

4. **Ավագյան Թ.Ռ.** Մոլիբդենային խտանյութերի բովումը կալցիումի օքսիդի առկայությամբ // ՀԱՊՀ Լրագրեր. Գիտական հոդվածների ժողովածու.- Երևան, 2017.- Մաս 2.- էջ 834-839:

**Т.Р. АВАГЯН, Л.Г. ЕГИАЗАРЯН, С.С. АЙРАПЕТЯН**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБЖИГА И ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ  
МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ**

Сделана попытка обосновать процесс обжига молибденовых концентратов с использованием оксида кальция лабораторным исследованием. Исследованы основные оптимальные параметры процесса выщелачивания в водном растворе соды.

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

**T.R. AVAGYAN, L.G. YEGHIAZARYAN, S.S. HAYRAPETYAN**

**INVESTIGATING THE BURNING AND LEACHING PROCESSES OF  
MOLYBDENUM CONCENTRATES**

An attempt is made, by laboratory investigations, to justify the process of the molybdenum concentrate burning, using calcium oxide. The main optimal parameters of the leaching process in an aqueous solution of soda are investigated.

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

ՀՏԴ 669.054.8:669.15

**Մ.Է. ՍԱՍՈՒՆՅԱՆ, Վ.Հ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Է.Գ. ԶԱՔԱՐՅԱՆ**

**ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ՝ ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ  
ԹԱՓՈՆԱԽԱՐԱՄՆԵՐԻՑ ԵՐԿԱԹ-ՍԻԼԻՑԻՈՒՄԱՅԻՆ  
ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻ (ԼԻԳԱՏՈՒՐԱՅԻ) ՍՏԱՑՄԱՆ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ**

Դիտարկվել է Ալավերդու պղնձածուլական գործարանի թափոնակույտային և Երևանի «Մաքուր երկաթ» գործարանի մոլիբդենիտային արտադրության խարամների համատեղ ալյումինաթերմային վերականգնման գործընթացը՝ երկաթ-սիլիցիումային համաձուլվածքների ստացման նպատակով:

**Առանցքային բաներ.** պղնձածուլական գործարան, մոլիբդենային խարամ, թափոնակույտային խարամներ, բովախառնուրդ, համաձուլվածք, երկաթի սիլիցիդ:

**Ներածություն:** Ֆերոսիլիցիումը երկաթից և սիլիցիումից բաղկացած համաձուլվածք է, որում, կախված համաձուլվածքի տեսակից, սիլիցիումի քանակը կարող է տատանվել 10...90%: Այն լայնորեն կիրառվում է պողպատի արտադ-

րության մեջ թթվեցման և լեզիրման, իսկ որոշ դեպքերում՝ մետաղի կառուցվածքի բարելավման գործընթացներում [1, 2]:

Ֆերոսիլիցիումի ստացման համար որպես երկաթ պարունակող հումք կարելի է առաջարկել Ալավերդու պղնձածուլական արտադրության թափոնախարամները: Այսօր պղնձատար հումքի մշակման աճը հանրապետությունում առաջադրում է ստացված մետալուրգիական թափոնախարամների արդյունավետ օգտագործման տեխնոլոգիաների ստեղծման անհրաժեշտություն: Դա կապված է ոչ միայն պղնձի պահանջարկի մեծացման, այլ նաև պղնձ պարունակող հումքի պաշարների նվազման հետ: Բավական է նշել, որ պղնձի պարունակությունը հանրապետության հանքանյութերում վերջին 25...30 տարիների ընթացքում նվազել է մոտ 30%-ով: Մեծ է նաև խարամների ելքը պղնձի մետալուրգիայում. մասնավորապես՝ 1 տ պղնձի ստացումն ուղեկցվում է մոտ 5...6 տ խարամի առաջացմամբ: Այդպիսի մեծ քանակով խարամների առկայությունը պահանջում է դրանց անհապաղ օգտագործում: Այսօր ոչ մեծ հզորությամբ աշխատող Ալավերդու պղնձածուլական գործարանն ունի մեծաքանակ թափոնակույտային խարամներ, որոնք օգտագործվում են ճանապարհաշինության մեջ: Մինչդեռ այդ խարամներում պարունակվում են 38,35% երկաթ և 14,05% Si, որը հիանալի հումք է՝ ֆերոսիլիցիումի ստացման համար: Մյուս կողմից, որպես էժան սիլիցիում պարունակող հումքի աղբյուր, կարող են ծառայել «Մաքուր Երկաթ» գործարանի մեծաքանակ մոլիբդենիտային թափոնախարամները՝ 41,80% սիլիցիումի պարունակությամբ, որոնք նույնպես առ այսօր արտադրական կիրառություն չեն գտել՝ մշակման տեխնոլոգիայի չլինելու պատճառով: Այդ կարգի արտադրական թափոնախարամների նպատակահարմար և արդյունավետ օգտագործումը դարձել է օրակարգի հարց և պահանջում է հրատապ լուծում: Բացի այդ, այս հարցն ունի ոչ միայն տեխնոլոգիական, այլ նաև բնապահպանական նշանակություն [3-4]:

Աշխատանքում առաջարկվում է հանրապետությունում գործող մետալուրգիական գործարանների առաջացրած թափոնախարամների մշակման արդյունավետ եղանակ, որը հնարավորություն կտա միաժամանակ կորզել երկաթը և սիլիցիումը ֆերոսիլիցիում համաձուլվածքի ձևով՝ համեմատաբար էժան տեխնոլոգիայով:

Այժմ արդյունավետ և տնտեսապես ձեռնտու տեխնոլոգիա է համարվում հանքանյութերի և թափոնախարամների մշակման այլումինաթերմային վերականգնման եղանակը, որն ընթանում է ինքնատարաձվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (ԲԻՍ) պայմաններում և հնարավորություն է տալիս նշված հումքերից միաժամանակ կորզել մի շարք մետաղներ՝ համաձուլվածքի ձևով [3-5]: Այլումինաթերմային եղանակը համաձուլվածքների և լեզիրանտների ստացման

լավագույն եղանակներից է: Այն հաջողությամբ կիրառվում է մետալուրգիայում ոչ միայն մաքուր մետաղների՝ Ti, Cr, Mn, V, Zr, W, Mo, Ta, Mg, Ba և այլն, այլ նաև համաձուլվածքների, օրինակ՝ պղնձային համաձուլվածքների և լիգատուրաների ստացման գործում [6]:

Այսօր այս եղանակը կիրառվում է հանրապետության երկու խոշոր գործարաններում («Մաքուր Երկաթ» և «Արմենիան Մոլիբդեն Փրոդաքշն» ՓԲԸ), ֆերոհամաձուլվածքների արտադրական գործընթացներում, որպես վերականգնիչ օգտագործելով ոչ թե Si-ը, այլ ավելի էժան ֆերոսիլիցիումը, որը ներկրվում է դրսից: Առաջատար տեխնոլոգիայով այսպիսի արժեքավոր վերականգնիչի ստացումը էժան հումքից խիստ արդիական է և բխում է հանրապետության արդի պահանջներից:

**Հետազոտության նպատակն է** մշակել ֆերոսիլիցիումի ստացման տեխնոլոգիա՝ հանրապետությունում գործող Ալավերդու պղնձաձուլական գործարանի թափոնակույտային և «Մաքուր Երկաթ» ՓԲԸ-ի մոլիբդենային խարամների համատեղ այլումինաթերմային վերականգնման եղանակով և ուսումնասիրել ստացված համաձուլվածքի կառուցվածքագոյացման գործընթացը՝ կախված սիլիցիումի, երկաթի և այլումինի պարունակությունից: Աշխատանքի նպատակն է նաև ստանալ 30...34% Si և 60...65% Fe բաղադրությամբ համաձուլվածք:

Որոշակի բաղադրություններով կազմված բովախառնուրդը, բացի պղնձաձուլական և մոլիբդենիտային խարամներից, պարունակել է նաև այլ բաղադրիչներ: Մասնավորապես՝ բովախառնուրդի թերմիկությունը մեծացնելու նպատակով ավելացվել է  $\text{NaNO}_3$ , իսկ խարամագոյացման համար՝  $\text{CaO}$ :

Փորձերից հետո ստացված մետաղական զանգվածը կշռվել է և ենթարկվել է ինչպես քիմիական, այնպես էլ ռենտգենաֆազային և էլեկտրոնային սկանացնող մանրադիտակային վերլուծության: Նկ. 1-ում ցույց է տրված ֆերոսիլիցիումի ստացումը բովախառնուրդի այրման պահին:



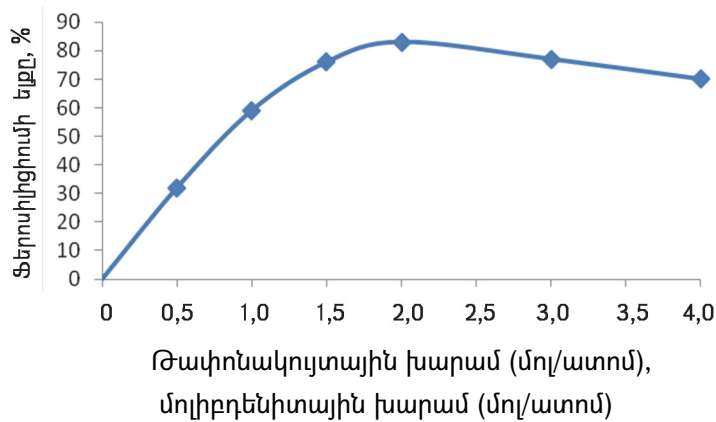
Նկ. 1. Ֆերոսիլիցիումի ստացումը բովախառնուրդի այրման պահին

Որոշվել է մետաղի գումարային ելքը, որը փորձի արդյունքում մետաղական ֆազ անցած բոլոր մետաղների զանգվածների գումարի և տեսականորեն հաշված մետաղների զանգվածների գումարի հարաբերությունն է՝ արտահայտված տոկոսներով:

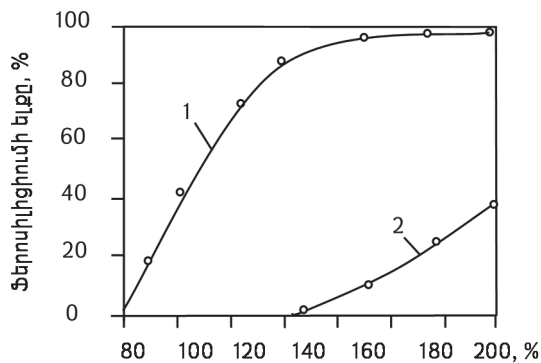
Առաջին խմբաքանակի աշխատանքներում ուսումնասիրվել է ֆերոսիլիցիումի ելքի կախումը թափոնակույտային և մոլիբդենային խարամների հետևյալ մոլ/ատոմ հարաբերությունից՝ 0,25:1; 0,5:1; 1:1; 1,50:1; 2:1; 3:1 և 3,5:1: Բովախառնուրդները պատրաստվել են ըստ հաշվարկային քանակների՝ ելնելով նրանից, որ պղնձային խարամում կա 35% Fe և 17,5%Si, մոլիբդենիտային խարամում՝ 41, 53% Si:

Ինչպես երևում է նկ. 2-ից, ֆերոսիլիցիումի կորզման աստիճանն իր առավելագույն արժեքին հասնում է (88,5%) 2:1 մոլ/ատոմ հարաբերության դեպքում, երբ համաձուլվածքը հիմնականում բաղկացած է երկաթից և սիլիցիումից՝ ալյումինի չնչին պարունակությամբ: Խարամների հարաբերությունների հետագա մեծացումը հանգեցնում է ֆերոսիլիցիումի ելքի նվազեցման, քանի որ մետաղական ֆազ է անցնում նաև ալյումինը:

Ուսումնասիրվել է նաև ֆերոսիլիցիումի ելքի կախումը վերականգնիչի քանակից՝ խարամների 3:1 մոլ/ատոմ հարաբերության պայմաններում: Ինչպես երևում է նկ. 3 -ից, Al-ի տեսական քանակից 120% ավելցուկի պայմաններում ֆերոսիլիցիումի կորզման աստիճանը առավելագույնն է և կազմում է 92%: Վերականգնիչի քանակի հետագա ավելացումը հանգեցնում է մետաղի ելքի մեծացման, սակայն այս դեպքում համաձուլվածքի մեջ աճում է ալյումինի քանակը և տեսական քանակից 200% ալյումինի ավելցուկի դեպքում (հասնում է իր առավելագույն արժեքին՝ մինչև 40% Al: Այդ պայմաններում ստացվում է ֆերոսիլիկաալյումին (Fe-Si-Al) համաձուլվածքը՝ հետևյալ բաղադրությամբ՝ 33,5% Fe, 26,50% Si, 40% Al:



Նկ. 2. Ֆերոսիլիցիումի ելքը՝ կախված խարամների հարաբերությունից



Նկ. 3. Վերականգնիչի քանակն ըստ փեսականորեն անհրաժեշտ քանակի, %, խարամների 3:1 մոլ/ատոմ հարաբերության պայմաններում (1) և ստացված մետաղական ֆազում այլումինի քանակը (2)

Այսպիսի համաձուլվածքն ունի մեծ կիրառություն: Այն հատկապես օգտագործվում է պողպատի թթվեցման գործընթացում:

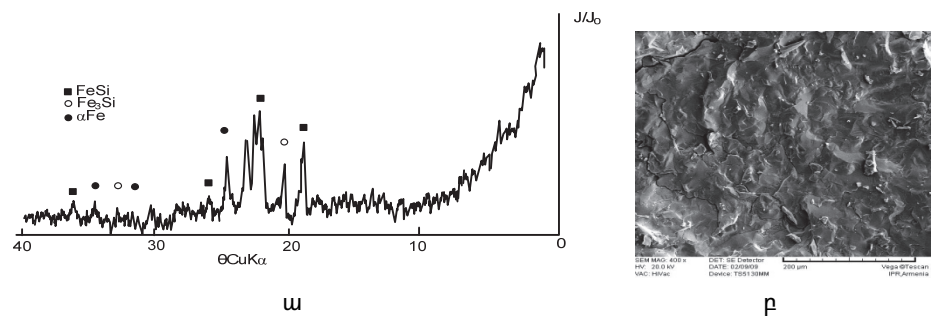
Ուսումնասիրվել է նաև մետաղի ելքի կախվածությունը CaO-ի լավարկված քանակից՝ խարամների 3:1 մոլ/ատոմ հարաբերության և վերականգնիչի 120% ավելցուկի պայմաններում: CaO-ն խարամագոյացնող հալանյութ է, որի բովախառնուրդի մեջ մտնելու հիմնական նպատակը որոշակի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերով խարամային հալույթի ստացումն է և մետաղական ֆազի ու խարամի հնարավորինս լրիվ բաժանման հնարավորության ապահովումը: CaO-ն կապում է թթվային օքսիդները հատկապես ավելցուկ SiO<sub>2</sub>-ի և գոյացած Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ի պարունակությունը խարամի մեջ՝ տեղաշարժելով վերականգնման ռեակցիայի հավասարակշռությունը ձախից աջ: Ըստ փորձի արդյունքների՝ ֆերո-

սիլիցիումի ելքն իր առավելագույն արժեքին է հասնում (96%) CaO-ի 20% ավելցուկի դեպքում: CaO-ի հետագա ավելացումից մետաղի ելքը նվազում է:

Ուսումնասիրվել է ֆերոսիլիցիումի ելքի կախվածությունը բովախառնուրդում  $\text{NaNO}_3$ -ի քանակից խարամների 3:1 մոլ/ատոմ հարաբերության, Al-ի և CaO-ի 120% ավելցուկի պայմաններում (նկ. 4, 5):  $\text{NaNO}_3$ -ը մեծացնում է բովախառնուրդի թերմիկությունը, որը հանգեցնում է մետաղի կորզման աստիճանի մեծացմանը: Ըստ բովախառնուրդի զանգվածի մինչև 5%  $\text{NaNO}_3$ -ի ավելացումից ֆերոսիլիցիումի կորզման աստիճանը հասնում է իր առավելագույն արժեքին՝ 98,6%:  $\text{NaNO}_3$ -ի ավելի մեծ քանակների դեպքում ֆերոսիլիցիումի ելքը նվազում է՝ կապված մետաղի ցայտումների հետ:

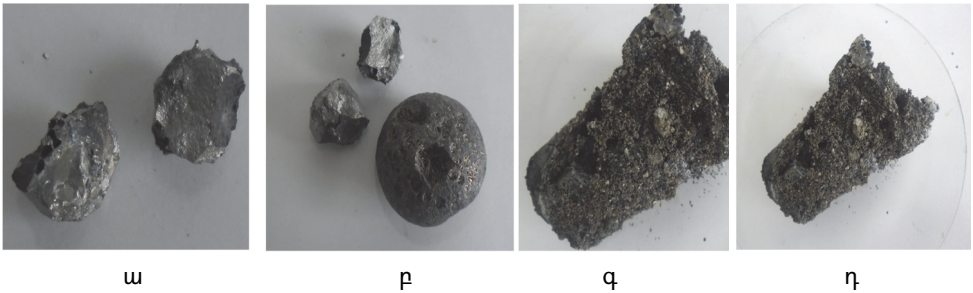
Այլումինաթերմային վերականգնման գործընթացում բովախառնուրդի հեղուկահոսունությունը մեծացնելու նպատակով ավելացվում է նաև  $\text{CaF}_2$  բովախառնուրդի քանակի 5%-ի չափով: Այսպիսով, բովախառնուրդի լավարկված պայմաններն են՝ խարամների 3:1 մոլ/ատոմային հարաբերությունը, այլումինի փոշու և CaO-ի 20% ավելցուկի, 5%  $\text{NaNO}_3$ -ի և  $\text{CaF}_2$ -ի քանակները՝ ըստ բովախառնուրդի զանգվածի: Այդ պայմաններում ստացվում է մոնոֆերոսիլիցիդ՝ FeSi, այլումինի չնչին հետքերով: Ստացված ֆերոսիլիցիումը ենթարկվել է նաև ռենտգենաֆազային (նկ. 4. ա) և սկանացնող էլեկտրոնային մանրադիտակային (նկ. 4. բ) վերլուծության:

Ինչպես երևում է ռենտգենագրերից, մետաղական ֆազը հիմնականում բաղկացած է հետևյալ արտացոլումներից՝ FeSi (2.00; 1.82; 1.198 Å),  $\alpha\text{Fe}$  (2.03; 1.173; 1.432 Å): Դա համապատասխանում է ֆերոսիլիցիումին՝ FeSi բանաձևով (ա) և ունի բավական համասեռ միկրոկառուցվածք (բ): Նկատվում են նաև Al-ի աննշան մեծության արտացոլումներ: Այդ պայմաններում ստացված մետաղական ֆազն ունի հետևյալ քիմիական բաղադրությունը՝ 33,53% Si, 66,43% Fe և 0,4% Al:



Նկ. 4. Պղնձածուլական գործարանի թափոնակույտային և մոլիբդենային խարամների համարեղ այլումինաթերմային վերականգնումից ստացված մետաղական ֆազի ռենտգենագիրը (ա) և միկրոկառուցվածքը (բ)

Ըստ Fe-Si վիճակի՝ դիագրամի վրա մեր ստացած համաձուլվածքը գտնվում է  $\alpha\text{-Fe}+\text{FeSi}$  տիրույթում: Ստացված ֆերոսիլիցիումի տեսակարար կշիռը կազմել է 5,6գր/սմ<sup>3</sup>, որն իրոք համապատասխանում է մոնոսիլիցիդի (FeSi) բաղադրությանը, իսկ հալման ջերմաստիճանը կազմել է 1330 °C (նկ. 5):



Նկ. 5. Ստացված երկաթ-սիլիցիումային համաձուլվածքի մեխադական (ա, բ) և խարամային ֆազերի (գ, դ) մանրադիփրակային պատկերները (խոշորացումը 400x)

Այսպիսով, վերլուծության արդյունքները հաստատում են, որ փորձնականորեն կարգավորելով տեխնոլոգիական պայմանները, հնարավոր է պղնձաձուլական գործարանի թափոնակույտային և մոլիբդենային խարամների համատեղ այլումինաթերմային վերականգնման եղանակով ստանալ արժեքավոր ֆերոսիլիցիում՝ 98,6% մետաղի ելքով, միաժամանակ լուծելով բնապահպանական հարցեր:

**Եզրակացություններ:** Կատարվել են փորձարարական հետազոտություններ՝ Հայաստանի մետալուրգիական գործարանների առաջացրած թափոնախարամներից համատեղ, անվառարան այլումինաթերմային վերականգնման եղանակով արժեքավոր երկաթ-սիլիցիումային համաձուլվածք ստանալու համար: Ուսումնասիրվել է մետաղի գումարային ելքի կախումը թափոնակույտային խարամների մոլ/ատոմ հարաբերությունից: Տույց է տրվել, որ թափոնակույտային խարամների 2:1 մոլ/ատոմ հարաբերությունն ամենահարմարն է, քանի որ այս դեպքում ստացվում է կայուն և համասեռ կառուցվածքով համաձուլվածք՝ մոնոսիլիցիդ՝ FeSi բանաձևով: Այդ հարաբերության մեծացումը հանգեցնում է Si-ի և Fe-ի այլ քանակական հարաբերությունների, և ստացվում են այլ սիլիցիդներ, որոնք, իրենց հերթին, հանգեցնում են համաձուլվածքի որակի վատացմանը: Համաձուլվածքը ստացվում է ծակոտկեն և փխրուն:

Կատարված փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները ցույց են տվել, որ ֆերոսիլիցիումի ստացման օպտիմալ պայմաններ են համարվում թափոնակույտային խարամների 2:1 մոլ/ատոմ հարաբերությունը, Al-ի և CaO-ի 20% ավելցուկը՝ ըստ տեսականորեն անհրաժեշտ քանակի, և NaNO<sub>3</sub>-ի 5 %

քանակը՝ ըստ բովանդակության զանգվածի: Այդ պայմաններում ստացված մետաղական ֆազն ունի հետևյալ քիմիական բաղադրությունը՝ 33,53% Si, 66,43% Fe և 0,4% Al: Կատարվել է ստացված մետաղական ֆազերի ռենտգենաֆազային վերլուծության: Վերլուծության արդյունքները ցույց են տվել, որ մետաղական ֆազում հիմնականում բնորոշ են  $Fe+FeSi$  արտացոլումները: Նկատվում են նաև Al-ի աննշան մեծության արտացոլումներ: Fe-Si վիճակի դիագրամի վրա մեր ստացած համաձուլվածքը գտնվում է  $\alpha-Fe+FeSi$  տիրույթում:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Толстогузов Н.В.** Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов.- М.: Металлургия, 1992.- 239 с.
2. Общая металлургия / **В.Г. Воскобойников и др.** – 6-е изд., перераб. и доп.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.- 768 с.
3. **Мержанов А.Г.** Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: двадцать лет поисков и находок.- Препринт ИСМАН.- Черноголовка, 1988.– 93 с.
4. **Игнатенко Г.Ф., Конев А.Ф., Субботин Н.И., Писарев Г.А.,** Механизация основных процессов алюминотермического способа производства сплавов // Сборник трудов Ключевского завода ферросплавов. Металлотермия. Вып. 2.- М.: Металлургия, 1965.– С. 51.
5. **Мержанов А.Г.** Проблемы технологического горения // Процессы горения в химической технологии и металлургии.- Черноголовка, 1975.- С. 5-28.
6. **Мержанов А.Г., Боровинская И.П.** Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких неорганических соединений // Докл. АН СССР.- 1972.- Т. 204, N2.– С. 366-369.

**Մ.Յ. ՏԱՏՈՆՅԱՆ, Վ.Ա. ՄԱՐՏԻՐՕՏՅԱՆ, Ջ.Գ. ՅԱԿԱՐՅԱՆ**

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОКРЕМНИЕВЫХ СПЛАВОВ (ЛИГАТУР) ИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ**

Обсуждается процесс совместного алюминотермического восстановления производственных отходов Алавердийского медеплавильного завода и Ереванского завода “Чистое золото” с целью получения железокремниевых сплавов.

**Ключевые слова:** медеплавильного завод, молибденовые отходы, отвальные шлаки, шихта, сплав, силицид железа.

M.E. SASUNTSYAN, V.H. MARTIROSYAN, E.G. ZAKARYAN

**EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS ON OBTAINING IRON-SILICON ALLOYS (LIGATURE) FROM PRODUCTION WASTES**

The aluminum-copper-molybdenum recovery unit of Alaverdi copper smelting plant and Molybdenum production unit of Yerevan "Pure Iron" plant is considered to obtain iron-silicon alloys.

**Keyword:** copper smelter, molybdenum slags, wastewater sludge, charge, alloy, iron silicon.

ՀՏԴ 621.762

**Հ.Ս. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Լ.Ջ. ԳԱԼՍՅԱՆ**

**ՏԱՔ ԱՐՏԱՄՂՄԱՄԲ ՍՏԱՑՎԱԾ Fe-Cr-Ni-Mo ԲԱԶՄԱԲԱՂԱԴԻԻՉ ՓՈՇԵՊՈՂՊԱՏԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱԳՈՅԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ՄԵԽԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒՄԸ**

Fe-Cr-Ni-Mo համակարգի համաձուլվածքները բարձրամուր են, սակայն դրանց դեֆորմացումը մշակման պայմաններում ցածր է, ինչը պայմանավորված է դրանց կառուցվածքային անհամասեռությամբ: Առաջարկվում է Fe-Cr-Ni-Mo համակարգի համաձուլվածքների ստացումը բովախառնուրդի տաք արտամղման եղանակով: Ուսումնասիրվել են այդ համաձուլվածքների մեխանիկական հատկությունները, և կատարվել է կառուցվածքային վերլուծություն:

**Առանցքային բառեր.** փոշեհամաձուլվածքներ, եռակալում, տաք արտամղում, կառուցվածքագոյացում, մեխանիկական հատկություններ:

**Ներածություն:** Մետաղական կոմպոզիտային նյութերի զգալի մասը, որոնք ստացվում են փոշեմետալուրգիայի մեթոդներով, բազմաբաղադրիչ են: Վերջին տասնամյակում խիստ աճել է հետաքրքրությունը՝ ստանալու այնպիսի միացությունների հիման վրա համաձուլվածքներ, ինչպիսիք են ինտերմետաղական ֆազերով ամրացվող կամ բարդ լեգիրված և գերհագեցած պինդ լուծույթի կառուցվածք ունեցող համաձուլվածքները: Այս միտումը պայմանավորված է փոշեմետալուրգիայի մի շարք առավելություններով, ինչպես, օրինակ, քիմիական ճիշտ բաղադրությամբ և բաղադրիչների հավասարաչափ տեղաբաշխման երաշխիքով համաձուլվածքների ստացումը:

Բաղադրիչների փոխադարձ դիֆուզիայի ակտիվացման համար անհրաժեշտ է մշակել եռակալման հատուկ տեխնոլոգիաներ: