



PO‘LAT ERITISH SHLAKIDAN MARGANES VA TEMIRNI AJRATIB OLISH

№ UZ FAP 2710

№ UZ FAP 2993

Ixtirolarda (№ UZ FAP 2710, № UZ FAP 2993) O‘zbekiston metallurgiya sanoatida hosil bo‘ladigan marganesli shlaklar namunalarining fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilingan. Shlak tarkibida marganes asosan MnO va Mn_2SiO_4 fazalarida mavjud bo‘lib, ularning miqdori, boshqa komponentlar (Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO) bilan bog‘liqligi va struktura holati, XRF va XRD usullari yordamida o‘rganilgan. Ushbu bobda shlaklarning granulometrik tarkibi, parchalanuvchanligi va marganesning bog‘langan holati tavsiflangan.

Marganesli shlaklarni sulfat va nitrat kislotalar, shuningdek natriy gidroksid eritmaları yordamida cho‘ktirish orqali marganesni eritmaga o‘tkazish shartlari tadqiq qilingan. Turli harorat ($60\text{--}95\text{ }^{\circ}\text{C}$), reaksiya vaqti (1–5 soat), kislota konsentratsiyasi ($30\text{--}100\text{ g/dm}^3$), pH darajasi va shlakning zarracha o‘lchamining ($0.1\text{--}2\text{ mm}$) marganes ajralishiga ta’siri eksperimental asosda o‘rganilgan. Temir ionlarining (Fe^0 va $FeSO_4$) qo‘shimcha sifatida qo‘llanishi marganes ajralishiga ijobiy ta’siri bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan.

Sulfatli eritmalaridagi marganes va temir ionlarini gidroksid ($NaOH$) va karbonat $(NH_4)_2CO_3$ eritmaları yordamida ketma-ket cho‘ktirish orqali selektiv ajratish usuli ishlab chiqilgan. Eritmadan temirni pH 4.5–5.0 oralig‘ida $Fe(OH)_3$ sifatida, marganesni esa pH 8.5–9.5 da $MnCO_3$ holida cho‘ktirish orqali ajratish mumkinligi tajribaviy isbotlangan. Ajralgan qattiq mahsulotlarning morfologiyasi SEM orqali, tarkibi esa XRF va XRD tahlillari orqali aniqlangan.

“Olmaliq KMK” AJ Markaziy ta’mirlash mexanika zavodida po‘lat ishlab chiqarish shlagi EB 50×40 – L jag‘li maydalagich yordamida maydalanib, elaklanib -1 mm gacha yiriklikdagi namuna ajratildi. Bu yiriklikdagi namuna sulfat va nitrat kislotalaridagi gidrometallurgik tajribalar uchun yetarli deb topildi.

Boshlang‘ich 8 ta tajriba ishida -1 mm yiriklikdagi namunalar ishlatildi, biroq yuqori konsentratsiyali kislotalar bilan to‘liq yemirilmagani aniqlandi. Qoldiq tarkibida yirik zarrachalar qolgani sababli, namuna yirikligi - 0.1 mm gacha kamaytirildi.



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

Keyingi bosqichda namunalar Isteratel 45T-DPM laboratoriya maydalagichida - 0.1 mm gacha yanchildi. Bu holda namunalar to'liq yemirilib, kislotali reaksiya samaradorligi oshdi.

Po'lat eritish jarayonida hosil bo'lgan shlaklarni konsentrlangan nitrat kislotada qayta ishlash. Shlak namunalarining EDXRF tahliliga ko'ra, ularning tarkibida 20% dan ortiq MnO va 13% dan ortiq Fe₂O₃ mavjudligi aniqlandi. Bu shlaklar po'lat ishlab chiqarishda marganesli ferroqotishmalar qo'shilishi tufayli hosil bo'ladi.

Dastlabki tajribada -1 mm yiriklikdagi 100 g shlak namunasi 50% li HNO₃ bilan 6 soat davomida aralashtirildi. Reaksiya davomida azot oksidi gazlari ajraldi va quyidagi tenglamalar asosida Mn va Fe nitratlariga aylantirildi. Filtrlashdan keyin olingan qattiq qoldiqning tahliliga ko'ra, shlakdagi marganesning 60% dan ortig'i va temirning 50% dan ko'prog'i eritmaga o'tgan. Bu holat Fe va Mn oksidlarining kimyoviy xossalari o'xshashligi bilan bog'liq. Eritma 25% li NH₄OH bilan neytrallanganda cho'kma hosil bo'ldi. Cho'kmaning rentgenofaza tahlili 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Nitrat kislota bilan qayta ishlanganda hosil bo'lgan eritmani ammoniy bilan reaksiyani natijasida olingan cho'kmaning rentgenofaza tahlili

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	MnO	MgO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Co	K ₂ O	P ₂ O ₅
%	14,23	0,022	14,33	2,701	1,078	5,552	0,0057	0,1680	0,00007
M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,00001	0,03148	0,00715	0,00321	0,0003	0,01627	0,00016	0,00050	0,00053
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	0,03781	0,00415	0,4821	0,07649	0,02440	0,00009	0,00003	0,00002	60,927

Konsentrlangan HNO₃ bilan ishlov samarali bo'lsa-da, temir, kremniy va boshqa metallar bilan birga reaksiyaga kirishganligi tufayli ajratilgan marganesning tozaligi pasaydi. Bundan tashqari, nitrat birikmalarining filtrlanishi qiyin bo'lgani va HNO₃ ning sanoatdagi narxi yuqoriligi tufayli keyingi tajribalar sulfat kislota bilan amalga oshirildi.

Po'lat eritish jarayonida hosil bo'lgan shlaklarni konsentrlangan sulfat kislotada qayta ishlash. 100 g shlak namunasi 98% li sulfat kislotaning suvli eritmasi bilan 1 litrlik idishda 6 soat davomida mexanik aralashtirilib qayta ishlangan. Ekzotermik xususiyati tufayli eritma qizib ketgan, filtratsiyada filtr qog'oz yemirilganligi sababli eritma suyultirilib, so'ngra filtrdan o'tkazilgan.

Qurtilgan qoldiqning EDXRF tahlili shlam tarkibida marganes (Mn) asosiy qismining saqlanib qolganini, temir esa eritmaga o'tganini ko'rsatdi. Bu esa



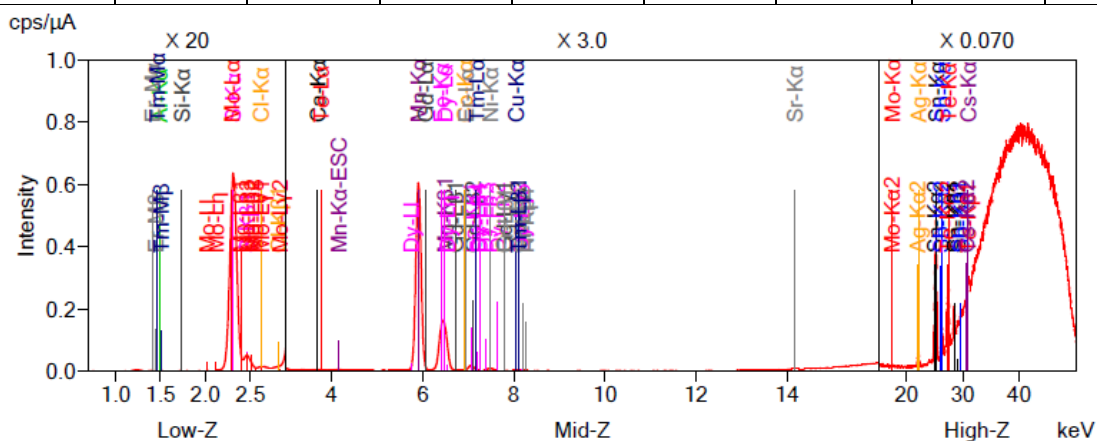
Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

konsentrlangan H_2SO_4 marganes ajratib olishda samarasiz ekanini isbotladi. Sulfat kislota bilan qayta ishlangandan so'ng qolgan shlamning kimyoviy tarkibi 2-jadvald va uning rentgen Spektroskopiyasi 1-rasm keltirilgan. Shlakni birlamchi natriy ishqori bilan kuydirishdan so'ng gidrometallurgik qayta ishlash. Po'lat ishlab chiqarish shlakida temir oksidi miqdorining ko'pligi sababli dastlab $200^\circ C$ haroratda NaOH bilan kuydirildi, ammo natija yetarli bo'lmagani uchun keyingi tajriba $300^\circ C$ da amalga oshirildi. Maqsad – temir oksidini suvda eriydigan natriy ferratga aylantirib shlamdan ajratish edi.

2-jadval

Sulfat kislota bilan qayta ishlangandan so'ng qolgan shlamning kimyoviy tarkibi

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Mg	Fe	Si	Ca	Al	Co	K	P
%	9,226	0,0102	1,9782	5,441	1,790	0,346	0,0001	0,651	0,00003
M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,00037	0,00006	0,00834	0,00096	0,00022	0,00034	0,00011	0,00002	0,00019
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	0,02659	0,00002	0,0941	0,00718	0,0462	0,00005	0,00003	0,00017	80,017



1-rasm. Sulfat kislota bilan qayta ishlangandan so'ng qolgan shlamning rentgen spektroskopiyasi

Natijada zangori cho'kma hosil bo'ldi, u quritilib tahlil qilindi. Tanlab eritishdan hosil bo'lgan eritmani natriy ishqori bilan reaksiyasi natijasida olingan cho'kmaning kimyoviy tarkibi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Tanlab eritishdan hosil bo'lgan eritmani natriy ishqori bilan reaksiyasi natijasida olingan cho'kmaning kimyoviy tarkibi

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Mg	Fe	Si	Ca	Al	Co	K	P
%	34	0,28	1,09	4,172	0,21	2,27	0,0005	0,656	11,83

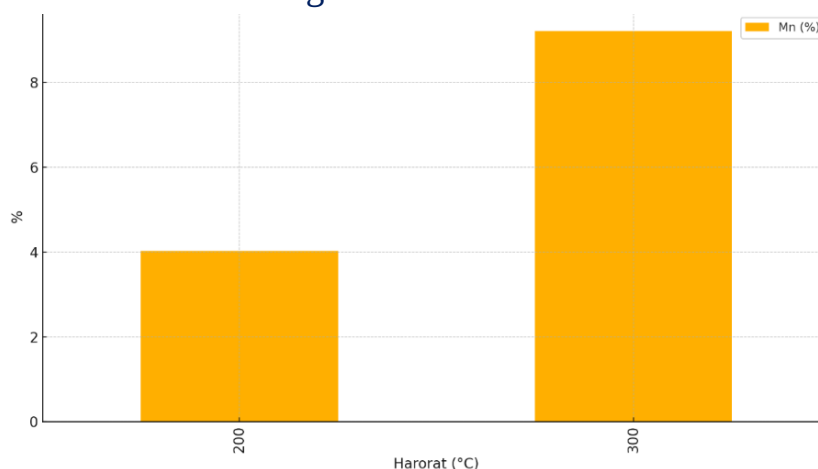


Po‘lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

M	Rb	Br	Zn	Zr	Sb	Mo	Dy	Pb	Sn
%	0,0012	0,00008	0,0255	0,0016	0,0032	0,356	0,0362	0,00003	0,0384
M	Te	Sc	Cr	Ni	Os	Yb	Ge	As	W
%	0,0175	0,0556	0,0325	0,0352	0,002	0,0405	0,0002	0,00018	0,0805

Tahlillarga ko‘ra, 300°C da kuydirilgan shlakdan ajratilgan cho‘kma tarkibida 34% dan ortiq marganes va atigi ~1% temir mavjud bo‘lib, bu metod orqali selektiv ajralishga erishilgan. Kuydirishsiz ishlovlarga nisbatan bu usul samaraliroq bo‘ldi.

Shu bilan birga, marganesning bir qismi eritmaga o‘tgan bo‘lib, bu uning suvda eriydigan birikmalar hosil qilganiga bog‘liq. Bu holatni hisobga olgan holda, metodni takomillashtirish yo‘nalishlari mavjud. Kuydirish haroratining Mn ajralishiga ta’siri 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Kuydirish haroratining Mn ajralishiga ta’siri

Sulfat kislota ishtirokida Mn ajratib olishning tanlab eritish texnologiyasini ishlab chiqish. Sulfat kislotada bir bosqichli tanlab eritishda marganesning 40–55% eritmaga o‘tsa-da, qolgan qismi shlamda saqlanib qolgan. Shuning uchun 100 gr shlak namunasi bilan 15% li H_2SO_4 eritmasida ikki bosqichli eritish tajribasi o‘tkazildi. Har bir bosqichda 3 soat davomida 350–400 ayl/min tezlikda aralashtirildi, so‘ngra eritmalar birlashtirildi. Eritmadagi keraksiz metall birikmalarini cho‘ktirish uchun pH darajasi 6 ga olib chiqildi (NH_4OH yordamida). Bu holatda cho‘kma tarkibida marganes nisbatan kam bo‘lib, uning asosiy qismi hali ham eritmada saqlanib qolgani aniqlandi. cho‘kma kimyoviy tarkibida 4 – jadvalda keltirilgan.

4 – jadvalda

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho‘kmaning kimyoviy tarkibi (15% H_2SO_4 , pH=6)

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Mg	Fe	Si	Ca	Al	Co	K	P
%	28,7	20,8	5,33	25,7	7,6	0,477	2,65	1,204	0,201



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

M	Se	Br	Zn	Zr	Nb	Mo	Cd	Pb	Sn
%	0,0798	0,0245	0,241	0,0477	0,0356	0,0915	1,55	0,0256	0,0356
M	Ti	V	Cr	Ni	Cu	Ga	Ge	As	Boshq.
%	0,023	0,0059	0,0055	0,253	0,0356	0,0023	0,0124	0,345	4,524

Eritma pH=9 ga yetkazilgach, marganesning katta qismi cho'kmaga tushdi, bu bosqich optimal deb topildi. 100 g shlak 10% H₂SO₄ bilan ikki bosqichda eritilib, natijaviy eritmaning pH=6 ga yetkazilganda hosil bo'lgan cho'kma tarkibida marganes miqdori past bo'lib chiqdi. Biroq pH=9 da cho'kma tarkibida marganes sezilarli darajada (33.3%) to'plandi. Shu tartibda 8% li H₂SO₄ eritmasi bilan ham ikki bosqichli eritish amalga oshirildi. pH=6 da hosil bo'lgan cho'kma tarkibida marganes kam bo'ldi, ammo pH=9–12 oralig'ida bosqichma-bosqich cho'kish natijasida marganes miqdori 65.7% (pH=9) va 79.6% (pH=12) ga yetdi. Cho'kmaning kimyoviy tarkibi 5-jadvalda keltirilgan. Sulfat kislotada ikki bosqichli tanlab eritish usuli va pH darajasini 9–12 oralig'ida sozlash orqali marganes birikmalarini yuqori darajada cho'ktirishga erishildi. Ayniqsa, 8% li H₂SO₄ va pH=12 sharoitida marganes selektiv ajratilishi eng yuqori natija berdi.

5 – jadval

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (8% H₂SO₄, pH=12)

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	S	Fe	Al	Mo	Si	Ac	Ca	W
%	79,6	12	6,16	0,643	0,399	0,221	0,202	0,171	0,092
M	Tm	Sn	Cl	Yb	Ni	Br	Zn	P	Te
%	0,0484	0,0336	0,0194	0,0297	0,0229	0,0025	0,0179	0,009	0,0149
M	Co	Sc	Pb	Sb	Hg	Se	Cu	Os	Boshq.
%	0,0886	0,0982	0,0072	0,003	0,0107	0,0005	0,0058	0,008	0

Sulfat kislotada ikki bosqichli tanlab eritish usuli va pH darajasini 9–12 oralig'ida sozlash orqali marganes birikmalarini yuqori darajada cho'ktirishga erishildi. Ayniqsa, 8% li H₂SO₄ va pH=12 sharoitida marganes selektiv ajratilishi eng yuqori natija berdi.

Sulfat kislotasi va natriy gidroksid yordamida marganes birikmalarini cho'ktirish. Shlak ikki bosqichda 15% H₂SO₄ bilan eritilib, eritmaga NaOH yordamida pH=6 ga ko'tarilganda kam miqdorda Mn cho'kdi. pH=9 ga yetkazilganda esa asosiy marganes cho'kmaga tushdi. Cho'kmaning kimyoviy tarkibi 6 – jadval keltirilgan.

6 – jadval

Ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (15% H₂SO₄, pH=9)



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Fe	S	Al	Ca	Mo	Si	Sc	Co
%	71,5	19,2	6,32	0,522	0,425	0,39	0,185	0,0652	0,133
M	W	As	P	Sn	Yb	Zn	Rh	Tm	Ni
%	0,0899	0,03	0,0092	0,0422	0,0333	0,0159	0,002	0,0599	0,0422
M	Te	Ag	Sb	Hg	Au	Os	Sr	Br	Boshq.
%	0,0255	0,0053	0,005	0,0081	0,0043	0,0054	0,0039	0,0021	0,8756

6 – jadval marganes miqdori eng yuqori 71,5% bo'lgan holatda bu esa optimal pH=9 ning samaradorligini isbotlaydi.

10% li H₂SO₄ bilan ikki bosqichli eritishdan so'ng pH=6 da Mn miqdori past bo'ldi, pH=9 ga yetganda esa asosiy qismi cho'kmaga o'tdi. 8% li H₂SO₄ bilan o'tkazilgan eritishdan so'ng pH=6 da Mn kamaygan, ammo pH=9–12 oralig'ida bosqichma-bosqich qo'shilgan NaOH yordamida Mn miqdori cho'kmada maksimal darajaga yetdi. Ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi 7 – jadvalda keltirilgan.

7 – jadval

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (8% H₂SO₄, pH=9)

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Fe	S	Al	Mo	Si	Ca	Co	Tm
%	70,7	11,5	15,6	0,749	0,456	0,207	0,215	0,123	0,0645
M	W	Cl	P	Sn	Yb	Br	Ra	Tm	Ni
%	0,144	0,0284	0,0213	0,0419	0,0263	0,0013	0,0879	0,0856	0,0256
M	Te	Ag	Sb	Hg	Au	Rh	V	Mo	Boshq.
%	0,0188	0,0047	0,0037	0,0063	0,0047	0,0019	0,0411	0,421	0,4253

7 – jadvalda ko'rsatilgandek, ikkinchi eng yuqori marganes (70,7%) ko'rsatkichli cho'kma va kislota konsentratsiyasi kamayganda ham samarali pH oraliqlari saqlanib qoladi.

Eritmadan marganes birikmalarini natriy ishqori bilan cho'ktirish orqali ajratib olish texnologiyasi. Ushbu texnologiyada 8%, 10% va 13% li sulfat kislotasi ishtirokida ikki bosqichli tanlab eritishdan so'ng, eritmadan marganes gidroksid ko'rinishida ajratib olindi. Eritmaning pH darajasi 6 ga yetkazilganda hosil bo'lgan cho'kmada marganes miqdori past bo'lib, asosiy qismi eritmada qolgan. pH=9–12 oralig'ida esa marganesning asosiy qismi cho'kmaga tushdi.

Optimal natija 10% va 15% li H₂SO₄ bilan ishlaganda, pH=9 da kuzatildi cho'kmaning kimyoviy tarkibida Mn ~71% ni tashkil etdi. Ajratilib olingan cho'kmani kimyoviy tarkibi 8 – jadvalda keltirilgan.

8 – jadval



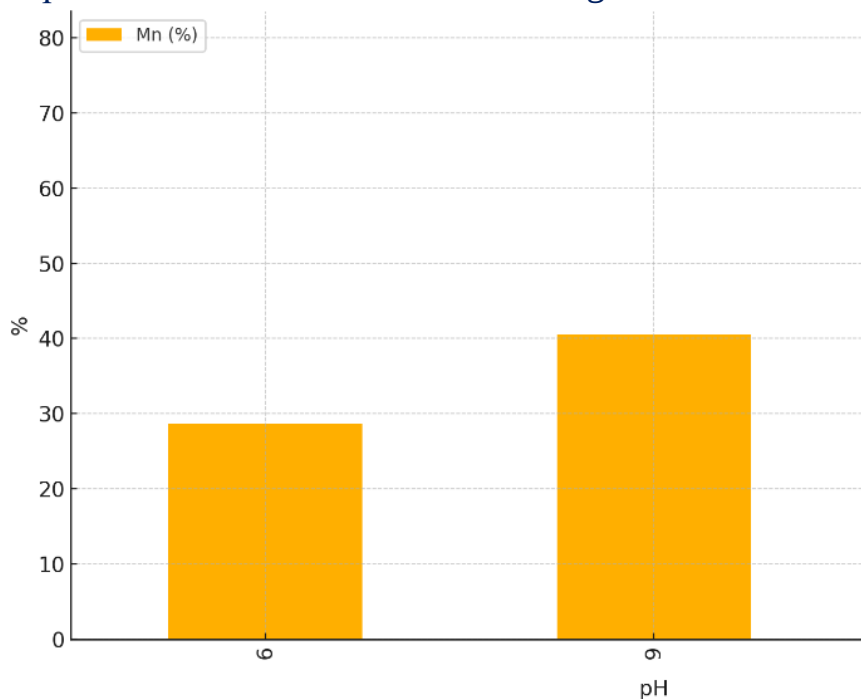
Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (15% H₂SO₄, pH=9)

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Fe	S	Al	Ca	Mo	Si	Sc	Co
%	71,5	19,2	6,32	0,522	0,425	0,39	0,185	0,0652	0,133
M	W	As	P	Sn	Yb	Zn	Rh	Tm	Ni
%	0,0899	0,03	0,0092	0,0422	0,0333	0,0159	0,002	0,0599	0,0422
M	Te	Ag	Sb	Hg	Au	Os	Sr	Br	Boshq.
%	0,0255	0,0053	0,005	0,0081	0,0043	0,0054	0,0039	0,0021	0,8756

8% li H₂SO₄ eritmasida esa pH=12 gacha oshirilganda Mg va qisman Mn cho'kib tushdi. Mn ning pH bo'yicha o'zgarishi 3-rasmda ko'rsatilgan.

Tanlab eritish jarayonida ajratib olingan eritmalarni marganesni cho'ktirish olib borilishida pH ko'rsatkichi tasiri 3-rasmda berilgan.



3-rasm. pH ga qarab cho'kma tarkibidagi Mn o'zgarishi

Ikki bosqichli tanlab eritishdan keyin eritmadan marganes birikmalarini ammoniy karbanat bilan cho'ktirish orqali ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqish. Marganesli shlakdan 100 g ikki bosqichli eritish yo'li bilan marganesni eritmaga o'tkazish jarayonlari 15%, 10% va 8% li sulfat kislotasi (H₂SO₄) eritmalarida amalga oshirildi. Har bir bosqichda 300 ml kislotasi eritmasi, 3 soat davomida, 350–400 ayl/min tezlikda aralashtirildi. Filtrlashdan so'ng olingan eritmalar birlashtirildi va selektiv cho'ktirish jarayoni olib borildi.

Eritmadan marganes birikmalarini ammoniy karbonat bilan cho'ktirish (15% H₂SO₄). Eritmaning pH darajasi 6 gacha ko'tarilganda ko'proq temir va aralash



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

metallar cho'kmaga tushdi, marganes esa eritmada qoldi. pH darajasi 9 gacha oshirilganda marganesning asosiy qismi cho'kmaga tushdi. Cho'kmaning kimyoviy tarkibida marganes 75,4% gacha yetdi. Cho'kmaning kimyoviy tarkibi 9-jadvalda keltirilgan.

9 – jadval

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (15% H₂SO₄, pH=9)

Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Fe	S	Al	Ca	Mo	Si	Sc	Co
%	75,400	14,9	7,51	0,632	0,422	0,42	0,192	0,0543	0,129
M	W	As	P	Sn	Yb	Zn	Rh	Tm	Ni
%	0,0909	0,024	0,0084	0,0367	0,0301	0,0135	0,0019	0,0622	0,0219
M	Te	Ag	Sb	Hg	Au	Os	Sr	Br	Boshq.
%	0,0157	0,0049	0,004	0,0073	0,0039	0,0054	0,0045	0,0019	0,4235

10% li H₂SO₄ eritmasida cho'ktirish. Xuddi shu jarayon 10% li kislota eritmasida takrorlandi. pH = 6 da marganes miqdori past bo'lib, asosiy qismi eritmada qoldi. pH = 9 ga yetkazilganda esa marganes 79,4% gacha cho'kmaga tushdi. Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi 10 – jadvalda keltirilgan.

10 – jadval

Tanlab eritish jarajonida ajratib olingan marganes tarkibli cho'kmaning kimyoviy tarkibi (10% H₂SO₄, pH=9)

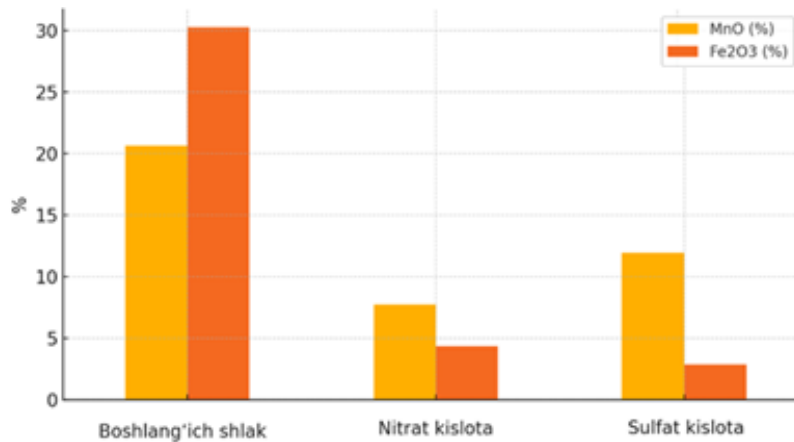
Aniqlanayotgan elementlar, %									
M	Mn	Fe	S	Al	Ca	Mo	Si	Sc	Co
%	79,4	11,9	5,51	0,756	0,596	0,456	0,256	0,0652	0,135
M	W	As	P	Sn	Yb	Zn	Rh	Tm	Ni
%	0,0856	0,019	0,0079	0,0359	0,0356	0,0155	0,0021	0,0588	0,019
M	Te	Ag	Sb	Hg	Au	Os	Sr	Br	Boshq.
%	0,0144	0,0003	0,0043	0,0053	0,00024	0,0024	0,0035	0,0025	0,6134

8% li kislota eritmasida ham ikki bosqichli eritish va selektiv cho'ktirish bajarildi. pH = 6 da marganes tarkibi cho'kmada kam bo'lib, eritmada qolganligi aniqlandi. pH = 9 ga yetkazilganda esa cho'kmadagi marganes miqdori 74,4% ni tashkil etdi. Tajribalar natijasida aniqlanishicha, pH = 9 darajasi marganesni eritmadan cho'ktirish uchun optimal qiymat bo'lib, bu holatda marganes 74–79% gacha miqdorda ajratib olindi.



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

Barcha o'tkazilgan tajribalarga asoslanib shlak tarkibidagi MnO va Fe_2O_3 o'zgarishi grafigi 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm. Shlak tarkibidagi MnO va Fe_2O_3 o'zgarishi

Eritma tarkibidan marganesni turli xil reagentlar yordamida ajratib olish

Tanlab eritishdan keyin hosil bo'lgan sulfat kislotali eritmalaridan marganesni ajratib olish uchun oldin zararli elementlar (Fe, Al, Mg, Ca, Cr) cho'ktirish yo'li bilan eritmadan tozalandi. Tarkibida marganes saqlagan sulfat kislotali eritmani kimyoviy tarkibi 11 – jadvalda keltirilgan.

11 – jadval

Tarkibida marganes saqlagan sulfat kislotali eritmani kimyoviy tarkibi.

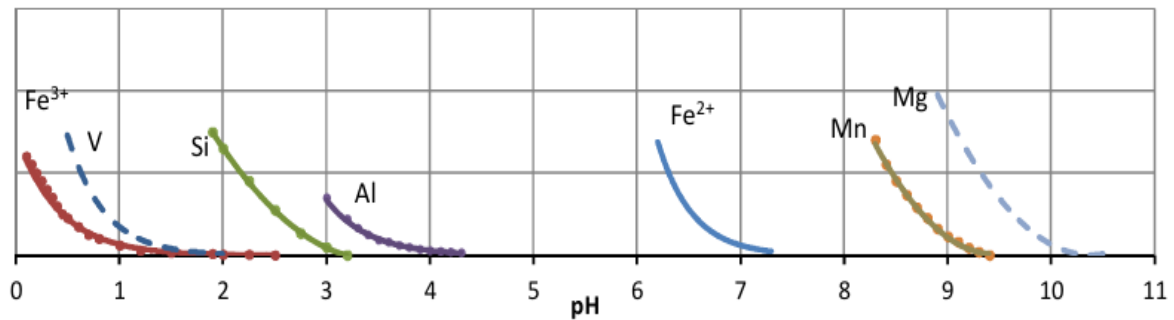
Marganes tarkibli eritmalar №	Elementlar miqdori, g dm ⁻³						
	Mn	Fe	Si	Mg	Ca	Al	Cr
1	12,86	0,377	0,124	2,73	0,52	0,959	0,0081
2	12,1	0,39	0,04	2,64	0,503	0,119	0,0055
3	13,36	8,54	-	2,53	-	-	-
4	12,73	2,84	-	2,45	-	-	-
5	37,1	37,67	0,89	7,6	0,46	1,16	0,043
6	8,81	0,17	0,0095	0,0084	1,97	0,41	0,12
7	10,17	1,268	24,25	0,0074	1,98	0,353	0,19

Metallar gidroksidlarining cho'kish pH diapazoni 4-rasmda berilgan. $\text{pH} = 4$ – 5 oraliq'ida Al^{3+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , $\text{pH} = 7$ – 8 da esa Fe^{2+} cho'kadi, marganes esa $\text{pH} = 8,5$ – $9,5$ oraliqda aktiv cho'kadi. Biroq magniy bilan birgalikda cho'kishi ehtimoli yuqori, chunki ularning cho'kish intervali yaqin. Shuning uchun toza marganes gidroksidini olishda $\text{pH} = 8,5$ – $9,0$ oraliqda ishlash tavsiya etiladi.



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

Reagent sifatida NH_4OH , NaOH va $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ishlatildi. Cho'ktirishdan oldin eritmalar 1 soat aralashtirildi, so'ng filtrlanib, cho'kmalar 120°C da quritildi. Tanlab eritish jarayonidan so'ng ajratib olingan eritmani tarkibidagi marganesni ajratib olish uchun yuqorida keltirilgan gidroksidlar va tuzlardan foydalanildi. Jarayon selektive cho'ktirish aalga oshirildi.



5 – rasm. Metallar gidroksidlarini cho'kmaga o'tish jarayonini eritmani pH ko'rsatgichi bog'liqligi

Eritmalar tarkibidan zararli qo'shimchalardan tozalash bo'yicha tadqiqot tajribalari 12 – jadvalda keltirilgan.

12 – jadval

Eritmalar tarkibidan zararli qo'shimchalardan tozalash bo'yicha tadqiqot tajribalari

Tajriba №	H ₂ SO ₄ eritmasi		Choʻktiruvchi reagent	Eritma %	Choʻkma		
	V	pH			Ogʻirlik qismi %		Ajralishi, %
					Mn	Fe	Mn
1-17	300	pH=-0,325	NH ₄ OH	15	Choʻkma №1		
					28,7	5,33	18,9
		pH=-0,205		10	Choʻkma №2		
					21,8	29,8	15,6
		pH=0,025		8	Choʻkma №3		
					23,3	30,7	16,6
21-33	300	pH=-0,325	(NH ₄) ₂ CO ₃	15	Choʻkma №4		
					29,3	42,4	14,2
		pH=-0,205		10	Choʻkma №5		
					32,3	40,5	16,4
		pH=0,025		8	Choʻkma №6		
					32,3	45,8	15,9
39-55	300	pH=-0,325	NaOH	15	Choʻkma №7		



Po'lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish

					38,25	35,3	21,5
		pH=-0,205		10	Cho'kma №8		
					35,55	37,4	20,8
		pH=0,025		8	Cho'kma №9		
					31,3	45,2	23,4

12 – jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib NH_4OH bilan Mn ajralish: 76,4% gacha, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ bilan: 95,6% gacha, NaOH bilan: 85,4% gacha ajralishiga cho'ktiruvchini va muhit katta ahamiyatga ega.

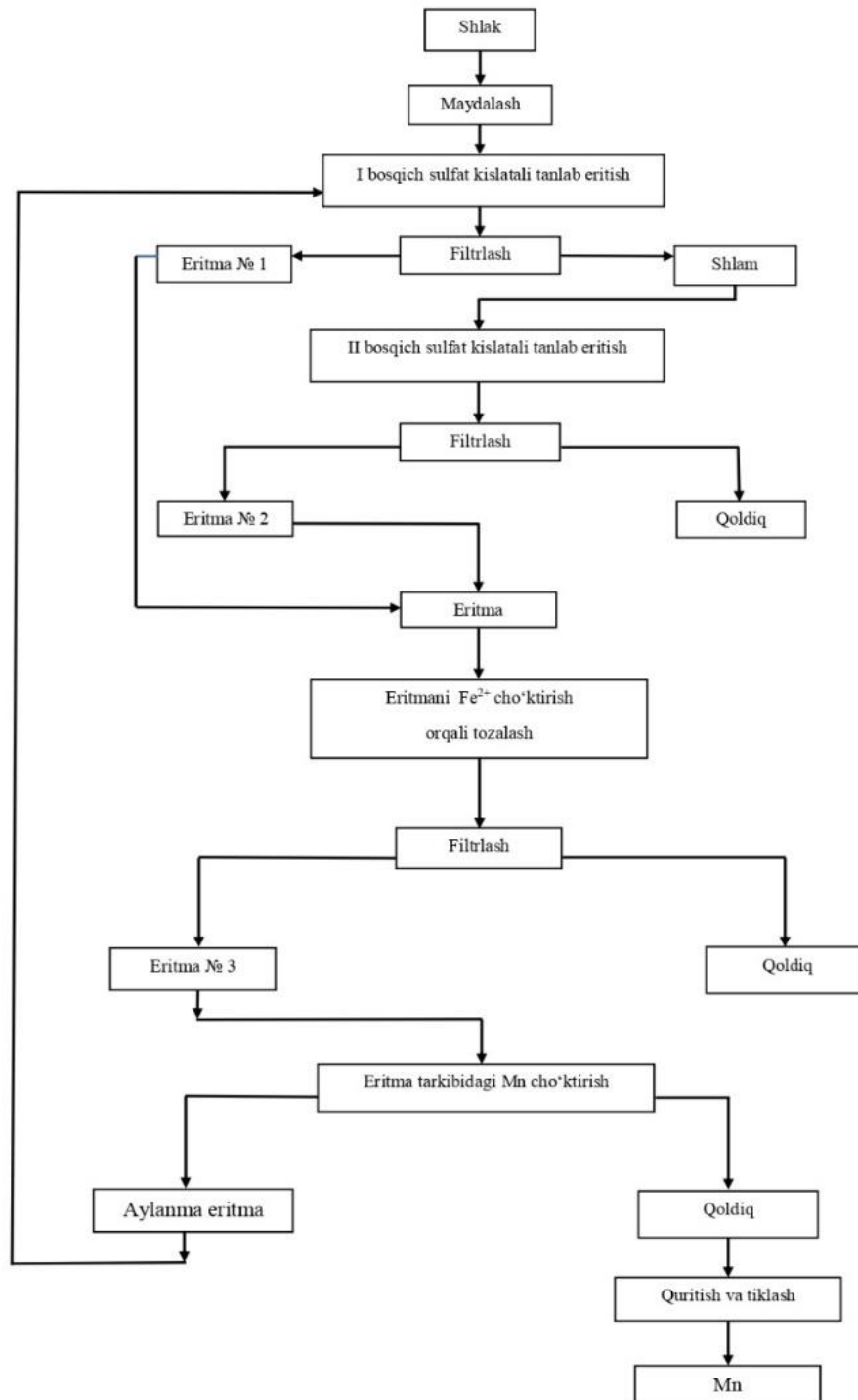
O'tkazilgan tadqiqotlar asosida marganesli shlaklarni qayta ishlashning texnologik sxemasi va operatsiyalar rejimi ishlab chiqildi (5-rasm) va iqtisodiy samaradorligi hisoblanga.

Shlak uch bosqichli sulfat kislotali eritishga uchratiladi ($Q:S = 1:3$, $T = 20-25\text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 1$ soat). Hosil bo'lgan eritmalarida marganes ($\sim 34\text{ g/l}$) va $\text{pH} < 2$ da Fe, Si, Mg, Al, Ca kabi aralashmalar bo'ladi. Eritma $\text{pH} = 4-5$ gacha ko'tarilib, kek bilan reaksiyaga kirishib zararli aralashmalardan tozalanadi. So'ngra $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ qo'shib MnCO_3 cho'ktiriladi. Yuvish, quritish va kuydirish orqali marganes oksidlari olinadi.

Qoldiq eritma aylanma tizimda ishlatiladi. Magniy to'planib $\text{pH} > 10,5$ ga yetganda $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ko'rinishida ajratiladi. Ortiqcha eritmada $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ azotli o'g'it cho'kmasi olinadi. Eritma va cho'kma balanslari tajriba-sanoat sinovida aniqlanadi. Umumiy marganes ajralish darajasi $\sim 80\%$.



Po‘lat eritish shlakidan marganes va temirni ajratib olish



6-rasm – Marganes tarkibli shlaklarni qayta ishlashning asosiy texnologik sxemasi.

Po‘lat ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan shlaklarni qayta ishlash orqali maranganets oksidi kukunini ajratib olish texnologiyasi ishlab chiqildi va uning texnika-iqtisodiy samaradorligi asoslab berildi. Taklif etilgan ikki bosqichli selektiv chiqindilarni kislotali eritmalar yordamida eritib olish texnologiyasi asosida 1000 kg shlakdan 191 kg maranganets ajratib olinadi, bu esa 92,56% ajralish



darajasini ta'minlaydi. Ajratilgan mahsulot – maranganets oksidi kukuni – 80% dan ortiq Mn tarkibiga ega bo‘lib, u import o‘rnini bosuvchi sifatida metallurgiya sanoatida qo‘llaniladi.

Tajriba-sanoat sharoitida o‘tkazilgan material balanslari asosida ishlab chiqarish korxonasida AO “Olmaliq KMK” texnologiyani joriy etish hisob-kitoblari amalga oshirildi. Shlakni qayta ishlashning umumiy tannarxi 343 625 so‘m/kg ni tashkil etadi, mahsulot narxi esa 902 000 so‘m/kg ga teng. Bu esa har bir kilogramm mahsulotdan 558 375 so‘m sof foyda olish imkonini beradi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, texnologiya sarmoyasi 1 yildan kamroq muddatda o‘zini oqlaydi.

Yangi texnologiya joriy etilishi natijasida maranganetsni import qilish hajmi 80% ga kamayadi, ishlab chiqarilayotgan ferromaranganets o‘rnini bosuvchi mahsulotning yillik foydasi 558 million so‘mni tashkil etadi. Mazkur yondashuv metallurgiya sanoatida chiqindilarni minimallashtirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va resurslardan oqilona foydalanish imkonini yaratadi.

Tajriba-sanoat sinovlari uchun 250 kg/sutka quvvatga ega, zanglamaydigan po‘lat, titan yoki rezina/emalli qoplamali uskunalardan iborat sxema taklif qilindi (6-rasm).

XULOSALAR

1. Po‘lat eritish jarayonida hosil bo‘lgan marganesli shlaklarning mineralogik va kimyoviy tarkibini chuqur o‘rganish asosida ularning qayta ishlanishga yaroqliligi isbotlandi, bu esa ilmiy asoslangan texnologik yondashuvlarni ishlab chiqishga xizmat qildi.

2. Marganesli shlaklardan marganesni eritmaga ajratish uchun gidrometallurgik jarayonning eng samarali sharoitlari aniqlab olindi. Jumladan, 10–15% konsentratsiyadagi sulfat kislotasi eritmasidan foydalanish, optimal pH darajasini saqlash, harorat va suyuq/qattiq fazalar nisbatini to‘g‘ri tanlash selektiv eritish jarayonining samaradorligini oshiruvchi muhim omillar sifatida belgilandi. Olib borilgan tajribalar natijasida ushbu parametrlar asosida marganesning eritmaga ajralish darajasi maksimal 82% gacha yetgani qayd etildi. Bu esa kislota konsentratsiyasining, eritish sharoitlarining to‘g‘ri tanlanishi selektiv ajratish imkoniyatini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi.

3. Marganesli shlaklarni ikki bosqichli tanlab eritish jarayonidan hosil bo‘lgan eritmani tarkibidagi marganes va temirni selektiv gidroksid ko‘rinishida 2 xil pH ko‘rsatkichida cho‘ktirish orqali oksidli birikmalar shaklida ajratib olish



texnologiyasi ishlab chiqildi, bu metod selektiv ajralishga erishish va mahsulotni sanoat miqyosida qo‘llashga xizmat qiladi.

4. Gidrometallurgik usulda olingan marganes oksidlaridan pirometallurgik usulda marganesli oksidni koks bilan tiklash orqali 90–95% tozalikka ega marganes metalli kukuni olish texnologiyasi ishlab chiqildi, bu esa metallurgik mahsulotlar sifatini oshirishga xizmat qiladi.

5. Tadqiqot asosida po‘lat eritish shlaklarini suyultirilgan kislotalar yordamida tanlab eritish va eritma tarkibidan past konsentratsiyali NaOH va $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ yordamida ajratilib olinishi va aylanma eritma jarayonda qayta ishlatilishi ekologik toza va iqtisodiy samarador qayta ishlash texnologiyasi taklif qilindi, bu ishlab chiqarish chiqindilarining kamayishi va resurslardan oqilona foydalanishni ta’minlaydi.

6. “Olmaliq KMK” AJ tarkibidagi Markaziy ta’mirlash mexanika zavodida ICHBda marganes tarkibli shlaklarni gidrometallurgik qayta ishlash texnologiyasi amaliyotga joriy etildi va uning asosida marganes oksidining 97,9% hamda temir oksidining 98,1% li kukunlari olindi. Bu esa ajratib olingan marganes oksidini import o‘rnini bosuvchi mahsulot sifatida xizmat qiladi.

7. Ishlab chiqilgan gidrometallurgik texnologiya mahalliy sharoitlarga moslashtirilib, laboratoriya tajribalarida sinovdan o‘tkazildi. Optimal parametrlar asosida marganesning eritmaga o‘tish darajasi 90%, cho‘kmadagi tozaligi esa 75–87% gacha yetdi. Bu texnologiyaning amaliy joriy etish uchun yaroqliligini va yuqori samaradorlikka ega ekanini isbotladi.

8. Ishlab chiqilgan ikki bosqichli gidrometallurgik texnologiya marganesli shlaklardan yuqori tozalikka ega oksidli birikmalarni ajratib olish va ularni pirometallurgik qayta ishlash orqali toza marganes metalli kukuni olish imkonini beradi, bu esa po‘lat ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlashda yuqori samaradorlikka ega, ekologik xavfsiz va sanoatga joriy etilishi mumkin bo‘lgan innovatsion yechim sifatida xizmat qiladi.