

Ս.Գ. ԱՂԲԱԼՅԱՆ, Ա.Ա. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Ա.Ս. ԱՂԲԱԼՅԱՆ,
Ա.Ն. ՂԱԶԱՐՅԱՆ, Հ.Հ. ԵԶԱԿՅԱՆ, Ա.Ա. ՖՐԱՆԳՈՒԼՅԱՆ

Fe₂O₃ - NiO - CoO - MoO₃ ՕՔՍԻԴԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻՑ ԲԱՐԴ ՕՔՍԻԴԱՅԻՆ ՄԻՆԵՐԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ

Հետազոտվել է Fe₂O₃ - NiO - CoO - MoO₃ - NH₄Cl համակարգի բաղադրամասերից բարդ օքսիդների սինթեզման գործընթացը, համաձայն որի NH₄Cl-ի առկայությամբ տեղի է ունենում նյութատեղափոխություն գազային ֆազով, որը նպաստում է պինդ ֆազային դիֆուզիայի ընթացքին, այսինքն՝ ֆերիտառաջացմանը: Արդյունքում ստացվել է շպինելի տիպի բարդ օքսիդ, որի վերականգնմամբ հնարավոր է ստանալ Fe - Ni - Co - Mo բաղադրամասերով լեգիրված մարտենսիտային ծեղացող պողպատափոշի:

Առանցքային բառեր. օքսիդ, սինթեզ, ֆազ, բաղադրամաս, դիֆուզիա, ֆերիտ, շպինել, վերականգնում, մարտենսիտ, ծեղացում, պողպատափոշի:

Ժամանակակից տեխնիկայի զարգացումը պայմանավորված է պահանջվող հատկություններով նյութերի ստեղծմամբ, հատկապես՝ բարձր ամրություն և պլաստիկություն ունեցող նյութերի: Այստեղ իր ուրույն դերն ունի հարվածային մածուցիկությունը, որպես կառուցվածքային զգայուն հատկություն: Հատկությունների համալիր առկայության դեպքում բարձրանում է նյութի հոսունության սահմանը, հոգնածային ամրությունը, ինչպես նաև նշանափոխ բեռնվածքների տակ աշխատելու հատկությունը:

Այսպիսի հեռանկարային նյութերից են մարտենսիտային ծեղացող պողպատները, որոնք մեծ կիրառություն են գտել տրանսպորտային տեխնիկայում, սարքաշինության մեջ, ատոմային էներգետիկայում, ռազմական արդյունաբերությունում և այլն: Ի տարբերություն ածխածնային պողպատների՝ մարտենսիտային ծեղացող պողպատներն ունեն փխրուն քայքայման նկատմամբ ավելի մեծ դիմադրություն, հատկապես բացասական ջերմաստիճաններում, հեշտությամբ դեֆորմացվում են և լավ ենթարկվում կտրման ու ջերմային մշակման:

Վերջին տարիների հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ նպատակահարմար է այս պողպատները ստանալ փոշեմետալուրգիական եղանակներով: Սա պայմանավորված է ոչ միայն տեխնիկատնտեսական ցուցանիշներով, այլ նաև ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների բարձրացմամբ, կառուցվածքի կայունությամբ և վերջնական արդյունքում շահագործման հատկությունների լավացմամբ: Հարցն այն է, որ մետալուրգիական ավանդական եղանակներով համաձուլվածքների ստացման ժամանակ տեղի է ունենում համաձուլվածքի կեղտոտում այնպիսի վնասակար խառնուրդներով, ինչպիսիք են ածխածինը, ջրածինը, թթվածինը, ազոտը, ծծումբը և ֆոսֆորը: Մյուս կողմից՝ ավանդական եղանակով համաձուլվածքների ստացման ժամանակ բյուրեղացման գործընթացում ձուլվածքում առաջանում է շերտավոր կառուցվածք, որը և հանդիսանում է այս համաձուլվածքների մեծ տարածում չգտնելու հիմնական խոչընդոտը:

Մյուս կողմից՝ լեգիրված մետաղափոշիների ոչ բավարար քանակությունը (հատկապես երկաթի հիմքով) թույլ չի տալիս ընդլայնել բարձր հատկություններով օժտված փոշենյութերի արտադրությունը: Բավական է նշել, որ ԱՊՀ երկրներում երկաթի հիմքով լեգիրված մետաղափոշիների արտադրության ծավալը կազմում է

արտադրվող մետաղափոշիների ծավալի ~2,5%-ը:

Հայաստանի Հանրապետությունը հարուստ է տարբեր տեսակի մետաղական հանքանյութերով, որը և հնարավորություն է տալիս տեղում կազմակերպել մետաղափոշիների և դրանց հիման վրա արտադրատեսակների արտադրություն:

Մարտենսիտային ծերացող պողպատներին վերաբերող արտասահմանյան և հայրենական գրականության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ առայժմ իրականացված չէ բարձր ամրությամբ փոշենյութերի ստացման տեսական հիմնավորվածությունը, որը կարող է կիրառվել համաձուլվածքների կառուցվածքի և հատկությունների ձևավորման ժամանակ: Բացակայում են գերձզգրիտ համաձուլվածքների ստացման, այդ թվում նաև մարտենսիտային ծերացող պողպատների, ինչպես նաև բազմաբաղադրիչ համակարգերի սինթեզման տեխնոլոգիական սկզբունքները:

Փորձերը ցույց են տվել, որ որոշ նյութերի ստացումը ավանդական եղանակով նպատակահարմար չէ: Օրինակ, մարտենսիտային ծերացող պողպատների ստացումը փոշեմետալուրգիական եղանակով մաքուր մետաղափոշիների խառնմամբ արդյունավետ չէ, ինչը պայմանավորված է ստացված պողպատների ցածր մեխանիկական հատկություններով:

Վերը նշված ուղղություններով հետազոտությունները գիտական և գործնական մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում: Այս հետազոտությունների արժեքը բարձրանում է նաև նրանով, որ բազմաբաղադրիչ փոշեհամաձուլվածքների ստացման գործընթացը դիտվում է որպես ժամանակակից տեխնիկայի պահանջներին բավարարող նոր նյութերի ստացման գործընթաց:

Աշխատանքի նպատակն է՝ բացահայտել հալոգենային միջավայրում ելանյութերի օքսիդներից բարդ օքսիդների սինթեզման մեխանիզմը և կինետիկան, այդ թվում՝ պինդ ֆազային ռեակցիաների և նյութատեղափոխության թերմոդինամիկան, որոնք հանգեցնում են բազմակուլպոնենտային համակարգերի ստացմանը:

Մարտենսիտային ծերացող պողպատները գերմաքուր պողպատներ են, այդ իսկ պատճառով պետք է գերծ լինեն խառնուրդներից և ունենան որոշակի կառուցվածք: Այդ է պատճառը, որ պողպատափոշու ստացման համար ընտրվել է բաղադրամասերի պարզ օքսիդային համակարգերից բարդ օքսիդների սինթեզման և վերականգնման տեխնոլոգիան:

1 և 2 աղյուսակներում բերված են ПВ–H18K10M5 մակնիշի մարտենսիտային ծերացող պողպատափոշու ստացման համար ընտրված ելանյութերի հատկությունները և հաշվարկային բովախառնուրդի պարունակությունը: Բովախառնուրդի բոլոր բաղադրամասերը չորացվել են 150 - 200, իսկ NH_4Cl –ը՝ 100(C ջերմաստիճաններում 1,5...2,0 ժամ) տևողությամբ: NH_4Cl պարունակությունը նյութական հաշվեկշռի հաշվարկի մեջ չի մտել:

Օքսիդային միացություններից բարդ օքսիդների պինդ լուծույթ կարելի է ստանալ, եթե դրանք իզոմորֆ են և մետաղներն ունեն միևնույն իոնային շառավիղները: Ընդհանուր տեսքով բարդ օքսիդների սինթեզը հնարավոր է իրականացնել, եթե դրանցից մեկը թթվային է (Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , TiO_2 , MoO_3 և այլն), իսկ մյուսը՝ հիմնային (CuO , FeO , NiO , CoO և այլն): Եռավալենտ մետաղի թթվային օքսիդի ($\text{Me}'_2\text{O}_3$) և երկվալենտ մետաղի հիմնային օքսիդի ($\text{Me}''\text{O}$) փոխազդեցության հետևանքով առաջանում են հատուկ միացություններ՝ ֆերիտներ, ալյումինատներ, քրոմիտներ, տիտանիդներ, մոլիբդատներ և այլն:



Ֆերիտներն իոնային միացություններ են, որտեղ անիոնը թթվածինն է (O^{2-}):

Բյուրեղային ցանցի հանգույցներում տեղավորված են թթվածնի բացասական լիցքավորված անիոնները (O^{2-}), իսկ դրական լիցքավորված կատիոնները (Me^{2+} , Fe^{3+}) տեղավորված են դրանց ներսում, այսինքն թափուր տեղերում: Պինդ ֆազային ռեակցիայի դեպքում տեղի է ունենում մետաղի իոնների դիֆուզիա, այսինքն Me^{2+} և Fe^{3+} կատիոնների, իսկ O^{2-} անիոնները մնում են անշարժ (նկ.1):

Աղյուսակ 1

Ելանյութերի հատկությունները

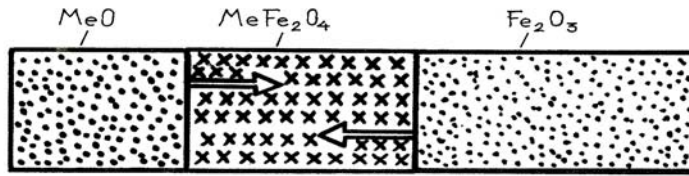
Նյութերի անվանումը	ГОСТ, ТУ	Հատիկաչափական կազմը մմ, %		Քիմիական բաղադրությունը, %
		- 0,07+0,045	- 0,045	
Երկաթի օքսիդ (Fe_2O_3)	ТУ 6 – 09 – 3600 – 78	10...5	90...95	մ.վ.հ.
Նիկելի օքսիդ (NiO)	ТУ 6 – 09 – 4125 – 80	8...4	92...96	մ.
Կոբալտի օքսիդ (CoO)	ТУ 6 – 09 – 2645 – 78	6...3	94...97	մ.
Մոլիբդենի եռօքսիդ (MoO_3)	ТУ 6 – 09 – 4471 – 77	12...6	88...94	մ.վ.հ.
Ամոնիումի քլորիդ (NH_4Cl)	ГОСТ 3773 – 72	15...10	85...90	մ.վ.հ.

Աղյուսակ 2

ПВ-Н18К10М5 մակնիշի մարտենսիտային ձեռացող պողպատափոշու բովախառնուրդի հաշվարկային բաղադրությունը

Բովախառնուրդի բաղադրամասերը	Բովախառնուրդում բաղադրամասերի քանակը, %	Բաղադրամասերի քանակը պողպատում վերականգնումից հետո, %
Fe_2O_3	68,5	67(Fe)
NiO	16,4	18(Ni)
CoO	9,7	10(Co)
MoO_3	5,4	5(Mo)
NH_4Cl	1,5...2,0 (ըստ բովախառնուրդի մասսայի)	

Էլեկտրաչեզոք վիճակ ստացվում է, եթե դիֆուզվում են ($3Me^{2+}$ և $2Fe^{3+}$) կատիոնների էկվիվալենտ քանակներ: Այսպիսի ենթադրությունը հիմնավորվում է իոնային շառավիղների մեծ տարբերությամբ (աղյուսակ 3): Քանի որ մոնոֆերիտների իոնային շառավիղները (աղ. 3) և բյուրեղային ցանցի պարամետրերը (աղ. 4) շատ մոտ են իրար, հետևապես դրանք կարող են առաջացնել անսահմանափակ լուծելիություն՝ առաջացնելով բարդ օքսիդներ պինդ լուծույթների կառուցվածքով:



Նկ.1. MeFe_2O_4 ֆերիտ – շպինելի առաջացման մեխանիզմի սխեման
(3Me^{2+} կատիոններ, (2Fe^{3+} կատիոններ

Աղյուսակ 3

Մետաղների իոնային տրամագծերը ($r_0^{2-} = 0,14$ նմ)

Իոն (2^+)	r, նմ	Իոն (3^+)	r, նմ	Իոն (4^+)	r, նմ
Fe	0,074	Fe	0,064	Mo	0,068
Ni	0,069	Co	0,063	Ti	0,068
C	0,070	Al	0,051	C	0,046

Աղյուսակ 4

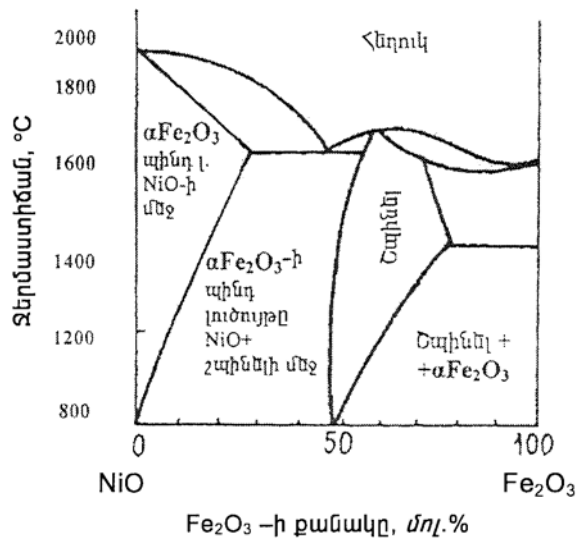
Ֆերիտների որոշ բնութագրեր

Ֆերիտներ	Կատիոնների բաշխվածությունը հանգույցներում	Ցանցի պարամետրերը α , նմ	Խտությունը, $q/\text{սմ}^3$
FeFe_2O_4	$\text{Fe}^{3+}[\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}]\text{O}_4$	0,839	5,24
NiFe_2O_4	$\text{Fe}^{3+}[\text{Ni}^{2+}\text{Fe}^{3+}]\text{O}_4$	0,834	5,38
CuFe_2O_4	$\text{Fe}^{3+}[\text{Cu}^{2+}\text{Fe}^{3+}]\text{O}_4$	0,822	5,35
MnFe_2O_4	$\text{Mn}^{2+}_{0,8}\text{Fe}^{3+}_{0,2}[\text{Mn}^{2+}_{0,2}\text{Fe}^{3+}_{1,8}]\text{O}_4$	0,850	5,00

Մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում Fe_2O_3 – NiO համակարգը, որովհետև մարտենսիտային ծեղացող պողպատների հիմքը Fe – Ni համաձուլվածքն է: Fe – Ni – O համակարգը ֆերիտաառաջացման հիմնական կոմպոզիցիան է: Այն մեծ կիրառություն է ստացել մագնիսական նյութերի մշակման ժամանակ և այդ նյութերի հիմքն է: Նկ.2-ում ցույց է տրված Fe_2O_3 – NiO բաղադրամասերի վիճակի դիագրամը, որից հետևում է, որ շպինելային տիրույթը 800°C -ից բարձր գտնվում է ստեխիոմետրիայից դուրս, այսինքն՝ $68,1\%\text{Fe}_2\text{O}_3:31,9\%\text{NiO}$: Սա նշանակում է, որ ավելցուկային Fe_2O_3 և NiO լուծվում են NiFe_2O_4 –ի մեջ: Մի շարք աշխատանքներում [1, 2] դա չի ընդունվում: Մեր կողմից՝ բազային տեխնոլոգիայով [1, 3], սինթեզվել է NiFe_2O_4 ֆերիտը, որը կատարվել է $1250...1300^\circ\text{C}$ ջերմաստիճաններում 3ժ տևողության պայմաններում: Արդյունքները բերված են նկ.3-ում:

NiFe_2O_4 ֆերիտը պարունակում է $25,1\%\text{Ni}$, իսկ վերականգնելուց հետո՝ Fe-Ni համաձուլվածքը՝ $34,5\%\text{Ni}$: Նույնիսկ $1250...1300^\circ\text{C}$ ջերմաստիճաններից հետո Ni -ի պարունակությունը չի գերազանցում $34,5\%$: [4, 5] աշխատանքներում ցույց է տրված շպինելային տիրույթի տարածում դեպի Ni ավելի մեծ կոնցենտրացիաները, քան առկա է NiFe_2O_4 -ում: $250...1000^\circ\text{C}$ ջերմաստիճանում և 130 մթն թթվածնի ճնշման տակ սինթեզվել է $\text{Ni}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ շպինել, որտեղ $1 \leq X \leq 2$: 370°C և 130 մթն ճնշման տակ ստացվել է միաֆազ $\text{Ni}_{1,73}\text{Fe}_{1,29}\text{O}_4$ շպինել: Կառուցվածքային

վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ Ni իոնները գտնվում են եռավալենտ վիճակում և Ni^{2+} -ի հետ միասին զբաղեցնում են բյուրեղային ցանցի միևնույն հանգույցները:



Նկ.2. NiO - Fe₂O₃ բաղադրիչների վիճակի դիագրամ

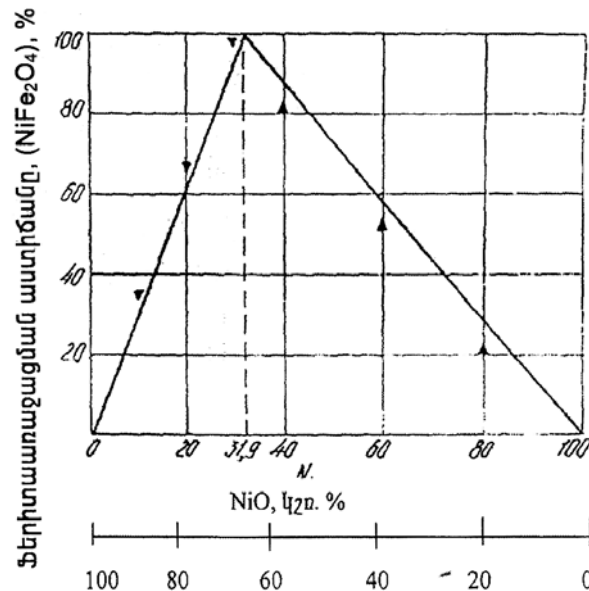
Fe₂O₃ – CoO օքսիդների սինթեզը, որի ելքը CoFe₂O₄ ֆերիտն է, շատ նման է Fe₂O₃-NiO բաղադրիչների սինթեզին և արտադրական պայմաններում իրականացվում է 1100...1200°C ջերմաստիճաններում՝ 3...4 ժ տևողությամբ: NiFe₂O₄ և CoFe₂O₄ ֆերիտները պարունակում են 25,1%Ni և Co, իսկ Fe-Ni և Fe-Co համաձուլվածքները, համապատասխանաբար, 34,5% Ni և Co: Հետևապես, Fe₂O₃ –NiO – CoO համասեռ համաձուլվածքի ստացման համար անհրաժեշտ է վերցնել ~31,9% (NiO + CoO): Այս դեպքում Fe-Ni-Co համաձուլվածքում (Ni+Co) քանակությունը կլինի ~34,5%: Մարտենսիտային ծեղացող պողպատներում Ni-ի օպտիմալ քանակը տատանվում է 15...20%-ի սահմաններում, իսկ Co –ը՝ 5...15%, որը միանգամայն իրականացնելի է օքսիդային տեխնոլոգիայով:

Fe₂O₃ – MoO₃ համակարգի սինթեզը կապված է որոշակի դժվարությունների հետ, որովհետև երկու օքսիդներն էլ թթվային են: Fe և Mo կրկնակի օքսիդների առաջացումը բերված է [6, 7] գրականության մեջ, որտեղ ուսումնասիրվել է ռեակցիաների հնարավոր ընթացք:



Fe և Mo օքսիդները խառնվել են ստեխիոմետրիկ քանակներով և ենթարկվել սինթեզի՝ արգոնի միջավայրում: 650...900°C ջերմաստիճաններում 6...9 ժամ տևողությունը հանգեցրել է ~100% ֆերիտաառաջացման, ըստ (2) ռեակցիայի: Ավելի ինտենսիվ այն ընթանում է 800...850°C ջերմաստիճաններում, երբ առաջանում է հեղուկ ֆազ (MoO₃-ը այս ջերմաստիճանում գտնվում է հեղուկ վիճակում): (3) ռեակցիայի համաձայն, մեզ չի հաջողվել ստանալ մոլիբդենիտ՝ Fe₂(MoO₄)₃: Նույն արդյունքներին է հանգեցրել նաև Fe₂O₃ – MoO₃ օքսիդների

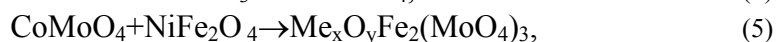
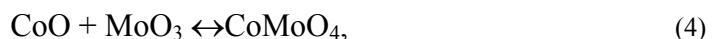
սինթեզը, որը կատարվել է 600...1000°C ջերմաստիճանային տիրույթում 3...24 ժամ տևողությամբ, այդ են վկայում նաև գրականության [8] տվյալները: Ուսումնասիրվել է մինչև ստեխիոմետրիկ բաղադրության տիրույթը (մինչև 47,4% MoO₃): Ֆերիտառաջացման աստիճանը տատանվում է 3...6% սահմաններում, որը կարելի է բարձրացնել կառուցվածքային և միկրոձածկույթների առկայությամբ: Այսպես, օրինակ, մ.վ.հ. մակնիշի Fe₂O₃ պարունակում է ~0,1% հիմնային մետաղների օքսիդներ:



Նկ.3. NiFe₂O₄ ֆերիտառաջացման աստիճանի կախվածությունը NiO/Fe₂O₃ հարաբերությունից

- հոծ գիծը հաշվարկային է;
- կետագիծը՝ փորձնական

Հետազոտվող Fe₂O₃-CoO-NiO-MoO₃-NH₄Cl համակարգի բաղադրամասերի սինթեզը ընթանում է պարզ սխեմայով: NH₄Cl -ի առկայությամբ տեղի է ունենում նյութատեղափոխություն գազային ֆազով, որը նպաստում է պինդ ֆազային դիֆուզիայի ընթացքին, այսինքն ֆերիտառաջացմանը: Օքսիդների փոխակերպումը օքսիքլորիդների մեծացնում է դրանց ռեակցիոն ունակությունը, հետևապես և ակտիվացնում է սինթեզի գործընթացը: Բացի դրանից, պինդ լուծույթների առաջացումը հնարավոր է դառնում նաև այլ ճանապարհով, հատկապես՝



որտեղ CoMoO₄-ը պարտեզիտ բնական միներալն է; Me = Ni+Co:

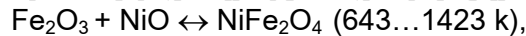
Fe_xO_yFe₂(MoO₄)₃ համակարգում, ավելի ճշգրիտ՝ CoMoO₄ - NiFe₂O₄, գոյություն ունեն մի շարք պինդ լուծույթներ: “Fe₂O₃-NiO-CoO-MoO₃-NH₄Cl”

համակարգի սինթեզի ռեակցիաների գնահատման համար կատարվել են թերմոդինամիկական հաշվարկներ:

Ինչպես հայտնի է, հաստատուն ճնշման և ջերմաստիճանի պայմաններում ինքնաբերաբար ընթացող ռեակցիաների ընթացքի հավանականությունը պայմանավորված է Գիբսի էներգիայի (ΔG°) նվազումով, որը ստանդարտ պայմանների համար որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$\Delta G_T^\circ = \Delta H_{298}^\circ - T \cdot \Delta S_{298}^\circ : \quad (6)$$

Թերմոդինամիկական հաշվարկները հաստատում են քլորացման ռեակցիաների ընթացքը և օքսիդների սինթեզը հետագոտվող ջերմաստիճանային տիրույթում: Այս դեպքում առաջանում են շպինելի տիպի բարդ օքսիդներ և օքսիդային պինդ լուծույթներ, ինչպիսիք են՝



$$\Delta G_T^\circ = -19,75 - 0,00418T \quad \text{կՋ/մոլ};$$



$$\Delta G_T^\circ = -22,6 - 0,0134T \quad \text{կՋ/մոլ};$$



$$\Delta G_T^\circ = -67,36 - 0,01T \quad \text{կՋ/մոլ};$$

Այսպիսով, հետագոտությունների արդյունքում ապացուցվել է, որ հնարավոր է սինթեզել $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CoO} - \text{NiO} - \text{MoO}_3$ օքսիդային համակարգը և ստանալ շպինելի տիպի բարդ օքսիդ, որի հետագա վերականգնմամբ հնարավոր կլինի ստանալ Fe-Co-Ni-Mo բաղադրամասերով լեգիրված մարտենսիտային ծերացող պողպատներ, որոնք ունակ կլինեն աշխատելու մեծ բեռնվածությունների տակ՝ ջերմաստիճանային մեծ տիրույթներում:

Աշխատանքը կատարվել է “Հայաստանի բնական հումքից նոր հատկություններով նյութերի ստացում” (դասիչ 04.10.27) գիտական և գիտատեխնիկական պետական նպատակային ծրագրի շրջանակներում՝ ”Կոմպոզիցիոն, այդ թվում միկրո- և նանո-կառուցվածքներով նյութերի ստացում” ենթափուլով:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Журавлев Г.И. Химия и технология ферритов.-Л.: Химия, 1970.-192 с.
2. Третьяков Ю.Д. Термодинамика ферритов.-Л.: Химия, 1967.-320 с.
3. Рабкин Л.И., Соскин С.А., Энштейн Б.Ш. Ферриты.-М.: Энергия, 1968.-232 с.
4. Parker R., Smyth M.S. // I Phys. Chem. Solids. - 1961.- ¹ 21.
5. Shaffer M.W. // I. Appl. Phys.-1962.- ¹ 33.
6. Зеликман А.Н., Белявская П.В. // ЖПХ.-1954. - ¹ 27.
7. Brener S.I. Electrochem. Soc.-1955.- ¹ 102.
8. Манукян Н.В. Технология порошковой металлургии.-Ереван: Айастан, 1986.-232 с.

ՀՊՃԴ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 24.09.2005:

С.Г. АГБАЛЯН, А.А. ПЕТРОСЯН, А.С. АГБАЛЯН,
А.Н. КАЗАРЯН, А.О. ЕЗАКЯН, А.А. ФРАНГУЛЯН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ
ИЗ ОКСИДНЫХ СИСТЕМ $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{NiO} - \text{CoO} - \text{MoO}_3$**

Исследован процесс синтеза компонентов $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-NiO-CoO-MoO}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ систем, согласно которому при наличии NH_4Cl происходит массоперенос через газовую фазу, что способствует твердофазному диффузионному процессу, т.е. ферритообразованию. В результате получается сложный оксид типа шпинеля, восстановлением которого можно получить стальной порошок мартенситстареющих сталей, имеющих Fe – Ni – Co – Mo компоненты.

Ключевые слова: оксид, синтез, фаза, компонент, диффузия, феррит, шпинель, восстановление, мартенсит, старение, стальной порошок.

S.G. AGBALYAN, A.A. PETROSYAN, A.S. AGBALYAN,
A.N. GHAZARYAN, H.H. EZAKYAN, A.A. FRANGULYAN

**INVESTIGATION OF THE PROCESS OF COMPOUND OXIDE SYNTHESIS
FROM $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{NiO} - \text{CoO} - \text{MoO}_3$ OXIDE SYSTEMS**

The process of synthesis of compound oxide of $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-NiO-CoO-MoO}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$ systems from components is observed and in the presence of NH_4Cl a mass transfer through gase phase is taken place which stimulating the process of solid-phase diffusion i.e. ferrite formation. Due to it a compound oxide shpinel type is obtained and a steel powder of martensite ageing steel having Fe – Ni – Co – Mo components is obtained by reconstructing it.

Keywords: oxide, synthesis, phase, component, diffusion, ferrite, shpinel, reconstruction, martensite, ageing, steel powder.