

Հ.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ

ՄԵԽԱՆԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱԿՏԻՎԱՅՄԱՍԲ ՊՂՆՁԻ ՕՔՍԻԴԱՅՎԱԾ
ՀԱՆՔԱՆՑՈՒԹԻ ՍՈՒԼՖԻԴԱՅՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Վերջին տարիներին մետալուրգիական գործընթացներում տեղ է գտել նոր ուղղություն, համաձայն որի խտանյութերի մշակումը կատարվում է մեխանաքիմիական և մետաղաթերմային վերականգնման եղանակների զուգակցմամբ: Դա նպաստում է հետագա օքսիդավերականգնման գործընթացների ինտենսիվացմանը և սկզբունքային նոր մոդիֆիկացված արգասիքների ստացմանը:

Պղնձային օքսիդացած միներալների հարստացման դեպքում մակերևույթների ակտիվացման ավելի ընդունելի տեսակ են հանդիսանում ավելացվող ռեագենտների համակցությամբ մեխանաքիմիական գործընթացները: Պարզվել է, որ էլեմենտար ծծմբով պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացումն ընթանում է ավելի ակտիվ, քան սիլիցիումի սուլֆիդով: Որոշվել են պղնձի օքսիդացած հանքաքարերի սուլֆիդացման օպտիմալ ռեժիմները:

Համալիր հետազոտությունների արդյունքում մշակվել է օքսիդացած պղնձային հանքանյութերի վերամշակման տեխնոլոգիա՝ աղացում սուլֆիդացմամբ և հետագա ֆլոտացմամբ:

Առանցքային բառեր. պղինձ, օքսիդացած հանքաքար, սուլֆիդարար, մանրացում, ծծումբ, սուլֆիդացում:

Ներածություն: Հանքանյութերի մանրացման ընթացքում, որը կատարվում է մեխանիկական ուժերի ազդեցության տակ, տեղի է ունենում հանքանյութի էներգետիկ վիճակի, ֆիզիկական ու քիմիական հատկությունների փոփոխություն, ընդ որում՝ էներգետիկ վիճակի փոփոխությունը հիմնականում վերաբերում է հետերոֆազ համակարգերին:

Մանրացնող սարքերում հանքանյութերի մանրացման ժամանակ պետք է հաշվի առնել մանրացման գործընթացների առանձնահատկությունները, հատկապես պինդ նյութերի իոնացման գործընթացը, որը կատարվում է մեխանիկական ազդակներով: Ինչ վերաբերում է մեխանաքիմիական գործընթացին, ապա այս դեպքում այն ուղեկցվում է քիմիական և ֆիզիկաքիմիական փոխարկումներով:

Մեխանիկական ազդեցության ուսումնասիրմանն են նվիրված Օստվալդի աշխատանքները [1], որոնք հիմք դրեցին «մեխանաքիմիա» հասկացությանը, և այն դիտարկվեց որպես ֆիզիկական քիմիայի ինքնուրույն բաժին: Արդյունքում

ստեղծվեց հանքնայութերի որակական վերլուծության մեթոդ՝ հիմնված մեխանաքիմիական գործընթացների ազդեցությամբ տեղի ունեցող պինդ ֆազային ռեակցիաների վրա: Կատարվեցին ապատիտներից և ֆոսֆորիտներից մեխանաքիմիական ակտիվացման եղանակով ֆոսֆորական պարարտանյութերի, մետաղական օքսիդներից համաձուլվածքների, կատալիզատորների, իկոսաէդրիկ կառուցվածքների, բարդ օքսիդների, հիդրիդների, կարբիդների, սիլիցիդների, ակտիվացված մեխանիկական թափոններից շինանյութերի, դեղանյութերի ստացման, գունանյութերի և ինտերմետաղական ֆազերի սինթեզի ուղղությամբ աշխատանքներ [2, 3]:

Մեխանաքիմիայի ուղղությամբ որոշակի աշխատանքներ են կատարվել նաև Հայաստանի Հանրապետության ԳԱԱ Ընդհանուր և անօրգանական քիմիայի ինստիտուտում, որտեղ կազմակերպվել է լաբորատորիա, և ուսումնասիրվել են պինդֆազային ռեակցիաների կինետիկան, բարձր ճնշումների և դեֆորմացիաների պայմաններում ընթացող մեխանաքիմիական ռեակցիաները, սուլֆիդների մեխանաքիմիան և այլն [4-7]: Մեխանաքիմիայի առանձին բաժիններ են ուլտրաձայնային, հարվածային ալիքների, բարձր ճնշումների քիմիաները: Շփմամբ պայմանավորված փոխակերպումները երբեմն առանձնացվում են որպես մեխանաքիմիայի առանձին բաժին, որը կոչվում է տրիբոքիմիա: Ելնելով մեխանաքիմիական գործընթացների առանձնահատկություններից՝ ներկայացված խնդիրը, որը վերաբերում է մեխանաքիմիական ակտիվացմամբ պղնձի օքսիդացված հանքանյութի սուլֆիդացման գործընթացի հետազոտմանը, խիստ արդիական է և պահանջարկված:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Օքսիդացած միներալների մակերևութային շերտի խոր սուլֆիդացմամբ սուլֆիդային հանքանյութերի ստացման մեթոդը հիմնված է հանքանյութերի բյուրեղային կառուցվածքի աղավաղման գործընթացի վրա: Հանքանյութի վրա մեխանիկական էներգիայի ազդեցությունը բյուրեղային ցանցում մեծացնում է արատների քանակը, և ազդելով կառուցվածքաքիմիական փոխակերպումների գործընթացի վրա՝ ծծմբի միջավայրում տեղի է ունենում սուլֆիդացում, որը նպաստում է արատավորության աստիճանի, հետևապես՝ ներքին էներգիայի նվազմանը: Միներալների արատավորության աստիճանն էլ ազդում է ֆլոտացման գործընթացի վրա:

Ելնելով վերոհիշյալից՝ հետազոտության նպատակն է թերմոդինամիկական հաշվարկներով հիմնավորել Թեղուտի հանքավայրի պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման գործընթացը, ուսումնասիրել աղացում սուլֆիդացման գործընթացների մեխանիզմը, կինետիկան, սուլֆիդացման գործընթացի ինտենսիվացման և սուլֆիդացված պղնձի մասնաբաժնի ավելացման հնարավորությունները, ինչպես նաև հիմնավորել Թեղուտի պղնձի օքսիդային հանքանյութերից ստացված սուլֆիդային խտանյութերի ֆլոտացման գործընթացը:

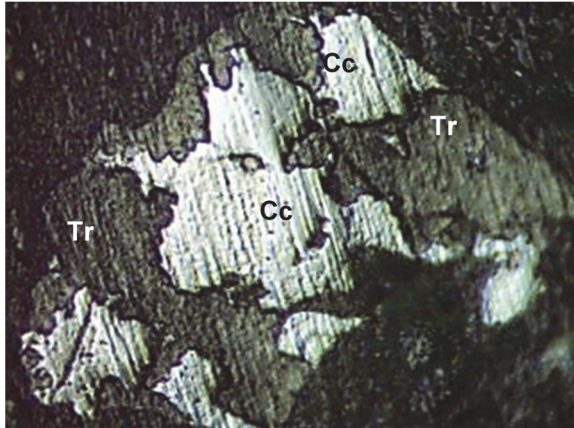
Գրականության ակնարկի տվյալների և կատարված փորձարարական հետազոտությունների վերլուծության հիման վրա աշխատանքում առաջարկվում է ծծումբ պարունակող սիլիցումի սուլֆիդի, նատրիումի թիոկոմպլեքսի կամ ծծմբի առկայությամբ օքսիդացած պղնձային հանքաքարերի հիդրոջերմային սուլֆիդացման և մանրացման գործընթացների համատեղում: Գործընթացը կարելի է իրականացնել սովորական գնդադացներում մինչև 373 Կ ջերմաստիճանում՝ արգասիքի հետագա ֆլոտացմամբ:

Այսպիսով, ի տարբերություն ավտոկլավային մեթոդի, հնարավոր է լինում նվազեցնել սուլֆիդացման գործընթացի տեխնոլոգիական պայմանները, պարզեցնել վերամշակման սխեման՝ ի հաշիվ սուլֆիդացման ու մանրացման օպերացիաների համատեղման, նվազեցնել նաև սուլֆիդացման գործընթացի իրականացման տնտեսական ծախսերը: Պղնձի օքսիդային միներալների և սիլիցիումի սուլֆիդի, նատրիումի սուլֆիդի ու ծծմբի հետ փոխազդեցության ռեակցիաներն ընթանալու հավանականությունը պարզելու համար կատարվել են նախնական թերմոդինամիկական հաշվարկներ: Որպես ռեակցիաների ընթանալու չափանիշ, հաստատուն ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում, Գիբսի էներգիայի՝ ΔG -ի նվազումն է, որի հաշվարկները կատարվել են Տեմկին-Շվարցմանի մեթոդով [8-15]:

Քանի որ Թեղուտի հանքավայրի օքսիդացած գոտու հանքաքարերն ունեն բարդ միներալաբանական կազմ, և նրանցում առկա են նաև սուլֆիդային միներալներ, այդ իսկ պատճառով հարստացման համար ընտրվել է նախնական մալերնությային սուլֆիդացումը՝ օգտագործելով սուլֆիդարարներ (SiS_2 , $\text{Na}_2[\text{SiS}_3]$ և S) և այնուհետև՝ փրփրաֆլոտացում: Նկ. 1-ում ներկայացված է Թեղուտի հանքավայրի օքսիդացված գոտու ազուրիտ միներալի մակրոկառուցվածքը: Նկարից երևում է, որ ազուրիտին ուղեկցում է մալախիտ միներալը: Իսկ նկ. 2-ում ներկայացված է Թեղուտի հանքավայրի օքսիդացված գոտու տենորիտ միներալի տեսքը մալախիտի և ազուրիտի հետ միասին:



Նկ. 1. Թեղուտի հանքավայրի օքսիդացման գոտու հանքաքարերում ազուրիտ միներալի մակրոկառուցվածքը ($\times 50$)



Նկ. 2. Թեղուտի հանքավայրի օքսիդացման գոտու հանքաքարի տենորիտ (Tr) միներալի ներփակումները (x 400)

Հետազոտության արդյունքները: Առաջին անգամ թերմոդինամիկական հաշվարկներով հիմնավորվել է Թեղուտի հանքավայրի պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային խոր սուլֆիդացման տեխնոլոգիական գործընթացը, որը կատարվել է ծծմբի (S) առկայությամբ՝ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի աղացման ու մանրացման գործընթացներում:

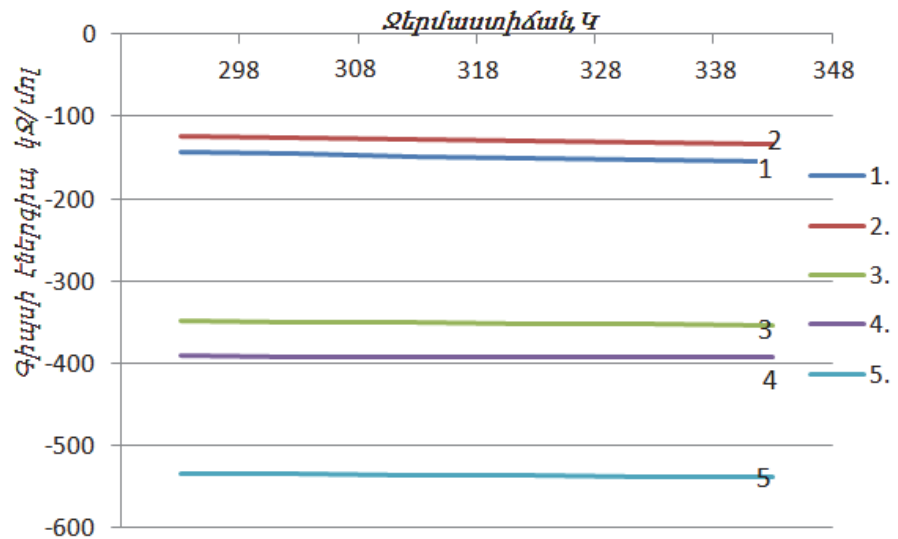
Ստորև բերված են հիմնական ռեակցիաները և թերմոդինամիկական հաշվարկների արդյունքները (աղյուսակում և նկ. 3-ում): Ցույց է տրված, որ փոխադրեցությունն ընթանում է Գիպսի էներգիայի մեծ բացասական արժեքով, որը և անհրաժեշտ է պղնձի սուլֆիդների ստացման համար:

1. $2CuO + 2S = Cu_2S + SO_2$,
2. $2CuO + 3S = 2CuS + SO_2$,
3. $2Cu_2O + 7S + H_2O = 6CuS + H_2SO_4$,
4. $Cu_2(OH)_2[CO_3] + 2S + H_2O = Cu_2S + H_2CO_3 + H_2SO_3$,
5. $\frac{2}{3}Cu_3(OH)_2[CO_3]_2 + 3S + \frac{2}{3}H_2O = 2CuS + SO_2 + \frac{4}{3}H_2CO_3$:

Օքսիդացած պղնձային հանքանյութերի ֆլոտացման նախապատրաստման ամենաարդյունավետ մեթոդը սուլֆիդացումն է [16]: Մանրացման փուլում հեռանկարային տարբերակներից է սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով կամ ծծմբով սուլֆիդացումը: Նատրիումի թիոկոմպլեքսը պատրաստվել է հետևյալ կերպ. նատրիումի սուլֆիդի վրա ավելացվել է ստեխիոչափ քանակով սիլիցիումի սուլֆիդ, այնուհետև այն տաքացվել է, և ստացվել է համասեռ զանգված:

Գիբսի էներգիայի փոփոխության արժեքների կախվածությունը ջերմաստիճանից

Ռեակցիայի համարը	Ջերմաստիճանը, Կ					
	298	308	318	328	338	348
1	-143,53	-145,88	-148,28	-150,67	-153,04	-155,42
2	-123,46	-125,48	-127,71	-129,94	-132,10	-134,40
3	-348,30	-349,41	-350,55	-351,70	-352,80	-354,00
4	-391,30	-391,45	-391,59	-391,74	-391,88	-392,02
5	-533,97	-534,85	-535,73	-536,60	-537,48	-538,40



Նկ. 3. Գիբսի էներգիայի կախվածությունը ջերմաստիճանից

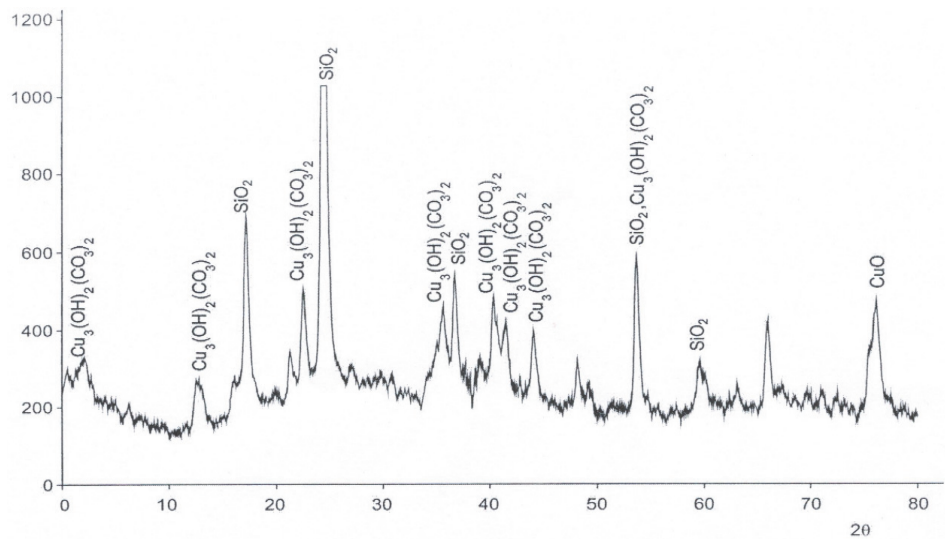
Ուսումնասիրվել են աղացում սուլֆիդացման գործընթացները:

Մանրացման ինտենսիվության և մեխանիզմի վրա որոշիչ դեր են խաղում թմբուկի պտտման արագությունը, մանրացնող մարմինների (գնդերի) ձևն ու քանակը, բեռնված նյութի (պղնձի օքսիդացած միներալներ) ծավալը, մանրացման տևողությունն ու միջավայրը: Թմբուկի պտտման արագության մեծացմանը զուգընթաց, կենտրոնախույս ուժի աճի ու վերամբարձ անկյան մեծացման հետ կապված՝ գնդերը սկսում են վայր ընկնել ավելի մեծ բարձրություններից՝ ավելի արդյունավետ մանրացնելով նյութը: Պտտման արագության հետագա մեծացման դեպքում կենտրոնախույս ուժը կարող է այնքան աճել, որ գնդերն ու մանրացնող նյութը պտտվեն թմբուկի հետ միասին՝ հպված մնալով նրա պատերին, հետևապես՝ մանրացում տեղի չի ունենա, այսինքն՝ կստեղծվի կրիտիկական արագություն ($N_{կր}$) կամ կրիտիկական պտուտաթվեր ($N_{պտ}$):

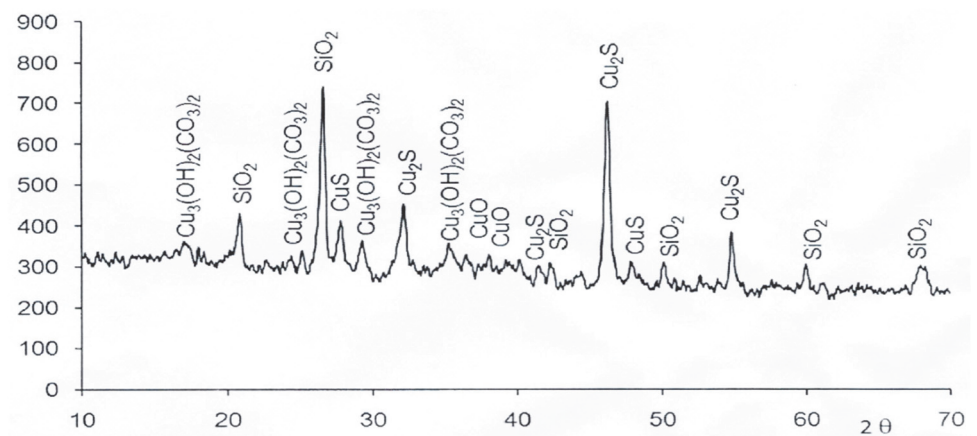
Մանրացման արդյունավետության բարձրացման նպատակով գործնականում թմբուկի պտուտաթվերը վերցվում են կրիտիկականի ($N_{կր}$) 75...80%-ի սահմաններում [17]:

Կատարվել են ուսումնասիրություններ՝ մեխանիկական ակտիվացման միջոցով սուլֆիդացման գործընթացի ինտենսիվացման նպատակով: Ցույց է տրված, որ մեխանիկական ակտիվացման օգտագործումը հնարավորություն է տալիս բարձրացնել պինդ մարմինների ռեակցիոն ունակությունը՝ ի հաշիվ բյուրեղային կառուցվածքում արատների առաջացման և դիֆուզիայի գործընթացի արագացման: Սիլիցիումի սուլֆիդով, նատրիումի թիոկոմպլեքսով կամ ծծմբով պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման գործընթացի արագությունը դանդաղում է միներալների մակերևույթին սուլֆիդային թաղանթների առաջացման հետևանքով, ինչը բացատրվում է սիլիցիումի սուլֆիդի, նատրիումի թիոկոմպլեքսի կամ ծծմբի առկայությամբ դիֆուզիայով առաջացած սուլֆիդային (Cu_2S) թաղանթի հաստության մեծացմամբ, որն արգելակում է ռեակենտների հետագա ներթափանցմանը ավելի խոր շերտեր: Մեխանիկական ակտիվացման, այսինքն մանրացման գործընթացի կիրառումը, որի ընթացքում տեղի է ունենում օքսիդացած միներալների թարմ մակերևույթների սուլֆիդացում և այդ սուլֆիդացած շերտի հեռացում, հնարավորություն է տալիս ներքին դիֆուզիայի ռեժիմից անցնել կինետիկական ռեժիմի, որի հետևանքով գործընթացի արագությունը մեծանում է, և ավելանում է սուլֆիդացված պղնձի մասնաբաժինը: Այսպիսով, սուլֆիդացման ռեակցիայի արագությունը որոշվում է մակերևույթների առաջացման արագությամբ: Սուլֆիդացման գործընթացը պինդ ֆազային տիպական ռեակցիա է, որը սկսվում է միներալների հատիկների մանրացումով:

URD-63 (Գերմանիա) ռենտգեն դիֆրակտաչափով կատարվել են Թեղուտի հանքավայրի ազուրիտ և տենորիտ միներալների ռենտգենաֆազային հետազոտություններ: Ինչպես երևում է նկ. 4-ից, ազուրիտ միներալի կառուցվածքի գերակշռող ֆազն ազուրիտ է, իսկ նկ. 5-ից երևում է, որ առաջանում է պղնձի սուլֆիդ (Cu_2S), որը հաստատվում է սուլֆիդացումից հետո ազուրիտի ռենտգենագրի վրա գագաթների ինտենսիվության նվազմամբ: Արդյունում ռենտգենագրի վրա հայտնվում են պղնձի սուլֆիդի գագաթները (Cu_2S): Նմուշները պատրաստվել են 343 Կ ջերմաստիճանում և 70 *րոպ* տևողության պայմաններում:

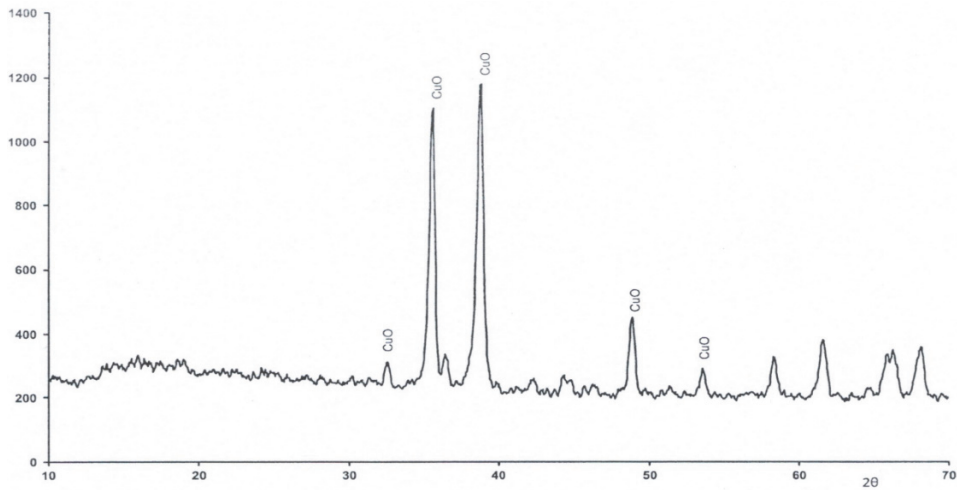


Նկ. 4. Ազոլրիտ միներալի ռենտգենագիրը՝ նախքան սուլֆիդացումը

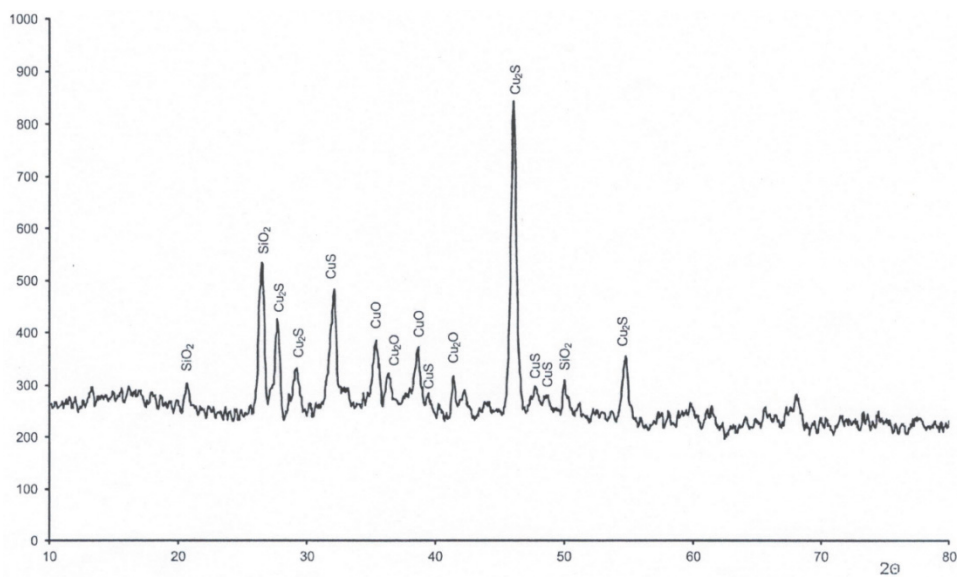


Նկ. 5. Ազոլրիտ միներալի ռենտգենագիրը՝ սուլֆիդացումից հետո

Նկ. 6-ում և 7-ում համապատասխանաբար ներկայացված են Թեղուտի հանքավայրի տենորիտ միներալի ռենտգենագրերը՝ նախքան սուլֆիդացումը և սուլֆիդացումից հետո:



Նկ. 6. Տենորիտ միներալի ռենտգենագիրը՝ նախքան սուլֆիդացումը



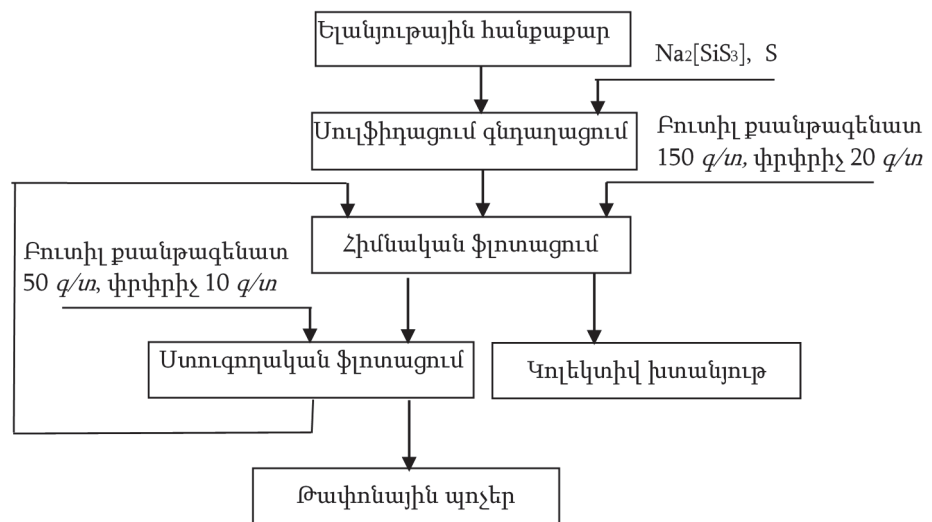
Նկ. 7. Տենորիտ միներալի ռենտգենագիրը՝ սուլֆիդացումից հետո

Նկ. 6-ից երևում է, որ միներալի գերակշռող մասը տենորիտ է, իսկ նկ. 7-ից երևում է, որ առաջանում են պղնձի սուլֆիդներ՝ Cu_2S և CuS , որը հաստատվում է սուլֆիդացումից հետո տենորիտի ռենտգենագրի գագաթների ինտենսիվության նվազմամբ: Միաժամանակ, ռենտգենագրի վրա հայտնվում են սուլֆիդների գագաթները՝ Cu_2S և CuS :

Վերլուծելով օքսիդացած միներալների սուլֆիդացման աստիճանի կախվածության գրաֆիկական պատկերները՝ կարելի է եզրակացնել, որ օքսիդացած

միներալների սուլֆիդացման գործընթացի վրա ազդում են սուլֆիդացման տևողությունը, ջերմաստիճանը, սուլֆիդարարի ծախսը, ինչպես նաև հանքանյութերի մանրության աստիճանը: Գործընթացի տևողության և սուլֆիդարարի ծախսի ավելացումը բարձրացնում է օքսիդացած միներալների՝ ազուրիտի, կուպրիտի, տենորիտի և մալախիտի սուլֆիդացման աստիճանը: Սուլֆիդացման աստիճանն ուղիղ համեմատական է սուլֆիդարարի ծախսին:

Նկ. 8-ում բերված է օքսիդացած և խառը պղնձային հանքաքարերի վերամշակման սխեման: Այն պարզեցված է, որովհետև բոլոր մնացած տեխնոլոգիական գործողությունները նույն են, ինչ որ բազայինը, այսինքն չեն փոխվում: Տեխնոլոգիական սխեման առավելագույնս հարմարեցված է գործող հանքահարստացման ձեռնարկությունների տեխնոլոգիաներին, ավելացվել է միայն աղացում սուլֆիդացման գործընթացը: Սարքավորումները նույնպես չեն փոխվում. մնում են նույնը:



Նկ. 8. Պղնձի օքսիդացած հանքանյութերից պղնձի սուլֆիդների ստացման տեխնոլոգիական սխեման

Եզրակացություն: Առաջին անգամ թերմոդինամիկական հաշվարկներով հիմնավորվել է Թեդուտի պղնձի օքսիդացած միներալների մակերևութային խոր սուլֆիդացման տեխնոլոգիական գործընթացը, որը կատարվում է սուլֆիդարարի (սիլիցիումի սուլֆիդի, նատրիումի թիոկոմպլեքսի կամ ծծմբի) առկայությամբ ազուրիտի, մալախիտի, կուպրիտի և տենորիտի աղացման ու մանրացման գործընթացներում: Ցույց է տրված, որ փոխազդեցությունն ընթանում է Գիպսի էներգիայի մեծ բացասական արժեքով, որը և անհրաժեշտ է պղնձի սուլֆիդների ստացման համար:

Ուսումնասիրությունների արդյունքում պարզվել է, որ էլեմենտար ծծմբով պղնձի օքսիդացած միներալների սուլֆիդացումն ընթանում է ավելի ակտիվ, քան սիլիցիումի սուլֆիդով: Հետազոտությունների արդյունքում որոշվել են պղնձի օքսիդացած հանքաքարերի սուլֆիդացման օպտիմալ ռեժիմները:

Հետազոտվել է սուլֆիդացված հանքանյութերի ֆլոտացման գործընթացը: Որոշվել է բութիլային քսանթոգենատի ծախսը՝ 200գ/տ , փրփրիչի ծախսը՝ 30գ/տ , սուլֆիդարարի՝ էլեմենտար ծծմբի դեպքում:

Մշակվել է օքսիդացած պղնձային հանքանյութերի վերամշակման տեխնոլոգիա՝ աղացում սուլֆիդացմամբ և հետագա ֆլոտացմամբ: Առաջարկվող տեխնոլոգիական գործընթացը հնարավորություն է տալիս՝ վերամշակելու պղնձային օքսիդացած հանքանյութերը և համարվում է հեռանկարային:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. О влиянии механической активации на СВС – составы NiAl и TiAl / **Н.Ф. Шкодиц, Н.А. Кочетов** и др.// Цветная металлургия.- 2006.- N5.- С. 44-50.
2. **Янева В.А., Петкова В.И., Домбалов И.** Структурные преобразования сирийского фосфорита при механохимической активации // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005.- N13.- С. 351-358.
3. **Яценко Г.Л., Базарнова Н.Г., Шахтхейдер Т.П., Болдырев В.В.** Механическая активация как способ получения композиций хитозона с лекарственными веществами // Материалы учебно-методической конференции.- Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002.-С. 234-235.
4. **Торосян А.Р.** Поведение некоторых твердофазных систем под воздействием высокого давления, сочетаемых деформацией сдвига: Дис. ...канд. физ.-мат. наук/ ИППФ.- Ереван, 1996.- 85с.
5. **Danielyan N.G., Janazyan S.K., Melnichenko V.V.** X-ray Investigation of Metal Reduction by Mechanical Alloying and Solid State Reaction // Modern Physics Letters B.- 1991.-V. 5, N20.- P.1355-1359.
6. **Ostwald W.** Lehrbuch der allgemeine Chemie. Bd.2.- Stchiometrie: Engelmann.- Leipzig, 1891.-1163 s.
7. **Ostwald W.** Die chemische Literatur und die Organisation der Wissenschaft: Engelmann.- Leipzig, 1919.
8. **Дорогокунец П.И., Карпов И.К.** Термодинамика минералов и минеральных равновесий. – Новосибирск: Наука, 1984.- 184 с.
9. **Рузинов П.П., Гуляницкий Б.С.** Равновесные превращения металлургических реакций.- М.: Металлургия, 1975.- 416 с.
10. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочное издание: В 4-х т. / **В.П. Глушко, Л.В. Гурвич** и др.- М., 1978.- Т. 1.- 496 с.
11. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочное издание: В 4-х т. / **В.П. Глушко, Л.В. Гурвич** и др.- М., 1979.- Т. 2.- 341 с.

12. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочное издание: В 4-х т. / **В.П. Глушко, Л.В. Гурвич** и др.- М., 1981.- Т. 3.- 400 с.
13. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: Справочное издание: В 4-х т. / **В.П. Глушко, Л.В. Гурвич** и др.- М., 1982.- Т. 4.- 560 с.
14. **Карпов И.К., Конник С.А., Лашкевич Т.М.** Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и недрологии.- М.: Наука, 1986.- 143 с.
15. **Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А.** Справочник неорганической химии. Константы неорганических веществ.- М.: Химия, 1987.- 320 с.
16. **Сиденко П.М.** Измельчение в химической промышленности.- 2-е изд.- М.: Химия, 1977.- 382с.
17. **Андреев С.Е., Зверевич В.В., Перов В.А.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых.- 3-е изд.- М.: Недра, 1980.- 415 с.

Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 14.07.2023:

А.В. АВАГЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУЛЬФИДИРОВАНИЯ ОКИСЛЕННОЙ МЕДНОЙ РУДЫ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИЕЙ

В последние годы в металлургических процессах появилось новое направление, согласно которому переработка концентратов осуществляется сочетанием механического и металлотермического методов восстановления. Это способствует интенсификации дальнейших окислительно-восстановительных процессов и получению принципиально новых модифицированных продуктов.

В случае обогащения медных окисленных минералов более приемлемым видом поверхностной активации являются процессы механоактивации путем комбинации добавляемых реагентов. Установлено, что сульфидирование окисленных медных минералов элементарной серой, сульфидами кремния и натрия протекает активно. Определены оптимальные режимы сульфидирования окисленных медных руд.

В результате комплексных исследований разработана технология переработки окисленных медных минералов в мельнице путем сульфидирования и последующей флотации.

Ключевые слова: медь, окисленная руда, сульфидатор, измельчение, сера, сульфидирование.

H.V. AVAGYAN

**STUDYING THE PROCESS OF SULFIDING AN OXIDIZED COPPER
ORE BY THE METHOD OF MECHANOCHEMICAL ACTIVATION**

In recent years, a new direction has appeared in metallurgical processes according to which the processing of concentrates is carried out by a combination of mechanical and metal-thermal methods of recovery. This contributes to the intensification of further redox processes and the production of fundamentally new modified products.

In the case of enrichment of oxidized copper minerals, a more acceptable type of surface activation are mechanical activation processes with a combination of added reagents. It is established that sulfiding of oxidized copper minerals with elemental sulfur, silicon and sodium sulfides proceeds actively. As a result of the research, the optimal modes of sulfiding oxidized copper ores are determined.

As a result of comprehensive research, a technology has been developed for processing oxidized copper minerals in a mill by sulfiding and subsequent flotation.

Keywords: copper, oxidized ore, sulfidator, grinding, sulfur, sulfiding.