катта рақамни ташкил қилади ($P > 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$).

Иккала реакциянинг бориш шароитлари кўриб чиқилганда 2 та хулосага келиш мумкин:

1) Жараённинг иккинчи босқичида конвертерда миснинг ярим оксиди учрамайди, чунки у пайдо бўлиши билан мис ярим сульфиди билан ўзаро боғланиб, хомаки мис ташкил қилади ва катта босим билан SO_2 ажралиб чиқади;

2) Суяқ мис ярим оксидини конвертерга қуйиш мумкин эмас, чунки иккита суяқлик аралашса, катта миқдорда SO_2 пайдо бўлади ва моддалар портлаш эффектига дуч келиши мумкин.

Мис ярим оксидини совуқ ҳолатда юклаш мумкин. Бунда моддалар аста-секин қизиб, суяқ ҳолатга ўтиб, реакцияга киришади.

Иккита реакциянинг бориши натижасида жараённинг иккинчи босқичида хомаки мис пайдо бўлади. Хомаки мис суяқ ҳолатда бўлади, чунки унинг эриш ҳарорати 1083°C , конвертордаги ҳароратлардан анча пастроқдир. Хомаки миснинг пайдо бўлишининг дастлабки минутларида, у мис ярим сульфидида эрийди. Кейин эса мис сульфиди эриш қобилияти бўйича (олтингугурт 17,9 % гача) эритилса, икки қатламга ажралади: юқори қатлам мисга тўйинган Cu_2S дан иборат ва ташқи қатлам-хомаки мис, унда 1,8 % гача олтингугурт бўлади. Пуркаш даврида пастки қатлам юқоридаги қатлам камайиши ҳисобига ўсиб боради. Мис ярим сульфидини оксидлантириш учун ҳароратни ҳар доим юқори қатламга бериш керак, шунингдек, мис заводларида фурмалар конвертернинг биқинида жойлашади. Металлург ишчи- мутахассис ҳавонинг тўғри келишини доим назорат қилиши керак ва конвертерни айлантрииб, ҳаво йўлини оқ штейнга йўналтрииши лозим.

Амалиётда жараённинг иккинчи босқичи узлуксиз, тахминан 2–3 соат давомида ўтказилади, жараённинг яқунланиши махсус кимёвий таҳлил орқали аниқланади. Штейнни пуркашдан олдин конвертер, ёқилғи ёндириш ёки олдинга ўтган жараён ҳисобига юқори ҳароратда иситилган бўлади. Аниқланган экзотермик реакциялар бориши давомида ажралиб чиққан иссиқлик жараён талаб қилган иссиқликни тўла қондира олади.

Иссиқликнинг ортиқча қисми эритилган моддаларнинг ҳароратини орттриишга сарфланади. Ҳароратнинг ортиш тезлиги биринчи босқичда

0,9–3⁰C/минутни ва иккинчи босқичда 0,15–1,2⁰C/минутни ташкил қилади. Тошқолни печдан чиқариш пайтида эритманинг ҳарорати пасаяди, унинг юқори иссиқлик ўтказиш қобилиятига эга эканлиги сабабли ҳароратнинг пасайиш тезлиги анча ортади ва 3–8⁰C/ минутни ташкил қилади.

Мис штейнларида рух ва кўрғошиндан бошқа бир қатор нодир ва заррали иккиламчи металлар бор. Амалиётдан маълумки, штейн таркибидаги зарарли моддалар газ билан қуйидаги даражада йўқотилади %: 84 As, 73 Sb ва 96 Bi.

Конверторлаш давомида хомаки мис таркибига 70–80 % селен ва 40–50 % теллур ўтади. Рений деярли тўлиқ газ фазасига ажралиб чиқади. Бундай газлар бир қатор фойдали элементларга бой ва алоҳида ажратиб олиш анчагина иқтисодий самара беради.

Конвертерда фурмадан чиқаётган ҳавонинг бошланғич тезлиги 100–170 м/с ни ташкил қилади. Ҳаво оқимининг катта тезлиги оксидлантириш реакцияларининг тез ва тўлиқ ўтишига ёрдам беради.

Конвертерда ортиқча иссиқликнинг борлиги унда совуқ иккиламчи моддаларни эритишга имкон яратади. Айланувчи (оборот) совуқ материалларнинг сони штейн массасига нисбатан 20–25 % ни ташкил қилади.

Жараённинг иккинчи босқичида конверторлашдан умумий ажралиб чиқадиган иссиқлик 20 % ни ташкил қилади. Айниқса, бу даврда иссиқлик ортиқча бўлиб, совуқ моддаларни қўшиш имконияти бўлади.

Конвертер жараёнини такомиллаштириш йўлларида бири–бу катта маблағ сарфини талаб қиладиган ишлардан асосийлари – механизациялаш ва автоматлаш, ўтга чидамлироқ оловбардош ғиштларни ишлатиш ва асосий кимёвий реакцияларни тезлаштиришдир.

Реакцияларни тезлаштириш учун кислородга бойитилган ҳаводан фойдаланиш катта аҳамиятга эга. Тажриба шуни кўрсатадики, ишлаб чиқариш унумдорлиги, кислородга нисбатан ўсишидан кўра юқориқдир. Масалан, ҳаводаги таркиби 23,3% бўлса (нисбий бойитиш 11,5 %), конвертерни ишлаб чиқариш унумдорлиги 14,1 % га ортади. Ҳавонинг кислородга бойитиш даражасини 25,3 % га олиб чиқиш, унумдорликни 38,7 % га орттиради. Фақат бу тадбирни қўллашда ҳароратнинг кескин ортиши натижасида оловбардош ғиштларнинг тезда ишдан чиқишини эътиборга олиш лозим.

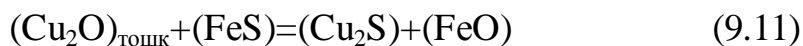
Конвертер жараёнининг асосий камчиликларидан бири – унинг даврийлигидир. Ҳозирги даврда узлуксиз жараёни яратиш йўналишида илмий изланишлар олиб бориляпти. Жараёни амалга ошириш қийинчиликлари икки босқичли бўлиб, биринчи босқичи тошқолни йўқотишдир.

Жараённинг иккинчи катта камчилиги – бу ажралиб чиқаётган сульфидли газларнинг атроф-муҳитни заҳарлашидир. Устки қисми ёпиқ конвертерларни қўллаш ва ҳамма газларни сульфат кислотасини олишга юбориш мақсадга мувофиқ бўлар эди.

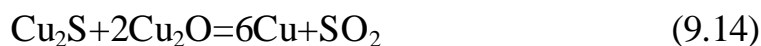
Конвертер тошқолларида 3,0–3,5 % мис бор, бу ярим маҳсулот ҳисобланиб, қайтадан яллиғ печга юкланади. Тошқолда 27–29 % кремний диоксиди бўлса, яллиғ печда қайта ишлаш деярли қийинчилик туғдирмайди.

Тошқолларни флотация билан бойитишда унинг таркибида фақат 18–20 % SiO_2 бўлиши керак.

II босқич темир сульфидининг (FeS) штейн таркибидаги фаоллигининг камайиши билан бошланса-да, Cu_2S фаоллиги ортиб боради. Бу ўз навбатида, темир оксиди (FeO) фаоллигининг камайишига олиб келади:



Эритмада мис сульфиди (Cu_2S) ва темир сульфидининг (FeS) юқори тезликда оксидланиши мобайнида FeS штейн таркибида бор йўғи 3–4 % қолган бўлади. Конверторлашнинг II босқич жараёнининг кимёвий реакциялари қуйидагилар:



Шундай қилиб, 1250°C ҳарорат остида олиб борилган II босқичдаги хомаки мис олиш жараёни сўнгги иккита реакция билан якунланади. Шу қаторда, хомаки мис олиш жараёнида унга йўлдош бўлган қимматбаҳо нодир металллар: олтин ва кумуш ҳам штейн таркибига ўтади ва кейинги жараёнларда ажратиб олинади. Шунингдек, рух конверторлаш мобайнида тошқол ва чанг таркибига ўтади. Чанг таркибидаги Zn 15–20 %ни ташкил этади.

№10-МАЪРУЗА. МИС ШТЕЙНЛАРИНИ КОНВЕРТОРЛАШНИНГ БИРИНЧИ ВА ИККИНЧИ БОСҚИЧЛАРИ.

Штейнларни конвертерлаш жараёнини биринчи босқичи.

Одатда эришиш печларда олинган штейн таркибида 24-40 % Cu, 24-26 % S ва 35-45 % Fe бор.

Штейнларни конвертерлаш жараёнини мақсади - темир ва ва олтингургуртни чиқариб ташлашдир. Жараён даврида бир қатор зарар моддалар ҳам ажралиб чиқади. Олтин, кумуш ва бошқа нодир металлар хомаки мис таркибига ўтадилар.

Жараён махсус дастгоҳ - конвертерларда ўтказилади. Уларни тасвири плакат ва атласларда келтирилган. Конвертер ўзи билан, тепа қисмида тешиги бор, горизонталь бочка шаклдаги дастгоҳдир. Бочкани ички хажми огнеупор гиштлар билан химоя қилинган. Бочкани ўзи эса пўлат листидан тайёрланган. Конвертер ўзини ўқи негизида айланишга имконияти бор. Замонавий конвертерларни хажми, хомаки мис бўйича, 40, 75 ва 100 т ташкил қилади. Уларнинг ўлчамлари: узунлиги 6,1; 9,15 ва 10,76 м ва диаметрлари 3,66; 4 ва 4 м тетегишинчали бўлади.

Штейнни суюқ ваннасига ҳаво бериш учун, конвертерда фурмалар бор. Ҳар битта фурма пўлат трубкасидан тузилган бўлиб, ундан 1,0- 1,2 * 10 Па ортиқча босим билан ҳаво берилади. 40 тоннали конвертерда 28 фурма, 75 тонналида эса 43 - 50 дона фурма бор. Катта конвертерни фурмасини диаметри 52 мм ташкил қилади. Конвертерни бочкаси ва ости қисми 350 - 460 мм огнеупор гиштлар билан химояланади. Фурмали поясда эса футеровкани эни 475 мм гача оширилади.

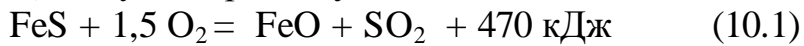
Газларнинг чиқарилишига, напыльник номи бўлган, газ чиқариш дастгоҳи бор. Напыльник чўян ёки пулат плиталардан терилганида. Напыльниклар ҳаво ёки сув билан совитилади. Газлар напыльникдан коллекторга тушиб сульфат кислотаси олиш учун юборилади. Мис штейнини конвертерлаш давомида шлак ажралиб чиқади, қайсига бутунлай темир ўтади, олтингургурт эса SO₂ шаклда эритмадан йўқотилади.

Мис штейнини конвертерлаш давомида ҳаво эритма хажмидан ниҳоятда тез - 0,13 сония даврга утади. Бунда кислородни узлаштириш

даражаси 95 % ташкил қилади. Ҳисоботларга кўра, ҳар бир жараённинг дақиқасида суяқ ваннадаги кислородга мухтожлик фақат юз мингдан бир қисми қондирилади. Бу реакцияларни ниҳоятда тез ўтишини кўрсатади.

Мис штейнини конвертерлаш икки босқичдан ибортадир: биринчи босқичда темир сульфидиоксидланади ва флюс қўшилиб печдан чиқарилади, иккинчи босқичда эса мис сульфиди оксидланиб хомаки мис олинади.

Ҳаво бўлақларини суяқ штейн ваннасида оксидланиши мумкин:



Ҳар бир технология дақиқасида кислородни етишмовчилиги, жараёни 4 - 18 соатга чўзилиб кетишига олиб келади.

Пайдо бўлган оксид мис оксиди темир сульфиди билан ўзаро реакцияга киради:



Бу реакция тўлиқ чангдан ўнгга силжайган. Бундан хулоса: конвертерда темир сульфиди борлиги мис эритмасининг тўлиқ яна сульфид ҳолатига қайтаради. Мис оксидини олиш учун, ваннадан темир сульфиди тўлиқ йўқотилиши шарт.

Ваннада мисни сульфид ва оксид бирикмалари ўзаро бошланишлари мумкин:



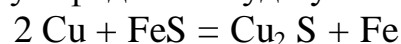
Бу реакциянинг изобар - изотермик потенциали:

$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (10.5)$$

Конвертердаги хароратларда бу реакция тезлик билан ўтади ва катта босим билан SO ажралиб чиқади. Ушбу босимнинг бир-неча қийматлари:

T_1 °C	P_{SO_2} * 10 ⁻⁵ Па
508	0,045
591	0,159
1052	6,46
1150	8,0

Агарда ваннада темир сульфиди мавжуд бўлса:



Бошқа сўзлар билан айтганда, қачонки суяқ ваннада темир сульфиди бўлса, на мис - ярим оксиди, на эркин мис олиш имконияти йўқ. Бундай жараёни икки босқичда олиб бориш мухтожлиги келиб чиқади: биринчи - темирни ва у билан боғланган олтингугуртни йўқотиш, иккинчиси - қолган олтингугуртни ажратиш ташлаш.

Жараённинг биринчи босқичида суяқ штейндан ҳаво барабан қилиниб темир сульфиди оксидланади:



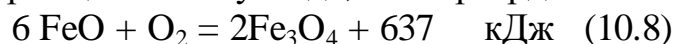
Темир оксиди қўшимча бериладиган кварц флюси билан шлак ҳолатига ўтказилади:



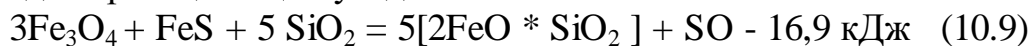
Жараённинг йиғинди реакцияси:



реакция тез оқиб ўтади, (10.7) реакция эса 900 °С дан пастрок шароитларда аста секин ўтади. Шунинг учун, ҳаво бериш биринчи дақиқаларда, харорат ҳли паст бўганда, конвертерда магнетит пайдо бўлади:



Бу реакция оқиб ўтиш давомида кўшимча иссиқлик ажралиб чиқади ва харорат 900 С дан юкрироқ қийматларга эга бўлади. Харорат ошган шароитда, қуйидаги реакция оқиб ўтади:

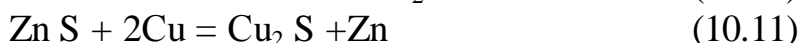
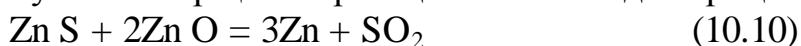


Конвертердан ўтадиган кимёвий реакциялар хароратга боғлангандир. Қанча харорат баландроқ бўлса, шунча жараён тезроқ ўтади, техник-иктисодий кўрсаткичлар яхшироқ бўлади. Фақат бу шароитларда огнеупор ғиштлар тезроқ ишдан чиқади. Шунинг учун хароратни 1350°С дан юқори кўтариш тавсия этилмайди.

Конвертерга штейн билан кўшимча зарарга моддалардан рух, никель ва ноёб металларни ҳисобга олиш керак.

Рух конвертерга штейн билан ZnS шаклда келиши мумкин. Эркин ҳолатдаги рух иккиламчи хом ашё юкланганда келиши мумкин. Иккала вариантга ҳам рух жараённинг якунида интенсив ҳолатда оксидланади. Оксидланган рухни қисми (20% гача) шлак таркибига ўтади. Бу ходиса шлакни хусусиятларига салбий таъсир қилади, ёпишқоқлигини кўпайтиради, эриш хароратини оширади ва мис микдорлигини юқори қийматларга олиб келади.

Рухнинг бир қисми реакция натижасида пар ҳолатига ўтади:



Рух парлари оксидланади ва майда оқ чанг шаклда газ билан ўчади. Бу ҳолатда газ ок рангли булади.

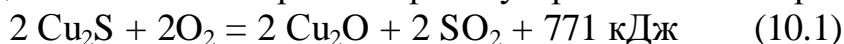
Газдан рух оксидини чанг ушловчи дастгоҳларда ажратиб олиш мумкин.

Никель ва нодир металлар конвертер жараёнининг босқичида тўлиқ штейн фазасига ўтади.

Жараённинг биринчи босқичи- штейнин ҳаво билан қайта ишлаш-штейнни йиғиш ва кварцни кўшиш бир неча соат давом этади. Шу даврда штейнни бир ковшдан қуйиб уни ҳаво билан пуфланади. Бир поция штейнни пуфлаш даври 45-60 минутни ташкил қилади. Ундан кейин шлак печдан чиқарилиб янги штейн порцияси қўйилади ва унга кварц берилади. Бу жараён бир неча марта такрорланади. Биринчи босқич конвертердан охирги шлакни қуйиш билан тугалланади. Бунда ваннада оқ штейн-матт-қолади. Уни таркибида фақат CuS бор. Темирни яқунловчи қолган микдорини(0,5-1,0%) штейнни кимёвий таҳлил орқали аниқланади.

Штейнларни конвертерлаш жараёнининг иккинчи босқичи ва такомиллаштириш йўллари.

Конвертер жараёнининг иккинчи боскичи ок штейн - CuS ни ҳаво билан пуфлаш натижасида оксидлантириб хомаки мис олишдир. Ок штейнни пуфлаш даврида бир пайтда иккита реакция оқиб ўтади: CuS ни CuO қисман оксидланиш ва мис бирикмаларини ўзаро боғланишлари:



Иккала реакция, кислороднинг ўзлаштириш даражаси 90 % дан юқорироқни ташкил қилиши билан, тез ва тўлиқ оқиб ўтади. Конвертернинг хажмидаги ҳароратларда (1150 °С баландроқ) SO₂ ни парциал босими катта рақамни ташкил қилади. ($P > 8 * 10^5 \text{ Па}$).

Иккала реакцияни оқиб ўтиш шароитларини кўриб чиқганда, 2 хулоса қилиш мумкин:

1) Жараённинг иккинчи боскичида конвертерда миснинг ярим оксиди учрамайди, чунки у пайдо бўлиши билан мис ярим сульфиди билан ўзаро боғланиб хомаки мис ташкил қилади ва катта босим билан SO₂ ажралиб чиқади.

2) Суюқ мис ярим оксидини конвертерга куйиш мумкин эмас, чунки иккита суюқлик аралашса катта миқдорда SO₂ пайдо бўлади ва моддалар портлаш эффектига дуч келиши мумкин.

Мис ярим оксидини совуқ ҳолатда юкласа бўлади. Бунда моддалар аста-секин қизиб, суюқ ҳолатига ўтиб реакцияга киришади.

Иккита реакция оқиб ўтиш натижасида жараённинг иккинчи босқичида хомаки мис пайдо бўлади. Хомаки мис суюқ ҳолатда бўлади, чунки уни эриш ҳарорати 1083°С, конвертердаги ҳароратлардан анча пастроқдир. Хомаки мисни пайдо бўлиш биринчи дақиқаларида, у мис ярим сульфидида эрийди. Кейин эса, мисни сульфидда эриш қобилятига яқун ясалганда (олтингургуртни 17,9 % гача) эритса икки қатламга ажралади: юқори қатлам мисга тўйинган Cu₂S дан иборат ва ташқи қатлам - хомаки мис, қайсида 1,8 % олтингургурт бор. Пуфлаш даврида пастки қатлам, юқоридаги қатлам камайиши ҳисобига ўсиб боради.

Мис ярим сульфидни оксидлантириш учун қарорни ҳар доим юқори қатламга бериш керак, шунингдек мис заводларда фурмаларни конвертрани ёнида жойлашади. Металлург ҳавони тўғри келишини доим назорат қилиш керак ва конвертерни айлантириб ҳаво йўлини оқ штейнга йўналтириши лозим.

Амалиётда жараённи иккинчи босқичи узлуксиз тахминан 2 - 3 соат давомида ўтказилади, жараённинг яқунланиши махсус кимёвий таҳлил орқали аниқланади.

Штейнни пуфлашдан олдин конвертер, ёқилғи ёндириш ёки олдинга ўтган жараён ҳисобига юқори ҳароратга иситилган бўлади. Аниқланганки экзотермик реакциялар оқиб ўтиш давомида ажралиб чиққан иссиқлик жараён талаб қилган иссиқликнинг тўла қондириб олади.

Иссиқликни ортикча қисми эритилган моддаларни хароратини оширишга сарфланади. Хароратнинг ошишини тезлиги 0,9 - 3 % мин биринчи босқичда ва 0,15 -1,2/мин - иккинчи босқичда ташкил қилади.

Шлакни печдан куйиш пайтида эритманинг харорати пасаяди, чунки конвертер ташқаридан қизитилмайди. Харорат бир минутда 1- 4 °С га пасаяди. Хомаки мис олингандан сўнг, унинг юқори иссиқлик ўтказиш қобилиятига эга бўлгани сабабли, хароратнинг пасайиш тезлиги анча ошади ва 3 - 8 °С / мин ташкил қилади.

Мис штейнларида рух ва кўрғошиндан бошқа бир қатор нодир ва зарали металллар бор. Амалиётдан шу маълумки, штейнни таркибидаги зарар моддалар газ билан йўқотилади, %: 84 Fe, 73 Sв ва 96 Вi.

Конвертерлаш давомида хомаки мис таркибига 70 - 80 % селен ва 40 - 50 % теллур ўтади. Рений деярлик тўлиқ газ фазасига ажралиб чиқади. Бундай газлар бир қатор фойдали элементларга бойдир ва алоҳида ажратиб олишни талаб қилади.

Конвертерда фурмадан чиқаётган ҳаво бошланғич тезлиги 100 - 170 м/с ташкил қилади. Ҳаво оқимини катта тезлиги оксидлантириш реакцияларни тез ва тўла ўтишига ёрдам беради.

Конвертерда ортикча иссиқликни борлиги, унга совуқ иккиламчи моддаларни эритишга имкон яратади. Айланувчи совуқ материалларни сони штейн массасига нисбатан 20-25% ташкил қилади.

Жараённинг иккинчи босқичида, конвертерлашни умуман ажралиб чиқадиган иссиқликни 20 % ташкил қилади. Айниқса бу даврда ортикча иссиқлик бўлиб, совуқ моддаларни кўшиш имконияти бор.

Конвертер жараёнининг такомиллаштириш йўллари бири-бу катта қўл меҳнатини талаб қиладиган ишларни механизатциялаш ва автоматлаш, ўтга чидамлироқ огнеупор ғиштларни қўллаш ва асосий кимёвий реакцияларн тезлаштиришдир.

Реакцияларни тезлаштириш учун кислородга бойитилган ҳаводан фойдаланиш катта аҳамиятга эгадир. Тажриба шуни кўрсатадики, ишлаб чиқиш унумдорлиги кислородни нисбатлик ўсишидан юқориқдир. Масалан ҳаводиги таркиби 23,3 % бўлса (нисбатлик бойитиш 11,5%), конвертерни ишлаб чиқариш унумдорлиги 14,1% га ошади. Бойитиш даражасини 25,3% олиб чиқиш унумдорликни 38,7% оширади. Фақат бу тадбирни қўллашда хароратни кескин ошиб, огнеупорни тездан ишдан чиқишини кўзда тутиш керак.

Конвертер жараёнини асосий камчиликларидан бири-уни даврийликлиги. Ҳозирги даврда узлуксиз жараён яратиш йўналишида илмий изланишлар олиб бориляпти. Жараённи амалга ошириш қийинчиликлари -бу икки босқичлик ва биринчи босқичдаги шлакни йўқотишдир.

Жараённи иккинчи катта камчилиги - бу ажралиб чиқаётган сульфидли газларнинг атроф мухити захарлвшидир. Ўсиш ёпиқ конвертерларни қўллаш ва ҳамма газларни сульфат кислотасини олишга юбориш мақсадга мувофиқ бўлар эди.

Конвертер шлакларидида 3,0 -3,5 % мис бор, бу ярим маҳсулот ҳисобланиб қайтадан яллиқ печга юкланади. Шлакда 27 - 29% кремний диоксиди бўлса яллиқ печда қайта ишлаш деярлик қийинчилик туғдирмайди. Шлакларни флотация билан бойитишга уни таркибида фақат 18-20% SiO₂ , бўлиши керак.

№11-МАЪРУЗА. ХОМАКИ МИСНИ ОЛОВЛИ ТОЗАЛАШНИНГ НАЗАРИЯСИ ВА АМАЛИЁТИ.

Оловли тозалаш назарияси

Эритиш печларида олинган штейн конвертерлашдан кейин хомаки мис олинади. Хомаки миснинг ўртача кимёвий таркиби куйидагича бўлади, %:

97,5–99,5 Cu; 0,03–0,35 S; 0,01–0,1Fe; 0,1–0,5Ni; 0,05–0,26 Pb; 0,03–0,3 As; 0,03–0,2 Sb; 0,05 гача Bi; 0,1 гача Sn; 0,03 гача Zn; 0,1 Se ва Te; 0,1 O₂; 0,003–0,04 (30-400 г/т) Au; 0,002–0,3 (20–3000г/т) Ag.

Кимёвий таркибдан маълумки, мисдан ташқари асосий қўшимчалар олтингугурт, темир, рух, кўрғошин ва маргимушдир. Керакли қўшимчаларга селен, теллур, олтин ва кумуш киради. Демак, бундан маълумки, 5та кимёвий элементни, имкон даражасида бир фазага, яъни Cu, Se, Te, Au, Ag ни анодли мис таркибига, қолган S, Fe, Ni, Pb, Zn, As, O₂, SiO₂ ва бошқа нокерак унсурларни тошқолга ўтказиб орқага, яъни аввалги конвертер печига суюқ ҳолда қайтариш керак. Шунинг учун ҳам юқоридаги икки гуруҳга бўлинган металлларни мисдан холи қилиш учун ҳам икки хил тозалаш усули кетма-кет қўлланилади.

1. Оловли тозалаш.

2. Электр токи ёрдамида электролиз орқали тозалаш.

Ҳар икки жараёнда ҳам керакли металлларнинг нобуд бўлишига қисман бўлсада йўл қўйилади. Бироқ нобудгарчилик унча иқтисодий зарар кўрсатмайди. Чунки оловли ва электролиз тозалаш пайтидаги (анодли тошқол, электролит, эритма ва шламлар) ажратиб олинган иккиламчи қўшимчалар қайта ишланади ва улардаги керакли металллар ажратиб олинади.

Тозалашдан кейинги олинган маҳсулот таркиб ва сифатлилиги учун ҳам давлат талабига, яъни ГОСТ 859–66 га тўлиқ жавоб бериши керак. Ушбу талаб бўйича энг олий тозаланган, рафинирланган мис (МОО мааркаси) таркиби 99,99 % дан кам бўлмаслиги керак. Шундай бўлсада, тозаланган мис таркибидаги 20 та кимёвий элементнинг қўшимча йиғиндиси 0,01 % дан ошмаслиги алоҳида қайд этилади. Улардан 10 та элемент, куйидагилар: Bi, Sb, As, Fe, Ni, Pb, Sn, S, O, Zn.

Дунёда 95 % дан ортиқ хомаки мис икки босқичли тозалаш жараёнидан ўтади. Бор-йўғи 5 % гина хомаки мис фақат оловли тозалашдан сўнг олинган қизил мис сим ёки лист ҳолида ёки қотишма ҳолида қуйилиб, халқ хўжалигида ишлатилади.

Иқтисодчиларнинг ҳисобига кўра, икки босқичли тозалаш ҳар қандай шароитда ҳам (гарчи таркибида олтин, кумуш кам бўлсада ёки электр токи қимматга тушса ҳам) иқтисодий самара беради. Чунки электролитик рафинирлаш мобайнида қаттиқ ҳолатдаги анодли мис таркибидаги олтин, кумуш, платина гуруҳидаги элементлар ва нодир металлларни (Se, Te, Bi ва бошқалар) тўлиқ ажратиш имконияти бўлади.

Икки босқичли тозалашни бир босқичли жараёнга ўтказиш борасида олимлар олиб борган айрим тадқиқотлар самарасиз яқунланди. Чунки оловли тозалашни йўқ қилиб, ўрнига электролиз усули билан тўлиқ тозалаш икки босқичли тозалашдан кўра кўпроқ харажат сарф қилди. Бир босқичга ўтиш борасидаги барча изланишлар амалий аҳамиятга эга бўлмади.

Мисни оловли тозалаш

Хомаки мисни оловли тозалашдан асосий мақсад - бўлажак электролитик тозалашга яроқли зич анодлар олиш ва зарра металлларни йўқотишдир. Зарра металлларни борлиги электролиз жараёнига салбий тасир қилади. Анодларни хомаки мисдан ҳам қўйса бўлади, фақат электролиз кўрсаткичлари, зич анодга нисбатан, анча ёмонроқдир. Хомаки мисдаги зарра металлларни уч гуруҳга бўлса бўлади:

- 1) Нисбатдан онсон ва тўла ажралиб чиқадиганлар - Zn, Fe, S;
- 2) Қисман ажралиб чиқадиганлар - As, Sb, Bi, Ni,
- 3) Умуман ажралиб чиқмайдиганлар - Au, Ag.

Оловли тозалашда қуйидаги операциялар ўтказилади:

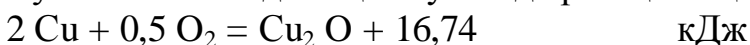
1) Хомаки мисни печда эритиш (агарда печга суюқ хомаки мис қўйилса бу операция утказилмайди);

2) Суюқ мисни ҳаво пуфлаш орқали оксидлантириш. Бу операцияни мақсади - зарра металлларни оксидлантириб шлак фазасига ўтказишдир. Операция якунида мис сиртидан шлак албатта чиқариб ташлаш керак. Акс ҳолатда зарра металллар янгитдан мис таркибига ўтиши мумкин;

3) Суюқ мис ваннасида эриган мис яримоксидини тикланиш операцияси;

4) Мисни анодларга қуйиш.

Суюқ мис хажмдаги ҳаво ўтганда реакция оқиб ўтади:



Пайдо бўлган Cu_2O суюқ мисда эрийди. Мис яримоксидни эиш қобиляти хароратга боғлиқ ва қуйидаги рақамларни ташкил қилади.

1100 °С - 5,0 %; 1750 °С - 8,3 % ва 1200 °С - 12, 4 %. Хароратни ундан юқори кўтарилиши эришни деярлик оширмайди. Амалиётда оксидланиш операциясини 1150 - 1170 °С оралигида олиб борилади. Шунинг учун, суюқ мисни кислород билан тўйинтирилишини 8 % билан чекланади холос. Бу

рақам сууқ ваннада 0,9 % кислород борлигига тўғри келади. Агарда мисни кўшишга оксидлантисак, Cu_2O ванна сиртига сузиб чиқиб, бефойда мис билан шлакни бойинтиради. Иложи борича Cu_2O ни баланд миқдорлиги зарра моддаларни максималъ равишда оксидлантириш учун керак.

Хомаки мисни таркибида 99 % Cu , 0,2 % S , 0,5 % Fe ва бир канча селен, теллур, висмут, сурьма, мышьяк, никель ва бошқа металлар бор. Хомаки мисга шихтадаги олтин ва кумуш деярли тўла ўтади.

Мис яримоксиди сууқ мисда эриб, зарра моддалар билан ўзаро боғланади. Масалан, мис ярим сульфидига боғланган олтингугурт билан:



Печдаги харорат оралигида бу реакция деярли тўлиқ чапдан ўнгга сурилган ва тўлиқ ўтади.

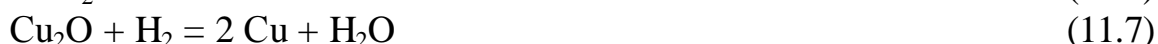
Мис яримоксиди бошқа металларга нисбатан кислородга тортилиш кучи кам бўлгани сабабли ўзини кислородини бошқа металларга бериб, уларни оксидлантиради.



Элементлар Zn , Pb , Al , Si , Mn , Sn ва Fe онсон ва тўла шлак фазасига ўтади. Масалан, темирни назария бўйича қолдиқ миқдори (оғирлик бўйича) 0,0011% ташкил қилади. Амалиётда темирни сууқ мисдаги миқдори 0,0009%.

Сууқ мис хажмига ҳавони диаметри 25-30мм бўлган, $2-2,5 * 10^5$ ПА босимида берилади. Зарра элементларни шлаккаш учун, печга флюс - кварц куми берилади. Оловли тозалашга шлакка зарра моддалар билан, мис ҳам ўтади. Шлакдаги миснинг миқдори 45 % гача етади. БЛУ шлак айланувчи хом ашё ҳисобланиб, қайтадан конвертерга юкланади Жараённинг умумий давомийлиги, зарра моддаларни миқдорлигига боғлиқ, ва 1,5 -3,0 соатни ташкил қилади.

Зарра моддаларни ажратиб чиқариш учун пуфланган мис, кислород билан тўйингандир. Мисни тикланиши куйидаги реакциялар орқали ўтиши мумкин:



Ҳамма реакциялар осон ва тўла ўтади. Масалан, водородли тикланиш 248°C бошланиб, печдаги хароратларда жудаям тез ўтади. Бу реакциянинг мувозанат доимийлиги:

$$K_p = P / P \quad (11.10)$$

1050°C да K_p ни қиймати $1 * 10^{-4,1}$ га тенг, бошқа усул билан айтганда, жудаям кичик рақам. Бундан хулоса, водороднинг миқдори, сув боғларини

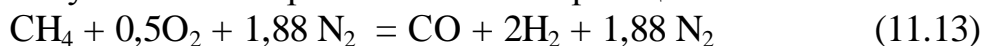
микдорига нисбатдан, 10000 марта камроқдир ва водород деярли тўла реакцияга киришган.

Ўзбекистон шароитида тиклаш учун табиий газдан фойдаланиш афзалроқдир. Жараён даврига (11. 9 реакция) ажралиб чиқаётган водород ҳам тикланиш реакциясида қатнашади. Фақат шуни эсда тутиш керакки, табиий газ юқори хароратда парчаланеди:

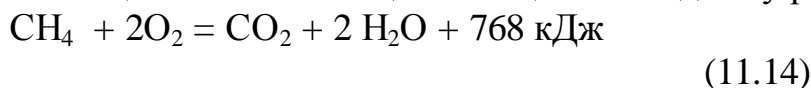


ва уни ўзлаштириш даражаси деярли юқори эмасдир.

Конверцияланган газдан фойдаланиш юқорироқ кўрсаткичларга олиб келиши мумкин. Конверсиянинг асосий реакцияси:



Конверсияни 900 - 1200 °С оралиғида ўтказилади. Жараён учун керак бўлган иссиқликни метанни қисман ёқиб олинади. Бу реакция:



Реакция реакцияларнинг ичида, чекланган ҳолда кислород бериш орқали ўтказилади.

Тикланиш жараёнининг давомийлиги, мисдан кислородни микдорлигига боғлиқ ва 2,5 - 3 соатда бажарилади.

Оловли тозалашни стационар яллиғ печларда ўтказилади. Фақат бу яллиғ печларни ўлчамлари кичикроқ, ёқилги ёндиришга форкамерали ва ён тамонларида ойналиқдир. Печь узлуксиз эмас, вақти - вақти билан даврий тартибда ишлайди. Одатда, бир суткада битта тозалаш ўтказилади. Печнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги уни хажмига боғлиқдир ва 5 - 400 т ташкил қилади. Одатда замонавий печларнинг хажми - 100 - 250 т. Ёқилгини сарфи (миснинг оғирлигига нисбатдан) , %: мазут 7,9; кўмир 12,3.

Стационар яллиғ печда иссиқлик тақсимланиши:

- печнинг иши учун - 41,9 - 46,9 %;

- кател - утилизаторда

пар олиш учун - 36,6 - 40,2;

- исрофгарчилик - 21,5 - 14,4

Тозаланган миснинг жараён маҳслотларининг бўйича тақсимланиши, %: яроқ анодлар - 97,0

брак - 0,45

скрап - 1,16

шлакга 1,14

учар - 0,25

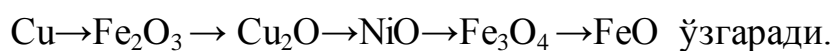
Тозаланган мисни айлантирувчи горизонталь машиналарда анодларга кўйилади. Печнинг хажми 200 - 250 т бўлса, куйиш машинани ишлаб чиқиш унумдорлиги бир соатда 40 т ташкил қилади ва куйиш даври 5 - 6 соатга чўзилади.

Олов ёрдамида хомаки мисни унга йўлдош бўлган қўшимчалардан тозалаш мис технологиясида пирометаллургия жараёнларининг яқунловчи

босқичи бўлиб, суяқ ҳолда бир технологик агрегатдан иккинчисига чўмич орқали суяқ ҳолда ўтган эритма рафинирлашдан сўнг тозаланиб, махсус колипларда қаттиқ ҳолатга, «анод» ҳолига ўтказилади.

Бу жараённинг асл моҳияти мис ва ундаги қўшимчаларнинг кислородга бўлган мойиллигидадир. Чунки ана шу мойиллик эриб турган юқори ҳароратдаги бирикмалар учун катта аҳамиятга эга. Буни Гиббс энергиясининг таркиб топиш кўрсаткичига ёки эритмадаги оксидларнинг диссоциация эластиклигига, яъни диссоциация натижасида ҳосил бўладиган газларнинг шу ҳароратдаги босими, бу босим эса ҳароратга қараб ўзгаришига боғлиқдир.

Агар маълум бир ҳароратда оксидларнинг ҳосил бўлиши Гиббс энергиясининг ўзгаришини кузатиб қарасак, қуйидагиларнинг гувоҳи бўламиз. Пирометаллургия жараёни бораётган юқори ҳароратда Cu , Ni ва Fe оксидларининг барқарорлик даражаси ушбу реакция бўйича



Демак, металлларнинг кислородга бўлган мойиллиги реакция натижасида элементлардан кимёвий бирикмаларнинг ҳосил бўлиши Гиббс энергиясининг ўзгариши орқали ифодаланади.

Маълумки, қанча оксид ва сульфидларнинг ҳосил бўлишида Гиббс энергиясининг манфий томонга камайиши кўп бўлса, металлларнинг кислород ва олтингугуртга бўлган мойиллиги шунча кўп бўлади. Ёки аксинча тескараси ΔG (Гиббс энергияси) қанчалик мусбат кўрсаткичи юқори (2, 4, 6 ва ҳоказо) бўлса, бирикиш шунча заиф, парчаланиш ёки оксидланиши юқори бўлади.

Оловли тозалашнинг мақсади – эриган мисли эритмадаги қўшимчаларни мисга қараганда уларнинг кислородга мойиллиги юқорилигидан фойдаланиб (нодир металллар бундан мустасно) оксидлаб, анодли тошқол ҳолида агрегатдан суяқ ҳолда чиқариб ташлаш.

Оловли рафинирлаш мис ва унинг Cu_2O оксиди хусусиятига асосланган, яъни:

1. Cu_2O эриган мис таркибида (12% гача) яхши эрийди.
2. Cu_2O қўшимчаларга нисбатан яхши оксидловчилардир.
3. Деярли кўпгина қўшимчалар оксидлаш жараёни пайтида мисда эрмайди (қисман эриши мумкин).
4. Барча оксидланган қўшимчаларни эритмадан ажратиш олгач, Cu_2O ни осон ва тезда илгариги металл ҳолига қайтариш мумкин.

Мисни оловли тозалашнинг амалиёти.

Жараёни қуйидаги кетма-кетликда олиб борилади: суяқ хомаки мисни аввалдан юқори ҳароратда қиздирилган (камида 1050°C гача) анодли печга қуйиш, ҳароратни керакли меъёрига ўтказиш (камида 1100°C), қўшимчаларни оксидлаш, анодли тошқолни печдан эриган, суяқ ҳолда тўлиқ олиш, мисни аввалги ҳолатига қайтариш (ачитиш), ҳосил бўлган 99,99 % ли тоза мисни

қолипга “анод” ҳолида қуйиб, қаттиқ ҳолда олиш каби босқичлардан иборатдир. Юқорида қайд этилган 6 та босқичли технологик жараёни тўлиқ бажариш кам деганда 12–14 соат, кўпи билан 30 соатгача вақт мобайнида олиб борилади. Чунки бунда асосий омиллардан бири хомаки мисдаги мис ва қўшимчаларнинг кимёвий таркиби, иссиқликнинг ўзгариши, агрегатнинг ҳажми, қуйилиши керак бўлган қолипларнинг унумдорлиги, қайтарувчи реагентларнинг тури (кўмир, ўтин, табиий газ, водород ва ҳоказо)га боғлиқдир.

Жараён асосан 1150–1170⁰С ҳарорат остида боради. Ҳароратни ошириш билан бироз унумдорлик ортиши мумкин, бироқ бу қайтарувчи модданинг кўпроқ сарф бўлишига, эриган бирикмада Cu_2O нинг ўта ортиб кетишига олиб келади. Шунинг учун ҳам ҳароратни мис металининг эриш ҳароратидан 80–100⁰С юқори ҳароратда олиб бориш мақсадга мувофиқ ва энг оптимал меъёрий ҳарорат ҳисобланади.

11.1-расмда кўрсатилганидек, оловли тозалаш кўзғалувчан айланма анод печларида олиб борилади.

Хомаки мисни оловли тозалашдан асосий мақсад – кейинги жараён электролитик тозалашга яроқли қаттиқ ҳолдаги зич анодлар олиш ва қўшимча иккиламчи металлларни йўқотишдир. Қўшимча металлларнинг борлиги электролиз жараёнига салбий таъсир кўрсатади.

Анодларни хомаки мисдан ҳам қолипларга қуйиш мумкин, фақат электролиз кўрсаткичлари, зич анодга нисбатан, анча яроқсизроқдир.



11.1-расм. Қўзғалувчан анод эритиш печининг умумий кўриниши. Унда печининг ён кўриниши, чиқаётган оқова газ мўриси, ўнг томонда эса табиий газ берувчи ёндиргич кўрсатилган.

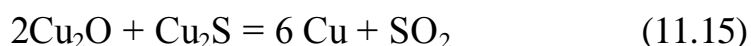
Суюқ мис эритмаси аро ҳаво ўтганда қуйидаги асосий реакция боради:



Ҳосил бўлган Cu_2O суюқ мис эритмасида эрийди. Мис яримоксидининг эриш қобилияти ҳароратга боғлиқ ва қуйидаги кўрсаткичларда неча фоиз эриши кўрсатилган:

$$1100^\circ\text{C} - 0,5 \%; 1150^\circ\text{C} - 8,3 \%; \text{ ва } 1200^\circ\text{C} - 12,4 \%.$$

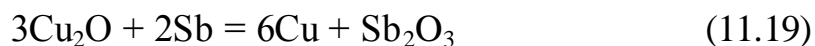
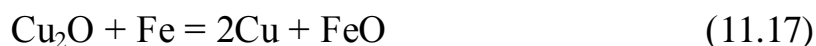
Ҳароратнинг ундан юқори кўтарилиши эриш кўрсаткичини деярли оширмайди. Амалиётда оксидланиш жараёни $1150\text{--}1200^\circ\text{C}$ оралиғида олиб борилади. Шунинг учун ҳам суюқ миснинг кислород билан тўйинтирилиши 8 % билан чекланади, холос. Бу рақам суюқ ваннада 0,9 % кислород таркиби тўғри келади. Агарда мисни қўшимча оксидлантирсак, Cu_2O ванна сиртига сузиб чиқиб, бефойда бўлади ва мис билан тошқолни бойитади. Хомаки мис таркибида 99 % Cu, 0,2 % S, 0,5 % Fe ва бир қанча селен, теллур, висмут, сурьма, маргимуш, никель ва бошқа металллар бўлса, хомаки мисга хомашёдаги олтин ва кумуш деярли тўлиқ ўтади. Мис ярим оксиди мисда эриб, қўшимча моддалар билан ўзаро боғланади. Масалан, мис ярим сульфидига боғланган олтингугурт билан қуйидаги реакция орқали ўзаро таъсир этади:



$$\Delta G = 3560 - 6,725 T \quad (11.16)$$

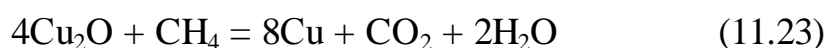
Печдаги ҳарорат оралиғида бу реакция деярли тўлиқ чапдан ўнг томонга қараб боради.

Мис яримоксиди бошқа металлларга нисбатан кислородга мойиллиги юқори бўлгани сабабли ўзининг кислородини бошқа металлларга бериб, уларни оксидлантиради.



Кимёвий элементлардан Zn, Pb, Al, Si, Mn, Sn ва Fe осон ва тўла тошқол бирикмасига ўтади. Масалан, темирнинг назария бўйича қолдиқ миқдори (оғирлик бўйича) 0,0011 % ни ташкил этади. Амалиётда темирнинг суюқ мисдаги миқдори 0,0009 %. Суюқ мис эритмасига диаметри 25–30 мм бўлган пўлат қувурли фурма орқали $2-2,5 \cdot 10^5$ ПА босимда ҳаво берилади. Қўшимча элементларни тошқоллаш учун печга флюс, кварц қуми берилади. Оловли тозалашда тошқолга қўшимча моддалар билан мис ҳам бўлиши мумкин. Тошқолдаги миснинг миқдори 45 % гача ўтади. Бу тошқол айланувчи хомашё ҳисобланиб, қайтадан конвертерга юкланади. Жараённинг умумий давомийлиги, қўшимча моддаларнинг миқдорига боғлиқ ва 1,5–3,0 соатни ташкил қилади.

Қўшимча моддаларни ажратиб чиқариш учун ҳаво пуркаланиб, мис кислород билан тўйинади. Мисни қайтариб тикланиши қуйидаги реакциялар орқали ўтиши мумкин:



Ҳамма реакциялар осон ва тўлиқ ўтади. Масалан, водородли тикланиш 248°C да бошланиб, печдаги ҳароратларда жуда ҳам тез ўтади. Бу реакциянинг мувозанат доимийлиги жуда кўп адабиётларда батафсил ёритилган.

1050°C да Кр ни қиймати $1 \cdot 10^{-4,1}$ га тенг, бошқача айтганда, бу жуда ҳам кичик рақам. Бундан хулоса шуки, водороднинг миқдори, сув буғларининг миқдорига нисбатан 10000 марта камроқдир ва водород деярли тўлиқ реакцияга киришади.

Ўзбекистон шароитида тиклаш, яъни қайтарувчи сифатида табиий газдан фойдаланиш афзалроқдир. Жараён даврида (11.23-реакция) ажралиб чиқаётган водород ҳам тикланиш реакциясида қатнашади. Фақат шуни эсда тутиш керакки, қайтарувчи табиий газ юқори ҳароратда парчаланади,

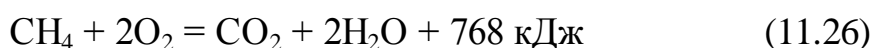


ва унинг ўзлаштириш даражаси деярли юқори эмас.

Жараён мобайнида конверцияланган газдан фойдаланиш юқорироқ кўрсаткичларга олиб келиши мумкин. Конверциянинг асосий реакцияси:



Конверция $900-1000^\circ\text{C}$ оралиғида ўтказилади. Жараён учун керак бўлган иссиқликни метаннинг қисман ёниши натижасида ушбу реакция боради:



Қайтарилыш жараёнининг давомийлиги, мисдаги кислород миқдорига боғлиқ ва 2,5–3 соат мобайнида боради.

Оловли тозалаш айрим ҳолларда стационар яллиғ қайтарувчи эритиш печларида ҳам ўтказилади. Фақат бу яллиғ қайтарувчи эритиш печларнинг ўлчамлари кичикроқ бўлиб, ёқилғи ёндириш учун форкамерали ва ён томонлари туйнуклидир. Печ узлуксиз эмас, вақти – вақти билан даврий тартибда ишлайди. Одатда, бир суткада битта тозалаш жараёни ўтказилади. Печнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги унинг эритиш ҳажмига боғлиқдир ва 50–400 т ни ташкил қилади. Одатда, замонавий печларнинг ҳажми 100–250 т бўлади. Ёқилғининг сарфи (миснинг оғирлигига нисбатан), %: мазут 7,9; кўмир 12,3 атрофида бўлади. Стационар яллиғ қайтарувчи эритиш печида иссиқлик тақсимланиши қуйидагича:

- печ ҳароратини ўз меъёрида ушлаб туриш учун 41,9– 46,9 %;
- буғ олиш учун қозон-совуткич агрегатига 36,6 – 40,2 %;
- турли йўқотиш ва бошқа яроқсиз маҳсулотлар учун 21,5–14,4 %.

Тозаланган миснинг жараён маҳсулотлари бўйича тақсимланиши қуйидагича:

яроқли мис анодлар таркибига 97,0 % ўтади; турли яроқсиз маҳсулотларга 0,45 %; скрапга 1,16 %; тошқолга 1,14 %; газ ва турли учирмаларга 0,25 % мис ўтиши мумкин.

Тозаланган мисни 11.2-расмда кўрсатилганидек, айланувчи горизонтал машиналардаги қолипларга суюқ ҳолда анодлар қуйилади.



11.2-расм. Анод печи ёнига ўрнатилган бўлиб, суюқ эритмани айланма “карусель” қолип орқали қуйиш агрегати.

Печнинг ҳажми 200–250 т бўлса, қуйиш машинасининг ишлаб чиқиш унумдорлиги бир соатда 40 т ташкил қилади ва қуйиш даври 5 – 6 соатга чўзилади. 11.3-расмда қолипларга қуйиб қаттиқ ҳолда олинган анодли мис

кўрсатилган. Бўйи 1 м гача, оғирлиги эса 350 кг гача бўлган ушбу мис қотишмасининг таркибида 99,8 % гача мис бўлади.



11.3-расм. Анод печидан олинган қаттиқ ҳолдаги мисли анод қотишмасининг умумий кўриниши.

№12-МАЪРУЗА. МИСНИ ЭЛЕКТРОЛИТИК ТОЗАЛАШНИНГ НАЗАРИЯСИ ВА АМАЛИЁТИ.

Электродитик тозалашни асосий мақсади тоза, юқори сифатли мис ва ярим маҳсулот (шлам) олишдир. Шламда олтин, кумуш, селен ва теллур тўпланади. Бу жараёни амалга ошириш учун аноддаги мисни доимий электр токи ёрдамида эритилади ва шу даврда эркин мисни катодга ўтказилади. Эритувчи модда ҳисобида сульфат кислотаси қўлланади. Асосий дастгоҳ ҳисобида электродитик ванна ишлатилади.

Электродитик ванна ўзи билан темир бетондан ясалган кесими тўғри бурчак дастгоҳдир. Ванна электродит куйадиган трубопровод ва электр токини таъминлайдиган шиналар билан жиҳозланган. Ваннанинг ички сирти винипласт ёки қўрғошин билан изоляция қилинган, чунки эритмада сульфат кислотаси бор.

Электродит ўтадиган муҳит-электродит-таркибга эга: 135-200/ H_2SO_4 ва 170-200/ мис купораси - $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (35-50/ Cu^{2+} ионларига тўғри келади).

Химия модда ҳисобида винипластни қўллаш анча афзалроқдир. Винипласт ток ўтказмайди ва токнинг исрофгарчилиги камайди ва фойдаланиш коэффициенти ошади. Винипластни камчилиги - у мурт, синувчан ва механик таъсирида тезда ишдан чиқиши мумкин. Винипластли футеровка, қўрғошинга нисбатдан, камроқ ишлайди. Лекин, қўрғошинни қимматлигини ҳисобга олганда, винипласт кенг қўлланади. Хорижий давлатларда винипластни рад этиб, қўрғошин химиятга ўтилмоқда. Қўрғошинни ишлаш даврини ошириш учун, уни таркибига 3-6 % Sb ва 0,0006 % Cu қўшилган.

Канада заводларининг бирида, бундай химиявий материал 28 йил узлуксиз ишлаган.

Анод ҳисобида мисдан тайёрланган пластина қўлланади. Анодни эни 35-40 мм, оғирлиги 270-320 кг.

Катод бўлиб тоза мисдан ясалган энсиз пластина қўлланади. Катодни улчамлари, анодникига нисбатдан, каттароқдир. Буни электр токини катод сиртида бир текис тақсимланиши учун қилинади. Бу тадбир натижасида катоднинг чегара қисмларда ҳар хил ўсиши ва дендиришлар пайдо бўлишига йўл қўйилмайди.

Ваннага анод ва катодлар навбат билан осилади. Анод ва катодлар электр занжирига паралел схемада уланган.

Ваннани катталиги анод, катодлар сони ва уларнинг масофасига боғлиқдир. Агарда ваннада 34 анод ва 35 катод бўлса, ваннани ишчи ўлчамлари тахминан 4000 x 1000 x 1200 мм ташкил қилади.

Ваннанинг катталигини танлаш электродага масофани аниқлайди. Амалиётда оқилона деб топилган, бир хил электродаро, масофа 100-110 мм. Агар масофа 100 мм бўлса, анод ва катоднинг ораси 28 мм га тенг бўлади. Бу масофа электродларни қисқа туташувига йўл қўймаслик учун энг минимал ўлчамдир.

Электролиз ванналари доимий электр токи билан таъминланади. Саноат электр токини доимий шаклга ўтказиш учун кремни дастгоҳлари қўлланади. Уларда токдан фойдаланиш коэффиценти 98-99 % ташкил қилади. Тўғрилагичнинг ишчи кучланиши 250-300 в.

Мис электролиз цехида ванналар сериялар - қаторлар шаклида ўрнатилади. Агарда 1780 ванна бўлса, 290 ваннадан 6 қатор ёки 220 ваннадан терилган 8 қатор бўлиши мумкин. Сериялар ванналарни ток билан таъминлаш ҳисобида ўрнатилади.

Талаб қилинган ток кучини таъминлаш мақсадида, ванналар қатори электр занжирига бирин-кетин боғланади. Бундай мультипл деб аталади. Агарда тўғрилагичдан чиқаётган токни кучланиши 240 в булса, ваннадаги кучланиш 0,3 в тенг бўлади, бу ҳолатда битта тўғрилагичдан таъминланаётган ванналарнинг сони бўлади:

$$240 : 0,30 = 800 \text{ ванна.}$$

Жараённинг оқилона бошқарилиши ваннадаги кучланишнинг паса-йишига имкон яратади. Бир хил заводларда ваннадаги кучланиш 0,2 -0,025 в ташкил қилади. Агарда ваннадаги кучланиш 0,25 в бўлса, унда битта сериядаги ванналарнинг сони:

$$250 : 0,25 = 960 \text{ ваннани ташкил қилади.}$$

Электролиз жараёнида миснинг муомаласи

Агарда, электролит эритмасига тушурилган, тугрилагичдан мис анодига мусбат ток берилса, катодга эса-манфий заряд боғланса, электр занжири туташади ва электролит хажмидан ток оқиб утади. Бунда анодда куйидаги жараёнлар юз беради:

1) металл ионини аноддан ажралиб чикиб ортикча электронни

ташки занжирга утиши:



2) $\text{CuH}_2\text{O}^{2+}$ катионини гидратацияси (металла ионини эритмада сув молекуласи билан боғланиши);

3) катионнинг эритмага ўтиши.

Катод жараёни куйидаги боскичлардан тузилади:

1) Катионни эритма хажмидан катод юзига элтмок;

2) Катионни электрон ёрдамида тикланиши:



3) металл атомини катод кристаллик тузилишига кушилиши. Бундай схема мис аноддан эриб, катод тизимига кушилади ва катодни энлиги ушиб боради.

Жараён даврида электр куввати электролитни, шина ва контактларни каршилигини бартараф қилиш учун сарфланади. Фарадей қонунига биноан, катодга утадиган металлнинг грамм - эквиваленти, занжирдан оқиб ўтадиган электр токига боғлиқдир. Бир грамм - эквивалент металлни ўтказишга 96500 кулон электр токи сарфланади, ёки

$$96500 : 3600 = 26,8 \text{ а-соат}$$

Катодда 1 а - соат ток ёрдамида ўтказиладиган металл массани - шу металлни электр кимёвий эквиваленти деб аталади.

Эритмадан 1 а - соат электр токи оқиб ўтса, катодда $31,78:26,8 = 1,186$ г мис ўтиради (грамм эквивалент - грамда ўлчанган металлнинг атом массасини валентлигига бўлинганлиги айтилади. Масалан, икки валентлигига миснинг грамм - эквиваленти тенг: $63,56 : 2 = 31,78$ г). Амалиётда катодда ўтирадиган металлнинг массаси бу рақамдан камроқдир. Амалий металл массасини назарий олиш мумкин бўлган массасига нисбатлиги ҳар доим бир дан кам бўлади ва фоиз орқали белгиланади. Бу нисбийлик токдан чиқиш деб айтилади.

Металлик миис мавжудлигида, мис сульфат эритмасида икки бор ва бир валентли мис оралиғида мувозанат бор:



Анодда бир валентли мисни пайдо бўлиши токдан чиқишни кўпайтиради, чунки миснинг электрокимёвий эквиваленти 2,374 г тенг ва икки валентли мисни эквивалентидан икки марта кўпроқдир. Афсуски, бир валентли мис эришмада мустаҳкам эмас ва ажралади:



Бу реакциянинг узгармас доимийлиги тенг:

$$K = [\text{Cu}^+]^2 / [\text{Cu}^{2+}] = 0,62 \cdot 10^{-6}$$

Бошка сўз билан айтганда, бир валентли миснинг миқдори, икки валентли мис миқдorigа нисбатан, тахминан 60000 марта камроқдир.

Нордон эритмаларда мисни бевосита эриш жараёни ҳам оқиб ўтади:



Бевосита мисни эриши электролитни сирта ўтади, чунки у ерда система атмосферада кислород билан контакда бўлади. Бу жараён

электролитни ортиқча мисни бойитишга олиб келади ва махсус чоралар билан нормал ҳолатига олиб келинади.

Мисни электролитик тозалашда, анодни юзи атрофида, майда мис кукуни ажралиб чиқиши кутилади. Бу жараён (12.4) реакция оқиб ўтиши натижасида кузатилади. Амалиётда ваннадаги мисни сони 2 % ташкил қилади. Аноддан катодга мис ярим сульфиди ва яримоксиди ҳам ўтмасдан чўкма фазасига ўтади. Бу чўкмалар нодир металллар билан шлаш фазасини ташкил қилади.

№13-МАЪРУЗА. МИСНИ ЭЛЕКТРОЛИЗ КЎРСАТГИЧЛАРИГА ТЕХНОЛОГИК ОМИЛЛАРНИНГ ТАЪСИРИ. АНОД ВА КАТОДЛАРДА ЮЗ БЕРАДИГАН ЎЗГАРИШЛАР.

Мис электролизиде электр қувватини сарфи токни чиқиши ва ваннадаги кучланишга боғлиқдир. Вольтда ўлчанадиган ваннадаги кучланиши куйидаги тенглама орқали топилади:

$$U = JR_1 + JR_2 \quad (12.6)$$

бунда: J - токнинг кучи, а

R_1 - эритмани қаршилиги, б

R_2 - токни йулида учрайдиган қаршиликлар (шина, контакт ва бошқалар), в

Токни кучи J ток зичлигига (i) боғлиқдир. Ток зичлиги - бу 1 м катор юзига тўғри келадиган токнинг кучидир. Қанча i кўп бўлса, шунча катоднинг юзи ўзгармаган ҳолда, токни кучи кўп (J).

R_1 - эритманинг қаршилигига таъсир қилади:

1) анод ва катоднинг жойлашган масофаси. Қанча бу масофа кам бўлса, шунча R_1 кам бўлади ва U ни қиймати паст бўлади. Агарда масофани камайтирса қисқа туташув имконияти пайдо бўлади ва токдан чиқишни қиймати камаяди;

2) эритмани таркиби. Қанча у нордонроқ бўлса, шунча унда водород кўп бўлади ва эритмани қаршилиги камаяди ва ваннадиг кучланиш пасаяди.

3) эритмани харорати. Қанча харорат баланд бўлса, шунча моддаларни ҳаракатчанлиги юқори бўлади, эритмани қаршилиги ва ваннадаги кучланишлар паст бўлади.

Сульфат кислотани қаршилиги, тахминан, мис сульфатини қаршиликдан 10 марта камроқдир. Шунинг учун нордон эритмаларни қаршилиги

анча пастроқдир. Фақат шуни аҳамиятга олиш керакки, қанча сульфат кислотани миқдори кўп бўлса, шунча мис сульфатини эриш қобилияти кам бўлади. Буни сольватация эффекти деб айтилади. Шунинг учун замонавий заводларда эритмада 35 - 40 г/л Cu (175 - 200 г/л $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) ушлаб турилади. Агарда миснинг миқдори бундан камайиб кетса, катод юзи олдида мис билан бирга бошқа катионлар ҳам катодга ўтириб уни сифатли пасайтиради ва электр токини бефойда сарфланишига олиб келади.

Эритмани хароратини 45 - 60°C оралигида ушлаб турилади. 25°C даги эритмани қаршилигига нисбатдан, 50 - 55°C да қаршилик тахминан 2 марта камроқдир ва шунча ваннадаги кучланиш ҳам камроқдир. Фақат баланд харорати уни интенсив порланишга, атроф муҳитни захарлшга олиб келиши мумкун. Порланиши қанча кўплигини куйидаги мисолда кўриш мумкин. Агарда мис электролиз цехида 1000 ванна бўлса ва ҳар ваннани эритма юзи 5м бўлса, унда 67 с да бир соатда 30 т сув порланади.

R ни қийматини камайтириш учун тоза шиналар ва контактларни қўллаш керак. Амалиётда ваннадаги кучланишни 0,25 - 0,30 в атрофида ушлаб турилади. Қолга бу рақам кам бўлса, шунга 1т мисга камроқ электр қуввати сарфланади.

Мис электролизиде электр қувватини сарфланиши куйидагига ҳисоблаш мумкин Фарадей қонунига биноан, 1 а-соатга катодда 1,186 г мис ўтказилади. Агарда ваннадаги кучланиш 0,25 в га тенг бўлса, 1 г мисни ўтказишга назария бўйича сарфланадиган электр қуввати:

$$W = U/1,186 = 0,25 * 1/ 1,186 = 0, 210 \text{ вт.соат}$$

ёки 1т мисга

$$0,210 * 1000 * 1000/ 1000 = 210 \text{ квт.с}$$

Агарда токни чиқиши даражаси 95/ бўлса, 1т катодли мис ўтказишга сарфланади:

$$210 : 0,95 = 222 \text{ квт.с}$$

Амалиётда 1т катодли мис олишга 230 -300 квт.с электр қуввати сарфланади.

Охирги пайтларда ванналарга 14000-15000 а ток кучи бериляпти Бундай катта кучни электродларни сони, уларни ўлчамларини ва ток зичлигини ошириш орқали олиб бориляпти.

Мис электролиз жараёнида ток зичлиги 200-270/м² ташкил қилади. Ток зичлигини тенглама орқали аниқласа бўлади:

$$I = J/ n 2S \tag{12.7}$$

бунда: i - ток зичлиги, а/м²

J - ток кучи (ваннага юклама), а;

n - ваннадаги катодлар сони;

S - катод юзини майдони

$$\text{Агарда } J = 14000 \text{ а, } n=35: S = 0,9 * 0,9 = 0,81\text{м}^2 \text{ булса } i = 14000 : (35 * 2 * 0,81) = 247 \text{ а/м}^2$$

Ваннадаги ток кучи аниқ бўлса, ваннани ишлаб чиқиш унумдорлиги топилади:

$$P = J \alpha \delta * 22/100 * 1000 \quad (12.8)$$

бунда: α - мисни электрохимёвий эквиваленти, 1,186 г

δ - токни чиқиши;

22 - ваннани бир суткада ишлаш соати

Ваннадаги ток кучи 14000 а, токнинг чиқиш унумдорлиги бўлади:

$$P = 14000 * 1,186 * 96 * 22/100 * 1000 = 352 \text{ кг}$$

Катодли мис бўйича цехни ишлаб чиқиш хажми 200 000т бўлса, цехда ўрнатиладиган ванналарнинг сони бўлади:

$$N = 200\,000 / 365 * 352 = 1750 \text{ ванна}$$

бунда: 365 - бир йилдаги кунлар сони;

1,1-10 % ванналар таъмирдаги ҳисобга олувчи рақам.

Хароратнинг таъсири. Қанчалик электролитнинг харорати баланд бўлса, шунча уни қаршилиги кам. Лекин эритмани қизитишга катта хажмда пар сарфланади, анодларнинг коррозияси кўпаяди, ваннадан парланиш ошиб боради. Амалиётда электролитнинг хароратини 50 - 60⁰ С оралиқда ушлаб турилади.

Керак бўлган иссиқликнинг бир қисмини электр токи ўтаётган даврда электролитни қаршилиги орқали олинади. Бу иссиқликнинг сони:

$$Q = 0,239 J^2 R t, \text{ Дж}$$

бунда: Q - иссиқликнинг сони, Дж

J - ток кучи, а

R - электролит қаршилиги, Ом

t - ток ўтиш давомийлиги, сек.

Назараия ва амалиёт шуни кўрсатадики, агарда ток зичлиги 380 а/м ва цехни харорати 20⁰С булса, электролитни харорати ташқаридан иссиқликни сарфланган ҳолда, 55⁰С ни ташкил қилади. Фақат бундай юқори ток зичлиги амалиётда қўлланилмайди. Шунинг учун электролитни қизитиш учун пар қўлланилади. Пар сарфи 1 тонна мисга 1 тоннани ташкил қилади.

Электролиз жараёнида эритмага ҳар хил коллоид моддаларни кўшиш чўкмани сифатини яхшилайти. Каллоид кўшимчалар сифатида совун, клей, желатина, солидол ва бошқа моддалар қўлланилиши мумкин. Қўшимчаларни сарфи 1 м катодли мисга 10 - 40 грамни ташкил қилади.

Аноднинг таркибида мисдан ташқари бир неча металллар бор. Жараён даврида бу металллар махсулотлар бўйича тақсимланади.

Тақсимланиши қуйидагича, %:

	Cu	Au	Ag	Se + Te	Px	Ni	As	
Катод		98	1-1,5	2-3	1 - 2	1-5	15	20
Эритма		1,93	-	-	-	-	75	60
Шлам		0,07	98,5-99		97-98	98-99	95-99	10

Шламнинг тахминий таркиби, %: Cu 10 - 25; Ag 5 - 53; Au 0,05 -5; Pb 0,5 - 12; Se - 2 - 24; Te 0,3 - 12; Bi 0,0 - 7,0; Sb 0,2 - 30; As 0,1 - 5,0.

Шламларда вимматбаио нодир металлар борлиги уларни алоида вайта ишлашни талаб вилади.

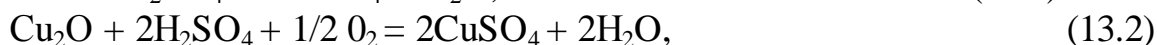
№14-МАЪРУЗА. МИС ХОМ АШЁЛАРИНИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИК ҚАЙТА ИШЛАШ. ТАНЛАБ ЭРИТИШ. ЭРИТМАЛАР ТАРКИБИДАН МИСНИ АЖРАТИБ ОЛИШ.

Ҳозирги пайтга келиб бутун дунёда ишлаб чиқарилаётган миснинг 15 фоизи рудаларга, бойитмаларга, балансдан ташқаридаги чиқинди рудаларга гидрометаллургик усулда ишлов бериш ва ишлов бериб тугатилган конларни ер остида танлаб эритиш йуллари билан олинади.

Инсоният қўлида тоғ жинсларини бузишнинг кучли воситаларини (атом ва термоядро портлатишлар) ва камбағал эритмалардан металларни ажратиб олишнинг замонавий сорбцион технологияларнинг (ионнинг алмашиниши, экстракция ва ионли флотация) пайдо бўлиши мисни конни қазиб олмасдан, бойитмасдан олишга ўтиш шароитини яратади. Яқин йиллар ичида ер остида танлаб эритиш усули мис олишнинг асосий йўли бўлиб қолади.

Гидрометаллургия усулда мис олишнинг моҳияти шундан иборатки, бунда майдаланган рудаларга селектив эритувчилар билан ишлов берилади. Сульфидли минералларни ўз ичига олган тоғ жинсларини қайта ишлашда селектив эритувчи сифатида сульфат кислотасининг аралашган эритмалари (мис бунда оксидли минераллар шаклида бўлади) ёки $Fe_2(SO_4)_3$ нинг нордон эритмалари (мис сульфидларини эритиш учун) ишлатилади. Куйиндиларни қайта ишлашда мисни эритиш учун (ёмби ва оксидланган мис) аммиак ва аммиак тузларининг эритмаси ишлатилади.

Мис минералларининг сульфат кислотасида эриши куйидаги реакция бўйича юз беради:





Мисни танлаб эритишда ушбу реакциялар билан бир вақтда руда таркибидаги темир оксиди эриб уч валентли темир сульфатини ҳосил қилиш реакцияси юз беради. Бу бирикма руда таркибида булган иккиламчи мис сульфидларини эритиб, қўшимча металл ажратиб олиш имкониятини яратади:

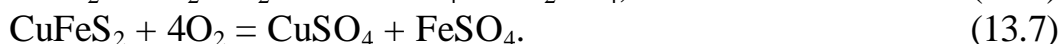


Оксидланган мис рудаларини ва куйиндиларни сульфат кислотасида танлаб эритиш натижасида ҳосил бўлган эритмалар (миснинг миқдори 25 дан 45 г/л гача) электролиз жараёнига юборилади. Ишланган электролит (эркин сульфат кислота миқдори 60-70 г/л ва мис миқдори 14-16 г/л) оксидланган мис рудаларининг ва куйдирилган бойитмаларнинг янги партияларини танлаб эритиш учун ишлатилади.

Агар танлаб эритиш натижасида мис бўйича камбағал (мис миқдори 5-10 г/л) эритмалар олинса, улардан мис темир қириндиси ёрдамида цементациялаш йўли билан ажратиб олинади:



Танлаб эритиш жараёнининг химизми куйидаги темир ва мис сульфидларини (пирит ва халькопирит) оксидланиши реакцияларидан бошланади:



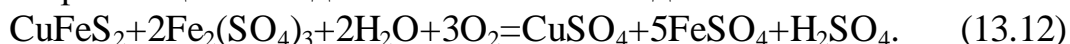
Темир ва сульфидли мис фойдали қазилма конларида ҳаёт кечирувчи олтингугуртни оксидловчи бактериялар таъсири натижасида, темир сульфати куйидаги реакция бўйича жадал оксидланади:



$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ эритмаси – мис ва темирни иккиламчи сульфидларини яхши эритади:



Темир ва олтингугурт оксидловчи бактериялар, шунингдек халькопиритни ҳам оксидланишига олиб келади:



Уюмда ва ер остида танлаб эритиш.

Уюмда танлаб эритиш асосан таркибида металл кам бўлган ташландик рудалардан метални ажратиб олиш учун қўлланилади. Жараён куйидагича олиб борилади:

- танлаб эритиш майдони танланади ва тайёрланади;
- тайёрланган майдонга руда уюлади;
- уюм устидан маълум муддат давомида эритма сепаб турилади.

Майдонни тайёрлаш хар-хил усуллар билан бажарилиши мумкин, жумладан, бульдозер ёрдамида текисланган майдонга қалинлиги 0,2 м

бўлган бетон ётқизилади ва унинг усти 0,2 м қалинликда кислота ўтказмайдиган битумли асфальт ётқизилади. Асфальт устидан қум, сўнг гранит тошлар ётқизилади. Булар асфальтни бузилиб кетишидан сақлайди. Бу усул анча қимматга тушади.

Блюберт (АҚШ) қонида текисланган 135 минг м² жойга 0,1 м қалинликдаги бетон ётқизилиб, унинг устига жуда кўп тешиклари бўлган эгилувчан қувурлар ўрнатилган ва улар эритмага нисбатан бетараф тошлар билан кўмилган, баъзи бир қонларда текисланган майдонга 0,6 м қалинликда тупроқ тўкилиб, у зичлаштирилган. Тупроқ устига қум қатлами ётқизилган, сўнг 3-5 мм катталикдаги тоғ жинслари тўкилади.

Баъзи ҳолларда текисланиб, зичлаштирилган майдонга полихлорвинил пленка тўшалиб, унинг устига қум, сўнг тошлар ёки бетон ётқизилади. Баъзида эса майдон асфальтланади, унинг устига пленка тўшалиб, яна асфальтланади ёки бетонланади. Баъзи ерларда, тайёрланган майдон атрофи маълум баландликда бетон девор билан ўралган бўлиб, у уюмни сочилиб кетишидан сақлайди ва руда билан эритмани кўпроқ мулоқотда бўлишини тامينлайди.

Уюм қатламидан сизиб ўтган эритмани бир жойга йиғишни таъминлаш мақсадида майдон бир томонга қараб ётиқроқ (1-2⁰) қилиб режалаштирилади (1-расм). Тайёрланган майдонга руда уюлади. Бу жараён уюмда танлаб эритиш усулининг энг асосий қисми ҳисобланади. Уюм ҳосил қилиш шундай ўтказилиши керакки, унда руда текис, юмшоқ ва эритма қатламдан осон ўтадиган бўлсин.

Уюм ҳосил қилиш экскаваторсимон юкловчи машиналар, бульдозерлар, ўзи ағдарувчи машиналар ёрдамида амалга оширилади. Уюм устида оғир машиналарни юриши мақсадга мувофиқ эмас.

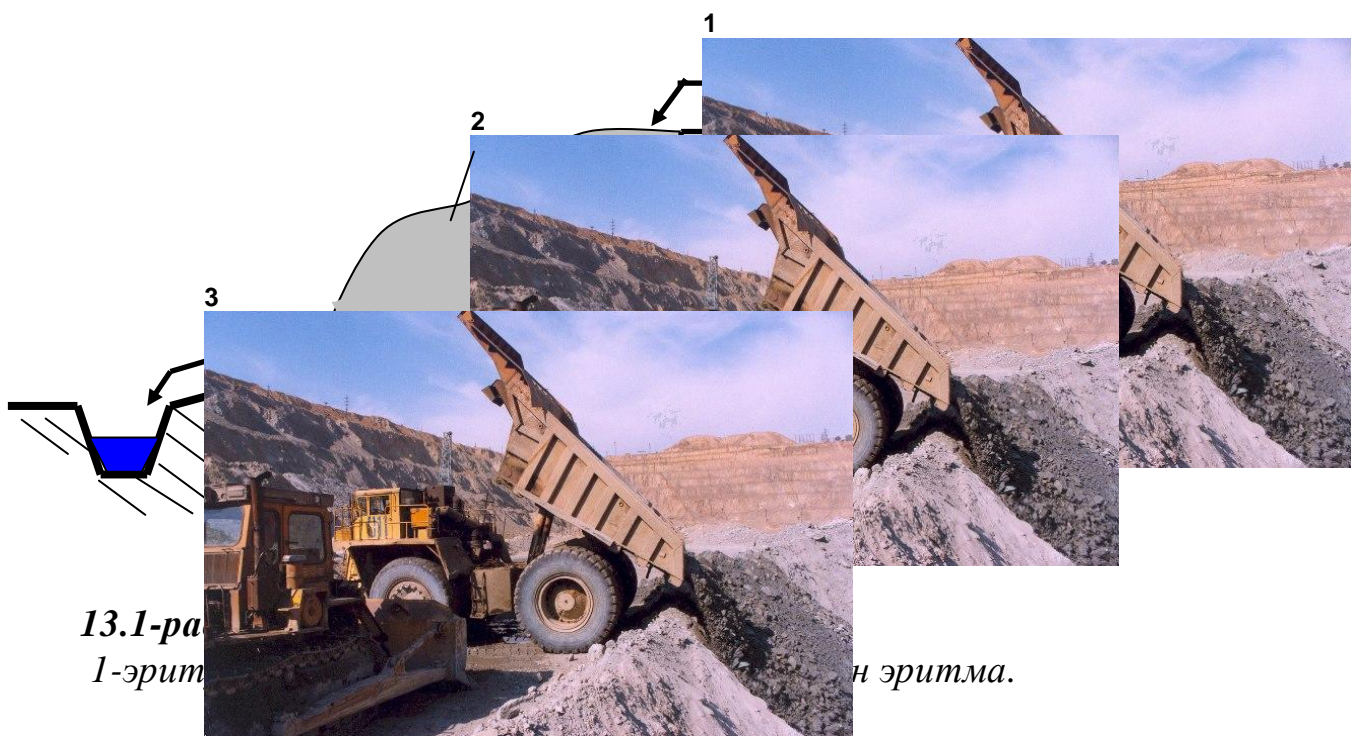
Уюмни юмшоқлигини ва унинг суюқлик ўтказувчанлигини яхшилаш учун руда таснифланиши, майда заррачалари йириклаштирилиши ижобий натижа беради. Ўлчами ўта катта бўлган бўлақлар албатта майдаланиши керак.

Уюмни энг кўп тарқалган шакли тўртбурчакли кесик пирамидадир. Унинг баландлиги 3 м дан 15 м гача, оғирлиги 100-200 минг тоннагача бўлади.

Эритма уюмга чанглатиб берувчи форсункалар ёрдамида сепилади. Эритмани уюм устидан сепиш тезлиги руданинг хоссаларига, жумладан суюқлик ўтказувчанлик қобилятига боғлиқ. Эритма руда қатламидан ўтиб, махсус тайёрланган ҳовузга тўпланади ва ундан метални ажратиб олиш қурилмасига ўтказилади. Эритмадан метални ажратиб олиш учун цементация, экстракция ва бошқа усуллар қўлланиши мумкин. Метални ажратиб олгандан сўнг, эритма иккинчи йиғувчи ҳовузчага тўпланади. У ердан эритма таркибига керакли реагентлар қўшилади ва у яна уюмга сепиш учун юборилади. Танлаб эритиш мароми ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан, баландлиги 15-20 м, кенлиги 40-50 м ва узунлиги 60-70 м бўлган уюмга бир кеча-кундуз эритма сепилиб турилади, кейин уч кеча-кундуз эритма

берилмайди. Эритмани сарфи 1т рудага 0,3-0,5 м³ни ташкил қилади. Танлаб эритишнинг умумий давомийлиги 120-150 кун. Бунда 60-75% металл эритмага ўтади.

Уюмда танлаб эритиш, унинг катта кичиклигига, суюқлик ўтказувчанлигига, эритилаётган бирикма ёки металл эриш тезлигига қараб бир неча кун, ойлаб, ҳатто йиллаб давом этиши мумкин. Танлаб эритиш жараёни тамом бўлгандан кейин уюм яхшилаб сув билан ювилиши керак. Катта ҳажмдаги уюмга ишлов берилиб бўлгандан кейин, у чиқиндихоналарга кўчирилмай, ўз ўрнида қолади. Унинг ёнига янги уюм ҳосил қилинади. Уюмда танлаб эритиш усули оддий, кам харж, сифатсиз ашёлардан металл ажратиш олишга қулай. Аммо кўп вақтни талаб қилади ва метални тўлиқ ажратиш олишга имкон йўқ.



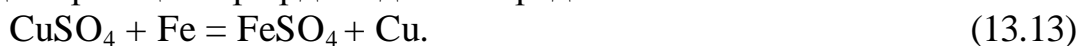
Ер остида танлаб эритиш усули эски шахталарда қолиб кетган рудалардан, янги, ҳали ишга туширилмаган, оддий қазиб олиш усуллари иқтисодий самара бермайдиган (заҳираси кам ёки металга камбағал бўлган) конлардан металлларни ажратиш олиш учун қўлланилади. Бу усулнинг авзаллиги – маълум чуқурликда ётган фойдали қазилма қазиб олинмайди, майдаланиб янчилмайди ва бойитиш шартлари бажарилмасдан тўғридан-тўғри ер остида танлаб эритилади. Металл эритмага ўтгандан сўнг, уни ер юзасига чиқариб олинади. Коннинг жойлашишига, руданинг таркибига, физик хоссасига, суюқлик ўтказувчанлигига қараб танлаб эритиш жараёнлари ҳар хил усуллар билан олиб борилади. Агар, эски шахтада қолиб кетган металлларни танлаб эритиш учун шахтанинг маълум бир қисми икки томондан суюқлик ўтмайдиган қилиб беркитилади ва у эритма билан тўлдирилади. Маълум мудатдан сўнг эритма ер юзасига тортилиб чиқарилиб ундан металл ажратиш олинади. Янги, ҳали ишга туширилмаган конларда ер

остида танлаб эритиш жараёнини ўтказиш учун руда қатламигача бурғилаб кудуклар казилади. Бир гуруҳ кудуклар орқали руда қатламига эритма юборилиб, бошқа бир гуруҳ кудуклардан эритма тортиб олинади.

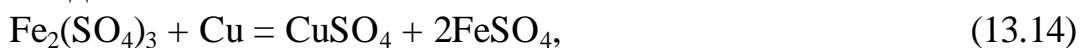
Эритмалар таркибидан мисни ажратиб олиш. Мисни цементация усулида темир қириндилари ёрдамида чўктириш оксидланган, аралашган ва балансдан ташқари рудаларни уюмли ва ер остида танлаб эритиш натижасида олинган эритмалар таркибидан ажратиб олишда кенг қўлланади. Эритмалар ҳар доим таркибида маълум миқдорда эркин сульфат кислота (0,5 – 3,0 г/л), $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ (0,5 – 2,5), FeSO_4 (0,5 – 1,5 г/л) ва 0,5 – 1,5 г/л мис бўлади.

Мис эритмалардан қуйидаги чиқиндилар ёрдамида ажратиб олинади: темир-терсақлар, қириндилар, консерва идишлари, рух заводи клинкерларидаги темир фракциялари ва бошқалар.

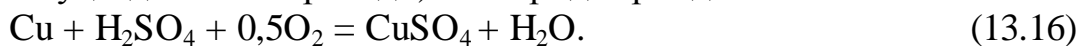
Мисни цементация усулида темир қириндилари ёрдамида чўктириш қуйидаги реакциялар ёрдамида юз беради:



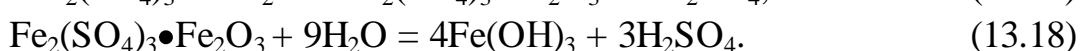
Эритмалар таркибида аралашмаларни бўлиши чўктирувчини қўшимча сарфини келтириб чиқарадиган акс таъсирли реакцияларни юз беришига олиб келади:



Чўкмага тушган мисни бир қисми, эриган кислород иштирокида эркин сульфат кислотаси (цементациялаш, таркибида 5-10 г/л гача сульфат кислота бўлган муҳитда олиб борилади) таъсирида эрийди:



Бундан ташқари, эркин сульфат кислотани етишмаса қуйидаги кераксиз реакциялар юз бериб, чўкма сифатини бузади:



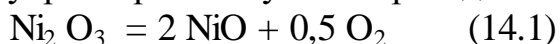
Цементация натижасида эритмадан 90 фоизгача мис чўкмага тушади. Таркибида 60-65 фоиз мис бўлган чўкма – яллиғ-қайтарувчи печда эритишга ёки қуритилгандан сўнг, мис штейнларини конвертирлаш жараёнида совук қўшилмалар сифатида ишлатишга юборилади.

№15-МАЪРУЗА. НИКЕЛЬ МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АҲВОЛИ.

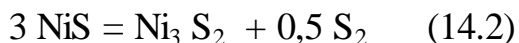
Никель олиш технология ва хом ашё захиралари.

Никель - оқ рангли металл, атом массаси 58,69 эриш харорати 1455⁰С, зичлиги 8,8 г/см². Никель пишиқлик ва юқори пластик хусусиятлари билан ажралиб туради. Никель пулатни хусусиятларини яхшилайдиган элементларга киради. Яхши хусусиятларидан бир - кимёвий инертлиги. Сульфат, уксус ва қанча бошқа минерал кислоталар унча таъсир қилмайди. Оддий хароратларда никель оксидланмайди. Оксидланиш 500⁰С юқори хароратларда бошланади.

Никель оксиди нотўғри бирикма бўлиб ажралади:



Никель олтингугуртга катта тортилиш кучига эга. Уни паст сульфиди Ni₃ S₂ - эриш харорати 788⁰С бўлиб турғун бирикмалар гугуртга киради. Никельни иккинчи олтингугурт билан бирикмаси NiS юқори хароратларда ажралади:



Дунё амалиётида 70 % никель сульфидли мис-никель рудалардан олинади. Оксидланган никель рудалари АКШ, Япония, Куба ва бошқа давлатларда қайта ишланади. Бир йилда тахминан 500 минг тонна никель ишлаб чиқарилади. Дунё бозорида ташкил қилади (1 тоннаси). Ўзбекистонда мустакил никель захиралари ҳали топилгани йўқ. Бир қанча никель Олмалик тоғ - металлургия комбинатининг рудаларида бор, лекин алоҳида ажратиб олинмайди. Керак бўлган никель хорижий давлатлардан импорт қилинади.

Оксидланган никель рудаларни тавсифи. Рудаларда металл оксид шаклда мавжуддир. Олтингугурт деярлик учрамайди. Руда ташки кўринишида оддий тупроқга ўхшайди. Руда ўзига яхши сувни ўзлаштиради, шунинг учун унинг намлиги 15 - 40 % ни ташкил қилади. Оксидланган

никель рудалари табиий ўзгаришлар натижасида пайдо бўлган ва иккиламчи захиралар ҳисобланади. Хориж давлатларда оксидланган никель рудалари Россия, Қозогистон, Украина, Куба, Индонезия, Бразилия ва бошқа давлатларда учрайди.

Оксидланган рудаларда никель, асосан, бузениит (NiO) ва гарниерит ($\text{Ni, Mg} \text{ SiO}_3 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$) минераллар шаклда учрайди. Никель рудасида, купинча, кобальт ҳам учрайди. Унинг миқдори, никельга нисбатдан, 15 - 25 марта камроқдир. Рудаларнинг сизими породалари асосан лой (каолинит) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$, тольк $3 \text{ MgO} \cdot 4 \text{ SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, темир бирикмаси $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n \text{ H}_2\text{O}$, кварц ва охаклар билан билан келтирилган.

Оксидланган никель рудаларида сульфидли материаллар, нодир ва камёб металллар учрамайди. Бу кўрсаткич оксидланган рудалар бўйича сульфидли мис-никель руда таркибидан тубдан ўзгаради.

Сульфидли никель рудаларни тавсифи.

Сульфидли никель рудалари комплекс - хом-ашёдир. Уларни таркибида кўп миқдорда мис бор, шунинг учун бу рудаларини мис - никель рудалар дейилади. Ундан ташқари, рудаларда кобальт, платина, селен, теллур ва бошқа металллар бор. Бир хил рудаларни 90 - 92 % фойдали металллар (Fe, Ni, Ca, Co) ташкил қилади. Сизиниш муҳитни оксидлари эса ($\text{SiO, MgO, Al}_2\text{O}_3, \text{CaO}$) - фақат 10 - 8 % қолади холос.

Асосий никельни минераллар: петландит ($\text{Ni,Fe} \text{ S}$). Мис халькопирит (CuFeS_2) ва халькозин (Cu_2S) билан келтирилган. Сульфидли мис - никель рудаларни асосий минераллардан бир - пирротин $\text{Fe}_7 \text{ S}_8$. Сизиниш порода оксидлардан тузилгандир, уларнинг миқдорлиги, %: 40 - 50 SiO_2 , 10 - 25 MgO ; 15 - 20 Al_2O_3 , 10 CaO .

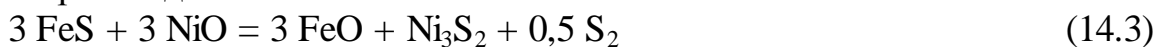
Намунавий мис - никель рудасини таркиби, %: $\text{Ni } 5,6; \text{Cu } 1,8; \text{Co } 0,16; \text{S } 28; \text{Fe } 45; \text{SiO } 10; \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ } 6,9; \text{MgO } 1,4; \text{CaO } 1,2$.

Оксидланган никель рудаларни қайта ишлаш технологик усуллари

Оксидланган никель рудаларни асосий қийинчилиги - асосий металлни темирдан ажратиб олиш. Тикланиш жараёнини қўллаб, темирни шлакга ўтказиш, шуни курсатадики, фақат темирни бир қисми ажралиб чиқади, асосий хажми эса темир-никель қотишмада ўтади, қайсидан никельни эркин ҳолатда олиш қийиндир.

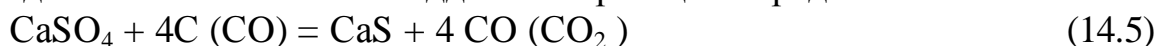
Ҳозирги пайтда оксидланган никель рудаларни қайта ишлаш технологияси - штейнга эритиш. Бу жараён темир ва никельни кислород ва олтингургуртга ҳар хил тортилиш кучига эга бўлганлиги асос қилиб олинган.

Никель сульфидланиб штейн фазасига ўтказилади. Штейн ўзи билан иккита сульфид Ni_3S_2 ва FeS ташкил қилади. Темирни асосий қисми шлак билан ажратилади:



Оксидланган руда ўз таркибида олтингургурт йўқ, шунинг учун уни кўшимча киритиш керак. Бунинг учун шихтага пирит ёки гипс қўшилади.

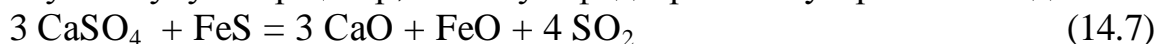
Қизитилишда гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ўзини конструкцион намини йўқотади ва кейин тикловчи модда билан реакция киради:



Гипс намлигини йўқотиш билан бир пайтда ажралиши ҳам мумкин:



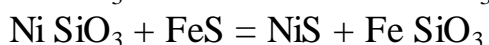
Шунинг учун бир қатор, гипс сульфидлар билан ўзаро боғланади:



Агарда гипсни ўрнига пирит қўшилса, биринчи даврда у ажралади:

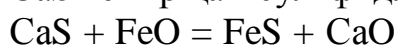


FeS , CaS билан бир қаторда, никельни сульфидларни реакцияларга киради:



(14.10)

CaS темир ҳам сульфидлайди:

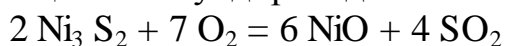


(14.11)

Гипс, пиритга нисбатдан, арзонрокдир ва темирни шлак ҳосил қилмайди, шунинг учун уни қўллаш афзалрокдир. Гипс, ёки пирит, билан эритилган никелли штейн 60 % темирни ўз миқдорига киришади. Бу темирни штейнни конвертерда қайта ишлаш даврида ажратилади.

Конвертер даврида темир танлаб оксидланади ва қўшимча берилган кварц билан шлак фазасига ўтади. Темирдан ажралган никель штейнни - файштейн деб аталади. Буни никель оқ штейн деб номласа бўлади.

Оқ штейн куйдирилади:



(14.12)

Никельни оксиди тикловчи модда билан аралаштириб, электр печида 1500 С эришилади ва эркин сувоқ никель олинади.

Конвертер шлаки никель билан бойдир, уни айланувчи модда ҳисоблаб янчишдан эритиш печига юкланади.

14.1-жадвал. МДХда никель ишлаб чиқариш,

Давлатлар	1992 г.	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
МДХ	249,6	188,5	181,9	202,3	190,9	231,5	233,6	244,8
Россия	245,1	185,0	179,4	201,1	190,0	230,0	227,0	238,0
Украина	4,5	3,5	2,5	1,2	0,9	0,8	0,6	0,8
Қазахстан	-	-	-	-	-	7	6	6
Дунё бўйича	863,0	819,1	834,5	923,3	957,0	1011,4	1046,2	1050,0

14.2-жадвал. Никель 1.10.99 гача (минг т.) захиралари ва рудадаги ўртача миқдори

Давлатлар	Умумий захиралар	Дунёдаги улуши, %	Тасдиқланган захиралар	Дунёдаги улуши, %	Микдори, %.
Россия	7300	5.3	6600	12.9	1.9
<i>Европа</i>	8035	5.9	3070	6	...
Албания	3000	2.2	1000	2	1.4
Греция	2900 ^f	2.1	450	0.9	1.1
Македония	750 ^f	0.5	585	1.1	1
Норвегия	60 ^f	0	45 ^f	0.1	0 ^{*f}
Украина	190	0.1	190	0.4	0.7
Финляндия	105 ^f	0.1	5 ^f	0	0.7 ^f
Югославия	1030 ^f	0.8	795	1.6	1.4
<i>Осиё</i>	26495	19.4	8810	17.2	...
Индонезия	10150 ^f	7.4	3100 ^f	6.1	1.9
Қозоқистан	1060 ^f	0.8	770 ^f	1.5	0.8
Хитой	7300 ^f	5.3	3700	7.2	1.5
Туркия	160	0.1	160	0.3	2
Филиппин	7825 ^f	5.7	1080 ^f	2.1	2.4
<i>Африка</i>	21995	16.1	4830	9.4	...
Ботсвана	910 ^f	0.7	885 ^f	1.7	0.7 ^f
Буркина-Фасо	1050	0.8	1.5
Бурунди	3570	2.6	470	0.9	1.6
Зимбабве	740 ^f	0.5	65 ^f	0.1	0.2 ^f
Кот-д`Ивуар	4270	3.1	1.5
Мадагаскар	1680 ^f	1.2	645	1.3	1.2
Танзания	465	0.3	265	0.5	2.2
ЖАР	9310 ^f	6.8	2500	4.9	0.4
<i>Америка</i>	37965	27.8	16273	31.8	...
Бразилия	3250	2.4	825 ^f	1.6	1.8 ^f
Венесуэла	580 ^f	0.4	500	1	1.5
Гватемала	1545	1.1	900	1.8	1.8
Доминикан респуб	910	0.7	720	1.4	1.2
Канада	8600 ^f	6.3	6390 ^f	12.5	1.5 ^f
Колумбия	1120 ^f	0.8	995	1.9	2.3
Куба	20980 ^f	15.3	5500	10.8	1.3
Пуэрто-Рико	700	0.5	400	0.8	1
АҚШ	280	0.2	43	0.1	0.8
<i>Австралия ва Океания</i>	34970	25.6	11540	22.6	...
Австралия	9470 ^f	6.9	5650 ^f	11.1	1 ^f
Янги Каледония	24200 ^f	17.7	5200	10.2	2.1

Папуа-Янги Гвинея	1300 ^г	1	690	1.3	0.9
жами	136760	100	51^г	100	...

14.3-жадвал. Дунё бўйича никель рудаларини қазиб олиш (минг. тонн)

Қиталар ва давлатлар	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Всего	869,1	966,9	1007,7	1087,3	1137,6	1037,5
Америка	248,2	296,1	313,0	329,8	354,9	340,9
Канада	149,9	181,8	189,1	191,2	208,2	183,7
Доминикан Респуб.	30,8	30,9	31,1	32,5	25,2	30,0
Куба	31,0	42,0	53,3	62,2	67,7	67,4
Колумбия	20,8	25,7	22,9	25,2	28,1	28,0
Бразилия	16,5	15,7	16,6	19,4	25,7	31,8
Австралия ва Океания	176,3	231,5	255,7	260,2	269,3	215,8
Янги Каледония	97,3	133,0	142,6	136,5	125,3	91,1
Австралия	79,0	98,5	113,1	ғ,7	144,0	124,7
Азия	141,7	154,8	145,5	143,1	148,1	145,3
Индонезия	81,2	86,6	86,6	75,3	74,5	73,8
КНР	36,9	40,4	38,2	46,6	48,7	50,1
Казахстан	9,0	10,6	6,0	3,8	1,2	1,2
Филиппины	14,6	17,2	14,7	17,4	23,7	20,7
Африка	62,9	59,6	67,8	65,3	69,3	70,2
ЮАР	30,1	29,8	33,3	33,7	36,7	37,6
Ботсвана	19,0	18,1	22,9	23,4	22,2	22,7
Зимбабве	13,8	11,7	11,6	10,9	10,4	9,9
Европа	271,2	282,0	274,1	299,1	286,0	286,4
Россия	244,9	257,7	252,3	266,9	260,0	270,0
Греция	16,2	17,2	14,7	17,9	15,0	13,5
Финляндия	6,8	3,5	3,1	3,2	1,2	-
Норвегия	3,3	3,6	3,6	3,2	3,0	2,8

14.4-жадвал. Дунё бўйича никель ишлаб чиқариш (минг тонн)

Қита ва давлатлар	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Хаммаси	834,5	923,3	957,0	1011,4	1046,2	1046,9
Америка	187,3	226,4	241,9	257,5	263,8	237,3
Канада	105,1	121,5	126,7	131,6	146,7	122,9
Куба	14,1	21,7	24,6	34,0	38,7	39,2
Доминикан Респуб	30,8	30,9	30,4	32,5	25,2	24,5
Колумбия	20,8	24,6	22,9	25,2	28,1	28,0
Бразилия	16,5	15,7	16,4	18,2	21,1	22,7
АҚШ	-	8,3	15,1	16,0	4,0	-

Австралия ва Океания	106,1	119,1	116,2	122,1	124,1	119,5
Янги Каледония	39,5	42,2	47,1	44,3	44,5	44,2
Австралия	66,6	77,3	74,0	77,8	79,6	75,3
Азия	149,7	183,8	184,1	178,3	183,1	190,3
Япония	112,6	135,0	130,1	128,4	126,5	136,7
Индонезия	5,8	10,7	9,4	10,0	8,5	8,8
КНР	31,3	38,1	45,8	39,9	48,1	44,8
Африка	48,6	45,3	50,1	52,8	56,0	58,7
ЮАР	30,1	29,8	31,2	33,7	36,7	37,6
Зимбабве	18,5	15,5	16,2	19,1	19,3	21,1
Европа	330,8	340,8	383,8	392,4	407,1	422,9
Россия*	178,8	201,1	190,0	230,0	227,0	238,0
Греция	16,2	17,2	17,8	17,9	15,0	13,5
Финляндия	20,1	21,2	33,3	35,3	43,4	52,8
Норвегия	68,4	53,2	61,6	62,7	70,2	74,1
Великобритания	28,4	35,1	36,7	36,1	39,1	39,0
Франция	10,0	10,3	11,2	10,7	11,8	12,1

14.5-жадвал. Дунё бўйича никелни истеъмол қилиниши (минг т)

Асосий истемолчилар	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.
Хамма	899,5	987,4	928,6	964,8	953,9	1045,6
ғарбий Европа	324,9	368,6	302,4	356,3	365,0	374,1
ГФР	87,8	106,1	86,0	93,4	90,0	97,4
Франция	44,4	49,4	43,4	48,3	54,9	49,0
Буюк британия	38,0	41,9	42,0	37,6	30,9	29,3
Италия	44,0	49,0	44,0	49,5	53,3	55,2
Швеция	23,0	25,6	24,5	26,5	30,6	27,0
Бельгия	22,8	24,8	25,2	21,6	24,5	35,1
Финляндия	30,4	36,2	29,4	36,0	37,1	45,5
Испания	25,7	29,5	19,4	30,1	27,2	29,9
Австрия	1,9	2,1	2,3	2,5	3,3	3,5
Азия	275,0	290,3	264,8	350,4	334,8	365,3
Япония	181,1	195,9	187,1	177,4	150,7	159,1
Корея Республикаси	...	46,1	50,3	66,6	72,4	89,5
Тайвань	...	26,0	50,0	74,8	80,4	103,5
Индия	17,7	13,2	13,2	13,4		
Америка	167,3	190,1	188,4	153,6	147,4	192,9
США	131,0	147,8	143,1	121,4	115,6	158,0
Канада	16,9	24,2	22,8	13,8	10,5	13,8
Бразилия	14,2	15,3	15,6	14,9	16,8	16,8

Африка	14,9	13,6	22,5	31,0	31,2	31,2
Австралия и Океания	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6	1,6
Бошқа давлатлар	78,7	74,2	78,0	71,7	73,7	70,3
Россия	36,7	36,2	36,0	34,8	31,7	31,5
КНР	42,0	38,0	42,0	36,9	42,0	38,8

№16-МАЪРУЗА. ОКСИДЛИ НИКЕЛЬ РУДАЛАРНИ УМУМИЙ ТАВСИФИ ВА ҚАЙТА ИШЛАШ УСУЛЛАРИ.

Оксидланган никель рудаларининг тавсифи

Рудаларда никель гоҳан оксид холида учрайди. Бундай ҳолларда олтингугурт деярли учрамайди. Руда ташқи кўринишидан оддий тупроққа ўхшайди. Руда ўзига сувни яхши ўзлаштиради. Шунинг учун унинг намлиги 15–40 % ни ташкил қилади. Оксидланган никель рудалари табиий ўзгаришлар натижасида пайдо бўлган ва иккиламчи захиралар ҳисобланади. Оксидланган никель рудалари хориж давлатларидан Россия, Қозоғистон, Украина, Куба, Индонезия, Бразилия ва бошқа давлатларда учрайди.

Оксидланган рудаларда никель, асосан, бузениит (NiO) ва гарниерит ($\text{Ni, Mg) SiO}_3 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ минераллари шаклида учрайди. Никель рудасида, кўпинча, кобальт ҳам учрайди. Унинг миқдори никелга нисбатан 15–25 марта камроқдир. Рудаларнинг йўлдош минераллари асосан лой (каолинит) $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, тольк $2\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, темир бирикмаси $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, кварц ва оҳаклар билан учрайди.

Оксидланган никель рудаларида сульфидли материаллар, нодир ва камёб металллар учрамайди. Бу кўрсаткич билан оксидланган рудалар, сульфидли мис никелли рудалар таркибидан тубдан фарқ қилади.

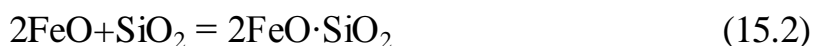
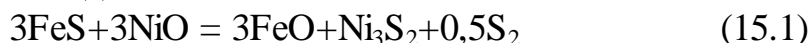
Оксидланган никель рудаларини қайта ишлаш

Оксидланган никель рудаларини қайта ишлашнинг асосий қийинчилиги – никель метални темирдан ажратиб олиш, қайтариш жараёнини қўллаб, темирни тошқолга ўтказишдир. Бунда фақат темирнинг бир қисми ажралиб

чиқади, асосий ҳажми эса темир-никель қотишмасига ўтади, никелни эркин ҳолатда олиш қийиндир.

Ҳозирги пайтда оксидланган никель рудаларини қайта ишлаш технологияси – штейнга эритишдир. Бу жараён темир ва никелнинг кислород ҳамда олтингугуртга турлича мойиллиги асос қилиб олинган.

Никель сульфидланиб, штейн фазасига ўтказилади. Штейн ўзи билан иккита сульфид – Ni_3S_2 ва FeS ташкил қилади. Темирни асосий қисми тошқол билан ажратилади:



Оксидланган руда таркибида олтингугурт йўқ, шунинг учун унга қўшимча киритиш керак. Бунинг учун шихтага пирит ёки гипс қўшилади.

Қиздирилишда гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ўзининг конструкторцион намлигини йўқотади ва кейин қайтарувчи модда билан реакцияга киради:



Гипс ўз намлигини йўқотиш билан бир пайтда парчаланиши ҳам мумкин:



Агарда гипснинг ўрнига пирит қўшилса, биринчи даврда у ажралади:



FeS , CaS билан бир қаторда никель сульфидлари реакцияга киради:



CaS темирни ҳам сульфидлайди:



Гипс пиритга нисбатан арзонроқдир ва темирли тошқол ҳосил қилмайди, шунинг учун ҳам уни ишлатиш афзалроқдир. Гипс ёки пирит билан эритилган никелли штейн 60 % темирни ўз миқдорига киритади. Темирли штейнни конвертерда қайта ишлаш даврида темир алоҳида ажратилади.

Конверторлаш даврида темир танлаб оксидланади ва қўшимча берилган кварц билан тошқол фазасига ўтади. Темирдан ажралган никелли штейн файнштейн деб аталади. Бу никелни оқ штейн деб номлаш ҳам мумкин.

Оқ штейн кейинги босқичда куйдирилади:

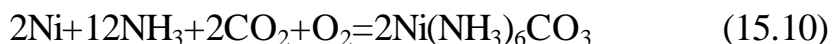


Никелнинг оксиди тикловчи модда билан аралаштирилиб, электр печида 1500°C да эритилади ва эркин суюқ никель олинади.

Конвертер тошқоли никелга бой айланувчи модда хисобланиб, қайтадан эритиш печига юкланади.

Гидрометаллургик усул

Гидрометаллургик усул ўз вақтида Куба усули деб номланган. Бу усулда янчилган руда қайтариш жараёнига юборилади: 600–700⁰С никель ва кобальт металл ҳолатигача, темир эса фақат FeO шаклгача тикланади. Кейин руда аммиак билан эритилади.



Эритма тозалангач, у иссиқ буғ ёрдамида қайта ишланади:



Чўкмани куйдириб, никель оксиди NiO олинади, газларнинг таркибида NH₃ ва CO₂ бўлганлиги сабабли, уларни танлаб эритишга қайтадан юборилади. NiO эса эркин ҳолатигача тикланади ёки шундай ҳолатда пўлат эритиш заводларига кўшимча хомашё сифатида жўнатилади.

№17-МАЪРУЗА. СУЛЬФИДЛИ НИКЕЛЬ РУДАЛАРНИ УМУМИЙ ТАВСИФИ ВА ҚАЙТА ИШЛАШ УСУЛЛАРИ.

Сульфидли никель рудаларининг тавсифи

Сульфидли никель рудалари комплекс хомашёдир. Уларнинг таркибида кўп миқдорда мис бор, шунинг учун бу рудалар мис - никелли рудалар дейилади. Бундан ташқари, рудаларда кобальт, платина, селен, теллур ва бошқа металллар бор. Айрим рудаларни 90–92 % фойдали металллар (Fe, Ni, Cu, Co) ташкил қилади. Қолган иккиламчи оксидлари эса (SiO, MgO, Al₂O₃·CaO) фақат 10–8 % турли ҳоказо элементлар қолади, холос.

Асосий мис-никелли рудадаги минераллар куйидагилар: пентландит (Ni, Fe)₉S₈, мис халкопирит (CuFeS₂) ва халькозин (Cu₂S) билан келтирилади.

Сульфидли мис-никелли рудаларнинг асосий минералларидан бири пирротин Fe₇S₈. Тоғ жинси асосан оксидлардан тузилган, уларнинг миқдорини куйидагилар ташкил этади, %: 40–50 SiO₂, 10–25 Mg; 15–20 Al₂O₃, 10 CaO.

Намунавий мис-никель рудасининг ўртача таркиби куйидагича, %: Ni 5,6; Cu 1,8; Co 0,16; S 28; Fe 45; SiO 10; Al₂O₃ 6,9; MgO 1,4; CaO 1,2.

Сульфидли никель рудаларини қайта ишлаш

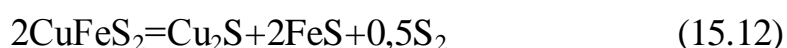
Гарчи гидрометаллургик усуллар ҳам маълум бўлсада, асосан сульфидли мис - никель рудалари пирометаллургия усули билан қайта ишланади. Шундай экан, бу усул ҳақида батафсил фикр юритилади.

Пирометаллургик усул

Агар рудаларда мис ва никелнинг йиғиндиси 4–5 % дан кўп бўлса, бу бой хомашё ҳисобланиб, уларни бевосита қайта ишлаш учун жараёнга юборилади. Таркибида никель ва миси кам бўлган рудалар магнит усули ёки флотация йўли билан бойитилади.

Руда ва бойитмалар деярли бир хил минералларга эга, шунинг учун уларга ўхшаш, деярли бир хил технологик жараёнлар ишлатилиши мумкин.

Қиздириш даврида, суюқ ҳолатга ўтишдан олдин, 400–600⁰С ларда халькопирит ва никелли минераллар қуйидаги кимёвий реакциялар орқали қуйидаги реакциялар орқали парчаланadi:



Бошланғич жараёнлар натижасида мураккаб бирикмаларнинг аралашмаси оддий сульфидларга айланади, яъни Ni_3S_2 ва FeS .

Асосий хомашё моддалардан ва қўшимча берилadиган флюслардан пайдо бўладиган тошқол фазаси юқори ҳароратда оддий сульфидлар билан ўзаро бирикиб, эрийди ва штейн қатламини ҳосил қилади.

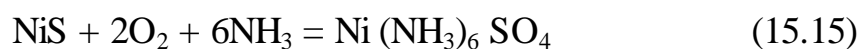
Эритилган штейн конвертерларда ҳаво орқали пуркаб қайта ишланади. Жараёнда темирни тошқол ҳолатига ўтказиш учун қўшимча флюслар юкланади. Олинган конвертер тошқолини қайтадан эритиш учун ялиғ печга ёки бошқа штейн учун ишлайдиган эритиш печига юборилади. Конвертер жараёнининг асосий маҳсулоти мис-никель файнштейни бўлиб, у ўзи билан таркибида 1–3 % Fe бўлган, мис никель қотишмасини ташкил қилади ва оқ мис-никелли штейн деб номланади.

Пуркаш даврида кобальт қисман темир билан бирга тошқолга ўтади. Нодир металлар тўлиқ оқ штейнда тўпланади.

Мис-никель штейнлардан эркин металларни ажратиб олишнинг бир неча усуллари мавжуд. Асосий металлар билан бирга нодир металлар, селен ва теллур ҳам алоҳида ажратиб олинади.

Гидрометаллургик усул

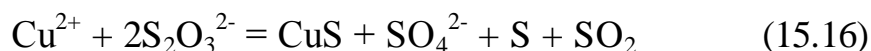
Бу усул бўйича, янчилган руда ёки бойитма автоклавларда 7·10 Па атрофидаги ортиқча босим остида аммиак билан қайта ишланади. Мис, никель ва кобальт комплекс аммиак тузлари шаклида эритмага ўтади.



Автоклавдаги ҳарорат 77–80⁰С ни ташкил қилади. Ажралиб чиқаётган ортиқча иссиқлик кимёвий йўл билан ажратиб турилади. Бойитмадаги

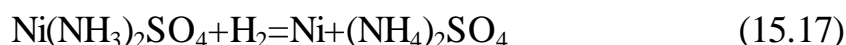
олтингургурт $S_2O_3^{2-}$, $S_3O_6^{2-}$, ва SO_4^{2-} , шаклларга оксидланади, темир эса сульфат ёки гидроксид турида чўкмага ўтади.

Сузилган эритма қайнатилиб, сўнг мис чўктирилади:



Ундан кейин никель ва кобальти бор эритма автоклавда олинади. Жараённинг асосий технологик омиллари қуйидагича: водород билан қайта ишланиб, ҳосил бўлган металллар эркин ҳолатда: босим – 15·10 Па, ҳарорати – 175–225⁰С бўлади.

Жараён тугагач, аввалига никель қуйидаги реакция орқали чўкади:

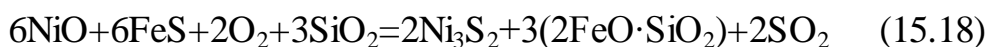


Эритма сузилгандан кейин худди шундай усул орқали кобальт ҳам чўкмага ўтказилади. Маҳсулот кукун шаклида бўлиб, таркибида 98,6 % Со ва 0,14 % Ni бўлади. Жаҳонда гидрометаллургик усул билан 20–25 % никель олинади.

Никелли бойитма ва рудаларни эритиш

Бойитма ва майдаланган рудалар МДХ мамлакатларида яллиғ қайтариш эритиш печида эритилади. Бу жараён яллиғ қайтариш эритиш печидаги мис олишдаги жараёндан кам фарқ қилади. Эритишда асосан олтингургурт ва темирнинг юқори оксидларидаги кислород ҳисобига оксидлантиради. Қуйдирилмаган бойитмани эритишда юқори сульфидларнинг ажралиши ҳисобига ҳам юқори ҳарорат олтингургурт чиқаради.

Жараённинг асосида мис ва никелнинг оксидларининг темир сульфиди билан ўзаро боғланиши туради. Бунинг натижасида мис ва никель штейнга, темир эса тошқол фазаларига қуйидаги кимёвий реакция орқали ўтади:



Мис ва мис-никель бойитмаларини эритишга мўлжалланган печларнинг тузилиши ва техник-иқтисодий кўрсаткичлари деярли ўхшашдир. Шунинг учун ҳам олдинги бобларда бу мавзуда алоҳида маълумот берилганлиги учун мис-никель бойитмаларини эритиш дастгоҳлари ҳақида фикр юритилмади.

Электр печида эритиш

Жараён тўғри бурчак шаклдаги, ўлчамлари 23,6х6 м² ва фойдали майдони 140м² бўлган печларда олиб борилади. Печнинг сводидан (юқори том қисмидан) бир қатор 3 ёки 6 та, диаметри 900–1400мм кўмир электродлари туширилади. Электродларнинг пастки қисми суюқ тошқолга туширилган бўлиб, унда қаршилик бирикма ҳисобидан ишлайди.

Печдаги ишлаб чиқариш унумдорлиги $12\text{т/м}^2\cdot\text{суткани}$ ташкил қилади, электр қувватининг сарфи хомашёга нисбатан $700\text{--}850\text{ кВт}\cdot\text{с/т}$. Штейнга мис, никель ва нодир металлларни штейнга ажратиб олиш даражаси 96% ни ташкил қилади.

Минорали печда эритиш

Бу жараён йирик руда ёки агломерат эритишга мўлжалланган бўлиб, унда қайтарувчи сифатида қаттиқ ёқилғи ишлатилади. Коксинг сарфи шихта оғирлигидан $9\text{--}10\%$ ни ташкил қилади. Шахтали печда штейн таркибида мис ва никелнинг йиғиндиси $15\text{--}25\%$ гача бўлиши мумкин. Ундан мис ва никелга бойроқ штейнларни олиш тавсия этилмайди, чунки бу ҳолатда тошқол билан металлларнинг исрофгарчилиги кўпайиб кетади.

Тошқолда мис ва никелнинг йиғиндиси $0,2\text{--}0,4\%$ дан ортмайди. Аммо тошқолни кўп ҳажмда чиқиши умумий исрофгарчиликни кўпайтиради. Мис, никель ва нодир металлларнинг штейнга ажратиб олиш даражаси 90% ни ташкил қилади, холос.

Мис - никель штейнини конвертерлаш

Бу усулда штейнини қандай таркибда олишдан қатъи назар, унинг таркибида мис, никель ва темир сульфидлари бўлади. Штейнда эриган ҳолатда феррит, кобальт сульфид ва платиноидлар бўлади. Штейндаги олтингургуртнинг миқдори тахминан 25% гача бўлиши мумкин.

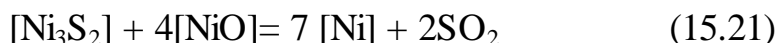
Конвертер жараёнининг асосий мақсади фақат темирни оксидлантириб, уни тошқол фазасига ўтказишдир. Колган мис - никель штейни алоҳида технология асосида қайта ишланади.

Кобальт, асосан, конвертер тошқолига ўтади ва ундан махсус технология бўйича ажратиб олинади. Пуркаш жараёни $24\text{--}30$ соат давом этади. Оқ мис-никель штейни ўзи билан мис ва никель сульфидлари эритмасини ташкил қилади. Одатда, унинг таркибида $3\text{--}4\%$ Fe ва 20% S бор. Мис ва никель оксидлари, пуркаш якунида, сульфидлар билан металллар ўзаро реакцияга қуйидагича киришади:



Реакция натижасида штейнда ҳар доим эркин мис ва никель учраб туради.

Никельни қайтариш реакцияси қуйидагича кечади:



Оқ мис - никель штейнида металлларнинг йиғиндиси $77\text{--}78\%$ ни ташкил қилади. Металлларнинг нисбатлиги $\text{Ni} \div \text{Cu} = 2 \div 0,5$ га тенг.

Штейнини қайта ишлашнинг биринчи босқичи мис ва никелни ажратиб олиш билан боради. Бу жараён флотация усули билан амалга оширилади. Никель бойитмаси қуйдирилиб, қайтариш жараёнлари орқали эркин ҳолатда олинади.

№18-МАЪРУЗА. РУХ МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АҲВОЛИ. РУХ МЕТАЛЛУРГИЯСИ ХОМ АШЁЛАРИ.

Ишлаб чиқариш хажми бўйича рух, алюминий ва мисдан кейин учинчи ўринда туради. Бир йилда дунёда 5 - 7 млн. т. рух ишлаб чиқарилади. Заводларнинг ишлаб чиқиш имконияти 75 - 85 % ларга фойдаланилади. Ўзбекистонда Ўрта Осиёда ягона замонавий рух заводи ишлаб турибди. Бу завод Олмалик тоғ - металлургия комбинати таркибига киради. Заводнинг ишлаб чиқиш имконияти бир йилда 100 минг т. дан зиёроқдир.

Хорижий давлатларда рух ишлаб чиқариш қуйидагиларда мавжуддир: АҚШ, Япония, Россия, Канада, Австралия, Олмония, Франция, Болгария, Польша, Бенилюкс, Козокистон ва бошқалардир. Дунёда микёсида ишлаб чиқилган рухнинг ўзлаштирилиши қуйидагичадир, %: оқ туника олиш 36; латунь ва бронза олиш 26; қуймакорлик 26; рух прокати 3; кимё моллари 6,5. Рухни асосий ўзлаштирувчи давлатлар АҚШ, Япония, Олмония, Россия. Ўзбекистон ўзини маҳсулотини хорижий давлатларга экспорт қилади. Рухнинг дунё бозоридаги нархи 950 - 1050 АҚШ долларида 1 тоннасига сотилади. Метал асосан минерал захираларидан олинади. Иккиламчи хом ашёдан фойдаланиш энди кенг йўлга қўйилаяпти.

Рух хомашёсининг тавсифи. Табиатда рух асосан сульфид ҳолатида учрайди. Бир хил рух бирикмалари - бу кислород билан боғланган оксид захираларидир. Саноатда кенг тарқалган ва ишлаб чиқаришда тушган бу - комплекс рух - кўрғошин сульфидли полиметалмис рудалардир. Бу рудаларда асосий металлрдани ташқари, яна мис, кадмий, нодир ва камёб

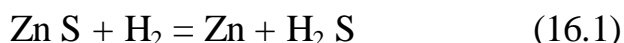
металлар бор. Замоनावий рудаларда рухнинг миқдори 1,5 %, рух-қўрғошин рудаларда эса 1,0 - 1,5 % Zn ва 0,4 - 1,5 % Pb бор. Бу рудаларни қайта ишлашдан олдин бойитилади. Асосий бойитиш усули - селектив флотациядир. Олдин рудадан коллектив рух-қўрғошин бойитмаси олиниб, кейин у алоҳида рух ва қўрғошин бойитмаларига ажратилади.

Сульфидли рудаларда рух асосан сфалерит - ZnS шаклда учрайди. Оксидланган рудаларда рух карбонат ZnCO (смитсонит) ва гидроцинкий $ZnCO_3 \cdot 3 Zn(OH)$ ва силикат (валлетит $Zn_2 SiO_4$) турларда учрайди.

Рухни бойитмага ўтиш даражаси 70 - 85 % ташкил қилади. Рух бойитмасини тахминий миқдори, %: Zn 40 - 60; Pb 0,2 - 3,5; Ca 0,15 - 2,3; Fe 2,5 - 13; S 30 - 35; Ca 0,1 - 0,5; As 0,03 - 0,3; Sb 0,01 - 0,07; Cu 0,001 - 0,013; Jn 0,001 - 0,07. Бойитмани майдалиги 30 - 35 % (-75 мкм) - 70 - 90 % (-75 мкм) масофада ўзгаради. Бойитмани муҳим технологик хусусиятлари бўлган: зичлик - 3,4 - 4,3 г/см³; тўқилмоқ массаси 1,9 - 2,3 г/см, намлик 10 - 16 %, куририлгандан кейин 6 - 8 %.

Рухни хом ашёдан ажратиш олиш асосий технологиялар

Сульфидли рух хомашёсини бевосита эркин ҳолатига тиклаш мумкин. Масалан:



Аммо, кучли тикловчи моддалар H ва CO самарадорли эмасдир. Масалан, келтирилган реакция учун 1000 С да мувозанат константаси тенг:

$$K_p = P_{Zn} \cdot P_{H_2S} / P_{H_2} = 2,1 \cdot 10^{-4}$$

Бундан хулоса - юқори ҳарорат ва босимларда ҳам тикланиш маҳсулотларини чиқиши жудаям кам. Амалиётда сульфидларни оксидлантириш кейин афзалроқдир.

Саноатда ZnS ни Zn O га оксидланишини пирометаллургик усул билан амалга оширилади. ZnO ни тикланиши эса пирометаллургик ёки гидрометаллургик усуллар билан амалга ошириши мумкин. Охириги усул бўйича ZnO ни сульфат кислотасида эритиб электролиз ёрдамида эркин метал олинади.

Рухни сульфид бойитмасидан ажратиш олиш ZnS, ZnO ва Zn ларни хусусиятларига боғлиқдир. Рухни оксид ва сульфиди юқори ҳароратда эрийди. Масалан, ZnS атмосфера босимида 1200⁰С зиёд ҳароратда парланади ва 2000⁰С гача эрмайди. ZnO эса 1975⁰С суюқ ҳолатига ўтади. Шунинг учун ZnS ни ZnO га оксидланишини юқори ҳароратларда катта тезлик билан юборилиши мумкин. Рух сульфидини оксидланиши экзотермикдир ва жараён учун қушимча ёқилги сарфламайди.

Рухни оксиддан тиклаш учун кўп энергия сарфланади. Шунинг учун пирометаллургик тикланиш юқори ҳарорат ва тикловчи модданинг миқдорлигида оборилади. Электролитик тикланиш ҳам электр қувватини катта ҳажмда сарфланиши билан боғлиқдир. Металлик рух осон суюқ ҳолатга ўтади - эриш ҳарорати 419⁰С, 907⁰С да пар ҳолатига ўтади, шунинг учун пирометаллургик тикланишда рух пар ҳолатида ажралиб чиқади.

Пиро ва гидрометаллургик усулларни хусусиятларини кўриб чиқамиз.

Пирометаллургик усулда якунловчи махсулот бўлиб ғовак куйдирма (огарок) олинади. Куйдириш даврида модда олдин олтингургуртни йўқотиб, кейин қотишма шаклга ўтади. Қотишма олиш учун харорат

1300-1400⁰С гача кўтарилиши керак. Буни агломерация жараёнида амалга оширилади. Агломерат кейинчалик қаттиқ углерод ёрдамида тикланади.

Гидрометаллургик усул бўйича куйдиришни 900-1000⁰С да огарок - кукун олишга қаратилади. Олинган кукун сульфат кислотасида эритилади. Эритмадан рух электролиз билан эркин ҳолатида ажратиб олинади, сульфат кислотаси эса регенерация бўлиб қайтадан танлаб эритишга юборилади.

Рух бойитмасини юқори хароратда оксидлантириш, ҳозирги пайтда, асосий технологик усулдир. Канадада олиб борган изланишлар шуни кўрсатадики, рух сульфидини эритмадаги кислород билан ҳам оксидлантирса бўлар экан:



Жараён автоклавда 100⁰С дан зиёд ва умумий босим 10⁵ Па дан юқори шароитларда олиб борилади. Саноатда бундай технологияни қўллаш қийиндир.

Технологик схемаларни таҳлили шуни кўрсатиб турибдики, жараён бир неча босқичдан иборатдир. Амалиётда эса, схемалар анча мураккаброкдир.

Бунга иккита сабаб бор:

1) хом ашёда мавжуд бўлган бир қатор рухга йўлдош элементларни ажратиб олиш кераклиги;

2) хом ашёни қайта ишлаш учун тайёрлаш жараёнларни ташкил этиш.

Дунё микъёсида тахминан 20 % пирометаллургик ва 80 % рух пи-рометаллургик усуллар билан олинади.

16.1-жадвал. МДХ давлатларида рух захиралари

Давлатлар	Конларни сони	Захиралар, млн. т
МДХ	223	100
Россия	138	48,1
Қозоқистан	52	36,3
Ўзбекистан	2	5,4
Тожикистан	13	4,7
Арманистон	4	0,7
Грузия	4	0,3
Озорбойжан	5	3,8
Қирғизистан	2	-
Украина	3	0,7

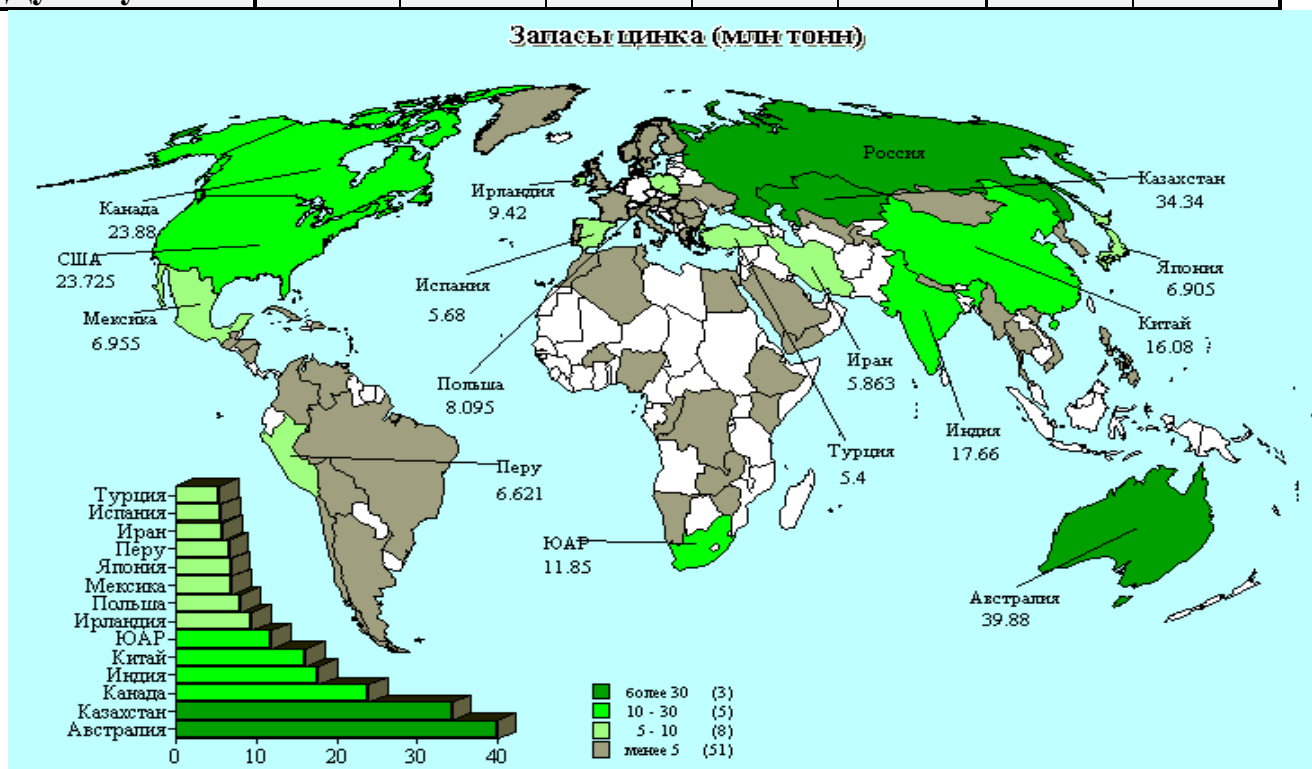
16.2-жадвал. МДХда рух концентратини ишлаб чиқарилиши (минг. т.)

Хаммаси	461,0	398,4	331,9	301,0	291,0	246,4	340,6	422,3	463,0
Россия	159,0	157,4	146,9	129,0	121,0	120,8	114,4	132,0	136,0

Қозоқистан	250,0	207,0	152,0	155,0	157,0	Ғ,0	224,3	288,3	325,0
Ўзбекистан	50,0	33,0	31,0	15,0	12,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Грузия	2,0	1,0	2,0	2,0	1,0	0,6	-	-	-

16.3-жадвал. МДХда рафинирланган руҳни истемол қилиниши (минг т.)

Давлатлар	1992 й.	1993 й.	1994 й.	1995 й.	1996 й.	1997 й.	1998 й.
МДХ	343,0	311,4	240,8	235,7	220,3	235,2	230,0
Россия	203,0	166,4	105,8	106,7	110,3	130,2	130,0
Қозоқистан	55,0	55,0	50,0	45,0	35,0	30,0	30,0
Ўзбекистан	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0
Украина	75,0	80,0	75,0	74,0	65,0	65,0	62,0
Дунё бўйича				7489	7469	7755	7874



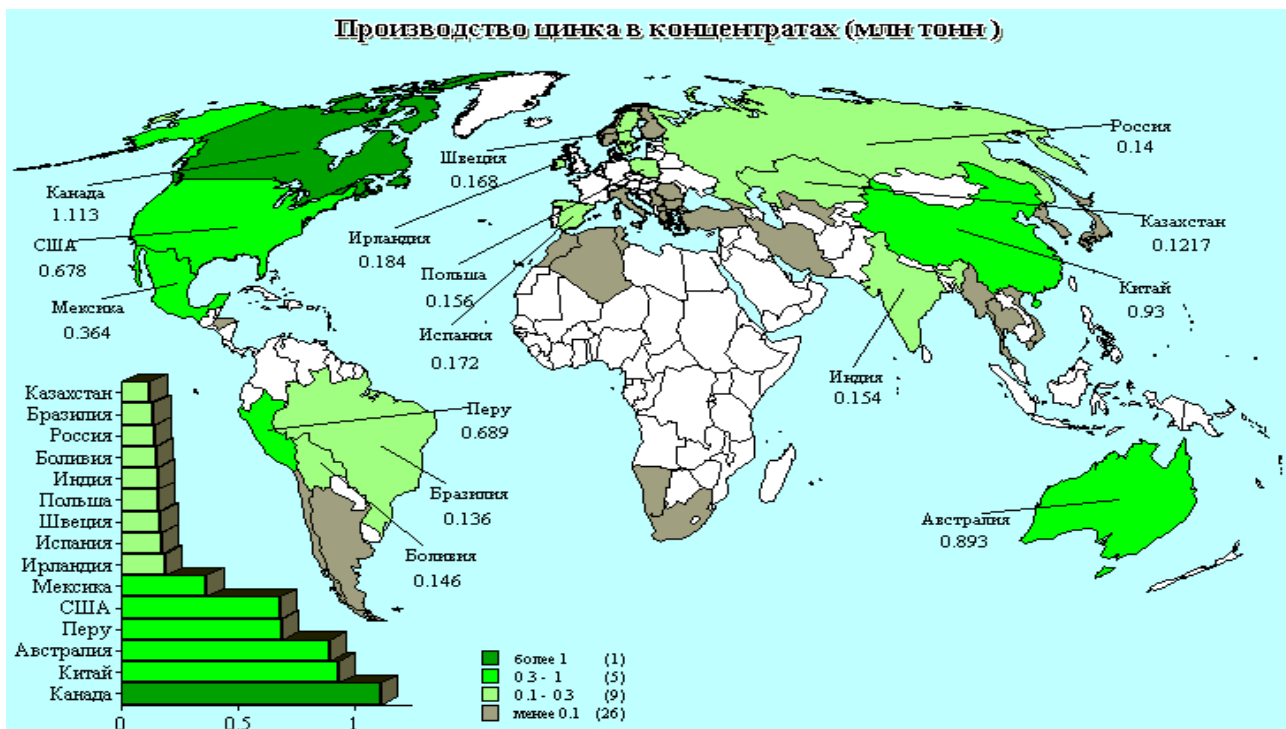
16.4-жадвал. Дунёдаги йирик руҳ конларини таснифи

Давлатлар	Кон	Руда тури	Аниқланган захиралари, минг. т	Рудадаги ўртача микдори, %
АҚШ	Рэд-Дог	Колчеданли полиметалл рудалар	20180	17.0
Австралия	Брокен-Хилл		19200	10.0
	Маунт-Айза		3530	6.3
	Хилтон		3800	9.6
	МакАртур-Ривер		18000	9.5
	Сенчери		Ғ00	10.4
Канада	Брансуик		11885	8.87

	Кидд-Крик		10400	10.0
	Салливан		3225	6.1
Хиндистон	Рампура-Агуча		8100	13.5
Ирландия	Наван		4600	8.9
Россия	Холоднинское		13340	4.0
	Озерное		7720	6.2
Қозоқистан	Жайрем	Баритли-колчеданли- полиметалл рудалар	6560	3.8
	Шалкия	Қўрғошинли рухли	5100	3.3
Ўзбекистан	Уч-Кулач	«стратиформ» рудалар	2450	1.9

16.5-жадвал. 1999 йилда дунёнинг энг йирик корхоналарида рух
концентратини ишлаб чиқарилиши

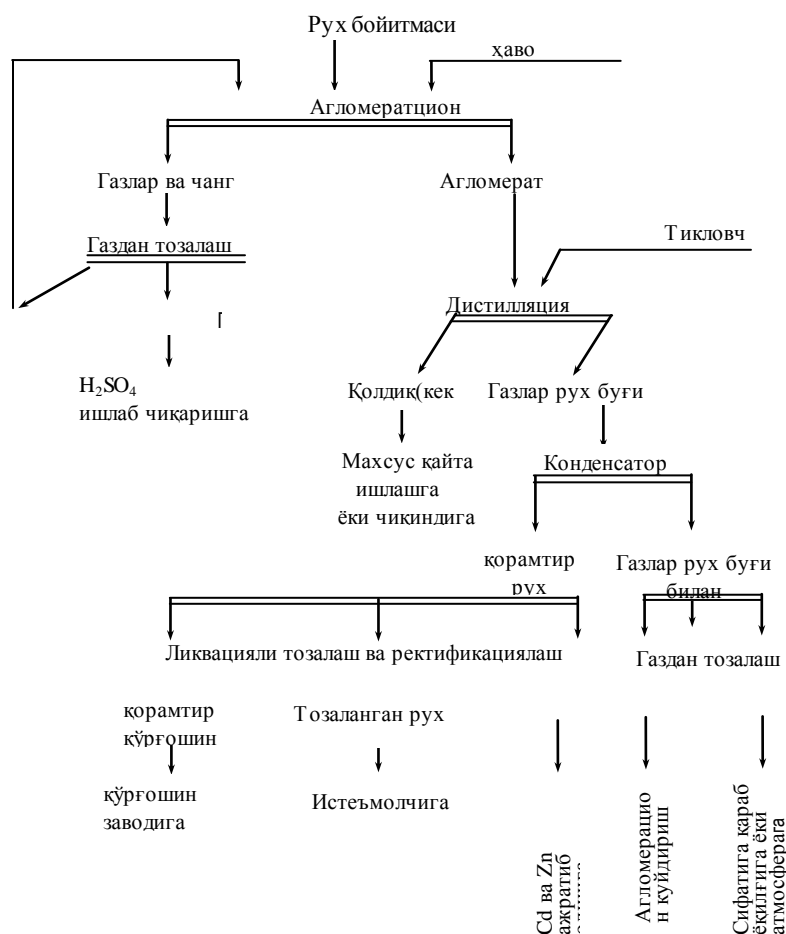
Давлат	Корхона	Компания	Йиллик ишлаб чиқариш қуввати, минг. т	Давлатд аги улуши, %
АҚШ	Рэд-Дог	«Cominco Ltd.»	490	66.8
Канада	Брансуик	«Noranda Inc»	250	23.4
	Салливан	«Cominco Ltd.»	100	9.4
	Поларис	«Cominco Ltd.»	150	14.0
Перу	Серро-де- Паско	«Empresa Minera del Centro del Peru S.A.» («Centromin»)	190	21.9
Ирландия	Тара	«Outokumpu Zinc Oy»	165	93.2
Австралия	Брокен-Хилл	«Pasminco Ltd.»	185	18.3
	Маунт-Айза	«MIM Holdings Ltd.»	180	18.3
	Хеллиер	«Aberfoyle Ltd.»	120	11.8
	МакАртур- Ривер	«MIM Holdings Ltd.»	150	14.8
Испания	Лос-Фрайлес	«Boliden Ltd.»	125	97.6
Россия	Учалинский ГОК	АО «Учалинский ГОК»	75.1	65.6
Хиндистон	Рампура- Агуча	«Hindustan Zinc Ltd.»	130	66.7



16.6-жадвал. Дунёнинг энг йирик корхоналарида рафинирланган рухни (чушка холида) ишлаб чиқарилиши, минг.т/йилига

Давлат	Завод	Компания	Қувва ти
Бельгия	Балан	«Union Miniere»	265
Финляндия	Коккола	«Outokumpu Zinc Oy»	230
Франция		«Metaleurop»	95
	Оби	«Union Miniere»	220
Германия	Норденхем	«Metaleurop Weser»–«Zinc GmbH»	120
Испания	Авилес	«Asturiana de Zinc S.A.»	320
Нидерландия	Будел	«Pasminco Ltd.»	205
Норвегия	Эйтрхейм	«Norzink AS»	135
Канада	Валлифилд	«Canadian Electrolytic Zinc Ltd.», «Noranda Inc.»	230
	Трейл	«Cominco Ltd.»	272
	Тимминс	«Falconbridge Ltd.»	133
	Монака	«Zinc Corporation of America»	146
АҚШ	Торреон	«Met-Mex Penoles S.A. de C.V.»	130
Мексика	Рисдон	«Pasminco Ltd.»	220
Австралия	Чжучжоу	«Zhuzhou Lead-Zinc Smelter»	230
Хитой	Хулудао	«Huludao Zinc Smelter Co.»	260
	Шаогуань	«Shaoguan Smelter»	130
	Ииджима	«Akita Zinc Smelting Co. Ltd.»	156
Япония	Аннака	«Toho Zinc Co. Ltd.»	139

Қозоқистан	Усть-Каменогорский СЦК	АО «Казцинк», «Glencore International AG»	140
	Лениногорский ПМК		240
КХДР	Мунпион		150
Корея рес	Онсан	«Korea Zinc Co. Ltd.»	220
Польша		«Huta Cynku»	80
Россия	Челябинский ЭЦЗ	ОАО «Челябинский электролитно-цинковый завод», «Euromin S.A.»	120
Ўзбекистан	Олмалиқ ТМК	«Олмалиқ ТМК» АЖ	120



**Сульфидли рух бойитмасини пирометаллургик усул билан қайта
ишлашнинг принципиал технологик схемаси**

№19-МАЪРУЗА. РУХ БОЙИТМАСИНИ КУЙДИРИШНИ НАЗАРИЯСИ ВА АМАЛИЁТИ.

Бойитмани куйдиришдан асосий мақсад - сульфидли рухни, тикланиш жараёнига тайёрланган, оксид ҳолатига тўла, тезроқ ва кам сарф харажатлар билан ўтказишдир. Бунда оғарок шундай ҳолатда олиниши керакки, ундан юқори самарадорлиги билан кейинги технологик жараёнларини ўтказишга имкон яратилиши лозимдир. Шунинг билан бир қаторда, куйдиришда ажралиб чиқаётган олтингугурт бирикмаларини тўлароқ даражада сульфат кислотаси олиш учун юборишдир.

Пирометаллургик учул учун оғарокни агломерат (қотишмани бир тури) шаклда олинади ва бу модда кейин юқори хароратда қаттиқ углерод, ёки бошқа тикловчилар ёрдамида тикланади.

Гидрометаллургия усули учун, танлаб эритишга мўлжалланган оғарок куйидаги талабаларга жавоб бериши керак:

1) сульфидларда олтингугурт миқдори иложи борича кам бўлиши керак (0,1 - 0,3 %);

2) эрийдиган сульфат ҳолати меъёрли бўлиши керак (S_{SO_4} 2-4 %);

3) майда фракцияси (- 0,15 мм) юқорироқ бўлишлиги;

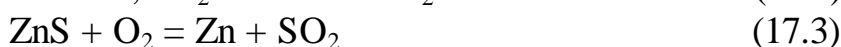
4) феррит ва силикат шаклдаги рух миқдорлиги меъёрлиги. Бундай талаблар гидрометаллургик усулни маҳмунидан келиб чиққади.

Замонавий амалиётда танлаб эритишга кукун - оғарокни қайнар қатлам (КС) печларида, 900 - 1000 °С оралиғида олиб борилади.

Куйдириш жараёнининг кимёвий реакциялари

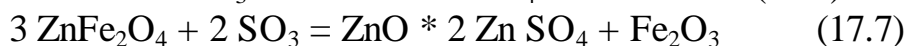
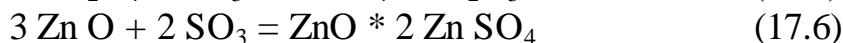
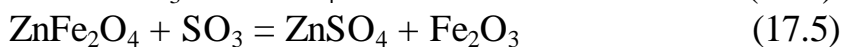
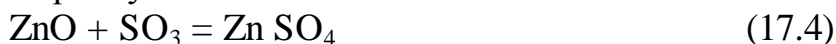
Жараённинг кимёвий реакциялари деб - дастлабки хом ашёни бирин - кетин ўтадиган кимёвий ўзгаришларига айтилади. Жараённинг кимёвий якуний маҳсулотлар билан тавсифланади.

Дастлабки реакциялар уч турда бўлиши мумкин:



Тажрибада аниқланган, сульфидни оксидланишдан бошлаб, 900 С гача, биринчи қаттиқ маҳсулот бўлиб, ZnO пайдо бўлади. Юқорироқ хароратларда модданинг пар ҳолатига ўтиши кўринади. Бу жараён (17.3) реакцияни оқиб ўтиши билан тушунтирса бўлади.

Иккиламчи рух сульфатлари куйидаги реакциялар натижасида пайдо бўлишлари мумкин:



Юқорида қайд этилган кимёвий реакцияларнинг термодинамик кўрсаткичлари куйидагилар:

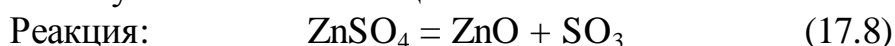
Реакция	T, °C	G, кДж	lg Kp	T, °C	G, кДж	lg Kp
$ZnS + 2O_2 = ZnSO_4$	25	- 675	118,6	1000	- 383	36,3
$ZnS + 1,5O_2 = ZnO + SO_2$	25	- 440	77,4	1000	- 253	24,0
$ZnO + O_2 = Zn + SO_2$	25	- 104	18,3	1000	Ғ	11,7

Сульфидларни оксидланиш иккиламчи реакцияларнинг термодинамик тавсифлари:

Реакция	T, °C	G, кДж	lg Kp	T, °C	G, кДж	lg Kp
$ZnO + SO_3 = ZnSO_4$	25	- 76,5	9,2	1025	- 12,2	0,49
$2 SO_2 + O_2 = 2 SO_3$	25	- 196	24,3	1025	- 179	1,68

Иккиламчи реакцияларнинг мувозанат доимийликлари меъерий қийматларга эгадир. Шунинг учун бе реакциялар айланувчан бўлиб, охиригача етмайди ва ўтиш даражаси харорат ва кислородни порциал босимига боғлиқдир.

Рух бойитмасини куйдиришда сульфат пайдо бўлиши технологик аҳамиятга эга. Бу сульфатларни термодинамик турғунлиги реакция ажралиши мувозанат билан баҳолаймиз:

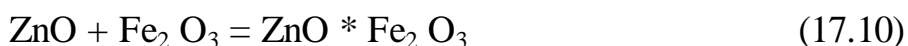


Ушбу реакцияни ўзгармас доимийлиги хароратга боғлиқдир:

$$\lg P_{SO_3} = 11,757 - 8586,0 / T \quad (17.9)$$

Рух бойитмасини куйдиришда, газ таркибида SO ва O микдорлигига боғлиқ бўлган ҳолда, сульфатнинг максимум пайдо булиш харорати 750 - 850 C тугри келади.

Куйдириш даврида рух феррит ва силикат шаклларга боғланиши мумкин:



Бу иккита бирикма, кейинги танлаб эритишда сульфат кислотасида қийин эримайди ва рухни исрофгарчилигини оширади. Шунинг учун жараён шундай бошқарилиши керакки - бирикмалар иложи борича камрок хосил булсинлар.

Рух бойитмаларида купинча кўрғошин ва кадмий бор. Асосан улар сульфид хоссаларида мавжуддир: PbS - галенит ва CdS - гриконит.

Куйдириш пайтида курғошин сульфиди PwO ҳолатига 700 - 800°C энгил ўтади. Кўрғошин оксиди эса норуа модалар билан реакцияга кириб паст хароратларда эрийдиган бирикмалар пайдо қилиши мумкин.

Кадмий сульфиди 735°C аланга олади ва оксид шаклига ўтади. Иккала сульфидлар юқори хароратда учувчанлик хусусиятига эга. Бу хусусиятини технологиялар бўлиб, металларни жараён маҳсулотларига ўтишини ҳисоблашлари керак.

Рух бойитмаларида мис халькопирит, халькозин ва ковеллин турларида учрайди. Бу бирикмалар ўзларини куйдиришда ўзгаришлари мис хом шёсини қайта ишлашдаги жараёнларига ўхшашдир.

Замонавий заводларда рух бойитмасини куйдириш "КС" печларида утказилади. Бу жараённинг афзалликлари:

- 1) юқори ишлаб чиқиш унумдорлиги (оддий печларга нисбатдан 2 - 3 марта юқорирок).
- 2) куйдириш жараёнининг тартибланиши ва маҳсулотни сифатлилиги;
- 3) SO_2 ни газдаги миқдорлигини кўплиги ва ундан сульфат кислотасини олиш кулайлиги;
- 4) танлаб эритишда салбий таъсир этувчи феррит ва силикат бирикмаларини чекланган ҳолатда пайдо булиши ва бошқалардир.

СУЛЬФИДЛИ РУХ БОЙИТМАСИНИ ҚАЙНАР ҚАТЛАМ "КС" ПЕЧИДА КУЙДИРИШ

Сульфидли рух бойитмасини "КС" печида куйдириш амалиёти.

Рух заводларда, таркиби хар хил булган, бир неча концентратлар ишлатилади. Шихта тайёрлаш даврида концентратлар шундай нисбатликда олинадики, улар рух, йўлдош фойдали элемент ва зарар компонентлар бўйича аниқ таркибга эга бўлиши зарур.

Қайта ишлашга келган рух концентратини тахминий таркиби, %: 45 = 60 Zn; 29 - 35 S; 6 - 12 Fe; 1,5 - 5,0 Al_2O_3 ; 0,2 - 4,4 Pb; 0,1 - 3,0 Cu; 0,4 - 3,0 SiO_2 ; 0,5 - 1,5 CaO; 0,2 - 1,0 MgO; 0,25 - 0,8 Cd; 0,01 - 0,4 As; 0,01 - 0,3 Sb, 20 - 160 г/т Ag ва 0,5 - 10 г/т Au.

Шихтани печга куруқ, ёки пульпа шаклда юкланади. Ташқаридан келтирилган ва таркиби яқин бўлган концентратлар куруқ шаклда қўлланилади. Агарда рух заводи бойитиш фабрикаси ёнида бўлса, ёки концентраларни таркиби катта фарқ қилса, пульпа шаклда юклаш мақсадга мувофиқроқ бўлади. Бунга асосий сабаб пульпадаги моддалар яхши ва тўла аралаштирилиши мумкин. Фақат шуни эсда тутиш керакки, пульпа юкланганда технологик газлар ортиқча намланади, металллик дастгоҳлар коррозияга учрайди ва газ чиқариш системасини ишлаши қийинлашади.

Куруқ шихта олиш учун концентралар бир хил модда олиш даражасига аралаштирилади ва қуритиш барабанида, қолдиқ намлик 6 - 8 % гача қуритилади.

Ўзбекистон рангли металлургиясида цилиндрик шаклдаги "КС" печлари кенг тарқалган. Уларнинг подини майдони 34 м, форкамералар майдони 1,5 м, баландлиги - 10 м, куйдирилган моддани ажралиб чиқиш баландлиги 1,0 - 1,2 м. Соплардаги тешиклар кесими майдони, поднинг майдонига нисбатдан 0,8 - 1,0 % ташкил қилади.

Кукунсимон сульфидли рух концентратини газ фазасини 10 - 12 м/с тезлик остида куйдириш олиб борилади. Газнинг тезлигини ошириш ортиқча чанг ажралиб чиқишига олиб келади. Агарда газнинг тезлиги

камрок бўлса, шихта моддаларни қайнаш муҳитдан ажралиб чиқиб, соплларга чўкиб қолади.

"КС" қайнар қатлам печини нормаль ишлаши учун унинг хажмида иссиқлик балансини ушлаб туриш керак. Иссиқликни тақсимланиши, %: технологик газлар билан 60 %; чанг ва девор орқали сарфланиши 20 %. Иссиқликни қолганини махсус мослама ёрдамида печдан чиқарилиши керак. Акс ҳолда иссиқлик тўпланиб моддани ўта қизишига олиб келиши мумкин. Ортиқча иссиқлик махсус трубкали кессон орқали печдан ташқарига чиқарилади.

Технологик газлар котел - утилизатор орқали ўтказилади. Бу дастгоҳда иссиқликни 55 % гази пра олишга ишлатилади. Колган иссиқлик исроф бўлади. Котел - утилизатор юқори параметрли пар ишлаб чиқаради (400 - 565⁰С, 4,5 - 6,0 мПа ва 1,1 - 1,4 т/т концентратга).

Печга берадиган ҳавони хажми назария ҳисоботлардан келиб чиққади ва 1500 - 1600 м/т концентратга ташкил қилади. Ҳавонинг ортиқча берилиши 20 - 30 % (= 1,2 / 1,3).

Куйдириш печини нормаль ишлаши учун қуйидаги талаблар бажаралиши керак:

1) шихтани минералогик ва ўлчамлари доимийлиги ва қатламга бир хил тезликда юкланиши;

2) ҳавони подина майдони бўйича бир хил тақсимланиши;

3) келаётган ҳавони доимий босими;

4) печнинг ишчи хажмида ва бошқа дастгоҳларда ўзгармас босим бўлиши.

Бу талаблар асосан қайнар қатламни пайдо бўлиши ва мустаҳкам ишлаб туришига қаралган. Саноат ишлаб чиқариш шароитида қайнаш қатлам ҳавонинг 15 - 16 кПа босимида пайдо бўлади. Булардан 4 - 5 кПа ли печнинг подинаси гидравлик қаршилигини бартараф қилишга сарфланади. Демак "КС" печининг гидравлик қаршилиги тахминан 10 кПа ташкил қилади. Бундай босим подинада нормаль қайнар қатлам ҳосил қилади, бу тахминан 1 т/м ташкил қилади.

Куйдириш шароитларини технологик кўрсаткичларга таъсири

Куйдириш жараёнини муҳим технологик кўрсаткичлари қуйидагилардир:

1) ишлаб чиқариш унумдорлиги;

2) куйдирилаётган шихтанинг жараён маҳсулотларида тақсимоти (огарок, чанг, газ);

3) технологик газдаги SO₂ ни миқдори;

4) огарокни сифати (кукунлиги, сульфид ва сульфат шаклдаги олтингугуртни миқдори, кремний диоксида ва темирни мавжудлиги);

Замонавий печларда ҳавони бериш тезлиги 10 - 13 м/с, нисбатлик сарфи 350 - 450 м³/(м²*соат) қўлланилади. Ҳаводаги кислородни миқдори 28 - 32 % гача кўтарилган. Бундай шароитларда ишлаб чиқариш унумдорлиги 8 - 10 т/(м² * суткада) ни ташкил қилади. Кислородни миқдорлигини бундан

зиёд кўтариш номаъкулдир, чунки кислород олиш сарф харажатлар унумдорлик ошиши билан қопламайди. Ундан ташқари, ортиқча ажралиб чиққан иссиқликни печдан чиқариш ҳам катта муаммога айланиб қолади.

Моддаларни куйдириш 950 - 970 °С оралиғида амалга оширилади. Жараёнда қаттиқ моддаларни ажралиб чиқиши, %: огарок 65; циклон чанги 30; электрофильтр чанги 3,3; газоход чанги 1,7.

Технологик газларда SO₂ ни миқдорлигини кўпайиши, уни сульфат кислотаси олишда қулайлик яратади. Оддий ҳавода куйдиришда печдан чиқаётган газда SO₂ миқдори 8,5 - 10 % ташкил этади. Кислородга бойитилган ҳаво қўлланса - SO₂ ни миқдори 12 - 15 % гача кўтарилади. Аммо, газоход системалари яхши герметик қопланмаганлиги сабабли, иккиламчи ҳаво тортилади ва натижада SO₂ ни миқдори бир оз камаяди.

Огарокни сифати унга кўйилган талаб билан баҳоланади. Огарокда сульфидли олтингугуртни миқдори 0,1 - 0,3 % дан ошмаслиги учун, концентратнинг куйдиришда десульфурация даражаси 99,0 - 99,7 % бўлиши керак. Бундай юқори десульфурация даражаси жараённинг якуний даврда тезликни ўта пасайиши билан боғлиқдир. Сульфид кўртагини ядро қисми огарок ва газ билан кучли тўскинлик яратади. Шунинг учун куртакни тез ёниши бундай олтингугуртни кам миқдорини етказиб бера олмайди.

Керакли натижа моддани печда узоқ давр бўлиши билан амалга оширилади. Амалиётда бир модда ўртача печь ичида 12 - 14 соат бўлади.

Сульфатли олтингугуртни меъёрли миқдорлиги (2-4 %) 950 - 970°С иккиламчи сульфатлар паст даражада пайдо бўлиши билан таъминланади. Огарок куйдириш пайтида катталашмасилиги учун, жараёни 970°С дан паст ҳароратда олиб бориш керак.

Одатда огарок сульфат кислотасида эрийдиган рух бирикмалари 88 - 92 % оралиғида бўлади. Агарда концентратда кремний диоксиди юқори миқдорликда бўлса, Zn SiO₂ бирикма пайдо бўлмаслиги мақсадида, куйдиришни пастроқ ҳароратда (900 - 920°С) олиб бориш керак.

Одтга, огарок метални миқдори, концентратга нисбатдан, бир оз кўпроқ. Масалан, агар концентратда рух миқдори 50,9 % бўлса, огарокда бу кўрсаткич 60,3 % ташкил қилади.

Ажралиб чиққан чанглар огарок билан бирга танлаб эритишга юборилади.

№20-МАЪРУЗА. РУХ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЯСИ. РУХНИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИК УСУЛДА ОЛИШ.

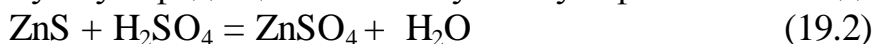
Куйиндини (Огарок) танлаб эритишни асосий мақсади куйинди таркибидаги рух бирикмаларини иложи борича эритма ўтказиш ва электролизга тоза эритма олишдир. Эритишни сульфат кислотаси ёрдамида олиб борилади. Сульфат кислотасини танлашда куйидагилар ҳисобга олинган:

- 1) рух оксиди - ZnO яхши эриши;
- 2) бўлажак электролитик тикланишда қулайлик;
- 3) рух заводларида сульфат кислотасини мавжудлиги;

Рух оксиди сульфат сульфат кислотасини кучсиз эритмасида яхши эрийди, рух сульфати эса - сувда:



Рух сульфиди қизитилган кучли сульфат кислотасида эриши мумкин:



Бунда захарли серводород ажралиб чиқади.

Куйдириш давомида бир қанча рух силикати, ($n \text{ZnO} * m \text{SiO}_2$), феррит ($x \text{ZnO} * y \text{Fe}_2\text{O}_3$) ва алюминатлари ($\text{ZnO} * \text{Al}_2\text{O}_3$) пайдо бўлади. Бу бирикмалар сульфат кислота эритмасида қийин эрийди. Уларни эриш қобиляти харорат ва сульфат кислотасини концентрацияси олиб бориши билан кўпаяди.

Масалан, ферритдан рухни эритмага ўтказиш учун сульфат кислотасини концентрацияси 200 - 300 г/л ва 80 - 90⁰С харорат талаб қилинади.

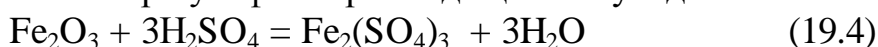
Рухдан ташқари, орқарокда темир, мис, кадмий, кўрғошин, кумуш, олтин, никель, кобальт, марганец, барий, кальций, алюминий ва бошқа металллар бор.

Кадмий хусусиятлари бўйича рухга яқин, уни оксиди CaO сульфат кислотасида яхши эрийди:

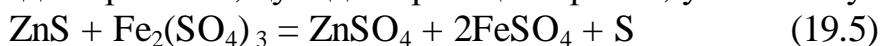


Огарокдан эритмага 85 - 90 % кадмий ўтади. Темир огарокда, асосан рух ва мис ферритлар шаклда учрайди. Бир қанча темир оксидлари Fe₂O₃, ва Fe₂O₃ ҳам бор. Сульфат эритмасида Fe₂O₃ яхши, Fe₂O₃ эса қисман эрийди.

Куйдириш печининг циклон чангида бир оз Fe₂(SO₄)₃ учрайди. Уч валентли темир сульфати эритмада ҳосил бўлади:



Эритмада Fe₂(SO₄)₃ мис бирикмалари, SO₂ ва метал сульфидлари билан икки валентли темир сульфати FeSO₄ га тикланади. Бу жараён рухни огарокдан эритмага, куйидаги реакция орқали, ўтишига кўмаклашади:



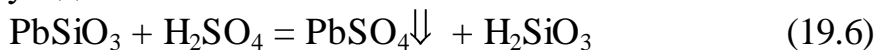
Эритмага огарокдан фақат 3 - 4 % темир ўтади, уни миқдорлиги 1 -2 г/л ташкил қилади. Бундай миқдорлик булажак мышьяк, сурьма, германий ва бошқа моддалардан гидролитик тозалашда ёрдам беради.

Мис огарокда оксид (CuO , Cu_2O), феррит ($n \text{CuO} * m \text{Fe}_2\text{O}_3$), силикат ($x \text{Cu}_2\text{O} * y \text{SiO}_2$) шаклларда учрайди. Энг осон CuO эрийди ва CuSO ни ҳосил қилади. Мис феррити, рух ферритига ўхшаб, қийин эрийди. Танлаб эритишда тахминан мисни ярми эрийди, ярми эса кекда қолади.

Сурьма (III) ва мышьяк (III) оксидланган бирикмалари огарокни танлаб эритишда $\text{As}_2(\text{SO}_4)_3$ ва $\text{Sb}(\text{SO}_4)_3$ шаклларда эритмага ўтишади. Сурьма (V) ва мышьяк (V) оксидлари қийин эрийдиган бирикмалардир.

Никель, кобальт ва марганецлар эрийди ва Ni_4 , CoSO_4 ва MnSO_4 сульфатларини ҳосил қилади.

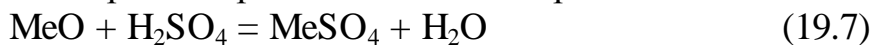
Танлаб эритишда кўрғошин, деярли тўлиқ, қуйидаги реакцияга асосан, кекга ўтади:



Кўрғошин, мис ва рух силикатларини эриши эритмани кремний бирикмалари билан ифлослантиришга олиб келади. Бу жараён танлаб эритишдан бўлажак чўктириш ва филтрлашларни қийинлаштиради.

Кумиш огарокда Ag_2S ва Ag_2SO_4 шаклда учрайди. Кумуш сульфати яхши эрийди, кейин эса эритмада мавжуд булган хлор ионлари билан қийин эрийдиган AgCl бирикмаси шаклда чўктирилади. Кумуш сульфиди эримади ва кекда қолади. Олтин тўлиқ қаттиқ қолдиқларда қолади.

Кальций ва барий оксидлари сульфат кислота эритмаларида қийин эрийдиган эритмалар ҳосил қилади. Жараённинг кислотаси:



Кўрғошин, кальций ва барий сульфат кислотасини қисмини қийин эрийдиган сульфатларга боғлайди. Буни ҳисобга олганда, қуйдириш даврда сульфатли олтингугурт миқдорини бир оз кўпайтириш керак бўлади.

Хлор, фтор, натрий ва магний бирикмалари осон эрийди ва эритмада тўпланадилар. Ноёб металлар - таллий, галлий, индий ва германийлар қисман эритмага ўтадилар.

Қуйдирилган концентратни танлаб эритиш схемалари. Дунё амалиётида турли хил танлаб эритиш схемалари қўлланилади: бир, икки ва уч босқичли, даврий ва узлуксиз ва бошқалардир. Энг кенг тарқалган схема - бу узлуксиз қарама - қарши оқимли икки босқичли танлаб эритишдир.

Огарокдан рухни эриши H_2SO_4 концентрацияси ва харорат ошиши билан табора кўтарилади. Аммо бунда зарра моддалар ҳам эриши мумкин. Бу эса бўлажак электролитик жараёнларда тўсқинлик қилади.

Эритмада кўп зарра моддаларни миқдори рН ни қийматини 5,2 - 5,4 гача кўтариш мумкин. Кейин эса рух гидролизга учраб гидроксид шаклда чўкмага тушиб қолиши мумкин.

Қарама-қарши оқим принципида танлаб эритиш иккинчи босқичини кучли эритма билан олиб боришга имкон беради (130 - 150 г/л H_2SO_4). Биринчи босқичда эса танлаб эритиш кучсиз эритма билан олиб борилади

(50 - 60 г/л H_2SO_4). Бунинг натижасида биринчи босқичда олинадиган эритмада сульфат кислотаси йўқ ($pH = 5,2 - 5,4$). Бундай танлаб эритишда нейтраль эритмада зарра моддалар деярли йўқ. Бу эса булажак эритмани тозалашни осонлаштиради ва сарф - харажатларни камайтиради.

Танлаб эритишни биринчи босқичида (нейтраль цикл) қуйидаги технологик масалалар ечилади:

- 1) огарокдан рух сульфатини ва рух оксидини қисман эришиши;
- 2) Эритмадаги ортиқча сульфат кислотасини нейтраллаштириш;
- 3) Эритмани зарра моддалардан гидролитик тозалаш;
- 4) эритмани қаттиқ моддалардан ажратиш олиш;
- 5) огарокни иссиқлигидан оқилона фойдаланиш.

Нейтраль танлаб эритишнинг якуний мақсади гидролитик усул билан тозаланадиган моддалардан тоза рухли эритма олишдир.

Танлаб эритишнинг иккинчи босқичи (нордон цикл) вазифалари:

- 1) огарокдан рухни тўлиқ эритиш;
- 2) зарра моддаларини эришини чеклаш;
- 3) мышьяк ва германийни оксидлантириш;
- 4) эритмани зарра моддалардан тозалаш;
- 5) қаттиқ ва суюқ фазаларни бир - биридан ажратиш олиш.

Нордон танлаб эритишнинг якуний мақсади эрийдиган рух бирикмаларидан озод кек олишдир.

Эришиш схемаларини танлаш хом ашёни сифатига боғлиқдир. Ишлаб чиқаришнинг катта хажмида, хом ашё таркиби ўзгармаслигида узлуксиз танлаб эритиш мақсадга мувофиқдир.

Даврий танлаб эритиш, тез мослашувчи бўлганлиги сабабли, зарра моддалари юқори миқдорли бўлган хом ашёни қайта ишлашда афзалроқдир.

Даврий танлаб эритиш, узлуксизга нисбатдан, камроқ ишлаб чиқариш қайта ишлашда кўпроқ сарф - харажатларни талаб қилади. Бир босқичли танлаб эритиш, одатда, даврий схемаси бўйича олиб борилади.

Паст сифатли концентратни қайта ишлашда, қайсиларда мышьякни миқдори 0,5 % бўлган, ёки кремний диоксиди миқдори 8 % гача бўлган, бир босқичли схемани қўллаш мақсадга мувофиқдир.

Танлаб эритишнинг амалиёти. Танлаб эритиш даврий схема бўйича ўтишнинг шартли талаби - огарок совутилган ва классларга бўлинган бўлиши керак. Печдан чиққан огарок ва чангларни аралашмасини харорати $700-750\text{ }^{\circ}\text{C}$ бўлгани учун, уларни аэрохолодильник, ёки конвеерларда совутилади.

Совутилган аралашмани аэросепараторда катталиги бўйича классларга булинади. Йирик фракция ($> 0,3\text{ мм}$) зулдирли тегирмонда янчилади ва янгитдан классификация қилинади. Классланган куйдирилган концентрат танлаб эритишга юборилади.

Одатда классификацияни икки босқичда олиб борилади: нейтраль ва нордон. Дастлабки (нейтраль) классификация ҳамма пульпани икки фракцияга бўлади: кум (+ 0,30 мм) ва ил (- 0,3 мм). Ҳар бир фракция алоҳида

танлаб эритишни талаб қилади. Нейтраль классификациядан чиққан эритмани нейтрал танлаб эритишга юборилади. Қум фракциясини эса ишлатилган электролит билан танлаб эритилади (пульпани қолдиқ нордонлиги 20 - 60 г/л H_2SO_4).

Қум фракциясини механик, ёки пневматик агитаторда танлаб эритилади. Бунда, икки валентли темирни уч валантликга оксидлантириш учун, марганец рудаси, ёки пиролюзит MnO қўшилади. Танлаб эритишдан сўнг, қум яна классификация қилинади. Нордон классификациясидан чиққан қумлик маҳсулот нордон танлаб эритишдаги рух кекидан деярли фарқ қилмайди. Шунинг учун бу фракция вельц печига юборилади.

Нейтраль классификациясидан ажралиб чиққан эритмани, циклон ва электрофильтр чанглари билан, нейтраль танлаб эритишга юборилади. Бу танлаб эритиш пневматик типдаги бирин-кетин ўрнатилган агитаторлар каторида ўтказилади. Биринчи агитаторда сульфат кислотасини концентрацияси 50 - 60 г/л ташкил этади. Танлаб эритиш даврида кислота нейтралланади. Бунда аралашмалар гидролизга учраб чўкмага ўтишади. Гидролиз жараёни биринчи агитаторга марганец рудасини қўшиб эритмани рН ни ўзгартириб бошқарилади. Охирги агитаторда суюқ фаза рН ни 5,2 - 5,4 гача кўтарилади. Гидролизни тўлиқ ўтилгани охирги агитатордан чиқаётган пульпадаги темир (II) миқдорлиги орқали баҳоланади. Одатда бу миқдорлилик 30 - 50 мг/л ташкил қилиши керак.

Нейтраль циклдаги охирги агитатордан пульпани қуюқлаштиргичга юборилади. Нейтраль қуюқлаштиргичдан чиққан эритма, одатда, яхши тиндирилган қаттиқ моддани миқдорлиги 1 г/л дан ошмайди. Эритма ўзи билан танлаб эритишни маҳсулоти ҳисобланади. Уни зарралардан тозалаб, рухни электролитик тикланишга юборилади.

Нейтраль қуюқлаштиргичларни қуюқ маҳсулоти $J : T = 3 - 4$ га эга бўлиб, нордон циклни пневматик агитаторларга юборилади. Нордон танлаб эритишнинг биринчи агитаторига миқдорлиги 40 г/л рух ва 120 - 160 г/л H_2SO_4 бўлган ишлатилган электролит берилади.

Охирги агитаторда сульфат кислота миқдорлиги 0,5 - 1,0 г/л гача пасаяди, $T : J$ ни нисбатлиги эса 10 - 12 гача кўтарилади.

Нордон циклда охирги агитаторда пульпа қуюқлаштирилади. Қуюқлаштиргичда пульпа тиндирилади, ZnO қўшимча эрийди, кислота нейтраллашиб рН 4,0 - 4,5 кўтарилади, аралашмалар гидролиз бўлиб чўкмага ўтади.

Танлаб эритиш дастгоҳлари. Узлуксиз танлаб эритишга, одатда, пневматик агитатор пачук қўлланилади. Пачук ўзи билан зангламайдиган пўлат ёки темирбетондан тайёрланган цилиндр шаклдаги чандир. Чан ички юзаси кўрғошин ёки кислота таъсир қилмайдиган керамика билан футерланган (химоя қилинган). Чаннинг баландлиги 6 - 10 м, диаметри 3 - 4 м, ишчи ҳажми 40 - 100 м.

Чаннинг марказида вертикал труба - аэролифт ўрнатилган. Бу труба орқали 0,2 - 0,25 мПа босимида ҳаво берилади. Ҳаво пульпа билан араллашиб

енгил аралашма ҳосил қилади ва тепага оғир пульпа билан сиқиб чиқарилади. Аэролитфни ташқари томонидан оғир, ҳаво билан тўйинмаган, пульпа пастга тушиб яна аэролифтга киради. Бунинг натижасида пульпа интенсив аралашади ва танлаб эритиш реакцияларни ўтишига кўмаклашади.

Танлаб эритишнинг керакли давомийлигини мавжуд қилиш мақсадида бирин - кетин ўрнатилган бир неча пачуклар ўрнатилади. Дастлабки пульпани биринчи пачукга юкланади, охириги пачукдан эса пульпани қуюқлаштиргичга юборилади.

Даврий танлаб эритишда жараён механик аралаштиргичли агитаторда олиб борилади. Унинг ҳажми 150 м³ етади. Аралаштиргич мосламада кислотага бардош пулатдан тайёрланган пропелфли дастгоҳи урнатилган.

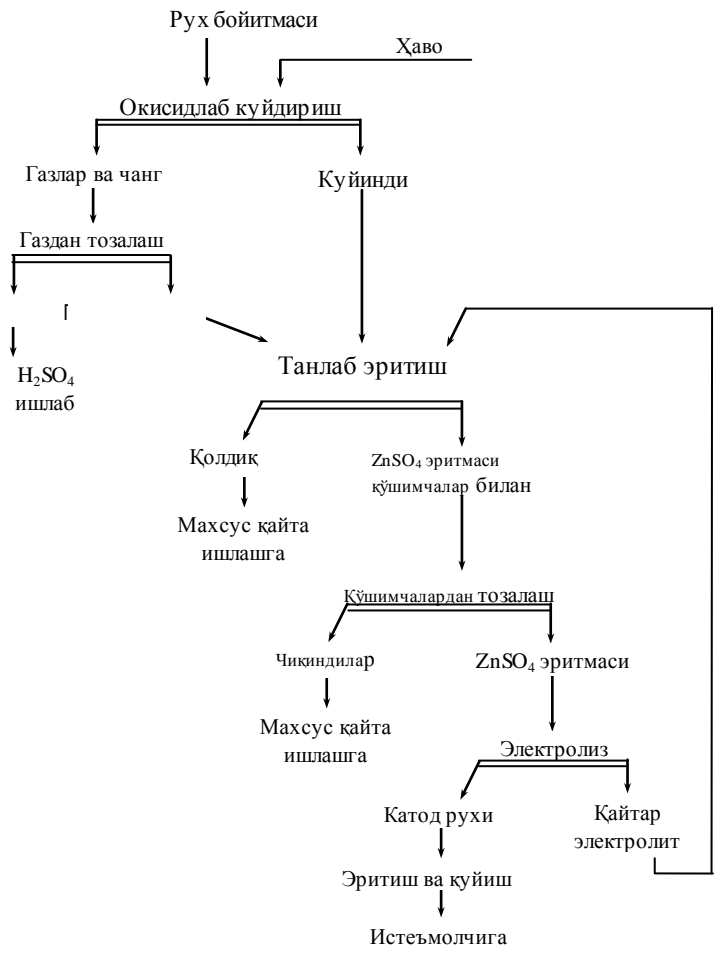
Керакли булса, агитаторларга иситиш мосламаси урнатилади ва танлаб эритиш юқори ҳароратларда олиб борилиши мумкин бўлади.

Куйдирилган рух концентратини танлаб эритишда олинган пульпани қаттиқ ва суюқ фазаларга ажратилади. Фазаларни ажратиш учун қуюқлаштириш ва филтрлаш қўлланади.

Қуюлтиргич ўзи билан диаметри 10 - 18 м ва баландлиги 4 - 5 м бўлган чанни ҳосил қилади.

50 -100 / қаттиқ моддалли пульпани чанга юкланади. Қуюлтиргичда қаттиқ моддалар чўқади ва мосламадан чиқарилади. Пульпани суюқ фазаси чанни юқори қисмдан чиқарилиб бўлажак технологик жараёнларга юборилади. Қуюқлаштириш жараёнини жадаллаштириш мақсадида пульпага полиакриламид (ПАА) қўшилади. Полиакриламид майда заррачаларни катталаштириб оғир флокулаларга ўтказилади. Тиндирилган эритмани, қайсида деярлик қаттиқ модда йўқ, тозалашга юборилади. Т : Ж нисбати 2 - 3 га тенг бўлган. Қуюлтирилган пульпани филтирлашга юборилади. Қуюқлаштиргични ишлаб чиқиш унумдорлиги: нейтрал циклда 2,5 - 4,0 м тинилган эритма 1 м² га бир суткада, нордон циклда эса 6 - 7 м³ 1 м² га бир суткада. Қуюқтирилган пульпада қаттиқ моддани концентрацияси 20 - 50 % ташкил қилади.

Дискали филтрни унумдорлиги 1 м филтрлаш юзасига бир суткада 1 - 2 м ташкил қилади. Кекнинг намлиги 30 - 35 %. Умуман филтрлаш юзаси 80 - 100 м ташкил қилади.



Сульфидли рух бойитмасини гидрометаллургик усул билан қайта ишлашнинг принципиал технологик схемаси

№21-МАЪРУЗА. РУХ СУЛЬФАТ ЭРИТМАСИНИ ЁТ ЗАРРАЛАРДАН ТОЗАЛАШ.

Сульфат эритмасидаги мавжуд бўлган ҳамма зарра моддаларни 4 гуруҳга бўлса бўлади:

1. Fe, Al, Cu, As, Sb, Ge, Jn, SiO₂.
2. Cd, Cs, Ni, Ta.
3. Co, Cl, F.
4. K, Na, Mg, Mn.

Биринчи гуруҳдаги аралашмалар эритмадан гидролиз, бирга чўкиш, адсорбция ва коагуляция йўллари билан ажралиб чиқади.

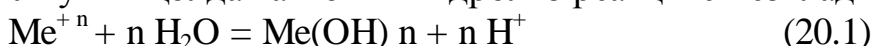
Иккинчи гуруҳдан моддалардан тозалаш - цементацион усули билан олиб борилади. Бунда электр салбийроқ бўлган рух ундан электр манфий элементларни сиқиб чиқаради ва чўкмага ўтказилади. Рух ўзи эса ион ҳолатда эритмада қолади ва уни бойитади.

Учинчи гуруҳдаги моддалар фақат кимёвий усул билан чиқарилади. Улар махсус қўшилган реагент билан қийин эрийдиган бирикмалар ҳосил қилиб чўкмага ўтишади.

Тўртинчи гуруҳдаги элементлар умуман ажралиб чиқмайди ва эритмада тўпланади. Улардан тозалаш учун эритмани қисми жараёндан чиқарилиб, шу элементсиз тоза эритмага алмаштирилади, чиқарилган эритмадаги рух кейинчалик ажратиб олинади.

Гидролитик тозалаш. Гидролитик тозалаш металл катионларни эритмада сув билан ўзаро боғланиб қийин эрийдиган гидрооксид ҳосил қилишга асосланган. Бунда метални концентрацияси пасаяди ва эритма тозаланади.

Умумий ҳолда катионни гидролиз реакцияси ёзилади:



бунда: Me^{n+} - метал катиони;

n - катионни заряди.

20.1. реакциясини ўтиши эритмани рН га боғлиқдир: нордон муҳитда метал гидроксиди эрийди, аслида эса чўқади.

Ҳар бир металга ўзига хос эритмани рН қиймати борки, қайсидан гидролиз реакцияси мувозанатда бўлади. Бу рН нинг номи - pH^0 . Стандарт шароитлар учун ($a = 1$ моль/л, $t = 25$ С) бир қанча рН қийматлари:

Металл

катиони	Co ³⁺	Sb ³⁺	Sn ²⁺	Fe ²⁺	Al ³⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Fe ³⁺	Cs ²⁺
рН	1,0	1,2	1,4	1,6	3,1	4,5	5,9	6,7	7,0

Бу қаторда руҳдан чап томонда жойлашган аралашмалар гидролиз йўли билан тозаланишлари мумкин.

Нейтрал танлаб эритишда пульпани рН 5,2 - 5,4 оралиғида ушланиб туради. Бунда рух гидролиз ҳам бўлмайди. Ионлар Со (III), Sb (III), Sn (II), Fe (III), Al (III) бу шароитларда эримайдиган гидрооксидлар ҳосил қилишади.

Агар (20.1) реакция стандарт шароитларга ўхшамаса, рН қиймати катионни эритмаларидаги (активлигига) боғлиқдир:

$$pH = A - 1/n \lg C_{Me^{n+}} \quad (20.2)$$

бунда: С - катионни эритмадаги концентрацияси, моль/л;

А - катионга хос доимийлик.

$$\text{Ўз қаторида: } A = - \lg L - \lg K - \frac{1}{n} \lg \quad (20.3)$$

бунда: L - гидрооксидни эриш қобиляти;

K - сувни ионлар кўпайтмаси;

Me - катионни активлик коэффициентини.

Шундай қилиб, нейтрал танлаб эритиш шароитларда қийин эрийдиган Fe (III), As (III), Sb (III), алюминий, Cu (II) ва бир қанча ноёб металллар гидрооксидлари чўкмага ўтишади ва сульфат эритмаси бу зарра моддалардан тозаланади.

Эритмани цементация йўли билан тозалаш. Цементацияни электрохимий реакцияга асосланган:



Бунда аралашма металл ион ҳолатидан металл ҳолатга ўтади ва чўқади, рух - аксинча.

Цементация жараёнининг асосида цементатор металнинг ионланиши куйилган:



Рух ионлари эритмага ўтади, лекин электрониф металда қолади ва унга салбий заряд беради. Стандарт шароитларда (25⁰С, α_{zn} = 1 моль/л) рух ионларини уз - узидан эритмага ўтиши тахтайди, қачонки метални потенциали E = - 0,763 В га етади. Ионланиш давом этиши мумкин бўлади, агарда металл рухдаги ортикча электронларни қандайдир ион ўзига қабул қилса, масалан H, Ca, Cu, Ni ва бошқалар. Бунда ралашма метал иони тикланади ва сиртида метал шаклда ўтиради:



Металлик рухдан электронларни фақат электро-мусбатроқ метал ва элементлар қабул қилишлари мумкин. Демак, цементация усули билан эритмадан фақат рухдан электр мусбатроқ аралашма зарра металлларни ажратиб олиш мумкин.

Кайси металллар ажратиб олишлиги мумкинлигини уларни стандарт электрод потенциалларини солиштириб аниқласа бўлади. Ҳамма металллар, қайсиларни стандарт потенциали - 0,763 В дан мусбатроқ бўлса, цементация йўли билан тозаланишлари мумкин.

Стандарт потенциалиф бўйича бир - неча маълумотлар:

Металл	$E^0, В$	Металл	$E^0, В$
Na (I)	- 2,714	Fe (II)	- 0,440
Al (III)	- 1,663	Ск (II)	- 0,403
Mn (II)	- 1,179	Co (II)	- 0,277
Zn (II)	- 0,763	Fe (III)	- 0,037

Цементация натижасида чўкма ҳосил бўлади, қайсида мис, кадмий ва реакцияга кирмаган рух мавжуддир. Чўкма - мис - кадмий кеки - филтрланиб кадмий олишга юборилади.

Эритмани кимёвий тозалаш усули. Кимёвий усул билан рух сульфат эритмасини кобальтдан тозаланеди. Эритмада кобальтни миқдори 7 - 10 мг/л ташкил қилади. Агарда уни концентрацияси 3 - 4 мг/л дан зиёдроқ бўлса, бўлажак рухни электролизига ҳалақит беради.

Кимёвий усулда эритмага реагентлар нитрозо - нафтол ($C_{10}H_6N OOH$), ёки Шеиппе тузи ($Na_3Sb S_4 * n H_2O$) берилади. Жараён 2 - 4 соат, 40 - 50 с да ўтади. Шу даврда кобальтни қийин эрийдиган бирикмалари ҳосил бўлади ва чўкмага ўтади. Чўкма эритмадан филтрларда ажрашилади. Филтрлашдан олдин эритма оҳак билан $p H = 5,4$ гача нейтралланади.

Кобальтни қолдиқ миқдори эритмада 1 - 2 мч/л ташкил қилади. Чўкма эса 2 % кобальтга эга. Бу чўкмадан кобальтни ажратиб олиш мумкин.

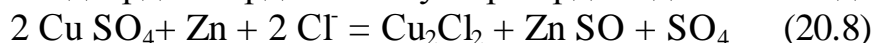
Эритмада хлорни миқдори 500 - 800 мч/л гача боради. Бўлажак технологик операцияларга ҳалақит бермаслиги учун, хлорни миқдорлиги 80 - 150 мч/л дан ошмаслиги керак.

Хлордан энг эффектив тозалаш усули - уни кумуш тузлари билан чўктиришдир:



Хлор кучсиз нордон муҳитда, қолдиқ миқдорлиги 1 - 2 мч/л гача чўктирилади. Одатда эритмани қисман тозалашда, ва тозаланмаган эритма билан аралаштирилади.

Бир хил заводларда хлордан мис тузлари ёрдамида тозаланеди:



Хлорнинг қолдиқ миқдори 100 - 150 мч/л ташкил қилади.

№22-МАЪРУЗА. РУХ КЕКИНИ ВЕЛЬЦЕВЛАШ УСУЛИ БИЛАН ҚАЙТА ИШЛАШ. РУХНИ ЭЛЕКТРОЛИТИК ТИКЛАШНИШНИ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИ ВА АМАЛИЁТИ.

Рух кекини вельцевлаш усули билан қайта ишлаш.

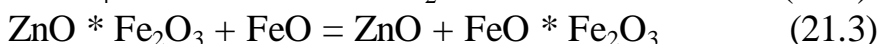
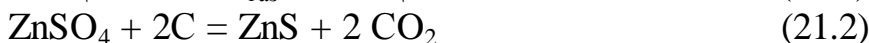
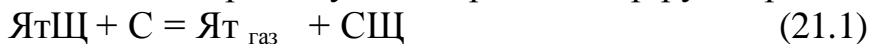
Рух кеклари сульфидли концентратни гидрометаллургик усули билан қайта ишлаш технологиясини яқунловчи маҳсулоти ҳисобланади. Унинг чиқиши дастлабки хом ашё сифатига боғлиқ. Бой ва тоза окнцентратларда кекни чиқиши 20 - 25 % бўлади. Ўрта сифатли концентратдан эса 40 - 45 % кек ажралиб чиқади (концентратнинг массасига нисбатдан).

Рух кекларини тахминий таркиби, %: 19 - 24 Zn; 5 - 12 Pb; 0,3 - 1,3 Cu; 0,1 - 0,2 Sb; 23 - 32 Fe; 5 - 10 S (бунинг ичида 1,5 - 5,0 S); 10 - 12 SiO; 0,4 - 3,2 CaO; 0,3 - 1,3 MgO; 0,5 - 1,0 Mn ва 170 - 425 г/т Ag. Рухни кекда шундай катта микдорлиги куйдириш даврида ферритлар пайдо бўлиши билан тушунтирилади.

Агарда рух, кўрғошин ва уларни бирикмаларини юқори учувчанлигидан фойдаланилса, маълум шароитларда учадиган жисмларни возгон шаклга ўтказиш мумкин. Возгон асосан рух ва кўрғошин оксидларидан иборат бўлади, қолдиқда эса клинкер бўлади. Клинкерда бошқа элементлардан бир бошқа мис ва нодир металллар бор. Бундай тикловчи - дистилляцияон куйдириш рух кекларини қайта ишлашда кенг тарқалган ва вельцевлаш усули деб номланган.

Вельцевлаш ёки вельц - жараён айланадиган трубали печда, 1000 - 1200⁰С харорат оралиғида ўтказилади. Хароратнинг юқори қиймати шихта эрувчанлиги билан чекланган, қайси бутун жараён давомида қаттиқ ҳолатда бўлиши керак.

Шихта таркибига тикловчи модда кокс киритилади. Бунда жараённи дастлабки дақиқаларида куйидаги реакциялар руй беради:



Газ фазасида СО ни оксидланиши юқори хароратни ушлаб туришга кўмаклашади:



рух буғлари эса оксидланади:



ва газ оқими билан чанг ушлаш системасига чиқарилади.

Печнинг биринчи қисмида деярлик тўла рух сульфати ва қисман рух феррити ажралади. Бунинг натижасида рухни сульфид ва оксид турлари

ошади. Печнинг иккинчи қисмида (21.1, 21.3) реакциялар оқиб ўтиши натижасида оксид ва ферритлар кескин камаяди.

Печнинг ўрта қисмида рух оксиди кремний диоксиди билан ўзаро боғланиб силикатлар кўпайишига олиб келади.

Темир рух ва кўрғошин феррити, магнетит ва гематит шаклларда албатта вельцевлашга келган кекда бўлади. Бу темир печнинг иккинчи ярмида оксид ва сульфидлардан металл ҳолатига актив тикланади. Бунинг натижасида қўшимча рух кийин тикланадиган моддалардан возгон шаклга ўтади:



Шундай қилиб, вельцевлаш жараёнининг якунида печнинг реакцион массасида рухни оксид, сульфид ва силикат шакллари камаяди. Клинкерда рухни қолган миқдори, %: 0,1 - 1,0 % ташкил қилади. Клинкерда рух қуйидаги шаклларга учрайди, %: сульфид 45; силикат 17; алюминат - феррит 20; оксид 18.

Вельцевлаш даврида темир рухни ажралиб чиқишига кўмаклашади. Фақат 1180⁰С да (2 FeO * SiO₂) - FeO эвтиктикаси эрийди ва қаттиқ чўкма (настыль) пайдо бўлишига олиб келади. Ундан ташқари, темирни углеродланиши чуғун ҳосил қилади ва улар йирик зулдир турига айланади. Шу сабабли вельц печда 1150⁰С юқори харорат зонаси иложи борича киска бўлиши керак.

Кўрғошин кекда қуйидаги шаклларда бўлади, %: сульфат 60 - 70; феррит 10 - 15; силикат 10 - 15; сульфид 5-10. Вельцевлаш даврида кўрғошинни сульфид ва оксиди пар ҳолатига ўтиб возгон таркибига киради.

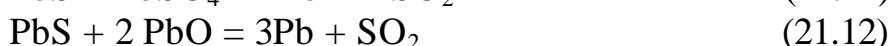
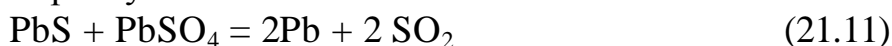
Печнинг биринчи ярмида кўрғошин сульфатини сульфидгача интенсив тикланиши бўлади:



PbS қисман учиб возгонга ўтади, қолган қисми эса мис ва темир сульфидлари билан штейн ҳосил қилади. Сульфатни қисми ажралади ва оксид ҳосил қилади:



Кўрғошин бирикмалари ўзаро боғланиб металл кўрғошин ҳосил қилишлари мумкин:



Металлик кўрғошин пар ҳолатига ўтмайди ва клинкерда тўпланади. Клинкерда кўрғошинни қолдиқ миқдори 0,5 - 0,8 %. Клинкердаги шакллари, %: метал 40; сульфид 29; алюминат 25; оксид ва силикат 6. Мис, олтин ва кумуш вельцевлаш даврида тўлиқ клинкер таркибига ўтади.

Вельцевлаш узунлиги 100 м дан кўпроқ бўлган трубкани печда олиб борилади. Унинг диаметри 2 - 2,5 м. Печь горизонтга нисбатдан 3 - 5 бурчак

градус қияликда жойлашган. Печъни ички сирти оловбардош ғиштлар билан копланган.

Вельц печнинг тахминий иссиклик баланси, %:

Кириш		Чиқиш	
Кокс ёниши	75	Технологик газлар	40-45
Табиий газ ёниши	4	Клинкер	11-15
Экзотермик реакциялар	21	Эндотермик реакциялар ва	
шихтани		иситилиши	
12-15			
Шихтани намлиги бўғланиши		10-12	
Кладка орқали исрофгарчилик		10-15	

Печга юкланадиган материалларни катталиги 5 - 10 мм бўлиши керак. Коксни шихтадаги миқдори қайта ишланадиган моддани оғирлигини 35 - 45 % ташкил қилади.

Печда шихта барабанни 1 об/мин тезлигида айланишида аралаштирилади ва бош қисмидан пастга қараб силжаяди. Одатда шихта печь хажмини 15 - 20 % эгаллайди.

Куйдиришда ажралиб чиқадиган газлар совутилади ва чангдан тозаланилади. Катта ўлчамли чангни шихтани механик ажралиб чиққан бўлади ва чангни умумий қисмидан 5 - 6 % ташкил қилади. Бу чанг ушланиб янгитдан вельц печда юкланади. майда возгонларда 60 - 70 % рух бор. Улар филтрларда ушланиб мустақил қайта ишланади. Рухни возгонга ажралиб ўтиши 90 - 93 % ташкил қилади, кўрғошин эса - 90 %.

Печнинг нисбатлик ишлаб чиқиш унумдорлиги бир суткада 1 м ишчи хажмдан тахминан 1 т шихтани ташкил қилади.

Клинкерни тахминий таркиби, %: 0,9 - 6 Cu; 0,7 - 2 Zn; 0,5 - 1,5 Pb; 20 - 40 Fe; 15 - 20 C; 2 - 20 г/т Au; 50 - 200 г/т Ag.

Рухни электролитик тиклашнишни назарий асослари ва амалиёти.

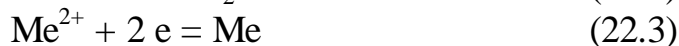
Рух - оғир рангли металллардан энг электрманфийлардан бири. Уни стандарт потенциалы - 0,7636, водородники эса - 0,08, яни $E_{H_2} > E_{Zn}$. Бунинг натижасида рухни электрतिकланиши мураккаб, тезда ўзгарадиган, нотурғун электрохимевий жараён. Электрманфий рухни, электрмусбат водородга нисбатан электродга ўтириши, водородга ўтириши, водородни рухта ўта кучланиши билан боғлиқдир. Шунинг учун, электрतिकланишда ўта кучланишни сақлаб турадиган шароитларни сақлаб туриш керак. Водород ўта кучланишига оид хамма омиллар рухни каррозиясига ва токдан фойдаланиш коэффицентини пасайишига, рух электрतिकланиш жараёнини бузилишига олиб келади.

Водородни ўта кучланишига ток зичлиги, харорат, катодда ўтирган рух сиртини ахволи, электролитини таркиби ва зарра аралашмаларни мавжудлиги таъсир қилади.

Амалиётда рухни электр ўтказиш яшиқ шаклидаги ваннада, эримайдиған кўрғошин, ёки кўрғошин кумуш анод ёрдамида ўтказилади. Ваннага узлуксиз тозаланған нейтрал рух эритмаси берилади ва ишлатилған электролит чиқазилиб юборилади. Рух алюминийдан ясалған матрицага чўктирилади, қайсидан бир суткада бир марта ажратиб олинади.

Япроқ катод рухни индукцион печда хлор аммоний қатлам остида эритилади ва куйма мосламага куйилади.

Сув сульфат кислотали рух эритмасидан метални катодга чўктиришда, куйидаги реакциялар ўтиши мумкин:



Катод потенциали, электролитни таркиби ва электр ўтказиш шароитларига қараб 22.1 -22.3 реакциялардан бири оқиб ўтади. Катодда ионларни разряд потенциали Нерист тенгламаси билан аниқланади:

$$E = E_0 + RT / nF * \ln a + \quad (22.5)$$

Бунда: E_0 - ионни нормал потенциали;

R - газ доимийлиги;

T - абсолют;

A - Фарадей константаси;

n - иондаги зарядлар сони;

a - ионни активлиги;

- поляризацияланиши.

Водородни рухтаги ўта кучланиши ток зичлиги билан Тафель тенгламаси орқали боғланған:

$$\eta = a + b \lg i \quad (22.6)$$

бунда a ва b - доимийликлар 20 с да доимийликларни қийматлари: a = 1,24 ва b = 0,118.

Техникавий рухта водородни ўта кучланиши ток зичлигига боғлиқ. Масалан, ток зичлигини 400 - 600 а/м оралиғида, ўта кучланиш қиймати 1,11 - 1,13 В ни ташкил қилади.

Рухни электр ўтказиш амалиётида водородни рухтаги ўта кучланишини ошириш катта аҳамиятга эга. Уни ток зичлигини ошириш, электронлит ҳароратини пасайтириш, эритмани зарра моддалардан тозалаш, эритмага актив моддалар қўшиш йўллари билан амалга ошириш мумкин.

Токдан фойдаланиш коэффициенти рух концентрацияси пасайиши билан камаяди. Айниқса, рух концентрацияси 50 г/м пастроқ бўлиб қолса, кислотани электродида концентрацияси камайиши токдан фойдаланишини оширади.

Ҳароратни ошиши токдан фойдаланишни пасайишга олиб келади.

Электр қувватини солиштирма сарфи аниқланади:

$$W = U / 1.219 \text{ , квт. с/кг}$$

бунда U - ваннадаги кучланиш, 1,219 - электрохимёвий эквивалент.
- токдан фойдаланиш.

Ваннани электр баланси. Кислоталик 91 г/л, ҳарорат 30C^0 , бир хил электродлар аро масофа 76 мм, ток зичлиги 373 а/м шароитларда ишлайдиган ваннанинг электр баланси:

Кўрсаткич	Ваннадаги умумий кучланиш, қисми, %	
Электродлардаги потенциалларни айрими	В	
ΔU, шлам ва анодда	2,892	77,2
ΔU, эритмада	0,03	0,8
ΔU, контактларда	0,561	15,0
ΔU, контактларда	0,261	7,0
U, ваннадаги	3,744	100,0

Заводларнинг фаолиятига асосланган ҳолда, электролитда зарра аралашмаларнинг рухсат этилган миқдорликлари қуйидагилардир:

	мг/л		мг/л		мг/л
Cu	0,1 – 0,2	C	2 – 8	Mn	3 – 10
Co	2 – 4	As	0,1 – 0,2	Mg	10 – 17
Ni	0,5 – 1,0	Sb	0,1 – 0,2	Na	5 – 10
Fe	50 – 150	Cl	0,05 – 0,1	Al	0,03 – 0,04

Зарра аралашмаларнинг миқдорини кўрсатилган чегараларда ушлаб туриш баланд токдан фойдаланиш билан юқори сифатли рух олиш имкониятини беради.

Анод жараёни. Анод кўрғошин, ёки уни кумуш билан қуймасидан тайёрланган. Кўрғошин анод сифатида қўллаш уни сульфат кислотали электролитда пассивлик ҳолатига ўтиши билан боғлиқдир. Пассивлик ҳолатига ўтиши уни сиртида Рв О оксид қатлами пайдо бўлиши билан тушунтирилади.

Тахмин қилиш мумкин, анодда қуйидаги реакциялардан бири оқиб ўтади:



Бунда - оксидловчи тикловчи потенциал

Рух электрўтказишини реал шароитларда (22.7) реакцияни ўтиш эҳтимоли кўпроқ.

Кўрғошиндан тайёрланган анодларда бир қанча камчиликлар бор:

1) анодда кислородни ажратиб чиқиш жараёнини юқори потенциали (2,1 В, ток зичлиги 500 а/м² да);

2) эритмада кўрғошинни қисман эрувчанлиги ва электролитни зарра моддалар билан ифлослантириш;

3) электролиз жараёнида анодларнинг ташқи кўринишини ўзгариши;
Бу камчиликлардан кўрғошин 1 % кумуш билан кўшилган анодлар озоддир, шунинг учун бундай анодлар амалиётда кенг тарқалган.

Рух электролитик тикланишининг амалиёти.

Электролиз жараёнлари ўтказиш шароитларига қараб заводлар 3 гуруҳга бўлинишлари мумкин:

1. Ток зичлиги 350 - 500 а/м² ва ишлатилган электролитни кислоталиги 90 - 120 г/л Н₂ SO₄ заводлар (стандарт схема).

2. Ток зичлиги 500 - 600 а/м² ва ишлатилган электролитни кислоталиги 150 - 200 г/л Н₂ SO₄ заводлар (интенсивлашган схема)

3. Ток зичлиги 1000 а/м² ва ишлатилган электролитни кислоталиги 300г/л Н₂ SO₄ заводлар (Тейнтон методу).

Ҳамма заводларнинг асосий йўналиши - иложи борича тоза электролит билан ишлаш мышьяк сурма ва кобальт каби аралашмалардан чуқур нисбатдан юқори хароратда (40 с) ишлашга имкон беради.

МДХ давлатларда электролизни 500 - 550 а/м² ток зичлигида олиб борилади. Саноат таркиби шуни кўрсатдики, ток зичлиги 500 дан 700 а/м² гача оширилса электролиз ваннасини унумдорлиги 40 % га кўтарилади ва нисбатлик электр энергиясининг сарфи фақат 6 % ошади. Иқтисодиёт томонидан бу тадбир оқлангандир.

Электролизни кўрсаткичларини яхшилаш учун, кўпинча кўшимча сифатида столяр клейи берилади. Унинг сарфи 1 т куйма руҳга 0,1 - 0,55 кг ташкил этади. Қанчалик электролитда аралашмалар кўп бўлса, шунга клейнинг сарфи ошиб боради. Аммо бунда электролитни ўзи клей билан захарланади ва бу тадбир чекланган ҳолда қўлланиши мумкин.

Электролиз цехларига сульфат кислота боғи чиқиши олдини олиш учун, электролитга кўпик берувчи моддалар кўшилади. МДХ давлатларда шундай модда ҳисобида сапонин (совунли илдиэ) қўлланилади. Нисбатдан мураккаб ва мустақкам кўпикни альбумин (буқа қони) ташкил қилади. Альбуман ҳам қўлланиши мумкин.

Электролитни айланиши ва совутилиши.

Эритмани айланмоқлиги уни совитиш системасига боғлиқдир. Замонавий заводларда ванналар бир баландликда жойлашган ва нейтрал, тозаланган ва ишлатилган электролитларни интенсив айланмоқлиги қўлланилади. Бундай айланмоқ система интенсив схемада ишлайдиган заводларда қўлланилади, чунки ажралиб чиқаётган фисоцис иссиқлиги махсус мослама билан чиқаришга иложи йўқ. Бу ҳолатларда электролитни марказлаштирган совутиш системаси қўлланилади. Совутиш вакуум - буғланиш дастгоҳида ўтказилади.

Айланмоқ ва совутиш системасини танлаш электролиз таркибига боғлиқ. Ток зичлиги 400 - 550 а/м атрофида бўлса бир карра айланмоқ

етарлидир. Бунда электродда ажралиб чиқаётган газ эритмани қўшимча аралаштиради.

Электролиз цехларни ташкили. Рух электролизни цехлари учта асосий бўлимлардан иборат: ток бериш, электролиз ва катодли рухни қайта эритиш. Ванналар бир баландлиқда ўрнатилади.

Электролиз цехини асосий дастгохи анод ва катодли ванна, ток ўтказувчи шишалар, электролитни қуйиш ва чиқариш мосламалари ва уни совутиш. Ванна темир бетондан тайёрланиб уни ички ўлчамлари: узунлиги 1,5 - 3,9 м; энлиги 0,8 - 0,9 м; чуқурлиги 1,0 - 1,4 м. Ваннани ички сирти вилинласт билан тайёрланган.

Ваннадаги катод ва анодларнинг сони ваннани ўлчами ва электродлар масофага боғлиқдир. Кўп заводларда бир хил электродлар аро масофа 70 - 80 мм. Бу масофани камайтириш қўшимча электродлар жойлаштиришга имкон яратади. Бу тадбир ток зичлиги ўзгармаган ҳолда унумдорликни ошириши мумкин. Фақат электродларни ўта яқинлаштириш катод ва анодларда қисқа туташув бўлимига олиб келиши мумкин.

Катодларни А 1 маркали алюминийдан тайёрланади. Уни эни 4 - 5 мм. Дендрит ҳосил бўлишини камайтириш мақсадида катод, анодга нисбатдан, 20 - 25 мм га энлироқ ва узунроқ қилинади.

Катодларни чеккаларига рух ўтирмаслиги учун унга резинали планка кийдирилади.

Анодни кўпчилик заводларда 1 % кумушни бор, кўрғошин эритмасидан ясалади.

Электролитларни совутиш вакуум - буғловчи мосламаларда ўтказилади. Уни ишлаш принципи: суёқлик устида вакуум пайдо қилинади. Бунинг натижасида сув қайнайди ва буғланади. Қолган эритма эса буғланиш иссиқлиги натижасида белгиланган хароратгача совутилади.

Ванналарни электр занжирига ва электродларни улаш схемалари. Саноатда қўлланиладиган электр тўғрилагичлар кучланишини 550 - 750 В да самарадорли ишлайди. Ваннадаги кучланиш 3,5 - 3,7 В бўлгани учун, занжирга бирин-кетин 150 - 200 ванна уланилади. Булар бир серияни ташкил қилади.

Ванналар иккиланган қатор билан уланади. Ванналарга эритма билан таъминлаш электролиз бошқаришида катта аҳамиятга эга. Ваннага нейтрал эритмани сарфи 1,5 - 4,0 л/мин оралиғида бўлади.

Цо - ишлатилган электролитдаги рухнинг миқдорлиги, г/л Нейтрал эритмани зичлиги, асосан, ундаги рухни миқдорлигига боғлиқ. Рух эритмасини сульфат кислотасига алмаштириш, электролитини зичлигини камайтиради. Одатда рух чўкмасини катодда ўстириш 24 соат давом этади. Рух катоддан қўл мосламалари ёрдамида ажратиб олинади. Ваннадан бир пайтда 5 - 10 катод олинади.

Ажратиб олинган катодли рух чуткаларига қўйилади. Катодли рух хлорли аммоний остида индукцион печда эритилади. Хлорли аммонийни

сарфи чўткали рухни 0,5 - 0,6 % ташкил қилади. Печнинг сифими - 20 т, ишлаб чиқиш унумдорлиги - 120 т/суткада.

Бир неча техникo - иқтисодий кўрсаткичлар:

- тоқдан фойдаланиш - 91,2 %
- электр қувватини нисбатлик сарфи - 3010 квт * с/т
- ваннадаги электр кучланиши, - 3,29 В
- катоддан чўтка чиқиши - 98 %
- рухни исрофгарчили - 0,3 - 0,4 %
- рухни чангга ўтиш - 1,5 - 2,0 %

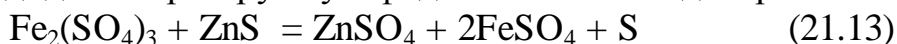
№23-МАЪРУЗА. РУХ КЕКНИ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИК УСУЛИ БИЛАН ҚАЙТА ИШЛАШ.

Рух кекини гидрометаллургик усули билан қайта ишлаш рух ферритни сульфат кислотасида эритишга асосланган. Бунда рух ва темир эрийдиган сульфат ҳолатига ўтказилади. Кейинчалик темир эритмадан ҳар хил қийин эрийдиган бирикмалар шаклда (гидрооксид, гетит, ярозит) чуқтирилади. Рух феррити юқори концентрацияли сульфат кислотасида баланд хароратларда эрийди.

Рух кекини гидрометаллургик қайта ишлаш ҳозирги пайтда кенг тарқалаётган жараёнدير. Кўп ихтиро қилинган усуллардан фақат гетит ва ярозит жараёнлар қўлланаётир.

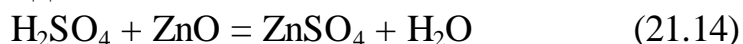
Гетит жараён. Рух кекини ишлатилган электролит билан 6 - 8 давомида 95 С хароратда танлаб эритилади. Жараён эркин сульфат кислотани 50 г/л қолдиқ миқдоригача давом этилади. Олинган кўрғошин-кумуш кек ўз таркибида 25 % Рв ва 3 - 4 % Zn эга бўлади ва кўрғошин заводларга юборилади. Кекнинг ажралиб чиқиши умумий рух кекини 1/3 ташкил этади.

Кекнинг танлаб эритилган эритмада темирнинг қисми (30 г/л) Fe (SO₄) турида учрайди. Вақтдан олдин темир (III) гидролизини олдини олиш мақсадида темирни рух сульфиди билан тиклайдилар:



Тикланиш реакциясини 97 °С да 3 - 4 соат давомида олиб борилади. Жараённи сульфидли кекни, қайсида 20 % Zn ва 50 % S бор, дастлабки концентрат билан бирга куйдиришга юборилади.

20 г/л H₂ SO₄, 20 - 30 г/л эквивалентлиги темир ва 1 г/л уч валентни темирга эга бўлган эритма нейтралзацияга юборилади. Нейтраллизатор ҳисобида огарок қўлланади:



Эритмада H₂SO₄ ни миқдорини 3 г/л гача пасайтирилади. Бунда Fe (III) чўкмага ўтади. Нейтраллизациядан сўнг қуюлтирилган маҳсулот танлаб эритишга кайтарилади, эритмадан эса гетит чўқтирилади.

Операцияни 90-95 °С да 6 соат давомида ўтказилади. Бунда эритмани кўшимча нейтраллизация қилиб, рН = 1,5 - 2,5 пасайтирилади ва Fe (II) ни ҳаводаги кислород билан оксидлантирилади. Темирни оксидланиши Cu (II)

иштирокида тезрок ўтади. Оксидланган темир гидролизга учрайди ва қийин эрийдиган гетит (- FeOOH) ҳосил қилади:



Чўкма деярлик яхши қуюқланади ва филтрланади. Гетит кеки, қайсида 50 % Fe ва 3 - 4 % Zn мавжуд, отвалга ташалади, эритма эса - нейтрал танлаб эритишга юборилади. Гетит жараёнда рух кекидан 80 % Zn ва Са ва 70 % Cu ажратиб олинади. Бу рухни завод бўйича ажратиб олиш даражасини 95 - 96 % оширишга олиб келади.

Рухни юкори даражада ажратиб олишдан ташқари, гетит жараёни яна бири неча ютуқлари бор. Буларни ичида эритмани 70 % гача қуйидаги зарра аралашмалардан тозалаш мумкин: As, Sb, Ge, Jn, A ва бошқалар. Гетит чўкма энгил филтрланади [0,5 - 1,0 т/(м * соат)]. Жараёнда дефицит бўлмаган (рух концентрати, огарок, ишлатилган электролит, ҳаво) моддалар ва оддий мосламалар кулланилади.

Ярозит - жараён. Рух кекини 150 - 200 г/л H_2SO_4 эритмасида 80 - 90 С 4 - 6 соат давомида қайта ишланади. Қолдиқ (асосан PbSO_4 , SiO_2 ва темир оксидлари) олтин ва кумуш бойитилган бўлиб эритмадан ажратиб олинади ва кўрғошин заводларга юборилади. Эритмада рух, кадмий, мис ва бошқа сульфат кислотасида эрийдиган моддалар бор. Эритмада H_2SO_4 ни қолдиқ миқдори 40 - 60 г/л бўлгани учун уни 10 г/л гача пасайтириш мақсадида огарок билан нейтраллаштирилади.

Пульпани қаттиқ фазасини эритмадан қуюқлаштиргичда ажратиб олинади. Қуюқланган пульпа кекни танлаб эритиш босқичига юборилади. Эритма эса темирдан тозалашга юборилади. Темирдан тозалаш 85 - 95 °С олиб борилади. Тозалашга кислородга бойитилган ҳаво қўлланади, ёки пиролюзит қўшилади. Эритмага, қандай ярозит олиш мақсадида, потош, сода ёки аммиак суви қўшилади. Огарокни ритмани рН = 1 - 1,5 гача пасайгунча қўшилади.

Ярозит чўкма 40 г/л H_2SO_4 эритма билан ювилади ва филтрланади. Ярозитни чўктиришда кўпгина зарра аралашмалардан эритма тозаланади. Чўкмадаги аралашмани миқдори уни дастлабки эритмадаги миқдорига боғлиқдир:

$$C \text{ қолдиқ} = K C \text{ эритма} \quad (21.16)$$

бунда C қолдиқ ва C эритма - аралашманинг чўкма ва эритмадаги миқдори, %:

K - ажратиб олиш коэффициенти.

Ажратиб олиш коэффициенти аралашмани эритмадан чиқарилиши ва чўкмада танланишини баҳолайди. Ярозит билан юкори даражада бирга чўкишади ($K = 5 - 13$): Cs (V); Sb (III), Jn (III), Go (III), Te (I), Ag. Анча камроқ чўқади ($K = 0,5 - 1,4$) : Cu (II), Ni (II), Co (II), Al (III), As (III), Ge (IV). Умуман чўкмайдиган аралашмалар: Sb (II), Mg (II), Mn (II), Cl.

Ярозит билан рухни бирга чўкиши деярлик кам, фақат уни эритмадаги юкори миқдорлигида (160 г/л) чўкмадаги миқдорлиги 1 % ташкил қилиши мумкин.

Ярозит - жараён темирни кийин эрийдиган мураккаб модда шаклда ажралиб чиқиши билан яқунланади. Ярозит чўкмани формуласи: $Me SO \cdot Fe (SO) \cdot 4 Fe (OH)$ бунда Me - бу Na, K, NH.

Темирни ярозит шаклда ўтказиш рухни завод бўйича юқори даражада (95 - 96 %) ажратиб олишга имкон яратади. Қўрғошин ва қимматбаҳо металлларни 94 - 97 % қўрғошин - кумуш кекига ўтади.

Возгонларни гидрометаллургик усули билан қайта ишлаш.

Возгонларни алоҳидаги циклда ёки куйдирилган концентрат билан бирга қайта ишланади. Бир хил заводларда, танлаб эритишдан олдин, возгонлар куйдирилади. 600 - 700 °C да 1 - 2 соат давомида куйдириш натижасида 75 % Si ва 70 - 75 % Fe йўқотилади. Мышьяк эрийдиган ҳолатга ўтади, углерод эса ёниб кетади. Возгонларни куйдириш бўлажак технологик жараёнларнинг аяна осонлаштиради ва рух ва кадмийни эритмага ўтиш даражасини оширади.

Возгонларни гидрометаллургик қайта ишлаш куйидагича олиб борилади. Танлаб эритишни даврий схема бўйича 70 - 80°C олиб борилади. Сульфат кислотасини бошланғич концентрацияси 160 - 170 г/л ташкил қилади. Вельц - оксид қўшилиб кислотани 15 - 20 г/л гача нейтраллаштиради. Бунда эритмага Zn, Ca, Jn, As, Sa, Cl, Fe ўтади. Қолдиқ қўрғошин кеки бўлиб махсуслаштирилган заводларга юборилади. Эритма рух заводлардаги схемалар бўйича қайта ишланиб керакли моддалар ажратиб олинади.

№24-МАЪРУЗА. ҚЎРҒОШИН МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АХВОЛИ. ҚЎРҒОШИН МЕТАЛЛИ ХОМ АШЁЛАРИ, РУДАЛАРИ ВА УЛАРНИНГ КИМЁВИЙ ТАРКИБИ.

Ҳозирги замонда дунёда 4 - 7 млн.т. қўрғошин ишлаб чиқарилади. Ишлаб чиқаришнинг хажми бўлган талабларга боғлиқдир. Хажм бўйича қўрғошин 5 ўринда туради (темир, алюминий, мис ва руҳдан кейин). Қўрғошинни 30 - 50 % иккиламчи хом ашёдан ишлаб чиқарилади. Деярлик ҳамма қўрғошин сульфидли рудалардан олинади. Рудада қўрғошинни миқдорлиги 0,5 дан 10 % гача учрайди. Масалан, АҚШ рудада 1,5 % Pb, Канадада 3-4 % Pb, Австралияда 5-10 % Pb, Ўзбекистонда 1,5-2 % Pb бор.

Қўрғошинни катта хажмда чиқарувчилар: АҚШ (23-25 %), Олмония (9-10 %), Англия (8-9 %), Япония (7-8 %), Австралия (6,5-7,5 %), Мексика (5,5-7,0 %), Франция (5,5-6,4 %), Канада (5,0-6,0 %). Бу давлатларда дунёда ишлаб чиқарадиган қўрғошин 70-80 % жойлашган. Ўзбекистон руда мавжуд бўлишига қарамай, қўрғошин заводлари кўрилмаган. Қўрғошинни асосий истеъмолчилари, %: АҚШ 29 - 31; Англия 8,3 - 9,3; Олмония 8,1 - 9,3; Япония 8,0; Франция 6 - 7; Италия 5,6 - 6,2, Испания 3,5 - 4,0. Дунёда ишлаб чиқарилган қўрғошинни 75 % шу давлатлар истеъмол қилинади. Ўзбекистон ўзига керак бўлган қўрғошинни 20 та давлатлардан экспорт қилади.

Қўрғошинни асосий истеъмол қилувчи соҳалари: аккумулятор ясаш (30 - 45 %), кабель ишлаб чиқариш (5 - 25 %), ҳар хил қуймалар (6 - 20 %), бензинга қўшиладиган тетраэтил қўрғошин ишлаб чиқариш (6 - 22 %) ва бошқалар.

Қўрғошин ишлаб чиқаришда асосий хом ашё - бу комплекс полиметаллик рудаларда. Руда, қўрғошиндан ташқари, Zn, Cu, Fe, Cd, Bi, Sn, Ag, Au, As, Au, As, Sb, Tl, Ge ва бошқа элементлар бор. Қўрғошин рудаларда асосан сульфид шаклда учрайди. Сульфидли рудаларда асосий сульфидлар: галенит PbS, сфалерит ZnS, халькопирит CuFeS, пирит FeS, пирротин Fe x-1 S, арсенопирит Fe As S₂, аргентит Ag₂ S. Сульфидли рудаларда 85 - 90 % дан зиёд қўрғошин галенит шаклда учрайди. Рудаларда қўрғошинни таркиби кам бўлгани сабабли бойитилади. Бойитишда қўрғошинни ажратиш олиш даражаси 83 - 94 % ташкил қилади.

Қўрғошин - периодик Менделеев жадвалининг 4 гуруҳ элементи, Атом номери 82, атом массаси 207,2, зичлиги 11,336 г/см³, эриш харорати 327,4 °С, қайнаш харорати 1745⁰С. Кўпчилик кимёвий бирикмаларда қўрғошин икки

валентли. Қизитиш даврида қўрғошин енгил оксидланади. Олдин Pb_2O пайдо бўлади, кейинчалик $Pb_2O = Pb_2O + Pb$ реакция натижасида гнет ҳосил бўлади.

Қўрғошин хом ашёсини қайта ишлаш усуллари.

Қўрғошин концентратини тахминий таркиби, %: Pb 45-50; Zn 4-14; Cu 1-3; S 15-20; Fe 4-15; SiO_2 10; Ag 500 г/т гача. Концентратни таркибидан уни имкон бўлган вайта ишлаш усуллари келиб чиқади. Концентрат таркибини таилили шуни кўрсатиб турибдики, моддани тахминан ярими ё номенал (S), ёки сигиниш бирикмалардан (SiO_2 , Al_2O_3 , CaO) иборат.

Шунинг учун металлургик қайта ишлашнинг асосий мақсади бу:

1) юқорида қайт этилган моддаларни асосий (Pb, Zn, Cu) ва уларни йўлдоши бўлган (Au, Ag, Ca, Bi, Se, Te) элементлардан ажратиб олиш;

2) асосий металлларни бир-биридан ажратиб металллик ҳолатида олиш;

3) хомаки қўрғошинни тозалаш.

Ушбу жараёнлар пирометаллургик усуллар билан бажарилади.

Пирометаллургик жараёнлар қўрғошинни эриш хароратидан юқорирок хароратларда окиб ўтишига мўлжалланган. Бунда қўрғошин суюқ ҳолатида эркин шаклда ажралиб чиқади, қолган элементлар эса нометаллик фаза ташкил қилиб эритмадан ажратилади. Қўрғошинни хом ашёдан ажратиб оладиган пирометаллургик усуллар агломерация ёки реакцияон эритишга асосланган тикланиш жараёнлари орқали олиб борилади.

Тикланиш эритиш куйидаги реакцияларни окиб утишига асосланган:



Жараён етарли даражада такомилланган, фақат уни руёбга ошириш учун сульфидли мис концентрати дастлаб куйдирилиши керак. Бунда кургошин суюқ ҳолатида хомаки метал шаклда ажралиб чиқади.

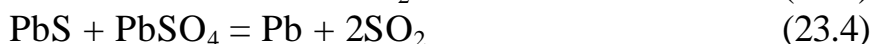
Оксидларни тикланишини кетма-кетлиги уларни кимёвий хусусиятларига боғлиқдир. Агар жараён $100^{\circ}C$ да олиб борилса, куйидаги оксидлар тикланади (оксидларни жойлашиши уларни элементлардан пайдо бўлишидаги Гиббс энергиясини узгаришига боғлиқдир): Ag_2O , HgO , Cu_2O , PbO , SnO , FeO , ZnO ва бошқалар. Оксидлар CaO , MgO , BaO , Al_2O_3 , SiO_2 , MnO_2 бундай шароитларда тикланиши қийин.

Шундай қилиб олдиндан куйдирилган қўрғошин концентратини тикловчи эритиш 23.1 ва 23.2 реакциялар натижасида мис кукуни ва бир қанча бошқа металлларга бойитилган хомаки қўрғошин олиш мумкин. Жараённи иккинчи маҳсулотида шлакда ҳамма бошқа тикланмаган оксидлар тўпланади. Рух, кадмий ва бошқа учадиган металллар жараён даврида буғ ҳолатига ўтиб чангга ўтади.

Тикловчи эритиш иккита асосий металллар қўрғошин ва рухни ажратишга имкон яратади. Кейинчалик рух шлак ва газдан ажратиб олиниши мумкин. Хомаки қўрғошин кейинчалик тозаланади. Унда эриган ҳамма металллар узи билан халқ хўжалилига керакли маҳсулот бўлиб ажратиб

олишлиги керак. Тикланиш жараёни жуда кенг тарқалиб, у билан дунёда 90 % кўрғошин олинади. Шахтали печда агломерация қилинган турли хом ашё тикланиш эритилиши мумкин: бой ва кучсиз, сульфидли ва оксидланган ва бошқалар. Шунинг учун бу усулни универсал метод деб номланган.

Сульфидли концентратни реакцион эритиш кўрғошинни сульфиди ва оксидлари узаро боғланишларига асосланган:



Дастлабки сульфидли хом ашёдан етарли оксидлар пайдо бўлиши учун, концентрат олдин агломерацион куйдирилиши мумкин.

Реакцион эритиш жуда кам тарқалган, чунки у бой концентратларни талаб қилади. Ундан ташқари концентрата ҳар хил аралашмалар миқдори жудаям чекланган.

23.1-жадвал. МДХ давлатларида кўрғошин заҳиралари

Давлатлар	Конларни сони	Заҳиралар, млн. т
Россия	88	34,4
Қозоқистон	58	38,4
Ўзбекистон	3	9,5
Тожикистон	14	12,6
Арманистон	4	0,4
Грузия	4	0,3
Озарбойжон	5	3,8
Қырғизистон	3	-
Украина	3	0,7

23.2-жадвал. Кўрғошин концентратини ишлаб чиқарилиши (минг. т.)

Давлатлар	1992 й.	1993 й.	1994 й.	1995 й.	1996 й.	1997 й.	1998 й.	1999 й.	2000 й.
МДХ	235,2	215,4	99,5	76,3	64,7	56,8	54,3	53,1	59,3
Россия	42,4	33,3	25,4	22,5	18,2	19,5	18,5	13,2	13,3
Қозоқистон	170,0	160,0	57,0	40,0	35,0	31,0	30,0	34,1	40,0
Тожикистон	2,0	1,6	1,3	1,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Ўзбекистон	20,0	20,0	15,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Грузия	0,8	0,5	0,8	0,5	0,7	0,5	-	-	0,2

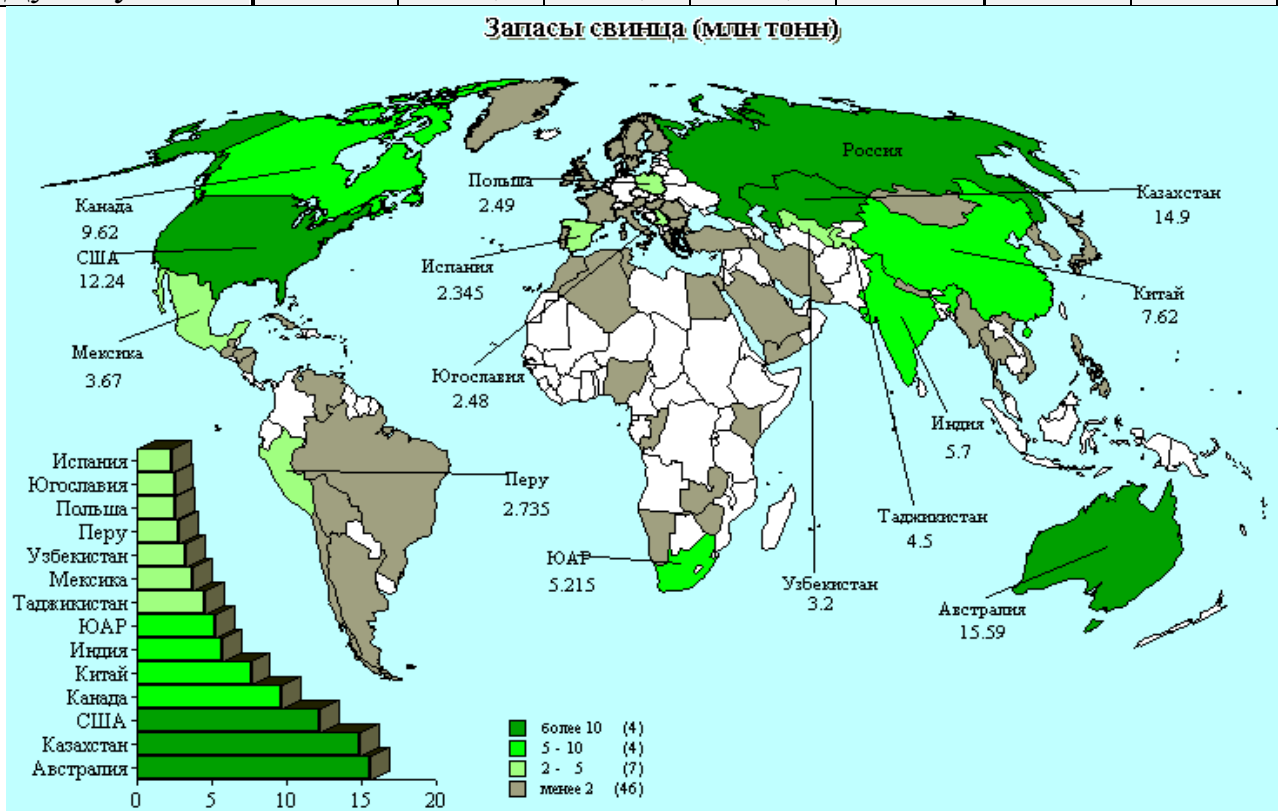
23.3-жадвал. Метал кўрғошинни ишлаб чиқарилиши (минг. т.)

Давлатлар	1992 й.	1993 й.	1994 й.	1995 й.	1996 й.	1997 й.	1998 й.	1999 й.	2000 й.
МДХ	515,1	492,9	381,8	410,4	399,0	433,6	475,9	513,1	508,0
Қозоқистон	240,0	224,0	172,0	169,0	169,0	189,0	241,0	249,0	260,0
Россия	200,1	203,9	137,8	166,4	175,0	189,6	196,9	232,1	230,0
Ўзбекистон	55,0	50,0	58,0	70,0	50,0	53,0	38,0	32,0	18,0

Украина	20,0	15,0	14,0	5,0	5,0	2,0	-	-	-
Дунё бўйича	7230	7400	7370	7374	7294	7769	8026	8120	9050,0

23.4-жадвал. МДХда рафинирланган қўрғошинни истемол қилиниши (минг т.)

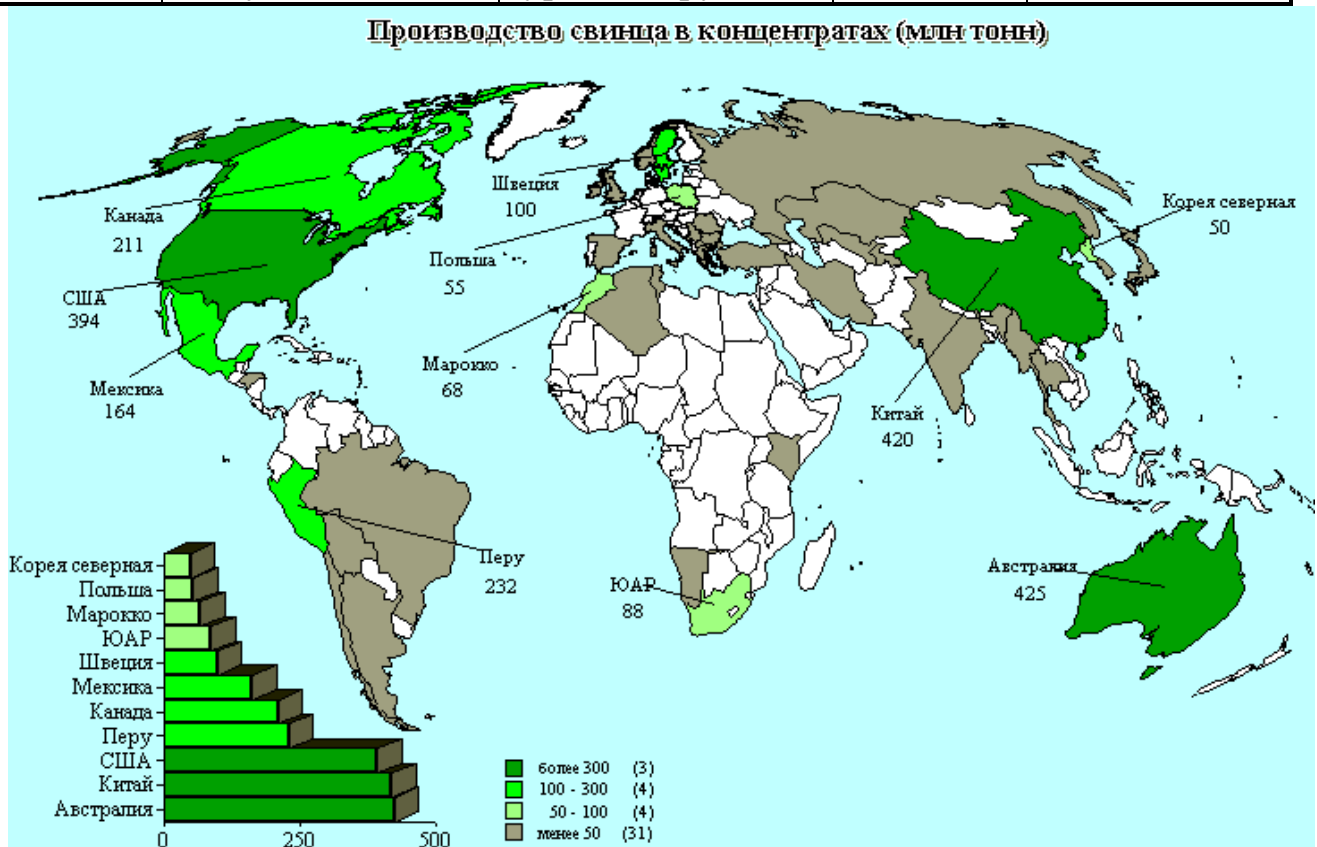
Давлатлар	1992 й.	1993 й.	1994 й.	1995 й.	1996 й.	1997 й.	1998 й.
МДХ	204,4	135,4	126,3	118,8	112,3	120,0	128,0
Россия	168,0	107,4	88,3	85,8	84,3	95,0	103,0
Қозоқистон	13,0	10,0	20,0	15,0	12,0	10,0	10,0
Ўзбекистон	15,6	12,0	12,0	10,0	8,0	8,0	10,0
Тожикистон	7,8	6,0	6,0	8,0	8,0	7,0	6,0
Дунё бўйича	...	5590,7	5841,8	5948,1	5992	6011	5993



23.5-жадвал. Дунёдаги йирик қўрғошин конларини таснифи

Давлатлар	Кон	Руда тури	Аниқланган захиралари, минг. т	Рудадаги ўртача микдори, %
Австралия	Брокен-Хилл	Колчеданли-полиметаллик	16320	8.5
	Маунт-Айза, Хилтон		3860	7.3
	МакАртур-Ривер		8000	4.1
	Сенчери		2700	2.3
	Каннингтон		5030	10.7
	Джордж Фишер		1344	5.6

Канада	Салливан		2325	4.6
	Брансуик-12		3700	3.6
	Вибурнум	Қўрғошин-рухли	3025	5.1
АҚШ	Рэд-Дог	Колчеданли-	5400	5.0
ЖАР	Блэк-Маунтин	полиметаллик	2500	2.7
Россия	Горевское	Қўрғошин-рухли	6000	7.0
Қозоқистон	Жайрем	Баритли- колчеданли- полиметаллик	3100	1.8
Ўзбекистон	Уч-Кулач	Қўрғошин-рухли	2450	1.9



23.6-Жадвал. Ривожланган давлатларда қўрғошинни саноатда қўлланилиши (давлатда ишлатилаётган қўрғошинни ўмумий миқдоридан % ҳисобида)

Маҳсулотлар	АҚШ	Канада	Япония	Франция	Италия	Германия	Австралия
Аккумулятор батареялари	88	83	71	70	60	55	67
Кабеллар	1	—	1	5	8	1	2
Қотишмалар	3	4	3	2	1	2	5

Трублар ва пластиналар	2	–	4	6	4	16	24
Кимйвий бирикмалар	4	6	11	7	15	23	–
Бошқалар	2	7	10	10	12	3	2

№25-МАЪРУЗА. ҚЎРҒОШИН БОЙИТМАСИНИ КУЙДИРИШ ВА АГЛОМЕРАЦИЯЛАШ

Агломерацион куйдиришнинг мақсади қўрғошин концентратини шахтали печда тикловчи эритишга тайёрлашдадир. Сульфидли қўрғошин концентратини тайёрлашга куйидаги мақсадлар куйилади:

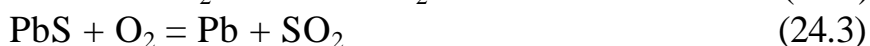
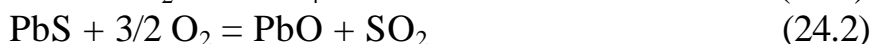
1. Концентратини олтингугуртни ҳаводаги кислород билан оксидлантириб ажратиш. Десульфурацияни оптимал қиймати қўрғошин концентратини кимёвий таркибига боғлиқдир. Масалан, агарда концентратда мис микдори юқори бўлса, агломератда шунча олтингугурт қолдириладики, кейинчалик 15 - 20 % Cu бўлган мис штейнини ҳосил қилишга етарли бўлиши керак. Агарда концентратда кўп рух бўлса, десульфурация максимал даражага кўтарилади. Кимёвий таркибга боғлиқ бўлган ҳолда десульфурация 60 - 85 % оралиғида бўлади.

2. Тайёрлаш даврида кукун моддаларни бўлакраниши ҳосил бўлади. Бу бўлақлар ғовак, яхши газ ўтказувчи материал бўлиб агломерат деб номланади. Бойитиш фабрикалардан келадиган концентрат кукунсимон бўлиб, уни заррачалари 0,1 мм кам ўлчамли бўлади ва бевосита шакли печга юкланиши мумкин эмас.

3. Концентратни шихтали эритишга тайёрлашда қимматбаҳо улар компонентларни буғ ҳолатига ўтказиб, кейинчалик уларни газ фазасидан ажратиб олиш имконияти яратилади (S , As , Sb , Cs , камёб металллар). Олтингугурт SO ва SO_2 шаклларда бўлгани сабабли, сульфат кислотаси олишга юборилади.

Қўрғошин концентратини куйдириш агломерацион машиналарда олиб борилади. Бу машиналарда ҳаво тепадан пастки, ёки пастдан тепага йўналтирилади. Ҳозирги даврда қўрғошин концентратини агломерацион куйдириш кенг тарқалган.

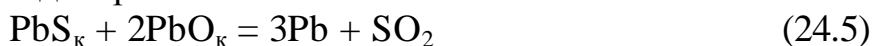
Куйдириш даврида куйидаги реакциялар оқиб ўтиши мумкин:



Хароратнинг 700 °C да (24.2) реакцияси оқиб ўтади. Шу шароитларда куйидаги реакция ҳам оқиб ўтиши мумкин:



886 дан зиёд хароратларда кўрғошин оксиди эрийди ва уни тезлик диссоциацияси оқиб ўтади ва шу шароитларда (24.3) реакцияси ҳам ўтади. Хароратнинг 900 °С атрофида қаттиқ ҳолатидаги моддалар ўзаро боғланидилар:



(24.5) реакцияси интенсивоқиб ўтиши олтингугурт диоксидини порциал босимдан баҳоласак бўлади. Масалан, 800 °С $P = 13,3$ кПа, 850 °С эса $P_{\text{SO}_2} = 101$ кПа га тенг.

Агломерацион куйдириш шихтани 200-300 мм энлиги остида ўтади. Шихтадан ҳаво тепадан пастга сизиб чиқмоқ, ёки пастдан юқорига сирқиб ўтмоқ шароитларда ўтади. Ҳавони тепадан сизиб чиқмоқда шиихта юқоридан ёндирилади. Пастдан тепага қараб ҳаво сирқиб ўтишида шихтани паст қоплами ёндирилади. Шихтани ёпиши шихта хажмида ҳаво йўналишига қараб тарқалади. Куйдириш даврида шихтада турли зоналар пайдо бўлади, қайсиларда ҳар хил физико-кимёвий жараёнлар оқиб ўтади.

Агломерацион куйдириш жараёни махсус ёндиргич - горн ёрдамида шихтани қисми ёндирилиши билан бошланади. Қатламнинг бошқа қисмлари сульфидларни куйдириш давомида экзотермик реакциялар натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик ҳисобига ўтади. 1 кг темир ва оғир рангли метал сульфидлари куйдириш шартли ёқилгини 20 - 25 % ташкил қилади.

Сизиб чиқаётган ҳаво шихтани ёнишидан сақлайди. Куйдириш зонасида энг юқори харорат (1000 - 1100 °С) етилади. Ва бу харорат куйдириш реакцияларини оқиб ўтишига кўмаклашади. Куйдириш зонасида энгил эрийдиган эвлектика, ҳосил бўлган кўрғошин ва бошқа моддалар ҳисобига ҳамма материаллар суюқ ҳолатига ўтади. Суюқ моддалар совуқ ҳаво сизиб чиқмоқлиги ҳисобига қотади ва бўлақлар ҳосил қилади. Куйдириш зонаси эса шихтанинг бошқа қисмларига силжаяди. Агломератни ғоваклиги сабабли ундан совуқ ҳаво осон сизиб ўтади ва пастки қатламдан шихта моддаларни иситиб, куйдириш жараёнига тайёрлайди.

Куйдириш давомида униш зонаси шихта қатламини тўлиқ тепадан пастга қараб ўтади. Куйдириш давомида етарли иссиқлик ажралиб чиққиши ва керакли хароратни ушлаб туриш мақсадида, юкланаётган шихтада олтингугуртни таркиби 6 - 8 % дан кам бўлмаслиги керак.

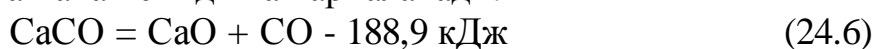
Шихтани бўлақланиши оғарокни совутилишида оқиб ўтади. Бунда ҳосил бўлган энгил эрийдиган моддалар қотишмага ўтиб, бўлақ ҳосил қилишади. Кўрғошиннинг энг осон эрийдиган бирикмалари: кўрғошин силикатлари $2\text{PbO} * \text{SiO}_2$ ($t = 740$ °С), $3\text{PbO} * 2\text{SiO}_2$ ($t = 690$ °С), $\text{PbO} * \text{SiO}_2$ ($t = 766$ °С) ва уларни эвтектикалари (670 °С). Эриган моддалар агломератга қаттиқлик берадиган цементлайдиган модда ҳисобланади.

Эрийдиган модалларни сони 20 - 25 % дан ошмаслиги керак акс ҳолда шихта ва агломератни газ ўтказиш хусусияти камаяди.

Агломерацион куйдиришнинг оқилона ўтказиш мақсадида шихтага флюслар қўшилади. Флюс шаклда кварц, темир рудаси, айланувчи шлак ва агломерат қўлланади.

Қўрғошин концентрати куйдиришга керак бўлган олтингугуртни зиёдроқ тўплайди. Бу шихта ўта қизишига ва мақсаддан олдинроқ суюқ ҳолатига олиб келиши мумкин. Ортиқча иссиқликни бетараф қилиш мақсадида шихтага тўғирловчи - регулятор қўшилади. Регулятор ҳисобида сув, флюс, шлак ва бошқа моддалар ишлатиши мумкин. Харорат регуляторини массаси қўрғошин массасини оғирлигидан 2 - 3 марта оқўпроқ бўлиши мумкин.

Одатда регулятор ҳисобида оҳак қўлланади. Оҳак сульфид оксидланишида ажралиб чиқаётган иссиқликни ютади, ўзи 910°C зиёд хароратгача исийди ва парчаланади:



Парчаланиш реакцияси иссиқлик ютилиши билан оқиб ўтади.

Оҳакни қўшимча қўшилиши шихтага кварц куми ва темир рудасини беришини талаб қилади. Бу талаб бўлажак агломератни шахтали печда эритишда керакли шлак таркибини олиш билан боғлиқдир.

Кварц куми ортиқча иссиқликни сарф қилишга ёрдам беради ва ўзи куйдириш хароратигача қизийди.

$710 - 750^{\circ}\text{C}$ ларда кварц қўрғошин брикмалари билан реакцияга киради:



Қўрғошин силикатлари $750-800^{\circ}\text{C}$ эритмалар ва агломерат пайдо бўлишига кўмаклашади.

Темир рудаси ҳам (Fe_2O_3) яхши иссиқликни регулятори ҳисобланади. Куйдириш даврида қўрғошин ферритлари пайдо бўлади - бу эса фойдали жараён, қайсики агломератни десульфурация даражасини оширади, қўрғошинни буғ шаклга ўтиб исроф бўлишини олдини олади.

Агломерация жараёнига келтирилган шихта куйидаги таркибга эга бўлиши керак, %: 6 - 8 S; 45 - 50 Pв; 10 - 20 CaO; 25 - 35 FeO; 20 - 25 SiO. Шихтани намлиги 6 - 10 % бўлиши керак.

№26-МАЪРУЗА. ҚЎРҒОШИН ХОМ АШЁЛАРИНИ ШАХТАЛИ ПЕЧДА ҚАЙТА ТИКЛАБ ЭРИТИШ.

Қўрғошин агломератини тикловчи эритишни асосий мақсадлари:

1) хомаки метал шаклда максималъ равишда қўрғошин олиш. Бу металда олтин, кумуш, мис, висмут, сурьма, мышьяк, қалай ва теллур тўпланади;

2) маъдансиз жинсларни шлакга утказиш ва шу шлакга кўпроқ рухни ўтказишдир.

Қўрғошин агломератда асосан оксид ва феррит турларида учрайди. Бу бирикмалар 1000°C дан зиёдроқ хароратларда қаттиқ углерод, углерод оксиди, табиий газ ва бошқа тикловчи моддалар билан метал ҳолатигача тикланиши мумкин.

Қўрғошин эритмага энг қулай бу шахтали печдир, чунки унда тикловчи муҳитда жорий этиш ва бошқариш осондир.

Ёқилги ҳисобида кокс қўлланади, қайси қатлам шаклда агломерат билан бирга печга юкланади. Печнинг пастки қисмида - горнда - жараённинг суюқ маҳсулотлари тўпланади: хомаки қўрғошин ва шлак. Шлак эритмасининг юқорисида шихта жойлашган. Шихтанинг пастки қисмида (0,5 - 1,0 м) қизитилган кокс жойлашган. Бу қисм печнинг фокуси деб номланади.

Коксни ёнишини таъминлаш учун ва тикловчи муҳит пайдо бўлиш мақсадида печга босим билан ҳаво берилади. Печнинг фокусида харорат 1500°C гача кўтарилади. Печь газлари шихтанинг хажмидан ўтади, уларни қизитади ва қўрғошинни оксидланган моддаларни тикланишда қатнашади. Газнинг печдан чиқишида (колошникда) харорати $200 - 400^{\circ}\text{C}$ ташкил қилади.

Шихтани баландлиги (4 - 6 м) кокс ёнгани сабабли ва қўрғошинни эриб силжайиши натижасида аста секин паст томон сурилади. Шихтани пастга қараб силжайиш тезлиги тахминан 1м/соатига. Пастга тушган шихтани ўрнига янги шихта порцияси юкланади. Шихтани харорати фокусдан юклаш жойига қараб камайиб боради.

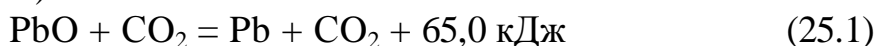
Эритиш даврида ҳосил бўлган суяқ маҳсулотлар пастга қараб силжаяди, фокусдан ўтиб горнда тўпланади ва зичлик асосида қатламланади. Хомаки қўрғошин ва шлак печда тўпланиши билан ундан чиқарилади.

Агломерат ўзи билан оксид ва силикатларни қотишмасидир. Қўрғошиндан ташқари, унда рух, мис, темир, ноёб металлар, мышьяк, сурьма, висмут, калай, нодир элементлар бор.

Қўрғошин агломератда гиёт, силикат, мураккаб оксид (феррит, плюмбит), сульфат, сульфид ва эркин металлар шаклларда келтирилган.

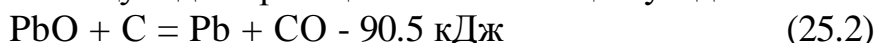
Металлик қўрғошин агломератни 357⁰С дан зиёдроқ хароратга қизитганда ёриб печни паст қисмига қўйилади. Пастга қараб ҳаракатланиш даврида қўрғошин бошқа металларни ўзида эритади.

Глет (PbO) енгил тикловчи оксид. Уни тикланиш углерод оксиди билан печнинг юкори қисмларида бошланади (160 - 185⁰С хароротлардан бошлаб):



Хароратни кўтарилиши реакциянинг тезланишига олиб келади.

Галенитни эригандан сўнг (886⁰С) рво билан углеродни контакти яхшиланиб қуйидаги реакция интенсив оқиб ўтади:



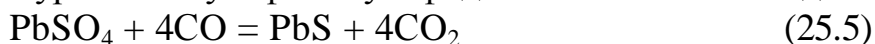
Қўрғошинни силикатлари (xPbO*ySiO₂) 700⁰С дан юкорироқ хароратларда эриб, печни пастки қисмига силжийди. Бу ҳаракатланишда силикатлар ўзларида бошқа оксидларни эритади. Қўрғошин силикатлари шихтали печда тикланади. Тикланиш икки босқичли бўлади. Биринчи босқичда PbO ўиликатда ундан кучлироқ Fe₂O₃ёки Са О га ўрин алмашади. Пайдо бўлган темир кальций силикати ўзида глетни эритади. Иккинчи босқичда шлак эритмасидаги гиётни СО ёки С билан тикланиши оқиб ўтади:



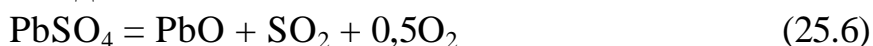
Қўрғошин ферритлари (nPbO*mFeO) углерод оксиди билан 500 - 550⁰С лардан бошлаб осон тикланади:



Кургошин сульфати сульфид холатигача тикланади:



Реакция 550⁰С дан зиёдроқ хароратда интенсив ўтади. Деярлик ҳамма сульфат сульфид шаклга тўлиқ ўтади. Қисман сульфат 800⁰С дан бошлаб парчаланеди:



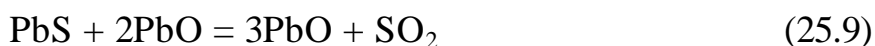
Кремний диоксиди PbSO₄ ни парчаланишга кўмаклашади:

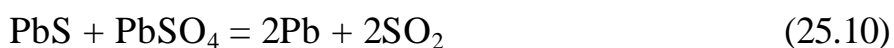


Қўрғошин сульфиди (PbS) шахтали эритишда деярлик тикланмайди. Қисман қўрғошин алмашув реакцияси натижасида пайдо бўлиши мумкин:



Қисман PbS бошқа қўрғошин бирикмалари билан ўзаро боғланиши мумкин:





Реакцияга кирмаган PbS темир ва мис сульфидлари билан штейн фазасини ҳосил қилади.

Маъдансиз жинслар ва қўшиладиган флюслар шлак фазасини ташкил қилишади. Кўп компонентли кўрғошин эритиш шлакларини асосларини FeO - ZnO - CaO - SiO₂ системаси ташкил қилади. Бу оксидларни йиғиндиси 90 % дан зиёдроқ бўлади. Кўрғошин шлакларни ажралиб турадиган битта хусусияти - унда 5 - 25 % ZnO борлиги. Агарда шлакда 20 % рух оксиди бўлса шлак хусусиятлари деялик ўзгармайди.

Шлакни эриш харорати 1050 - 1150⁰С, ёпишқоқлиги 0,5 - 1,0 Па,⁰С. Шлакда кремний диоксидини концентрацияси 30 % ошиб кетса ёпишқоқлиги кўтарилади, FeO ни миқдорлиги кўпайиши эса аксинча камайтиради.

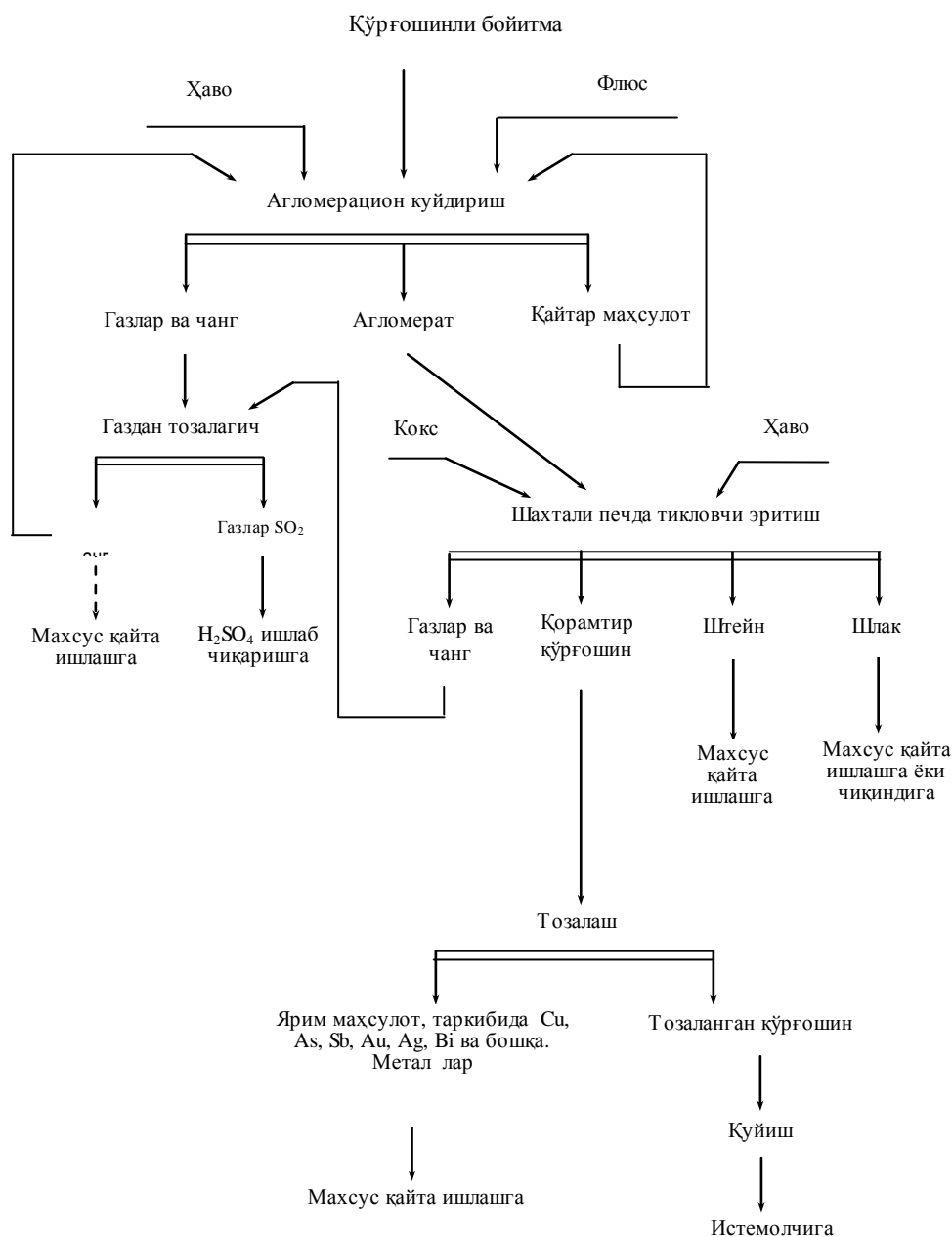
Жараённинг суюқ маҳсулотлари зичлик фарқлиги сабабли қатламлашади. Қанчалик зичлик фарқлиги катта бўлса - шунча ажралиш тез ва тўлароқ бўлади. Шлакнинг зичлиги уни ташкил этувчиларнинг зичлигига боғлиқдир, г/см: 2,7 SiO₂, 5,0 FeO, 3,3 CaO, 2,8 Al₂O₃.

Оптималь таркибдаги шлакни куйидаги хусусиятлари бўлиши керак: эриш харорати 1100 - 1150⁰С; ёпишқоқлиги 1200⁰С да - 0,5 Па ⁰С; зичлиги 3,5 - 3,8. Бундай хусусиятларга куйидаги таркибидаги шлак эгадир, %: 20 - 30 SiO₂, 30 - 40 FeO; 10 - 18 CaO; 25 гача ZnO.

Жараённинг бошқа маҳсулотлари бу штейн ва шнейза. Мис-кўрғошинни тахминий таркиби, %: 7-40 Ca; 16-45 Fe; 20-25 S; 8-17 Pb.

Шпейза - металлларни мышьяк ва сурьма билан бирикмалари. Унинг тахминий таркиби, %: 2-15 Pb; 2-34 Ca; 20-50 Fe; 18-30 As; 1-6 Sb; 0,001- 0,01 Au; 0,015-0,20 Ag.

Шпейза ва штейн жараённинг зарарли маҳсулотлари ҳисобланади. Улар билан қимматбаҳо металллар исроф бўлади. Уларнинг ҳосил бўлишларини иложи борича камайтиришга ҳаракат қилиш керак.



Сульфидли кўрғошин бойитмасини қайта ишлаб шахтали печда тикловчи эритишнинг технологик схемаси

Кўрғошин маҳсулотларини қайта ишлаш, куйдириш ва эритиш.

Кўрғошин агломератда асосан оксид ва феррит турларида учрайди. Бу бирикмалар 1000°C дан зиёдроқ хароратларда қаттиқ углерод, углерод оксиди, табиий газ ва бошқа тикловчи моддалар билан метал ҳолатигача тикланиши мумкин.

Кўрғошин эритмага энг қулай бу шахтали печдир, чунки унда тикловчи муҳитда жорий этиш ва бошқариш осондир.

Ёқилги ҳисобида кокс қўлланади, қайси қатлам шаклда агломерат билан бирга печга юкланади. Печнинг пастки қисмида - горнда - жараённинг суяқ маҳсулотлари тўпланади: хомаки қўрғошин ва шлак. Шлак эритмасининг юқорисида шихта жойлашган. Шихтанинг пастки қисмида (0,5 - 1,0 м) қизитилган кокс жойлашган. Бу қисм печнинг фокуси деб номланади.

Коксни ёнишини таъминлаш учун ва тикловчи муҳит пайдо бўлиш мақсадида печга босим билан ҳаво берилади. Печнинг фокусидида харорат 1500 °С гача кўтарилади. Печ газлари шихтанинг хажмидан ўтади, уларни қизитади ва қўрғошинни оксидланган моддаларни тикланишда қатнашади. Газнинг печдан чиқишида (колошникда) харорати 200 - 400 °С ташкил қилади.

Шихтани баландлиги (4 - 6 м) кокс ёнгани сабабли ва қўрғошинни эриб силжайиши натижасида аста секин паст томон сурилади. Шихтани пастга қараб силжайиш тезлиги тахминан 1м/соатига. Пастга тушган шихтани ўрнига янги шихта порцияси юкланади. Шихтани харорати фокусдан юклаш жойига қараб камайиб боради.

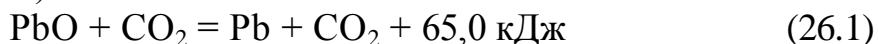
Эритиш даврида ҳосил бўлган суяқ маҳсулотлар пастга қараб силжаяди, фокусдан ўтиб горнда тўпланади ва зичлик асосида қатламланади. Хомаки қўрғошин ва шлак печда тўпланиши билан ундан чиқарилади.

Агломерат ўзи билан оксид ва силикатларни қотишмасидир. Қўрғошиндан ташқари, унда рух, мис, темир, ноёб металллар, мышьяк, сурьма, висмут, қалай, нодир элементлар бор.

Қўрғошин агломератда гиёт, силикат, мураккаб оксид (феррит, плюмбит), сульфат, сульфид ва эркин металллар шаклларда келтирилган.

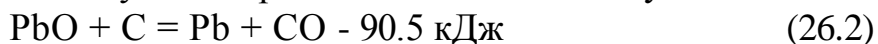
Металлик қўрғошин агломератни 357⁰С дан зиёдроқ хароратга қизитганда ёриб печни паст қисмига қўйилади. Пастга қараб харакатланиш даврида қўрғошин бошқа металлларни ўзида эритади.

Глет (PbO) енгил тикловчи оксид. Уни тикланиш углерод оксиди билан печнинг юқори қисмларида бошланади (160 - 185⁰С хароротлардан бошлаб):



Хароратни кўтарилиши реакциянинг тезланишига олиб келади.

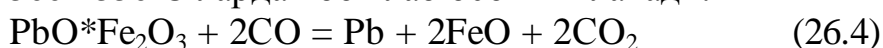
Галенитни эригандан сўнг (886⁰С) рво билан углеродни контакти яхшиланиб қуйидаги реакция интенсив оқиб ўтади:



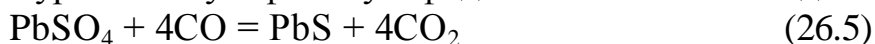
Қўрғошинни силикатлари (xPbO*ySiO₂) 700⁰С дан юқорироқ хароратларда эриб, печни пастки қисмига силжийди. Бу харакатланишда силикатлар ўзларида бошқа оксидларни эритади. Қўрғошин силикатлари шихтали печда тикланади. Тикланиш икки босқичли бўлади. Биринчи босқичда PbO ўиликатда ундан кучлироқ Fe₂O₃ёки Са О га ўрин алмашади. Пайдо бўлган темир кальций силикати ўзида глетни эритади. Иккинчи босқичда шлак эритмасидаги гиётни СО ёки С билан тикланиши оқиб ўтади:



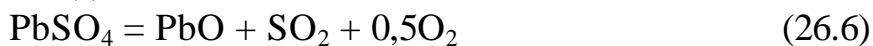
Қўрғошин ферритлари ($n\text{PbO} \cdot m\text{FeO}$) углерод оксиди билан $500 - 550^{\circ}\text{C}$ лардан бошлаб осон тикланади:



Қурғошин сульфати сульфид холатига тикланади:



Реакция 550°C дан зиёдроқ хароратда интенсив ўтади. Деярлик ҳамма сульфат сульфид шаклга тўлиқ ўтади. Қисман сульфат 800°C дан бошлаб парчаланеди:



Кремний диоксиди PbSO_4 ни парчаланишга кўмаклашади:

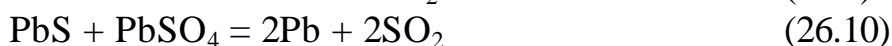
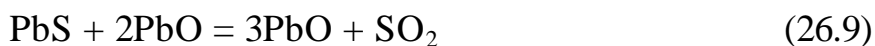


Қўрғошин сульфиди (PbS) шахтали эритишда деярлик тикланмайди.

Қисман қўрғошин алмашув реакцияси натижасида пайдо бўлиши мумкин:



Қисман PbS бошқа қўрғошин бирикмалари билан ўзаро боғланиши мумкин:



Реакцияга кирмаган PbS темир ва мис сульфидлари билан штейн фазасини ҳосил қилади.

Маъдансиз жинслар ва қўшиладиган флюслар шлак фазасини ташкил қилишади. Кўп компонентли қўрғошин эритиш шлаklarини асосларини $\text{FeO} - \text{ZnO} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ системаси ташкил қилади. Бу оксидларни йиғиндиси 90 % дан зиёдроқ бўлади. Қўрғошин шлаklarни ажралиб турадиган битта хусусияти - унда 5 - 25 % ZnO борлиги. Агарда шлакда 20 % рух оксиди бўлса шлак хусусиятлари деялик ўзгармайди.

Шлакни эриш харорати $1050 - 1150^{\circ}\text{C}$, ёпишқоқлиги 0,5 - 1,0 Па, $^{\circ}\text{C}$. Шлакда кремний диоксидини концентрацияси 30 % ошиб кетса ёпишқоқлиги кўтарилади, FeO ни миқдорлиги кўпайиши эса аксинча камайтиради.

Жараённинг суюқ маҳсулотлари зичлик фарқлиги сабабли қатламлашади. Қанчалик зичлик фарқлиги катта бўлса - шунча ажралиш тез ва тўлароқ бўлади.

№27-МАЪРУЗА. ҚЎРҒОШИННИ ЁД ЭЛЕМЕНТЛАРДАН ТОЗАЛАШ

Хомаки қўрғошин ўз таркибида зарра аралашмалари мавжуддир: мис, сурьма, мышьяк, рух, қалай, темир, висмут, олтингугурт, кумуш, олтин ва бошқалар. Ундан ташқари унда механик аралашиб ажралиб чиқмаган шлак компонентлари бор (0,3 - 0,8 % гача). Зарра аралашмаларнинг умумий йиғиндиси 2 - 10 % ташкил қилади. Хомаки қўрғошинни тахминий таркиби, %: Рb 92 - 94; Cu 1,8 - 2,2; As 0,4 - 0,6; Sb 0,3 - 0,5; Bi 0,15 - 0,20; Ag 1000 - 1500 г/т; Au 1 - 5 г/т.

Хомаки қўрғошинни тозалашда 2 муаммо ечилади:

1) Зарра аралашмалар қўрғошинни хусусиятларини ўзгартириб, саноатда қўлланиши мумкин эмаслигига олиб келади ва сифатини талабларга жавоб бермайдиган ҳолатда бўлади;

2) Зарра аралашмалар ўзлари қийматли модда бўлиб ажратиб олишлиги керак. Баъзи вақтларда аралашмаларни қиймати қўрғошин қийматлари зиёдроқ юради.

Қўрғошин заводларда ГОСТ 3778 - 77 га талаб берувчи С0, С1 ва С3 навли қўрғошин ишлаб чиқарилади.

Ҳамма заводларда хомаки қўрғошинни пирометаллургик усулда тозалаш қабул қилинган.

Тозалаш жараёнида, ажратилаётган моддаларни хусусиятларига қараб, бирин-кетин бир неча операциялар ўтказилади: мисдан тозалаш (обезмеживание); теллурдан тозалаш (обестеллурирование); мышьяк, сурьма, қалайлардан тозалаш; ноёб металларни ажратиб олиш (обессеребрение); рухдан тозалаш (обеспинкование); висмутдан тозалаш (обезвисмучивание); сифатли тозалаш (кальций, магний, сурьма, рухдан тозалаш).

Ҳар бир босқичда ярим маҳсулот (съем) ҳосил бўлади. Съем таркибида қўрғошин ҳам бор ва улар алоҳида қайта ишланади.

Қўрғошинни мисдан тозалаш.

Хомаки қўрғошинни мисдан тозалаш икки босқичда олиб борилади: дастлабки тозалаш ва яқунловчи тозалаш.

Дастлабки тозалаш мисни қўрғошинда харорат пасайишида эриш қобиляти камайишида асосланган. Агарда 2 - 3 % Са бор хомаки қўрғошинни аста-секин совутилса мис дурлари ажралиб чиқиб қўрғошин сиртига сузиб чиқади (нисбатдан енгилроқ бўлгани сабабли). Ажралиб чиққан каттиқ модда мис шлакери деб номланади. Шлакер қўрғошин сиртидан темирли ковш (капкир) билан чиқарилади.

Мис шлакерида ўта кўп миқдорда қўрғошин бор. Қўрғошинни исрофини камайтириш мақсадида мисдан дастлабки тозалашни икки поғонада

олиб борилади: олдин 1000°C печдан чиқарилган хомаки кўрғошинни $550-650^{\circ}\text{C}$ гача совутилади ва "куруқ" шлакер олинади (10-30 % Cu ва 50-70 % Pb). Бу шлакер кўрғошин, мис ва бошқа элементларни ажратиб олиш мақсадида алоҳида қайта ишланади. Куруқ шлакер чиқарилгандан сўнг, эритмада 0,5-0,6 % мис қолади.

Сўнг эритмани хароратини 335 - 345 гача пасайтирилади ва кўрғошинга бой (3-5 % Cu; 80-90 % Pb) шлакер олинади. Бу шлакер технологик жараённинг бошига юборилади.

Дастлабки тозалаш натижасида мисни қолдиқ миқдори 0,1-0,2 % ташкил қилади.

Яқунловчи тозалаш хомаки металга зарра аралашмалар билан кўрғошинда эримайдиган қаттиқ бирикмалар ҳосил қилиш мақсадида кўшимча модда юклашда асосланган.

Бундай модда ҳисобида элементар олтингугурт, хлорли алюминий ва бошқалар бўлиши мумкин.

Жараёни онсонлиги, катта тезлиги ва реогентни кам сарфи шу мақсадга олтингугуртни кенг тарқалганлигига олиб келади. Бу усул кўрғошинда 0,005 - 0,008 % Cu қолдиқ миқдорлик олишга имкон ярашади.

Кўрғошинда эриган мис қўшилган олтингугурт билан ўзаро кимёвий боғланади:

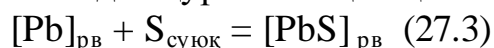


кейин эса



Ярим олтингугуртли мис (Cu_2S) юқори эриш хароратга эга (t эриш = 1130°C), деярлик кўрғошинда эримайди. Зичлиги нисбатдан кам бўлганлиги сабабли (5,6 г/см) Cu_2S кўрғошин сиртига сизиб чиқади ва дастгохдан четлатилади.

Мисдан тозалашдан кўрғошин ҳам қисман сульфидланади:



(34.3) реакциясини тезлиги (27.2) реакция тезлигидан унга камроқдир. Шунинг учун жараёнда асосан мис сульфиди ҳосил бўлади.

Шундай қилиб, икки поғонали мисдан тозалаш кўрғошинда металли миқдорлигини 2 - 3 % дан 0,0005 - 0,0005 % гача қайтаришга имкон яратади.

Теллурдан тозалаш

Кўрғошин хом ашёсини қайта ишлаганда 60 - 70 % теллур хомаки метал таркибига ўтади. Тозаланаётган металда уни уонцентрацияси 0,005 - 0,01% ташкил қилади.

Теллур ажратиб олиш металлик натрий билан олиб борилади. Жараён теллурни натрий билан хомаки металда эримайдиган NiTe брикма ҳосил қилишига асосланган.

Натрий теллуриди 953°C эрийди ва зичлиги нисбати кам бўлганлиги сабабли кўрғошин сиртига сизиб чиқади.

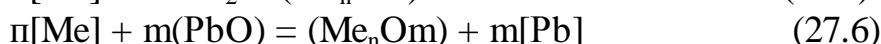
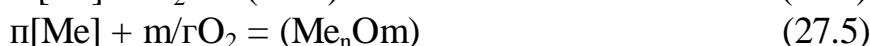
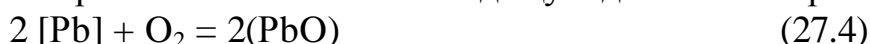
Натрийни оптимал сарфи 1кг 1кг теллурга тўғри келади. Хомаки кўрғошинга нисбатан уни сарфи 0,06 % ташкил қилади. Суюқ металга натрий

юкланган сўнг 5 - 10 минут аралаштирилса 90% дан зиёд теллур ажралиб чиқади.

Сурма мышьяк ва қалайдан тозалаш.

Бу металлдан тозалаш уларни кўрғошинга нисбатан кислородга кўпроқ тортилиш кучига эга усул қўлланади: оксидлантирувчи ва ишкорлантирувчи.

Оксидлантирувчи бўйича тозалашда 750-800⁰С хароратда суюк кўрғошин ваннасига ҳаво берилади. Бунда биринчи бўлиб кўрғошин оксиди PbO пайдо бўлади. PbO кўрғошинда эриб кислород бутун хажмга таркатади. Келтирилган металллар PbO билан кўрғошинда алмашув реакцияси оқиб ўтади. Жараённинг кимёвий шаклида қуйидагича келтирса бўлади:



Сурма, мышьяк ва калай оксидлари (Sb₂O₃, Sb₂O₅, As₂O₃, As₂O₅, CuO₂) ортиқчаси билан ўзаро боғланиб кўрғошинда эрмайдиган стакнот (PbO*As₂O₃) арсанот (pPbO*gAsO), арсенит (pPbO*gAs₂O₃), антимонит (xPbO*ySb₂O₃) ва антимонатлар (xPbO*ySb₂O₅) ҳосил қилади Шу брикмалар шлак фазасини ташкил қилинади ва печдан четлатилади.

Рух - кўрғошин концентратини замонавий қайта ишлаш технологияси.

Дунё амалиётида рух - кўрғошин концентрати, асосан, классик технология бўйича қайта ишланади. Классик технология рух кўрғошин рудасидан коллектив концентратини олишдан бошланади. Коллектив рух-кўрғошин концентрати 2 та маҳсулотга флотация йўли билан ажратилади. Биринчи рух концентрати олинади ва уни таркибида 2 - 4 % кўрғошин бўлади. Иккинчи маҳсулот эса - бу кўрғошин концентратидир, қайсида 1,5 - 2 % рух бор. Бундай технология иккала хом ашёдан кўп фойдали металлларни исрофгарчилигига ва маҳсулотларни ўзини эса сифатини пасайтиришга олиб келади.

Англиянинг "Империл смелтинг" фирмаси рух-кўрғошин концентратини бўлмасдан бирга қайта ишлаш технологиясини яратди. Бу технологияга асосан коллектив концентрат бўлинмасдан шахтали печда бирга эритилади.

Биринчи босқичда коллектив концентрат агломерат шаклга айлантиради. Эритиладиган печь тўғри бурчак формасида ва уни икки қатор фурмалари бор. Фурмалар печнинг хажмига тахминан 200 мм га киритилади ва сув билан совутилади. Фурмаларни икки қатор жойлаштирилиши, ҳаво босимнинг деярлик паст қийматларида ҳавони печь хажмига бир текис тақсимланишига имкон яратади. Печга ҳаво тахминан 0,5 - 1,0 МПа босимида ва 550 - 570 ⁰С хароратда берилади. Печнинг тепа қисми ёпиқдир. Шихта

печга даврий шаклда юқори қисмидан юкланади. Жараённинг суюқ маҳсулоти печнинг паст қисмидан чиқарилади. Суюқ маҳсулотлар нисбатли оғирлиги бўйича қатламланади.

Одатда шлак таркибида 6 - 8 % рух бор. Кокснинг сарфи кўпайган сари шлакда рухнинг таркиби камайиб боради, фақат бу шароитларда печнинг ишлаб чиқиш унумдорлиги ҳам камаяди. Охак ва кварц кўшилиб одатда 30 % CaO; 20 % SiO₂; 32 % FeO 6 % ва Al₂O₃ таркибидаги шлак олинади. Бу шлакнинг эриш харорати 1200 °С.

Кокснинг бирлигига олинadиган рухнинг сони иссиқлик баланси билан аниқланади. Бу балансда иссиқлик келиши: кокснинг ёниши ва иситилган ҳаво ва шихтанинг иссиқлигидир. Иссиқликнинг сарфи: шлакнинг эриши, ажралиб чиқаётган технологик газларнинг иссиқлиги, рух оксидини эндотермик тикланиш реакцияси, углерод диоксидини тикланиши ва ташқарига исрофи.

Канчалик печь газларида углерод диоксидини таркиби юқори бўлса шунча углерод массаси бирлигига рух оксиди тикланиши мумкин. Углерод диоксидини таркиби хароратга, модданинг баландлигига, кокс ва рухли материалларнинг реакцияга кириш имкониятларига боғлиқдир.

Нормал тартибда кокс 800 °С га, ҳавони эса 600 °С қизитилса кокснинг сарфи ажралиб чиқаётган рухнинг массасини 90 % ни ташкил қилади. Бунга пайдо бўлаётган шлак массасидан 20 % яна кўшиш лозимдир. Бунда кокснинг умумий сарфи куйидаги тенглама билан аниқланади:

$$C = 0,936 a + 0,2173 b$$

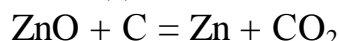
бунда C - углероднинг сарфи

a - ажралиб чиқаётган рухнинг сони

b - пайдо бўлган шлакнинг сонидир.

Ҳавони қизитиш Будуар реакциясининг (CO₂ + C = 2 CO) ўнг томонга силжишига олиб келади.

Шахтали печда асосан рух оксидини тикланиш реакцияси оқиб ўтади:



Реакция натижасида пайдо бўлган рух парланади ва технологик газлар билан печдан ажралиб чиқади. Қўрғошин эса асосан суюқ маҳсулотларда тўпланади. Жараённинг энг мураккаб босқичи бу катта хажмдаги газлардан рухни конденсациялашдир. Бунинг учун умуман янги технология ихтиро қилинган. Газларда рухнинг миқдорлиги 5 - 6 % билан чекланади, печларнинг ишлаб чиқиш унумдорлиги эса 100 - 150 тон. рухни 1 суткада ташкил қилади. Бундай шароитларда газдан катта хажмда иссиқликни олишга тўғри келади. Ундан ташқари агарда шихтада 20 % қўрғошин бўлса унда қўрғошинни учиши ва конденсаторга етиб боришидан қутулиб бўлмайди. Шунинг учун рухни конденсациялаш учун суюқ қўрғошин ишлатилади. Конденсациялашга қўрғошинда рухни эриш қобиляти хароратга боғлиқлигига асосланган.

Харорат ошиши билан рухни эриш қобиляти ўсади ва аксаринча харорат пасайганда - камаяди. Қўрғошин конденсаторга 450 °С хароратда

юкланади. Бунда унинг таркибида 2 - 2,2 % рух бор. Қўрғошин конденсаторда қизитилган газлар билан алоқада бўлади. Газлар печдан 1000⁰С дан юқори хароратда бўлади. Бу газларнинг таркибида 5 % гача рух бор. Бунинг натижасида газлар совутилади, рух эса қўрғошинга ўтади. Юқори хароратга қизитилган қўрғошин конденсаторни 560⁰С да таркиб этади ва унинг хажмида 2,4 % рух бор. Конденсатордан ташқарида қўрғошин совутилади ва рух ликвация натижасида қўрғошиннинг сиртига сузиб чиқади, совутилган қўрғошин (2 % рухли) қайтадан конденсаторга юборилади.

Рух буғлари қўрғошин томчиларида конденсацияланади ва шу шаклда эритма ҳолатига ўтади. Конденсатор печга зич қилиб ўрнатилган. Конденсаторнинг бошқа томонидан технологик газлар тозалаш системасига юборилади. Технологик газларнинг иссиқлик қобиляти 2400 - 3000 кДж 1 м кубга ташкил қилади.

Конденсатор ўзи билан тугри бурчакли камера, ички сирти корборон ёшиш билан ҳимояланган, унинг узунлиги 6 - 12 м, эни 2,5 - 5,5 м, баландлиги эса 1,25 м конденсаторда 3 - 8 та вертикал жойлашган ротор мавжуддир. Роторнинг айланишида қўрғошин юқорига катта куч билан юборилади, конденсаторнинг тепаси ва ён деворларига урилиб майда заррачалар ҳосил қилади. Бу заррачалар конденсаторни хажмини деярлик тўлдиради.

Газларнинг конденсаторга кириш харорати 1000⁰С, чиқиши эса 450 гр⁰С ташкил қилади. Ҳар бир грамм конденсацияланган рухга конденсаторда 5 кДж га яқин иссиқлик қолдирилади. Бунинг натижасида қўрғошин 110⁰С га исийди (450 дан 560⁰С гача). Конденсаторда қўрғошин ваннасининг баландлиги 250 - 300 мм. Қўрғошин конденсаторга 450⁰С да юкланади. Бу хароратда унинг таркибида 2,15 % рух бор. Конденсаторда рух 560⁰С гача қизийди. Бунда 0,25 % рух қўшимча қўрғошинда эрийди натижада конденсаторни таркиб этаётган қўрғошинда 2,4 % рух бордир. 450⁰С да рухнинг эриш қобиляти пасаяди ва ажралиб чиқаётган металл ликвация ваннасида қўрғошиннинг сиртида тўпланади. Жаъми 96 % металл конденсацияланади ва 4 % газ тозалайдиган системада илинади. 87 % рух суюқ шаклда конденсацияланади. Қолгани эса ҳар хил қаттик моддалардир.

Қўрғошин ва рухни ажратадиган ваннада рухнинг баландлиги тахминан 380 мм ни ташкил қилади. Заррачага айлантирилаётган қўрғошиннинг хажми каттадир. Масалан, конденсаторни 1 тонна рухга мулжалланган ишлаб чиқариш унумдорлигида конденсатордан ўтаётган қўрғошиннинг сони 400 тоннани ташкил қилади. Ҳар бир ротор газ оқимида тахминан 1000 тоннагача қўрғошин киритади. Конденсаторни ишини харорат, берилаётган қўрғошиннинг сони ва газ оқимининг тезлиги оркали бошқарилади.

Иккиламчи материалларнинг қайта ишлашни ҳисобга олган ҳолатда шахтали эритиш натижасида рухни умумий ажратиб олиш даражаси 92 - 93 % дир. Олинган рух қуйидаги таркибга эгадир: % 1,1 - 1,3 қўрғошин; 0,03 -

0,15 кадмий; 0,001 - 0,008 мышьяк; 0,015 - 0,028 темир; 0,01 - 0,05 мис; 0,005 - 0,15 калай.

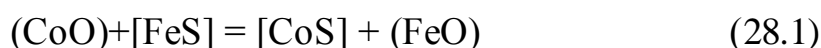
Жараённинг ликвидациясини ва рухни вакуум парланишини бирлаштириш мумкин. Бунда ваннадаги пастки қисмли совуқ қўрғошин конденсаторга қайтариледи, юқори қисмдаги иссиқ рух эса тоза ҳолатда пар шаклига ўтади. Ҳозирги даврда коллектив рух-қўрғошин концентратини бўлмасдан қайта ишлаш дунёда кенг тарқалаяпти. Олмалик кон-металлургия комбинатида бундай жараённи қўллаш жудаям катта аҳамиятга эга. Ҳозирги пайтда рух - қўрғошин коллектив концентрат ажратилиб алоҳида қайта ишлашга мўлжалланган. Рух концентрати комбинатда қайта ишланиб тоза металл олинади. Қўрғошин концентрати эса қайта ишланмасдан четга арзон нархда сотилади. Бу тадбир комбинатни иқтисодиётини барқарорлаштиришга ёрдам бермайди. Шунини ҳам айтиш керакки рух концентратида 2 - 6 % гача мис бор. Ҳозирги пайтда мис молибден ярим маҳсулотига ўтиб исроф бўлаяпти. Шахтали эритишда эса мис маҳсул штейн фазасида тупланиб фойдали маҳсулотга ўтиш имконияти бор. Бу минерал захиралардан тўлароқ фойдаланишга ва исрофгарчиликни йўқотишга кенг йўл очиб беради.

№28-МАЪРУЗА. КОБАЛЬТ МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АҲВОЛИ.

Табиатда кобальт оксид, сульфид ва маргимуш минераллари таркибида учрайди. Кобальт рудаларининг захиралари жуда кам учрайди. Кўпинча кобальт бошқа металл захираларида йўлдош бўлади. Кобальт никель захираларида бўлиб, ўнга яқин кимёвий хусусиятларга ҳам эга.

Кислород ва олтингугуртга тортилиш кучи бўйича, кобальт никель ва темирнинг оралиғида жойлашган. Шунинг учун никелли хомашё сифатида қайта ишланаётганда кобальт мис-никель штейнига ўтади. Конвертерда штейнни пуркашда кобальт тошқол фазасида тўпланади.

Кобальтни тошқолдан ажратиш олиш учун уни 2–3 марта никель штейни, пирит ёки чўян билан қайта эритилади. Бунда кобальт металл ёки сульфид фазасига ўтади:



$$K = \frac{[\text{CoS}] (\text{FeO})}{(\text{CoO}) [\text{FeS}]} = 8 \div 12$$



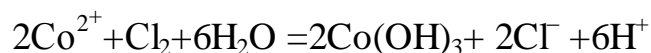
$$K = \frac{[\text{Co}] (\text{FeO})}{(\text{CoO}) [\text{Fe}]} = 25 \div 30$$

Суюқ темир кобальт қотишмаси ёки бойитилган кобальт штейни конвертерда пуркаланади. Бу тадбирнинг асосий мақсади – темирни тошқол фазасига ўтказишдир. Қолган металл анод шаклида қолипларга куйилади ва электр кимёвий эритишга юборилади. Кобальт билан бирга эритмага қисман темир, мис ва никель ҳам ўтади.

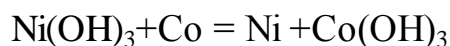
Кобальтни эритмадан ажратиш олиш

Темир оксид ҳолатига ўтказилади ва оҳак ёки сода ёрдамида чўктирилади. Бу чўкма ўз таркибига маргимуш, сурьма ва висмутни йиғади. Мисни кобальт ёки никель кукуни билан бирга цемент чўкмасига ўтказилади. Марганец эритмаси хлор ёки хлор гипохлорит ёрдамида ажратиш олинади. Оксидланиш даврида $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ шаклида пайдо бўлади ва чўкмага тушади.

Тозаланган эритмада фақат никель ва кобальт қолган хлор ёки натрий гипохлорити ёрдамида чўктирилади:



Никелнинг чўкмага ўтмаслигининг олди қуйидаги алмашув реакциясининг таъсир кўрсатиши билан кечади:



Кобальт гидрооксиди сода билан аралаштириб, куйдирилади, кейин сув билан ювилади. Сўнг қайта куйдирилиб, CoO бирикмаси олинади.

Бу бирикмада 70–72 % кобальт, 0,2–0,3 % никель бўлади.

Кобальт оксид ҳолатдан электр печларда қайтарилди. Тикловчи модда ҳисобида графит ишлатилади. Кобальт углерод ва олтингугуртдан тозалангач, қолипларга қуйилади.

Кобальтнинг ўта тоза шакли электролитик тозалаш ёки органик моддаларнинг экстракцияси орқали қайта ишлаб олинади.

Никель рудалардан ташқари, кобальт олишда хомашё сифатида мис-кобальт ва кобальт-маргимуш рудалари ишлатилади. Бу рудалар флотация орқали бойитилиб, қайта ишланади. Бойитмада 0,5–10% Co бўлиб, у эритилади ёки печларда сульфатли куйдирилади. Куйинди эса сув билан танлаб эритиб, қайта ишланади.

Кобальт-маргимуш бойитмалари (10–20% Co) бевосита автоклавда танлаб эритилади. Кобальтли эритмалар стандарт технологиялар билан қайта ишланади.

Ўзбекистонда махсус кобальт захиралари ҳали аниқлангани йўқ. Республикаимизнинг бу металга эҳтиёжи жуда ҳам катта. Шунинг учун бор имкониятлардан фойдаланиб, кобальт конларини излаб топиш борасида илмий изланишлар олиб бориш керак. Масалан, Олмалиқ рух заводининг чиқиндиларида оз миқдорда кобальт бор. Уларни қайта ишлаб, метални эркин ҳолатда ажратиб олиш олимларимиз олдида турган муаммолардан биридир.

Металнинг жаҳон бозоридаги нархи – бир тоннаси ўн минглаб долларни ташкил этади.

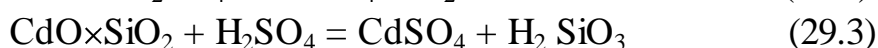
№29-МАЪРУЗА. КАДМИЙ МЕТАЛЛУРГИЯСИНИНГ УМУМИЙ АХВОЛИ.

Кадмий – Д.И. Менделеев даврий системасининг II гуруҳ элементи, атом номери 48, атом массаси 112,4. Кадмий оқ рангли метал, зичлиги 8,63 - 8,69 г/см³, эриш харорати 321⁰С, қайнаш харорати 767⁰С. Кимёвий хусусиятлари бўйича кадмий рухга яқин. Стандарт электрод потенциали - 0,403 В. Кадмийни электрокимёвий эквиваленти 2,096 г/(А * соат).

Амалиётда кадмийни сульфат ва сульфиди катта аҳамиятга эга. Кадмий сульфати $CdSO$ сув ва сульфат кислотасини сувли эритмаларида эрийди.

Сульфат кадмийни эрувчанлиги сульфат кислотасини миқдорлиги ошиб боришда табора камайиб боради. Бундай хусусиятни кадмий сульфатини олишда қўлланилади. Олдин металллик кадмий сульфат кислотасида эритилиб, кейинчалик чўкмага ўтказилади. Жараён "высаливание" деб номланган.

Куйдирилган рух концентратини танлаб эритишда кадмий оксиди, сульфати ва силикати қуйидаги реакциялар бўйича тўлиқ эрийди:



Кадмий сульфид ва феррити кучсиз сульфат кислота эритмасида эрмайди. Кадмий сульфиди кучли хлор ва азот кислоталарида эрийди. Худди шундай кучли қайнаган сульфат кислотаси ва уч валентли темир сульфати эритмасида ҳам эрийди.

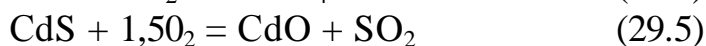
Умуман, кадмийни танлаб эритишда ажратиб олиш, рухга нисбатан пастроқ. Кадмий сульфиди юқори миқдорлиги бўлгани сабабли, метални ажратиб олиш даражаси 70 % дан ортмайди.

Қолган кадмий танлаб эритишнинг қолдиғи - кекга ўтади. Рух кекини вельцевлаш даврида 90 - 95 % кадмий ажратиб олинади ва вазгонларга ўтади.

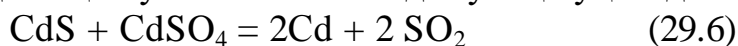
Вельц - оксидларни танлаб эритишда 60 - 70 % кадмий эритмага ўтади. Агарда эритмага кислота қўшишга берилса, ажратиб олиш 15 - 20 % кўпайиши мумкин.

Рух сульфати эритмасидан кадмий цементация орқали олинади. Эритмани кадмий ва мисдан рух кукуни билан тозалашда, кадмий деярли тўлиқ чўкмага ўтади. Бу чукма мис - кадмий кеки деб номланади ва кадмий олишда асосий хомашё ҳисобланади.

Кадмий сульфиди атмосфера мухитда қизитилса шароитларга караб, сульфат оксид ҳолатларига оксидланади.



300⁰С да кўзга кўринарли даражада кадмий сульфати ҳосил бўлади, 600⁰С да эса кадмий оксиди пайдо бўлади, 700⁰С да кадмий сульфатга реакция оқиб ўтиши натижасида тўлиқ йўқолади:



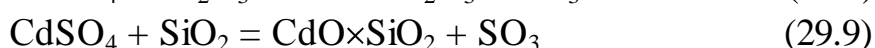
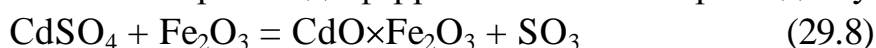
Металлик кадмий тезлик ҳолатда ҳаводаги кислород ҳисобига оксидланади:



бунинг натижасида 600⁰С дан юкори хароратларда кадмий асосан оксид ҳолатида учрайди.

700-1000⁰С оралиғида куйдиришда кадмий сульфиди, бошқа металлларга нисбатдан, секинроқ оксидланади. Оксид аралашмаси пайдо бўлади.

700-900⁰С оралиғида ферриш ва силикатлар пайдо бўлиши мумкин:



Кадмий сульфиди атмосфера босимида 1350⁰С қизитилса қисман буғ ҳолатига ўтади. Бу жараёни баҳолашда қуйидаги рақамлардан фойдаланса бўлади:

t, С	800	900	1000	1100	1150	1200
P, кПа	0,04	0,238	1,21	5,13	10,5	19,8

Рух концентратини куйдиришда кадмия буғ ҳолатига ўчиши 5-7 % ошмайди.

Тикланиш жараёнида кадмий рух билан бирга қуйидаги реакциялар натижасида буғ шаклга ўтади:



Кадмийни оксиддан тикланиши, рух оксидига нисбатдан, пастроқ хароратларда ўтади.

Ҳар хил хароратларда кадмий буғ шаклга ўтишида босими:

t, ⁰ С	200	300	400	500	600	700	800
P, Па	0,04	5,7	160	1,8*10 ³	11,1*10 ³	83,5*10 ³	144*10 ³

Кадмий, рухга нисбатдан, қийинроқ конденсацияланади. Шунинг учун рух билан бирга фақат 60 - 80 % конденсат ҳолатига ўтади, қолган 20 - 40 % эса чиқинди ва ярим маҳсулотларга ўтади.

Кадмий олишда асосий хом ашё рух ишлаб чиқаришдаги ярим маҳсулотдир. Бу ярим маҳсулотларда хом ашё билан келган кадмий тўпланади.

Рухни гидрометаллургик қайта ишлашда кадмий мис - кадмий кекига ўтади (3-12 % Cd). Кадмий хом ашёси ҳисобида кўрғошин (0,5-0,6 % Cd) ва мис заводларнинг (0,2-0,5 % Cd) чанглари ҳам ҳисобланади.

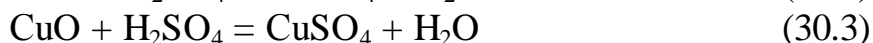
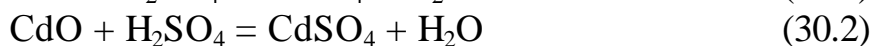
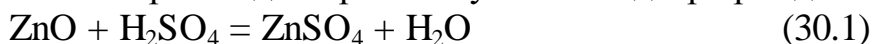
№30- МАЪРУЗА. МИС - КАДМИЙ КЕКИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ.

Мис - кадмий кеки мураккаб хом ашё ҳисобланиб ўз таркибига куйидаги элементларни киритган, %: 2,5 - 12 Cd; 35 - 60 Zn; 4 - 17 Cu; 0,05 - 2,0 Fe; 0,05 - 0,20 лардан Sb, SiO₂, Co, Ni, Te, Jn. Асосий компонентлар (Cd, Zn, Cu) кекда металллик, оксид ва асосли тузлар шаклда учрайди.

Мис - кадмий кекидан кадмийни ажратиб олиш гидрометаллургик усули билан оборилади. Технологик схемани асосий операциялари: кекни танлаб эиритиш; рух кукуни билан цементация йўли кадмий губкасини чўктириш; эритмани тозалаш; эрийдиган анод билан жиҳозланган ваннада кадмийни қайта эритиш ва тозалаш.

Мис - кадмий кекини танлаб эритишдан мақсад эритмага кадмий ва рухни максимал, бошқа компонентларни минимал равишда ўтказишдир. Кекни танлаб эритишга фильтрациядан кейин тўхтовсиз юборилади. Танлаб эритиш ишлатилган рух электролити (140 - 150 г/л H₂SO₄) билан оборилади.

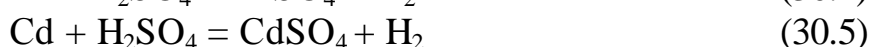
Танлаб эритишда биринчи бўлиб оксидлар эрийди:



Металлик фаза анча қийинроқ эрийди. Жараёни жадаллаштириш мақсадида пульпага марганец руда (MnO₂) ёки марганец шлами юкланади ва пульпа 60 - 80⁰С гача қизитилади.

Танлаб эритишда биринчи бўлиб рух эрийди, кейин эса - кадмий. Мис рух ва кадмий эригандан кейин эрийди. Мисни эриши - кадмий эриб бўлганлигини белгиси.

Металлар оксидлантирувчи - тикловчи реакциялар натижасида эрийдилар. Металларни оксидлантирувчи водород ионлари бўлади:



Металлик мис водород ионлари билан оксидланмайди. Уни эриши учун кислород бўлиши керак. Мис, (30.3) реакция натижасида ва ҳаводаги кислород билан оксид ҳолатига ўтганда ўзи кадмий ва бошқа электрманфий аралашмаларни оксидлантириши мумкин:

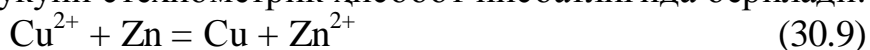


Кадмий билан бирга эритмага кекдан никель, кобальт, индий, таллий ва бошқаларни аралашмаларни эритмада бўлишлари бўлажак кадмийни электр тикланишига ва тозалашга ҳалақит беради.

Танлаб эритишдаги ҳосил бўлган пульпани қуюқлаштиргичга юборилади. Пастки қуюқланган пульпани сув билан репульпация қилиниб филтрлашга юборилади. Олинган кек қуйидаги таркибга эга, %: 1,0 Cd, 10 - 15 Zn, 30 - 35 Cu. Ушбу кекни мис заводларига қайта ишлашга юборилади.

Қуюқлаштиргични тепадаги эритмасида қуйидаги моддалар бор, г/л: 120 - 130 Zn, 8 - 16 Cd, 0,3 - 0,6 Cu, 3 - 9 Fe, 0,05 - 0,1 Co, 0,05 - 0,1 Ni эритма рух кукуни билан цементацияларга юборилади.

Цементацияларидан олдин эритмани мисдан тозалашади. Бунинг учун рух кукуни стехиометрик ҳисобот нисбатлигида берилади:



Мис кекини филтрда ажратиб олиб мис заводига юборилади. Эритмани эса кадмийни цементациялаш учун юборилади. Жараён 60⁰С да, кадмийни қолдиқ миқдори 1 г/л гача оборилади.

Жараённинг реакцияси:



Кадмийни цементацияланиш тезлиги харорат ошиши, рух кукуни ортикча сарфи, рух ва сульфат кислотасини миқдорлиги камайиши билан тобора ошиб боради. Эритмада никель ва кобальт ионларининг борлиги кадмийни цементация жараёнини секинлаштиради.

Кадмийни цементли чўкмасини эритмадан ажратилади. Эритмада 1 г/л гача кадмий бор. Бу эритма қайтадан цементация қилинади ва бунда кадмийни тўлароқ чўктирилади (қолдиқ миқдори 10 - 15 мг/л). Никельни асосий қисми иккинчи (кучсиз) кадмий губкасига ўтади, кобальт эса, асосан, эритмада қолади. Индий ва таллийлар ҳам эритмада тўпланadi.

Кучсиз кадмий губкаси ўзи билан ярим маҳсулот ҳисобланади ва уни жараённинг бош қисмига - мис - кадмий кекини танлаб эритишга юборилади. Эритмани эса кобальтдан тозаланади. Бунинг учун эритмага этил ксантогенати ёки мис купороси қўшилади. Кобальтни қолдиқ миқдори 30 - 40 мг/л ташкил қилиши керак. Ксантогенатни кобальт кеки ишлатилмасдан исроф бўлади. Эритма индий ва таллий ажратиб олиш учун маҳсус мосламага юборилади.

Кучли биринчи кадмий губкасини ишлатилган электролитда эритилади. Эритмага қўшимча сульфат кислотаси қўшилади (H₂SO₄ни миқдори 200 - 250 г/л ташкил қилиши керак). Пульпани харорати 80-90⁰С гача кўтарилади. Пульпага ҳаво бериш ва KMnO (MnO) қўшиш губкани эришига кўмаклашади. Эриш яқунланади, қачонки эритмани pH=4,8-5,2 бўлса. Бундай шароитларда мис гидролизга учраб чўкмага ўтади. Миснинг эритмадаги қолдиқ миқдори 10 - 20 мг/л.

Пульпа филтрланади, мисли колдиқ мис-кадмий губкани танлаб эритиш босқичига юборилади. Эритма эса аралашмалардан тозаланади. Бунинг учун қўшилади: стронций тузи (қўрғошинни чўктиришлар, рух кукуни (мисни чўктириш), калий перманганати (таллий ва темирни оксидлантириб гидролитик тозалаш мақсадида).

Тозаланган ва филтрланган эритма электролизга юборилади. Кадмийни электролитик тикланиши рух электролизига ўхшашдир. Жараён реакцияси:



Анод, рух электролизига ўхшаш сувни парланиши реакцияси оқиб ўтади:



Кадмийни электролизини қўрғошин билан футерланган темир-бетон ванналарда амалга оширилади. Анод қўрғошин-кумуш (1 %) вуймадан ясалган, катод-алюминийдан. Ҳар бир ваннага 33 катод ва 34 да анод жойлаштирилади. Анод ва катодни оралиқ масофаси 30 мм. Ток зичлиги 50 - 100 а/м . Чўкма 24 соат давомида ўстирилади. Дастлабки кадмий электролитини таркиби, г/л: 160 - 200 Си; 20 - 30 Zn; 12 - 15 H₂ SO₄; 0,05 - 0,1 Fe; 0,0005 - 0,001 Cu. Ишлатилган электролитини таркиби, г/л: 15 - 20 Cu ; 150 - 180 H₂ SO₄.

Электролитни оптималь харорати 30 - 35 С. Бундай хароратда юқори сифатли катод чўкмаси пайдо бўлади ва токдан фойдаланиш коэффициенти юқоридир. Токдан фойдаланиш 70 - 92 %, электр қувватини сарфи 1400 - 1700 квт * с/т катодли кадмийга. Ваннадаги кучланиш 2,5 - 2,6 В.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Каримов И.А. Ўзбекистон XXI аср бўсағасида: хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари. Тошкент: Ўзбекистон, 1998. – 326 б.
2. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А., Рангли металлургияси. Тошкент, 2009. – 288 б.
3. Санакулов К.С., Хасанов А.С. Переработка шлаков медного производства. Ташкент: Фан, 2007. - 256 с.
4. Хасанов А.С. Физическая химия медного производства. Под ред. Санакулова К.С. Навоий, 2003. – 176 с.
5. Сигедин В.Н. Алмалыкская жемчужина. Ташкент: Шарқ, 1995.
6. Хасанов А.С. Развитие производства меди // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2004. №3. С.168 – 173.
7. Купряков Ю.П. Отражательная плавка медных концентратов. М.: Металлургия, 1976. – 262 с.
8. Купряков Ю.П. Автогенная плавка медных концентратов во взвешенном состоянии. М.: Металлургия, 1979. – 98 с.
9. Ванюков А.В., Уткин Н.И. Комплексная переработка медно-никелевого сырья. Челябинск: Металлургия, 1988. – 432 с.
10. Шмонин Ю.Б. Пирометаллургическое обеднение шлаков цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981. – 130 с.
11. Мечев В.В., Быстров В.П. и др. Автогенные процессы в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1976. – 360с.
12. Тарасов А.В., Уткин Н.И. Общая металлургия. М.: Металлургия, 1997.
13. Диомедовский Д.А. Металлургические печи. М.: Металлургия, 1970.
14. Хасанов А.С. Пирометаллургическое обеднение твердых и жидких конвертерных шлаков ВСК без увеличения выбросов серы в окружающую среду: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. М.: МИСиС, 1991. – 21 с.
15. Санакулов К.С., Дабижа С.И., Атаханов А.С., Хасанов А.С. Перспективы развития ОАО «Алмалыкский ГМК» // Вестник ТашГТУ. Ташкент, 2005. №1. – с . 31–40.

16. Хасанов А.С. 107 кимёвий элемент. Изоҳли луғат. Тошкент: Фан, 2007. – 185 б.
 17. Лоскутов Ф.М., Цейдлер А.А. Расчёты по металлургии тяжёлых цветных металлов. М., 1963.
 18. Якубов М.М. Теоретические и технологические основы производства черновой меди. Ташкент: Фан, 2005. – 127 с.
 19. Худяков И.Ф., Смирнов В.И., Набойченко С.П. "Металлургия меди, никеля и кобальта", том 1,2. М. "Металлургия" 1972 г. 780 с.
 21. Лакерник Н.П. "Металлургия цинка и кадмия". М. "Металлургия" 1968 г. 480 с.
 22. Лоскутов А.С. "Металлургия свинца". М. "Металлургия свинца". М. "Металлургия". 1964 г. 523 с.
 23. Береговский В.И., Кистяковский Б.Б. "Металлургия меди и никеля". М. "Металлургия" 1972 г. 455 с.
 24. Шиврин Г.Н. "Металлургия свинца и цинка". М. "Металлургия" 1982 г. 350 с.
 25. Зайцев В.Я., Моргулис Е.В. "Металлургия свинца и цинка" М. "Металлургия". 1985 г. 261 с.
 26. Уткин Н.И. Металлургия цветных металлов. М.: Металлургия. 2000 г. 442 с.
 27. Смирнов В.И. Металлургия меди и никеля. М., Металлургиздат, 2001, 235 с.
 28. Гудима Н.В. и др. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов. М.: Металлургия, 2002, 255 с.
 29. Лоскутов Ф.М. Металлургия свинца и цинка. М.: Металлургиздат. 1999, 238 с.
 30. Шиврин Г. Н. Металлургия свинца и цинка. М. Металлургия. 1999. 350с.
 31. Смирнов В.И., Тихонов А.И. Обжиг медных руд и концентратов. М., «Металлургия», 2000. 243 с.
 32. Смирнов И.И. Гидрометаллургия меди. М., Металлургиздат, 2000. 221с.
- Интернет сайтлари:
- http://www.elibrary.ru/menu_info.asp – илмий электрон кутубхона;
- <http://misis.ru> – Москва пўлат ва қотишмалар институти;
- <http://www.mining-journal.com/mj/MJ/mj.htm> - Mining Journal;
- <http://info.uibk.ac.at/c/c8/c813> - Institute of Geotechnical and Tunnel Engineering;
- <http://www.rsl.ru> – Россия давлат кутубхонаси;
- <http://www.minenet.com> – Mining companies;
- Аналитическая группа «MetalOrg.Ru», 2001 г.
(<http://www.metallcom.ru/analytics/color.php>);
- <http://www.n-t.org/ri/ps>;
- <http://www.infogeo.ru/metalls/ex>;
- <http://picanal.narod.ru/ximia/42.htm>.

Мундарижа.

Муқадима.....	4
...3	
1. №1-Маъруза. Мис металлургиясининг умумий аҳволи.....	4
2. №2. Сульфидли мис бойитмасини яллиғ-қайтарувчи печларда эритишнинг назарияси ва амалиёти.....	12
3. №3.Маъруза. Яллиғ-қайтарувчи печларда эритишнинг химизми.....	18
4. №4.Маъруза. Автоген жараёнларининг умумий тавсифи. Мис бойитмасини кислород - машъал печда эритишнинг назарийси ва амалиёти.....	24
5. №5.Маъруза. Мис сульфидли бойитмасини кислород-машъал печида эритишда физико-кимёвий жараёнлари.....	30
6. № 6. Маъруза. Эритмада автоген эритишнинг умумий тавсифи. «Норанда» жараёни.....	38
7. №7.Маъруза. “Уоркра ” ва “Мицубиси” жараёнлари.....	43
8. № 8. Маъруза. Суюқ ваннада эритиш жараёни. Ванюков печи.....	48
9.№9.Маъруза. Мис штейнини конвертирлаш жараёнининг умумий тавсифи.....	55

10. №10. Маъруза. Мис штейнларини конверторлашнинг биринчи ва иккинчи босқичлари.....	
...	64
11. №11. Маъруза. Хомаки мисни оловли тозалашнинг назарияси.....	69
12. №12. Маъруза. Мисни электролитик тозалашнинг назарияси ва амалиёти.....	
..	78
13. №13. Маъруза. Мисни электролиз кўрсаткичларига технологик омилларни таъсири. Анод ва катодларда юз берадиган ўзгаришлар.....	81
14. № 14 Маъруза. Мис хом ашёларини гидрометаллургик қайта ишлаш.....	84
15. №15 Маъруза. Никель металлургиясининг умумий аҳволи.....	89
16. №16 Маъруза. Оксидли никель рудаларни умумий тавсифи ва қайта ишлаш усуллари.....	95
17. №17 Маъруза. Сульфидли никель рудаларни умумий тавсифи ва қайта ишлаш усуллари.....	97
18. №18 Маъруза. Рух металлургиясининг умумий аҳволи.....	101
19. №19 Маъруза. Рух бойитмасини куйдиришни назарияси ва амалиёти. Сульфидли рух бойитмасини қайнар қатлам "КС" печида куйдириш.....	108
20. №20. Маъруза. Рух гидрометаллургияси.....	113
21. №21. Маъруза. Рух сульфат эритмасини ёт зарралардан тозалаш.....	119
22. №22. Маъруза. Рух кекини вельцевлаш усули билан қайта ишлаш.....	122
23. №23. Маъруза. Рух кекини гидрометаллургик усул билан қайта ишлаш.....	
..	129

24. №24. Маъруза. Қўрғошин металлургиясининг умумий ахволи.....	132
25. №25 Маъруза. Қўрғошин бойитмасини куйдириш ва агломерациялаш.	137
26. №26. Маъруза. Қўрғошин хом ашёларини шахтали печда қайта тиклаб эритиш.....	.140
27. №27. Маъруза. Қўрғошинни ёд элементлардан тозалаш.....	146
28. №28. Маъруза. Кобальт металлургиясининг умумий ахволи.....	152
29. №29. Маъруза. Кадмий металлургиясининг умумий ахволи.....	154
30. №30. Маъруза. Мис - кадмий кекини қайта ишлаш.....	156
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати.....	159

