

**ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ, ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ,  
ԸՆԴԵՐՔՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄ**

**ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ ԵՎ ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ**

ՀՏԴ 669.2/.8

**Թ.Ռ. ԱՎԱԳՅԱՆ**

**ՄՈՒԼԻԲԴԵՆԱՅԻՆ ԽՏԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԲՈՎՈՒՄԸ ԿԱԼՑԻՈՒՄԻ ՕՔՍԻԴԻ  
ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՄԲ  
(Կապան)**

Փորձ է արվել լաբորատոր հետազոտություններով հիմնավորել մոլիբդենային խտանյութերի բովման գործընթացը կալցիումի օքսիդի առկայությամբ: Ցույց է տրվել, որ այն հնարավորություն է ընձեռում մշակելու մոլիբդենի և ռենիումի կորզման սկզբունքներն նոր, էկոլոգիապես մաքուր տեխնոլոգիա:

**Առանցքային բառեր.** մոլիբդենային խտանյութ, կալցիումի օքսիդ, բովում, ռենիում, կորզում:

**Ներածություն:** Հայաստանի Հանրապետության ընդերքը հարուստ է մետաղական օգտակար հանածոներով՝ պղնձով, մոլիբդենով, կապարով, ցինկով, ոսկով, արծաթով, երկաթով և այլն, իսկ դրանց որոշակի տեսակներով (պղնձով, մոլիբդենով և վերջինիս հետ սերտորեն կապված ռենիումով) նույնիսկ շատ հարուստ է: Ու թեև Հայաստանում օրըստօրե աճում ու թափ է առնում հանքարդյունաբերությունը, սակայն չունենալով ավարտուն տեխնոլոգիական շրջափուլեր, այն չի կարողանում մետաղներով ու մետաղարտադրանքներով բավարարել նույնիսկ սեփական պահանջները: Հայաստանում թողարկվում են միայն կիսաարտադրանքներ՝ մետաղական օգտակար հանածոների խտանյութեր, որոնց մեծ մասն էժան գներով վաճառվում են արտասահմանյան երկրներին: Խտանյութի վաճառքի պարագայում գնահատվում են միայն խտանյութերում առկա հիմնական մետաղները, իսկ դրանց հետ սերտորեն կապված և խտանյութեր անցած հարակից տարրերը չեն գնահատվում, և դրանք՝ իբրև արժեքներ չեն վճարվում, որի հետևանքով էլ լեռնահանքային ձեռնարկությունները կրում են զգալի վնասներ: Հայաստանի հանքարդյունաբերող ընկերությունները, մետաղների համաշխարհային գնի անկմանը զուգընթաց, մեծացնում են արտահանման ծավալները, շռայլորեն վատնելով երկրի հարստությունը: Սակայն արտահանման ծավալների մեծացմամբ նրանք չեն կարող կայուն պահել իրենց ներքին ֆինանսական վի-

ճակը և հրաժարվել երկարաժամկետ վարկերից կամ այլ հատկացումներից: Արտադրական հզորությունների մեծացումը հանգեցնում է տեխնիկայի վաղաժամկետ ֆիզիկական մաշվածությանը, ինչպես նաև անհրաժեշտություն է առաջանում տեխնիկատեխնոլոգիական բազայում թարմացումներ և ավելացումներ կատարել: Այսինքն, անկախ նշվածից՝ հանքարդյունաբերողները կարիք կունենան լրացուցիչ գումարներ ձեռք բերելու, որպեսզի կարողանան պահպանել ձեռնարկության օպտիմալ ցուցանիշները: Այստեղ անուշադրության է մատնվում այն հանգամանքը, որ երկրի ունեցվածքը շոայլորեն վատնվում է, այն էլ այդքան ցածր գներով:

Հանքարդյունահանողների այսպիսի վարքը հակասում է միջազգային «Կայուն զարգացման» հայեցակարգին, որը հաստատվել է Ռիո դե Ժանեյրոյում և ընդունվել բազմաթիվ երկրների, ինչպես նաև ՀՀ-ի կողմից: Կայուն զարգացման հայեցակարգի սկզբունքներում սահմանվում է, որ չվերականգնվող ռեսուրսների օգտագործման տեմպերը չպետք է գերազանցեն նրանց փոխարինիչների ստեղծման արագությանը, իսկ վերականգնվող ռեսուրսների դեպքում դրանց օգտագործման տեմպերը չպետք է գերազանցեն բնության ինքնավերականգնման պոտենցիալը, որպեսզի բնության մեջ վերահաստատվի հավասարակշռությունն ու ներդաշնակությունը: Տվյալ պահին ՀՀ-ում կատարվում են միջազգային պայմանագրի կոպիտ խախտումներ: Այս պրոբլեմի հիմքում ընկած է ոչ միայն ֆինանսական միջոցների բացակայությամբ պայմանավորված ներդրումների ընդլայնման կաշկանդվածությունը, այլև վերամշակող արտադրական կարողությունների բացակայությունը: ՀՀ-ում մետալուրգիական արտադրությունը ետ է ընկնում հանքագործությունից: Եվ այդ առումով առավել կարևոր է մետալուրգիայի զարգացումը՝ հաշվի առնելով երկրում առկա ռեսուրսները:

Եթե նշված հիմնախնդրին առաջին մասով, թերևս որոշակի պարագաներում, լուծելի է, ապա երկրորդ մասով կպահանջի ստանդարտ տեխնոլոգիաների ու տեխնոլոգիական լուծումների որոշակի կատարելագործում, տեղական հումքի առանձնահատկություններով պայմանավորված՝ նոր տիպի գործընթացների հետազոտում: Հանքային հումքի արդյունավետ օգտագործման առանցքային պայմանը դրանում պարունակվող օգտակար հանածոների կորզման արդյունավետ գործընթացների մշակման միջոցով շահավետ վերամշակման տեխնիկական հնարավորությունների բացահայտումն է՝ որպես ուղեցույց տեղական և արտերկրյա հնարավոր ներդրումների խրախուսման համար: Հանքային հումքից արժեքավոր մետաղների՝ մոլիբդենի, ռենիումի և ուղեկից այլ արժեքավոր տարրերի համալիր կորզման այդպիսի տեխնոլոգիայի առկայությունը հավաստի նախադրյալներ կստեղծի տեղում ներդրումներ կատարելու և մետալուրգիական

ամբողջական ցիկլով մոլիբդենային վերամշակող արտադրություն հիմնելու համար:

**Փորձարկման մեթոդները:** Հիմնական տարրերի ու դրանց միացությունների բաղադրությունները ելանյութ-խտանյութում և միջանկյալ պինդ արգասիքներում որոշվել են քիմիական և ռենտգենաֆազային վերլուծության եղանակներով:

**Հետազոտությունների արդյունքների քննարկումը:** Մոլիբդենային խտանյութերի վերամշակման առաջին հիմնական գործընթացը համարվում է բովումը: Վերամշակման ենթակա մոլիբդենային խտանյութերը սովորաբար պարունակում են 75-95% մոլիբդենի և ռենիումի սուլֆիդներ, ինչպես նաև ուղեկից մետաղների (պղինձ, երկաթ, ցինկ, կապար) սուլֆիդներ և դատարկ ապարներ՝ սիլիցիումի, ալյումինի օքսիդներ, կալցիումի, մագնեզիումի կարբոնատներ: Մոլիբդենային խտանյութերը սովորաբար պարունակում են 45-55% Mo, 30-35% S, 20-600գ/տ Re: Բովումն անհրաժեշտ է ծծմբի հեռացման և մետաղներին լուծելի միացության փոխակերպման համար [1-3]:

Ներկայումս գոյություն ունեցող մոլիբդենային խտանյութերի վերամշակման տեխնոլոգիական սխեման, որի սկզբնական փուլը օքսիդարար բովումն է, նպատակահարմար չէ ինչպես տնտեսական, այնպես էլ բնապահպանական նկատառումներով: Մինչդեռ արդի փուլում շրջակա միջավայրի պահպանությունը, թերևս, առավել կարևոր պայմանն է նոր տեխնոլոգիաների մշակման ու ներդրման ասպարեզում: Մոլիբդենային հումքի՝ ավանդական վերամշակման եղանակների կիրառման ակնհայտ թերությունն այն է, որ անխուսափելի են վնասակար գազային արտանետումները: Բովման ժամանակ անջատվող գազային ֆազ են անցնում ծծմբի երկօքսիդը, խտանյութում առկա ռենիումի ավելի քան 50% -ը՝  $Re_2O_7$ -ի տեսքով, ինչպես նաև որոշակի քանակությամբ մոլիբդեն՝  $MoO_3$ -ի տեսքով [1-3]: Դա առաջ է բերում է բնապահպանական մի շարք խնդիրներ, ինչպես նաև արժեքավոր մետաղների անհետադարձ կորուստներ: Բացի դրանից, բովվածքի հետագա հիդրոմետալուրգիական վերամշակմամբ մաքուր արգասիքների (օրինակ, ամոնիումի պարամոլիբդատ, ամոնիումի պերոտենատ) ստացումը բավականին բազմաստիճան է: Բովված խտանյութի տարրալուծումից ստացված լուծույթները, բացի մոլիբդենից և ռենիումից, պարունակում են բավականին մեծ քանակությամբ խառնուկներ, որոնցից մաքրման գործընթացը հանգեցնում է այդ մետաղների լրացուցիչ կորուստների: Արդյունքում՝ խտանյութից մոլիբդենի և ռենիումի կորզման աստիճանը կազմում է մոտ 90% Mo և մինչև 50% Re:

Հետազոտվող ելանյութը մոլիբդենի և ռենիումի բարձր պարունակությամբ սուլֆիդային խտանյութ է՝ արտադրված Ջանգեզուրի պղնձամոլիբդենային կոմբինատում, որի քիմիական կազմը ներկայացված է աղյուսակում:

Մոլիբդենային խտանյութի բաղադրությունը

Տարրը	Պարունակությունը	Տարրը	Պարունակությունը
Mo	49,0%	Zn	0.002%
SiO <sub>2</sub>	3,5%	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,0%
Cu	0,6%	MgO	1,0%
S	36,0%	CaO	2,0%
Fe	1,8%	Pb	0,02%
Re	200 գ/տ	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02%

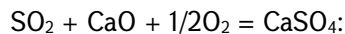
Մոլիբդենային խտանյութը ենթարկվել է բովման կալցիումի օքսիդի առկայությամբ, որի ստեխիոմետրիկ քանակությունն անհրաժեշտ է ծծմբի, մոլիբդենի և ռենիումի հետ փոխազդման համար: Նշված մետաղների և կալցիումի օքսիդի քանակական հարաբերությունները պահպանվել են 1:1-ից մինչև 1:3 սահմաններում:

Խտանյութի բովման ջերմաստիճանային կախվածությունն ուսումնասիրվել է 500...650°C տիրույթում: Յուրաքանչյուր ջերմաստիճանում պահման տևողությունը կազմել է 30, 60, 90, 120 *րոպե*, իսկ խառնման պարբերությունը՝ 0, 10 և 15 *րոպե*:

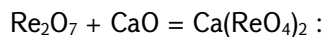
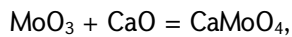
Կալցիումի օքսիդի առկայությամբ մոլիբդենային խտանյութի բովման օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմ է ընտրվել.

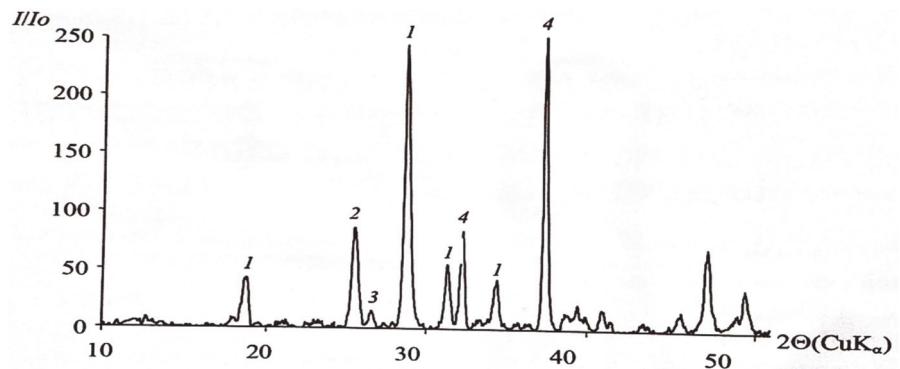
- ջերմաստիճանը՝ 550...600°C,
- պահման տևողությունը՝ 90 *րոպե*,
- խառնման պարբերությունը՝ 0 *րոպե*:

Արդյունքում՝ ծծմբային գազը փոխակերպվել է կալցիումի սուլֆատի և չի անցել դեպի գազային ֆազ (նկար).



Մոլիբդենը և ռենիումը ամբողջությամբ անցել են բովվածք՝ կալցիումի մոլիբդատի և կալցիումի պերոենատի տեսքով.





Նկ. Մոլիբդենային բովվածքի ռենտգենագիրը. 1- $\text{CaMoO}_4$ , 2-  $\text{CaSO}_4$ , 3-  $\text{SiO}_2$ , 4- $\text{CaO}$

Նշված պայմաններում ստացված բովվածքի ռենտգենակառուցվածքային վերլուծությունից երևում է, որ բովման արգասիքի հիմնական բաղադրիչը կալցիումի մոլիբդատն է: Բովվածքի ռենտգենագրի վրա հստակորեն երևակվում են նաև  $\text{CaSO}_4$ -ին,  $\text{CaO}$ -ին,  $\text{SiO}_2$ -ին բնորոշ դիֆրակցիոն արտացոլումները: Կալցիումի պերոքսիդի բնորոշ գծերը բացահայտված չեն՝ նրա քանակության սակավության պատճառով:

**Եզրակացություններ.** Մոլիբդենային խտանյութերի բովումը՝ կալցիումի օքսիդի առկայությամբ, հնարավորություն է ընձեռում մշակելու մոլիբդենի և ռենիումի կորզման սկզբունքորեն նոր, էկոլոգիապես մաքուր տեխնոլոգիա: Որոշված են բովման օպտիմալ պարամետրերը, որոնց դեպքում ծծմբի երկօքսիդը չի անցնում գազային ֆազ, և բովվածքում կազմավորվում են կալցիումի մոլիբդատի ու կալցիումի պերոքսիդի չցնդող միացություններ:

Հետազոտությունների հետագա ընթացքում կուսումնասիրվեն բովվածքից մոլիբդենի և ռենիումի համալիր կորզման տեխնոլոգիական պարամետրերը:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Зеликман А.Н., Крейн О.Е., Самсонов Г.В.** Металлургия редких металлов.- М.: Металлургия, 1978.- 560 с.
2. **Палант А.А., Трошкина И.Д., Чекмарев А.М.** Металлургия рения.- М.: Наука, 2007.- 298 с.
3. **Коровин С.С., Букин В.И., Федеров П.И., Резник А.М.** Редкие и рассеянные металлы. Химия и технология: Учеб. для вузов. – М.: МИСиС, 2003.- 440 с.

Т.Р. АВАГЯН

**ОБЖИГ МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОКСИДА КАЛЬЦИЯ**

Сделана попытка с помощью лабораторных исследований обосновать процесс обжига молибденовых концентратов с использованием оксида кальция. Показано, что данный процесс дает возможность разработать принципиально новую, экологически чистую технологию извлечения молибдена и рения.

**Ключевые слова:** молибденовый концентрат, оксид кальция, обжиг, рений, извлечение.

T.R. AVAGYAN

**ROASTING MOLYBDENUM CONCENTRATES BY MEANS OF  
CALCIUM OXIDE**

By laboratory investigations, an attempt is made to substantiate the burning process of molybdenum concentrates by calcium oxide. It is shown that the given process allows the possibility to develop a principally new, ecologically pure technology for extracting molybdenum and rhenium.

**Keywords:** molybdenum concentrate, calcium oxide, burning, rhenium, extraction.

ՀՏԴ 621.762:669.15

Ա.Ա. ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Տ.Ս. ԱՂԱՄՅԱՆ, Հ.Վ. ԱՎԱԳՅԱՆ

**ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԱՆՐԱՑՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ ԸՆԹԱՑՈՂ  
ՖԻԶԻԿԱԲԻՄԻԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ ԵՎ ԿԻՆԵՏԻԿԱՆ  
(Կապան)**

Ուսումնասիրվել են օքսիդացված հանքանյութերի մանրացման դեպքում ընթացող ֆիզիկաքիմիական գործընթացների մեխանիզմը և կինետիկան: Ցույց է տրվել, որ շպինելային հիմքով հանքաքարերի մեխանիկական ակտիվացումը ամորֆ նյութերի ստացման յուրահատուկ մեթոդ է, երբ բյուրեղացանցը կարգավորված վիճակից անցնում է չկարգավորված վիճակի: Մեխանիկական ակտիվացման տևողությունը մեծացնելիս շպինելները ելակետային վճակից վերածվում են ակտիվ վիճակի, արդյունքում՝ շպինելային կառուցվածքով օքսիդների ֆիզիկաքիմիական ակտիվացման ընթացքում տեղի են ունենում կառուցվածքային և քիմիական փոփոխություններ: Պարզաբանվել են ակտիվացված շպինելների կառուցվածքային փոփոխությունները:

**Առանցքային բաներ.** մեխանաքիմիա, օքսիդ, ակտիվություն, շպինել, կառուցվածք, բյուրեղացանց, ամորֆ վիճակ:

**Ներածություն.** Հայաստանի Հանրապետությունում առկա տարբեր հանքավայրեր հարուստ են պղինձ պարունակող զանազան հանքանյութերով: Բացի այդ, հայտնաբերվում և շահագործվում են նոր հանքավայրեր, որոնք իրենց