

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

**OG‘IR RANGLI METALLAR
METALLURGIYASI**

fanidan 60712100 –Metallurgiya bakalavriat ta‘lim yo‘nalishi
talabalariga kurs ishini bajarish uchun

USLUBIY QO‘LLANMA

Toshkent – 2023

Tuzuvchilar: Berdiyarov B.T., Nosirxo‘jaev S.Q., Matkarimov S.T., Raxmataliev Sh.A.

60712100 – “Metallurgiya” bakalavriat ta‘lim yo‘nalishi uchun “Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi” fanidan kurs ishining bajarish bo‘yicha uslubiy qo‘llanma. – Toshkent: ToshDTU, 2023. - 72 b.

Ushbu uslubiy qo‘llanma “Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi” fanining dasturi asosida ishlab chiqilgan bo‘lib loyihalarini bajarish tartibi keltirilgan.

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi.

(3-sonli bayonnoma, 30.11.2022 yil)

Taqrizchilar:

Matkarimov Z.T. - PhD, ToshKTI, “Silikat materiallar va kamyob, nodir metallar texnologiyasi” kafedrası dotsenti.

Bekpo‘latov J.M. - PhD, ToshDTU, “Geologiya-qidiruv va kon-metallurgiya” fakulteti, “Konchilik ishi” kafedrası dotsenti.

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2023

1. Kurs ishining maqsadi va vazifasi

Kurs ishini bajarishdan maqsad talabalarning «Og‘ir rangli metallar texnologiyasi» fani bo‘yicha olgan nazariy va amaliy bilimlarini umumlashtirish, mustahkamlash va og‘ir rangli metallar metallurgiyasi bo‘yicha muayyan masalalarni yechish uchun ularni tadbiq qilishni o‘rganish.

Kurs ishining vazifasi talabalarni bitiruv ishiga tayyorlash va ularga ushbu soha bo‘yicha loyihalash ishlarini, jumladan mis boyitmasini ratsion tarkibini hisoblashni, yallig‘ qaytaruvchi pechda eritishning issiqlik va material balansini hisoblashni, konverterlash jarayonining issiqlik va material balansini hisoblashni, homaki misni olovli tozalash jarayonini hisoblashni o‘rgatish hisoblanadi.

1.2. Kurs ishining mazmuni va xajmi

Kurs ishi og‘ir rangli metallar texnologiyasiga bag‘ishlangan bo‘lib, izoh yozuvi va chizmalardan iborat bo‘ladi. Izoh yozuvida, topshiriqqa asosan, kurs ishining quyidagi bo‘limlari bo‘yicha bajarilgan hisob- tanlov ishlari keltiriladi:

1. Kirish.
2. Kurs ishini bajarish uchun topshiriq va dastlabki ma'lumotlar.
3. Mundarija
4. Nazariy qism.
5. Texnologik hisobotlar.
7. Xulosa.
8. Adaboyotlar ro‘yxati.

Izoh yozuvi 40-45 betlardan iborat bo‘ladi.

Chizma A1 formatli vatmanda, elektr ta'minoti sxemasidan iborat bo‘ladi.

1.3. Kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatmalar.

Talabalar kurs loyihasini bajarishlari uchun “Og‘ir rangli metallar texnologiyasi” fani bo‘yicha tegishli nazariy ma'lumotlarga ega bo‘lishlari va amaliy mashg‘ulotlarni bajargan bo‘lishlari lozim.

Kurs ishini bajarish uchun rahbar tomonidan tegishli topshiriq beriladi. Unda barcha kerakli bo‘lgan ma'lumotlar va chizmalar

keltiriladi. Bu ma'lumotlar, chizmalar va topshiriq variantlari ilovalarda keltirilgan.

Kurs ishini bajarishdan oldin talabalar berilgan topshiriqni va ushbu uslubiy qo'llanmani diqqat bilan o'rganib chiqishlari shart.

Izoh yozuvi uchun sarvaraq tuziladi (ilovada namunasi keltirilgan).

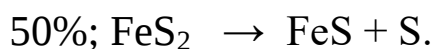
Izoh yozuvida kurs ishining har bir bo'limi uchun sarlavha yoziladi. Hisoblashlarga qisqacha tushuntirish berilishi kerak. Har bir ko'rsatkich va miqdorlarning o'lchov birliklari SI sistemasi bo'yicha aniq va to'g'ri ko'rsatilishi lozim. Chizmalar uchun chizmachilik asboblaridan foydalanishlari kerak. Chizmalardagi shartli belgilar Davlat standarti talablariga muvofiq bo'lishi lozim.

Kurs loyihasi quyida keltirilgan tartibda bajariladi.

2. Xom ashyoning mineralogik tarkibi. Texnologik hisobida xom ashyoning mineralogik tarkibining ahamiyati

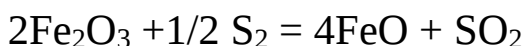
Xom ashyoning mineralogik tarkibi eritish paytida hosil bo'ladigan shteyn, shlak va gazlar tarkibiga juda katta ta'sir ko'rsatadi. Bulardan tashqari, yoqilg'i va elektrenergiya sarfiga ham salmoqli ta'sir ko'rsatadi.

Misol o'rnida, Pirroten minerali quyidagi formulaga javob beradi $\text{Fe}_{12}\text{S}_{13}$ bu mineralni 1000°C gacha qizdirsak qu'yidagi sxema bo'yicha parchalanadi. $\text{Fe}_{12}\text{S}_{13} \rightarrow 12\text{FeS} + \text{S}$ Bundan ko'rinib turibdiki, faqatgina $1/13$ qism oltingugurt ajralib chiqishi mumkin, ya'ni 8%. Piritni (FeS_2) 1000°C qizdirish natijasida 50 % oltingugurt ajralishi ro'y beradi.



Bir qancha misli minerallarni eritish paytida 10—12% S yo'qoladi. Ayrim mis minerallari, erish jarayonida 25 % oltingugurtni yo'qotadi.

Oltingugurt bug'lari temirning yuqori oksidlari bilan quyidagicha reaksiyaga kiradi.



Agarda boyitma tarkibida korbanatlar uchrasa, unda ularni parchalash uchun ancha miqdordagi issiqlik miqdori talab qilinadi. Masalan, sanoatda keng ishlatiladigan flyuslardan biri CaO ni ko'radigan bo'lsak, u quyidagicha reaksiyaga kirishadi. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO}$

+ CO₂, 100 g oxakning parchalanishi uchun 42 kkal energiya talab qilinadi.

Bu shuni ko'rsatadiki, ya'ni 1t oxakni parchalash uchun 60 kg yoqilg'i yoki 488 kVt/soat elektr energiyasi talab qilinadi. Issiqlikdan foydalanish koeffitsiyentini inobatga oladigan bo'lsak uning qiymatini 0,33 deb qabul qiladigan bo'lsak, unda eritish uchun yoqilg'ining sarfi 3 marta oshadi. Biz tepada ko'rib chiqqan misollar natijalariga ko'ra shuni xulosa qilishimiz mumkin: metallurg shixtaning mineralogik tarkibini yaxshi bilishi kerak. Ilmiy tadqiqotlar natijasiga ko'ra hozirgi zamonoviy texnikalar mutaxassis va sanoat xodimlarga xom ashyo mineralogik tarkibini aniqlashning keng imkoniyatlarini ochib bermoqda. Bulardan birinchi navbatda aytishimiz o'rinli bo'lgan usul bu mikroskopiya. Buning natijasida yetarlicha ishonchli va sifatli Xom ashyo tarkibini aniqlash imkonini beradi. Xom ashyoning sifati to'g'risidagi ma'lumotni rentgenografik va elektronografik tadqiqotlar ham berishi mumkin. Minerallarning erituvchilarga nisbatan turlicha munosabatda bo'lishi natijasida mineralning tarkibini kimyoviy usullar yordamida aniqlash imkonini beradi. Masalan oksidlangan misli minerallarni, sulfat kislota va uning aralashmalarida eritish imkoni mavjud. Bunda sulfidli minerallar bu erituvchilarda erimaydi. Shu usullar yordamida mineralning tarkibidagi mis va boshqa moddalar miqdorini aniqlash mumkin. Boshqa turdagi minerallar tarkibini aniqlashda sianidlar ham qo'llaniladi, bu usulda mineralning tarkibida qancha xalkopirit va xalkozin miqdorlarini bilish imkonini beradi. Bu turdagi kimyoviy tadqiqotlar fazaviy yoki ratsional tahlil deb ataladi.

1.1-jadval

Minerallarning nomi va kimyoviy belgisi

	Kimyoviy simvoli	Mineral simvoli	Kimyoviy simvoli
Pirit:		Sfalerit	ZnS
Oddiy	FeS ₂	Galenit	PbS
Kobaltli	(Co, Fe)S ₂	Arsenopirit	FeAsS
nikelli (bravoit)	(Ni, Fe)S ₂	Anglezit	PbSO ₄
Pirrotin:		Magnetit	Fe ₃ O ₄
Geksagonal	Fe ₁₂ S ₁₃	Ferrit	MeO*Fe ₂ O ₃
Monoklin	Fe ₇ S ₈	Serusit	ZnCO ₃
Xalkopirit	CuFeS ₂	Smitsonit	ZnCO ₃
Kubanit	CuFe ₂ S ₃	Pentlandit	(Ni, Fe) ₉ S ₈ yoki (Ni, Fe)S ₂

Bornit	Cu_5FeS_4	Millerit	NiS
Xalkozin	Cu_2S	Gematit	Fe_2O_3
Kovellin	CuS		

Ko‘p hollarda, yuqorida qayd etilgan tahlillar kutilgan natijani bermasligi ham mumkin, ya’ni rudaning kimyoviy tarkibini bilsak-da, metallning qanday minerallar, birikmalar tarkibida mujassamligini yoki ajratib olish kerak bo‘lgan metallning fazali tarkibini bilish alohida ahamiyat kasb etadi. Xom ashyo yoki ruda tarkibidagi minerallar hamda birikmalarning va fazaviy tarkibini aniq bilishimiz esa metallurgiya jarayonini to‘g‘ri tanlashimizga va qaysi usul bilan uni qayta ishlab, eritib, iqtisodiy samara bera oladigan texnologiyani qo‘llashimizga imkon yaratadi. Shuningdek metallurgik hisob uning ratsional tarkibini hisoblash, ashyolar tengligini keltirib chiqarishda, rudaning fazali hamda mineralli tarkibini bilgan holdagina amalga oshiriladi.

Kumush, margumush, surma, oltin, va platinoid metallarning minerallari, oddiy hisoblashlarda hisobga olinmaydi. Hisoblashlarni olib borish uchun mineralning tarkibidan tashqari uni tashkil qiluvchi elementlarning atom massasi ham inobatga olinadi.

2.1. Mis xalkopirit-piritli mis boyitmaning ratsional tarkibini hisoblash

Hisoblashni hozir va keyinchalik ham 100 kg shixta bo‘yicha olib boramiz. Boyitmaning kimyoviy tarkibi: 18% Cu, 33% Fe, 37% S, 6% Zn, 4% SiO_2 , 1% Al_2O_3 , 1% boshqa elementlar. Asosiy minerallar: xalkopirit, pirit, pirrotin, sfalerit, silikatlar. Mineralning tarkibini juda katta aniqlikda analiz qilingan deb hisoblaymiz. Qolgan elementlarning miqdori jami 1% ni tashkil etadi. Bularning tarkibiga silikat hosil qiluvchilar ya’ni natriy, kaliy, yoki kalsiyalar ham kiradi.

Sfalerit tarkibidagi oltingugurtning miqdorini aniqlaymiz: $X_1 = 32,6 : 65 = 2,95$ kg. Bunga mos ravishda jami sfaleritning miqdori $6 + 2,95 = 8,95$ kg. Xalkopiritning tarkibidagi temir va oltingugurtning miqdorini topamiz: oltingugurtning miqdorini misga teng deb olamiz. Ya’ni 18 kg, temirning miqdori quyidagicha $X_2 = 56 \cdot 18 : 64 = 15,75$ kg.

Xalkopiritning miqdori quyidagicha $18 + 15,75 + 18 = 51,75$ kg.

Oltingugurt va temirning qoldiq miqdorlarini topamiz:

$$37 - 18 - 2,95 = 16,05 \text{ kg};$$

$$33 - 15,75 = 17,25 \text{ kg}.$$

Piritning tarkibidagi temirning miqdorini X_3 kg deb pirrotendagi temirni esa chiqqan sonlar farqi bo'yicha topiladi, ya'ni $17,25 - X_3$ kg. Pirit bilan bog'langan oltingugurtning miqdori quyidagiga teng $X_3 \cdot 64 : 56$, pirrotinda esa $(17,25 - X_3) \cdot (32 \cdot 8) : (56 \cdot 7)$ kg (bu yerda, pirrotin monoklin shaklda bo'ladi va u Fe_7S_8 formulaga to'g'ri keladi). Qolgan oltingugurtning miqdori: $X_3 \cdot 64 : 56 + (17,25 - X_3) (32 \cdot 8) : (56 \cdot 7) = 16,05 \text{ kg}$.

Bu tenglamani yechgan holda quyidagi sonni topamiz $X_3 - 9,77 \text{ kg}$. Bu yerda piritning miqdori 20,93 kg ga teng, pirrotinniki esa 12,37 kg. Hisoblashlar natijasida olingan ma'lumotlarni 2.1 - jadvalga kiritamiz.

2.1-jadval

Mis boyitmasining ratsional tarkibi, %

Minerallarning nomlanishi	Cu	Fe	S	Zn	Bo'sh jins	Jami
Xalkopirit	18	15,75	18,0	-	-	51,75
Pirit	-	9,77	11,16	-	-	20,93
Pirrotin	-	7,48	4,89	-	-	12,37
Sfalerit	-	-	2,95	6,0	-	8,95
Jins	-	-	-	-	6,0	6,0
Jami	18	33,00	0			

3. Boy mis boyitmalarining ratsional tarkibini hisoblash

Boyitmaning kimyoviy tarkibi: 38% Su, 7% Fe, 12% S, 43% silikat va kvars. Asosiy minerallar: bornit va xalkozin; bulardan tashqari xalkopirit, sfalerit va galenitlar.

Bornit tarkibida X kg mis bog'langan va, bunga mos ravishda xalkozindagi oltingugurtning miqdori $38 - X$ kgni tashkil qiladi. Bornitning tarkibidagi oltingugurt miqdori $X128 : 320 = 0,4 X$, xalkozinning tarkibidagi oltingugurtning miqdori $(38 - X) 32 : 128 = (38 - X) 1/4 \text{ kg}$. Bu sonlarning yig'indi qiymati 12 kg. ni tashkil qiladi.

Tepadagi sonlarni inobatga olgan holda quyidagi tenglamani tuzamiz.

$$0,4X + (38 - X) \cdot 1/4 = 12; \quad X = 16,67 \text{ kg.}$$

Xalkozinning tarkibidagi misning miqdori $38 - 16,67 = 21,33 \text{ kg}$. Bu yerda bornit va xalkozinning formulalari bo'yicha ularning massalarini topamiz: bornit uchun $16,67 \text{ (mis)} + 2,92 \text{ (temir)} + 6,67 \text{ (oltingugurt)} = 26,26 \text{ (jami), kg}$, xalkozin uchun $21,33 + 5,33 = 26,66 \text{ kg}$.

Qolgan $7,0 - 2,92 = 4,08 \text{ kg}$ temir, oksid va silikat ko'rinishda bo'ladi. Hisoblash natijasida olingan sonlarni 2.2 - jadvalga kiritiladi.

3.1-jadval

Boy mis boyitmasining ratsional tarkibi, %

Minerallarning nomlanishi	Cu	Fe	S	Jins	Jami
Bornit	16,67	2,92	6,67	-	26,26
Xalkozin	21,33	-	5,33	-	26,66
Temir oksidlari	-	4,08	-	-	4,08
Jins	-	-	-	43,00	43,00
Jami	38,0	7,0	12,00	43,0	100,00

3.1. Desulfurizatsiya darajasi va shteyn tarkibini hisoblash

Mis boyitmalarini qayta ishlab shteyn olish usullaridan yallig' eritish jarayoni mis ishlab chiqarishda yetakchi o'rinlarda turadi. Buni quyidagicha izohlasa bo'ladi, ya'ni jarayonning oddiyligi va iqtisodiy samaraliligi tufayli bu usul ishlab chiqarishda keng miqyosda qo'llanilmoqda.

Yallig' eritishning asosiy kamchiligi – desulfurizatsiya jarayonini boshqarishning imkoni yo'qilg'i va katta hajmda chiquvchi gazlarning ajralishi. Yoqilg'i ko'p sarflanishi, chiqindi, oqova gazning to'g'ri ochiq havoga chiqarib yuborilishi va oqova gazni sulfat kislotasi olish uchun ishlatib bo'lmaydi, sababi tarkibida sulfid angidridi (SO_2) 1,0-2,0% gacha bo'ladi.

Hozirgi kunga kelib tabiatni muhofaza qilish maqsadida va atrof muhitga chiqarilayotgan turli chiqindilar va zaharli gazlar miqdorining ko'payishining oldini olish maqsadida, butun jahon olimlari, yallig' eritish o'rniga boyitmalarni elektr eritish, muallaq holda eritish yoki ularni konvertorlarda eritish masalalarini o'rganmoqdalar.

Quyidagi berilgan tarkib bo'yicha boyitmani eritish jarayonida hosil bo'ladigan shlakning tarkibini, miqdorini va desulfurizatsiya darajasini aniqlashimiz lozim: Cu - 20,0%, S - 34,3%, Fe - 29,2%, SiO₂ - 13,8%, Al₂O₃ - 1,0%, CaO - 0,7%, boshqalar - 1%.

Hisoblashni quruq 100 kg boyitma bo'yicha olib boramiz.

Bajarilayotgan hisoblashda faqatgina boyitmaning xususiyatlari va boyitmaning ratsional tarkibini hisoblashdagi natijalarini bilgan holda olib boramiz.

Boyitmaning tarkibida mis xalkopirit va kovelin minerallarida 9:1 nisbatda uchraydi. Temir piritning tarkibida va CaO-ohak holida uchraydi.

3.2-jadval

Mis boyitmasining ratsional tarkibi, %

Minerallar	Cu	S	Fe	Jami
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
Boshqalar	-	-	-	0,45
Jami:	20,0	34,3	29,2	100,00

Desulfurizatsiy qattiq shixtalar va pechga qo'yiladigan suyuq konvertors hlaklaridagi sulfidlarning kislorod bilan dissotsatsiyalanishi oqibatida sodir bo'ladi. Bizning sharoitda qattiq shixtaning tarkibida kislorod ishtirok etmaydi. Sulfidlarning oksidlanishi faqatgina suyuq konvertor shlakidagi kislorod evaziga sodir bo'ladi.

Konvertor shlaklaridagi sulfidlarning kislorodsiz oksidlanishidagi desulfurizatsiya darajasini va shteyn tarkibini aniqlash.. Boyitma tarkibining ratsional tarkibiga asosan dissotsiatsiyalanish oqibatida ajralgan oltingugurtning miqdorini aniqlaymiz. (kg):

Quyidagi reaksiya bo'yicha $2\text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{S}$ 25% S ajralib chiqadi, uning miqdori

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

piritning parchalanishi $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{FeS} + \text{S}$ 50% S ajralib chiqadi, uning miqdori:

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

reaksiya bo'yicha $2\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} + \text{S}$ 50% S ajralib chiqadi, unda

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

Jami ajralgan oltingugurtning miqdori. $4,5 + 7,6 + 0,5 = 12,6 \text{ kg}$.

Shteynga o'tgan oltingugurtning miqdori $34,3 - 12,6 = 21,7 \text{ kg}$, desulfurizatsiya darajasi esa quyidagiga teng:

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

Xom ashyo boyitmalarini eritishda shteynga misning o'tishi amaliyotdagi ko'rsatkichlar bo'yicha hisoblaydigan bo'lsak, u holda bu qiymat 96-98% ni tashkil etadi. Boyitmadan shteynga o'tgan misning miqdori quyidagicha:

$$20 \cdot 0,98 = 19,6 \text{ kg}.$$

Shteynda shuncha miqdordagi mis quyidagi miqdordagi oltingugurt bilan birikadi:

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

Shteyndagi qolgan oltingugurt temir bilan birikadi:

$$21,7 - 4,94 = 16,76 \text{ kg}$$

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

Bunday hollarda boyitmada barcha temir miqdori shteynning tarkibiga o'tadi.

Ishlab chiqarish zavodlarida shteynning miqdoridagi oltingugurtning miqdori 23 - 27% orasidagi qiymatni tashkil etadi. Hozirgi hisobotimiz uchun biz 25% deb olamiz (V. Ya. Mostovich qoidasi). Bunda shteynning chiqishi quyidagiga teng:

$$21,7 : 0,25 = 86,8 \text{ kg} ,$$

Shteynning tarkibidagi misning miqdori:

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

B. P. Nedved ma'lumotlari bo'yicha boyitma tarkibidagi misning miqdori bizning misolimizdagidek bo'lsa, unda 5.2% kislorod konvertor shlakidan Fe_3O_4 shaklidagi temir bilan birikadi.

Yuqoridagi ma'lumotlar asosida biz quyidagi dastlabki shteynning tarkibini aniqlaymiz:

	%	kg		%	kg
Cu.....	22,6	19,6	O ₂	5,2	4,5
S.....	25,0	21,7	Fe.....	47,2	41,0

Konvertor shlakidan shteyn tarkibiga o'tgan temirning miqdori

$$41 - 29,2 = 11,8 \text{ kg.}$$

Konvertor shlakidagi magnetet bilan birikkan kislorodning miqdorini aniqlash uchun konvertor shlakining tarkibini bilish lozim: Cu -3%, SiO₂ - 23%, Fe - 48%, Al₂O₃ - 6,1%, O₂ - 15,2%, S - 1,4%, boshqalar - 3,3%. Keladigan konvertor shlakining miqdori:

$$41 : 0,48 = 85,4 \text{ kg.}$$

Konvertor shlakidagi magnetitning miqdorini kislorodning temirga nisbatligi bo'yicha aniqlaymiz.

$$\begin{aligned}\text{FeOda } \text{O}_2 : \text{Fe} &= 16 : 55,85 = 0,286 \text{ kg;} \\ \text{Fe}_3\text{O}_4\text{da } \text{O}_2 : \text{Fe} &= 64 : 167,55 = 0,382 \text{ kg;} \\ \text{Bizning shlakda } \text{O}_2 : \text{Fe} &= 15,2 : 48 = 0,323 \text{ kg.}\end{aligned}$$

Olingan qiymatlardan quyidagi tenglamani tuzamiz.

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

bu yerda X — FeO ko'rinishda bog'langan temirning miqdori, $(48 - X)$ esa — Fe_3O_4 ko'rinishda bog'langan temirning miqdori.

Tenglamani yechgan holda, $X = 32,8$ ga tengligini topamiz. Shuncha miqdordagi temir bilan bog'langan kislorodning miqdori.

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

Fe₃O₄ dagi temir miqdori

$$48 - 32,8 = 15,20 \text{ kg}$$

Undagi kislorodning miqdori

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

Konvertor shlakidagi jami magnetitning miqdori:

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

Konvertor shlaki bilan keladigan magnetitning miqdori:

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

Amaliy jihatdan u to'liqligicha shteynning tarkibiga o'tadi. Kamroq miqdordagi oltingugurt pech kladkalari orasidan kiruvchi havo bilan oksidlanadi. Dissotsialanishni ham inobatga olgan holda gazlar tarkibiga o'tgan jami oltingugurt miqdori:

$$0,80 + 12,6 = 13,40 \text{ kg,}$$

Eritish paytida desulfurizatsiya darajasi quyidagicha qiymatni tashkil etadi.

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

shu jumladan 0,8 kg, yoki 2,5% ga yaqini sulfidlarning, oksidlanishi hisobiga.

Yallig' qaytaruvchi pechlarda konvertor shlaklaridan misni ajratib olish darajasi 85% ni tashkil etadi. Ya'ni shuncha mis konvertor shlakidan shteynning tarkibiga o'tadi. (bu qiymat amaliy jihatdan isbotlangan):

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

Oltingugurt mis bilan shteynning tarkibida Cu_2S ko‘rinishda uchraydi:

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

Konvertor shlakidan shteyn tarkibiga o‘tgan oltingugurt:

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

$$\text{mis } 19,6 + 2,2 = 21,8 \text{ kg.}$$

Xom ashyo shixtalarini konvertor shlaki qo‘shib eritishda shteynning tarkibi quyidagicha:

	Kg	%		kg	%
Cu.....	21,8	31.71	Fe.....	41,0	59.6
S.....	1,45	2.11	O ₂	4,5	6.5

Hisoblashlar shuni korsatmoqdaki, yallig‘ qaytaruvchi pechlarda boyitmalarni konvertor shlaki bilan qo‘shib eritishda shteynning tarkibiga faqatgina boyitma tarkibidagi temir o‘tmasdan, balki konvertor shlaklari bilan ham temir magnetit holida o‘tadi. Buning oqibatida temir pech va konvertor orasida doimiy ravishda aylanishiga sabab bo‘ladi.

3.2. Belgilangan shlak tarkibiga eritishni olib borishda flyusmiqdorini hisoblash

Oldingi hisoblashlardan olingan boyitmani eritish uchun zarur bo‘lgan ohakning miqdorini topamiz. Tarkibida 8% CaO mavjud bo‘lgan chiqindi shlaki ustida eritish olib boriladi. Pechga konvertor shlaki suyuq holda quyiladi.

Hisobot uchun shteyndagi barcha temirning miqdori konvertor shlaki tarkibiga o‘tadi deb hisolaymiz, bunda chiqish 100 kg boyitmaga 85.4 kg ni tashkil etadi. Shlakning tarkibini aniqlash uchun eritishning dastlabki balansini tuzamiz (3.2-jadval).

3.2.-jadvaldan ko‘rinib turibdiki (Shlakning tarkibidagi barcha temir FeO shaklida uchraydi deb hisoblaymiz), bunda kislorodning yetishmovchiligi 0,7 kg ni tashkil etadi. Bu qiymatdan ko‘rinib

turibdiki, eritish jarayoni to'liq o'tishi uchun (0,4%), kislorod yetmaydi. Bundan tashqari ahamiyatga ega tomoni shundaki, shlak tarkibidagi temirning bir qismi kislorod bilan emas, balki oltingugurt bilan bog'langan bo'ladi. Bu hisobotni soddalashtirishda ancha qo'l keladi.

Bu balansdan xulosa qilgan holda dastlabki shlakning tarkibini aniqlaymiz. $\text{FeO} = 29,2 : 55,85 \cdot 71,85 = 37,6 \text{ kg}$.

Flyusning ishtirokisiz shlakning tarkibi:

Kg	%	kg	%
FeO.....37,6	45,4	Cu..... 0,5	0,6
SiO ₂33,4	40,3	S..... 0,65	0,8
CaO.....0,7	0,8	Boshqalar... 3,8	4,6
Al ₂ O ₃6,2	7,5		

Shlakning zichligini kamaytirish va undagi mis miqdorini kamaytirish uchun shixtaga tarkibida 8% CaO bo'lgan konvertor shlaki qo'shiladi. Yetmaganiga flyus sifatida ohak qo'shiladi. Amaliyotda odatga ko'ra shlakning tarkibidagi birikmalarning yig'indi miqdori $\text{FeO} + \text{CaO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ 93—96% ni tashkil etadi. Bizning hisobotimiz uchun bu qiymatni 95% deb olamiz., Unda bu yig'indi qiymat CaO ishtirokisiz $\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 = 87\%$ tashkil etadi.

Shixtaga qo'shiladigan flyus sifatida quyidagi tarkibli 50% CaO, 40% SO₂ 9% , SiO₂, 1% boshqa moddalar X miqdorda ohak olinadi.

Unda bu nisbatlik bo'yicha quyidagi tenglamani tuzamiz. $(\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) : \text{CaO} = 87 : 8$

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

Bu tenglamadan kerakli qiymatni topamiz: $X = 13,0 \text{ kg}$.

Unda CaO 6,50 kg, SiO₂ 1,2 kg, SO₂ 5,20 kg. boshqa moddalar 0,1 kg. Shlak va flyusning jami $\text{FeO} + \text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ yig'indi miqdori 85,50 kg ni tashkil etadi. Shlakning chiqishi esa 90,45 kg.ga teng bo'ladi.

Yuqoridagi hisobotlarga asosan chiqindi shlak tarkibini aniqlaymiz:

Kg	%	kg	%
FeO.....37,6	41,6	Cu0,3	0,3
SiO ₂34,6	38,2	S.....0,65	0,7

CaO.....	7,2	8,0	Boshqalar...	3,9	4,4
Al ₂ O ₃	6,2	6,8			

Olingan ma'lumotlar asosida, boyitmalarni konvertor shlaki va flyus bilan eritish jarayonining material balansini tuzamiz. Biz ko'rib chiqayotgan misolimizdagidek o'xshash tarkibli boyitmani qayta ishlash natijasida shlakning tarkibidagi misning miqdori 0,4% dan oshmaydi. Buni inobatga olgan holda bu qiymatni biz 0,3%, deb qabul qilamiz.

3.3-jadval

Flyussiz, ammo konvertor shlaki bilan eritish jarayonining dastlabki balansi, kg

Material balansini	Jami	Shu jumladan							
		Cu	S	Fe	Si O ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	boshq alar
Yuklandi: Boyitma	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-	1,0
Konvertor shlak	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0	2,8
Jami:	185,4	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,0	3,8
Olindi: Shteyn	88,75	21,8	21,45	41,0	-	-	-	4,5	-
Shlak	82,85	0,5	0,65	29,2	33,4	0,7	6,2	8,4	3,8
Gazlar	14,5	0,3	13,4	-	-	-	-	0,8	-
Jami:	186,1	22,6	35,5	70,2	33,4	0,7	6,2	13,7	3,8

Yetishmovchiligi 0,7 kg.

3.4-jadval

Xom ashyo boyitmasi, quyuladigan konvertor shlaki va flyus qo'shimchasi bilan eritish jarayonining material balansi (quruq massa bo'yicha), kg

Material balans	Jami	Shu jumladan								
		Cu	S	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	O ₂	CO ₂	boshq alar

Yuklandi:										
Boyitma	100	20,0	34,3	29,2	13,8	0,7	1,0	-		1,0
Oxak	13,0	-	-	-	1,2	6,50	-	-	5,20	0,1
konvertor	85,4	2,6	1,2	41,0	19,6	-	5,2	13,0		2,8
shlaki										
Jami:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9
Olindi:										
Shteyn	88,95	22,0	21,45	41,0	-	-	-	4,5		-
Shlak	90,45	0,3	0,65	29,2	34,6	7,20	6,2	8,4		3,9
Gazlar	19,00	0,3	13,4	-	-	-	-	0,1	5,20	-
Jami:	198,4	22,6	35,5	70,2	34,6	7,20	6,2	13,0	5,20	3,9

Quyidagi tuzilgan balansdan konvertor shlakidagi kislorodli boyitma tarkibidagi oltingugurti oksidlash uchun foydalanilmaydi.

4. Sulfidli mis boyitmasini yallig‘-qaytaruvchi pechda eritishning material balansini hisoblash

Pechdagi gazlarning haqiqiy zichligi, $\omega t = 7$ m/sek deb qabul qilamiz. Xom shixtani eritishda yallig‘ qaytaruvchi pechning nisbiy ishlab chiqarishi $2-4,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$ sutka oralig‘ida bo‘ladi.

Pechni eni $B = 8 \text{ m}$ deb olamiz. Shunda pechnining bo‘yi $\frac{240}{8} = 30 \text{ m}$ bo‘ladi. Pechning balandlik o‘lchamlari quyidagicha $h=4.1\text{m}$, $h_2=0.1\text{m}$, $h_3=1.8\text{m}$, $h_4=10\text{m}$, $B=0.8\text{m}$ deb qabul qilamiz. Pechning umumiy balandligi:

$$H=4.8+0.1+1.8+1=7.7\text{m}$$

Pechning tavsiya qilinadigan issiqlik sarfini soat deb olamiz. V_0 – pechga uzatilgan gazlarning miqdori. 1m^3 gazda $\frac{798.15}{100} = 7.9815 \text{ m}^3$

Pechning balandligi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$h=0.1, b=0.1, B=0.8\text{m}^3$$

$$h_2=X_0\left(\frac{1+Bt_{\text{gaz}}}{267}\right) - \frac{(0.25 \cdot 8^2 - 22 \cdot 0.66 \cdot 8)}{8} = 0.1\text{m}$$

$$h_3=\frac{B-3}{2} + 2t = \frac{8-3}{2} \text{ tg}30^\circ = 1.7\text{m}$$

$h_4=1.0\text{m}$ pechning umumiy balandligi.

$$H=0.8+0.1+1.7+1.0=3.6m$$

Pechning enini quyidagi formula orqali topiladi:

$$B=1.67 \cos 30^0 \cdot \frac{1400 \cdot 124.36}{24 \cdot 31 \cdot 35} = 3 \cos 30^0 + 3 = 8m$$

Pechning uzunligini hisoblaymiz.

$$h = \frac{5450 \cdot Q_n \cdot \omega t}{2 \cdot V_1 (1 + t_{gaz})} \cdot 5450 \frac{8397.7}{130000 \cdot 798 \left(1 + \frac{1400}{275}\right)} = 30m$$

Shlakning pechda bo'lishi vaqtiga qarab, vannaning shlakli bo'limining zichligini tekshiramiz.

1 sutkada pechda hosil bo'ladigan shlakning miqdori.

$$A_1 = \frac{1400 \cdot 83.18}{0.1 \cdot 100} = 1662.9 m/sutka$$

Yallig' qaytaruvchi pechning chiqindi shlak og'irligi 3-4 T/m³ ga o'zgarib turadi.

$$V_{II} = \frac{1}{3.5} = 0.286 m^3/T$$

Shlakning vanna bo'limining zichligi:

$$V_{van} = \frac{A_1 \cdot V_{ud} \cdot \Sigma}{24} = \frac{1862.4 \cdot 0.286 \cdot 10}{24} = 146.5$$

Loyihalashtirilgan pechning umumiy maydonni 350m³. Shlakning qalinligi:

$$\frac{196.5}{250} = 0.78m$$

Hisoblangan pechning o'lchamlarini va issiqlik sig'imini hisobga olgan holda pechning o'lchami quyidagi formula orqali topiladi:

$$\frac{A = 4.67 \cdot \Sigma \left[\left(1 + \frac{12}{100} \right) 4 \left(\frac{1m}{100} \right)^4 \right] (Fm + Fb)}{q_{erish}}$$

Bunda F_m va F_b samarali yuza issiqlik almashinuvida ishlatiladigan shixtalar va vannalar quyidagi formula orqali topiladi:

$$\left(\frac{2 \cdot 17}{\sin 30^\circ} + 8 - 2 \cdot 17 \operatorname{ctg} 30^\circ \right) \cdot 229 \text{ m}^2$$

$$\frac{A = 4.67 \cdot 0.5 \left[\left(1 + \frac{1400 + 273}{100} \right) 4 \left(\frac{25 - 273}{100} \right)^4 (229 + 24) \right]}{q_{erish} 174123.6} = 1400 \text{ t/c}$$

Pechning quyidagi o'lchamlar bo'yicha ishlab chiqarishi $\frac{1400}{31.8} = 6 \text{ t/m}^2$ sutkani tashkil qiladi.

Trubalarning reginratori maydoni va issiqlik almashinuvi orqali gaz chiqindisining to'siqlari, temperatura oraliqlari $t=100^0-300^0$

$a=1.15 \cdot 10 \cdot 0.3113 \cdot (420 \cdot 20)=1793(207-0.34370)=1440 \text{ kkl}.$
 Rekuperatorga chiqish gazlarning temperaturasi – $600^0 \text{ C}.$
 Issiqlik sig'imi va gazlisi kcal/nm^2 ni tashkil qiladi.

$$\text{IO}_2 - 0.488 : \text{SO}_2 - 0.505 : \text{H}_2\text{O} - 0.386 : \text{O}_2 - 0.338 \\ \text{N}_2 - 320 : \text{havo} - 0.324.$$

$$C_g^{gip} = \frac{0.488 \cdot 15.14 + 0.505 \cdot 0.97 + 0.386 \cdot 0.57 + 0.338 \cdot 1.73 + 0.32 \cdot 75.44 + 0.34 \cdot 10}{10} = 0.352 \text{ kkal/nm}^2$$

$$L_c^{\text{chiq}} = \frac{207}{0.352} = 540^0$$

$$F = \frac{Q}{n \cdot \Delta t e}$$

Bunda Q – issiqlik yuzasida o'tkaziladigan gazlardan o'tadigan issiqlikning miqdori $\text{kcal/soat}.$

$$\Delta t_{er}(t_g^{chiq} - t_6^{chiq})(t_6^{chiq} - t_q^{chiq}) = (590-20)(420-370)=214^0\text{ C}$$

$$2.3 \lg = \frac{t_g^{chiq} - t_6^{chiq}}{t_6^{chiq} - t_q^{chiq}}$$

$$2.3 \lg = \frac{590-20}{420-370}$$

$$Q = Q \cdot 3600 = 1440 \cdot 3600 = 3566433.5 \text{ kkal/soat}$$

$$V = \frac{3566433.5}{15 \cdot 214} = 1200$$

$$\text{Ya'ni } V=1200\text{m}^3.$$

4.1. Yallig qaytaruvchi pechda eritishda yoqilg'ining sarfini va chiqindi gazlarning tarkibini hisoblash.

Yallig' qaytaruvchi eritishda yoqilg'i sifatida kukunsimon ko'mir, mazut yoki tabiiy gaz ishlatiladi. Yoqilg'ilarni yoqish boyitilgan kislorod bilan puflash natijasida ro'y beradi. Issiqlik sarfini kamaytirish maqsadida pechdan chiqayotgan gazlarning issiqligidan foydalaniladigan rekuperatorlarda pechga berilishi kerak bo'lgan kislorodga boy havoni 200 - 400° C gacha qizdirib beriladi.

Kislorodga boyitilgan havoning tarkibida kislorodning miqdori 24 - 30% ni tashkil etadi. Havoli puflash bilan kislorodga boyitilgan havoli puflashni taqqoslasak unda 1,15 - 1,25% yoqilg'i sarfining kamayishini ko'ramiz.

Shixtani eritish davrida yoqilg'ining sarfi uning erish sharoitlariga ham bog'liq bo'ladi.

Turli xil tarkibli 1kg shixtani eritish uchun kerakli issiqlikning miqdori, agar issiqlikdan foydalanish ko'rsatkichini 100% deb olsak, unda 250 dan 600 gacha kkal issiqlik sarflanadi.

Tabiiy gaz yonishining hisobi

Xom ashyo shixtalarini eritishda tabiiy gazning sarfi va tarkibini, hamda chiquvchi gazlarning miqdorini hisoblashimiz kerak. Tabiiy

gazning kimyoviy tarkibi quyidagicha: H_2S - 0,17%, CO_2 - 0,7%, CH_4 - 88,5%, C_2H_6 - 6,17%, N_2 - 4,46%. Eritish paytida dissotsiatsiyalanish hisobiga 100 kg shixtadan 10.7 kg erkin oltingugurt ajralib chiqadi. Hisobotni 100 kg shixta bo'yicha olib boramiz. Gazning yonish issiqligini topamiz. Uni hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

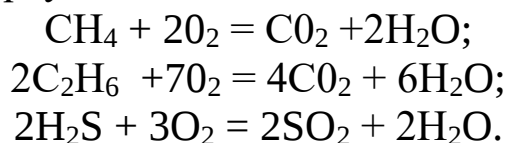
$$Q_u^p = 30,21\text{CO} + 25,81\text{H}_2 + 85,89\text{CH}_4 + 142,86\text{C}_2\text{H}_4 + 170\text{C}_2\text{H}_6 + 55,34\text{H}_2\text{S}.$$

Bizning gaz tarkibi bo'yicha kerakli sonlarni topamiz.

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

Havoning miqdorini va chiquvchi gazlarning hajmi, hamda tarkibini aniqlash uchun havoning ortiqchalik koeffitsiyentini $\alpha = 1,1$ deb qabul qilamiz.

Quyidagi reaksiyalar borishi uchun kerak bo'ladigan havning miqdorini nazariy aniqlaymiz:



100 m³ tabiiy gazning yonishi uchun kerak bo'ladigan kislorodning miqdori, m³:

$$\begin{aligned}\text{CH}_4 \text{ yonishi uchun} &\dots\dots\dots 100 \cdot 0,885 \cdot 2 = 177 \\ \text{C}_2\text{H}_6 \text{ yonishi uchun} &\dots\dots\dots (100 \cdot 0,0617 \cdot 7) : 2 = 21,6 \\ \text{H}_2\text{S yonishi uchun} &\dots\dots\dots (100 \cdot 0,0017 \cdot 3) : 2 = 0,26\end{aligned}$$

Jami kerak bo'ladigan kislorod miqdori 198,86 m³. Albatta havoning tarkibiga azot ham kirishi hammaga ma'lum:

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

100 m³ gazni yoqish uchun keak bo'ladigan havoning nazariy sarfi:

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

Yoqilg'ini yonishi natijasida hosil bo'ladigan gazlarning nazariy sarfi, m³:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \dots & 0,7 + 0,885 \cdot 100 + 0,0617 \cdot 100 \cdot 2 = 101,54 \\ \text{H}_2\text{O} \dots & 0,885 \cdot 100,0 \cdot 2 + 0,0617 \cdot 100,0 \cdot 3 + 0,0017 \cdot 100 = 195,67 \\ \text{SO}_2 \dots & 0,0017 \cdot 100,0 = 0,20 \\ \text{N}_2 \dots & 4,46 + 748,10 = 752,56, \end{aligned}$$

Erkin oltingugurtni yoqish uchun quyidagi miqdorda kislorod talab qilinadi:

$$12,6 \text{ kg} = (12,6 \cdot 22,4) : 32 = 8,80 \text{ m}^3.$$

Havoning tarkibida azot borligini inobatga oladigan bo'lsak, unda kislorod bilan keladigan azotning miqdori.

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

Havoning ortiqcha sarflanish koeffitsiyentini $\alpha = 1,1$ inobatga oladigan bo'lsak. Jami kerak bo'ladigan kislorodning miqdori:

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

bunga mos ravishda kislorod bilan keladigan azot miqdori:

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

Jami havo miqdori:

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

Havoning ortiqchalik sarfi inobatga olgan holda pechdan chiqayotgan gazlar tarkibi quyidagicha. Ammo bu gazlar tarkibida shixta gazlari inobatga olinmagan.

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

4.1. Sulfidli mis boyitmasini yallig'-qaytaruvchi pechda eritishning issiqlik balansini hisoblash

Eritish jarayonining issiqlik balansini tuzish uchun quyidagilarni qabul qilamiz. Chiqayotgan gazlar harorati 1300, shteyn harorati 1150, chiqindi shlaklarining harorati 1280 ga teng deb olamiz. Hisoblashni 100kg boyitma bo'yicha olib boramiz. Tuzilgan material balansga mos ravishda (7 jadval), 100kg boyitmaga 13.0 kg ohak beriladi. Buni inobatga olsak, shixtaning umumiy massasi 113 kg ni tashkil qiladi. Bu shixtaning massasi quruq o'lchangan. Shixta tarkibida 5 % nam bo'lsa, unda shixtaning umumiy massasi:

$$113,0 : 0,95 = 118,9 \text{ kg.}$$

Shuncha miqdordagi shixtani eritish uchun sarflanadigan gaz hajmi $X \text{ m}^3$.

$\alpha = 1,1$ ni inobatga olgan holda 1 m^3 gazni yoqish uchun kerak bo'ladigan havo miqdorini topamiz:

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

Gaz tarkibiga shixtadagi suv bug'i, ohakning parchalanishidan ajralgan uglerod 4 oksidi hamda oltingugurtning oksidlanishi tufayli ajraladigan gaz o'tadi. Bu gazlarning miqdorlari quyidagicha:

	kg	m^3
SO 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

Chiqayotgan gazlar tarkibi, m^3 :

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

Issiqlik kelishi

1. Qattiq shixtalarning fizik issiqligi. Shixtaning issiqlik sig'imini aniqlash uchun shixtani tashkil qiluvchi asosiy komponentlarning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini aniqlash zarur.

Bu qiymat boyitmaning ratsional tarkibini hisoblashda aniqlanadi. Komponentlarning quyidagi issiqlik sig'irlarini qabul qilamiz, kkal/(kg • °C):

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

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

$$C_{\text{yo}}^{\text{ep}} = \frac{52 \cdot 0,1310 + 28,5 \cdot 0,1284 + 15,0 \cdot 0,2174 + 13,00 \cdot 0,2005}{52 + 28,5 + 15,0 + 13,00} = 0,151 \text{ kkal/(kg} \cdot \text{°C)}.$$

Boshqa komponentlarning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imini shixtani tashkil etuvchi asosiy komponentlarining solishtirma issiqlik sig'imiga o'xshash qabul qilamiz. 25 ° C da shixta bilan keladigan issiqlik miqdori, $118,9 \cdot 0,151 \cdot 25 = 448,8$ kkalni tashkil qiladi.

2. Suyuq konvertor shlakining fizik issiqligi. Suyuq konvertor shlakining harorati 1150° C ga teng. Bu haroratda shlakning entalpiya qiymati 325 kkal/kgni tashkil qiladi. Konvertor shlaki bilan keladigan issiqlik miqdori, $325 \cdot 85,4 = 27755,0$ kkal ni tashkil qiladi.

3. Havoning issiqlik miqdori. Gaz yoqish uchun beriladigan havoning harorati 30° C, uning issiqlik sig'imi 0,31 kkal/(m³ · °C). Bunga mos ravishda havo bilan keladigan issiqlik miqdori quyidagiga teng bo'ladi:

$$X10,88 \cdot 30 \cdot 0,31 = 101,2X \text{ kkal.}$$

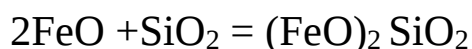
4. Tabiiy gazning yonishi orqali keladigan issiqlik miqdori:

$$X8659,6 = 8659,6X \text{ kkal.}$$

5. Oltingugurt oksidlanishi orqali keladigan issiqlik miqdori.

$$13,4 \cdot 2217 = 29707,8 \text{ kkal.}$$

6. Temir va ohakning shlaklanishi orqali ajraladigan issiqlik miqdori. Chiqindi shlak tarkibidagi hamma FeO, SiO₂ bilan bog'langan deb hisoblaymiz.



Chiqindi shlak tarkibida 37,6 kg FeO mavjud u bilan bog'langan SiO₂ miqdorini topamiz:

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

Konvertor shlaki bilan 18,9 kg SiO₂ keladi. Bunday holatda pech ichida temir shlaklanishi sodir bo‘ladi. Ohak bilan kremniy kislotasi quyidagicha reaksiyaga kirishadi:



1 kg CaO reaksiyaga kirishishi natijasida 384 kkal issiqlik ajralib chiqadi. Bu bilan keladigan issiqlik miqdori:

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

7. Endotermik reaksiyalar orqali sarflanadigan issiqlik miqdori.

1 molerkin oltingugurt hosil bo‘lishi uchun 20 kkal sarf bo‘ladi. Issiqlik sarfi quyidagiga teng bo‘ladi.

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

Ohakning parchalanishi uchun kerak bo‘ladigan issiqlik miqdori
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 - 42498 \text{ kkal}$ talab qilinadi:

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

Jami kelayotgan issiqlik miqdori:

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

Issiqlik sarflanishi

1. 1180° C da shteynning fizik issiqligi:

$$88,15 \cdot 0,22 \cdot 1180 = 22883,7 \text{ kkal.}$$

2. 1280° C da chiqayotgan shlakning fizik issiqligi:

$$90,45 \cdot 0,29 \cdot 1280 = 33575 \text{ kkal.}$$

3. 1300° C da chiqayotgan gazlarning issiqligi, kkal:

$$\begin{aligned}
 \text{CO}_2 & \dots\dots\dots 2,6 \cdot 714,7 + 1,015 \cdot X \cdot 714,7 = 1852,2 + 725,4X \\
 \text{H}_2\text{O} & \dots\dots\dots 7,4 \cdot 555,7 + 1,96 \cdot X \cdot 555,7 = 4112,2 + 1089,2X \\
 \text{SO}_2 & \dots\dots\dots 9,36 \cdot 715,3 + 0,002 \cdot X \cdot 715,3 = 6695,2 + 14X \\
 \text{N}_2 & \dots\dots\dots 8,63 \cdot X \cdot 444,9 = 3832,6X \\
 \text{O}_2 & \dots\dots\dots 0,210 \cdot 470,5X = 98,8X \\
 \text{Jami:} & \dots\dots\dots 12659,6 + 5757,4X \text{ kkal}
 \end{aligned}$$

4. G'ishtlar orqali va pechning zich bo'lmagan qismi orqali issiqlikning yo'qolishini kelayotgan issiqlik miqdorining 12 % deb qabul qilamiz:

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

Jami issiqlikning sarfi:

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

Issiqlikning kelishi va uning sarflanishi qiymatlarini bilib, undan quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$\begin{aligned}
 46782,9 + 8760,8X &= 75582,3 + 6808,7X ; \\
 28799,4 \text{ kkal} &= 1952,1X.
 \end{aligned}$$

Bunga mos ravishda tabiiy gazning sarfi:

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

Olingan ma'lumotlarni 4.1 - jadvalga kiritamiz.

4.1-jadval

Yallig' eritishning issiqlik balansi

Issiqlik kelishi			Issiqlik sarflanishi		
Balans kattaliklari	kkal	%	Balans kattaliklari	kkal	%

Shixta	448,8	0,3	Shteyn.....	22 883,7	13,3
Konvertor shlak	27755	16,1	Chiqindi shlak	33575	19,5
Havo	1446,1	0,8	Chiqindi gazlar	94933,5	55,2
Kimyoviy reaksiyalar	18579, 1	10,8	Pechning g'ishtlari va zich bo'lmagan qismlari orqali	20616	12,0
Tabiiy gazning yonishi	12374 5	72,0			
Jami	171 974	100	Jami	172 008	100

Issiqlikning kelishi va uning sarflanishidagi qiymatlarini taqqoslaganda 34,2 kkal farq kuzatildi, yoki 0,02%.

Tuzilgan issiqlik balansidan ko'rinib turibdiki, shlak va shteyn issiqligi 32.8 % ni tashkil qiladi. Issiqlikning sarflanishining asosiy qismi pechdan chiqayotgan gazlarga to'g'ri keladi. Chiqayotgan gazlarning issiqligidan suv bo'g'lari olishda foydalaniladi, bu jarayonda faqat issiqlikning 60 - 65% dan foydalaniladi.

5. Sulfidli mis boyitmasini kislorod-mash'ala pechida eritish jarayonining material balansini hisoblash

Kislorodli-mash'alali eritish pechida qaytarilish jarayonini hisoblash uchun quyidagi ma'lumotlar keltiriladi.

Hozirgi kunda ko'pgina misli boyitma va misli ashyolar aralashmasi chet ellardan ham keltirilmoqda. Asosan, Mo'g'uliston (Erdenet kompaniyasi), Ispaniya, Bolgariya, Rossiya mis boyitmalari va ashyo aralashmalari shular jumlasidandir. Shuning uchun ham ashyolarning tengligini hisoblash ushbu boyitmalarning alohida ratsional tarkibini aniqlashdan boshlanadi. Chunki quyidagi kimyoviy tarkibning ko'rsatkichlaridan ma'lumki, ularning miqdori va kimyoviy birikmalarining tarkibi boyitmalarda turlichadir.

1. Olmaliq tog'-metallurgiya kombinati (OTMK) mis boyitish fabrikasi boyitmasining tarkibi: Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO₂ – 6%, CaO – 0,5% va hokazolar.

2. Bolgariyadan keltirilayotgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 17%, S – 26,5%, Fe – 28,2%, SiO₂ – 2,5%, CaO – 0,9% va hokazo.

3. Mo‘g‘ulistondan keltirilgan mis boyitmasining tarkibi:

Cu – 18%, S – 29%, Fe – 28%, SiO₂ – 4%, CaO – 0,5% va hokazo.

O‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar va OTMK markaziy analitik tahlil tajribaxonasining ko‘rsatgan hisobotlari bo‘yicha minerallarning joylashuvi quyidagicha: xalkopirit (CuFeS₂), kovelin (CuS) va pirit (FeS₂) boyitmaning sulfidli minerallaridir.

Minerallarda mis CuFeS₂ va CuS orasida 9:1 nisbatda taqsimlanadi.

4. Aralash boyitmaning tarkibi: 20% – Bolgariyadan keltirilgan boyitma, 20% – Mo‘g‘ulistondan keltirilgan boyitma: 60% – Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinatining mis boyitish fabrikasi boyitmasi.

5. Kvarsli flyusning tarkibi: SiO₂ – 73%, Fe₂O₃ – 14,3%, Al₂O₃ – 6%, CaO – 1%, Fe (gematit ko‘rinishida) – 10% va hokazo.

6. Purkash tarkibi: texnik kislorod (O₂) – 95% va hokazo (hajm o‘lchamlarida).

5.1. Boyitmalarning ratsional tarkibini hisoblash

Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinati mis eritish zavodida mis ishlab chiqarish uchun chet ellardan keltiriluvchi va o‘z boyitish fabrikasidan olingan boyitmalarning xom ashyoning ratsional tarkibi 100 kg boyitma uchun hisoblanadi.

Olmaliq tog‘-metallurgiya kombinati mis boyitish fabrikasining kuydirilmagan boyitmasining quruq massa uchun tarkibi:

Cu – 20%, S – 36%, Fe – 33%, SiO₂ – 6%, CaO – 0,5% va hokazo.

Mis CuFeS₂ va CuS minerallarining taqsimlanishi, yuqorida keltirilgan birikmalarning molekulyar massasi quyidagicha topiladi:

$$\frac{16,8266 \cdot 119,97}{64,12} = 31,4829$$

$$\text{Cu} - 63,54; \text{Fe} - 55,85; \text{S}_2 - 32,06 \cdot 2 = 64,12.$$

Unda xalkopirit mineralining molekulyar massasi:

$$63,54 + 55,85 + 64,12 = 183,51 \text{ kg bo‘ladi.}$$

Xalkopiritning CuFeS_2 miqdori quyidagichadir: $20 \cdot \frac{183,51}{63,54} \cdot 0,9 = 51,9858$

CuFeS_2 tarkibida misning miqdori: $20 \cdot 0,9 = 18 \text{ kg}$.

CuFeS_2 tarkibida $\frac{18 \cdot 55,85}{63,54} = 15,8215$ temirning miqdori: kg.

CuFeS_2 tarkibida oltingugurtning miqdori: $\frac{18 \cdot 64,12}{63,54} = 18,1643 \text{ kg}$.

Tekshirish: $18 + 15,8215 + 18,1643 = 51,9858 \text{ kg}$.

Kovelinning (CuS) miqdori quyidagicha:

$$20 \cdot \frac{95,6}{63,54} \cdot 0,1 = 3,0091 \text{ kg}.$$

CuS tarkibida misning miqdori: $20 \cdot 0,1 = 2,0 \text{ kg}$.

CuS tarkibida oltingugurtning miqdori, kg: $\frac{2 \cdot 32,06}{63,54} = 1,0091$
Tekshirish: $2,0 + 1,0091 = 3,0091 \text{ kg}$.

Piritning (FeS_2) miqdori oltingugurt bo'yicha topiladi: FeS_2 tarkibida oltingugurt miqdori:

$$36 - (18,1643 + 1,0091) = 16,8266 \text{ kg}.$$

FeS_2 ning miqdori, kg:

$$\text{FeS}_2 \text{ tarkibida temirning miqdori, kg: } \frac{16,8266 \cdot 55,85}{64,12} = 14,6563$$

Tekshirish: $16,8266 + 14,6563 = 31,4829 \text{ kg}$.

Gematitning (Fe_2O_3) miqdori temir bo'yicha hisoblanadi. Fe_2O_3 tarkibida temirning miqdori quyidagicha:

$$33 - (15,8215 + 14,6563) = 2,5222 \text{ kg}.$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ ning miqdori: } \frac{2,5222 \cdot 159,7}{111,7} = 3,6061 \text{ kg}.$$

Fe_2O_3 tarkibida kislorodning miqdori $3,6061 - 2,5222 = 1,0839 \text{ kg}$.

Tekshirish: $2,5222 + 1,0839 = 3,6061 \text{ kg}$.

5.1-jadvalda OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining ratsional tarkibi keltirilgan.

5.1-jadval

OTMK mis boyitish fabrikasi quruq boyitmasining ratsional tarkibi

Birik-malar	Miqdori	Cu	Fe	S	O ₂	SiO ₂	CaO	Hokazo
CuFeS ₂	51,9858	18	15,82 1	18,16 4				
CuS	3,0091	2,0		1,009 1				
FeS ₂	31,4829		14,65 6	16,82 6				
Fe ₂ O ₃	3,6061		2,522 2		1,083 9			
SiO ₂	6,0					6,0		
CaO	0,5						0,5	
Hokazo	3,4161							3,4161
Jami	100	20	33	36	1,083 9	6,0	0,5	3,4161

5.2. Sulfidli mis boyitmasini kislorod-mash'ala pechida eritish jarayonining issiqlik balansini hisoblash

Qattiq holdagi shixtaning fizikaviy issiqligi

Qattiq holdagi shixta pechga normal haroratda, O'rta Osiyo mintaqalari uchun +25°C haroratda yuklanadi, deb qabul qilinadi. Asosiy komponentlar: Cu₂S, CuFeS₂, FeS, Fe₂O₃, Al₂O₃ va SiO₂ bo'yicha shixtaning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi hisoblanadi.

Buning uchun bu birikmalarning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imining ko'rsatkichlaridan foydalaniladi:

Miqdori, kkal/kg⁰C:

$$C_{CuS} = C_{CuFeS_2} = 0,169$$

$$C_{Fe_2O_3} = 0,188$$

$$C_{FeS} = 0,202$$

$$C_{Al_2O_3} = 0,213$$

$$C_{SiO_2} = 0,217$$

Miqdorlari: $CuFeS_2 + CuS = 48,8926 + 2,830 = 51,7226$ kg.

$FeS = 26,8312$ kg.

$Fe_2O_3 = 4,802 + 2,4714 = 7,2734$ kg.

$SiO_2 = 4,851 + 12,6188 = 17,4698$ kg.

$Al_2O_3 = 1,0372$ kg.

$$C_{\dot{p}m}^{cOH} = \frac{\sum m_i c_i}{\sum m_i} = \frac{0,169 \cdot 51,7226 + 0,202 \cdot 26,8312 + 0,188 \cdot 7,2734 +$$

$$+ 0,213 \cdot 1,0372 + 0,217 \cdot 17,4698}{51,7226 + 26,8312 + 7,2734 + 1,0372 + 17,4698} = 0,1873$$

kkal/kg⁰C.

Qolgan birikmalarning solishtirma issiqlik sig‘imi asosiy birikmalarning solishtirma issiqlik sig‘imiga teng deb qabul qilinadi.

Qattiq holdagi shixta yordamida beriluvchi issiqlikning miqdori:

$$0,1873 \cdot 25 \cdot (100 + 17,2861) = 549,1921 \text{ kkal.}$$

Shteynning fizikaviy issiqligi

Tashlanma toshqolning erish harorati isitilishini hisobga olib, tashlanma toshqolning harorati 1200⁰C deb qabul qilinadi. Odatda shteyn harorati toshqolning haroratidan 50–70⁰C pastroq. U 1150⁰C deb qabul qilinadi. Bunday haroratda tarkibida 40% mis bo‘lgan shteynda 220 kkal/mol issiqlik miqdori ajralib chiqadi.

Shteyn bilan chiqib ketuvchi issiqlik miqdori: $220 \cdot 46,075 = 10136,5$ kkal.

Tashlanma toshqolning fizikaviy issiqligi

Tashlanma toshqolning issiqlik miqdori issiqlik miqdorlar diagrammasi yordamida aniqlanadi. Asosiy toshqolni hosil qiluvchilari 45% FeO va 40% SiO₂ tarkibida olingan toshqol uchun diagramma bo‘yicha issiqlikning miqdori 270 kkal/mol ekanligi topiladi. Shuningdek, toshqol tarkibida bo‘lib, uning xossalari ta‘sirini

oʻtkazuvchi Al_2O_3 va Fe_3O_4 borligi sababli issiqlikning miqdori 300 kkal/mol deb qabul qilinadi.

Tashlanma toshqol bilan chiqib ketuvchi issiqlikning miqdori:
 $52,532381 \cdot 300 = 15759,714$ kkal.

Changning fizikaviy issiqligi

Tashlanma toshqolning harorati 1200°C ga teng. Bundan kelib chiqib aytish mumkinki, pechning moʻrisidan chiqib ketuvchi oqova gazlarning harorati chiqib ketuvchi gazlar haroratiga teng. Chang miqdori uncha katta boʻlmagani uchun u bilan olib ketuvchi issiqlik miqdori boshqa mahsulotlar bilan chiqib ketuvchi issiqlikning miqdoridan nisbatan kam, shuning uchun alohida birikmalar boʻyicha changning oʻrtacha issiqlik sigʻimini hisoblashning hojati yoʻq. U $0,2$ kkal/kg $\cdot^\circ\text{C}$ deb qabul qilinadi. Chang bilan chiqib ketuvchi issiqlikning miqdori: $0,2 \cdot 1 \cdot 1300 = 260$ kkal

Chiqib ketuvchi gazlar SO_2 va N_2 ning issiqligi

Chiqib ketuvchi gaz – SO_2 hajmi $14,6167$ nm³ ga teng. Gazning harorati 1300°C . Bu haroratda N_2 ning issiqlik sigʻimi $0,34$ kkal/nm³ $^\circ\text{C}$ ni tashkil etadi.

$$\text{SO}_2: 14,6167 \cdot 1300 \cdot 0,55 = 10450,94 \text{ kkal.}$$

N_2 gazi bilan chiqib ketuvchi issiqlik:

$$0,34 \cdot 1300 \cdot 0,9271 = 409,7782 \text{ kkal.}$$

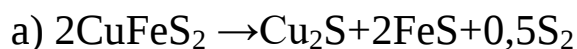
Barcha oqova gazlar bilan chiqib ketuvchi issiqlikning miqdori:
 $10450,94 + 409,7782 = 10860,7182$ kkal.

Purkash mobaynidagi fizikaviy issiqlik

Purkash miqdori $18,5029$ nm³ 25°C da kislorodning oʻrtacha issiqlik sigʻimi $0,313$ kkal/nm³ $^\circ\text{C}$. Purkash mobaynida beriluvchi issiqlikning miqdori: $25 \cdot 0,313 \cdot 18,5029 = 144,7852$ kkal.

Ekzotermik va endotermik reaksiyalar issiqligi

Ekzotermik va endotermik reaksiyalarning issiqlik samaralari Gess qonuni bo'yicha alohida komponentlarning issiqlik hosil qilish ko'rsatkichlari asosida hisoblanadi.



Reaksiya komponentlari hosil qilgan issiqlik, kkal/mol:

$$\text{CuFeS}_2=40940; \text{Cu}_2\text{S}=19000, \text{FeS}=22720, \text{S}_2=-30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi aniqlanadi:

$$Q=(19000+2\cdot 22720+0,5\cdot (-30840))-2\cdot 40940=-32860 \text{ kkal.}$$

48,8926 kg CuFeS₂ dissotsiatsiyalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf

$$\text{bo'luvchi issiqlik: } -32860 \cdot \frac{48,8926}{183,51} = -8754,8951 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlari hosil qilgan issiqlik, kkal/mol:

$$\text{CuS}=11600; \text{Cu}_2\text{S}=19000; \text{S}_2=-30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=2\cdot 19000-30840-4\cdot 11600=-39240 \text{ kkal.}$$

2,830 kg CuS dissotsatsiyalanadi. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$-392 \cdot \frac{2830}{956} = -116,6025 \text{ kkal.}$$

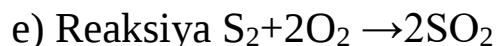


Reaksiya komponentlarining hosil bo'lish issiqligi, kkal/mol:

$$\text{FeS}_2=42520; \text{FeS}=22720; \text{S}_2=-30840.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

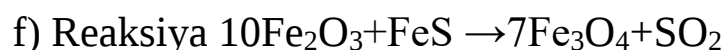
$$Q=(2 \cdot 22720 - 30840) - 2 \cdot 42520 = -70440 \text{ kkal.}$$



(3.36), (3.37), (3.38) reaksiyalar bo'yicha 11,988 kg S_2 ajralib chiqadi. Reaksiyaning issiqlik samarasi 70960 kkal.

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$- 270960 \cdot \frac{11,988}{64,12} = -26533638 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlarining hosil qilish issiqligi, kkal/mol:

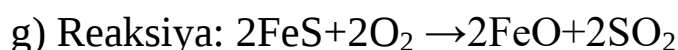
$$Fe_2O_3 = 196500; FeS = 22720; Fe_3O_4 = 267000; SO_2 = 70960$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q = 7 \cdot 267000 + 70960 - (10 \cdot 196500 - 22720) = -47760 \text{ kkal.}$$

Oksidlangan FeS ning miqdori – 0,3973 kg. Reaksiya bo'yicha sarf bo'luvchi issiqlik:

$$- 47760 \cdot \frac{0,3973}{87,91} = -2158463 \text{ kkal.}$$



Reaksiya komponentlari hosil qilish issiqligi, kkal/mol:

$$FeS = 22720, FeO = 63700, SO_2 = 70960.$$

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

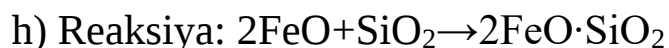
$$Q = 2 \cdot 63700 + 2 \cdot 70960 - 2 \cdot 22720 = 294840 \text{ kkal.}$$

Oksidlanuvchi FeS ning miqdori 24,0466 kg.

Reaksiya bo'yicha sarflanuvchi issiqlikning miqdori:

$$294840 \cdot \frac{24,0466}{2 \cdot 87,91} = 4032476$$

kkal.



Tashlanma toshqolning barcha FeO fayalit bilan, ya'ni $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ birikmada bog'langan deb hisoblanadi. Kislorodli-mash'alli eritish pechida SiO_2 bilan bog'lanuvchi FeO miqdori 19,6536 kg. Reaksiya komponentlarining hosil qilish issiqligi, kkal/mol: $\text{SiO}_2=205400$, $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2=343700$, $\text{FeO}=63700$.

Reaksiyaning issiqlik samarasi:

$$Q=343700-(2 \cdot 63700+205400)=10900 \text{ kkal.}$$

Reaksiya bo'yicha ajraluvchi issiqlik:

$$10900 \cdot \frac{19,6536}{2 \cdot 71,85} = 14907741 \text{ kkal.}$$

Endotermik reaksiyalar natijasida yutilgan issiqlikning umumiy miqdori:

$$8754,8951+1161,6025+15913,028+215,8463=26045,371 \text{ kkal.}$$

Ekzotermik reaksiyalar natijasida ajralgan issiqlikning umumiy miqdori:

$$26533,638+40324,76+1490,7741=68349,172 \text{ kkal.}$$

6. Sulfidli mis boyitmasini suyuq vannada (Vanyukov pechi) eritishning material balansini hisoblash

Bugungi kunda barcha rux zavodidagi ruxli kekni qayta ishlash quvursimon aylanma pechlarda olib borilishi ulardan chiqayotgan klinker miqdorining ortib ketishiga olib kelmoqda. Rux zavodining klinkerlari mis eritish zavodlari uchun asosiy xom ashyolardan biri bo'lib qolmoqda. Uning tarkibidagi misning o'rtacha 4–5 % da bo'lishi, kumushning, ayrim klinkerda oltinning ham 1–3 g/t da bo'lishi har tomonlama iqtisodiy samara bermoqda. Aynan Olmaliq mis eritish zavodida ham 1985-yilda boshlangan ilmiy tadqiqot ishlari natijasida bugungi kunda klinkersiz birorta eritish pechi ishlamaydi. Shuning uchun ham Vanyukov pechi ashyo tengligini hisoblayotgan bir paytda

klinkerning ratsional tarkibini hisoblashga alohida e'tibor berib, ushbu bo'limni kiritishga harakat qilindi.

Klinkerning ratsional tarkibini hisoblash uchun qabul qilingan ashyoning kimyoviy tarkibi quyidagicha: 4,3%–Cu; 1,7%–Zn; 0,8%–Pb; 27,5%–Fe; 4,7%–S; 27%–C; 4,7%–Al₂O₃; 5,3%–CaO; 17,5%–SiO₂; 6,5% – hokazo.

Klinker tarkibidagi asosiy minerallarni quyidagi holatda bo'lishi mumkin, deb qabul qilsa bo'ladi: mis–Cu₂S; rux massasining 70% ZnS va qolgan 30% ZnO ko'rinishda, qo'rg'oshinning 40% Pb va qolgan 60% PbS ko'rinishda, temirning 60% Fe, qolgani esa FeS va FeO ko'rinishlarda.

Klinkerning ratsional tarkibini aniqlash III bo'limda ko'rsatilgan usullar bilan hisoblanadi. Hisobdan olingan natijalar 4.3-jadvalda o'z ifodasini topgan.

Qaytar changning tarkibi va miqdori

Olmaliq mis zavodi sharoitida changning chiqishi 1 % ga teng deb olinsa, klinkerning tarkibidagi barcha komponentlarning mexanik usul bilan chiqishi uning boshlang'ich tarkibiga proporsional, 30%gacha uglerod changlari so'rdiriluvchi havo bilan CO₂ ko'rinishga kelguncha oksidlanadi, 80% yirik chang qaytar mahsulotdir, 20% esa jarayonga qaytarilmagan holda yirik qismi ochiq havoga, yoki chiqindi sifatida pechdan chiqib ketadi.

Yirik changning tarkibi

Kimyoviy tarkibi quyidagicha, kg hisobida: Cu – 0,043; Zn – 0,017; Pb – 0,008; Fe – 0,275; S – 0,047; O₂ – 0,021; C – 0,270; SiO₂ – 0,175; Al₂O₃ – 0,047; CaO – 0,053; hokazo – 0,065.

Barcha qabul qilingan birikmalarni qo'shib chiqsak, jami 1,00 kg bo'ladi. Uning ratsional tarkibi, kg: Cu₂S–0,054; ZnS–0,018; ZnO–0,06; Fe–0,165; FeS–0,065; FeO–0,088; SiO₂–0,175; Al₂O₃– 0,047; CaO–0,053; C–0,270; PbO–0,003; PbS – 0,006; hokazo–0,050. Yirik chang tarkibidagi barcha minerallarning qo'shilgan jami ratsional tarkibi 1kg bo'ladi.

Changdan $27 \cdot 0,01 \cdot 0,3 = 0,081$ kg uglerod oksidlanadi va undan

$$\text{oksidlanishi} \quad \frac{C}{12} + \frac{O_2}{32} = \frac{CO_2}{44} \quad \text{natijasida}$$

$$\frac{0,081 \cdot 44}{12} = 0,297 \quad \text{kg SO}_2 \text{ hosil bo'ladi.}$$

Uglerodning yonishidan so'ng $1,00 - 0,081 = 0,919\text{kg}$ yirik chang qoladi.

Qaytar changning tarkibi

Kimyoviy tarkibi: Cu – 0,0344; Zn – 0,0136; Fe – 0,22; SiO₂–0,14; Al₂O₃– 0,0376; CaO – 0,0424; C – 0,151; Pb – 0,0064; O₂ – 0,0168; hokazo– 0,04. Jami 0,7352 kg bo'ladi.

Vositasiz erish jarayonida shixtaning asosan dastlabki boyitmadan (0,1% changni qo'shmaganda) va qaytar changdan tarkib topgan (4.4-jadval) bo'ladi. Pechga keluvchi shixta tarkibi amalda klinkerning ratsional tarkibidan farq qilmaydi (4.3-jadvalga qarang). Bu Vanyukov pechi jarayoniga kelmaydigan (umumiy barcha changdan 20% gina) yo'qotishdir.

6.1. Shteynning miqdori va tarkibini hisoblash

Sanoatda tajriba sinovlari shuni ko'rsatdiki, klinker asosida shixtani har xil tarkibdagi misli shteyn olish uchun qayta ishlash dastlabki xoma shyoning miqdoriga bog'liq. Shteyndagi mis tarkibining o'zgarishi uning boshlang'ich tarkibidagi qisqartirish darajasi 8...10 barobar kattalikdan ortmasligi kerak. Aksincha, misning toshqol bilan pechdan chiqib ketib yo'qolishi anchaga oshib ketadi. Hisobni to'g'ri va qulay olib borish uchun metallurgiya sanoatidagi ayrim ko'rsatkichlar quyidagicha qabul qilinadi:

- misning shteyndagi miqdori – 35,0%;
- misning shteynga ajralishi – 98,0%;
- ruxning shteynga ajralishi – 3,0%;
- qo'rg'oshinning shteynga ajralishi – 30,0%;
- Fe₃O₄ ko'rinishda kislorodning shteyndagi miqdori – 4,1%;
- hokazolarning shteyndagi miqdori – 0,6 %.

Rux va qo'rg'oshin shteynda ZnS va PbS ko'rinishda bo'ladi.

$$\text{Shteyn miqdori: } 4,29 \cdot \frac{0,98}{0,35} = 12,012 \quad \text{kg.}$$

6.2. Shteynning tarkibini hisoblash

1. Bizga yaxshi ma'lumki, shteyn tarkibida mis asosan Cu_2S sun'iy mineral holidagi bo'ladi.

$$\text{Cu}_2\text{S miqdori: } \frac{4,29 \cdot 0,98}{0,35} = 12,012 \text{ kg.}$$

$$\text{Shteyndagi mis } 12,012 \cdot 0,35 = 4,2042 \text{ kg.}$$

$$\text{Cu}_2\text{S ning miqdori: } 4,2042 \cdot \frac{159,14}{127,08} = 5,2648 \text{ kg.}$$

$$\text{Qolgani } 5,2648 - 4,2042 = 1,0606 \text{ kg oltingugurt (S)}$$

$$2. \text{ ZnS Shteyndagi rux } 1,68 \cdot 0,03 = 0,0504 \text{ kg.}$$

$$\text{ZnS ning miqdori: } \frac{0,0504 \cdot 97,43}{65,37} = 0,0751 \text{ kg.}$$

$$(0,0504 \text{ kg Zn; } 0,0247 \text{ kg S)}$$

$$3. \text{ PbS Shteyndagi qo'rg'oshin } 0,78 \cdot 0,3 = 0,234 \text{ kg.}$$

$$\text{PbS ning miqdori: } \frac{0,234 \cdot 239,25}{207,19} = 0,2702 \text{ kg.}$$

$$(0,234 \text{ kg Pb; } 0,0362 \text{ kg S)}$$

$$4. \text{ Fe}_3\text{O}_4 \text{ Shteyndagi magnetitning tarkibidagi kislorod:}$$

$$12,012 \cdot 0,041 = 0,4925 \text{ kg.}$$

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ ning miqdori } 0,4925 \cdot \frac{231,55}{64} = 1,7818 \text{ kg.}$$

$$(1,2893 \text{ kg Fe; } 0,4925 \text{ kg O}_2)$$

$$5. \text{ Hokazolar: } 12,012 \cdot 0,006 = 0,072 \text{ kg.}$$

$$6. \text{ FeS: } 12,012 - 0,0751 - 5,2648 - 0,2702 - 1,7818 - 0,072 = 4,5481 \text{ kg.}$$

$$(2,8894 \text{ kg Fe; } 1,6587 \text{ kg S}).$$

6.3. *Sulfidli mis boyitmasini suyuq vannada (Vanyukov pechi) eritishning issiqlik balansini hisoblash*

Eritish agregatining bir soat ishi uchun issiqlik tengligini umumiy ko‘rinishda quyidagicha yozish mumkin:

$$Q_{iss} + Q_{f.sh} + Q_{sh.o'.iss} + Q_{sh} = Q_{sht} + Q_{toshq} + Q_{r/2} + Q_{yo'q} \quad (4.2)$$

Bunda:

Q_{iss} – yoqilg‘i yonishidan issiqlikning miqdori, kkal/soat, (kJ/s);

$Q_{f.sh}$ – shixtaning fizik issiqligi, kkal/s (kJ/s);

$Q_{sh.o'.iss}$ – shixta o‘zgarishida issiqlikning ajralishi, kkal/s, (kJ/s);

Q_{sh} – shixtaning issiqligi, kkal/s, (kJ/s);

Q_{sht} – shiteyn bilan chiqib ketuvchi issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

Q_{toshq} – toshqol bilan chiqib ketuvchi issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{r/2}$ – oqova gazlar bilan chiqib ketgan issiqlik, kkal/s, (kJ/s);

$Q_{yo'q}$ – olovbardosh devor va sovitish sistemasi orqali umumiy issiqlikning yo‘qolishi, kkal/s, (kJ/s).

Tenglikning qo‘shilishi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q_{iss} = q_r \cdot V_s \quad (4.3)$$

Bunda: q_r – tabiiy gazning yonish issiqligi, kkal/m³;

V_s – tabiiy gazning sarfi, m³.

$$Q_{f.sh} = B \cdot C_{sh} \cdot t_{sh} \cdot 1000 \quad (4.4)$$

Bunda: V – shixta bo‘yicha pechning ishlab chiqarish unumdorligi, t/s;

S_{sh} – shixtaning issiqlik sig‘imi kkal/kg · grad (kJ/kg · grad);

t_{sh} – shixtaning harorati, °C.

$$Q_{sh.o'.iss} = (V \cdot q_{k.sh} + 2V_s) \cdot C_{O_2} \cdot t_n + [(V \cdot q_{k.sh} + 2V_s) \cdot (1/n - 1)] \cdot C_{N_2} \cdot t_n \quad (4.5)$$

Bunda: $Q_{k.sh}$ – bir tonna shixtaga sarflangan kislorod, m³/tn;

C_{O_2} – kislorodning issiqlik sigʻimi, kkal/kg·grad (kJ/ kg·grad);
 t_n – purkash harorati, 0C;
 n – purkashdagi kislorodning miqdori;
 C_{N_2} – azotning issiqlik sigʻimi, kkal/kg·grad, (kJ/kg·grad).

$$Q_{sh}=V \cdot q_{sh} \quad (4.6)$$

Bunda: q_{sh} – shixtaning solishtirma issiqlik ajralishi, kkal/t (kJ/g)

$$Q_{sh}=V \cdot \eta_{sht} \cdot S_{sht} \cdot t_{sht} \quad (4.7)$$

Bunda:

H_{sht} .– ishlov berilayotgan shixta miqdoridan shteynning ajralib chiqishi, t/t;

S_{sht} . – shteynning issiqlik sigʻimi, kkal/kg·grad (kJ/kg·grad);

t_{sht} . – shteynning harorati, 0C.

$$Q_{tosh}=V \cdot \eta_{tosh} \cdot S_{tosh} \cdot t_{tosh} \quad (4.8)$$

Bunda:

η_{tosh} . – ishlov berilayotgan shixtaning miqdoridan toshqolning chiqishi, t/t;

S_{tosh} .– toshqolning issiqlik sigʻimi, kkal/kg·grad (kJ/kg· grad);

t_{tosh} – toshqolning harorati, 0C.

$$\begin{aligned}
 Q_{r_2} = & B \cdot \eta_{SO_2} \cdot \Delta H_{SO_2}^T + B \cdot \eta_{H_2O} \cdot \Delta H_{H_2O}^T + 2V_c \cdot \Delta H_{H_2O}^t + \\
 & + (B \cdot q_{kuu} + 2V_c) \cdot \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \cdot \Delta H_{N_2}^T + V_c \cdot \Delta H_{CO_2}^T
 \end{aligned} \quad (4.9)$$

Bunda: η_{SO_2} , η_{N_2O} – ishlov berilayotgan shixtaning miqdoridan

SO_2 va H_2O $\Delta H_{SO_2}^t, \Delta H_{H_2O}^T, \Delta H_{N_2}^T, \Delta H_{CO_2}^T$ kJ/m miqdori, chiqib ketuvchi oqova gazlar haroratida SO_2 , H_2O , N_2 va CO_2 moddalarining issiqlik miqdori.

Issiqlik yoʻqolishining yigʻindisi (Qyoʻq)ga terilgan olovbardosh gʻisht va pechning konstruktiv sovutkich elementlari orqali yoʻqotishlar kiritiladi.

Quyidagi formula boʻyicha pechning konstruktiv elementlarda issiqlik yoʻqolishi hisoblanadi:

$$Q_i = q_i \cdot S_i \quad (4.10)$$

Bunda: Q_i – berilgan element bo'yicha o'rtacha solishtirma issiqlikning yo'qolishi, kkal/m²·s (kJ/m²·s);

q_i – berilgan element bo'yicha solishtirma issiqlikning yo'qolishi, kkal/m²·s (kJ/m²·s);

S_i – elementning sovutilayotgan sirt maydoni.

Furmalarning sovushida issiqlikning yo'qolishi quyidagiga teng:

$$Q_f = q_f \cdot m \quad (4.11)$$

Bunda:

Q_f – hamma furmalarni sovushida o'rtacha issiqlikning yo'qolishi, kkal/s (kJ/s);

q_f – har bir furmaning sovushida o'rtacha issiqlikning yo'qolishi, kkal/s (kJ/s);

m – furmalar soni.

Norilsk TMK dagi Vanyukov pechi issiqlik kelishi va yo'qolishi bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar bo'yicha sanoat pechida issiqlikning quyidagi elementlari orqali o'rtacha yo'qolishlari quyidagi konstruktsiya elementlari orqali ro'y beradi:

- shteyn zonasida mo'ri g'ishtlari – 1,577·10³ kkal/m²·s (6,6·10³ kJ/m²·s)

- asosiy kessonlar – 80·10³ kkal/m²·s (334,72·10³ kJ/m²·s);

- qubba – 40·10³ kkal/m²·s (167,36·10³ kJ/m²·s);

- pechning asosiy erish qismi (tagi) – 303 kkal/m²·s (1267,75 kJ/m²·s);

- yuqori haroratga bardosh beradigan quvur old qismi devorlari – 80·10³ kkal/m²·s (334,72·10³ kJ/m²·s);

- furmalar – 7,56·10³ kkal/m²·s (31,63·10³ kJ/m²·s) har bir furma uchun.

Pechning ishlab chiqarish unumdorligi 2000 t/sut. bo'lganda, olov-bardosh g'isht orqali va sovutish tizimida umumiy issiqlik yo'qolishi yuqorida hisoblab, tavsiflangan uslub bo'yicha (furmalar qismida maydon – 36 m²) 14·10⁶ kkal/s (58,58·10⁶ kJ/s) ni tashkil qiladi.

Suyuq vannada eritish o'z-o'zidan boradigan jarayondir. Uning o'z-o'zidan borishi purkashni kislorod bilan boyitishdan aniqlanadi. Eritish agregatining issiqlik tengligi to'g'ri kelishi uchun bir qator omillarda (xomashyoning aniqlangan ko'rinishlari yoki korxonalarda texnik

kislorodning yetishmasligi) to'ldirib yoqilg'ilar ishlatiladi: ko'mir, qora moy, tabiiy gaz. Norilsk TMK da tabiiy gaz va yonilg'ilar ishlatiladi. Tabiiy gazning yonish issiqligi 8200...8600 kkal/m³. Issiqlik tengligining umumiy ko'rinishidan Vs tabiiy gazning kerak bo'lgan miqdorini aniqlash mumkin. Keltirilgan ko'rinishlarni issiqlik tengligiga qo'yib va algebraik o'zgarishlardan so'ng quyidagi ifoda hosil bo'ladi:

$$V_c = \frac{B(\eta_{um} \cdot C_{um} + \eta_{mou} \cdot C_{mou} \cdot t_{mou}) + \eta_{SO_2} \cdot \Delta H_{SO_2}^T + \eta_{H_2O} \cdot \Delta H_{H_2O}^T + (\frac{1}{n} - 1) \cdot \Delta H_{N_2}^T - C_{um} \cdot t_{um} \cdot 100 - q_{ku} \cdot t_n}{q_c + 2t_n \left[CO_2 + (\frac{1}{n} - 1) \cdot C_{N_2} \right] - 2 \left[\Delta H_{H_2O}^T + (\frac{1}{n} - 1) \cdot \Delta H_{N_2}^T + \Delta H_{CO_2}^T \right] \left[CO_2 + (\frac{1}{n} - 1) \cdot C_{N_2} - q_{um} \right]} \quad (4.12)$$

Bu tenglik har xil xom ashyo va yoqilg'ilar uchun qo'llanilishi mumkin.

Oqova gaz birikmalarining hajmini hisoblash

Hisoblash asosan oqova gazlarning entalpiyasiga olib boriladi. Suv entalpiyasiga bug'lanish harorati kiritilgan.

Issiqlik tengligining hisoblari uchun quyidagi ko'rsatkichlar qabul qilinadi:

tabiiy gazning yonish issiqligi – 8300 kkal/m³(34727,2 kJ/m³);

shixtaning issiqlik sig'imi – 0,2 kkal/kg·grad (0,84 kJ/kg grad);

shixtaning harorati – 20⁰C;

kislorodning issiqlik sig'imi – 0,22 kkal/kg · grad (0,92 kJ /kg · grad);

azotning issiqlik sig'imi – 0,25 kkal/kg·grad(1,05 kJ/kg ·grad);

purkash harorati – 20⁰C;

shteynning issiqlik sig'imi – 0,25 kkal/kg·grad(1,05 kJ/kg·grad);

shteynning harorati – 1180⁰C;

toshqolning issiqlik sig'imi – 0,3 kkal/kg·grad(1,26 kJ/kg·grad);

toshqolning harorati – 1250⁰C;
 oqova gazlarning harorati – 1200⁰C.
 Eritishga kerak bo‘lgan kislorodning miqdori:

$$V_{O_2} = B \cdot q_{k.sh} + 2V_s, m^3 \quad (4.13)$$

Texnik kislorodning sarfi (95% O₂)

$$m^3/s \quad (4.14) \quad v_{m.k.} = \frac{V_{O_2}}{0,74} \left(1 - \frac{0,21}{n} \right),$$

Bunda: 0,74 – texnik kislorod va havodagi kislorod miqdoridagi farq; 0,21 – havodagi kislorodning miqdori.

$$v_x = \frac{V_{O_2}}{n} - v_{m.k.}$$

$$\text{Havoning sarfi: } m^3/s \quad (4.15)$$

Oqova gazlar tarkibidagi birikmalar

$$1. \text{ Oqova } V_{SO_2} = \frac{B\eta_{SO_2}}{2,86} \text{ gazlarda SO}_2, m^3/s \quad (4.16)$$

Bunda: 2,86 – SO₂ gazining zichligi (64:22,4=2,86).

$$2. \text{ Suv } V_{H_2O} = \frac{B\eta_{H_2O}}{0,8} + 2V_c, m^3/s \text{ bug‘lari } \quad (4.16)$$

Bunda: 0,8 – suv bug‘larining zichligi (181:22,4=0,8).

$$3. \text{ CO}_2 \text{ uglerod oksidi: } V_{O_2} = V_s, m^3/s \quad (4.17)$$

$$4. \text{ Azot N}_2 \quad V = V_n(1-n), m^3/s \quad (4.18)$$

Oqova gazlarning umumiy hajmi, m³/s

$$V_c = V_{SO_2} \cdot V_{H_2O} \cdot V_{N_2} = B \left(\frac{\eta_{SO_2}}{0,86} - \frac{\eta_{H_2O}}{0,86} \right) + 3V_c + V_n(1-n) \quad (4.19)$$

Changning chiqishi bir foizdan kam bo'lganligi sababli, uning issiqlik tengligiga ta'siri ko'rilmaydi.

7. Mis shteynlarini konvertor da puflash jarayonini hisoblash

Gorizontall konvertorda konvertor lashga kelayotgan shteynning tarkibida vazifa bo'yicha quyidagi moddalar mavjud: Cu - 25,3 %, S - 24,9%, Fe - 45,2%, O₂ - 4,6%.

Hisobotlar natijasida flyusning sarfi, ajralib chiqayotgan gazlarning miqdori va tarkibi, puflash davomiyligi va konvertorning bir sutkadagi qayta ishlash unumdorligi aniqlanadi.

Hisobotlarni olib borish uchun ishlab chiqarish amaliyotidan quyidagi ko'rsatkichlarni qabul qilamiz:

- a) havoning sarfi 550 m³/min;
- b) konvertorni havo bilan puflash koeffitsiyenti $K_i = 72\%$;
- d) eritish (konvertorlashni) quyidagi tarkibdagi shlakkacha Cu - 3%, S - 0,8%, Fe - 48%, SiO₂ - 23%, Al₂O₃ - 6,1% , O₂ - 15,2%, qolganlar - 3,9% olib boriladi;
- e) bir eritishda olinadigan misning massasi-60 t;
- f) misning gaz bilan yo'qolishi -1%;
- g) homaki misning tarkibi Cu - 99,2%, S - 0,3%, O₂ - 0,2%, qolganlar - 0,3%.

60 t. mis olish uchun, shteynning miqdorini aniqlashda, konvertor shlakining chiqish darajasini va undagi mis miqdorini aniqlaymiz.

Shteyndagi temir shlakka to'liq o'tganligini qabul qilamiz. Unda 1 t shteyndan shlakka o'tadigan misning miqdori:

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

Misni gaz bilan yo'qolishini hisobga olganda, misning xomaki misga ajratib olish darajasi teng bo'ladi:

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

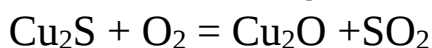
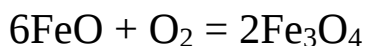
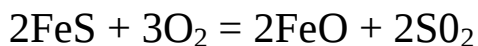
60 t mis olish uchun zarur bo'lgan shteynning miqdori::

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

Xomaki misning miqdori:

$$60 : 0,992 = 60,5 \text{ t. teng bo'lad}$$

Quyidagi reaksiyalarning borishiga zarur bo'ladigan kislorodning miqdorini aniqlaymiz:



Shteynning tarkibida, t:

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

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

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

Konvertor lashning I va II bosqichlarining gaz tarkibi har xil bo'lganligi sababli, gazning tarkibi va uning hajmining hisobotini bosqichlar bo'yicha alohida olib boramiz.

7.1. Mis shteynlarini konvertor lash jarayonining I-bosqich material va issiqlik balansini hisoblash

Konvertorlashning I bosqichi o'z tarkibida 79,9 % mis saqllovchi oq mat olinishi bilan yakunlanadi deb qabul qilamiz.

Konvorterlash jarayonining I bosqichi gazlarining hajmini va tarkibini hisoblaymiz.

I bosqichda ajratib tashlanadigan oltinugurt miqdori, t:

$$\text{Konvertor shlaki bilan} \dots\dots\dots 121,9 \cdot 0,008 : 0,48 = 2,0$$

$$\text{Yarim oltinugurtli mis bilan} \dots\dots\dots 60 : 0,992 \cdot 32 : 127 = 15,3$$

$$\text{Gazlar bilan} \dots\dots\dots 67,1 - 2,0 - 15,3 = 49,8$$

Konvertorlashning birinchi bosqichida SO_2 gacha oksidlangan oltinugurtning miqdori SO_3 gacha oksidlangan oltinugurt miqdoriga nisbatligini 6:1 deb qabul qilamiz.

SO_2 gacha oksidlangan oltinugurtning miqdori:

$$49,8 \cdot 6 : 7 = 42,7 \text{ t}$$

SO₃ gacha oksidlangan oltingugurt miqdori

$$49,8 \cdot 1 : 7 = 7,1 \text{ t.}$$

Oltingugurtning SO₂ gacha oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorodning miqdori 42,7 t, SO₃ gacha oksidlanish uchun zarur bo'lgan kislorodning miqdori:

$$7,1 \cdot 48 : 32 = 10,6 \text{ t.}$$

Konvertor shlakida 23% SiO₂ bo'lganida, unda 21,0% Fe₃O₄ mavjudligini qabul qilamiz.

Fe₃O₄ gacha oksidlanadigan temirning miqdori:

$$121,9 : 0,48 \cdot 0,210 : 231,55 \cdot 167,55 = 38,6 \text{ t ,}$$

FeO gacha esa oksidlanadigan temirning miqdori:

$$121,9 - 38,6 = 83,3 \text{ t.}$$

Temirni oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorodning miqdori, t:

$$\text{Fe}_3\text{O}_4 \text{ gacha} \dots\dots\dots 38,6 \cdot 64 : 167,55 = 14,7$$

$$\text{FeO gacha} \dots\dots\dots 83,3 \cdot 16 : 55,85 = 23,9$$

Kislorodning umumiy zarur bo'lgan miqdori:

$$42,7 + 10,6 + 14,7 + 23,9 = 91,9 \text{ t.}$$

Shteyndagi kislorodni hisobga olganda, havo bilan kiritiladigan kislorodning miqdori:

$$91,9 - 12,4 = 79,5 \text{ t.}$$

Konvertorlash vannasida kislorodni to'liq ishlatish koeffitsiyenti 95% ga teng deb qabul qilsak, bu holda, kiritiladigan kislorodning miqdori:

$$79,5 : 0,95 = 83,7 \text{ t.}$$

Kislorod bilan birga keladigan azotning miqdori:

$$83,7 \cdot 77 : 23 = 280,2 \text{ t.}$$

Konvertorlash jarayonining birinchi bosqichiga havoning zarur bo'lgan umumiy miqdori:

$$83,7 + 280,2 = 363,9 \text{ t.}$$

Konvertorlash jarayonining birinchi bosqichi gazlarining hajmi va tarkibi quyidagicha:

	kg	m ³	(hajmlari %)
SO ₂	85400	29890	11,4
SO ₃	17700	4956	1,9
N ₂	280 200	224 160	85,6
O ₂	4200	2940	1,1

Umuman birinchi bosqichda hosil bo'ladigan konvertor gazlarining miqdori 387,5 t, yoki 261946 m³.

Konvertorlashning birinchi bosqichida havo bilan puflash davomiyligini aniqlaymiz:

$$363900 : 1,29 \cdot 550 = 513 \text{ min} = 8,5 \text{ s.}$$

Konvertorni havo bilan puflash koeffitsiyenti hisobga olinganda

$$8,5 : 0,72 = 12 \text{ s.}$$

Issiqlikning kelishi

1. Issiq shteynning issiqligi:

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

2. Havoning issiqligi

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

3. Temirning oksidlanishi reaksiyalarining issiqligi (hisobotni temir bo'yicha olib boramiz). Konvertor lash jarayonida shteyndagi temir Fe_3O_4 va FeO larga oksidlanadi. Shteyn bilan kislorod Fe_3O_4 holatida keladi deb qabul qilamiz. Shteynda 12,4 t kislorod va $12,4 \cdot 167,55 : 64 = 32,5$ t kislorod bilan bog'langan temir bor. Konvertor shlakida Fe_3O_4 gacha oksidlangan 38,6 t temir mavjud. Umumiy hisobda konvertorlashning birinchi bosqichida Fe_3O_4 oksidlangan temirning miqdori:

$$38,6 - 32,5 = 6,1 \text{ t.}$$

Oksidlanish quyidagi reaksiya bo'yicha boradi:



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

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

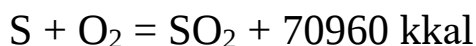
Temirning qolgan miqdori FeO gacha quyidagi reaksiya bo'yicha oksidlanadi:



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

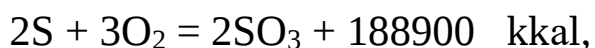
$$127400 : 111,7 \cdot 83300 = 95,3 \cdot 10^6 \text{ kkal.}$$

4. Oltingugurtning oksidlanish reaksiyasining issiqligi



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

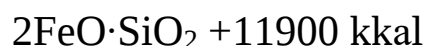
$$70960 : 32 \cdot 42700 = 94,7 \cdot 10^6 \text{ kkal;}$$



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

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

5. Shlak hosil bo'lish reaksiyalarning issiqligi



Ajralib chiqadigan issiqlikning miqdori:

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

6. Kvars qumining fizik issiqligi:

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

Issiqlikning umumiy kelishi:

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

Issiqlikning sarfi

1. Oq matning issiqligi:

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

2. Shlakning issiqligi:

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

3. 1150° C da gazlarning issiqligi:

$$\begin{array}{ll} SO_2 & 29890 \cdot 624,7 \text{ kkal/m}^3 = 18,7 \cdot 10^6 \\ SO_3 & 4956 \cdot 1018,6 \text{ kkal/m}^3 = 5,0 \cdot 10^6 \\ N_2 & 224160 \cdot 389,55 \text{ kkal/m}^3 = 87,3 \cdot 10^6 \\ O_2 & 2940 \cdot 411,1 \text{ kkal/m}^3 = 1,2 \cdot 10^6 \end{array}$$

Jami $112,2 \cdot 10^6$ kkal.

4. Endotermik reaksiyalarning issiqligi.

Quyidagi reaksiya bo'yicha sarf bo'ladigan issiqlikning qiymati:



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

5. Konvertorning yuzasidan yo'qoladigan issiqlik.

Konvertorning yuzasining diametri 3,96 m va uzunligi 9,15 m. bo'lgan tsilindr kabi aniqlanadi, faqat yuzaning qiymatidan konvertor bo'g'ozining yuzasi ($2 \cdot 3$) m^2 ayirib tashlanadi :

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

Konverter futerovkasining o'rtacha qalinligi $s = 0,5$ m.

Konvertorning futerovkasi issiklikka chidamli xromitmagnezit g'ishtidan tayyorlanadi. Uning 1200°C da issiqlik o'tkazuvchanligi $\lambda = 2,4 \text{ kkal}/(\text{m} \cdot \text{soat} \cdot ^\circ\text{C})$ teng.

Unda:

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

7.1-jadval

Konvertorlash jarayoning birinchi bosqichining issiqlik balansi

Issiqlikning kelishi			Issiqlikning sarfi		
Balans ko'rsatkichi	kkal·10 ⁶	%	Balans ko'rsatkichi	kkal·10 ⁶	%
Shteyn	71,2	23,3	Oq mat	13,1	4,2
Havo	4,4	1,4	Shlak	86,9	28,4
Temir oksidlanishi	105,0	34,3	Gazlar	112,2	38,2
Oltingugurtnin g oksidlanishi	115,7	37,8	Endotermik reaksiyalar	34,0	11,1
Shlak hosil bo'lishi	8,9	3,0	Kladka orqali yoqo'lish	6,6	2,2
Qum	0,6	0,2	Bo'g'oz orqali yo'qolish	17,7	5,8

Jami	305,8	100,0	Sovuq qo'shimchalarning eritilishi	35,3	11,5
			Jami	305,8	100,0

Kladka bilan issiqlikni yo'qolish grafigidan tashqi devorning harorati 240°C ga teng deb aniqlaymiz, issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti esa 1,3 kkal/m²s tengligini aniqlaymiz.

Shunday qilib kladka orqali issiqlikning yo'qolishi quyidagicha bo'ladi:

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

Konvertor bo'g'ozidan nurlanish hisobiga issiqlikning yo'qolish qiymatini aniqlaymiz. D. A. Diomidovskiy va L. M. Shaligin ko'rsatkichlari bo'yicha, diafragmalash koeffitsiyenti $\varphi = 0,87$ (6 m² li bo'g'oz uchun) va konvertor hajmidagi harorat 1300°C bo'lganda issiqlikning yo'qolishi 250000 kkal/(m²•s) deb topamiz. Bu holatda issiqlikning bo'g'oz orqali yo'qolishi quyidagi ko'rsatkichga teng bo'ladi:

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

Issiqlikning umumiy sarfi quyidagi miqdorga teng bo'ladi:

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

Konvertorlash jarayoni birinchi bosqichining issiqlik balansini tuzamiz (4.3-Jadval).

7.2. Mis shteynlarini konvertorlash jarayonining II-bosqich material va issiqlik balansini hisoblash

Konvertorlash jarayoni II bosqichi gazlarining hajmi va tarkibini aniqlaymiz.

Xomaki mis bilan ajratib tashlanadigan oltingugurtning miqdori:

$$60,5 \cdot 0,003 = 0,2 \text{ t.}$$

Gazlar bilan ajratib tashlanadigan oltingugurtning miqdori:

$$15,3 - 0,2 = 15,1 \text{ t.}$$

Oltingugurt gazlarda SO₂ va SO₃ larga oksidlanish nisbatligi 5 : 1.

SO₃ gacha oksidlangan oltingugurtning miqdori: 15,1 - 12,6 = 2,5 t.

Oltingugurtning SO₂ gacha oksidlanishi uchun zarur bo'ladigan kislorodning miqdori 12,6 t kislorodda, SO₃ gacha oksidlanishi uchun zarur kislorodning miqdori:

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

Xomaki mis ajratib tashlangan kislorodning miqdori:

$$60,5 \cdot 0,002 = 0,1 \text{ t.}$$

Kislorodning umumiy zarur bo'lgan miqdori:

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

Kislorodni ishlatish koeffitsiyenti 0,95 bo'lganda konvertorlashning ikkinchi bosqichida kislorodning sarfi:

$$16,45 : 0,95 = 17,3 \text{ t.}$$

Kislorod bilan kirgan azotning miqdori%:

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

Havoning sarfi:

$$17,3 + 57,8 = 75,1 \text{ t.}$$

Konvertorlashning ikkinchi bosqichida gazlarining hajmi va tarkibi quyidagicha:

	Kg	m ³	%(hajm)
SO ₂	25 200	8 820	15,3
SO ₃	6 250	1 750	3,0
N ₂	57 800	46 400	80,6
O ₂	850	595	1,1
Jami.....	90 100	57 565	100

Konvertorlashning ikkinchi bosqichini puflash davomiyligi:

$$75100 : 1,29 : 550 = 111 \text{ min} = 1,9 \text{ s.}$$

Kvars flyusining miqdorini hisoblash uchun quyidagi tarkibdagi kvars flyusini qabul qilamiz: SiO_2 - 70%, Al_2O_3 - 18%, qolganlar - 12%.

Temirli shlaklarda konvertor shlakining chiqishi quyidagicha bo'ladi:

$$121,9 : 0,48 = 254,0 \text{ t.}$$

Undagi kvarsning miqdori:

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

Bitta eritishga sarf bo'ladigan kvars qumining miqdori :

$$58,4 : 0,70 = 84,0 \text{ t.}$$

Olib borilgan hisobotlar natijalari bo'yicha konvertorlashning material balansini tuzamiz.

7.2-jadval

Xomaki mis olish uchun shteynni konvertorda puflash
jarayonining material balansini, t

Balan materiallari	Jami	Shu jumladan							
		Cu	S	Fe	SiO_2	Al_2O_3	O_2	N_2	qolganlar
Kiradi:									
Shteyn	269,7	68,3	67,1	121,9	-	-	12,4	-	-
Qum	84,0	-	-	-	58,4	15,5	-	-	10,1
Havo	439,0	-	-	-	-	-	101,0	338,0	-
Jami:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1
Olindi:									
Mis	60,5	60,0	0,2	-	-	-	0,2	-	0,1
Shlak	254,0	7,6	2,0	121,9	58,4	15,5	38,6	-	10,0
gazlar	478,2	0,7	64,9	-	-	-	74,6	338,0	-
Jami:	792,7	68,3	67,1	121,9	58,4	15,1	113,4	338,0	10,1

Olib borilgan hisobotlar bo'yicha konvertorning puflash davomiyligi:

$$8,5 + 1,9 = 10,4 \text{ s.}$$

Konvertorni puflashda ishlatilish koeffitsiyenti hisobga olganda 60,5 t massali xomaki mis olish uchun puflash davomiyligi quyidagi ko'rsatkichga tengbo'ladi:

$$10,4 : 0,72 = 14,44 \text{ s.}$$

Demak, bir sutkada konvertorda:

$$24 : 14,44 = 1,66 \text{ eritish olib boriladi.}$$

Unda bir sutkada bitta konvertorning ishlab chiqarish unumdorligi xomaki mis bo'yicha:

$$60,5 \cdot 1,66 = 100,4 \text{ t tashkil etadi.}$$

Hisoblangan material balansga va amaliyot ko'rsatkichlariga asoslanib issiqlik balansini hisoblaymiz.

7.3-jadval

Materiallar	t, °C	C _p , kkal/(kg•°C)
Shteyn	1100	0,24
Havo	50	0,24
Konvertor shlaki	1180	0,29
Oq shteyn	1200	0,18
Xomaki mis	1220	0,108

Mis shteynlarini konvertorlash jarayonining II-bosqich material va issiqlik balanslarini hisoblash.

Issiqlikning kelishi

1. Oq shteynning issiqligi $13,1 \cdot 10^6$ kkal (I bosqich bo'yicha).

2. Havoning issiqligi $75100 \cdot 50 \cdot 0,24 = 0,9 \cdot 10^6$ kkal.

3. Oltingugurtning oksidlanishi:

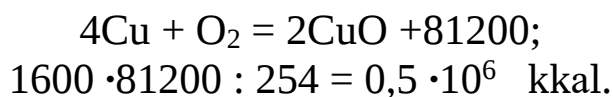


$$12600 \cdot 51960 : 32 = 20,46 \cdot 10^6 \text{ kkal};$$



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

4. Misning oksidlanishi:



Issiqlikning umumiy kelishi:

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

Issiqlikning sarfi

1. Xomaki misning issiqligi:

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

2. 1150° C da gazlarning issiqligi, kkal:

$$\begin{array}{l} \text{SO}_2 8820 \cdot 624,7 \text{ kkal/m}^3 = 5,5 \cdot 10^6 \\ \text{SO}_3 1750 \cdot 1018,6 \text{ kkal/m}^3 = 1,8 \cdot 10^6 \\ \text{N}_2 46400 \cdot 389,55 \text{ kkal/m}^3 = 18,1 \cdot 10^6 \\ \text{O}_2 595 \cdot 411,1 \text{ kkal/m}^3 = 0,2 \cdot 10^6 \\ \hline \text{Jami } 25,6 \cdot 10^6 \text{ kkal} \end{array}$$

3. Issiqlikning kladka orqali yo'qolishi:

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

4. Issiqlikning bo'g'oz orqali yo'qolishi:

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

Issiqlikning umumiy sarfi:

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

Hisobot natijalarini jadvalga kiritamiz.

7.4-jadval

Konvertorlash jarayoni II bosqichining issiqlik balansi

Issiqlikning kelishi			Issiqlikning sarfi		
Balans ko'rsatkichi	kkal·10 ⁶	%	Balans ko'rsatkichi	kkal·10 ⁶	%
Oq shteyn	13,1	26,1	Xomaki mis	8,0	16,0
Havo	0,9	2,4	Ajralib chiqayotgan gazlar	25,6	51,1
Oksidlanish reaksiyalari	28,86	71,5	Kladka orqali yo'qolishlar	1,1	2,2
			Bo'g'oz orqali yo'qolishlar	2,8	5,6
			Sovuq qo'shimchalarni eritish uchun issiqlik	3,36	6,3
Jami	40,86	100	Jami	40,86	100

7.3. Mis shteynlarini konvertorlash uchun qo'llaniladigan konvertorni hisoblash

Asosan, amaliyotda sig'imi 40, 75, 80 va 100 tonna, uzunligi 6–10 m, diametri 3–4 m, hamda furlar soni 32 tadan 62 tagacha bo'lgan konvertorlar keng ishlatilmoqda.

Gorizontal konvertorlar silindrsimon egiluvchan apparat bo'lib, jarayon uzlukli ravishda olib boriladi. Tashqi g'ilofi 20 – 25 mm qalinlikdagi po'lat listdan qoplangan bo'lib, uning diametri 3 – 4 metr, uzunligi 10 metrgacha bo'ladi. Ichki qismi to'liq olovbardosh, xromomagnezitli g'isht bilan terib chiqilgan. G'ilof bilan o'tga chidamli g'isht oralig'iga olovbardosh qumli ashyo quyiladi. Buning sababi, harorat oshgan sari terilgan g'isht kengayishi va o'zining

hajmini o'zgartirishi mumkin. Konvertor to'rt juft soqqali g'ildirakchalar ustida joylashgan bo'lib, elektrodvigatel va reduktor yordamida egilish uchun g'ilofning har ikkala tomoniga g'ishtli g'ildirakchalar o'rnatilgan bo'ladi. Shuning uchun ham konvertor gorizontaal o'q atrofida egilishi va yarim aylana holigacha aylanishi mumkin. Konvertorning orqa tomoniga havo purkash uchun furmalar o'rnatilgan bo'ladi. Konvertorga bo'g'izi orqali suyuq holda shteyn quyiladi va hosil bo'lgan toshqol, xomaki mis hamda oqova texnologik gazlar ham bo'g'iz orqali chiqadi.

Quyida konvertorga taalluqli ayrim texnologik ko'rsatkichlar keltirilgan:

Furmaldagi solishtirma	
purkash sarfi, m ³ (sm ³ .min)	0,5–1,2
purkash bosimi, MPa	0,1–0,12
furmadan purkalanuvchi	
purkash tezligi, m ³ /s	100–150
koefitsiyenti, %	95–98
purkash ostida konvertorning ishlash vaqti,%	65–80
havoning sarfi, m ³	
1 tonna shteyn uchun	1250–1750
1 tonna xomaki mis uchun	2100–5800
konverter toshqolining chiqishi, %	30–80
konverter toshqolining tarkibida, %:	
mis	1,2–3,0
kremnezyom	20–28
temir	50–55
misning olinishi, %: (o'tishi)	
xomaki misga	87–92
konvertor toshqoliga	3–6
qaytarmalarga	4–6
hokazo yo'qotishlarga	0,5–0,8

8. Xomaki misni olovli tozalash jarayonining material va issiqlik balansini hisoblash

Xomaki misni olovli tozalash jarayonining material va issiqlik balanslarini hisoblash.

Xomaki misni olovli tozalash asosan mis tarkibidagi zarra moddalarni yo'qotish va keyingi misni elektrolitik tozalash uchun

ma'lum bir o'lchamli anodlarga quyiladi. Olovli tozalash jarayonida yo'qotilishi lozim bo'lgan asosiy zarra elementlarga temir, oltingugurt, va kislorod kiradi. Olovli tozalash jarayoniga xomaki mis suyuq va qattiq ko'rinishlarda keladi. Xomaki misning ko'rinishi suyuq bo'lgan hollarda qo'zg'aluvchan anod pechlari qo'llaniladi. Qattiq mislarni tozalash uchun esa qo'zg'almas anod pechlaridan foydalaniladi. Biz yuqorida ta'kidlagan ikki xil anod pechlarida ham olovli tozalash davriy hisoblanadi.

200 tonna og'irlikli xomaki misni olovli tozalash jarayonining material balansini tuzish kerak bo'ladi. Konvertordan chiqayotgan xomaki mis suyuq holatda anod pechiga quyiladi. Xomaki misda misning miqdori 99,2% tashkil etadi. Amaliyotda aniqlangan ma'lumotlarga asosan quyidagi ko'rsatkichlarni qabul qilamiz. Bu jarayonga suyuq xomaki misdan tashqari, xomaki misning massasiga nisbatan 18% elektroliz sexida hosil bo'lgan tarkibida 9.6 % mis mavjud skraplar qo'shiladi. Shular bilan birgalikda 0.5% brak anodlarda eski qoliplarni anodli eritish pechiga yuklanadi. Shlakning chiqishi 1,5% gazlar bilan yo'qoladigan misning miqdori 0,1 % Cu. Olingan 3t metallardan qoliplar tayyorlanadi. Olovli tozalash jarayonida hosil bo'ladigan shlak tarkibida 45% Cu bo'ladi. Anodlarda esa 99,6% Cu, 0,5% ni tashkil etadi. Yaroqli anod tarkibidagi misning miqdorini aniqlaymiz:

$$200 \cdot 0,996 + 200 \cdot 0,005 \cdot 0,996 + 3 \cdot 0,996 = 203,184 \text{ t.}$$

Olovli eritishga keladigan massa $203,184 = X - 0,015X - 0,001X = 206,49 \text{ t.}$

Bunga asosan eritishga kelayotgan xomaki mis massasini X_1 va anod skraplarining massasini quyidagi tenglama orqali topamiz:

$$206,49 = 0,992 X_1 + 0,18 \cdot 0,996 X_1 + 0,996.$$

Bu yerda xomaki misning massasi $X_1 = 175,44 \text{ t.}$ Anod skrapining massasi esa $174,7 \cdot 0,18 = 31,6 \text{ t.}$ Eritish natijasida chiqayotgan anod shlakining miqdori:

$$206,49 \cdot 0,015 : 0,45 = 6,9 \text{ t.}$$

Hisoblashlardan olingan qiymatlarni pastgi 8.1- jadvalga kiritamiz.

8.1-jadval

Xomaki mislarni olovli tozalash jarayonining material balansini

Balans tuzish	Jami	Ulardagi mis	Balans tuzish	Jami	Ulardagi mis
Yuklandi:			Olindi:		
Xomaki mis	175,4	174,044	Anod	200	199,2
anod skrap	31,6	31,45	Yaroqsiz anod va skrap	1	0,996
yaroqsiz anod va skrap	1	0,996	Qolip	3	2,989
			Shlak	6,9	3,105
			Gazlar bilan yo'qolishi	—	0,2

8.1. Xomaki misni olovli tozalashning issiqlik balansini hisoblash

Xomaki misni olovli tozalash jarayonining issiqlik balansini tuzishda bu jarayonni turli haroratli tartiblarda olib borilishi haqida kerakli ma'lumotlarni bilish talab qilinadi. Mis zarralarining oksidlanishi natijasida yoqilg'ining sarfi kamayadi. Ammo yoqilg'ining miqdori ko'p bo'lgandagina mis to'liq qaytariladi. Bu vaqtda boshqa qattiq shixtalarni eritishda yoqilg'i miqdorining ko'p sarfi bo'lishi talab qiladi.

Yoqilg'ini yoqish qurilmalarini tanlashda va chiqindi gazlarni utilizatsiya qilishda ham yoqilg'ining sarfi katta ahamiyatga ega. Eritish jarayonining issiqlik balansini hisoblashni maksimal va minimal yoqilg'ining sarfi bo'yicha olib boramiz. Bu pechning issiqlik balansini hisoblash uchun quyidagi kattaliklardan foydalanamiz.

Eritish massasi 200 t. Pechga quyidagilar yuklanadi: 175.4 t og'irligidagi suyuq xomaki misning harorati 1150 °C; 31.6 t anod skrapining harorati 25°C; 1t brak anodining harorati 25°C. Pechdagi misning harorati 1200°C. Misning erish issiqligi 43 kkal/kg; 20-1083 °C intervalida issiqlik sig'imi 0.049 kkal/kg, suyuq misning issiqlik sig'imi 0.1318 kkal/kg.

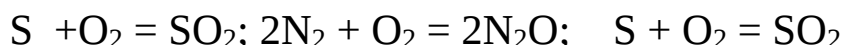
Pechdan chiqayotgan gazlarning harorati 1250 °C. Yoqilg'i sifatida quyidagi tarkibli mazut qo'llaniladi, %: 2W^P; 0,3A^P; 1,9S^P; 83,3 C^P;

11,5 H^P; 0,5 O^P; 0,5 N^P; Q^P = 9370 kkal/s (haqiqiy mazutning tarkibi pasporti bo'yicha).

Eritish vaqti 15 s, shu jumladan anod skrapini eritish 2 s, suyuq misni eritish 4 s. Suyuq misni yuklash 4 s, shlakni oksidlash va quyish 2 s, tiklash 2 s, tayyor misni qoliplarga quyish.

8.2. Mazut yonishini hisoblash.

Mazutning yonish reaksiyalari quyidagicha bo'ladi:



100 kg mazutni yoqish uchun kislorodning nazariy sarfini aniqlaymiz. kg:

$$\begin{array}{lcl} C + O_2 = CO_2 & 83,3 \cdot 32 : 12 = & 222,1 \\ 2H_2 + O_2 = 2H_2O & 11,5 \cdot 32 : 4 = & 92 \\ S + O_2 = SO_2 & 1,9 \cdot 32 : 32 = & 1,9 \\ \hline \text{Jami.....} & & 316 \end{array}$$

Kislorod bilan keladigan azotning miqdori $316 \cdot 77 : 23 = 1058$ kg, umumiy havoning sarfi $316 + 1058 = 1374$ kg.

Mazutning yonishidan chiqadigan gazlarning tarkibi quyidagicha:

	kg	m ³	% (hajmi.)
CO ₂	$83,3 \cdot 44 : 12 = 305,4$	155,3	13,7
2H ₂ O . . .	$11,5 \cdot 36 : 4 = 103,5$	128,8	11,4
SO ₂	$1,9 \cdot 64 : 32 = 3,8$	1,3	0,1
N ₂	1058	846,4	74,8
Jami	1470,7	1131,8	100

Ishlab chiqarish sharoitida mazutning yonishi $\alpha = 1,15$ da olib boriladi.

Bunda havoning sarfi quyidagicha bo'ladi:

$$1374 \cdot 1,15 = 1580 \text{ kg, undagi kislorod}$$

$$1580 \cdot 0,23 = 363,4 \text{ kg, azot } 1580 \cdot 0,77 = 1216,6 \text{ kg.}$$

8.2-jadval

Pechdan chiqayotgan gazlarning tarkibi:

Gazlar	m ³	%(hajm.)
CO ₂	155,3	11,9
H ₂ O	1288+1580: 1,293 · 5 · 2,24 : 18 = 7,6 + 128,8 = 136,4	10,6
SO ₂	1,3	0,1
N ₂	973,3	74,8
O ₂	33,8	2,6
Jami	1300,1	100,0

Namlikni aniqlashda 1 m³ havoning tarkibida 5g namlik mavjud bo‘ladi. Mazutning faktik issiqligini hisoblaymiz:

$$Q^P_H = 6747,3 + 2829 + 10,4 - 12 = 9570,7 \text{ kkal/kg.}$$

Eritishning issiqlik balansi. Xomaki misni olovli tozalash jarayonining issiqlik balansini hisoblash uchun qattiq qo‘shimchalarni va misni quyishda issiqlik kelishi va ketishini inobatga olgan holda yoqilg‘i sarfini aniqlaymiz.

Issiqlikning sarfi

1. Qattiq misni eritish uchun erish haroratigacha sarflanadigan issiqlik. $(31,6 + 1,0 = 32,6 \text{ t} = 32\,600 \text{ kg.}$

$$32\,600 \cdot 0,094 \cdot (1083 - 24) = 3257457 \text{ kkal, yoki}$$

$$3257457 : 2 = 1\,628\,729 \text{ kkal/s.}$$

2. Misni eritish uchun kerakli issiqlik

$$32600 \cdot 43,0 = 1\,401\,800 \text{ kkal, yoki } 1\,401\,800 : 2 = 700\,900 \text{ kkal/s.}$$

3. Misni 1200°C gacha isitish uchun kerakli issiqlikning miqdori.

$$32\,600 \cdot 0,1318 (1200 - 1083) = 502\,712 \text{ kkal, yoki}$$

$$502\,712 : 2 = 251\,356 \text{ kkal/s.}$$

Hamma qattiq holdagi misni eritish va suyuq holdagilarni isitish va eritish uchun kerak bo‘ladigan issiqlikning miqdori:

$$1628729 + 700900 + 251356 = 2580985 \text{ kkal/s.}$$

Issiqlikning bu sarflanishi boshqa jarayonlarga taqqoslaganda maksimal qiymatni tashkil etadi.

4. Suyuq misni 1150 dan 1200° C gacha isitish uchun kerakli issiqlikning miqdori: $175400 \cdot 0,1318 (1200 - 1150) = 1\,155\,886 \text{ kkal, yoki}$

$$1\,155\,886 : 4 = 288\,972 \text{ kkal/s.}$$

Metallarni isitish va eritish uchun kerak bo‘ladigan issiqlik miqdori

$$1628729 + 700900 + 251356 + 288972 = 2\,869\,957 \text{ kkal/s.}$$

5.1250° C da chiqayotgan chiqindi gazlar bilan yo‘qoladigan issiqlik miqdori va yoqilg‘i sarfi X kg/s, kkal/kg:

CO ₂	1,55X 683,7= 1059,7X
N ₂ O.....	1,36X530,85 = 721,9X
SO ₂	0,013X 684,65 = 8,9X
N ₂	9,73X 426,45 = 4149,4X
O ₂	0,34X 450,5 = 153,2X
Jami. . .	6093,1X kkal/kg

6. Pechning g‘ishtlari orqali issiqlikning yo‘qolishi. O‘z o‘qi atrofida aylanuvchi anod pechining o‘lchami 9,15·3,96 m dan iboratdir. Pechning himoya qatlami ya’ni xrom-magnezitli devorning qalinligi 0,46 m. Misni quyish uchun pechning og‘zi o‘o‘lchamlari 1,5·2 = 3 m² dan iboratdir.

Kladkalari orqali issiqlikning yo‘qolishi $120,1 \cdot 1,3 \cdot 360 = 561\,600$ kkal/s.

D. A. Diomidovskiy ma’lumotlariga asosan pechning og‘zi orqali issiqlik yo‘qolishi hisoblashda diafragmirlanish koeffitsiyentini qabul qilamiz, bu qiymat $\varphi = 0,87$ ga tengdir.

$$4,96 \cdot 0,87 \cdot 1,5 \cdot 2 \left(\frac{1473}{100} \right)^4 = 609443 \text{ kkal/s}$$

Jami issiqlikning sarfi:

$$2580985 + 6093,1X + 561600 + 609443 = 3\,752\,028 + 6093,1X.$$

Issiqlikning kelishi:

1. Yoqilg‘i bilan 9570,7X kkal.

2. Havo bilan $15,8X0,25 \cdot 0,31 = 1,2X$ kkal.

Jami kelayotgan issiqlik 9571,9X kkal.

Issiqlikning kelishi va sarflanish qiymatlarini bilgan holda quyidagi tenglamani tuzamiz:

$$3752028 + 6\,093,1X = 9\,571,9X.$$

Qattiq yoqilg‘ilarni eritish uchun sarflanadigan issiqlikning miqdori:

$$X = 3752028 : (9\,571,9 - 6\,093,1) = 1080 \text{ kg/s.}$$

Misni eritish uchun sarflanadigan issiqlik miqdorini aniqlaymiz. 6093,1X kkal/s – konvertorda quyishda yig‘iladigan chiqindi gazlardagi sarf bo‘ladigan issiqlik miqdori, 1171043 kkal/s – kladka va pechning yuqori qismi (gorlovinasi) dan yo‘qoladigan issiqlikning sarfi. Havo va mazutning yonishi oqibatida keladigan issiqlikning miqdori.

$$9571,9X \text{ kkal/s.}$$

Shunday qilib, bu davrdagi issiqlik balansining tenglamasi quyidagicha bo‘ladi.

$6\,093,1X_1 + 1\,171\,043 = 9\,571,9X_1$. Bu tenglamani yechgan holda X_1 ni topamiz:

$$X_1 = \frac{1171043}{9571,9 - 6093,1} = \frac{1171043}{3478,8} = 337 \text{ kg/s.}$$

Olingan ma’lumotlar bo‘yicha qattiq moddalarni eritish bosqichining issiqlik balansini tuzamiz. Havo va mazutning yonishi orqali keladigan issiqlik $11,12 \cdot 10^6$ kkal/s, metallni isitish uchun esa sarflanadigan issiqlik miqdorlari esa $2,8 \cdot 10^6$ kkal/s, chiquvchi gazlar bilan $7,03 \cdot 10^6$ kkal/s, pech kladkalari orqali yo‘qoladigan issiqlik $0,56 \cdot 10^6$ va nurlanish orqali yo‘qoladigan issiqlik $0,61 \cdot 10^6$ kkal/s.

Bu tuzilgan balansdan ko‘rinib turibdiki, issiqlikning asosiy sarflanadigan va yo‘qoladigan qismi chiqayotgan gazlarga to‘g‘ri keladi. Bu issiqliklardan foydalanish maqsadida pechga maxsus dastgohlar, ya’ni rekuperator va qozon utilizatorlar o‘rnatiladi. Bu dastgohlar yordamida bu issiqlikdan 60,65 % samarali foydalaniladi.

8.3. Misni elektr tozalash. Material balans va elektor energiya sarfini hisoblash

Misni elektrolitik tozalash asosan barcha zarra moddalardan holi sifatli metall olish uchun qo‘llaniladi. Xom ashyoning tarkibida uchrovchi nodir metallar mis bilan yo‘ldosh metallar sifatida elektroliz jarayonigacha yetib keladi va bu jarayonda shlam sifatida metall holdagi misdan ajratib olinadi. Bu shlam tarkibida oltin, kumush, va platinoidlar uchraydi.

Anod mislarini elektroliz qilish uchun misning ikki valentli sulfat kislotali eritmasi, erkin holdagi sulfat kislotalarida olib boriladi. Odatda, elektrolit tarkibi 140—200 g/l $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ va 150—220 g/l H_2SO_4 dan iborat. Elektroliz jarayonida elektrolitning harorati 55—65° C ni tashkil etadi. Yuqori sifatli katod mahsulotini olish uchun elektrolitga turli xil yelim, tiomochevina va boshqa qo‘shimchalar qo‘shiladi. Anod sifatida misni olovli tozalashdan so‘ng olinadigan yarim mahsulot ishlatiladi. Katod sifatida elektrolitik toza, yupqa mis plastinkasidan yasalgan bo‘ladi. Elektroliz jarayoni doimiy va zaxiralangan doimiy toklarda olib boriladi. Elektroliz jarayonining texnologik hisoblashda uning material balansi, regeneratsiyaga yuboriladigan elektrolit miqdori, elektrolit tarkibidagi zarra moddalar tarkibi va miqdorlari aniqlanadi.

Quyidagi tarkibli anod misining elektroliz jarayonining material balansini hisoblash kerak: 99,6% Cu; 0,08% Au; 0,035% Ag; 0,05% Se; 0,02% Te; 0,05% Pb; 0,08% Ni; 0,03% As; 0,02% Sb; 0,01 % Bi; 0,015% Fe; 0,01% O_2 . Bu hisoblashlarni olib borish uchun amaliyotdagi ma’lumotlarga ko‘ra ayrim kattaliklarni qabul qilamiz. Anod skrapining chiqishi 18%. Adabiyotlardagi ma’lumotlarga asosan skraplarda, eritmalar orasida, shlam va katod chiqindilarida mis va zarra moddalarning taqsimlanishini quyidagicha belgilaymiz:

8.3-jadval

Material balansi	Cu	Au	Ag	Se	Te	Pb	Ni	As	Sb	Bi	Fe	O_2
Eritmaga..	1,9	—	—	—	—	8	92	25	7	52	70	—
Shlamga.	0,1	99	98,5	99	99	83	1	51	64	7	20	90
Katodlarga	98	1	1,5	1	1	9	7	24	29	41	10	10

8.4a-jadval

Jadvalda keltirilgan taqsimlanishga ko‘ra elektroliz jarayonining material balansini topamiz, kg:

Material balansi	Cu	Au	Ag	Se	Te	Pb
Kelishi	996	0,8	0,35	0,5	0,2	0,5
Chiqishi:						
skrap va qoldiqlarga	179,28	0,144	0,063	0,09	0,036	0,09

Shlamga	0,817	0,6493	0,283	0,406	0,162	0,34
Eritmaga	15,52	-	-	-	-	0,0328
Katodga	800,39	0,0043	0,0043	0,00168	0,00164	0,015

8.4b-jadval

Material balansi	Ni	As	Sb	Bi	Fe	O ₂
Kelishi	0,8	0,3	0,2	0,1	0,15	0,1
Chiqishi:						
skrap va qoldiqlarga	0,144	0,054	0,036	0,018	0,027	0,018
Shlamga	0,0066	0,125	0,105	0,0057	0,025	0,074
Eritmaga	0,603	0,0615	0,0115	0,0426	0,0861	-
katodga	0,046	0,059	0,0476	0,0336	0,0123	0,008

Regeneratsiyaga beriladigan elektrolitning hajmini hisoblaymiz. Elektrolitning hajmi, regeneratsiyadan chiqadigan elektrolitda chegaralangan elementlar miqdoridan aniqlanadi. Amaliyotdan olingan ma'lumotlarga asosan elektrolit tarkibidagi elementlarning chegaraviy miqdori quyidagicha: 40Cu, 20Ni, 4As, 0,7Sb, g/l.

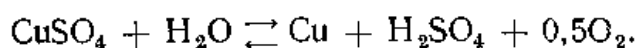
Material balansdan olingan ma'lumotlarga binoan 1000kg anoddan elektrolitga o'tgan zarra moddalarning miqdorini aniqlaymiz:

8.5-jadval

Elementlar	Anod tarkibi, kg	Elektrolit tarkibiga, kg	Qabul qilgan tarkibi, g/l	Elektrolit tarkibi, l
Ni	0,8	0,603	20	30,15
As	0,3	0,0615	4	0,0154
Sb	0,2	0,017	0,7	24,3
Cu	996	15,52	40	388,0

Ishlatilgan elektrolitning tarkibini hisoblash. Regenerativ vannaga 40 g/l Cu, 150 g/l H₂SO₄ tarkibli elektrolit 1 soatda 0,4 m³ kelib turadi. Ishlatilgan elektrolitning tarkibini aniqlash kerak.

Erimaydigan anodni elektroliz qilish va sulfat kislotani regeneratsiya qilish quyidagi reaksiya bo'yicha oqib o'tadi.



Elektroliz jarayonida tok kuchi 12 400 A, tok chiqishi esa 83%. Unda 1 soatda ajraladigan misning miqdori: $12\,400 \cdot 1,185 \cdot 1 \cdot 0,83 = 12\,196$ g. Vannaga 1 soatda keladigan misning miqdori. $400 \cdot 40 = 16000$ g. Ishlatilgan elektrolitda qoladigan misning miqdori $16000 - 12196 = 3804$ g, elektrolit tarkibidagi misning miqdori $3804 : 400 = 9,5$ g/l.

Yuqorida keltirilgan reaksiya bo'yicha 63,5g misga 98g sulfat kislota to'g'ri keladi.

$40 - 9,5 = 31,5$ g/l mis uchun esa $31,5 - 98 : 63,5 = 48,6$ g/l H_2SO_4 to'g'ri keladi. Elektrolit tarkibidagi kislotaning miqdori $150 + 48,6 = 198,6$ g/l ni tashkil etadi.

8.4. Elektrenergiya sarfini hisoblash

Misni elektrolitik tozalash jarayonida elektrenergiya sarfi quyidagi nisbatlikda topiladi. $kvt \cdot s/t$:

$$W = E 10^3 : 1,186 A,$$

bu yerda, E - bitta vannadagi kuchlanishning to'liq tushishi;

($E = E_v + E_{sh}$, bu yerda E_v — vannadagi kuchlanishning tushishi;

E_{sh} —vanna shinalarining kuchlanishining tushishi);

1,186 - misning elektrokimyoviy ekvivalenti, g/(A·s); A - tok bo'yicha chiqishi, % : 100.

Elektrenergiya sarfini aniqlash uchun amaliyotda aniqlangan tokning chiqishi ko'rsatkichini va mashina vaqti kattaligini belgilab olamiz. Ular quyidagiga teng:

$$M = 91 \div 93\%; \quad A = 94 \div 96\%.$$

Vannadagi kuchlanishning tushishini, vannadagi kuchlanishni yechish orqali ham aniqlash mumkin. Umumiy ravishda vannadagi kuchlanishning tushishini quyidagi ifoda orqali aniqlasa bo'ladi:

$$E_v = E_a - E_k + E_{sh} + E_{el}$$

bu yerda E_a — anod potentsiali;

E_k — katod potentsiali;

E_{el} — elektrolitdagi kuchlanishning tushishi, shlamdagi tushishning yoqilishi;

E_{sh} — tutashma va uzatgichlarda kuchlanishning tushishi.

Mis elektrolitik tozalash zavodida, A. I. Levina i M. I. Nomberglarning ma'lumotiga ko'ra vannalardagi kuchlanishning tushishi o'rtacha 0,29 - 0,404 V qiymatlarni tashkil etadi.

Vannadagi umumiy kuchlanish tushishida elektrenergiyaning asosiy yo'qoladigan qismi bu elektrolitlarga to'g'ri keladi. Bunda 50-70% kuchlanishning yo'qolishi to'g'ri keladi.

Mis elektrolit sexlarida shina tayyorlashda ishlatiladigan materiallar sifatida mis va alyuminiy ishlatiladi. Sex ichidagi atmosferani o'rganib bu iqlim alyuminiy turg'unligiga yomon ta'sir qiladi. Shu tufayli shinalar misdan tayyorlanadi. Amaliyotdagi ma'lumotlarga asosan, vannadagi kuchlanishning tushishidan, 12—15 % shinalarda kuchlanishning yo'qolishiga to'g'ri keladi. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlarga asosan texnologik jihatdan 1 tonna katod misiga sarflanadigan elektr energiyani topamiz. Agarda vannadagi kuchlanishning tushishi 0.36 V ni tashkil etsa, shinalar qarshiligi esa har bir vannaga 0,4 V hisobida shinalarda kuchlanish pasayishiga olib keladi, vannadagi mashina vaqti 91 % ni, tokdan chiqishi 94 % tashkil qiladi. Ko'rsatilgan qiymatlarni tenglamadagi noma'lumlar o'rniga qo'yib chiqamiz.

$$[(0,36 + 0,04) : 1,186 \cdot 0,94] 10^3 = (0,4 : 1,115) 10^3 = 359 \text{ kVt} \cdot \text{s/t.}$$

Amaliyotda 1tonna katod mis olish uchun sarflanadigan elektr energiyatushush miqdori 320 - 400 kVt · s ni tashkil etadi.

8.5. Elektroliz vannalar soni, o'lchamlari va katodlar sonini hisoblash

Hozirgi kunda o'zimizning korxonalarda quyidagi xarakterga ega kremniyli to'g'rilagichlar ishlab chiqarilmoqda:

Tok kuchi,A.....	12500	12500	12500	6250
Kuchlanish V.....	300	150	75	48

Misni elektroliz jarayonida birinchi turli tovar Xom ashyosini olish uchun birinchi va ikkinchi turli to'g'rilagichlar, matrichniy qismlar uchun uchinchi to'rni tashkil qiladi.

Yiliga 182500 tonna mis olishda ishlatiladigan vannalar miqdorini aniqlaymiz. Sexning unumdorligini quyidagi formula bo'yicha aniqlaymiz.

$$R = n \cdot I \cdot 365 \cdot 24 \cdot M \cdot 1,186 \cdot A$$

Bu yerda, R — sexning unumdorligi, ming tonna;

n — elektrolit vannalarining soni;

I — vannadagi toning kuch, 12 500 A;

365 — kalendar sutkalar soni;

24 — vaqt, s;

1,186 — misning elektrokimyoviy ekvivalentligi, g/A · s;

A — tok bo'yicha chiqish, 0,94;

M — vannaning vaqt mashinasi, 0,91. Unda vannalarning miqdori.

$$n = 182\,500 \cdot 10^6 : (12\,500 \cdot 24 \cdot 0,91 \cdot 0,94 \cdot 1,186 \cdot 365) = 1643.$$

8.6. Elektroliz vannalarining o'lchamlari va katodlar sonini hisoblash

Bitta vannadagi umumiy katodlar maydonini qabul qilingan tok zichligi va tok kuchi bo'yicha aniqlaymiz. Hozirgi davrda zavodlardagi tok zichligi 250—270 A/m² ga teng qilib olingan. Biz bu kattalikni 260 A/m² deb qabul qilamiz. Unda tok kuchi 12500 A ga teng bo'lganda 12 500 A vannadagi katodning maydoni $F = 12500 : 260 = 48 \text{ m}^2$ ni tashkil etadi.

Shunday qilib, vannada katodlar soni anodlar soniga nisbatan bittaga ko'p bo'ladi. Eng chetdagi katodlarning faqat bir tomoni ishlaydi, unda hamma katodlarning umumiy maydoni quyidagicha $F = 2ab(p - 1)$. Bu yerda vannadagi katodlar soni:

$p = F : (2ab) + 1 = 48 : (2 \cdot 0,86 \cdot 0,86) + 1 = 32 + 1 = 33$. Anodlar soni esa $n - 1 = 33 - 1 = 32$. vannaning ichki o'lchamlarining (uzunligi L , eni B va chuqurligi V) texnologik talablar, konstruktiv fikrlardan kelib chiqib, anod va katod polotnasi, katodlar soni va boshqalar aniqlanadi.

Anodning qalinligi 45 mm, vannaga tushirilayotgan katodning qalinligi 12 mm. Bir nomli elektrodlar markazlari orasidagi masofa 100 mm. Vanna ichki devori bilan chekkada joylashgan katod orasidagi masofa 200 va 150 mm bo‘ladi. Bunday hollarda vannaning uzunligi $100(n - 1) + 200 + 150 = (33 - 1)100 + 350 = 3550$ mm. Amaliyotdagi tik vannalar uzunligi 4 metr gacha bo‘ladi. Vannaning enini (ya’ni B ni) katodning eni (860 mm) ni va uning vanna ichki devor yuzasi orasidagi masofasidan ($80 \cdot 2$) kelib chiqqan holda aniqlanadi. Bundan kelib chiqadiki, $B = 860 + 160 = 1020$ mm. Vannaning chuqurligi tubidan katod polotnosigacha masofa 250mm va elektrolit yuzasidan vanna bortigacha 55 mm, polotnning uzunligi 860 mm bo‘lsa, $V = 860 + 50 + 250 = 1160$ mm.ga teng bo‘ladi. Uni shlamning sezilarli chiqishida 1250 mm.gacha uzaytirish mumkin.

8.7. Vannadagi kuchlanishni hisoblash

Quyidagi keltirilgan elektrolitning qarshiligini aniqlaymiz, g/l: 40 Cu; 200 H₂SO₄; 20 Ni; 4 As; 2 Fe, qolgan qo‘shimchalarni hisobga olmaymiz.

S.Skovronskining tenglamasi bo‘yicha elektrolitni tashkil etuvchilarning qarshiligi, %:

$$\begin{array}{ll} \text{Cu} \dots 100 + 0,657 \cdot 40 = 126,28 & \text{As} \dots 100 + 0,0725 \cdot 4 = 100,29 \\ \text{Ni} \dots 100 + 0,766 \cdot 20 = 115,32 & \text{Fe} \dots 100 + 0,818 \cdot 2 = 101,636 \end{array}$$

Bu yerda Cu, Ni, As, Ni — elektrolitdagi elementlarning konsentratsiyasi (g/l). Elektrolitning qarshilik koeffitsiyenti:

$$R_K = \frac{H_2SO_4\% \cdot Cu\% \cdot Ni\% \cdot As\% \cdot Fe\%}{10^{2n}}$$

$$R_K = \frac{81,50 \cdot 126,28 \cdot 115,32 \cdot 100,29 \cdot 101,636}{10^{10}} = \frac{1,209 \cdot 10^{10}}{10^{10}} = 1,209$$

Shunday qilib, 55 °C da elektrolitning qarshiligi quyidagiga teng: $1,364 \cdot 1,209 = 1,649$ Om/sm³ga teng bo‘ladi.

Bu qarshilikni bartaraf qilish uchun vannadagi kuchlanishni hisoblaymiz. Material balans bo‘yicha anod qoldiqlarining chiqishi

18%, katodga esa 80,039% anod misi o'tadi. Bunda anod qoldiqlarining eni

$45 \cdot 0,18 = 8,1$ mm bo'ladi. Katod asosining eni 1 mm, demak elektrodlararo eng maksimal masofa

$$(100 - 8,1 - 1) : 2 = 45,45 \text{ mm.}$$

Elektrolit qatlamining qarshiligi: $1,649 \cdot 4,545 \cdot 86,0 \cdot 86,0 = 0,001013$ Om.

Butun vannaning elektrolitning umumiy.

$$0,0010113 : 32 : 2 = 0,00001583 \text{ Om.}$$

12 500 A tok kuchida, bu qarshilikni bartaraf qilish uchun. Kuchlanish qiymati quyidagiga teng bo'ladi.

$$IR = 12\,500 \cdot 0,00001583 = 0,198 \text{ V.}$$

Bu ko'rsatkich umumiy kuchlanish pasayishining 55% dir. Unda umumiy vannadagi kuchlanishning pasayishi: $0,198 : 0,55 = 0,36 \text{ V.}$

8.8. Katod sonini (miqdorini) va matrik vanna sonini hisoblash

Sexning ishlab chiqarish unumdorligi 182,5 ming. t katod misi bir yilga. Katodlarning o'lchamlari 860x860 mm. Anodning o'lchamlari 820x820 mm. Bitta anodning massasi (Cu – zichligi 8,5 t/m³), anodning quloqlarini hisobga olmaganda $0,860 \cdot 0,86 \cdot 0,045 \cdot 8,5 = 283$ kg. Material balans bo'yicha anoddan katodga 80,039%, yoki $283 \cdot 0,8004 = 226,51$ kg.

Ishlab chiqarishda 182,5 ming tonna katod mis ishlab chiqarish uchun qayta ishlanadigan anodlar soni $182500 : 0,22\,651 = 805\,704$ dona. Tokning zichligi 260 A/m² tok bo'yicha chiqish 94% bo'lsa, sutkada katodga cho'kkan misning miqdori:

$$1,186 \cdot 0,94 \cdot 260 \cdot 2 \cdot 0,86 \cdot 24 = 11\,965,4 \text{ g} = 11,965 \text{ kg.}$$

Anodning erish davomiyligi

$$226,51 : 11,965 = 18,9 \text{ sut.}$$

Katodning ikki tarafli o'sishida, katodning o'sish davomiyligi 19:2 = 9,5 sut, katodlarning soni esa $805704 \cdot 2 = 1611408$ dona. bir yilga yoki $1611408 : 365 : 24 = 184$ katod bir soatda.

Katodning o'rtacha og'irligi $226,51 : 2 = 113,25$ kg.

Matrik seriyalar bir sutkada $184 \cdot 24 = 4416$ dona mahsulot chiqaradigan seriyalarga ilinadigan matritsalar ishlab chiqarish kerak. Bundan tashqari, bu asos miqdoridan taxminan 10 % ni quloqlar va brakni qoplashga sarflash kerak.

Matrik misning eni 1 mm va o'lchami 860 x 860 mm, zichligi 8,8 g/sm³ bitti matrik misning og'irligi $0,860 \cdot 0,860 \cdot 0,001 \cdot 8,8 = 6,5$ kg. Jami bir sutkada matrik seriyalarda ajralib chiqadigan misning miqdori

$$1,1 \cdot 4416 \cdot 6,5 = 31\,574,4 \text{ kg.}$$

Matrik misni ishlab chiqarishda mahsulot katod ishlab chiqarishda qo'llaniladigan vannalar ishlatiladi, undagi tokning zichligi 200 A/m², tok bo'yicha chiqish esa 96%. Bunda vannaning bir sutkadagi ishlab chiqarish unumdorligi

$$1,186 \cdot 200 \cdot 32 \cdot 0,860 \cdot 0,860 \cdot 0,96 \cdot 24 = 134,7 \text{ kg.}$$

Vannalar soni esa:

$$31574,4 : 134,7 : 0,93 = 252 \text{ dona.}$$

Bu yerda 0,93 — matrik mis ishlab chiqarish bo'limidagi vannaning mashina vaqti.

ABIYOTLAR RO‘YXATI

1. The Metallurgy of the Common Metals, Gold, Silver, Iron, Copper, Lead, and Zinc, by Leonard S. Austin. 2012.

2. Хасанов А.С, Санакулов К.С, Юсупходжаев А.А. Рангли металлар металлургияси. Ўқув қўлланма. –Т.: Фан, 2009. - 284 б.

Qo‘shimcha adabiyotlar:

1. Худояров С.Р., Валиев Х.Р. Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi fanidan laboratoriya ishlarini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatma. – ToshDTU, 2010. – 26 b.
2. Худояров С.Р., Саидова М.С., Бердияров Б.Т. Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi. Amaliyot ishlari uchun uslubiy ko‘rsatma. ТошДТУ, 2012. – 62 b.
3. Гудима Н.В. и др. Технологические расчеты в металлургии тяжелых цветных металлов. - М.: Металлургия, 2002.- 255 с.
4. Юсупходжаев А.А. Og‘ir rangli metallar metallurgiyasi. Maruzalar to‘plami – ТошДТУ, 2002. - 119 б.
5. Марченко Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск, 2009.

Elektron resurslar

1. www.gov.uz – O‘zbekiston Respublikasi xukumat portal.
2. www.lex.uz – O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma’lumotlari bazasi.
3. <http://www.agmk.uz>
4. www.ziyonet.uz;
5. <http://misis.ru>

MUNDARIJA

1.	Kurs ishining maqsadi va vazifasi.....	3
2.	Xom ashyoning mineralogik tarkibi. Texnologik hisobida xom ashyoning mineralogik tarkibining ahamiyati.....	4
3.	Boy mis boyitmalarining ratsional tarkibini hisoblash.....	7
4.	Sulfidli mis boyitmasini yallig‘-qaytaruvchi pechda eritishning material balansini hisoblash.....	16
5.	Sulfidli mis boyitmasini kislorod-mash‘ala pechida eritish jarayonining material balansini hisoblash.....	26
6.	Sulfidli mis boyitmasini suyuq vannada (Vanyukov pechi) eritishning material balansini hisoblash.....	34
7.	Mis shteynlarini konvertor da puflash jarayonini hisoblash.....	42
8.	Xomaki misni olovli tozalash jarayonining material va issiqlik balansini hisoblash.....	55

Muharrir: Adilxodjayeva Sh.M