

Վ.Հ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Տ.Ս. ԱՂԱՍՅԱՆ, Մ.Է. ՄԱՍՈՒՆՅԱՆ

ՊՂՆՁԱՅԻՆ ԽՏԱՆՑՈՒԹԻ ԼՈՒԾԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ՋՐՈՒՄ՝ ԹՐԹՈՒՍՂԱՑՈՒՄ ՄԵԽԱՆԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԱՆՐԱՑՈՒՄԻՑ ՀԵՏՈ

Ուսումնասիրվել է պղնձային խտանյութերի լուծելիությունը ջրում, թրթռադացում մեխանաքիմիական ակտիվացումից հետո: Փորձնականորեն ցույց է տրվել, որ ակտիվացման շնորհիվ պղնձային խտանյութում պարունակվող երկաթի և պղնձի սուլֆիդները ենթարկվում են խորը քիմիական փոխարկումների՝ առաջացնելով ջրում լուծվող սուլֆատներ և հիդրոսուլֆատներ, իսկ երկաթի դեպքում՝ նաև մագնետիտ: Այս երևույթը կարելի է կիրառել պղինձ պարունակող սուլֆիդային հանքանյութերի և խտանյութերի նախնական հարստացման աշխատանքներում:

Առանցքային բառեր. մեխանաքիմիա, ակտիվացում, պղնձային խտանյութ, մանրացում, լուծելիություն, պղնձի և երկաթի սուլֆիդներ:

Մեր հանրապետությունը հարուստ է պղինձ պարունակող զանազան սուլֆիդային հանքանյութերով: Հարստացման կոմբինատները կատարում են նախնական հարստացում՝ ստանալով բազմաթիվ պղնձային խտանյութեր: Այսօր հաջողվում է ստանալ մոտ 25...27% Cu և 25...30% Fe պարունակող պիրիտ-խալկոպիրիտային խտանյութեր, որոնք պահանջում են հետագա մետալուրգիական մշակման արդյունավետ տեխնոլոգիաներ: Մեծ մետալուրգիայով այդ խտանյութերի մշակումը արդյունավետ չէ՝ պղնձին համարժեք քանակով երկաթը չի կորզվում և դեն է շարժվում թափոնների ձևով: Բացի դրանից՝ մեծ մետալուրգիայի կիրառությունը Հայաստանում անարդյունավետ է, քանի որ հանրապետությունը չունի էներգետիկական, ջրային և տնտեսական բարենպաստ պայմաններ: Հարց է դրվում՝ ինտենսիվացնել տեխնոլոգիական գործընթացները, ստեղծել մշակման արդյունավետ և բնապահպանական տեսակետից պաշտպանված եղանակներ, որոնք հնարավորություն կընձեռեն համալիր ձևով այդ խտանյութերից կորզել ինչպես պղինձ, այնպես էլ երկաթ: Տեխնոլոգիական գործընթացների ինտենսիվացման արդյունավետ եղանակ է համարվում մետալուրգիական մշակումից առաջ պղնձային խտանյութերի մեխանաքիմիական ակտիվացումը:

Մեխանաքիմիական ակտիվացումը վերջին տարիներին դարձել է հատուկ ուսումնասիրությունների առարկա՝ չնայած նուրբ մանրացման հետևանքով նյութերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունների և նույնիսկ քիմիական կապի փոփոխությունները հայտնի էին ավելի վաղուց [1, 2]:

Մեխանաքիմիական ակտիվացման գործընթացը կարելի է ներկայացնել երկու փուլով: Առաջին փուլում կատարվում է նյութերի տեսակարար մակերեսի, հետևաբար նաև մակերևութային էներգիայի մեծացում, որը, ինչպես հայտնի է, հանգեցնում է քիմիական ակտիվության մեծացման: Երկրորդ փուլում նուրբ մանրացման հետևանքով տեսակարար մակերեսը չի մեծանում, մնում է հավասարակշռային վիճակում կամ նույնիսկ փոքրանում է՝ շնորհիվ նուրբ մանրացված մասնիկների ագրեգացիայի, սակայն այդպիսի ագրեգացիաներում քիմիական կապերի աճն ավելի թույլ է՝ սկզբնական կառույցի հետ համեմատած:

Մեխանաքիմիական ակտիվացումն այստեղ ուղեկցվում է բյուրեղային ցանցի անկարգության մեծացումով, վերաբյուրեղացումով, իսկ ավելի երկար մանրացնելիս՝ ի վերջո միներալի ամորֆացումով: Այսպիսով, չնայած հավասարակշռության հաստատման կամ տեսակարար մակերեսի փոքրացման, մանրացված նյութի ռեակցիոն կարողությունը խիստ աճում է:

Սուլֆիդների մեխանաքիմիական ակտիվացման ուղղությամբ կատարված են բազմաթիվ ուսումնասիրություններ Մալչանովի, Գոլոսովի, Բոլդիրևի և մյուսների կողմից [3-8], սակայն այդ հետազոտությունները կատարվել են LS-16 տիպի պլանետար աղացում, որի մանրացման աստիճանը այնքան էլ մեծ չէ կամ ապահովում է նուրբ մանրացում՝ մեծ տևողությունների հաշվին:

Մեր աշխատանքում օգտագործվել է M-30 տիպի գնդային թրթռաղաց, որում մանրացվող գնդերի ծանրության ուժը փոխարինված է կենտրոնախույս ուժով, ինչը թույլ է տալիս մեծացնելով թմբուկի պտտման արագությունները՝ ինտենսիվացնել մանրացումը: Աղացն ունի երկու պողպատյա թմբուկներ, յուրաքանչյուրը 600 *սմ* ծավալով: Մանրացվող գնդերի զանգվածը յուրաքանչյուր թմբուկում կազմել է 1750 *գ*, իսկ փորձանմուշի զանգվածը՝ 50 *գ*: Մանրացման է ենթարկվել Կապանի ֆլոտացիոն հարստացումից ստացված պղնձային խտանյութը՝ 18,8% Cu, 28,29% Fe և 29% S պարունակությամբ: Մանրացման ենթարկվող խտանյութը մինչև ակտիվացումն ունեցել է 0,15 *սմ* մանրացման աստիճան, որի տեսակարար մակերեսը որոշված է ԲԷՏ-ի մեթոդով և որպես սորբենտ օգտագործելով արգոնը կազմել է 5,1 *մ²/գ*: Մանրացումը տարվել է չոր օդում և ջրային միջավայրում: Մանրացման տևողությունը կազմել է 30, 60, 90 և 120 *րոպե*: Նույն տևողությամբ երկու հակադիր թմբուկներից մեկում կատարվել է չոր մանրացում, մյուսում՝ թաց: Թաց մանրացումը կատարվել է պինդ-հեղուկ 1:1, 1:2; 1:5 և 1:10 հարաբերությունների պայմաններում: Փորձերից հետո ստացվող զանգվածը ֆիլտրվել է Բյուխների ձագարով: Ֆիլտրատի ծավալը բերվել է որոշակի ծավալի (200...300 *սմ*) և քանակապես որոշվել պղնձի և երկաթի զանգվածը լուծույթում՝ ինչպես ատոմաադսորբցիոն, այնպես էլ ֆոտոկոլորիոմետրիկ եղանակներով:

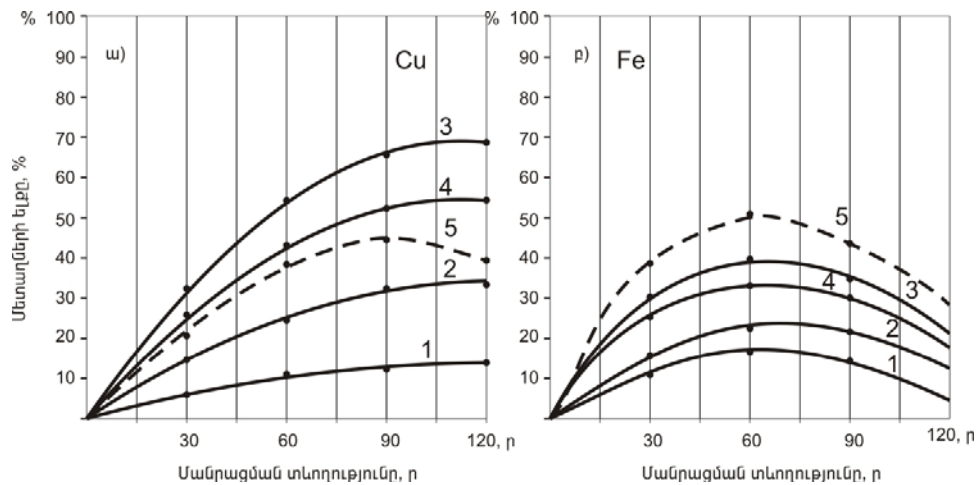
Պինդ զանգվածը նախապես քիմիական վերլուծության է ենթարկվել երեք թթուներում (HCl, HNO₃ և H₂SO₄) հաջորդաբար լուծելով: Լուծելուց հետո ծավալը բերվել է 200 *մլ*-ի և որոշվել երկաթի պարունակությունը տրիլոնմետրային, իսկ պղնձինը՝ յոդոմետրային եղանակներով [5]:

Չոր մանրացման դեպքում ստացված փորձանմուշը լվացվել է 50 *սմ* ջրում՝ պինդ- հեղուկ 1:1 հարաբերության պայմաններում: Լվացող ջրերի զանգվածը կազմել է 200 *սմ*: Քիմիական վերլուծությունը կատարվել է նույն ձևով: Բոլոր փորձերից հետո որոշվել է լուծույթի PH-ը և SO₄²⁻ իոնի առկայությունը: Լուծույթների PH-ը ընկած էր 8...9-ի սահմաններում: Մետաղների կորզման աստիճանը որոշվել է վերջիններիս լուծույթ անցած քանակության և խտանյութում մետաղի ընդհանուր պարունակության հարաբերությամբ:

Մեր նախորդ աշխատանքներում ցույց էր տրվել, որ պղնձային խտանյութերի մեխանաքիմիական ակտիվացման ժամանակ չոր օդում և ջրում ստացվում են պղնձի և երկաթի հիդրոսուլֆատներ և սուլֆատներ, իսկ երկաթի դեպքում՝ նաև օքսիդներ (Fe₂O₃ և Fe₃O₄): Այդ ուսումնասիրությունների արդյունքները հաստատվել են ռենտգենաֆազ վերլուծության եղանակով:

Կատարվել են փորձարարական հետազոտություններ՝ ստացված արգասիքների քանակական օրինաչափությունները պարզելու նպատակով:

Փորձերի արդյունքները ներկայացված են նկարում, որտեղ պատկերված են պղնձային խտանյութի մեխանաքիմիական ակտիվացման արդյունքները՝ կախված մանրացման աստիճանից և պինդ-հեղուկ հարաբերությունից:



Նկ. Պղնձի (ա) և երկաթի (բ) ելքերը՝ կախված պղնձային խտանյութի մեխանաքիմիական մշակման տևողությունից, պինդ - հեղուկ հետևյալ հարաբերությունների դեպքում

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. $\eta:z = 1:1$ | 2. $\eta:z = 1:2$ |
| 3. $\eta:z = 1:5$ | 4. $\eta:z = 1:10$ |
| 5. Չոր մանրացում | |

Ինչպես ցույց են տալիս արդյունքները, պղնձի և երկաթի լուծելիությունը ջրում ուղղակիորեն կախված է խտանյութի մանրացման աստիճանից. այն մեծացնելիս մետաղների ելքը մեծանում է: Հատկապես մեծ է պղնձի ելքը. 90 րոպե մանրացնելիս այն հասնում է 75%-ի: Երկաթի դեպքում ելքը համեմատաբար ցածր է: Դա բացատրվում է նրանով, որ ինչպես ռենտգենաֆազ վերլուծության տվյալներն էին հաստատում, երկաթի դեպքում առաջանում են նաև օքսիդներ, հատկապես մագնետիտ, որը ջրում չի լուծվում: Այսինքն՝ երկաթի իրական ակտիվացումը կարող է ավելի մեծ լինել: Ըստ երևույթին, մանրացման տևողությունը մեծացնելիս մագնետիտի քանակը աճում է, ինչը հանգեցնում է ելքի նվազման: Նման պայմաններում երկաթի առավելագույն ելքը 60 ր մանրացնելիս հասնում է 42 %-ի:

Երկու դեպքերում էլ առավելագույն արդյունքներն ստացվում են պինդ:հեղուկ = 1:5 հարաբերության պայմաններում: Պինդ:հեղուկ = 1:1 հարաբերությունում մետաղների ելքը նվազագույն է և չի անցնում պղնձի դեպքում 10 և երկաթի դեպքում 15%-ից: Ելքը նվազում է նաև պինդ: հեղուկ = 1:10 հարաբերության պայմաններում: Չոր մանրացման դեպքում նույնպես մետաղների ելքը աճում է՝ մանրացման տևողության մեծացումից կախված: Պղնձի առավելագույն ելքը նկատվում է 90 ր մանրացումից հետո՝ հասնելով 38%-ի, մինչդեռ երկաթի առավելագույն ելքն այս դեպքում ավելի մեծ է և 60 ր մանրացնելիս կազմում է մոտ 50%:

Այսպիսով՝ փորձարարական ուսումնասիրությունները հաստատում են, որ պղնձային խտանյութի մեխանաքիմիական մշակումից հետո ընթանում են խորը

քիմիական փոխարկումներ և ստացվում են պղնձի և երկաթի հիդրոսուլֆատներ և սուլֆատներ, իսկ երկաթի դեպքում՝ նաև մագնետիտ:

Պղնձային խտանյութերի մեխանաքիմիական ակտիվացման արդյունքում երկաթի և պղնձի լուծվող սուլֆատների ստացումը նոր հնարավորություններ է բացում ինչպես հիդրո-, այնպես էլ պիրոմետալուրգիական գործընթացներում, որը թույլ է տալիս մշակել պղնձային խտանյութի տեխնոլոգիան ոչ ավանդական և ավելի արդյունավետ եղանակներով:

Այս գործընթացը կարելի է կիրառել նաև որպես հարստացման եղանակ: Պղնձային խտանյութը, մեխանաքիմիական ակտիվացումից հետո ենթարկվելով թաց մագնիսական հարստացման, ազատվում է երկաթից և դրանով իսկ բաժրացնում պղնձի զանգվածը խտանյութում:

Պղնձային խտանյութերի ակտիվացումը կարող է նաև ինտենսիվացնել այդ խտանյութերի հետագա ավանդական եղանակներով մետալուրգիական մշակման գործընթացները՝ օքսիդիչ թրծում, վերականգնում և այլն:

Աշխատանքը կատարվել է ՀՊՀՀ «ՔՏ և ԲՀ» դեպարտամենտի տեսական քիմիայի ամբիոնի և Լեռնամետալուրգիա ՓԲԸ լաբորատորիաներում (դասիչ՝ 01.10.27):

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Голосов С.И., Молчанов В.И.** Центробежная планетарная мельница, ее технические возможности и применение в практике геологических исследований // В кн.: Физико-химические изменения минералов в процессе сверхтонкого измельчения. - Новосибирск: Наука, 1966. - С. 5-15.
2. **Свиридов В.В., Браницкий Г.А.** Гетерогенные химические реакции. - Минск, 1961.
3. **Болдырев В.В., Лихий В.И., Обливанцев А.Н.** Кинетика и катализ. - 1978. - N 7. - С. 732.
4. **Молчанов В.И., Юсупов Т.С.** Физические и химические свойства дисперсных минералов. - М.: Недра, 1981. - 201 с.
5. **Файнберг С. Ю., Филиппова Н.А.** Анализ руд цветных металлов. - М.: Гос. научно-техн. изд-во литературы по черной и цветной металлургии, 1963. - 871 с.
6. **Уракаев Ф.Х., Болдырев В.В., Поздняков О.Ф., Регель В.Р.** Кинетика и катализ. - 1977.- N2. - С. 350-358.
7. **Уракаев Ф., Шевченко В., Болдырев В.** // Доклады РАН. - 2001. - Т. 377, N 1. - С. 69-71.
8. **Болдырев В.В., Цыбуля С.В., Черепанова С.В., Крюкова Г.Н., Григорьева Т.Ф., Иванов Е.Ю.** // Докл. РАН. - 1988. - 361, ¹ 6.

ՀՊՀՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 7.11.2005:

В.А. МАРТИРОСЯН, Т.С. АГАМЯН, М.Э. САСУНЦЯН

**РАСТВОРИМОСТЬ МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА В ВОДЕ ВСЛЕДСТВИЕ
МЕХАНОХИМИЧЕСКОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ
В ВИБРОМЕЛЬНИЦЕ**

Исследована растворимость медных сульфидных концентратов после механохимической активации в вибромельнице. Экспериментально установлено, что вследствие активации сульфиды меди и железа в медном концентрате подвергаются глубокому химическому изменению, образуя растворимые в воде сульфаты, гидросульфаты, а в случае железа - также магнетит. Это явление необходимо использовать для предварительного обогащения медьсодержащих сульфидных руд и концентратов.

Ключевые слова: механохимия, активация, медный концентрат, измельчение, растворимость, сульфиды меди и железа.

V.H. MARTIROSYAN, T.S. AGHAMYAN, M.E. SASUNTSYAN

**WATER SOLUBILITY OF COPPER CONCENTRATE AFTER THE MECHANO-
CHEMICAL TREATMENT IN VIBRATION MILL**

Water solubility of copper concentrate in vibration mill after the mechano-chemical activation was investigated. Experimentally it was shown that the iron and copper sulphides containing in the concentrate underwent deep chemical interactions with the formation of water-soluble sulphates and hydrosulphates, while iron turns into magnetite thanks to mechanical activation. This process could be used for dressing the copper containing ores.

Keywords: mechano-chemistry, concentrate activation, copper concentrate, concentrate grinding, solubility, copper sulphide, iron sulphide.