

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ
ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ
БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

“Тасдиқлайман”

ТДТУ ҳузуридаги педагог
кадрларни қайта тайёрлаш ва
уларнинг малакасини ошириш
тармоқ маркази директори
Н.Э.Авезов _____

“ ” _____ 2015 йил

**МЕТАЛЛУРГИЯДА ЭНЕРГИЯ ВА РЕСУРС ТЕЖАМКОР
ТЕХНОЛОГИЯЛАР МОДУЛИДАН**

Ўқув-услубий МАЖМУА

Ишлаб чиқди: т.ф.н. доцент Валиев Х.Р.

ТОШКЕНТ -2015

МУНДАРИЖА

ИШЧИ ДАСТУРИ.....	3
НАЗАРИЙ МАСҲУЛОТЛАР МАЗМУНИ.....	7
1-Мавзу: Кириш. МЕТАЛЛУРГИЯДА ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ҚЎЛЛАНИЛИШ ТАРИХИ ВА ИСТИҚБОЛИ.....	7
2-Мавзу: МЕТАЛЛУРГИЯДА АВТОГЕН ЖАРАЁНЛАРИНИНГ МОХИЯТИ. АВТОГЕНЛИК ШАРТИ.....	14
3-Мавзу: Сульфидли БОЙИТМАЛАРНИ АВТОГЕН ЭРИТИШ УСУЛЛАРИ. ЭРИТИШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ДАСТГОХЛАР.....	17
4-Мавзу: Сульфидли БОЙИТМАЛАРНИ АВТОГЕН ЭРИТИШНИНГ КИНЕТИКАСИ, МЕХАНИЗМИ ВА КИМЁВИЙ РЕАКЦИЯЛАР.....	20
5-Мавзу. Тоғ МЕТАЛЛУРГИЯ САНОАТИДА ТЕХНОГЕН ЧИҚИНДИЛАРНИ ХОСИЛ БЎЛИШИ ВА УЛАРНИНГ ТАСНИФИ.....	25
6-Мавзу. МЕТАЛЛУРГИЯДА МИНЕРАЛ ХОМАШЁЛАРДАН КОМПЛЕКС ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	29
АМАЛИЙ МАСҲУЛОТЛАР МАВЗУСИ	33
№ 1 АМАЛИЙ МАСҲУЛОТ Рангли МЕТАЛЛАРНИ СУЛЬФИДЛИ БОЙИТМАЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА РЕСУРС ТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАРНИ ЎРГАНИШ ВА ТАХЛИЛ ЭТИШ.....	33
№ 2 АМАЛИЙ МАСҲУЛОТ Мавзу: Сульфидли МИС БОЙИТМАЛАРИНИ АВТОГЕН ЭРИТИШ ЖАРАЁНИНИ ТЕХНОЛОГИК КЎСАГИЧЛАРИНИ ХИСОБЛАШ.....	35
№ 3 АМАЛИЙ МАСҲУЛОТ Мавзу: Сульфидли РУХ БОЙИТМАЛАРИНИ ЭНЕРГИТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИЯ УСУЛИДА КУЙДИРИШ ЖАРАЁНИНИ ЎРГАНИШ. (2 соат).....	39
№4- АМАЛИЙ МАСҲУЛОТ Мавзу: Рангли МЕТАЛЛУРГИЯ ХОМАШЁЛАРИНИ ҚАЙТА ИШЛАШДА РЕСУРСТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИК СХЕМАЛАРНИ ТАХЛИЛИ ҚИЛИШ.....	48
№ 5 АМАЛИЙ МАСҲУЛОТ Мавзу: Қора МЕТАЛЛУРГИЯДА РЕСУРСТЕЖАМКОР ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИНГ ТАХЛИЛИ ҚИЛИШ (2 часа)	55

ИШЧИ ДАСТУРИ

I. Модулнинг мақсади ва вазифалари

Модулининг мақсади:

Металлургик хом ашёларни (руда, бойитма ва техноген чиқиндилар) қайта ишлашда пирометаллургик усулда юқори хароратларда эритиш, ковертерлаш, ўловли тозалаш турли металлларни ажратиб олиш жараёнларининг замонавий ахволи ва ривожлантиришнинг истиқболлари, металл сақловчи хом ашёларни металлургик усулда қайта ишлашда кенг тарқалган технологиялари, уларда қўлланиладиган дастгоҳлари, ускуналари бўйича билим, кўникма ва малакани шакллантиришдир.

“Металлургияда энергия ва ресурс тежамкор технологиялар” модулнинг вазифаси:

- Турли металл сақловчи хом ашёларни пирометаллургик усуллардан фойдаланиб қайта ишлаш;
- Турли металл сақловчи хом ашёларни гидрометаллургик усуллардан фойдаланиб қайта ишлаш жараёнларининг замонавий ахволини ўргатиш;
- Metallurgik texnologik sxemalarda energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qўllash;
- Энергия ва ресурс тежамкор технологияларни янги усулларни ва дастгоҳларни қўллаш;
- Замонавий металлургик корхоналарнинг технологик схемаларини ўргатишдан иборат.

II. МОДУЛ БЎЙИЧА БИЛИМЛАР, КЎНИКМАЛАР, МАЛАКАЛАРГА ҚЎЙИЛАДИГАН ДАВЛАТ ТАЛАБЛАРИ

Кутилаётган натижалар: Тингловчилар “Металлургияда энергия ва ресурс тежамкор технологиялар” модулни ўзлаштириш орқали қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

Тингловчи:

- Metallurgiyada energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qўllab xom ashёni qayta ishlash soxasida respublikamizdagi ijtimoiy-iktisodiy islohotlar natijalari;
- фан, техника ва технология ютуқлари;
- metallurgiyada energiya va resurs tejamkor texnologiyalarning moxiyati;
- пирометаллургияда энергия тежамкор-автоген жараёнлар, уларни амалга ошириш усуллари ва қўлланиладиган агрегатлар, ҳамда металлургияда ресурстежамкор технологиялар туғрисидаги билимларга эга бўлади.

Тингловчи:

- автоген эритишга тадбиқ этиладиган металлургик хом ашёларни моддий таркиби ва уларга қўйилган технологик талаб;
- автоген эритишга тадбиқ этиладиган металлургик хом ашёларни жараёнга тайёрлаш усуллари ўрганади ва эритиш усуллар кетма-кетлигини аниқлаш;
- металлургик хом ашёларнинг моддий таркибига асосланган ҳолда тегишли энергия ва ресурс тежамкор технологияларни танлаш ва технологик ҳисобларни бажариш кўникмаларига эга бўлади.

Тингловчи:

- эгаллаган билим ва кўникмаларга асосланган ҳолда металл сақловчи хом ашёларни металлургияда энергия ва ресурс тежамкор усуллардан фойдаланиб ишлаб чиқариш технологик жараёнларини ташкил этиш;
- металл сақловчи хом ашёларни металлургияда энергия ва ресурс тежамкор усуллардан фойдаланиб уларни қайта ишлаш жараёнлари муаммоларини ечиш малакаларига эга бўлади.

III. МОДУЛНИНГ ЎҚУВ РЕЖАДАГИ БОШҚА ФАҢЛАР БИЛАН БОҒЛИҚЛИГИ ВА УЗВИЙЛИГИ

Модул мазмуни ўқув режадаги “Гидрометаллургия жараёнларида янги технологиялар”, “Пирометаллургия жараёнларида инновацион технологиялар” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда мутахассислик фанларини ўқитишда энергия ва

ресурс тежамкор технологияларни шакллантириш, кенгайтириш ва касбий тайёргарлик даражасини орттиришга хизмат қилади.

IV. МОДУЛНИНГ ОЛИЙ ТАЪЛИМДАГИ ЎРНИ

Ўзбекистон Республикасида энергия ва ресурстежамкор технологиялар қўллаб ишлайдиган бир қатор корхоналар мажуд, булар Олмалиқ кон-металлургия комбинати, автоген усулда мис ва рух бойитмаси қайта ишланади. ОТМКни мис эритиш заводида мисли бойитмаларни автоген эритиш, мис штейнларини конветерлаш ва рух заводида рухли бойитмаларни қайнар қатламли печларда оксидловчи куйдиришда энергия ва ресурстежамкор технологиялари жорий этилган. Хозирда ОТМКда мис бойитмаларини эритиш учун энергия ва ресурстежамкор технология болган суюқ ваннада эритиш печи системаси лойихаланмоқда. Шу сабабдан олий таълим ўқитувчиларининг малакасини оширишда “Металлургияда энергия ва ресурс тежамкор технологиялар” фани алоҳида аҳамиятга эга.

Модул бирликлари бўйича соатлар тақсимоги: 28 соат

Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкламаси, соат					
	Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкламаси				Мустақил таълим
		жами	жумладан			
			Назарий	Амалий машғулот	Кўчма машғулот	
Кириш. Metallургияда энергия тежамкор технологияларни қўлланилиш тарихи ва истикболи.						
Metallургияда автоген жараёнларининг мохияти. Автогенлик шарти.						
Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш усуллари. Эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.						
Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кинетикаси, механизми ва кимёвий реакциялар.						
Тоғ metallургия саноатида техноген чиқиндларни ҳосил бўлиши ва уларнинг таснифи.						
Metallургияда минерал хомашёлардан комплекс фойдаланиладиган технологиялар.						
Рангли metallларни сульфидли бойитмаларни қайта ишлашда ресурстежамкор технологик жараёнларни ўрганиш ва таҳлил этиш						
Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнини технологик кўсагичларини ҳисоблаш.						
Сульфидли рух бойитмаларини энергитежамкор технология усулида куйдириш жараёнини ўрганиш						

0.	Рангли металлургия хом ашёларини қайта ишлашда ресурстежамкор технологик схемаларни тахлили қилиш					
1.	Қора металлургияда ресурстежамкор технологияларнинг тахлили қилиш					
	Жами:	8	2	0		

МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ

Назарий таълим мазмуни

1- Мавзу: Кириш. Металлургияда энергия тежамкор технологияларни қўлланилиш тарихи ва истиқболи.

Режа:

1. Металлургияда энергия тежамкор технологияларни пайдо бўлиши.
2. Республикамиз металлургия саноатида энергия тежамкор технологияларни қўлланилиши.

Энергия тежамкор технологиялар металлургияда қайта ишланаётган хомашёни ички энергиясидан фойдаланган холда ташқаридан энергия ресурсларини кам қўллайдиган технологиялар. Сульфидли металл минералларини куйдириш ва эритиш жараёни. Хомашё таркибидаги олтингугуртни оксидланиши экзотермик реакциялари. Реакциялар натижасида кўп миқдорда иссиқлик ажралиб чиқиши. Металл сақловчи хомашёларни пирометаллургик қайта ишлашда (куйдириш ва эритишда) ёқилғи сарфини тежашга имконият бериши. Энергия тежамкор технологияларни ОТМҚнинг мис эритиш ва рух заводларида қўлланилиши.

2- Мавзу: Металлургияда автоген жараёнларининг мохияти.Автогенлик шарти.

Режа:

1. Металлургияда автоген жараёнларининг мохияти.
2. Автогенлик шарти.

Рангли ва ноёб металллар истъемоли. Рангли ва ноёб металлларнинг захиралари йилда йилга камайиб бориши. Таркибида қимматбаҳо металлларнинг миқдори кам бўлган рудаларни қайта ишлаш. Кўп миқдордаги руда хомашёсини бойитиш. Олинадиган металлнинг таннархини ошишига сабаб бўладиган омиллар. Камбағал рудаларни қайта ишлаш учун арзон, самарали, металлларни юқори миқдорда ажратиб олиш имкониятини берувчи технологик жараёнларни ишлаб чиқариш.

3- Мавзу: Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш усуллари. Эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.

Режа:

1. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш усуллари.
2. Эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.

Керакли металлларни кераксиз моддалардан гидрометаллургик усуллар билан ажратиб олиш. Пирометаллургия ва автоген усуллари билан ажратиб олиш. Пирометаллургияда автоген жараёнларини амалга ошириш учун хомашё таркибида олтингугуртнинг миқдори юқори бўлиши. Хомашёни технологик талаб даражасида янчилиши ва қуритилиши. Махсулотларни автоген эритиш бўлган оксидлаш ва машъалали эритиш жараёнларида кенг қўлланилиши. Автоген жараёнларида хомашёнинг йириклик даражаси 10 мм гача ва намлик даражаси 5-6 % бўлганда ҳам қўллаш технологиялари яратилиши. Керакли металлларни суюқ ваннада эритиш.

Хозирги кунда металлургик хомашёларни автоген қайта ишлашда қўлланиладиган дастгоҳларнинг турлари. Қайнар қатламли пчлар, муаллақ холда эритиш печлари, кислород мащалали печь ва ваньюков печи, яъни суюқ ваннада эритиш печиларидан фойдаланаиш.

4- Мавзу: Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кинетикаси, механизми ва кимёвий реакциялар.

Режа:

1. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кинетикаси.
2. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг механизми.
3. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кимёвий реакциялари.

Сульфидли бойитмаларни автоген эритишда оқиб ўтадиган асосий жараёнлар. Печь ичига пуркалаётган янчилган махсулот ҳаво билан аралашгириш. Юқори ҳароратда мураккаб сульфидларни диссоциацияланиб оддий сульфидли бирикмаларга ажратиш. Металл сульфидларини шиддатли оксидланиши ва шунинг натижасида ажралган иссиқлик ҳисобига шихтанинг эриши. Эриган махсулотнинг тиниши ва шлак-штейнга ажралаши.

Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг диффузия қонуниятига асосланганлиги. Бойитма заррачасини ҳаводаги кислород қатламини пайдо бўлиши. Кислород қатламининг заррача ичига капиллярлар орқали кириб бориши. Кимёвий жараён ва заррача ичида хомил бўлган газларни сиртга диффузияланиши.

Автоген жараёнини амалга оширишда оқиб ўтадиган кимёвий реакциялар. Сульфидларнинг оксидланиши. Хосил бўлган оксидларни хомашё таркибидаги сульфидлар билан ўзаро таъсири. Тикланиш жараёнлари. Шлак, штейн хосил бўлиш жараёнлари.

5- Мавзу.Тоғ металлургия саноатида техноген чиқиндларни хосил бўлиши ва уларнинг таснифи.

Режа:

1. Тоғ металлургия саноатида техноген чиқиндиларни хосил бўлиши.
2. Тоғ металлургия саноатида хосил бўлган техноген чиқиндиларни таснифи.

Чиқинди сифатида махсус жойларга тўпланган материаллар. Кон металлургия саноатининг техноген чиқиндилари. Конларини қазитиш натижасида ажралган балансдан ташқари рудалар. Рудаларни бойитиш фабрикаси чиқиндилари ва оқова сувлари. Пирометаллургик жараёнлардан ажралган металлургик шлаклар ва клинкерлар. Гидрометаллургия жараёнидан ажралаётган кеклар .

Чиқиндилар таркибидаги рангли (мис, рух, кўрғошин, моибден, олтин, кумуш ва ҳ.к) ва қора (темир ва унинг бирикмалари) металллар. Чиқиндилар таркибидаги рангли ва қора металлларни қайта ишлаш. Қўшимча металл ва қурилиш материаллари ишлаб чиқариш. Ҳосилдор ерларни тозалаш. Экологияни захарли моддалардан зарасизлантириш.

6- Мавзу.Металлургияда минерал хомашёлардан комплекс фойдаланиладиган технологиялар.

Режа:

1. Минерал хомашёларни қайта ишлашга тайёрлаш жараёнларини такомиллаштириш.
2. Металл сақловчи хом ашёларда қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш технологиялар

Мавжуд технологияларга кўра дастлабки хомашёдан металлларни ажратиб олишда техноген чиқиндиларни хосил бўлиши. Ресурс тежамкор

технологияларни яратилиши. Техноген хомашёлар таркибидаги компонентларни тўлиқ ажратиб олиш. Чиқиндисиз технологияларни яратиш саноатга тадбиқ этиш. Металл сақловчи хом ашёларда қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш технологиялари. Балансдан ташқари рудаларни тайёрлаш.

Қайта ишлаб хомашё таркибидаги қимматбаҳо компонентлани тўлиқ ажратиб олишда комплекс технологияларни, ҳамда кимёвий бойитиш усуллари қўллаш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАВЗУСИ

1 - Мавзу: Рангли металлларни сульфидли бойитмаларни қайта ишлашда ресурстежамкор технонологик жараёнларни ўрганиш ва таҳлил этиш

Режа:

1. Рангли металлургияда хом ашёларни автоген эритиш жараёнининг мақсади ва вазифаси.

2. Автоген эриш учун хом ашёни рационал таркибини ўрганиш.

Рангли металлургияда хом ашёларни автоген эритиш жараёнининг ўзига хос хусусияти. Автоген эриш учун хом ашёни рационал таркибини ҳисоблаш методикаси.

2- Мавзу: Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнини технонологик кўсатгичларини ҳисоблаш.

Режа:

1. Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнининг материал баласини ҳисоблаш.

2. Автоген эритиш жараёнининг иссиқлик балансини ҳисоблаш ва дастгоҳларни танлаш.

Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнида қўлланиладиган металл ва нометалл шихта материалларини хусусиятлари. Автоген эритиш жараёнининг материал балансини ҳисоблаш методикаси. Автоген эритиш жараёнининг иссиқлик балансини ҳисоблаш методикаси. Автоген эритиш жараёнида қўлланиладиган дастгоҳни танлаш.

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-Мавзу: Кириш. Металлургияда энергия тежамкор технологияларни қўлланилиш тарихи ва истиқболи.

Режа:

1. Металлургияда энергия тежамкор технологияларни пайдо бўлиши.

2. Республикамиз металлургия саноатида энергия тежамкор технологияларни қўлланилиши.

Таянч сўз ва иборалар: нокерак тоғ жинслари, ялпи рудалар, тарқоқ рудалар, туғма маъдан, монометалл руда, энергия тежамкор технология.

Энергия тежамкор технологиялар деб, металлургияда қайта ишланаётган хомашёни ички энергиясидан фойдаланган ҳолда ташқаридан энергия ресурсларини кам қўллайдиган технологиялар тушунилади. Хусусан сульфидли металл минералларини куйдириш ва эритиш жараёнини хомашё таркибидаги олтингургуртни оксидланиши экзотермик реакция бўлиб, кўп миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бу эса металл сақловчи хомашёларни пирометаллургик қайта ишлашда (куйдириш ва эритишда) ёқилғи сарфини тежашга имконият беради. Жумладан шундай технологиялар ОТМКнинг мис эритиш ва рух заводларида самарали қўлланилиб келинмоқда.

Маъданчилик саноатида деярли барча қазилма бойликларни ишлаб чиқариш ва қайта эритиш кенг қўлланилади. Бирор бир маъдан олиш учун у қайси тоифада- рангли,

қора ёки нодир бўлишидан катъий 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 катъий 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 усқуналар билан жихозланган конларда очик ёки ёпиқ усуллар билан қазиб олинади.

Республикамызда 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 ўз ўрнида рудали, яъни таркибида ажратиб олишга моиллиги бор рангли маъданлар, ҳамда нокерак тоғ жинслардан иборат бўлади. Нокерак тоғ жинслари асосан таркибида кам миқдорда рангли ҳамда керакли бўлмаган минераллардан иборат бўлиб, кўпроқ силикатли, карбонатли, кварсли ва алюиносиликатли минераллардан ташкил топган бўлади. Гохан ушбу минераллар таркибида темир оксиди ҳам бўлади.

Рудаларнинг таркиби асосан кимёвий, физика-кимёвий ёки физикавий усулларга асосланган таҳлиллар билан аниқланади. Кўп ҳолларда юқорида қайд етилган таҳлиллар биз қутган натижани бермаслиги мумкин, яъни руданинг кимёвий таркибини билсақда, маъданнинг қандай минераллар, бирикмалар таркибида мужассамлигини ёки ажратиб олиш керак бўлган маъданнинг фазали таркибини билиш алоҳида аҳамият касб етади. Хом-ашё ёки руда таркибидаги минерал ҳамда бирикмаларнинг ратсионал ва фазавий таркибини аниқ билишимиз еса, маъданчилик жараёнини тўғри танлашимизга ва қайси усул билан уни қайта ишлаб, еритиб, иқтисодий самара бера оладиган технологияни қўллашимизга имкон яратади. Шунингдек, металлургик ҳисоб унинг ратсионал таркибини ҳисоблаш, ашёлар тенглигини келтириб чиқаришда, руданинг фазали ҳамда минерал таркибини билган ҳолдагина амалга оширилади.

Минерал таркибининг ҳилма-ҳиллигига қараб, рангли маъданли рудалар тўрт хил турга бўлинади:

1. Сульфидли рудалар, яъни маъдан асосан олтингугурт билан бириккан ҳолда бўлади.
2. Оксидланган рудалар, яъни унда таркибидаги маъданлар кислород билан бириккан ҳолда, гох оксидли, гидрооксидли, карбонатли ҳолда бўлади.
3. Аралаш ҳолдаги рудалар. Бунда маъдан ҳам оксид, ҳам сульфид холида учраши мумкин.
4. Туғма маъдан, яъни соф холидаги маъданли рудалар. Бунда маъдан асосан еркин ҳолатда жойлашган бўлади.

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

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

Таркибида мис бўлган асосий минераллар

	Минералар-нинг номи	Таркиби (формуласи)	Назарий таркиби, %				Нисбий оғирлиги, г/м ³
			мис	олтин-гургург	кислород	бошқалар	
т	Тенори	CuO	79,8	-	20,2	5,8-6,3	
	Куприт	Cu ₂ O	88,8	-	11,2	5,8-6,1	
тит	Халкан	CuSO ₄ × 5H ₂ O	25,4	12,8	25,7	2,1-2,3	
т	Малахи	CuSO ₃ × Cu(OH) ₂	57,5	-	28,9	3,9	
	Азурит	2CuSi ₃ × Cu(OH) ₂	55,1	-	32,6	3,7-3,8	
олла	Хризок	CuSiO ₃ × 2H ₂ O	36,0	-	27,5	2,0-2,2	
з	Диопта	CuSiO ₃ × H ₂ O	40,5	-	30,4	-	
ин	Ковелл	CuS	66,4	33,6	-	4,6	
ин	Халкоз	Cu ₂ S	79,8	20,2	-	5,5-5,8	
0	Халкопирит	CuFeS ₂	34,5	35,0	-	4,2	
1	Борнит	C ₅ FeS ₄	63,3	25,5	-	4,9-5,4	
2	Мис молибдати	CuMoO ₄	28,41	-	28,64	42,95	
3	Кубани	CuFe ₂ S ₃	23,5	-	-	-	
4	Талнах	CuFeS _(1,8-2)	36-34,6	-	-	-	

Мустақил давлатлар ҳамкорлиги 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 миқдорни 11,0% ташкил этади.

Рангли маъданларни ажратиш олиш керак бўлган маъданларнинг рудадаги миқдорига 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 мулжалланган бўлади. Полиметалли руда қазилма конларида жуда кўп жойлашган бўлиб, кўп ҳолларда ўнтагача, айрим ҳолларда 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 қўрғошин, кадмий, гохан мис молибденли ундай холларида унга волфрам, олтин, рений каби унсурлар билан биргаликда учраб туради.

Бугунги кунда қазиб олинаётган мис конларига ва ўрганилаётган конлар ҳақидаги маълумотларга еътибор берсак, таркиб жихатидан улар анча керакли маъданлар бўйича камбағалдир. Миснинг таркиби бу конларда кўп холларда 1-2 фоизни ташкил етса, катта конларда еса бу кўрсаткич 0,35-0,75 фоиздангина иборат. Лекин шундай мис конлари мавжудки, бўлар табиатда ўзига хос муъжиза касб етган десак муболаға бўлмайди. Таркибида миси бор табиий бирикмаларнинг бир жойга мужассам бўлиши ўз ўрнида мис конларини ҳосил килсада, уларнинг жойлашуви ва кимёвий таркиби жихатдан юқорида санаб ўтилган барча руда турларига тўғри келади.

Мисни ишлаб чиқариш XX асрни иккинчи ярмида кенг ривожланган. 2005 йилда дунёда тахминан 14,5 - 15,0 млн. т. мис ишлаб чиқилди. Енг кўп ишлаб чиққан давлат - Чили бўлиб у ерда 5 млн. тоннага яқин мис ишлаб чиқилди. Чилидан ташқари асосий мис ишлаб чиқарадиган давлатлар: АҚШ, Канада, Австралия, Япония, Олмония, Испания, Мексика, Португалия, Россия, Польша, Ўзбекистон, Қозоғистон ва бошқалардир.

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

- электротехника ва электроника – 21%;
- транспорт машинасозлиги – 11%;
- саноат дастгоҳлари – 9% ;
- қурилиш материаллари – 49%;
- кимё саноати, қишлоқ хўжалиги ва бошқа соҳалар – 10%

Охириги даврларда мисни электротехникада истеъмоли, оптика ривожланиши сабабли, бироз камайиб бормоқда. Лекин уни хар хил қўймалар ишлаб чиқаришида истеъмоли тобора ошиб борапти.

2005 йилда мисни асосий истеъмолчилари, минг тонна:

Хитой – 3000;	Чили - 34;
АҚШ - 2200;	ЖАР - 63;
япония - 1200;	Олмония – 800.
Англия - 600;	

2005 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.
Нефт	7 * 10 м ³ .
Табиий газ	13 ¹⁰ м ³ .

1.2, 1.3-жадвалларда ва 1.1 ва 1.2-расмларда охириги йилларда МДХ давлатлари ва дунё бўйича мис захиралари ва рафинирланган мисни ишлаб чиқариш кўрсаткичлари келтирилган

1.2-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
Қозоқис тон	74	14,0	20,0	28,1
Ўзбекис тон	6	10,3	12,0	20,7
Армани стон	14	4,2	6,0	8,4
Озорбо йжан	5	0,6	1,0	1,2
Грузия	4	0,4	0,6	0,8
Қирғизи стан	3	0,2	0,2	0,4
Тожики стан	12	0,1	0,1	0,2
Дунё бўйича		340,0	650,0	

1.3-жадвал

**Рафинирланган мисни дунё бўйича ишлаб чиқарилиши
(минг тонн, иккиламчи ишлаб чиқаришни ҳисобга олинган)**

Асосий ишлаб чиқарувчи давлатлар	200 0 й.	200 1й .	200 2 й.	200 3 й.	200 4 й.	200 5 й.
Хаммаси	132 11	136 37	135 81	136 80	145 08	149 16
Чили	460 2	473 9	458 0	490 0	541 0	532 0
АҚШ	145 0	134 0	114 0	112 0	116 0	115 0
Индонезия	100 6	104 6	116 0	979	840	105 0
Перу	554	722	843	831	104 0	100 0
Австралия	841	869	883	830	854	930
Россия	600	620	695	675	675	675
Хитой	593	590	585	610	620	640
Канада	634	633	600	558	564	580
Полша	465	474	503	495	531	530
Қўзоғистон	430	470	490	485	461	400
Қолган давлатлар	203 6	213 4	210 2	219 7	235 3	264 1

Мис металлургияси охириги даврларда қуйидаги йўналиш бўйича ривожланаёпти:

- минерал заҳирадан тўлароқ фойдаланиш;
- атроф муҳитни ҳимоя 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 фойдаланилаёпти.

Толлинг - бу ривожланаётган давлатдан ҳам ашё сотиб олиб, уни ўша ерда, ёки бошқа давлатларда қайта ишлаб, ўзларига тоза маҳсулотни олиб келишдир.

Ишлаб чиқариш имкониятларидан фойдаланиш куйидаги рақамлардан иборат, %:

АҚШ - 85 - 88; Канада - 95 - 97;

Чили - 90 - 95; Замбия - 97 - 98.

Ўзбекистонда Олмалик тоғ-металлургия комбинатининг Мис эритиш заводида бир йилда 100 - 120 минг тонна ҳомаки мис ишлаб чиқариш имконияти бор. Заводнинг рафинирланган мис ишлаб чиқариш қуввати еса 200 - 210 минг тоннага мўлжалланган бўлиб, бунинг натижасида ҳомаки мисни олишдан уни тозалаш имкониятлари юқорилиги кўриниб турибди.

Дунёда асосан мис ананавий пирометаллургик схема: Эритиш - конвертерлаш - тозалаш схемаси асосида олинади. Миснинг фақат уни 10 - 12 % гидрометаллургик усули ёрдамида олинади.

Охириги даврларда бир хил давлатларда (АҚШ, МДХ, Австралия, Замбия ва бошқаларда) мисни ҳисобдан ташқари рудалардан гидрометаллургик усул билан ажратиб олишга аҳамият тобора ошиб бормоқда. Буларга уяли ва ер остида танлаб еритиш усуллари киради.

Қўшма мураккаб рудалардан мисни танлаб еритиш - сементлаш - флотасия усули билан қайта ишлаш кенг тарқалган (Мостович схемаси).

Ҳамдўстлик давлатларда мис асосан Олмалик, Балхаш, Джекказган, Норилск ва бошқа йирик тоғ - металлургия комбинатларида ишлаб чиқа-рилади. Бу комбинатларда тўлиқ схема - кончилик ишлари- бойитиш - ҳомаки мис олиш - уни тозалаш - тайёр маҳсулот олиш қисмлар мавжуд.

Олмалик шароитида қайта ишлашга таркибида миснинг миқдори 0,37 - 0,42 % бўлган рудалар келади. Бу рудадан 16 - 18 % мис бойитмаси олинади. Metallургик печларга юкланадиган шихтани таркибида 14 - 16 % мис бор. Сульфидли мис бойитмасини икки хил печда - яллиғ ва кислород машъал печларида еритилади. Олинаётган шгейнда 25 - 40 % мис бор. Бу шгейн конвертерда қайта ишланиб ҳомаки мис олинади. Шлак таркибида 0,5 - 0,9 % мис бор. Бу шлак ҳозирги пайтда фақат маҳсус жойларда сақланиб турилибди. Ажралиб чиқаётган технологик газларда - печ газларида 2,5 - 3,5 % CO₂ борлиги сабабли, бу газлар очиқ ҳавога чиқарилади ва атроф муҳитни ниҳоятда захарлайди. Яллиғ печни газларида еса 7 % гача олтингурут бирикмалари мавжуд ва улар сульфат кислота 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 ҳорижий давлатларга экспорт қилиниб республикамизга валюта олиб келади.

Мис ишлаб чиқаришдаги сарф – харажатларининг тахминий ишлаб чиқариш босқичларига тақсимланиши куйидагича, % ҳисобида:

- кончилик ва бойитиш босқичи - 50,4;
- металлургик печларда еритиш - 33,0;
- тозалаш (рафинирлаш) - 6,8;
- бошқарув - 4,1;
- транспорт - 4,7;
- бошқа турлари - 1,0.

Ески печларни ўрнига ва янги қурилаётган заводларда фақат замонавий автоген жараёнлар қўлланилиши кўзда тутилган. Бу жараёнлар: ПЖВ (Ванюков жараёни), Финляндиянинг Оугокумпу, Норанда, Мусубиси, ТБРС ва бошқалардир. Иккиламчи захиралардан тоза мис олиш ҳам кенг йўлга қўйилаяпти.

Келажақда мисни истеъмолли фақат кўпайиши мумкин. Шуни кўзда тутилган ҳолда Олмалик комбинатида янги замонавий печ ишга тушириши мўлжалланган. Фақат бу печ учун кончилик ишларини кенгайтириб шихтани миқдорини кўпайтириш керак.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Metallurgiyada energiya tejamkor texnologiyalar nining pайdo бўлиши.
2. Respublikamiz metallurgiya sanoatida energiya tejamkor texnologiyalar ni қўлланилиши.
3. Nokрак тоғ жинсларига ыайсилар киради?
4. Ялпи рудалар турлари?
5. Тарқоқ рудалар нималар киради?
6. Туғма маъдан нима?
7. Монометалл руда қандай шаклга эга?
8. Энергия теjamкор технологиясини ?

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгохлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Metallургия благородных металлов. - М.: Metallургия, 1997. - 432 с.

2-Мавзу: Metallургияда автоген жараёнларининг мохияти. Автогенлик шarti.

Режа:

1. Metallургияда автоген жараёнларининг мохияти.
2. Автогенлик шarti.

Таянч сўз ва иборалар: камбағал руда, автоген жараёнлари, вертикал қуритиш трубалари, хўл шихта тайёрлаш системаси.

Рангли ва ноёб металллар истъемоли йиллар сайин ошиб келмоқда, шу билан бир қаторда эса бу металлларнинг захиралари йилда йилга камайиб бормоқда. Таркибида қимматбаҳо металлларнинг миқдори кам бўлган рудаларни қайта ишлаш, кўп миқдорда руда хомашёсини бойитишни талб этади, бу эса олинадиган металлнинг таннархини ошишига сабаб бўлади. Шу сабабдан камбағал рудаларни қайта ишлаш учун арзон, самарали, металлларни юқори миқдорда ажратиш олиш имкониятини берувчи технологик жараёнларни ишлаб чиқаришга жорий этиш керак. Бу технологик жараёнларга автоген жараёнлари киради.

КМП еритиш жараёни биринчи марта Канаданинг "Коппер Клиф" заводида қўлланган. Жараён "Автоген" номини олган, чунки ташқаридан ёқилгини сарфланмайди. Жараён учун керак бўлган иссиқлик экзотермик реакциялардан олинади.

Олмалиқ мис заводида КМП да еритиш жараёни 1968 йилдан бери қўлланилади. Печнинг хажми 580 м³, фойдали майдони 120 м², солишгирма қайта ишлаш унумдорлиги - 12 т/м²·суткасига. Бир суткада печда 2000 т Шихтани қайта ишлаш мумкин.

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

Бойитмаларни минералогик таркиби турлидир. Мис минераллари асосан халкопирит, борнит, халкозин, темир-пирит ва пирротин билан келтирилган.

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

КМП еритиш жараёни бойитмани чуқур оксидлантириш ва мисга бой шпейн олиш билан боғлиқ. Бунинг натижасида нисбатан миқдори бўйича мисга бой шлак олинади. Бундай шлаклар, печдан ташқари усуллар билан қайта ишланади, масалан, флотатсия усуллари. Шунинг учун КМП еритишда флюсларни қўллаш чеклангандир. Кварс флюси шлакни таркибида 30 % га яқин кремний диоксиди олиш учун қўлланилади. Ишқор флюс - охак - жудаям кам қўлланади, чунки уни ажратилиши учун кўшимча иссиқлик сарфланиши керак.

Таркибида миснинг миқдори нисбатдан кам бўлган бойитмани КМП да қайта ишлашда, жараён давомида кўп - кўп хажмда ортиқча иссиқликнинг ажралиб чиқишига олиб келади. Ҳароратни бошқариш учун катта хажмда кварс флюси ишлатилади. Флюсда нодир металллар борлиги жараённи иқтисодий самарадорлигини таъминлайди. Олтинли кварс флюснинг тахминий таркиби, %: Су 0,36; SiO₂ 68,6; СаО 1,2; Фе 5,4; Ал₂О₃ 5,5; MgO 0,9; С 0,33.

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

Шихтани эритишга тайёрлаш

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

КМП шихтасига яллиғ печга нисбатдан қаттиқроқ талаблар қўйилади. Бундай талабларни қўйиш КМП эритиш жараёнининг технологияси ва хароратни бошқариш қийинчиликлари билан боғлиқдир. Дунёда таниқли шихта тайёрлашдан енг яхши системалардан бири - бу бединг - система. шихта компонентлари қатлам-қатлам шаклда

бир-бири устига юкланади ва вертикал кесимда конвейерга ортилади. Бунда шихта моддалари яхши аралаштирилади.

Бединг - система япония заводларида кенг қўлланилади. Масалан, "Хитачи" заводида 8 хил махаллий бойитма, 10 хил хорижий бойитма, 4 хил хорижий тсементли мис ишлатилади. Материалларда миснинг миқдори 2 % дан 37 % гача ўзгаради. Шу моддалардан бединг-система таркиби деярли ўзгармайдиган шихтани олишга имкон беради. Масалан, шихтада мисни ўзгаришини ҳисоблаганда нисбатдан 0,49 %, темир бўйича 0,56 % ва олтингугурт бўйича 0,68 % фарқ қилади. Моддаларни тақсимланишини хар куни ЕХМ ёрдамида ҳисобланади. Шихтанинг ҳажми уч кун ишлашга мўлжалланган.

Олмалиқ комбинатида ҳўл шихта тайёрлаш системаси қўлланилади. Бу система бўйича янчилган флюс бўтанаси билан бойитма бўтанаси аралаштирилади.

Шихтани қуритиш

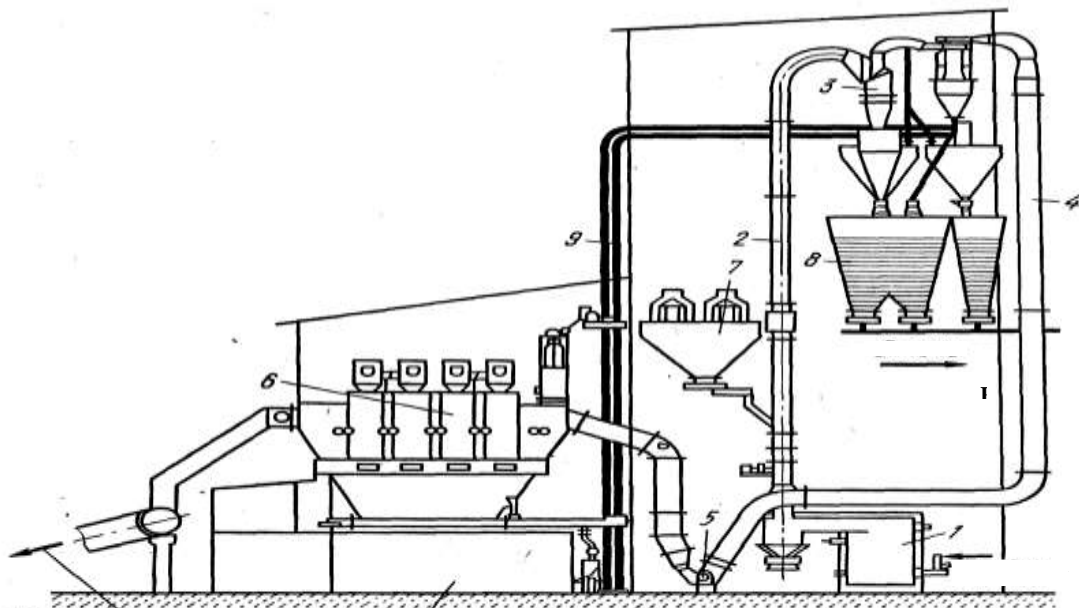
КМП еритиш жараёнини амалга оширилишининг қатъий шarti - шихтани ўта қуритилишидир. Қуритилгандан кейин шихтани намлиги 0,1 - 0,15 % дан ошмаслиги керак. Ундан намроқ шихта йирикроқ бўлиб, КМП эритиш жараёни принтсипига жавоб бермайди, чунки шихта таркибидаги моддалар печни ичида бир - неча сония давомида муаллақ ҳолатда бўлиши керак. Муаллақ ҳолатидаги заррачанинг бутун сирти бўйича оксидланиш реакцияси ўтиб, КМП еритиш жараёни амалга оширилади. Шихтани ўта қуритиш учун доира шаклдаги печ ёки вертикал жойлашган қуритиш трубалар қўлланилади (3.1- расм).

Олмалиқ мис заводида вертикал қуритиш трубалари қўлланилади. Ҳаммаси бўлиб 2 труба ўрнатилган. Қуритиш жараёни ишлаш принтсипи қуйидагидай: 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 еса трубани юқори қисмига учиб чанг илиш системаларига юборилади.

Қуритиш трубалари маҳсус печларда ёқиладиган табиий газ билан иситилади. Ҳароратни бошқариш учун маҳсус печга иккиламчи совуқ ҳаво берилади. Моддаларнинг бир соатли сарфи: табиий газ 600 - 800 м³, бирламчи (газ ёқиш учун) ҳаво 6000 - 8000 м³. 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 трубада бўлиш даври 1,3 сониядан ошмайди. Жараён қатъиян бошқарилиши керак ва ишлаш тизими ўзгармасдан сақланиши керак. Масалан, модда камроқ келиб қолса, трубани ҳарорати ошиб кетади ва сульфидлар аланга олади. Агарда шихта кўпрок 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 бир соатда 60 - 80 т шихтани қуритишга доир, қуритилган моддани намлиги 0 - 1 % ташкил қилади. Шартли ёқилгини нисбатий 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 ўрнига, печга қайтаришдир. Бу тадбир ёқилгини сарфини камайитиришга ёрдам беради.



3.1-rasm. Quritish trubasi:1- yoqilg'ini yondirish moslamasi 2 – quritish trubasi; 3 – siklonlar; 4 – gaz harakatlanish sistemasi (gazoxod); 5 – ventilyator; 6 – elektrofiltr; 7 – dastlabki shixta bunkerlari; 8 – quritilgan shixta bunkerlari; 9 – pnevmotransport trubalari.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ САВОЛЛАРИ.

1. Metallurgiyada avtojen jaraёнларининг қўлланилиши.
2. Автогенлик шартларини санаб беринг.
3. 1. Metallurgiyada avtojen jaraёнларининг мохияти нимадан иборат?
4. 3. Шахтани эритишга тайёрлашда қандай жараён кечади?
5. Шахтани қуриш ишлари ?
6. Вертикал қуриш трубалари
7. Хўл шихта тайёрлаш системаси

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интернет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Metallургия благородных металлов. - М.: Metallургия, 1997. - 432 с.

3-Мавзу: Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш усуллари. Эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.

Режа:

1. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш усуллари.
2. Эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.

Кон маҳсулотлари (руда ва бойитма), таркибида металллар ҳар хил бирикмалар холида яъни сульфидли, оксидли, тузлар кўринишида (MeS , MeO , MeCO_3 ва бошқалар) ва туғма (Au , Ag , Pt) учрайди. Бундан ташқари уларнинг таркибида кераксиз бирикмалар (SiO_2 , Al_2O_3 , CaCO_3 , MgCO_3 , FeS , FeO ва бошқалар) учрайди. Керакли металлни кераксиз моддалардан гидрометаллургия, пирометаллургия ва автоген усуллари билан ажратиб олиш учун кон маҳсулоти махсус шароитда қайта ишланади. Хусусан пирометаллургияда автоген жараёнларида амалга ошириш учун хомашё таркибида олтингугуртнинг миқдори юқори бўлиб (29-35%), хомашё технологик талаб даражасида янчилган ва қуритилганлиги талаб этилади. Бундай маҳсулотлар автоген эритиш бўлган оксидлаш ва машъалали эритиш жараёнларида кенг қўлланилади. Хозирда автоген жараёнлари хатто хомашёнинг йириклик даражаси 10 мм гача ва намлик даражаси 5-6% бўлганда ҳам қўллаш технологиялари яратилмоқда. Ушбу технология суюқ ваннада эритиш деб номланади.

Хозирги кунда металлургик хомашёларни автоген қайта ишлашда қўлланиладиган дастгоҳларнинг тури кўп бўлиб, уларга қайнар қатламли пчлар, муаллақ холда эритиш печлари, кислород машъалали печь ва вьюков печи, яъни суюқ ваннада эритиш печи.

Сульфидли мис бойитмасини кислород-машъал печида (КМП) еритишда физика-кимёвий жараёнлар

КМП еритиш жараёни, яллиғ печга нисбатан, анча мураккабдир. Агарда яллиғ печда деярлик нейтрал атмосферада сульфидлар оксидланмайди, КМП еритиш жараёни реаксион жараён бўлгани учун сульфидлар интенсив ҳолатда оксидланади.

КМП да кимёвий ўзгаришлар юқори ҳарорат ва кислород таъсирида оқиб ўтади.

Бойитмада мис оддий ва мураккаб сульфидлар кўринишида учрайди: борнит, халкопирит, халкозин ва ковелин. Айланувчи чангда еса оддий оксид, сульфат ва феррит ҳолатларда.

Борнит Cu_5FeS_4 иситиш даврида парчланади:



Жараён ҳаво атмосферасида 800 - 840 °C оралиғида боради.

Халкопирит 515 - 555 °C оралиғида парчланади:



Мис сулфиди (CuS) иситилишида осон парчланади:



Пирит ҳам иситилишида парчланади:



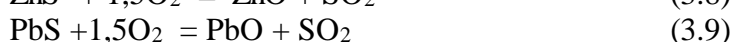
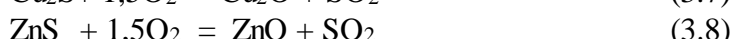
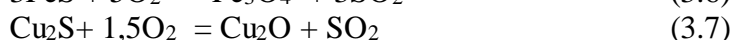
Агарда иситиш оксидлантирувчи атмосферада бўлса темир сулфиди гематит Fe_2O_3 ва магнетит Fe_2O_3 ларгача оксидланади.

Руҳ, мис бойитмасида сульфид ҳолатида (ZnS) учрайди, айланувчи чангда еса - ZnO , ZnSO_4 турларда. Эритиш даврида руҳ қисман газ фазасига ўтади, чунки уни кислород ва олтингугурт бирикмалари 1300-1400 °C ҳароратларда учиш қобилятига ега. Жараён маҳсулотлари бўйича руҳ тахминан қуйидагига тақсимланади, %: шгейнга 3 - 15; чангга 15-25; шлакга 62-72.

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

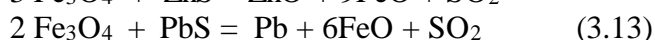
КМП да еритиш жараёнида юқори ҳароратли оксидлантириш ва сульфидларни ериши роъй беради, шунинг учун сульфидлар еритиш даврида куйдиришга мос ўзгаришларга дуч келади.

Мураккаб бирикмаларни парчаланиш жараёнлари кенг тарқалганлиги сабабли, оксидланишга фақат оддий сульфидлар йетиб келади деб қабул қилса бўлади:

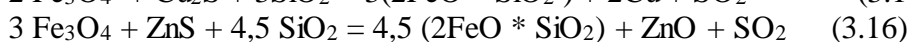


Темир сулфиди вюстит (FeO) ва магнетит (Fe_3O_4)ларгача оксидланиши мумкин. КМП да еритиш жараёнини шароитларида FeS асосан магнетитгача оксидланади. Жараённинг суяқ маҳсулотларида магнетитнинг миқдори уни сульфидлар билан тикланиш реакцияларини оқиб ўтишига боғлиқдир. Бу реакцияларнинг тез ва тўлиқ ўтиши еритмани таркиби, газ фаза ва ҳароратнинг функциясидир.

Магнетит сульфидлар билан қуйидаги реакциялар билан ўзаро боғланади:

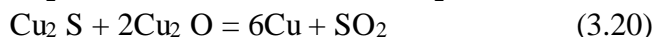
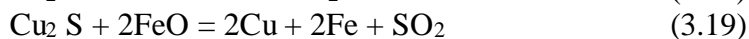


Кремний диоксида мавжудлигида, магнетит сульфидлар билан қуйидагича ўзаро боғланади:



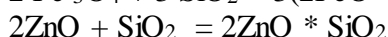
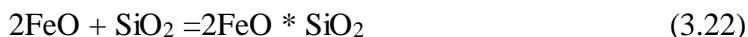
КМП да еритиш жараёнида магнетитни суяқ маҳсулотлардаги таркиби SO_2 ни порсиал босими, шлак нордонлиги ва FeC ни штейндаги миқдорига боғлиқдир. Мисга бой штейнни олиш сульфидларни чуқур оксидланишга боғлиқдир. Бу тадбир еса магнетит шлакдаги миқдорлигини оширади.

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

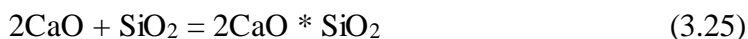


Мис оксиди ва сулфиди ўзаро боғланиб металлни пайдо бўлиши КМПда еритиш жараёни шароитларига боғлиқдир. Штейнда FeS ни борлиги Cu_2O ни сульфид ҳолатига ўтказди. Демак, КМП шароитида (3.20) реакцияни оқиб ўтишига имконият йўқ.

Флюс таркибидаги оксидлар жараён маҳсулотлари билан қуйидаги реакциялар бўйича ўзаро боғланади:



(3.24)



КМП да еритиш жараёнида оқиб ўтадиган физика-кимёвий ўзгаришлар натижасида штейн ва шлак пайдо бўлади. Асосий ўзаро боғланишлар машъал ҳажмида оқиб ўтади ва сульфидларни оксидланиши натижасида оксид-сульфид эритмаси пайдо бўлади. Бундай эритмада оксид-сульфид нисбатлиги дастлабки шихтани таркиби ва сульфидларни қуйдириш чуқурлигига боғлиқдир. Сульфидларни қуйдириш даражасини ошириш ва флюсларни қўшимча юкланиши оксидларни кўпайишига олиб келади.

Оксид - сульфид аралашмасини штейн ва шлакга ажралиши печни ваннасида яқунланади. Ажралиш, еритмаларни ҳар ҳил физика-кимёвий хусусиятларга ега бўлганлари учун ўтади. Биринчидан бу еритмаларнинг ҳар ҳил 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 Fe₃O₄.

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

$$K = \%Fe_3O_4_{шл} / \% Fe_3O_4_{шт} \quad (3.27)$$

Магнетит асосан шлакда йиғилиб печдан чиқарилади.

Магнетитни еритмадаги миқдорлигини кўпайиши печда чўкма пайдо бўлишига олиб келади. Чўкма печни ишчи ҳажмини камайтиради, кимёвий реакцияларни оқиб ўтишига халақит беради, дастгоҳни ишлаб чиқариш унумдорлигини камайтиради, шлак билан мисни исрофгарчилигини оширади. Магнетитдан пайдо бўлган чўкмани еритиш учун печни ҳароратини ошириб жараёнга қўшимча кремнезём флюсини юклаш керак.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ САВОЛЛАРИ.

1. Автоген эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.
2. Автоген жараёнлари моҳияти.
3. Автогенлик шартларини санаб беринг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Metallургия благородных металлов. - М.: Metallургия, 1997. - 432 с.

4-Мавзу: Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кинетикаси, механизми ва кимёвий реакциялар.

Режа:

1. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кинетикаси.
2. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг механизми.
3. Сульфидли бойитмаларни автоген эритишнинг кимёвий реакциялари.

Таянч сўз ва иборалар: сульфидларнинг оксидланиши, бойитмани гранулометрик тахлили, айланувчи моддалар, боров, катёл-утилизатор, технологик газ, фойдасиз айлани юрувчи материаллар.

Сульфидли бойитмаларни автоген эритишда куйидаги асосий жараёнлар оқиб ўтади, яъни печь ичига пуркалаётган янчилган махсулот ҳаво билан аралаштиш; юқори ҳароратда мураккаб сульфидларни диссоциацияланиб оддий сульфидли бирикмаларга ажраши; металл сульфидларини шиддатли оксидланиши ва шунинг натижасида ажралган иссиқлик ҳисобига шихтанинг эриши; эриган махсулотнинг тиниши ва шлак-штейнга ажралиши.

Ушбу жараён асосан диффузия қонуниятига асосланган бўлиб, уни амалга ошириш куйидагича, яъни бойитма заррачасини ҳаводаги кислород қатламини пайдо бўлиши, уни заррача ичига капиллярлар орқали кириб бориши, кимёвий жараён ва заррача ичида ҳомил бўлган газларни сиртга диффузияланиши.

Автоген жараёнини амалга оширишда куйидаги кимёвий реакциялар оқиб ўтади; сульфидларнинг оксидланиши, ҳосил бўлган оксидларни хомашё таркибидаги сульфидлар билан ўзаро таъсири ва тикланиш жараёнлари, ҳамда шлак, штейн ҳосил бўлиш жараёнлари.

Мис ишлаб чиқариш саноатида яллиғ печда мис шихтаси еритилади. Шихтага бойитма, флюс ва айланувчи материаллар киради.

Олмалиқ тоғ-металлургия комбинатида олинадиган бойитмани кимёвий таркиби, %: Cu - 16,0 - 18,0; Fe - 31,6 - 33,0; S - 35,5; SiO₂ 5,5; Al₂O₃ 2,3; CaO - 0,1. Бойитма куйидаги минералогик таркибга эга, % Cu₂S 14,0; CuFeS₂ 20,0; Cu₅FeS₄ 1,0; FeS₂ 49,0; Fe₂O₃ 3,0; SiO₂ 5,5; CaSO₃ 0,2; колганлари 7,3.

Бойитмани гранулометрик (кукун заррачаларнинг ўлчамлари) таркиби 0,15 мм (100 %) дан 0,043 мм (90 %) гача оралиғида ўзгаради. Бойитманинг филтрашдан кейинги намлиги 10 - 17 % ташкил қилади.

Яллиғ печни шлак таркиби ҳисобга олганда, шихтага ишқор ёки нордон флюслар қўшилади. Ишқор флюс ҳисобида оҳак кенг қўлланилади. Нордон флюс ҳисобида еса - кварс, ёки кремний диоксиди кўп миқдорли бўлган мис рудаси қўлланилади. Олмалиқ шароитида нордон флюс сифатида таркибида олтин бўлган кварс рудаси қўлланилади. Ушбу рудани кимёвий таркиби, %: CuO - 36; SiO₂ - 68,6; CuO - 1,2; Fe - 5,4; Al₂O₃ - 5,5; MgO - 0,9; S - 0,33.

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

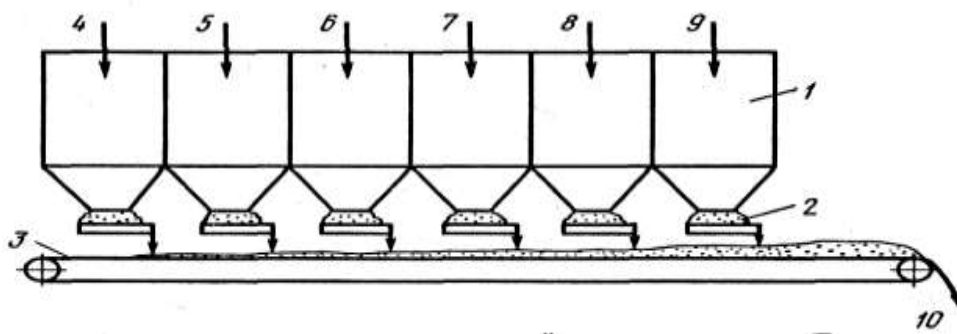
Айланувчи моддалар ҳисобида ҳар хил қайта ишлаш босқичларнинг чанглари: куйдириш, боров, котёл - утилизатор, конвертер ва бошқалар. Уларда миснинг таркиби 9,86 дан 44,6 % етади. Ундан ташқари чангда рух, кўрғошин, темир, олтингургурт, кремний диоксиди, алюминий ва калсий оксидлари мавжуддир.

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

Шихта тайёрлаш

Мис еритиш заводларда ҳар хил шихта тайёрлаш усуллари қўлланилади. Енг кенг тарқалган усул бу шихта компонентларини лентали конвеерларда аралаштиришдир (2.1-расм). Махсус бункерлардан бойитма, флюс ва айланувчи моддалар тарозлардан ўтгач

йиғма конвейерга юкланади. Ҳаракатланиш даврида, қайта юклаш поғонасида ва яллиғ печни бункерида шихта компонентлари яхши аралаштирилади. Бундай тизим осон ва кам харажатлидир, лекин ,бу усулда шихтани бир хил таркибини ушлаб туриши қийин.



2.1-расм. Шихтани лентали конвейерда тайёрлаш схемаси:

1-бункер; 2-озиклантирувчи; 3- лентали конвейер; 4-6 –бойитма;7-айланувчи моддалар; 8- кварс флюси; 9-оҳак; 10 -Шихта

Энг яхши шихта тайёрлаш усули бу бединг - система. Шихта компонентлари қатлам - қатлам усули билан жойлаштирилиб, вертикал кесими билан олишиб транспортерга бериледи. 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 ҳолос. Аммо Олмаликда бундай система қўлланилмайди, чунки бунинг учун катта капитал маблағ сарфланиши керак.

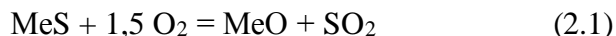
Замонавий мис еритиш заводларда яллиғ печга қисман қуритилган (таркибида 5 - 8 % H₂O) шихта юкланади. Куйдирилмаган бойитмани қўллашда шихтани иссиқлик истеъмоли ниҳоятда кўпаяди, транспорт ва юклаш шароитлари оғирлашади ва ишлаб чиқиш унумдорлиги пасаяди. Буларни инобатга олган ҳолда яллиғ печга куйдирилган бойитмани (куйиндини) юклаш мақсадга мувофиқ бўлар еди.

Куйдириш

Бир қатор заводларда таркибида мис кам бўлган хомашёни қайта ишалаш қўлланилади. Олмалик шароитида бойитмада мисни миқдори борган сари камайиб борапти. Шунинг учун уни биринчи поғонада куйдириш, ишлаб чиқиш самарадорлигини ошириши мумкин.

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

Куйдириш давомида сульфидларнинг оксидланиши қуйидаги якунловчи реакциялар орқали ўтади:



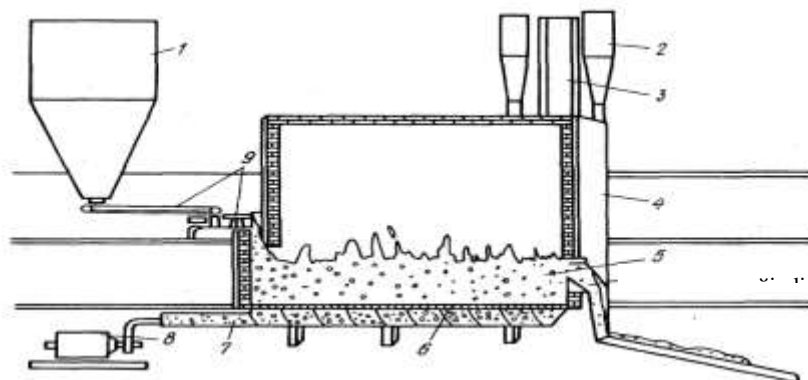
Биринчи реакция деярлик бир томонлама оқиб ўтади. Иккинчи реакция учун:

$$K_m = P_{\text{CO}_3} / P_{\text{CO}_2} * P_{\text{O}_2} \quad (2.4)$$

тенгламадан

$$P_{\text{SO}_3} = P_{\text{SO}_2} * K_m * P_{\text{O}_2} \quad (2.5)$$

Куйдириш учун энг мос дастгоҳ - бу қайновчи қатламли (КС) печдир (2.2-расм). Печда куйдириш ҳарорати 650 - 750 °С даража бўлганда сульфатловчи 850 – 1050 °С еса оксидловчи куйдириш амалга оширилади.



2.2- расм. Сульфидли мис бойитмасини қайнар қатламли печда куйдириш схемаси

1- Шихта бункери; 2- чанг ушловчи тсиклон; 3 – совутиладиган газоход; 4- печ; 5 – қайнар қатлам; 6 – печнинг туби; 7 – ҳаво коллектори; 9 – Шихта озиклантирувчиси

Куйдириш жараёнлари АКШ, Япония ва бошқа давлатларда кенг тарқалган. Олмалик шароитида сульфидли мис бойитмаларини куйдириш жараёни кўзда тутилмаган ва яллиғ печга куйдирилмаган бойитма юкланади.

Яллиғ печда хомашёни еритишда катта миқдорда органик углеродли ёқилги ишлатилади. Бу жараёнда ажралиб чиққан иссиқликни таъсирида, печни ишчи ҳажми ва ваннасида турли физико - кимёвий ўзгаришлар оқиб ўтади: намни буғланиши, шихтани исиши ва ериши, кимёвий ўзгаришлар ва шихта компонентларни бир-бири билан реакцияга кириши, штейн ва шлакни пайдо бўлиши, газ фазасини шихта ва еритма билан ўзаро таъсири ва ниҳоят қаттиқ, суюқ ва газ фазаларни печни футеровкаси билан таъсири.

Яллиғ печда еритишда кимёвий ўзгаришлар юқори ҳарорат таъсирида оқиб ўтади. Биринчи навбатда мис бирикмаларини ўзгаришларини кўриб чиқамиз.

Бойитмада мис содда ва мураккаб сульфидларда учрайди: борнит, халкопирит, халкозин ва ковеллиндир.

Борнит Cu_5FeS_4 қизитиш давомида реакция бўйича ажралади:



Жараён ҳаво атмосферасида $800 - 840 \text{ }^\circ\text{C}$ оқиб ўтади.

Халкопирит $CuFeS_2$ ҳаво атмосферасида $515 - 555 \text{ }^\circ\text{C}$ оралиғида куйидаги реакция орқали ажралади:



Олтингургуртли мис CuS (ковеллин) кузитилиш даврида тикланиш ёки нейтрал атмосферасида енгил ажралади:

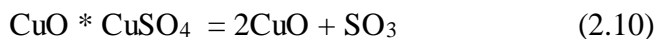


Жараён $502 \text{ }^\circ\text{C}$ да оқиб ўтади.

Ярим олтингургуртли мис Cu_2S (халкозин) мураккаб кимёвий бирикма. Ериш ҳароратига етгунча ($1125 - 1135 \text{ }^\circ\text{C}$) бирикмаи таркибида ҳеч қандай ўзгаришлар юз бермайди.

Мис оксиди CuO - енгил парчаланади ва реакция натижасида мис ярим оксиди Cu_2O пайдо бўлади. Cu_2O FeS_3 таркиби ўзгармаган ҳолда $1235 \text{ }^\circ\text{C}$ суюқ ҳолатига ўтади.

Агарда шихтада мис сульфати, ёки бошқа бирикмалар бўлса, улар қуритиш даврида парчаланади. Масалан:



Жараён 780 °С – 812 °С харорат оралиғида оқиб ўтади ва яқунловчи маҳсулот бўлиб мис оксиди ва олтингугурт диоксиди бўлади. Мис оксиди кейинчалик мис ярим оксидига ажралади.

Бойитмада, қуйидагидай малахит, азурит ва бошқа мураккаб бирикмалар учраб туради. Бу минераллар 560 - 600 °С оралиғида парчаланишади ва CuO ни ҳосил қилишади. CuO еса юқорида кўриб чиқилган жараёнига дуч келади.

Темир бирикмалари

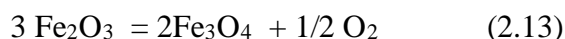
Юқорида кўриб чиқилган темир - мис сульфидлардан ташқари, мис бойитмасида пирит FeS₂, мис-никел бойитмасида Еса пирротин Fe₇ S₈ лар учраб туради.

Нейтрал ёки тикланиш атмосферасида, 600 °С дан юқори хароратда пирит парчаланани :



Харорат 1000 °С га етганда пирит тўлиқ ажралади. Ҳаво атмосферасида темир сулфиди (FeS) мураккаб бирикма бўлиб, деярлик парчаланмайди. Оксидлантирувчи атмосферада еса, темир сульфидлари оксид ҳолатгача оксидланади (Fe₂O₃ гематит ва Fe₃O₄ - магнетит).

Гематит 1560 °С Ерийди, лекин ҳаво атмосферасида 1350 - 1380 °С оралиғида осон парчаланани:

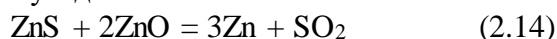


Магнетит мураккаб кимёвий бирикма. Нейтрал ва оксидлантирувчи атмосфераларда 1590 °С да суюқ ҳолатга парчаланмасдан ўтади.

Темир оксиди FeO (вюстит) ўта мураккаб бирикма, нейтрал атмосферасида кизитилганда умуман ўзгармайди. Оксидлантирувчи атмосферада юқори оксид ҳолатларгача осон ўтади (магнетитгача).

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

Руҳ сулфиди ZnS қисман оксидланади, қисман парчаланани, қисман Еса реакцияга кириб металлик ҳолга ўтади:



яллиғ печда Еритишда руҳ жараён маҳсулотларида қуйидагидай тақсимланади, %: штейнга 45,5; шлакга 49,0; газ ва чанга 5,5.

Мис бойитмасида кўпинча кўрғошин сулфиди PbS мавжуд. яллиғ печда Еритиш даврида кўрғошин жараён маҳсулотлари бўйича қуйидагича тақсимланади, %: 30 штейнга, 59,6 шлакга, 10,4 чанг ва газларга.

Мис бойитмасида кўпинча марғумиш, сурма, висмут ва камёб металллар мавжуд. Улар жараён маҳсулотларига қуйидагича тақсимланади, %:

	s	b	i	d	n	e	e	e
Шлакка	4,2	4,0	,6	7,0	0,0	4,0	8,0	,0
Газга	1,8	6,0	5,4	4,0	,0	3,0	,0	1,0
Штейнга	4,0	0,0	,0	9,0	5,0	3,0	3,0	0,0

Жинс минераллар кремнезем SiO₂, глинозем Al₂O₃, калсий оксиди CaO ва бошқалар, деярли ўзгармаган ҳолда, шлак таркибига тўлиқ утишади.

Шихта компонентларни кимёвий ўзаро боғланишлари

Печнинг ёмбоғида юқори хароратларда Шихта таркибидаги моддалардан фақат мураккаб бирикмалар қолади (2.5-расм):

- оксидлардан Cu₂O, Fe₂O₃ (1250 °С гача), Fe₃O₄, ZnO, PbO ва жинс оксидлари;
- комплекс бирикмалардан Cu₂O*Fe₂O₃ ва ZnO*Fe₂O₃;

- сульфидлардан FeS, ZnS, PbS.

яллиғ печда кимёвий ўзгаришлар келтирилган бирикмаларнинг ўзаро боғланишлари орқали ўтади.

Мис бирикмалари куйидаги реакцияларга киришлари мумкин:

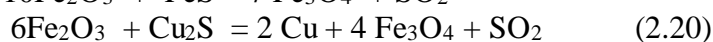
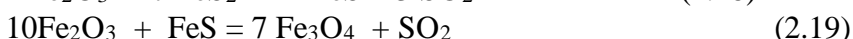
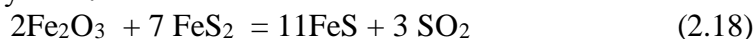


900 °C дан бошлаб бу реакциялар тезлик билан ўтади ва натижада мис, мис ярим сульфидлари пайдо бўлади.

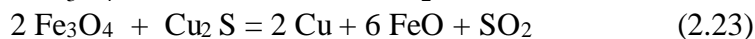
Еркин мис сульфид ҳолатга ўтади:



Темир оксиди шихта таркибидаги сульфидлар билан куйидагича реакцияларга киришиши мумкин:

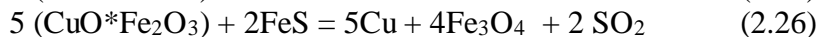
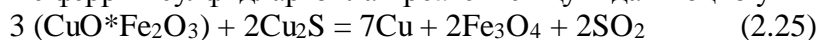


Ушбу реакциялар 500 - 900 °C оралиғида ўтади. Яллиғ печда еритишда шихтада сульфидларнинг мавжудлиги магнетитни тикланишига олиб келади:



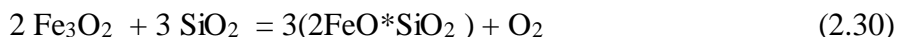
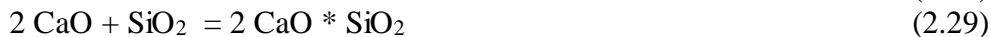
Бу реакциялар интенсив ҳолатда 1170 °C дан бошлаб боради. Шихтада кремний диоксиднинг мавжудлиги бу реакцияларни тезроқ ва тўлароқ боришига олиб келади.

Мис феррит сульфидлар билан реакцияси куйидаги оқиб ўтиши мумкин:



Бу реакциялар 1100 - 1150 °C ларда тўла ўтади.

Кремний диоксиди мавжудлигида куйидаги реакциялар боради:



Ушбу реакциялар натижасида яллиғ печда шгейн, шлак ва технологик газлар пайдо бўлади. Бу еса яллиғ печда еритишнинг асосий мақсадидир.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ САВОЛЛАРИ.

1. Сульфидли бойитмаларнинг автоген эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.
2. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш кинетикаси ҳақида тушунча беринг.
3. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш жараёнида борадиган кимёвий реакциялар ҳақида тушунча беринг.

ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001. - 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Интермет Инжиниринг, 2003. - 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. - Т.1 425 с., Т.2 392 с.

5-Мавзу. Тоғ металлургия саноатида техноген чиқиндиларни ҳосил бўлиши ва уларнинг таснифи.

Режа:

1. Тоғ металлургия саноатида техноген чиқиндиларни ҳосил бўлиши.
2. Тоғ металлургия саноатида ҳосил бўлган техноген чиқиндиларни таснифи.

Таянч сўз ва иборалар:

Техноген, чиқинди, кон металлургия, мис, рух, кўрғошин, моибден, олтин, кумуш конларини қазилар, ташқари рудалар, пирометаллургик жараёнлардан ажралган металлургик шлаклар ва клинкер..

Ушбу чиқиндилар таркибида рангли (мис, рух, кўрғошин, моибден, олтин, кумуш ва ҳ.к) ва қора (темир ва унинг бирикмалари) металллардан ташкил этиб уларникайта ишлаш натижасида қўшимча металл ва қурилиш материаллари ишлаб чиқаришга эга бўлинса, улар турган ҳосилдор эрларни тозалашга, экологияни захарли моддалардан зарасизлантиришга эришилади.

Бугунги кунда дунё олимлари Япониянинг «Онахама» ва «Наосима», Канаданинг «Тимминс» заводларида ишлаб келаётган «Митсубиси», Канаданинг «Норанда», муҳандис Уоркрамнинг «Конзинк Риотинтон» (Австралия) фирмаси томонидан 1967 йили ишлаб чиқилган «Уоркра» жараёни, собиқ Иттифокда 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 еритиш технологиясини умуман олганда оксидловчи жараён ҳам дейиш мумкин.

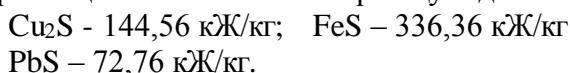
Автоген жараёнларда иссиқлик алмашуви, масса алмашуви, ҳамда, иссиқликнинг узатилишини бошқа печларда қараганда умуман бошқача бўлиши кузатилган, яъни оқова газ ҳаракат йналиши тошқолиннинг ериш ҳароратига қараганда, юқори бўлади. Шунинг учун ҳам иссиқликнинг йқолиши, яъни оқова газ билан ташқарига чиқиб кетиши бир оз бўлсада юқориқдир. 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 Иттифокда автоген жараёнларни қўллаш 1968 йилда Олмалик тоғ-металлургия комбинатида «кислород машъалали еритиш» печини ишга туширилиши билан бошланди.

Умуман олганимизда металлургияда, хусусан мис еритишда бутун сарф бўлган харажатларнинг тенг ярми хомашёларни ва шихталарни тайёрлашга ҳамда еритиб ундан штейн олишга сарфланади. Қолган 50% харажат еса конверторлаш, электролиз йли билан тозалаш ва ниҳоят мис олишга сарфланади. Шихта ва хомашёни тайёрлаш ҳамда уларни еритиш учун кетган сарфни камайитиш 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 еритиш печи ва кислородли муаллақ электротермик печи шахтали автоген еритиш печи ва суюқликда борадиган автоген еритиш 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 еритишга етарли бўлишидир. Олтингургурт билан бириккан моддалар автоген жараёнлар учун асосий хомашёдир. Чунки улар кислород билан реакцияга киришиб экзотермик ҳолатни юзага келтириб қуйидагича иссиқлик чиқариш мумкин. Масалан:



Суюқ ваннада еритиш жараёни

Замонавий, юқори самарадорли автоген жараёнлардан бири - суюқ ваннада сульфид мис бойитмасини еритишдир. Жараённинг биринчи номи ПЖВ (Плавка в жидкой ванне), ҳозир еса унга янги ном берилган ПВ (Просесс Ванюкова). ПЖВ жараёни проф. Ванюков П.В. бошчилигида яратилган ва кўп давлатларда тадбиқ етилгандир.

Жараёни моҳияти сульфидларни шлак еритмасида, кислород ёки кислородга бойитилган ҳаво оқимида, ёндиришдан иборатдир. Жараён кессонланган шахтали печда, Еритмани пастдан юқорига қараб оқиш шароитида амалга оширилади.

ПВ печининг тузилиш ва ишлаш схемаси 4.1, ва 4.2 -расмларда келтирилган:

Ҳозирги пайтда ПВ жараёни яллиғ печда еритиш ўрнига қўлланилмоқда. Норилск ва Балхаш тоғ-металлургия комбинатларда жараён тўла тадбиқ етилган. Печнинг шихтасига бойитма, флюс ва қаттиқ айланувчан моддалар киради. Шихтанинг умумий намлиги 6 - 8 %. Печга суюқ конвертер шлакини қуйиш мумкин. Шихта печнинг юқори қисмидан ваннадаги еритмага юкланади. Штейн ва шлак печнинг қарама-қарши томонларидан, сифон орқали чиқарилади.

Кессонлар ўта зичли мисдан тайёрланган. Технологик газлар кессонланган шахтадан чиқарилади. Шахтада ажралиш даврига чиққан олтингургурт қисман ёндирилади. Газлар котел-утилизаторда совитилиб, чангдан тозаланиб сульфат кислотаси олишга юборилади. Норилск (НГМК) ва Балхаш (БГМК) комбинатларда ишлаб турган печларнинг техно-иқтисодий тавсифлари:

Кўрсаткичлар	НГМК	БГМК
1. Шихта бўйича ишлаб чиқиш унумдорлиги, т/(м ² ·сут)	80	80
2. Печнинг фойдали баландлиги, м.	6,4	6,2
3. Фурма кесимида печнинг енлиги, м.	2,5	2,3
4. Штейн ваннасини баландлиги, м.	0,7	0,7
5. Шлак ваннасини баландлиги, м.	1,1	1,2
6. Кислород билан ҳавони бойитилиш даражаси, %	64-65	65-75
8. 1т. бойитмага кислороднинг сарфи, м ³ .	140-300	140-300
9. Печнинг фойдали ишлаш даражаси, %	97	84
10. Миснинг миқдорлиги, %: штейнда	45-50	44-47
шлакда	0,6	0,5-0,74
11. СО ₂ ни газдаги миқдорли, %	20-35	24-32
12. Газнинг чанглик даражаси, г/м ³ .	1,5-2	2,3
13. Чангнинг ажралиб чиқиши, % шихтага нисбатдан	-	1,1
14. Миснинг ажратиб олинishi, %.	97,3	97,1
15. Нодир металларни ажратиб олинishi, %	99	99

Келтирилган маълумотлардан кўриниб турибдики, ПВ жараёни олдин кўрилган технологиялардан анча афзалроқдир.

ПВ печини конструкцияси ўзгармас ишончли иссиқлик тартибини ушлаб туришга имкон яратади. Ҳароратнинг максимал қиймати фурма ёнида кўтарилади, кислороднинг юқори сарфи ҳароратни ошишига олиб келади. Кессонлар ёнида енг паст ҳароратлар бўлади.

100 кг шихтага ПВ печини иссиқлик баланси

Кириш			Чиқиш		
	ж			ж	
1. Углеродни ёниши	1,4	8,7	1. Юқори сулфид ларни ажралиши	1,8	1,55
2. S ни SO ₂ гача ёниши	2,6	0,0	2. Газ шаклдаги олтингургуртни пайдо бўлиши	44	,25
3. FeS ни FeO гача оксидланиши	,0	2,0	3. CaCO ₃ ни ажралиши	,86	,1
4. FeO ни пайдо бўлиши	8,4	,7	4. Шлак билан	7,2	8,0
5. Шлак пайдо булиши	,87	,4	5. Штейн билан	5,1	6,35
6. Шихта билан	,5	,9	6. Газ билан	9,8	1,7
7. Клинкер билан	,17	,06	7. Намнинг пар ланиши	4,45	,24
8. Ҳаво билан	,63	,23	8. Чанг билан	,68	,66
Бошқалар	,77	,01			
Жами	75,5	00,0	Жами	75,0	00,0

Иссиқликнинг катта ҳажми олтингургуртни еритмага ёқиш даврида ажралиб чиқади. Олтингургурт юқори даражали сулфидларни ажралиш жараёнида пайдо бўлади. Газ ҳажмидаги юқори ҳароратлар бунга кўмак беради. Шунинг учун шихта печга юкланиши узлуксиз оқим билан берилиши керак.

ПВ жараёни ишлаб чиқариш унумдорлигини оширишда фойдаланиш, техникавий кислородни қўллаш ва шихтани Еритма остига юклаш, ишлаб чиқариш унумдорлигини 100 - 150 т/м²*суткагача олиб чиқиши мумкин. ПВ ни емулсион жараёни ҳам ашёдан тўлиқ фойдаланиш, атроф муҳитни муҳофаза қилиш, технологияни автоматлаш ва комплекс механизациялашни бажаради.

ПВ жараёнида моддаларни физика-кимёвий ўзгаришлари, КМП еритиш жараёнида оқиб ўтадиган реакцияларга мос келади. Фақат бу жараёнда ҳамма реакциялар еритма ҳажмида ўтиш билан ажралиб туради. Бу жараёнлар: моддаларни парчаланиши, сулфидларни оксидланиши, сулфид оксидлар билан ўзаро боғланишлари ва бошқалардир. Реакцияларни термодинамик тавсифларини КМП еритиш жараёнида ўтадиган жараёнлар билан баҳоласа бўлади. Фақат еритмада юқори ҳарорат бўлгани, диффузион коэффициентлари каттароқлиги ва еритмани газ билан барботаж бўлганлари, реакцияларни тезроқ ва тўлароқ оқиб ўтишига олиб келади.

Жараён натижасида сулфид-оксид емулсияси пайдо бўлади. Емулсия чўкиб ваннада штейн ва шлакга ажралади. Ажралиш уларни ҳар-ҳил физика-кимёвий хусусиятлари натижасида оқиб ўтади.

ПВ жараёни ёрдамида турли моддаларни қайта ишлаши мумкин. Жараённи оддий штейн, бойитилган штейн ва ҳомаки мис олиш даражасига ҳам олиб бориш мумкин ва бу жараён келажакда яллиғ печларни ўрнига қўлланилиши мумкин.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ САВОЛЛАРИ.

1. Сульфидли бойитмаларнинг автоген эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.
2. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш кинетикаси ҳақида тушунча беринг.
3. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш жараёнида борадиган кимёвий реакциялар ҳақида тушунча беринг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Металлургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Металлургия благородных металлов. - М.: Металлургия, 1997. - 432 с.

6-Мавзу. Металлургияда минерал хомашёлардан комплекс фойдаланиладиган технологиялар.

Режа:

1. Минерал хомашёларни қайта ишлашга тайёрлаш жараёнларини такомиллаштириш.
2. Металл сақловчи хом ашёларда қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш технологиялар

Мавжуд технологияларга кўра дастлабки хомашёдан металлларни ажратиб олишда техноген чиқиндиларни хосил бўлиши муқарадир. Ресурс тежамкор технологияларни яратилиши асосан айнан техноген хомашёлар таркибидаги компонентларни тўлиқ ажратиб олишга ва шу билан бирга чиқиндисиз технологияларни яратиш саноатга тадбиқ этишга қаратилган. Металл

сақловчи хом ашёларда қимматбаҳо компонентларни комплекс ажратиб олиш технологиялари икки асосий жараёндан ташкил топган, яъни тайёрлаш ва қайта ишлаш жараёнларидир: жумладан, балансдан ташқари рудаларни тайёрлаш жараёнига бойитиш, хомашёларни бўлаклаш, куйдириш, тўдаларга тўплаш бўлса, металлургик шлак ва клинкерни майдалаш ва янчиш орқали амалга оширилади.

Қайта ишлаб хомашё таркибидаги қимматбаҳо компонентларни тўлиқ ажратиб олишда комплекс технологияларни яъни гидрометаллургия (танлаб эритиш, эритмалардан компонентларни турли усулда ажратиб олиш) пирометаллургия (куйдириш, кўмачлаш, оловли тозалаш) усуллари, ҳамда кимёвий бойитиш усуллари қўллаш талаб этилади.

Ҳомаки мисни оловли тозалашнинг асосий мақсади - бўлажак электролитик тозалашга яроқли зич анодлар олиш ва зарра металлларни йўқотишдир. Зарра металлларнинг борлиги электролиз жараёнига салбий таъсир қилади. Анодларни ҳомаки мисдан ҳам қўйса бўлади, фақат электролиз кўрсаткичлари, зич анодга нисбатан, анча ёмонроқ бўлади.

Ҳомаки мисдаги зарра металлларни уч гуруҳга бўлса бўлади:

- 1) нисбатдан осон ва тўла ажралиб чиқадиганлар - Zn, Fe, S;
- 2) қисман ажралиб чиқадиганлар - As, Sb, Bi, Ni,
- 3) умуман ажралиб чиқмайдиганлар - Au, Ag.

Оловли тозалашда қуйидаги жараёнлар ўтказилади:

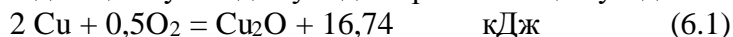
1) ҳомаки мисни печда еритиш (агарда печга суюқ ҳомаки мис қуйилса бу жараён ўтказилмайди);

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

3) суюқ мис ваннасида ериган мис яримоксидини тикланиш жараёни;

4) мисни анодларга қуйиш.

Суюқ мис ҳажмдан ҳаво ўтганда қуйидаги реакция оқиб ўтади:



Пайдо бўлган Cu_2O суюқ мисда ерийди. Мис яримоксидни ериш қобилияти ҳароратга боғлиқ ва қуйидаги рақамларни ташкил қилади.

1100 °C - 5,0 %; 1750 °C - 8,3 % ва 1200 °C - 12,4 %. Ҳароратни ундан юқори кўтарилиши еришни деярлик оширмайди. Амалиётда оксидланиш жараёнини 1150 - 1170 °C оралиғида олиб борилади. Шунинг учун, суюқ мисни кислород билан тўйинтирилиши 8 % билан чекланади холос. Бу рақам суюқ ваннада 0,9 % кислород борлигига тўғри келади. Агарда мисни қўшимча оксидлантирсақ, Cu_2O ванна сиртига сузиб чиқиб, бефойда мис билан шлакни бойдиради. Cu_2O нинг юқори миқдорлиги зарра моддаларни максимал даражада оксидлантириш учун керак.

Хомаки мис таркибида 99 % Cu, 0,2 % S, 0,5 % Fe ва бир қанча миқдорда селен, теллур, висмут, сурма, мишяк, никел ва бошқа металллар бор. Хомаки мисга шихтадаги олтин ва кумуш деярли тўла ўтади.

Мис яримоксиди суяқ мисда ериб, зарра моддалар билан ўзаро боғланади: масалан, мис ярим сулфидига боғланган олтингургурт билан:



Печдаги ҳароратда бу реакция деярли тўлиқ чапдан ўнгга сурилган ва тўлиқ ўтади.

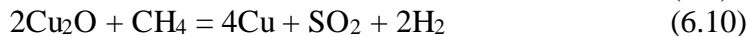
Мис яримоксидининг бошқа металлларга нисбатан кислородга тортилиш кучи кам бўлгани сабабли у ўзининг кислородини бошқа металлларга бериб, уларни оксидлантиради.



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 суяқ мисдаги миқдори 0,0009%.

Суяқ мис ҳажмига ҳавони диаметри 25-30 мм бўлган фурма орқали, $2-2,5 \cdot 10^5$ Па босимида берилади. Зарра элементларни шлаклар учун, печга флюс - кварс куми берилади. Оловли тозалашда шлакга зарра моддалар билан бирга мис ҳам ўтади. Шлакдаги миснинг миқдори 45 % гача етади. Бу шлак айланувчи ҳом ашё ҳисобланиб, қайтадан конвертерга юкланади. Жараённинг умумий давомийлиги, зарра моддаларнинг миқдорлигига боғлиқ, ва 1,5 - 3,0 соатни ташкил қилади.

Зарра моддаларни шлакка ўтказиш мақсадида ҳаво билан пуфлаб оксидлаш натижасида мис ҳам кислород билан тўйинади. Оксидланган мис тикланади. Мисни тикланиши қуйидаги реакциялар орқали ўтиши мумкин:



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

$$K_T = P_{\text{H}_2\text{O}}/P_{\text{H}_2} \quad (6.11)$$

1050°C да K_T ни қиймати $1 \cdot 10^{-4,1}$ га тенг, бошқача айтганда, жудаям кичик ракам. Бундан ҳулоса, водороднинг миқдори, сув боғларини миқдорига нисбатдан, 10000 марта камроқдир ва водород деярли тўла реакцияга киришган.

Ўзбекистон шароитида тиклаш учун табиий газдан фойдаланиш афзалроқдир. Жараён даврида (6.10 реакция) ажралиб чиқаётган водород ҳам тикланиш реакциясида қатнашади. Фақат шуни есда тутиш керакки, табиий газ юқори ҳароратда парчланади:

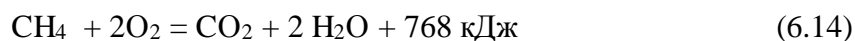


ва уни ўзлаштириш даражаси деярли юқори емас.

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



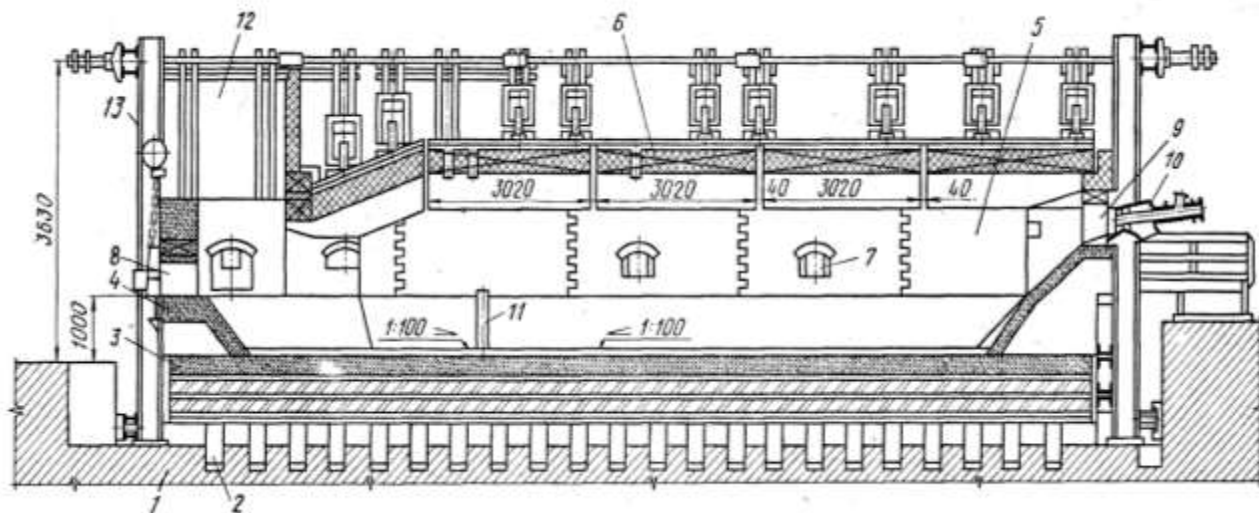
Конверсия $900 - 1200^\circ\text{C}$ оралиғида ўтказилади. Жараён учун керак бўлган иссиқлик метанни қисман ёқиб олинади. Бу реакция:



Реаксия реакцияларнинг ичида, чекланган ҳолда кислород бериш орқали ўтказилади.

Тикланиш жараёнининг давомийлиги, мисдаги кислородни миқдорига боғлиқ ва 2,5 - 3 соатни ташкил этади.

Оловли тозалаш стационар яллиғ печларда ўтказилади. Фақат бу яллиғ печларни ўлчамлари кичикроқ, ёқилги ёндиришга форкамерали ва ён тамонларида ойналидир (6.1-расм).



6.1-расм. Стационар оловли тозалаш (рафинирлаш) печи:

- 1-poydevor; 2-ustunli poydevor; 3-leshad; 4-yonbog'lar; 5-devorlar; 6-svod;
 7-yuklovchi (ishchi oynalar); 8-shlak chiqaruvchi oyna; 9-gorelka oynasi;
 10-gorelka; 11-lyotka; 12-gazoxod; 13-pech karkasi

Печ даврий режимда ишлайди. Одатда, бир суткада битта тозалаш ўтказилади. Печнинг ишлаб чиқариш унумдорлиги уни ҳажмига боғлиқдир ва 5 - 400 т ташкил қилади. Одатда замонавий печларнинг ҳажми - 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;
- котел – утилизаторда буғ олиш учун - 36,6 - 40,2;
- исрофгарчилик - 21,5 - 14,4

Стационар оловли печлардан ташқари ҳомаки мисни оловли рафинирлаш жараёни айланувчи печларда амалга оширилади (айланувчи анод печ). Олмалиқ тоғ-металлургия комбинатининг мис еритиш заводида ҳомаки мисни оловли тозалаш босқичида ишлатиладиган айланувчи анод печи 6.2-расмда келтирилган.

Тозаланган миснинг жараён маҳслотлари бўйича тақсимланиши, %:

- яроқ анодлар - 97,0
- брак - 0,45
- скрап - 1,16
- шлакга - 1,14
- учар - 0,25

Тозаланган мис айлантирувчи горизонтал машиналарда (карусел куйиш машинаси) анодларга қўйилади (6.3-расм). Печнинг ҳажми 200 - 250 т бўлса, куйиш машинани ишлаб чиқиш унумдорлиги бир соатда 40 т ташкил қилади ва куйиш даври 5 - 6 соатга чўзилади.

ЎЗ-ЎЗИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ САВОЛЛАРИ.

1. Сульфидли бойитмаларнинг автоген эритишда қўлланиладиган дастгоҳлар.
2. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш кинетикаси ҳақида тушунча беринг.
3. Сульфидли бойитмаларни автоген эритиш жараёнида борадиган кимёвий реакциялар ҳақида тушунча беринг.

Фойдаланилган адабиётлар

1. С.А. Абдурахмонов Гидрометаллургия жараёнлари назарияси ва дастгоҳлари. - Дарслик. - Навои 2001 . – 320 б.
2. Г.М. Вольдман, А.Н. Зеликман Теория гидрометаллургических процессов: Учеб. Пособие для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 464 с.
3. Котляр Ю.А., Меретуков М.А., Стрижко Л.С. Metallургия благородных металлов. Учебник в 2-х томах - М.: МИСиС, 2005. – Т.1 425 с., Т.2 392 с.
4. Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В. Metallургия благородных металлов. - М.: Metallургия, 1997. - 432 с.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАВЗУСИ

№ 1 АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ Рангли металлларни сульфидли бойитмаларни қайта ишлашда ресурс тежамкор технологик жараёнларни ўрганиш ва таҳлил этиш Режа:

1. Рангли металлургияда хом ашёларни автоген эритиш жараёнинг мақсади ва вазифаси..

2. Автоген эриш учун хом ашёни рационал таркибини ўрганиш.

Хомашёнинг минералогик таркиби эритиш пайтида ҳосил бўладиган штейн, шлак ва газлар таркибига жуда катта тасир кўрсатади. Булардан ташқари ёқилғи ва электрэнергия сарфига ҳам салмоқли тасир кўрсатади.

Мисол ўрнида, Пирротен минерали қуйидаги формулага жавоб беради $Fe_{12}S_{13}$ бу минерални $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ гача қиздирсак қуйидаги схема бўйича парчланади. $Fe_{12}S_{13} \rightarrow 12FeS + S$ Бундан кўриниб турибдики фақатгина 1/13 қисм олтингургит ажралиб чиқиш мумкин яъни 8%. Пиритни (FeS_2) 1000°C қиздириш натижасида 50 % олтингургит ажралиши руй беради.

$50\%; FeS_2 \rightarrow FeS + S.$

Бир қанча мисли минералларни эритиш пайтида 10—12% С йўқолади. Аналогично некоторые медные минералы теряют во время плавки только тогда как из других отгоняется (диссоциирует) до 25% С.

Олтингургит буғлари темирнинг юқори оксидллари билан қуйидагича реакцияга киради.

$2Fe_2O_3 + 1/2 S_2 = 4FeO + SO_2$, агарда биз бой шлак олинди деб ҳисобласак.

FeO , вследствие протекания реакции $2Fe_2O_3 + FeS = 5FeO + SO_2$, то содержание FeO в нем будет заметно ниже рассчитанного (в примере на 20%). По этой же причине будет получен обедненный штейн (осталось FeS). Результаты плавки в целом оказываются значительно худшими, чем ожидаемые: про-

изводительность по проплаву шихты с получением малоуглеродистого тугоплавкого шлака уменьшится, штейн получится беднее запланированного, что затруднит его переработку.

Агарда бойитма таркибида корбанатлар учраса, унда улрни парчалаш учун анча миқдордаги иссиқлик миқдори талаб қилиниди. Масалан, саноатда кенг ишлатиладиган флюслардан бири CaO курадиган бўлсак, у қуйидагича реакцияга киришади.

$CaSO_3 = CaO + SO_2$ 100 г охакнинг парчаланиши учун 42 ккал энергия талаб қилинади.

Бу шуни курсатадики яъни 1т охакни парчалаш учун 60 кг ёқилғи ёки 488кВт·соат электр энергияси талаб қилинади. Иссиқликдан фойдаланиш коэффициентини инобатга оладиган бўлсак унинг қийматини 0.33 деб қабул қиладиган бўлсак унда эритиш учун ёқилғи сарфи 3 марта ошади. Биз тепада кўриб чиққан мисоллар натижаларига кура шуни ҳулоса қилишимиз мумкин: металлург шихтанинг минералогик таркибин яхши билиши керак. Илмий тадқиқотлар натижасига кура ҳозирги замоний техникалар мутахасис ва соноат ходимларига хомашё минералогик таркибини аниқлашнинг кенг имкониятларини очиб бермоқда. Булардан биринчи навбатда айтишимиз ўринли булган усул бу микроскопиядир. Бунинг натижасида етарлича ишончли ва сифатли хомашё таркибини аниқлаш имконини беради. Хомашёнинг сифати тўғрисидаги маълумотни рентгенографик ва электронографик тадқиқотлар хом бериши мумкин. Минералларнинг эритувчиларга нисбатан турлича муносабатда бўлиши натижасида минерал таркибини кимёвий усуллар ёрдамида аниқлаш имконини беради. Масалан оксидланган мисли минералларни, сульфат кислота ва унинг аралашмаларида эритиш имкони мавжуд. Бунда сульфидли минераллар бу эритувчиларда эримайди. Шу усуллар ёрдамида минерал таркибидаги мисс ва бошқа моддалар миқдорини аниқлаш мумкин. Бошқа турдаги

минераллар таркибини аниқлашда цианидлар ҳам қулланилади бу усулда минерал таркибида қанча халькопирит ва халькозин миқдорларини билиш имконини беради. Бу турдаги кимёвий тадқиқотлар фазавий ёки рационал таҳлил деб аталади.

Тепада санаб утилган барча усуллар натижасида хомашёнинг минералогик таркиби аниқлангандан кейин, бойитманинг роционал таркиби аниқланади.

Минерал номланиши	Кимёвий номланиши	Минерал номланиши	Кимёвий номланиши
Пирит:		Сфалерит	ZnS
Оддий кобальтли	FeS ₂	Галенит	PbS
никелли (бравойт)	(So, Fe)S ₂	Арсенопирит	FeAsS
Пирротин:	(Ni, Fe)S ₂	Англезит	PbSO ₄
Гексагональ		Магнетит	Fe ₃ O ₄
Моноклин	Fe ₁₂ S ₁₃	Ферриты	MeO*Fe ₂ O ₃
Халькопирит	Fe ₇ S ₈	Церусит.	PbSO ₃
Кубанит	CuFeS ₂	Смитсонит	ZnSO ₃
Борнит	CuFe ₂ S ₃	Пентландит	(Ni, Fe) ₉ S ₈ или (Ni, Fe)S ₂
Халькозин	Cu ₅ FeS ₄	Миллерит	NiS
Ковеллин	Cu ₂ S	Гематит	Fe ₂ O ₃
	CuS		

Кумуш, маргумуш, Сурма, олтин, ва платиноид металларнинг минераллари, оддий ҳисоблашларда ҳисобга олинмайди. Ҳисоблашларни олиб бориш учун минерал таркибидан ташқари уни ташкил қилувчи элементларнинг атом массасига ҳам инобатга олинади.

№ 2 АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ Мавзу: Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнини технолгик кўсагичларини хисоблаш.

Режа:

1. Сульфидли мис бойитмаларини автоген эритиш жараёнинг материал баласини хисоблаш.

2. Автоген эритиш жараёнинг иссиқлик балансини хисоблаш ва дасгохларни танлаш.

Рационал таркибни хисоблаш худди бошқа металлургиядаги хисоблашлар каби 100кг куруқ мода учун олиб борилади. Хисоблашни олиб бориш учун албатта бойитманинг минералогик таркибини ҳамда кимёвий таркибини билиш талаб қилинади.

Бу хисоблашларда буш жинслар сифатида қоидага биноан оддий бирикмалар курунишида қабул қилинган яъни (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO ва бошқалар). Кальций ва магний оксидлари айрим холларда карбонат ва сульфат холгача қайта хисобланади.

2.1 Халькопирит-пиритли мис бойитмаларининг рационал таркибини хисоблаш.

Хисоблаш хозир ва кейинчалик ҳам 100кг шихта буйича олиб борамиз. Бойитманинг химиявий таркиби: 18% Cu , 33% Fe , 37% S , 6% Zn , 4% SiO_2 , 1% Al_2O_3 , 1% бошқа элементлар. Асосий минераллар: халькопирит, пирит, пирротин, сфалерит, силикатлар. Минерал таркибини жуда катта аниқликда анализ қилинган деб хисоблаймиз. Қолган элементлар миқдори жами 1%ни ташкил этади. Булар таркибига силикат хосил қилувчилар яъни натрий, калий, ёки кальцийлар ҳам киради.

Сфалирит таркибидаги олтингугирт миқдорини аниқлаймиз: $X_1 = 32,6 : 65 = 2,95$ кг. Бунга мос равишда жами сфалиритнинг миъдори $6 + 2,95 = 8,95$ кг. Халькопирит таркибидаги теми рва олтингугирт миъдорини топамиз: олтингугирт миқдори мисга тенг деб оламиз. яъни 18 кг, темирнинг миқдори қуйидагича $X_2 = 56 \cdot 18 : 64 = 15,75$ кг.

Халькопирит миқдори қуйидагича $18 + 15,75 + 18 = 51,75$ кг.

Олтингугирт ва темирнинг қолдиқ миқдорларини топамиз: $37 - 18 - 2,95 = 16,05$ кг; $33 - 15,75 = 17,25$ кг.

Пирит таркибидаги темирнинг миқдорини X_3 кг деб пирротендаги темирни эса чикқан сонлар фарқи буйича топилади, яъни $17,25 - X_3$ кг. Пирит билан боғланган олтингугирт миқдори қуйидагига тенг $X_3 \cdot 64 : 56$, пирротинда эса $(17,25 - X_3) \cdot (32 \cdot 8) : (56 \cdot 7)$ кг (бу ерда, пирротин моноклин шаклда бўлади ва у Fe_7S_8 формулага тўғри келади). Қолган олтингугиртнинг миқдори: $X_3 \cdot 64 : 56 + (17,25 - X_3) (32 \cdot 8) : (56 \cdot 7) = 16,05$ кг.

Бу тенгламани ечган холда қуйидаги сони топамиз $X_3 = 9,77$ кг. Бу ерда пирит миқдори 20,93 кг га тенг, пирротинники эса 12,37 кг. Хисоблашлар натижасида олинган маълумотларни 2.1 - жадвалга киритамиз.

Мисс бойитмасининг рационал таркиби %

2.1. жадвал

Минералларнинг номланиши	Si	Fe	S	Zn	Буш жинс	Жами
Халькопирит	18	15,75	18,0	-	-	51,75
Пирит	-	9,77	11,16	-	-	20,93
Пирротин	-	7,48	4,89	-	-	12,37
Сфалерит	-	-	2,95	6,0	-	8,95
Порода	-	-	-	-	6,0	6,0
Жами						

2.2. Бой мис бойитмаларининг рационал таркибини хисоблаш

Бойитманинг кимёвий таркиби: 38% Cu, 7% Fe, 12% S, 43% силикат ва кварц. Асосий минераллар: борнит ва халькозин; булардан ташқари халькопирит, сфалерит ва галенитлар. Борнит таркибида X кг мис боғланган ва, бунга мос равишда халькозиндаги олтингургирт миқдори $38 - X$ кг ни ташкил қилади. Борнит таркибидаги олтингургирт миқдори $X \cdot 128 : 320 = 0,4 X$, халькозин таркибидаги олтингургирт миқдори $(38 - X) \cdot 32 : 128 = (38 - X) / 4$ кг. Бу сонлар йиғинди қиймати 12 кг ни ташкил қилади.

Тепадаги сонларни инобатга олган ҳолда қуйидаги тенгламани тузамиз.

$$0,4X + (38 - X) / 4 = 12; \quad X = 16,67 \text{ кг.}$$

Халькозин таркибидаги мис миқдори $38 - 16,67 = 21,33$ кг. Бу ерда борнит ва халькозин формулалари буйича уларнинг массаларини топамиз: борнит учун 16,67 (мис) + 2,92 (темир) + 6,67 (олтингургирт) = 26,26 (жами), кг, халькозин учун 21,33 + 5,33 = 26,66 кг.

Қолган $7,0 - 2,92 = 4,08$ кг темир, оксид ва силикат кўринишда бўлади. Хисоблаш натижасида олинган сонларни 2.2 жадвалга киргизамиз.

Бой мис бойитмасининг рационал таркиби, %

2.2. жадвал

Минералларнинг номланиши	Cu	Fe	S	Жинс	Жами
Борнит	16,67	2,92	6,67	-	26,26
Халькозин	21,33	-	5,33	-	26,66
Темир оксидлари	-	4,08	-	-	4,08
Жинс	-	-	-	43,00	43,00
Жами	38,0	7,0	12,00	43,0	100,00

2.3 Рух бойитмасининг роционал таркибини хисоблаш

Бойитманинг кимёвий таркиби: 52% Zn, 33% S, 2% Cu, 2% Pb, 8% Fe, 3% бошқалар.

Асосий минераллар: стемирли сфалерит (марматит), халькопирит, галенит, пирит, кварц. Булардан ташқари бойитма таркибида кадмий, кобальт, индий, симоб, селен, кумуш, фтор, хлар, мишьяк ва бошқалар яъни бу келирилганлар бойитманинг роционал таркибини хисоблаш даврида инобатга олинмайди. Бойитма таркибида темир FeS кўринишида мавжуд бўлади. Шундай қилиб бойитмадаги темир қуйидаги минераллар таркибида учрайди: яъни халькопирит, пирит ва сфалерит. Халькопирит таркибидаги темир ва олтингургиртнинг миқдорини топамиз.

Халькопиритга боғланган темирнинг массасини топамиз:

$$X - 2 \cdot 56 : 64 = 1,75 \text{ кг. Жами халькопирит массаси } 2,0 + 1,75 + 2,0 = 5,75 \text{ кг.}$$

Галинит таркибидаги олтингургирт миқдори $2 \cdot 32 : 207 = 0,31$ кг. Жами галинит $2,00 + 0,31 = 2,31$ кг.

Сфалирит ва ундаги олтингургирт миқдорини аниқлаймиз: $52 \cdot 32 : 65 = 25,6$ кг олтингургирт ва $52,00 + 25,6 = 77,60$ кг сфалерит.

Қолдиқ темир ва олтингургирт миқдорини аниқлаймиз: олтингургирт $33,00 - 2,0 - 0,31 - 25,6 = 5,09$ кг; темир $8,00 - 1,75 = 6,25$ кг.

Одий сульфидлар таркибидаги темирнинг миқдорини X деб, пирит таркибидаги эса $6,25 - X$ деб олиб қуйидаги тенгламани тузамиз. $X \cdot 32 : 56 + (6,25 - X) \cdot 64 : 56 = 5,09$.

Бу ерда $X = 3,59$ кг темир. Бу билан боғланган олтингургирт $3,59 \cdot 32 : 56 = 2,05$ кг. Барча темир сульфидларининг миқдори $3,59 + 2,05 = 5,64$ кг. Сфалирит массасига нисбатан фоиз миқдори қуйидаги миқдорини ташкил этади $5,64 \cdot 100 : 77,60 = 7,27\%$, яъни бу қийматлар минералогия фанларидаги маълумотларга қанчалик мос келишини таққослаймиз. Бунга мос равишда сфалирит миқдори 20% ни ташкил этади. Бойитмадаги

пиритнинг миқдори қуйидагича бўлади $6,25 - 3,59 + 5,09 - 2,05 = 5,7$ кг. Олинган маълумотлар 2.3 жадвалга киратамиз.

Рух бойитмасининг рационал таркиби, %

2.3. жадвал

Минералларнинг номланиши	Zn	Cu	Pb	S	Fe	жинс	Жами
Сфалерит	52,0	-	-	27,65	3,59	-	83,24
Халькопирит	-	2,0	-	2,0	1,75	-	5,75
Галенит	-	-	2,0	0,31	-	-	2,31
Пирит	-	-	-	3,04	2,66	-	5,70
Жинс	-	-	-	-	-	3,0	3,00
	52,0	2,0	2,0	33,00	8,00	3,0	100,00

2.4. Қўрғошин бойитмаларининг рационал таркибини ҳисоблаш.

Бойитманинг кимёвий таркиби: 52,0% Pb, 12,0% Zn, 4,0% Cu, 10,0% Fe, 16,0% S, 6% бошқалар.

Бойитма таркибида кўрсатилган элементлардан ташқари олтин, кумуш, мышьяк, сурьма, висмут, селен ва теллур, каби элементлар ҳам бор булар кейинги ҳисоблашларда инобатга олинмайди. Булардан ташқари бўш тоғ жинслари ҳам учрайди. Асосий минераллар: галенит, сфалерит, халькопирит, пирит. Гохида арсенопирит ҳам учрайди.

Галенит миқдорини ва ундаги олтингугирт миқдорини топамиз: галенит миқдори $239 \cdot 52 : 207 = 59,99$ кг; ундаги олтингугирт эса $52 : 207 \cdot 32 = 8,03$ кг ни ташкил этади.

Олтингугирт миқдорини оддий усул билан топса бўлади яъни галенит умумий массасидан қўрғошин миқдорини айирмаси ҳам шу қийматни беради: $59,99 - 52,00 = 7,99$ кг. Натижаларнинг бир бирига мос тушишида (0,5% га хатолик кўзатилди) бу хатолик атом массасини ихчамлаштириш оқибатида юз беради. Унинг атом массасини аниқ билиш оқибатида галенит массасини топамиз 60,04 кг ва ундаги олтингугирт 8,04 кг ни ташкил этади.

Халькопирит миқдорини аниқлаймиз: $4 \cdot 184 : 64 = 11,50$ кг; ундаги олтингугирт миқдорини мос равишда формулага мос равишда, 4 кг; Темир эса аниқланган қийматлар фарқи орқали топилади $11,50 - 8 = 3,5$ кг; по стехиометрия буйича $4 \cdot 56 : 64 = 3,5$ кг.

Сфалерит миқдорини ва ундаги олтингугирт миқдорини топамиз: $12 \cdot 97 : 65 = 17,90$ кг сфалерит; $12 \cdot 32 : 65 = 5,90$ кг олтингугирт. Қолган темир миқдори $10 - 3,5 = 6,5$ кг га тенг. Қолдиқ олтингугирт миқдори $16 - 8,01 - 5,90 - 4 = -1,91$ кг.

Қолдиқ олтингугирт миқдорини аниқлашдаги олинган қиймат шуни кўрсатадики, яъни дастлабки маълумотлар аниқмаслигини билдиради.

Энди қандай қилиб хатолик сабабларини урганамиз. Бизнинг мисолимиз даги олтингугиртнинг етишмовчилигини учта сабаби мавжуд:

1) Бойитманинг кимёвий таркиби нотўғри кўрсатилган (олтингугирт кам);
2) бойитманинг минералогик таркиби нотўғри аниқланган, бунга мисол тариқасида фактик жихатдан кам олтингугиртли халькозин минерали мавжуддир, бундан ташқари юқори олтингугиртли халькопирит;

3) Булардан ташқари бойитма таркибида қўрғошин ва рух сульфидли эмас балки уларнинг оксидлари ҳам мавжуддир.

Пирит ва оддий сульфидлардаги темир миқдорини аниқлаш учун қуйидаги тенгламани тузамиз:

$$X \cdot 64 : 56 + (4,5 - X) \cdot 32 : 56 = 3,09.$$

Бу ерда $X = 0,75$ кг ва пирит миқдори $0,75 + 64 : 56 - 0,75 = 1,61$ кг га тенг бўлади. Оддий сульфидлардаги темир эса $4,5 - 0,75 + 3,09 - 0,86 = 3,75 + 2,23 = 5,98$ кг. Олинган натижаларни 2.4 жадвалга киргизамиз.

Минерал номланиши	Pb	Zn	Cu	Fe	S	Бошқалар	Жами
Галенит	52	-	-	-	8,04	-	60,04
Сфалерит	-	12	-	3,75	8,13	-	23,79
Халькопирит	-	-	4	3,50	4,00	-	11,50
Пирит	-	-	-	0,75	0,86	-	1,61
Бошқалар	-	-	-	-	-	3,0	3,00
Жами	52,0	12,0	4,0	8,00	21,00	3,0	100,00

№ 3 АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ Мавзу: Сульфидли рух бойитмаларини энергитетамкор технология усулида куйдириш жараёнини ўрганиш. (2 соат)

Режа:

1. Сульфидли рух бойитмаларини рационал таркибини ўрганиш.
2. Сульфидли рух бойитмаларини қайнар қатламли печларда автоген куйдириш жараёнини тахлили.

Мис бойитмаларини қайта ишлаб штейн олиш усуларидан яллиғ эритиш жараёни мис ишлаб чиқаришда етакчи уринларда туради. Бу куйидагича изохласа бўлади яъни жараённинг оддийлиги ва иқтисодий самаралиги туфайли бу усул ишлаб чиқаришда кенг миқёсда қулланилмоқда. Яллиғ эритишнинг асосий камчилиги – десульфурзация жараёнини бошқаришнинг имкони йўқлиги ва ката хажмда чиқувчи газларнинг ажралиши.

Хозирги кунга келиб табиатни муҳофаза қилиш мақсадида ва атроф мухитга чиқарилаётган турли чиқиндилар ва захарли газлар миқдорини купайишининг олдини олиш мақсадида, бутун жаҳон олимлари, яллиғ эритиш урнига бойитмаларни электрэритиш, муаллақ ҳолда эритиш ёки уларни конвертирларда эритиш масалалари ўрганилмоқда.

3.1. Штейн таркиби ва десульфурзация даражасини ҳисоблаш (2 соат)

Қуйидаги берилган таркиб бўйича бойитмани эритиш жараёнида ҳосил бўладиган шлак таркибини, миқдорини ва десульфурзация даражасини аниқлашимиз лозим: Cu - 20,0%, S - 34,3%, Fe - 29,2%, SiO₂ - 13,8%, Al₂O₃ - 1,0%, CaO - 0,7%, бошқалар - 1%. Ҳисоблашни куруқ 100 кг бойитма бўйича олиб борамиз.

Бажарилаётган ҳисоблашда фақатгина бойитманинг хусусиятлари ва бойитманинг рационал таркибини ҳисоблашдаги натижалари билган ҳолда олиб борамиз.

Бойитма таркибида мисс халькопирит ва ковелин минералларида 9:1 нисбатта учрайди. Темир пирит таркибида ва CaO-оҳак холида учрайди.

Мис бойитмасининг роционал таркиби, %

Минераллар	Cu	S	Fe	Жами
CuFeS ₂	18	18,2	15,8	52,0
CuS	2,0	1,0	-	3,0
FeS ₂	-	15,1	13,4	28,5
SiO ₂	-	-	-	13,8
Al ₂ O ₃	-	-	-	1,0
CaCO ₃	-	-	-	1,25
Бошқалар	-	-	-	0,45
Жами	20,0	34,3	29,2	100,00

Десульфурзация - қаттиқ шихталар ва печга куйиладиган суяқ конвертир шлакларидаги сульфидларни кислород билан диссоциаланиши оқибатида содир бўлади. Бизнинг шароитда қаттиқ шихта таркибида кислород иштирок этмайди. Сульфидларнинг оксидланиши фақатгина суяқ конвертир шлакидаги кислород эвазига содир бўлади.

Конвертер шлакларидаги сульфидларини кислородсиз оксидланишидаги десульфурзация даражасини ва штейн таркибини аниқлаш. Бойитма таркибининг роционал таркибига асосан диссоциацияланиш оқибатида ажралган олтингуирт миқдорини аниқлаймиз. (кг):

Қуйидаги реакция бўйича $2\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{S}$ 25% С ажралиб чиқади, унинг миқдори

$$18,2 \cdot 0,25 = 4,5 ;$$

пиритнинг парчаланиши $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{FeS} + \text{S}$ 50% С ажралиб чиқади, унинг миқдори

$$15,1 \cdot 0,5 = 7,6 ;$$

по реакции $2\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$ выделяется 50% S, что составит

$$1,0 \cdot 0,5 = 0,5.$$

Жами аэралган олтингугирт миқдори. $4,5 + 7,6 + 0,5 = 12,6$ кг.

Штейнга утган олтингугирт миқдори. $34,3 - 12,6 = 21,7$ кг, десулфуризация даражаси эса қуйидагига тенг:

$$12,6 : 34,3 = 36,7\%.$$

Хомашё бойитмалирини эритишда штейнга миснинг ўтиши амалиётдаги кўрсаткичлар бўйича ҳисоблайдиган бўлсак у ҳолда бу қиймат 96-98% ни ташкил этади. Бойитмадан штейнга утган миснинг миқдори қуйидагича:

$$20 \cdot 0,98 = 19,6 \text{ кг.}$$

Штейнда шунча миқдордаги мис қуйидаги миқдордаги олтингугирт билан бирикади:

$$19,6 \cdot 32 : 127,0 = 4,94 \text{ кг.}$$

Штейндаги қолган олтингугирт темир билан бирикади: $21,7 - 4,94 = 16,76$ кг

$$16,76 \cdot 55,85 : 32 = 29,2 \text{ кг,}$$

Бундай ҳолларда бойитмади барча темир миқдори штейн таркибига ўтади.

Ишлаб чиқариш заводларида штейн миқдоридagi олтингугирт миқдори 23 - 27% орасидаги қийматни ташкил этади. Хозирги ҳисоботимиз учун биз 25% деб оламиз (В. Я. Мостович қойдаси). Бунда штейннинг чиқиши қуйидгига тенг:

$$21,7 : 0,25 = 86,8 \text{ кг ,}$$

Штейн таркибидagi миснинг миқдори:

$$19,6 : 86,8 \cdot 100 = 22,6\%.$$

Б. П. Недвед маълумотлари бўйича бойитма таркибидagi миснинг миқдори бизнинг мисолимиздагидек бўлса, унда 5.2% кислород конвертир шлакидан Fe_3O_4 шаклидаги темир билан бирикади.

Юқоридаги маълумотлар асосида биз қуйидаги дастлабки штейн таркибини аниқлаймиз:

	%	кг		%	кг
Sу.....	22,6	19,6	O ₂	5,2	4,5
C.....	25,0	21,7	Fe.....	47,2	41,0

Конвертир шлакидан штейн таркибига ўтган темир миқдори

$$41 - 29,2 = 11,8 \text{ кг.}$$

Конвертир шлакидаги магнетит билан бириккан кислород миқдорини аниқлаш учун конвертир шлакининг таркибини билиш лозим: Cu - 3%, SiO₂ - 23%, Fe - 48%, Al₂O₃ - 6,1%, O₂ - 15,2%, S - 1,4%, бошқалар - 3,3%. Келадиган конвертир шлакининг миқдори:

$$41 : 0,48 = 85,4 \text{ кг.}$$

Конвертир шлакидаги магнетит миқдорини кислороднинг темирга нисбатлиги бўйича аниқлаймиз.

$$\text{FeO да } O_2 : \text{Fe} = 16 : 55,85 = 0,286 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ да } O_2 : \text{Fe} = 64 : 167,55 = 0,382 \text{ кг;}$$

$$\text{Бизнинг шлакда } O_2 : \text{Fe} = 15,2 : 48 = 0,323 \text{ кг.}$$

Олинган қийматлардан қуйидаги тенгламани тузамиз.

$$15,2 = 0,268X + (48 - X) 0,382$$

бу ерда X — FeO қурилишда боғланган темирнинг миқдори, (48 - X) эса — Fe₃O₄ қурилишда боғланган темирнинг миқдори.

Тенгламани ечган ҳолда X = 32,8га тенглигини топамиз. Шунча миқдордаги темир билан боғланган кислород миқдори.

$$32,80 \cdot 16 : 55,85 = 9,40 \text{ кг.}$$

Fe₃O₄ даги темир миқдори

$$48 - 32,8 = 15,20 \text{ кг}$$

Ундаги кислород миқдори

$$15,20 \cdot 64 : 167,55 = 5,80 \text{ кг.}$$

Конвертир шлакидаги жами магнетит миқдори:

$$15,20 + 5,80 = 21,0 \text{ кг, ёки } 21,0\%.$$

Конвертир шлаки билан келадиган магнетит миқдори:

$$41,0 : 0,48 \cdot 0,21 = 17,90 \text{ кг.}$$

Амалий жихатдан у тўлиқлигича шгейн таркибига ўтади. Камроқ миқдордаги олтингугирт печ кладкалари орасидан кирувчи ҳаво билан оксидланади. Диссоциаланишни ҳам инобатга олган ҳолда газлар таркибига ўтган жами олтингугирт миқдори:

$$0,80 + 12,6 = 13,40 \text{ кг,}$$

Эритиш пайтида десульфуризация даражаси қуйдагича қийматни ташкил этади.

$$13,40 : 34,3 \cdot 100 = 39,1\%,$$

шу жумладан 0,8 кг, ёки 2,5% га яқини сульфидларнинг, оксидланиши ҳисобига.

Яллиғ қайтарувчи печларда конвертир шлакларидан мисни ажратиб олиш даражаси 85% ни ташкил этади. Яни шунча мис конвертир шлакидан шгейн таркибига ўтади. (бу қиймат амалий жихатдан исботланган):

$$85,4 \cdot 0,03 \cdot 0,85 = 2,2 \text{ кг.}$$

Олтингугирт мис билан шгейн таркибида Cu_2S кўринишда учрайди:

$$2,2 \cdot 32 : 127 = 0,55 \text{ кг.}$$

Конвертир шлакидан шгейн таркибига ўтган олтингугирт:

$$34,3 - 12,6 - 0,80 + 0,55 = 21,45 \text{ кг;}$$

мис $19,6 + 2,2 = 21,8 \text{ кг.}$

Хомашё шихталарини конвертир шлаки қўшиб эритишда шгейн таркиби қуйидагича:

	кг	%		кг	%
Si.....	21,8	24,6	Fe.....	41,0	46,2
S.....	1,45	24,2	O ₂	4,5	5,0

Ҳисоблашлар шунини кўрсатмоқдаки яллиғ қайтарувчи печларда бойитмаларни конвертир шлаки билан қўшиб эритишда шгейн таркибига фақатгина бойитма таркибидаги темир утмаслан, балки конвертир шлакларини билан ҳам темир магнетит ҳолида ўтади. Бунинг оқибатида темир печ ва конвертир орасида доимий равишда айланишига сабаб бўлади.

3.2. Таркиби маълум бўлган шлакни эритишда керакли флюс миқдорини ҳисоблаш

(2 соат)

Олдинги ҳисоблашлардан олинган бойитмани эритиш учун зарур бўлган оҳак миқдорини топамиз. таркибида 8% CaO мавжуд бўлган чиқинди шлагини устида эритиш олиб борилади. Печга конвертир шлагини суюқ ҳолда қуюлади.

Ҳисобот учун шгейндаги барча темир миқдори конвертир шлаки таркибига ўтади деб ҳисоблаймиз., бунда чиқиш 100кг бойитмага 85.4кг ни ташкил этади. Шлак таркибини аниқлаш учун эритишнинг дастлабки балансини тузамиз. (3.2-жадвал.).

3.2 Жадвалдан кўришиб турибдики (Шлак таркибидаги барча темир FeO шаклида учрайди деб ҳисоблаймиз), Бунда кислороднинг етишмовчилиги 0,7 кг ни ташкил этади. Бу қийматдан кўришиб турибди эритиш жараёни тўлиқ утиши учун (0,4%) кислород етмайди. Бундан ташқари ахамиятга эга тамони шундаки шлак таркибидаги темирнинг бир қисми кислород билан эмас балки олтингугирт билан боғланган бўлади. Бу ҳисоботни соддалаштиришда анча қул келади.

Бу балансдан хулоса қилган холда дастлабки шлак таркибини аниқлаймиз.
 $FeO = 29,2 : 55,85 \cdot 71,85 = 37,6$ кг.

Флюс ишпирокисиз шлак таркиби:

	кг	%		кг	%
FeO.....	37,6	45,4	Cu.....	0,5	0,6
SiO ₂	33,4	40,3	S.....	0,65	0,8
CaO.....	0,7	0,8	Прочие.....	3,8	4,6
Al ₂ O ₃	6,2	7,5			

Шлак зизлигини камайтириш ва ундаги мисс миқдорини камайтириш учун шихтага таркибида 8% CaO бшлган конвертир шлаки қўшилади. Етмаганига флюс сиатида охак қушилади. Амалиётда одатга кура шлак таркибидаги бирикмаларнинг ёиғинди миқдори FeO + CaO + SiO₂ + Al₂O₃ 93— 96% ни ташкил этади. Бизнинг ҳисоботимиз учун бу қийматни 95%. деб оламиз., Унда бу ёиғинди қиймат CaO ишпирокисиз FeO + SiO₂ + Al₂O₃ = 87% ташкил этади.

Шихтага Қўшиладиган флюс сифатида қуйидаги таркибли 50% CaO, 40% SO₂ 9% , SiO₂, 1% бошқа моддалар X миқдорда охак олинди.

Унда бу нисбатлик буйича қуйидаги тенгламани тузамиз. (FeO + SiO₂ + Al₂O₃) : CaO = 87 : 8

$$\frac{37,6 + (33,4 + X \cdot 0,09) + 6,2}{82,85 \cdot 0,008 + X \cdot 0,50} = 87 / 8$$

Бу тенгламадан керакли қийматни топамиз. X = 13,0 кг.

Унда CaO 6,50 кг, SiO₂ 1,2 кг, SO₂ 5,20 кг, Бошқа моддалар 0,1 кг.

Шлак ва флюснинг жами FeO + SiO₂ + CaO + Al₂O₃ ёиғинди миқдори 85,50 кг ни ташкил этади, Шлакнинг чиқиши эса 90,45 кг. га тенг бўлади

Юқоридаги ҳисоботларга асосан чиқинди шлак таркибин аниқлаймиз:

	кг	%		кг	%
FeO	37,6	41,6	Cu	0,3	0,3
SO ₂	34,6	38,2	S.....	0,65	0,7
CaO.....	7,2	8,0	Прочие.....	3,9	4,4
Al ₂ O ₃	6,2	6,8			

Олинган маълумотлар асосида, бойитмаларни конвертир шлаки ва флюс билан эритиш жараёнининг материал балансини тузамиз. Бизнинг кўриб чиқаётган мисолимиздигидек ухшаш таркибли бойитмани қайта ишлаш натижасида Шлак таркибидаги миснинг миқдори 0,4% дан ошмайди. Буни иобатга олган холда бу қийматни биз 0,3%, деб қабул қиламиз.

3.2-жадвал

Флюссиз аммо конвертир шлаки билан эритиш жараёнининг дастлабки баланси,
кг

Материал баланс	Жами	Шу жумладан							
		Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	бошқалар
Юкланди:									
Бойитма	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-	1,0
Конвертир Шлак	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0	2,8
Жами:	185,4	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,0	3,8
Олинди:									
Штейн	88,75	21,8	21,45	41,0	-	-	-	4,5	-
Шлак	82,85	0,5	0,65	29,2	33,4	0,7	6,2	8,4	3,8
Газлар	14,5	0,3	13,4	-	-	-	-	0,8	-
Жами:	186,1	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,7	3,8

Етишмовчилиги 0,7 кг.

3.3-жадвал

Хомашё бойитмаси, қуюиладиган конвертир шлаки ва флюс қушимчаси билан
эритиш жараёнининг материал баланси
(курук масса буйича), кг

Материал баланс	Всего	В том числе								
		Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	SO ₂	бошқалар
Юкланди:										
Бойитма	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-		1,0
Охак	13,0	-	-	-	1,2	6,50	-	-	5,20	0,1
конвертир шлаки	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0		2,8
Жами:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9
Олинди:										
Штейн	88,95	22,0	21,45	41,0	-	-	-	4,5		-
Шлак	90,45	0,3	0,65	29,2	34,6	7,20	6,2	8,4		3,9
Газлар	19,00	0,3	13,4	-	-	-	-	0,1	5,20	-
Жами:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9

Қуйидаги тузилган балансда конвертир шлакидаги кислород бойитма таркибидаги олтингугиртни оксидлаш учун фойда-ланилмайди.

3.3. Яллиғ қайтарувчи эритишда ёқилғи сарфи ва чиқувчи газлар таркибини хисоблаш. (2 соат)

Яллиғ қайтарувчи эритишда ёқилғи сифатида кукунсимон кумир, мазут ёки табиий газ ишлатилади. Ёқилғларни ёқиш учун бойитилган кислород билан пуфлаш натижасида руй беради. Иссиқлик сарфини камайтириш мақсадида, Печдан чиқайтган газларнинг иссиқлигидан фойдаланиладиган рекуператорларда печга берилиши керак булган кислородга бой ҳавони 200 - 400° С гача қиздириб берилади.

Кислородга бойитилган ҳаво таркибида кислороднинг миқдори 24 - 30% ни ташкил этади. Ҳаволи пуфлаш билан кислородга бойитилган ҳаволи пуфлашни таққосласак унда 1,15 - 1,25% ёқилғи сарфини камайишини кўраимиз. Кроме того, кислород применяют в сводовых горелках и подают рассредоточенно через свод. В последнем случае проплав сырой шихты удается довести до 8 т/(м² · сут).

Шихтани эритиш даврида ёқилғи сарфи унинг эриш шароитларига ҳам боғлиқ бўлади.

Турлихил таркибли 1кг шихтани эритиш учун керакли иссиқлик миқдори, агар иссиқликдан фойдаланиш кўрсаткичини 100% деб олсак унда 250 дан 600 гача ккал иссиқлик сарфланади. На практике из-за низкого коэффициента полезного действия отражательных печей около 33% расход тепла составляет от 700 (при плавке огарка) до 1750 ккал/кг (при плавке сырой шихты), т. е. примерно утраивается по сравнению с теоретическим.

Табиий газ ёнишининг ҳисоби

Хомашё шихталарини эритишда табиий газ сарфи ва таркибини ҳамда чиқувчи газларнинг миқдорини ҳисоблашимиз керак. Табиий газнинг кимёвий таркиби куйидагича: H₂S - 0,17% , CO₂ - 0,7%, CH₄ - 88,5%, C₂H₆ - 6,17% N₂ - 4,46%. Эритиш пайтида диссоциацияланиш ҳисобига 100 кг шихтадан 10.7 кг эркин олтингугирт ажралиб чиқади. Ҳисоботни 100 кг шихта бўйича олиб борамиз. Газнинг ёниш иссиқлигини топамиз. Уни ҳисоблаш учун куйидаги формуладан фойдаланилади:

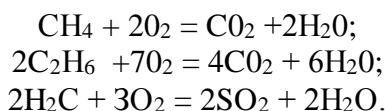
$$Q_n^p = 30,21SO + 25,81N_2 + 85,89CH_4 + 142,86C_2N_4 + 170S_2H_6 + 55,34H_2S.$$

Бизнинг газ таркиби бўйича керакли сонларни топамиз.

$$Q_n^p = 55,34 \cdot 0,17 + 85,89 \cdot 88,5 + 170 \cdot 6,17 = 9,4 + 7601 + 1048,9 = 8659,6 \text{ ккал/м}^3.$$

Ҳаво миқдорини ва чиқувчи газларнинг ҳажми ҳамда таркибини аниқлаш учун ҳавонинг ортиқчалик коэффициентини $\alpha = 1,1$ деб қабул қиламиз.

Куйидаги реакциялар бориш учун керак бўладиган ҳаво миқдорини назарий аниқлаймиз:



100 м³ табиий газ ёниши учун керак бўладиган кислород миқдори, м³:

$$\begin{aligned} CH_4 \text{ ёниши учун} &\dots\dots\dots 100 \cdot 0,885 \cdot 2 = 177 \\ C_2H_6 \text{ ёниши учун} &\dots\dots\dots (100 \cdot 0,0617 \cdot 7) : 2 = 21,6 \\ H_2C \text{ ёниши учун} &\dots\dots\dots (100 \cdot 0,0017 \cdot 3) : 2 = 0,26 \end{aligned}$$

Жами керак бўладиган кислород миқдори 198,86 м³. Албатта ҳаво таркибига азот ҳам кириши ҳаммага маълум:

$$(198,86 : 21) \cdot 79 = 748,1, \text{ м}^3.$$

100 м³ газни ёқиш учун кеак бўладиган ҳавонинг назарий сарфи:

$$198,86 + 748,1 = 946,96 \text{ м}^3.$$

Ёқилғини ёниши натижасида ҳосил буладиган газлар назарий сарфи, м³:

$$\begin{aligned} CO_2 \dots\dots & 0,7 + 0,885 \cdot 100 + 0,0617 \cdot 100 \cdot 2 = 101,54 \\ H_2O \dots\dots & 0,885 \cdot 100 \cdot 0,2 + 0,0617 \cdot 100 \cdot 0,3 + 0,0017 \cdot 100 = 195,67 \\ CO_2 \dots\dots & 0,0017 \cdot 100 \cdot 0 = 0,20 \\ H_2 \dots\dots & 4,46 + 748,10 = 752,56, \end{aligned}$$

Эркин олтингугиртни ёқиш учун қуйидаги миқдорда кислород талаб қилинади:
 $12,6 \text{ кг} = (12,6 \cdot 22,4) : 32 = 8,80 \text{ м}^3$.

Хаво таркибида азот борлигини инобатга оладиган бўлсак унда кислород билан келадиган азот миқдори.

$$8,80 \cdot 79 : 21 = 33,2 \text{ м}^3.$$

Хавонинг ортиқча сарфланиш коэффициентини $\alpha = 1,1$ инобатга оладиган бўлсак. Жами керак бўладиган кислород миқдори:

$$1,1 \cdot (198,86 + 8,80) = 228,4 \text{ м}^3,$$

бўнга мос равишда кислород билан келадиган азот миқдори.:

$$228,4 \cdot 79 : 21 = 859,2 \text{ м}^3.$$

Жами хаво миқдори:

$$228,4 + 859,2 = 1087,6 \text{ м}^3.$$

Хавонинг ортиқчалик сарфи инобатга олган холда печдан чиқаётган газлар таркиби қуйидагича. Аммо бу газлар таркибида шихта газлари инобатга олинмаган.

	м ³ (хажми.)		м ³ (хажми.)	
CO ₂	101,54	8,62	H ₂	863,7 73,00
H ₂ O.....	195,67	16,60	O ₂	20,74 1,76
CO ₂	0,20	0,02		

Табий газ сарфи ва шихтани яллиғ эритиш жараёнининг иссиқлик баланси

Эритиш жараёнинг иссиқлик балансини тузиз учун қуйидагиларни қабул қиламиз. Чиқаётган газлар харорати 1300, штейн харорати 1150, чиқинди шлақларининг харорати 1280 га тенг деб оламиз. Хисоблашни 100кг бойитма буйича олиб борамиз. Тузилган материал балансга мос равишда (7 жадвал), 100кг бойитмага 13.0 кг охак берилади. Буни инобатга олсак шихтанинг умумий массаси 113 кг ни ташкил қилади. Бу шихтанинг массаси куруқ улчанган. Шихта таркибида 5 % нам бўлса унда шихтанинг умумий массаси:

$$113,0 : 0,95 = 118,9 \text{ кг.}$$

Шунча миқдордаги шихтани эритиш учун сарфланадиган газ хажми $X \text{ м}^3$.

$\alpha = 1,1$ ни инобатга олган холда 1 м^3 газни ёқиш учун керак бўладиган хаво миқдорини топамиз:

$$X1087,6 : 100 = 10,88X \text{ м}^3.$$

Газ таркибига шихтадаги сув буғи, охакнинг парчаланишидан ажралган углерод 4 оксиди ҳамда олтингугиртнинг оксидланиши туфайли ажраладиган газ угади. Бу газларнинг миқдорлари қуйидагича:

	кг	м ³
CO ₂	13,4+13,4=26,8	26,8:64:22,4=9,36
CO ₂	5,2	5,2:22,4 : 44= 2,6
H ₂ O.....	5,9	5,9:22,4: 18= 7,4

Чиқаётган газлар таркиби, м³:

CO ₂	X·1,015+ 2,6	H ₂	X·8,637
H ₂ O.....	X·1,960+ 7,4	O ₂	X·0,207
CO ₂	X·0,002+ 9,36		

Иссиқлик келиши

1. Қаттиқ шихталарнинг физик иссиқлиги. Шихтанинг иссиқлик сиғимини аниқлаш учун шихтани ташкил қилувчи асосий компонентларнинг ўртача солиштира иссиқлик сиғимини аниқлаш зарур. Бу қиймат бойитманинг рационал таркибини ҳисоблашда аниқлади. Компонентларнинг қуйидаги иссиқлик сиғимларини қабул қиламиз, ккал/(кг · °С):

$$C_{\text{CuFeS}_2} = 0,1310; \quad C_{\text{FeS}_2} = 0,1284;$$

$$C_{\text{SiO}_2} = 0,2174; \quad C_{\text{CaCO}_3} = 0,2005;$$

$$C_{\text{уд}}^{\text{cp}} = \frac{52 \cdot 0,1310 + 28,5 \cdot 0,1284 + 15,0 \cdot 0,2174 + 13,00 \cdot 0,2005}{52 + 28,5 + 15,0 + 13,00} = 0,151 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{°С)}.$$

Бошқа компонентларнинг ўртача солиштира иссиқлик сиғимини, шихтани ташкил этувчи асосий компонентларининг солиштира иссиқлик сиғимига ухшаш қабул қиламиз. 25 ° С да шихта билан келадиган иссиқлик миқдори, $118,9 \cdot 0,151 \cdot 25 = 448,8$ ккал. Ни ташкил қилади.

2. Суюқ конвертер шлакининг физик иссиқлиги. Суюқ конвертер шлакининг ҳарорати 1150° С га тенг. Бу ҳароратда шлакнинг энтальпия қиймати 325 ккал/кг ташкил қилади. Конвертер шлаки билан келадиган иссиқлик миқдори, $325 \cdot 85,4 = 27755,0$ ккал ни ташкил қилади.

3. Хавонинг иссиқлик миқдори. Газ ёқиш учун бериладиган хавонинг ҳарорати 30° С, унинг иссиқлик сиғими 0,31 ккал/(м³ · °С). Бунга мос равишда хаво билан келадиган иссиқлик миқдори, қуйидагига тенг бўлади:

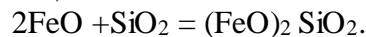
$$X \cdot 10,88 \cdot 30 \cdot 0,31 = 101,2X \text{ ккал.}$$

4. Табиий газнинг ёниши орқали келадиган иссиқлик миқдори:

$$X \cdot 8659,6 = 8659,6X \text{ ккал.}$$

5. Олтингуирт осидланиши орқали келадиган иссиқлик миқдори. $13,4 \cdot 2217 = 29707,8$ ккал.

6. Темир ва охакнинг шлакланиши орқали ажраладиган иссиқлик миқдори. Чиқинди шлак таркибидаги ҳамма FeO, SiO₂ билан боғланган деб ҳисоблаймиз.



Чиқинди шлак таркибида 37,6 кг FeO мавжуд у билан боғланган SiO₂ миқдорини топамиз:

$$37,6 \cdot 60 : 143,7 = 15,4 \text{ кг SiO}_2.$$

Конвертер шлаки билан 18,9 кг SiO₂ келади. Бундай ҳолатда печ ичида темир шлакланиши содир бўлади. Охак билан кримни кислотаси қуйидагича реакцияга киришади:



1 кг CaO реакцияга қоришиши натижасида 384 ккал иссиқлик ажралиб чиқади. Бу билан келадиган иссиқлик миқдори:

$$7,2 \cdot 384 = 2764,8 \text{ ккал.}$$

7. Эндотермик реакциялар орқали сарфланадиган иссиқлик миқдори. Примем, что 1 моль эркин олтингуирт ҳосил бўлиши учун 20 ккал сарф бўлад. Иссиқлик сарфи қуйидагига тенг бўлади.

$$13400 \cdot 20 : 32 = 8375 \text{ ккал.}$$

Охакнинг парчаланиши учун керак бўладиган иссиқлик миқдори CaCO₃ → CaO + CO₂ - 42498 ккал талаб қилинади:

$$13,0 \cdot 424,5 = 5518,5 \text{ ккал.}$$

Жами келаётган иссиқлик миқдори:

$$448,8 + 27755 + 29707,8 + 2764,8 - 8375 - 5518,5 + 101,2X + 8659,6X = 46782,9 + 8760,8X \text{ ккал.}$$

Иссиқлик сарфланиши

1. 1180° С да штейннинг физик иссиқлиги:
 $88,15 \cdot 0,22 \cdot 1180 = 22883,7$ ккал.

2. 1280° С да чиқётган шлакнинг физик иссиқлиги:
 $90,45 \cdot 0,29 \cdot 1280 = 33575$ ккал.

3. 1300° С да чиқётган газларнинг иссиқлиги, ккал:
 $CO_2 \dots\dots\dots 2,6 \cdot 714,7 + 1,015 \cdot X \cdot 714,7 = 1852,2 + 725,4X$
 $H_2O \dots\dots\dots 7,4 \cdot 555,7 + 1,96 \cdot X \cdot 555,7 = 4112,2 + 1089,2X$
 $CO_2 \dots\dots\dots 9,36 \cdot 715,3 + 0,002 \cdot X \cdot 715,3 = 6695,2 + 14X$
 $H_2 \dots\dots\dots 8,63 \cdot X \cdot 444,9 = 3832,6X$
 $O_2 \dots\dots\dots 0,210 \cdot 470,5X = 98,8X$

Всего . . . 12659,6 + 5757,4X ккал

4. Фишлар орқали ва печнинг зич бўлмаган қисми орқали иссиқликнинг йўқолишини келаётган иссиқлик миқдорининг 12 % деб қабул қиламиз:

$$0,12 (46782,9 + 8760,8X) = 5614,0 + 1051,3X \text{ ккал.}$$

Жами иссиқлик сарфи:

$$22833,7 + 33575 + 12659,6 + 5614,0 + 5757,4X + 1051,3X = 75582,3 + 6808,7X \text{ ккал.}$$

Иссиқликнинг келиши ва унинг сарфланиши қийматларини билиб ундан куйидаги тенгламани тузамиз:

$$46782,9 + 8760,8X = 75582,3 + 6808,7X ;$$

$$28799,4 \text{ ккал} = 1952,1X.$$

Бунга мос равишда табиий газ сарфи:

$$X = 28799,4 : 1952,1 = 14,40 \text{ м}^3.$$

Олинган маълумотларни 3.5 жадвалга киргизамиз.

Яллиғ эритишнинг иссиқлик баланси

3.5. - жадвал

Иссиқлик келиши			Иссиқлик сарфланиши		
Баланс катталиклари	ккал	%	Баланс катталиклари	ккал	%
Шихта	448,8	0,3	Штейн.....	22 883,7	13,3
Конвертер шлак	27755	16, 1	Чкинди шлак	33575	19,5
Хаво	1446,1	0,8	Чикинди газлар	94933,5	55,2
Кимёвий реакциялар	18579,1	10,8	Печнинг фишлари ва зич бўлмаган қисмлари орқали	20616	12,0
Табиий газнинг ёниши	123745	72,0			
Жами	171 974	100	Жами	172 008	100

Иссиқлик келиши ва унинг сарфланишидаги қийматларини таққослаганда 34,2 ккал фарк кўзатилди, ёки 0,02%.

Тузилган иссиқлик балансидан кўришиб турибдики шлак ва штейн иссиқлиги 32.8 % ни ташкил қилади. Иссиқликнинг сарфланишининг асосий қисми печдан чиқётган газларга тўғри келади. Чиқётган газлар иссиқлигидан сув бўғлари олишда фойдаланилади, бу жараёнда фақат иссиқликнинг 60-65% фойдаланилади.

№4- АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ Мавзу: Рангли металлургия хом ашёларини қайта ишлашда ресурстежамкор технологик схемаларни тахлили қилиш
Режа:

1. Рангли металлургия техноген чиқиндиларни моддий таркибини ўрганиш.
2. Техноген чиқиндиларни қайта ишлашнинг технологик схемасини танлаш ва асослаш.

4.1. Штейнни конвертерда пуфлаш

Горизонтал конвертерда конвертерлашга келаётган штейннинг таркибида вазифа бўйича куйидаги моддалар мавжуд: Cu - 25,3 %, S - 24,9%, Fe - 45,2%, O₂ - 4,6%.

Ҳисоботлар натижасида флюс сарфи, ажралиб чиқаётган газларнинг миқдори ва таркиби, пуфлаш давомийлиги ва конвертернинг бир суткадаги қайта ишлаш унумдорлиги аниқланади.

Ҳисоботларни олиб бориш учун ишлаб чиқариш амалиётидан куйидаги кўрсаткичларни қабул қиламиз:

- а) ҳавонинг сарфи - 550 м³/мин;
- б) конвертерни ҳаво билан пуфлаш коэффициентини $K_{и} = 72\%$;
- в) эритиш (конвертерлашни) куйидаги таркибдаги шлакга Cu - 3%, S - 0,8%, Fe - 48%, SiO₂ - 23%, Al₂O₃ - 6,1% , O₂ - 15,2%, қолганлар - 3,9% олиб борилади;
- г) бир эритишда олинандиган миснинг массаси 60 т;
- д) мисни газ билан йўқолиши 1%;
- е) ҳомаки мисни таркиби Cu - 99,2%, S - 0,3%, O₂ - 0,2%, қолганлар - 0,3%.

60 т мис олиш учун, штейннинг миқдорини аниқлашда, конвертер шлакининг чиқиш даражасини ва ундаги мис миқдорини аниқлаймиз.

Штейндаги темир шлакга тўлиқ ўтганлигини қабул қиламиз. Унда 1 т штейндан шлакга ўтадиган миснинг миқдори:

$$0,452 : 0,48 \cdot 0,03 = 0,028 \text{ т.}$$

Мисни газ билан йўқолишини ҳисобга олганда, мисни ҳомаки мисга ажратиб олиш даражаси тенг бўлади:

$$100 - 1 - (0,028 : 0,253) \cdot 100 = 87,94\%.$$

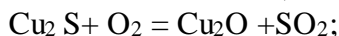
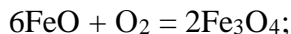
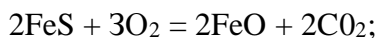
60 т мис олиш учун зарур бўлган штейн миқдори:

$$(60 : 0,253) : 0,8794 = 269,7 \text{ т.}$$

Ҳомаки миснинг миқдори:

$$60 : 0,992 = 60,5 \text{ т. тенг бўлади}$$

Куйдаги реакцияларни боришига зарур бўладиган кислороднинг миқдорини аниқлаймиз:



Штейннинг таркибида, т:

$$\text{Темир} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,452 = 121,9$$

$$\text{Олтингургурт} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,249 = 67,1$$

$$\text{Кислород} \dots\dots\dots 269,7 \cdot 0,046 = 12,4$$

Конвертерлашнинг I ва II босқичларнинг газ таркиби ҳар хил бўлганлиги сабабли, газ таркиби ва унинг ҳажмини ҳисоботи босқичлар бўйича алоҳида олиб борамиз.

Конвертерлашнинг I босқичи ўз таркибида 79,9 % мис сақловчи оқ матт олиниши билан якунланади деб қабул қиламиз.

Конвертерлаш жараёни II босқичи газларининг ҳажмини ва таркибини ҳисоблаймиз.

И босқичда ажратиб ташланадиган олтингургурт миқдори, т:

Конвертер шлаки билан..... $121,9 \cdot 0,008 : 0,48 = 2,0$
Ярим олтингургуртли мис билан..... $60 : 0,992 \cdot 32 : 127 = 15,3$
Газалар била..... $67,1 - 2,0 - 15,3 = 49,8$

Конвертерлашнинг биринчи босқичида SO_2 гача оксидланган олтингургуртнинг миқдори SO_3 гача оксидланган олтингургурт миқдорига нисбатлигини 6:1 деб қабул қиламиз.

CO_2 гача оксидланган олтингургурт миқдори:
 $49,8 \cdot 6 : 7 = 42,7$ т

CO_3 гача оксидланган олтингургурт миқдори
 $49,8 \cdot 1 : 7 = 7,1$ т.

Олтингургуртни CO_2 гача оксидланиши учун зарур бўлаган кислород миқдори 42,7 т, CO_3 гача оксидланиш учун зарур бўлган кислород миқдори:
 $7,1 \cdot 48 : 32 = 10,6$ т.

Конвертер шлакида 23% SiO_2 бўлганида, унда 21,0% Fe_3O_4 мавжудлигини қабул қиламиз.

Fe_3O_4 гача оксидланадиган темир миқдори:
 $121,9 : 0,48 \cdot 0,210 : 231,55 \cdot 167,55 = 38,6$ т ,

FeO гача эса оксидланадиган темир миқдори:
 $121,9 - 38,6 = 83,3$ т.

Темирни оксидланиши учун зарур бўладиган кислород миқдори, т:
 Fe_3O_4 гача..... $38,6 \cdot 64 : 167,55 = 14,7$
 FeO гача $83,3 \cdot 16 : 55,85 = 23,9$

Кислороднинг умумий зарур бўлган миқдори:
 $42,7 + 10,6 + 14,7 + 23,9 = 91,9$ т.

Штейндаги кислородни ҳисобга олганда, ҳаво билан киритиладиган кислороднинг миқдори:

$$91,9 - 12,4 = 79,5 \text{ т.}$$

Конвертерлаш ваннасида кислородни тўлиқ ишлатиш коэффициенти 95 % тенг деб қабул қилсак, бу ҳолда, киритиладиган кислороднинг миқдори:

$$79,5 : 0,95 = 83,7 \text{ т.}$$

Кислород билан бирга келадиган азотнинг миқдори:
 $83,7 \cdot 77 : 23 = 280,2$ т.

Конвертерлаш жараёнининг биринчи босқичига ҳавонинг зарур бўлган умумий миқдори:

$$83,7 + 280,2 = 363,9 \text{ т.}$$

Конвертерлаш жараёни биринчи босқичи газларининг ҳажми ва таркиби куйидагича:

	кг	м ³	(ҳажмлари %)
CO_2	85400	29890	11,4
CO_3	17700	4956	1,9
H_2	280 200	224 160	85,6
O_2	4200	2940	1,1

Умуман биринчи босқичда ҳосил бўладиган конвертер газларининг миқдори 387,5 т, ёки 261946 м³.

Конвертерлашнинг биринчи босқичида ҳаво билан пуфлаш давомийлигини аниқлаймиз:

$$363900 : 1,29 \cdot 550 = 513 \text{ мин} = 8,5 \text{ с ,}$$

Конвертерни ҳаво билан пуфлаш коэффициенти ҳисобга олганда

$$8,5 : 0,72 = 12 \text{ с.}$$

Конвертерлаш жараёни ИИ босқичи газларининг ҳажми ва таркибини аниқлаймиз.

Хомаки мис билан ажратиб ташланадиган олтингургурт миқдори:

$$60,5 \cdot 0,003 = 0,2 \text{ т.}$$

Газлар билан ажратиб ташланадиган олтингургурт миқдори:

$$15,3 - 0,2 = 15,1 \text{ т.}$$

Олтингургурт газларда SO_2 ва SO_3 ларга оксидланиш нисбатлиги 5 : 1.

SO_2 гача оксидланган олтингургурт миқдори: $15,1 \cdot 5 : 6 = 12,6 \text{ т}$ серы,

SO_3 гача оксидланган олтингургурт миқдори: $15,1 - 12,6 = 2,5 \text{ т.}$

Олтингургуртни SO_2 гача оксидланиши учун зарур бўладиган кислород миқдори 12,6 т кислорода, SO_3 гача оксидланиши учун зарур кислород миқдори:

$$2,5 \cdot 48 : 32 = 3,75 \text{ т.}$$

Хомаки мис ажратиб ташланган кислород миқдори

$$60,5 \cdot 0,002 = 0,1 \text{ т.}$$

Кислороднинг умумий зарур бўлган миқдори:

$$12,6 + 3,75 + 0,1 = 16,45 \text{ т.}$$

Кислородни ишлатиш коэффициенти 0,95 бўлганда конвертерлашнинг иккинчи босқичида кислороднинг сарфи:

$$16,45 : 0,95 = 17,3 \text{ т.}$$

Кислорлд билан кирган азотнинг миқдори%

$$17,3 : 23 \cdot 77 = 57,8 \text{ т.}$$

Ҳавонинг сарфи:

$$17,3 + 57,8 = 75,1 \text{ т.}$$

Конвертелашнинг икинчи босқичи газларининг ҳажми ва таркиби куйидагича:

	кг	м ³	%(объёмн)
CO_2	25 200	8 820	15,3
CO_3	6 250	1 750	3,0
H_2	57 800	46 400	80,6
O_2	850	595	1,1
Жами.....	90 100	57 565	100

Конвертерлашнинг иккинчи босқичини пуфлаш давомийлига:

$$75100 : 1,29 : 550 = 111 \text{ мин} = 1,9 \text{ с.}$$

Кварц флюсининг миқдорини ҳисоблаш учун, куйидаги таркибдаги кварц флюсини қабул қиламиз: SiO_2 - 70%, Al_2O_3 - 18%, қолганлар - 12%.

Темирни шлакда конвертер шлакининг чиқиши куйидагича бўлади:

$$121,9 : 0,48 = 254,0 \text{ т.}$$

Ундаги кварц миқдори:

$$254,0 \cdot 0,23 = 58,4 \text{ т.}$$

Битта эритишга сарф бўладиган кварц қумининг миқдори :

$$58,4 : 0,70 = 84,0 \text{ т.}$$

Олиб борилган ҳисоботлан натижалари бўйича конвертерлашнинг материал балансини тузамиз (2.1 -жадвал).

2.1-жадвал Хомаки мис олиш учун штейнни конвертерда пуфлаш жараёнининг материал баланси, т

Балан материаллари	Жами								
		Cu	S	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	O ₂	N ₂	қолганлар
Киради:									
Штейн	269,7	68,3	67,1	121,9	-	-	12,4	-	-
Қум	84,0	-	-	-	58,4	15,5	-	-	10,1
Ҳаво	439,0	-	-	-	-	-	101,0	338,0	-
Жами:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1
Олинди:									
Мис	60,5	60,0	0,2	-	-	-	0,2	-	0,1
Шлак	254,0	7,6	2,0	121,9	58,4	15,5	38,6	-	10,0
газлар	478,2	0,7	64,9	-	-	-	74,6	338,0	-
Жами:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1

Олиб борилган ҳисоботлар бўйича конвертерни пуфлаш давомийлиги:

$$8,5 + 1,9 = 10,4 \text{ с.}$$

Конвертерни пуфлашда ишлатилиш коэффициенти ҳисобга олганда 60,5 т массали хомаки мис олиш учун, пуфлаш давомийлиги куйдаги кўрсаткичга тенг бўлади:

$$10,4 : 0,72 = 14,44 \text{ ч.}$$

Демак бир суткада конвертерда:

$$24 : 14,44 = 1,66 \text{ эритиш олиб борилади.}$$

Унда бир суткада бита конвертернинг ишлаб чиқариш унумдорлиги хомаки мис бўйича:

$$60,5 \cdot 1,66 = 100,4 \text{ т ташкил этади.}$$

Бери

2.2. Конвертерлаш жараёнининг иссиқлик баланси

2.2.1. Конвертерлашнинг И босқичининг иссиқлик баланси

Ҳисобланган материал балансга ва амалиёт кўрсаткичларига асосланиб иссиқлик баланси ҳисоблаймиз

	T, °C	C _p , ккал/(кг•°C)
Штейн	1100	0,24
Ҳаво	50	0,24
Конвертер шлаки	1180	0,29
Оқ штейн	1200	0,18
Ҳомаки мис	1220	0,108

Иссиқликнинг келиши

1. Иссиқ штейннинг иссиқлиги

$$269700 \cdot 1100 \cdot 0,24 = 71,2 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

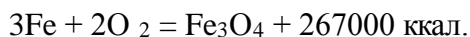
2. Ҳавонинг иссиқлиги

$$363900 \cdot 50 \cdot 0,24 = 4,4 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

3. Темирни оксидланиш реакцияларининг иссиқлиги (ҳисоботни темир бўйича олиб борамиз). Конвертерлаш жараёнида штейндаги темир Fe₃O₄ ва FeO Ларга оксидланади. Штейн билан кислород Fe₃O₄ ҳолатида келади деб қабул қиламиз. Штейнда 12,4 т кислород ва $12,4 \cdot 167,55 : 64 = 32,5$ т кислород билан боғланган темир бор. Конвертер шлакида Fe₃O₄ гача оксидланган 38,6 т темир мавжуд. Умумий ҳисобда конвертерлашнинг биринчи босқичида Fe₃O₄ оксидланган темирнинг миқдори:

$$38,6 - 32,5 = 6,1 \text{ т}$$

Оксидланиш куйидаги реакция бўйича боради:



Ажралиб чиқадиган иссиқликнинг миқдори:

$$6100 \cdot 267000 : 167,55 = 9,7 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

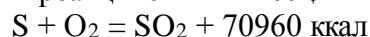
Темирнинг қолган миқдори FeO гача куйидаги реакция бўйича оксидланади



Ажралиб чиқадиган иссиқликнинг миқдори:

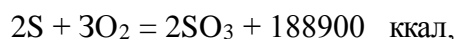
$$127400 : 111,7 \cdot 83300 = 95,3 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

4. Олтингугуртни оксидланиш реакциясининг иссиқлиги



Ажралиб чиқадиган иссиқликнинг миқдори:

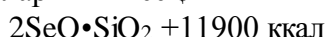
$$70960 : 32 \cdot 42700 = 94,7 \cdot 10^6 \text{ ккал;}$$



Ажралиб чиқадиган иссиқликнинг миқдори:

$$188900 : 64 \cdot 7100 = 21 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

5. Шлак ҳосил бўлиш реакцияларнинг иссиқлиги



Ажралиб чиқадиган иссиқликнинг миқдори:

$$11900 : 111,7 \cdot 83300 = 8,9 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

6. Кварц кумининг физик иссиқлиги:

$$84000 \cdot 0,29 \cdot 25 = 0,6 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Иссиқликнинг умумий келиши:

$$(59,3 + 4,4 + 9,7 + 95,3 + 94,7 + 21 + 8,9 + 0,6) \cdot 10^6 = 293,90 \cdot 10^6 \text{ ккал}$$

Иссиқликнинг сарфи

1. Оқ маттнинг иссиқлиги

$$60800 \cdot 1200 \cdot 0,18 = 13,1 \cdot 10^6 \text{ ккал}$$

2. Шлакнинг иссиқлиги

$$254000 \cdot 1180 \cdot 0,29 = 86,9 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

3. 1150° С да газларнинг иссиқлиги

$$\text{CO}_2 \quad 29890 \cdot 624,7 \text{ ккал/м}^3 = 18,7 \cdot 10^6$$

$$\text{CO}_3 \quad 4956 \cdot 1018,6 \text{ ккал/м}^3 = 5,0 \cdot 10^6$$

$$\text{H}_2 \quad 224160 \cdot 389,55 \text{ ккал/м}^3 = 87,3 \cdot 10^6$$

$$\text{O}_2 \quad 2940 \cdot 411,1 \text{ ккал/м}^3 = 1,2 \cdot 10^6$$

$$\text{Жами} \quad 112,2 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

4. Эндотермик реакцияларнинг иссиқлиги.

Куйидаги реакция бўйича сарф бўладиган иссиқликнинг қиймати:



$$22720 : 55,85 \cdot 83300 = 34 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

5. Конвертер юзасидан ёқоладиган исскилик.

Конвертернинг юсази диаметри 3,96 м ва узунлиги 9,15 м бўлган цилиндр каби аниқланади, фақат юзанинг қийматидан конвертер бўғозининг юзаси $(2 \cdot 3) \text{ м}^2$ айириб ташланади :

$$\Phi_K = 2 \cdot (3,14 \cdot 3,96^2) : 4 + 3,14 \cdot 3,96 \cdot 9,15 - 2 \cdot 3 = 120,1 \text{ м}^2.$$

Конвертер футеровкасининг ўртача қалинлиги $c = 0,5 \text{ м}$.

Конвертернинг футероакиси исскиликга чидамли хромитмагнетит ғиштидан тайёрланади. Унинг 1200°С да исскилик ўқазувчанлиги

$$\lambda = 2,4 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{соат} \cdot ^\circ\text{С}) \text{ тенг.}$$

Унда

$$c : \lambda = 0,5 : 2,4 = 0,21.$$

Клдака билан исскиликни ёқолиш графикадан [] ташқи деворнинг ҳарорати 240°С га тенг деб аниқлаймиз, исскилик ўтқазувчанлик коэффициенти эса $1,3 \text{ ккал}/\text{м}^2 \text{ с}$ тенглигини аниқлаймиз.

Бундай қилиб кладка орқали исскиликнинг ёқолиши куйидагича бўлади:

$$120,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 \cdot 8,5 : 0,72 = 6,6 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Конвертер бўғозидан нурланиш ҳисобига исскиликнинг ёқолиш қийматини аниқлаймиз. Д. А. Диомидовский ва Л. М. Шалыгин кўрсаткичлари бўйича, диафрагмалаш коэффициенти $\phi = 0,87$ (6 м^2 ли бўғоз учун) ва конвертер хажмидаги ҳарорат 1300°С бўлганда исскиликнинг йўқолиши $250000 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ деб топамиз []. Бу ҳолатда исскиликнинг бўғоз орқали йўқолиши куйидаги кўрсаткичга тенг бўлади:

$$250000 \cdot 6 \cdot 8,5 : 0,72 = 17,7 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Исскиликнинг умумий сарфи куйидаги миқдорга тенг бўлади:

$$13,1 \cdot 10^6 + 86,9 \cdot 10^6 + 112,2 \cdot 10^6 + 34 \cdot 10^6 + 6,6 \cdot 10^6 + 17,7 \cdot 10^6 = 270,5 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Конвертерлаш жараёни биринчи босқичининг исскилик балансини тузамиз (Жадвал 2.1).

Жадвал 2.1.

Конвертерла жараёни биринчи босқичининг исскилик баланси

Исскиликнинг келиши			Исскиликнинг сарфи		
Баланс кўрсаткичиси	ккал $\cdot 10^6$	%	Баланс кўрсаткичиси	ккал $\cdot 10^6$	%
Штейн	71,2	23,3	Оқ матт	13,1	4,2
Ҳаво	4,4	1,4	Шлак	86,9	28,4
Темирни оксидланиши	105,0	34,3	Газлар	112,2	38,2
Олтингургуртни оксидланиши	115,7	37,8	Эндотермик реакциялар	34,0	11,1
Шлак ҳосил бўлиши	8,9	3,0	Кладка орқали ёқолиш	6,6	2,2
Қум	0,6	0,2	Бўғоз орқали ёқолиш	17,7	5,8
Жами	305,8	100,0	Сўвуқ қўшимчаларни эритилиши	35,3	11,5
			Жами	305,8	100,0

II босқичининг исскилик баланси

Исскиликнинг келиши

1. Оқ штеннинг исскилиги $13,1 \cdot 10^6 \text{ ккал}$ (I босқич бўйича).
2. Ҳавонинг исскилиги $75100 \cdot 50 \cdot 0,24 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ ккал}$.
3. Олтингургуртнинг оксидланиши:
 - a) $\text{Cu}_2 \text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Cu} + \text{SO}_2 + 51960$

$$12600 \cdot 51960 : 32 = 20,46 \cdot 10^6 \text{ ккал};$$

$$\text{б) } \text{Cu}_2 \text{ S} + 3\text{O}_2 = 2\text{Cu} + 2\text{SO}_3 + 150900;$$

$$2500 \cdot 150900 : 64 = 5,9 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

4. Миснинг оксидланиши



$$1600 \cdot 81200 : 254 = 0,5 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Иссиқликнинг умумий келиши:

$$(13,1 + 0,9 + 20,46 + 5,9 + 0,5) \cdot 10^6 = 40,86 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Иссиқликнинг сарфи

1. Ҳомаки миснинг иссиқлига

$$1220 \cdot 60 \cdot 500 \cdot 0,108 = 8,0 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

2. 1150° С да газларнинг иссиқлиги, ккал:

$$\text{CO}_2 \quad 8820 \cdot 624,7 \text{ ккал/м}^3 = 5,5 \cdot 10^6$$

$$\text{CO}_3 \quad 1 \cdot 750 \cdot 1018,6 \text{ ккал/м}^3 = 1,8 \cdot 10^6$$

$$\text{H}_2 \quad 46400 \cdot 389,55 \text{ ккал/м}^3 = 18,1 \cdot 10^6$$

$$\text{O}_2 \quad 595 \cdot 411,1 \text{ ккал/м}^3 = 0,2 \cdot 10^6$$

$$\text{Жами} \quad 25,6 \cdot 10^6 \text{ ккал}$$

3. Иссиқликнинг қладка орқали ёқолиши:

$$120,1 \cdot 1,3 \cdot 3600 \cdot 1,9 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

4. Иссиқликнинг бўғоз орқали ёқолиши:

$$250000 \cdot 6 \cdot 1,9 = 2,8 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Иссиқликнинг умумий сарфи:

$$(8 + 25,6 + 1,1 + 2,8) \cdot 10^6 = 37,5 \cdot 10^6 \text{ ккал.}$$

Ҳисобот натижаларини жадвалга киритамиза жадвал 2.2.

Жадвал 2.2.

Конвертерлаш жараёни II босқичининг иссиқлик баланси

Иссиқликнинг келиши			Иссиқликнинг сарфи		
Баланс кўрсаткичиси	ккал·10 ⁶	%	Баланс кўрсаткичиси	ккал·10 ⁶	%
Оқ штейн	13,1	26,1	Ҳомаки мисс	8,0	16,0
Ҳаво	0,9	2,4	Ажралиб чиқаётган газлар	25,6	51,1
Оксидланиш реакциялари	28,86	71,5	Қладка орқали ёқолишлар	1,1	2,2
			Бўғоз орқали ёқолишлар	2,8	5,6
			Сўвук қўшимчаларни эритиш учун иссиқлик	3,36	6,3
Жами	40,86	100	Жами	40,86	100

№ 5 АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ Мавзу: Қора металлургияда ресурстежамкор технологияларнинг тахлили қилиш (2часа)

Режа:

1. Шлакларнинг моддий таркибини ўрганишнинг мақсади ва вазифаси.
2. Қора металлургия шлакларидан темир ва унинг бирикмаларини ажратиб олишнинг технологик схемасини танлаш ва асослаш.

Ёйли пўлат эритиш печи

Адабиётда берилган маълумотномага асосан [7] ёйли пўлат эритиш печида эриш жараёни жараённинг хар бир даврининг давомийлигини билдиради ва қуйидаги асосий даврларда кечади.

- 1- Эриш даври (60%)
- 2- Оксидланиш даври (9,4%)
- 3- Тозалаш даври (18,2%)

4- 2 та эритиш даври орасидаги туриб қолишлар, бунга метални чиқариш, ёқилғимой қуйишни печни тозалашни ва печга шихта юклашни ўз ичига олади (12,4%).

Биринчи даврда юкланган металнинг қизиши ва эриши содир бўлади, бунда печ электроэнергиянинг катта қисмини истеъмол қилади. Шунинг учун лойихалашда эритиш даври учун қуйидаги ишларни ҳисоблаймиз.

1. Материал балансини ҳисоби
2. Печнинг асосий улчамларининг ҳисоби
3. Энергетика балансини ҳисоби
4. Трансформаторнинг зарурий қувват ҳисоби

Хажми $G=150$ тонна бўлган ЁПЭП ҳисоблаш керак. Таркиби :13% - қайта ишланган пўлат, 70% темир фўлалари, 2,7%-агломерат, 2,3% электрод.

Трансформатор пўлатни эритишда фойдаланилади унинг таркиби эритиш даврининг охирида қуйидагича бўлади.

	S	Si	Mn	Fe
Қайта ишланган пўлат 13%	3,9	0,6	0,98	-
Темир фўлалари, 70%	0,2	0,24	0,38	-
Оддий темир-терсак 12%	0,73	0,34	0,98	-
Агломерат 2,7%	-	-	-	60,8
Электродлар 2,3%	0,989	-	-	-
Ўртача таркиб	0,757	0,2868	0,511	-
Этиш даврининг охиридаги пўлат миқдори	0,23	0,036	0,190	-

Эритиш жараёнидаги футеровканинг сарфи қуйидагича: Магнезит хромли ғишт – 0.03%, магнезит кукуни- 1,3%. Магнезит ғишти – 0,28%.

Эритиш жараёнида ваннага қуйидагилар юкланади.

Магнезит – 56%, Охак 2,25%, Агломерат – 3,27%

Материал баланси

Шихта ва пўлатнинг эригандан кейинги қуйида аралашмасини ўртача элемент миқдори фарқини аниқлаймиз.

S.....0.757 - 0,230= 0,527кг
 Si.....0,2868 – 0,036 = 0,2508 кг
 Mn.....0,511 – 0,190 = 0,321 кг
 Fe (тугунда)= 3,0000кг
 Хаммаси3001,1кг

30% C-CO₂ гача, 70% эса СО гача оксидланади деб қабул қиламиз. Бегона моддаларнинг оксидланишга кислород сарфини ва хонада бўлган оксидлар миқдорини топамиз.

S→SO ₂		0,8337·32:12=2,2232		0,8337+2,2232=3,05
			69	
S→SO		1,9455·1,6:12=0,259		1,9455+0,2594=2,20
	4		49	
Si→SiO ₂		0,2508·32:28=0,2866		0,2508+0,2866=0,53
			74	
Mn→MnO		0,321·16:55=0,093		0,321+0,093=0,414
Fe→FeO ₃		3,0000·48:112=1,285		3,0000+0,2857=4,28
	7		54	
Жами		4,1479		10,4986

Улар жадвалдан фойдаланиб шлакнинг эриш даври охиридаги таркибини топамиз.

		SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	
1	Темир шихта	0,6315 ⁻⁴	-	-	-	
2	Магнетитхромли ғишт	0,0018	0,0006	0,0198	0,0012	
3	Магнетитли ғишт	0,0084	0,0013	0,2520	0,0045	
4	Магнетитли кукуни	0,0419	0,0262	0,9431	0,0083	
5	Магнетит	0,0168	0,0146	0,5040	0,0086	
6	Агломерат	0,4359	0,6508	0,0401	-	
7	Охак	0,0787	1,9125	0,0787	0,0113	
8	Натижа	1,2189	2,6120	1,8977	0,0339	
		Cu ₂ O ₃	S	MnO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃
1	Темир шихта	-	-	0,4368	-	-
2	Магнетитхромли ғишт	0,0036	-	-	-	0,0036
3	Магнетитли ғишт	-	-	-	-	0,0056
4	Магнетитли кукуни	-	-	-	-	0,0105
5	Магнетит	-	-	-	-	0,0112
6	Агломерат	-	-	-	-	-
7	Охак	-	0,0029	-	0,0023	0,079
8	Натижа	0,0036	0,0029	-	0,0023	0,0382

Шлакдаги темир оксидини миқдори металдаги С миқдorigа боғлиқ ва Ф.П.Эднерам маълумотлари бўйича қуйидагича қабул қиламиз: (FeO даги Fe) нинг (Fe₂O₃) даги Fe га нисбатан 4 га тенг деб қабул қиламиз.

Келтирилган тавсияга асосан эриш даврининг охирида пўлатдаги С миқдори 0,23% га тенг, шлакдаги темир оксидининг миқдори 10,05% ни ташкил қилади бунда FeO 7,5% булса Fe₂O₃ 2,55% га тенг бўлади.[6]

Темир оксидсиз шлакнинг оғирлиги юқорида берилган жадвалга асосан 6,1481 т, 89,95% ни ташкил қилади.

$$L_{\text{шлак}} = 6,1481 / 0,0895 = 6,8350 \text{ кг}$$

Шлакдаги Фе оксидининг оғирлиги 6.8350-6.1481 г=0,6869 кг га тенг Бу ерда Fe₂O₃ 0,1717 кг ва FeO 0,5152 кг ни ташкил қилади.

Шундай қилиб шлакнинг таркиби қуйидагича

SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃
1,2189	2,6120	1,8377	0,0339	0,0036
17,83	38,22	26,89	0,500	0,050

C	MnO	P ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO
0,0029	0,4368	0,0023	0,1717	0,5152
0,040	6,320	0,030	2,51	7,54

Шлакнинг асослилик миқдори қуйидагича $CaO/SiO_2=3822/17,83=2,14$

Темир оксидланиши: кг;

Fe_2O_3 гача $0,1717 \cdot 0,0382=0,1335$

FeO гача

Темир металдан шлакка утиши.

$0,1335 \cdot 112:160 + 0,5152 \cdot 56:72 = 0,0092 + 0,4007 = 0,4099$

Ярокли металлнинг чиқиши қуйидагича:

$98,0 - 6,3511 - 0,4099 - 0,5 + 3,843 = 94,582$ кг

Аралашмаси - 4% 3592 га, бу ерда 98,0 – шихтанинг металл қисми, кг, 4,3592 қушимчалар қуйиндиси, кг; 0,4099 – шлакдаги темир оксиди ҳосил бўлиши учун сарфланган Fe, кг; 0,5 – шлак билан чиқиб кетаётган темир миқдори, кг; 3,843 – агломерат билан бирга келиб тушадиган темир миқдори, кг.

Темир оксидланиши учун сарфланаётган кислород (оксид ва бошлангич элемент массасининг фарқи асосан аниқланади).

$(0,5152 - 0,4007) + 10,1335 - 0,0092 = 0,2388$ кг га тенг.

Барча аралашмаларнинг оксидланишига сарфланадиган кислороднинг миқдори:

$2,9785 + 0,2388 = 3,2173$ кг $4,1478 + 0,2388 = 4,3867$.

Кислород бириктириш коэффициентини 0,9 га тенг деб қабул қилган ҳолда, 100 кг шихта керак бўлган кислородни миқдорини аниқлаймиз:

$4,3867/0,9 = 4,8741$ ёки $4,8741 \cdot 22,4 : 32 = 3,4$ м³

Ўзлаштирилмаган кислород сони қуйидагича

$4,8741 - 4,3867 = 0,4874$ ёки $0,3411$ м³

Кислород билан бирга азотнинг миқдори

$4,8741 \cdot 77:23 = 16,3176$ кг ёки $11,4223$ м³

Бу ерда 77 ва 23 ҳаводаги кислород ва азотнинг масса бўлақларидир.

SO₂ газларнинг ажралиб чиқиши таркибини аниқлашда SO ва SO₂ ҳосил бўлишини ҳисобга олиш керак, бунга электродлардаги S ни ёки ишда ҳосил бўлган SO ва SO₂ ларнинг газларнинг ажралиб чиқишини ҳам ҳисобга олиш керак бундан 60% электродлар эриш даврида сарфланиб кетади. Эритиш даврида 100 кг материал балансини тузишда шихтани электрод сарфини қуйидагича топамиз: $0,6 \cdot 5,0 = 3,0$ кг/т. Оксид учун $0,3 \cdot 0,7 = 0,21$ кг S ёнади ва ҳосил бўлган SO миқдори $0,21 \cdot 28:12 = 0,49$ кг ни ташкил қилади SO ҳосил бўлиш жараёнида $0,09 \cdot 44:12 = 0,33$ кг C ёнади ва $0,3 \cdot 0,3 = 0,09$ кг SO₂ ҳосил бўлади.

$(0,49 - 0,21) + (0,33 - 0,09) = 0,52$ кг

кислород билан бирга азот қисми қуйидагича

$0,52 \cdot 77:23 = 1,74$ кг

Энди ажралиб чиққан газнинг миқдори ва таркибини аниқлаймиз.

SO ₂	$0,7368 + 0,002 + 0,1557 + 0,33 = 1,2845$	0,6539	4,95
SO	$1,1830 + 0,49 = 1,6730$	1,3384	10,14
O ₂	0,2479	0,1735	1,88
H ₂	$1,74 + 119564 = 13,6964$	10,9571	83,03
Хаммаси бўлиб	19,9018	13,1229	100,00

Эриш даврининг материал баланси

Қайта ишланган пўлат 13%	3,9	Металл	94,582
Темир ғўлалари, 70%	0,2	Шлак	6,8350
Лом (12%)	0,73	Газ	16,9018
Бой электродный	0,26	Шлакдаги йўқотилган метал	0,500
Агломерат 2,7%	-	Fe ₂ O ₃ (тутунда)	4,2854
Магнезит	0,56	Хаммаси	123,1042
Известь	2,25		
Футеровка	1,34		
Электродлар 2,3%	98,9		
Хаво	17,38		
	121,79		

[6]

Дастгохни танлаш ва ҳисоблаш

ДСП нинг кенг тарқалган ваннаси сферокусули бўлиб, ўққа нисбатан 45° да жойлашган. ДСП печининг суюқ металида хажмининг сиғими Г=150 тонна бўлганда $V = VG = 0,145 \cdot 120 = 17,4 \text{ м}^3$ бу ерда суюқ пўлатни солиштирма хажми $V = 0,145 \text{ м}^3 \text{ П}$.

Металл ойнасини диаметри қуйидаги формула орқали топамиз.

$$D = 2000 C \sqrt[3]{V} = 2000 \cdot 1,085 \sqrt[3]{17,4} = 5700 \text{ мм} = 5,7 \text{ м}$$

Бунда С коэффициентини қуйидаги таблицада Д/Н=5,0 ни ҳисобга олиб топилади.

Д/Н	4	4	5	5	6	6	7
	,0	,5	,0	,5	,0	,5	,0
	1	1	1	1	1	1	1
	,043	,064	,085	,106	,127	,149	,165

Ваннадаги суюқ металлнинг баландлиги $H = 5,7/5,0 = 1,14$

Шлакнинг ҳисобий ҳослигини 0,1В деб қўллаймиз.

У ҳолда $V_m = 0,1 \cdot 17,4 = 1,74 \text{ м}^3$ бундан шлакнинг қатламининг баландлигини топамиз.

$$H_m = \frac{4V_m}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 1,45}{3,14 \cdot 5,3^2} = 0,0658 \text{ м} = 65,8 \text{ мм}$$

ва шлак сатхи диаметри

$$D_m = D + 2H_m = 5291,5 + 2 \cdot 65,8 = 5432,1 \text{ мм}$$

Ички туйнукнинг остона сатхи шлак сатхидан 4 мм баландда айланиш керак, унда қиялик сатхи ишчи туйнукнинг остонасидан 65 мм баландда бўлади. У ҳолда ванна диаметри қиялик сатхида бўлади.

$$D_{\text{кия}} = D + 2(H_m + 40 + 65) = 5291,5 + 2(65,8 + 40 + 65) = 5633 \text{ ва } D_{\text{ст}} = D_{\text{кия}} + 200 = 5633 + 200 = 5833$$

Эритиш майдонинг баландлиги $H_{\text{эр}}$ ва футеровканинг катламига печ хажмига боғлиқ.

Гг	0,5-6,0	12-50	>150
$H_{\text{эр}}/D_{\text{ст}}$	0.05-0.45	0.45-0.4	0,38-0,34
δ_n , мм	450-350	600-700	800-100
$\delta_{\text{св}}$, мм	230	300	380-460
$\delta_{\text{ст}}$, мм	300-350	300-350	300-350

Юқорида келтирилган тавсияларга асосан $H_{\text{эр}} = 0,36 \cdot 5633 = 2028 \text{ мм}$ топамиз.

Подинанинг футеровкасини диаметри $\delta_n = 960 \text{ мм}$ ва у қалинлиги 125 мм бўлган магнетитли оловбардош материаллар билан зичланган. Магнетитли ғишларнинг

футеровкасини қалинлиги 575 ва енгил массали липматнинг қалинлиги эса 260 мм бўлади. Қиялик сатҳидаги девор футеровкаси қалинлиги 460 мм магнезит ғиштли, эни 40 бўлган кожух ва терилган эритмалар орасидаги тиркишни магнезитли материал билан қўшишда кожухнинг ички диаметри

$$Q_k = D_k = D_n + 2 \cdot 500 \cdot 3583 + 2 \cdot 500 \cdot 6833 \text{ мм}$$

Деворининг юқори қисмидаги магнезитли футеровканинг қалинлиги $\delta_{св}=300$

Печ сводининг қалинлиги $\delta_{св}=460$ мм бўлган хром магнезитли ғишдан терилади, своднинг устунлари орасига нисбатан 15% қилиб олинади.

$$x_{св}=0.15 \quad D_{св}=0,15 (D_k=b_{св}) \text{ мм}$$

Печнинг ички туйнуғи улчамларини печга мульда ёрдамида шлак хосил килувчи ва легирловчи материалларни қулай юклашга қараб олинади.

$$b \times x = 1600 \times 1600 \text{ мм}$$

Эриш даврининг энергетик белгиси

Энергетик балансини тўзишдан мақсад электр энергияни миқдорини аниқлашдир. Бу энергия ДСП-150 печида эриш жараёни керак бўладиган миқдордир. Бу миқдор бўйича кейинчалик печ трансформаторига керак бўлган қувватни топишдан фойдаланилади. Хажми 150 тонна бўлган замонавий ДСП печлари учун эриш даври замонавий τ у трансформатор қувватига боғлиқ ва куйидагича:

$N_1 = \text{МБС}$	25	32	42
$\tau_{п, с}$	12240	9504	7452

Тахминан эриш даврининг уртасида давомийлиги $\tau_{п}$ нинг 2160°C гача бўлган шихта подвалкаси содир бўлади. Ток остидаги эриш даврийлиги $\tau_{р.т} = \tau_{р} - 2160^\circ\text{C}$ дир.

$$\tau = 9504 - \text{с ни қабул қилиб куйидагича топамиз.}$$

$$\tau_{р.т} = 9504 - 2160 = 7344 \text{ с}$$

Иссиқлик келишини ҳисоблаш

1. Шихта ёрдамида иссиқлик келиши ($t_{ш}=20$)

$$Q_{ш} = 150 \cdot 10^3 \cdot 0,98 \cdot 0,469 \cdot 20 = 1378,86 \cdot 10^3 \text{ кДж} = 1,3779 \text{ ГДж}$$

2. Электр ёйи ёрдамида иссиқлик келиши

$K_D = 0,9 \quad W_{эл} \cdot 10^3 \text{ ГДж}$ бунда $N_{эл} 0,87 - 0,9$ га тенг бўлган электр ФИК $W_{эл}$ печга келаётган электр энергияси к жоул $K_D = 0,9 \quad W_{эл} \cdot 10^{-6} \text{ ГДж}$

3. Экзотермик реакциялар ёрдамида иссиқлик келиши

$$C \rightarrow CO_2 \quad 0,008337 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 34,09 = 42631,25$$

$$C \rightarrow CO \quad 0,019455 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 10,47 = 30554,08$$

$$Si \rightarrow SiO_2 \quad 0,002508 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 31,10 = 11699,82$$

$$Mn \rightarrow MnO \quad 0,00321 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 3548,66$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O_3 \quad 0,001335 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 1475,84$$

$$Fe \rightarrow FeO \quad 0,001335 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 4,82 = 965,205$$

$$Fe \rightarrow Fe_2O \quad 0,03000 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 7,37 = 33165$$

$$209602,02 \text{ МДж} = 209,602 \text{ ГДж}$$

$$Q_{эж} = 209602,02 \text{ МДж} = 209,602 \text{ ГДж}$$

Шлак хосил бўлишидан иссиқлик келиши

$$SiO_2 \rightarrow (CaO)_2 SiO_2 \quad 0,006354 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 2,32 = 224,192$$

$$K_{шл} = 2,21 \text{ ГДж}$$

Иссиқлик сарфи

1. Пулатнинг физик иссиқлиги

$$Q_{ст} = 94,582 \cdot 150 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837(1600 - 1500)] = 41574,46 \cdot 10^3$$

$$KДж = 41,574 \text{ ГДж}$$

2. Пулатнинг шлак йўқотилгандаги физик иссиқлиги

$$Q_{ст-шл} = 0,005 \cdot 10^3 KДж = 153,22 \text{ ГДж}$$

$$Q_{п} = 0,068350 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1700 + 209,35) = 23932,933 \text{ КДж} = 23,932 \text{ ГДж}$$

$$Q_{п-шл} = 0,005 \cdot 100 \cdot 10^3 [0,7 \cdot 1500 + 272,16 + 0,837(1700 - 1500)]$$

3. Пулатнинг шлак йўқотилгандаги физик иссиқлиги

$$Q_{шл} = 0,06830 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,25 \cdot 1700 + 209,35) = 23932,923 \text{ КДж} = 23,932 \text{ ГДж}$$

4. $T_{йх}/\text{сарфи} = 1500 \text{ } ^\circ\text{C}$ ва газ холдаги махсулотлар билан иссиқлинишига сарфи

$$Q_{йх} = 0,13 + 229 \cdot 150 \cdot 10^3 \cdot 2244,83 = 44188,019 \cdot 10^3 \text{ КДж} = 44,188 \text{ ГДж}$$

5. Fe_2O_3 заррачалари ёрдамида иссиқлик сарфи

$$Q_{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 0,42854 \cdot 150 \cdot 10^3 (1,23 \cdot 1500 + 209,34) = 13205,502 \cdot 10^3$$

$$KДж = 13,205 \text{ ГДж}$$

6. Футеровка орқали иссиқлик утказувчанлик ҳисобига иссиқлик сарфи девор баландликлари бир хил, лекин қалинликлари хар хил бўлади. Қуйи қисми 500 мм ва юқори участкаси 300 мм магнезит ғишларидан терилган. Иссиқлик йўқолишини олдини олиш учун 40 мм қалинликдаги магнезит катламини ҳисобга олмаймиз. Жараён охирида девор футеровкаси қалинлигига нисбатан 75% деб оламиз. Қуйидагиларни ҳисобга олиб девор участкалари қалинликлари қуйидагиларга тенг.

$$0,75 \cdot 500 = 375 \text{ мм ва } 0,75 \cdot 300 = 225 \text{ мм}$$

3-формулага асосланган холда

$$\alpha_{кон}^{верх} = 10 + 0,06 \cdot 350 = 31 \text{ Вт/м}^2$$

$$\alpha_{конс}^{верх} = 10 + 0,06 \cdot 300 = 28 \text{ Вт/м}^2$$

магнезитнинг иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти

$$\lambda_{м} = 6,28 - 0,27 \text{ Вт/см.к}$$

Футеровканинг ички юзасини t^0 ни $t = 1600 \text{ } ^\circ\text{C}$, деворнинг юқори қисмидаги футеровка ташки катлами $t^0_{си} t_2 = 350 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$T_{куй} = 300 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ У холда}$$

$$\lambda = 6,28 - 0,0027(1600 + 350)/2 = 3,65 \text{ Вт/см.к}$$

$$\lambda = 6,28 - 0,0027(1600 + 300)/2 = 3,715 \text{ Вт/см.к}$$

формулага асосланган холда ундаги харорат $30 \text{ } ^\circ\text{C}$ деб қилиб қуямиз. 1-формуладан фойдаланиб қуйидагича топамиз.

$$Q_{тепл}^{ст.верх} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,255}{3,65} + \frac{1}{31}} 21,76 \cdot 9504 = 3,46 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 3,46 \text{ ГДж}$$

$$Q_{тепл}^{ст.низ} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,375}{3,715} + \frac{1}{328}} 21,76 \cdot 9504 = 2,38 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 2,38 \text{ ГДж}$$

$$\text{Бу ерда } F_{ташки}^{ст} \pi D = H_{пл} / 2 = 3,14 \cdot 6,833 \cdot 2,028 / 2 = 21,7 \text{ м}^2 \text{ ташки}$$

катламнинг юқори ва қуйи қисми юзаси Свод орқали иссиқлик юқотилиши сводни ички юзасининг t^0 ли $t_1 = 1600 \text{ } ^\circ\text{C}$ деб олиб, ташки стрелкалар $t_2 = 320 \text{ } ^\circ\text{C}$ магнезит хароратли ғишларнинг иссиқлик утказувчанлик коэффициенти $\lambda_{мх} = 4,1 - 0,0016(1600 - 320)/2 = 2,564 \text{ Вт/см.к}$ конвекция орқали атроф мухитга иссиқлик утказиш коэффициенти $\alpha_{конв} = 1,3(10 + 0,06 \cdot 320) = 37,96 \text{ Вт (м}^2 \cdot \text{к)}$

Свод футеровкаси қалинлиги қуйидагига тенг $0,75 \cdot 0,46 = 0,345$ мм ташки Катлам юзаси қуйидагича

$$F_{нар}^{ce} = \pi(H_{ce}^2 + D_{ce}^2) / 2 = \pi[0,15^2(D_{к} - \delta_{cm})^2 + (D_{к} - \delta_{cm})^2] / 2 = 3,14[0,15^2(6,833 - 0,3)^2 + (6,833 - 0,3)^2] / 2 = 68,5 м^2$$

Печ подинаси орқали иссиқлик юкотилишини аниқлаймиз, бунда магнетит футеровкаси ва магнетит зичламга қўйилган стрелкалар подинаси билан бир хил қалинликда бўлади. Енгил шамот қалинлиги 0.26 мм подинанинг ички юзаси t^0 ни 1600°C ташқисиники $t=200^\circ\text{C}$.

$$\lambda_{м} = 6,28 - 0,027 t_{м} \text{ Вт/(м.к)}$$

$$\lambda_{ш} = 0,465 + 0,00038 t_{ш} \text{ Вт/(м.к)}$$

материалларни иссиқлик ўтказиш коэффициентини

$$\lambda = 6,28 - 0,0027(1600 + 623,3) / 2 = 3,28 \text{ Вт (м.к)}$$

$$\lambda = 0,465 + 0,00038 (623,3 + 200) / 2 = 0,621 \text{ Вт (м.к)}$$

$t_2 = 200^\circ\text{C}$ даги пастки юзага караб йўналган конвекциянинг иссиқлик ўзгариш коэффициентини ҳосил қиламиз ва у қуйидагича.

$$\alpha_{конв} = 0,7(10 + 0,06 \cdot 200) = 15,4 \text{ Вт/(м.к)}$$

$$q_{под} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{3,28} + \frac{0,26}{0,621} + \frac{1}{15,4}} = 2355,44 \text{ Вт/м}^2$$

Футеровка қатламлари орасидаги t^0 қийматини аниқладик бунда

$$t_{м-ш} = 1600 - 2355,44 \cdot 0,6 / 3,28 = 1169^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 30 + 2355,44 / 15,4 = 182,9^\circ\text{C}$$

У холда

$$\lambda_{м} = 6,28 - 0,0027(1600 + 1169) / 2 = 2,54 \text{ Вт (м.к)};$$

$$\lambda_{ш} = 0,465 + 0,00038 (1169 + 182,9) / 2 = 0,72 \text{ Вт (м.к)};$$

$$\alpha_{конв} = 0,7 (10 + 0,06 \cdot 182,9) = 14,68 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)};$$

$$q_{под} = \frac{1600 - 30}{\frac{0,6}{2,54} + \frac{0,26}{0,72} + \frac{1}{14,68}} = 2359,3 \text{ Вт/м}^2$$

Иссиқлик оқимларини зичликлари қийматлари бир-биридан катта фарқ қилганлиги учун уларнинг кейинчалик аниқлаймиз.

Подинанинг ташқи қатлами юзасини топишда уни юзаси сферик сигментали топган деб қабул қиламиз. Своднинг ташқи қатлам юзаси $\Phi_{над1}^{под} = 1541 \text{ м}^2$ ва цилиндрик

каватиники $\Phi_{нар2}^{под} = \pi D_{к} (H_{под} - \delta_{н})$ юқоридаги маълумотлар асосида қуйидагига эгамиз.

$$H_{под} = \delta_{п} + H + H_{шп} + 0,04 + 0,065 = 0,86 + 2,028 + 0,658 + 0,04 + 0,065 = 3,06 \text{ м}$$

У холда

$$\Phi_{нар2}^{под} = 3,14 \cdot 6,833 (3,06 - 0,86) = 47,2 \text{ м}^2$$

Натижада:

$$K_{тепл}^{под} = 2359,3 (68,5 + 47,2) / 9504 = 2,59 \text{ ГДж га тенг бўлади. [6]}$$

7. Печ футеровкасининг иссиқлик ўтказувчанлиги орқали ҳам иссиқлик юкотилиши печнинг ишчи дарчаси совутиш учун сув сарфи билан иссиқлик юкотилиши ДСП печининг ишчи дарчаси улчами $-5 \times 5 = 1600 \times 1600 \text{ мм}$ га тенг ва у сув совутовчи тўсма копкак билан ёпилган ва футеровканинг ички тарафидан энг $\delta = 0,15$ мм бўлган П

курунишли сув совутувчи кути билан уралган куйи юзасидаги t^0 -ни $t_k=80^{\circ}\text{C}$ деб оламиз бунда воролин даражаси $\varepsilon_x=1$ га тенг сув билан иссиқлик юкотилиши хисоблаймиз.

$$Q_{охл}^k = C_0 \left[\left(\frac{T_n}{100} \right)^2 - \left(\frac{T_k}{100} \right)^4 \right] (2h + b) S \tau_p = 5,7 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right]$$

$$(2 \cdot 1,6 + 1,6) \cdot 0,15 \cdot 9504 = 4,79 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 4,79 \text{ ГДж}$$

Дарча тусилса қопқокни совутувчи сув билан иссиқлик йўқотилишини топиш формуласи

$$Q_{охл}^{зас} = 5,7 \cdot 0,78 \left[\left(\frac{1600 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{80 + 273}{100} \right)^4 \right] 1,6 \cdot 1,6 \cdot 9504 = 13,3 \cdot 10^9 \text{ Дж} = 13,3 \text{ ГДж}$$

Жами ишчи дарча орқали иссиқлик йўқотилиши

$$Q_{охл} = 4,79 + 13,3 = 18,08 \text{ ГДж}$$

8. 2 та эритиш даври орасидаги иссиқлик юкотилиши печкага шихта точиласи давомида у очилади ва бу давр мобайнида умумий иссиқлик юкотилиши очик свод орқали иссиқлик нурланишини миқдорига тенг, у эса газ билан иссиқлик юкотилишига сув билан совутувчи агрегат ва печ футеровкасини иссиқлик утказувчанлик орқали иссиқлик юкотилишларига боглиқдир. Бу катталикларни печни очик пайтдаги холатда хисоблаш кийин чунки футеровканинг ички катлами t^0 си тез тутаб кетади. Шунинг учун ўртача эритиш даври уртасидаги иссиқлик юкотилишни тахминан куйидагига тенг деб оламиз.

$K_{м.п} = (K_{тепл} + K_{охл} + 0,5K_{yx}) \mathcal{R}_n \tau_n \tau_p = (14,78 + 18,09 + 0,5 \cdot 44,188) \cdot 1,15 \cdot 2160 / 9504 = 14,365 \text{ ГДж}$ бу ерда $K_{1н}$ – хисобга олинмаган юкотишлар коэффициентини $K_{1н} = 1,1 \div 1,2$

$$Q_{прих} = K_{расх} 1,379 + 0,9 \cdot 10^{-6} W_{эл} + 209,602 + 2,21 = 41,574 + 1,117 + 23,932 + 44,188 + 13,205 + 14,78 + 18,09 + 14,365 = 468,70$$

ДСП печини эриш давридаги иссиқлик баланс тенгламасидан электр энергиясидаги топамиз.

$$K \text{ учун электр энергиянинг солиштирма сарфи } \omega_1 = W_{эл} / G_{ж} = 468,70 / 94,582 = 4,95 \text{ ГДж/кг}$$

$$1 \text{ кг } K \text{ ни юклашда электр энергиясини солиштирма сарфи } \omega_2 = W_{эл} / G_{см} = 468,70 / 980 = 4,783 \text{ ГДж}$$

Фойдали иш иссиқлик коэффициенти куйидагига тенг

$$\eta_T = \frac{Q_{сст} + Q_{с-и} + Q_m}{Q_{прих}} = \frac{4157,4 + 1,117 + 23,932}{213,029} = 0,31 = 31\%$$

$\eta_{эл} = 0,9$ нл хисобга олиб умумий ФИК ни топамиз.

$$\eta_{ум} = \eta_{эл} \cdot \eta_T = 0,9 \cdot 0,31 = 0,28$$

Печдан чиқаётган газ орқали иссиқлик юкотилиши миқдори каттадир. Бу эса электр энергия сарфини бир неча мартага оширади, кейинчалик у $\chi + \chi_{обш}$ катталикларни қийматларини пасайишига олиб келади. Бу иссиқлик йўқотилишини кўпайтириш учун эриш даврида печ ваннадаги техник кислород бериш талаб қилинади.

Печ трансформаторининг қуввати

Эриш давридаги ўртача қуввати

$$N_{ср} = W_{эл} / \tau_p = 468,70 \cdot 10^6 / 7344 = 63,82 \cdot 10^3 \text{ кВт}$$

Қувватдан фойдаланиш коэффициенти

$$19 = 0,75 \div 0,9 \text{ хисобга олиб максимал қувватни топамиз.}$$

$$N = N_{ср} / \kappa = 63,82 \cdot 103 / 0,825 = 77,35 \cdot 103 \text{ кВт.}$$

Қувватнинг ўртача муаллақ холатдаги коэффициентини $\cos \varphi = 0,707$ қилиб кейин бўлган жами трансформатор қувватини топамиз.

$$N^1 = N (\cos \varphi = 77,35 \cdot 10^3) 0,707 = 109,42 \text{ кВт}$$

Бу қийматни стандарт тизими трансформатор қуввати қийматига яқин бўлган сонга тенглаштирамиз.