

ՀՏԴ 666.762

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՆՅՈՒԹԵՐ

Ա. Ա. Արզումանյան,

Է. Ռ. Մահակյան,

Ա. Կ. Կարապետյան

**ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԱՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԸ ՈՐՊԵՍ ԱԿՏԻՎ ՀԱՆՔԱՅԻՆ
ՀԱՎԵԼԱՆՅՈՒԹ ՊՈՐՏԼԱՆԴՅԵՄԵՆՏՈՒՄ**

Թերմոդինամիկական եղանակով հետազոտվել է դունիտի՝ որպես ակտիվ հանքային հավելանյութի, կիրառման հնարավորությունը պորտլանդցեմենտում: Դիտարկվել են մագնեզիումասիլիկատային ապարի փոխազդեցության ռեակցիաները հիդրատացված կլինկերային միներալների արգասիքների հետ: Հաստատվել է մի շարք ռեակցիաների ընթանալու թերմոդինամիկական հավանականությունը բնականոն պայմաններում: Մագնեզիումասիլիկատը փոխազդում է կալցիումի և ալյումինիումի հիդրօքսիդների, հիդրատացված կալցիումի սիլիկատների և ալյումինատների հետ, առաջացնելով նոր համալիր միացություններ, որոնք և արդյունավետ ազդում են ցեմենտաքարի կառուցվածքի ձևավորման վրա:

Առանցքային բառեր. *էներգախնայողություն, խառը կապակցանյութ, ցածրակլինկերային կապակցանյութ, մագնեզիումասիլիկատային ապար, հիդրատային միացություններ, էլային թերմոդինամիկական տվյալներ*

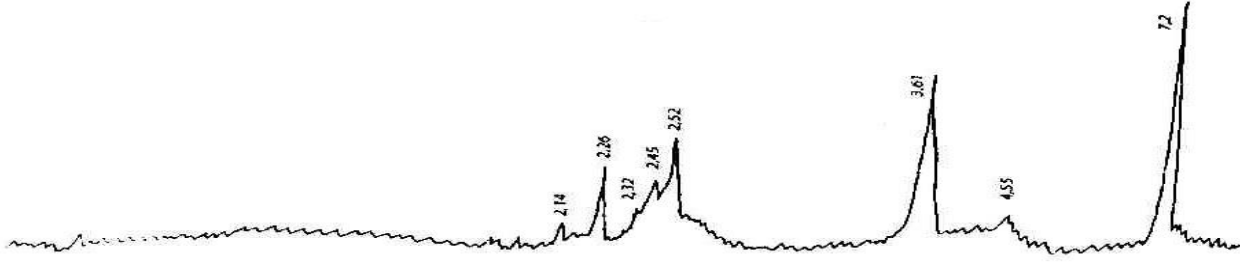
Շինարարական ոլորտի տեխնիկական առաջընթացի ու արդյունավետության մեծացման հարաճուն հիմնախնդիրների մեջ կարևոր տեղ ունի նաև շինանյութի տեխնիկատնտեսական ցուցանիշների բարելավման ուղղությունը: Այս առումով հատկապես արդիական է տեղական էժան հումքի և էներգախնայողական տեխնոլոգիաների կիրառմամբ լայն սպառման մեծ արդյունավետության շինանյութերի, մասնավորապես, բետոնների բարելավվող տեխնիկատնտեսական համալիր ցուցանիշներով կապակցանյութերի մշակումն ու գործնական ներդրումը: Համաշխարհային պրակտիկայում թրծվող շինարարական նյութերի ստացման ջերմաստիճանն իջեցնելու, կամ առհասարակ դրանք չթրծվողներով հնարավորինս փոխարինելու ակնհայտ միտում կա: Նման տեխնոլոգիաների շարքին կարելի է դասել նաև ցածրակլինկերային և խառը կապակցանյութերի տեխնոլոգիաները, որոնց համար որպես պորտլանդցեմենտի հանքային հավելանյութ նախատեսվում է օգտագործել դունիտի ապարատեսակի նրբադացված փոշին (ներմուծված՝ 20...40 % քանակությամբ) [1,2]:

Մինչև ոչ ուշ անցյալում գտնում էին, որ մագնեզիումասիլիկատային ապարները չեն համարվում արդյունավետ հումք տարբեր շինարարական նյութերի արտադրության համար: Դունիտը որպես մագնեզիումասիլիկատային ապար, արտադրության մի շարք ճյուղերում լայն կիրառություն է գտել և հատկապես՝ հրահետների: Հայաստանը հարուստ է այդ

ապարի հանքավայրերով՝ հաշվվում են մեկ տասնյակից ավել մագնեզիումասիլիկատային ապարների հանքավայրեր: Սերպենտինացված ապարները՝ դունիտները, պերիդոտիտները լայնորեն տարածված են Սևանա լճի հյուսիս-արևելյան ափի երկարությամբ և ըստ հանքավայրի տեղադրվածության համարվում են բարձրեցենային տարիքի հիմնային և գերհիմնային ապարներ: Առավել լավ ուսումնասիրված է Շորժայի հանքավայրը, որի հանքանյութը կարող է ծառայել որպես նյութ ֆոբոստերիտի, հրահեստ կաղապարային նյութի, հրահեստ կերամիկական նյութի ստացման համար: Շորժայի դունիտի քիմիական բաղադրությունը հետևյալն է, %- ով ըստ զանգվածի. SiO_2 ՝ 36,74, TiO_2 ՝ 0,27, Al_2O_3 ՝ 0,93, Fe_2O_3 ՝ 8,87, CaO ՝ 0,33, MgO ՝ 37,52, Na_2O ՝ հետքեր, K_2O ՝ հետքեր, շիկացման կորուստ՝ 15,04: Դունիտի հիմնական միներալներն անտիգորիտային սերպենտինիտն է ($7;20;3,61;2,52\text{\AA}$) և օլիվինը ($2,52;2,42;2,62\text{\AA}$)՝ նկ.1, որոնց պարունակությունը մանրադիտակով համապատասխանաբար կազմում է 80 և 20%: Սակայն բացի բարձրաջերմաստիճանային նյութերի արտադրությունում դրանց կիրառումից՝ մեծ հետաքրքրություն է առաջացրել նաև դրանց հիման վրա ցածրակլինկերային և խառը կապակցանյութերի ստացումը: Ըստ [1,2]-ի դունիտն ավելացվում է նուրբ մանրացված վիճակում՝ $S_{տես}=3300 \text{ սմ}^2/\text{գ}$ տեսակարար մակերևույթով, որն օժտված է բավականին բարձր հիդրատային ակտիվությամբ, ինչը թույլ կտա դրա հիման վրա ստանալ բարելավված հատկություններով շինարարական նյութեր:

Մագնեզիումասիլիկատային ապարի ներմուծումը պորտլանդեմենտ՝ դրականորեն է ազդում կապակցանյութի տեխնոլոգիական հատկությունների վրա, որն անկասկած ուղեկցվում է նոր ֆիզիկական և քիմիական փոխարկումներով և ֆազագոյացմամբ:

Հայտնի է, որ կապակցող նյութերի տեխնիկական հատկություններն ի հայտ են գալիս հիդրատացման և ամրացման գործընթացներում: Հիդրատացումը համարվում է ջրի հետ կապակցանյութի (կլինկերի միներալների) փոխազդեցության գործընթաց՝ հիդրատային միացությունների առաջացմամբ, որոնց նույնականացումը դրանց բաղադրության և ենթամանրաբյուրեղային կառուցվածքի հետևանքով շատ բարդ է: Այդ պատճառով այս հարցի վերաբերյալ ունեցած տվյալները համարվում են մոտավոր [3-5]:



Նկ.1. Շորժայի հանքավայրի մագնեզիումասիլիկատային ապարի ռենտգենագիրը

Ներկայումս ընդունված է համարել, որ պորտլանդեմենտի միներալների հիդրատացման դեպքում առաջանում են [3-5].

-կալցիումի սիլիկատներից՝ հիդրոսիլիկատներ CSH(I) հետևյալ հարաբերությամբ
 $C : S = 0,8...1,5$ և $H = 0,5...2,5$; CSH(II)՝ $C : S = 1,5...2$ և $H = 2...4$,

տորերմոլիտային ժել՝ $C : S \geq 1,5$ և $Ca(OH)_2$,

-կալցիումի ալյումինատներից՝ հիդրոալյումինատներ

$Al(OH)_3$, CAH_{10} , C_2AH , C_3AH_6 , C_4AH_{13-19} ,

-կալցիումի ալյումաֆերիտներից՝ հիդրոալյումաֆերիտներ

C_4FH_{13} , C_3FH_6 և C_4AH_{13} , C_3AH_6 , ինչպես նաև պինդ լուծույթներ,

- ալյումինատներից և ալյումինաֆերիտներից գիպսի առկայության դեպքում առաջանում են կալցիումի հիդրոսուլֆոալյումինատներ C_3ACSH_{12} , C_3ACSH_{12} և այլն:

Ջրում մագնեզիումային ապար հանդիսացող դունիտի վերամշակման ժամանակ նույնպես նկատվել են որոշ փոփոխություններ [1,2]: Բացի դունիտի միներալներից (օլիվինի, ֆորստերիտի) ռենտգենաչափորեն հայտնաբերվել են նոր միներալների ռեֆլեքսներ, որոնք մոտ են սերպենտինիզացված միներալներին (7,3, 7,1, 4,61), հիդրոմագնեզիտին (6,25, 2,28, 1,62), բրուսիտին՝ $Mg(OH)_2$ (4,78, 2,36):

Քանի որ կլինկերի միներալների հիդրատացման դեպքում ռեակցիայի արգասիքները զգալի քանակությամբ ներկայացնում են կոլոիդային գոյացումներ, ուստի սերպենտինիտի հնարավոր ռեակցիաների ուսումնասիրությունը վերը նշված հիդրատների բարդ համակարգում նպատակահարմար է իրականացնել թերմոդինամիկական եղանակով [3]:

Քիմիական թերմոդինամիկայի եղանակի կիրառման համար անալիզի է ենթարկվել հնարավոր ռեակցիաների ընթացքը պորտլանդցեմենտ-սերպենտինիտ-ջուր խառնուրդում՝ 298K ջերմաստիճանում, Գիբբսի էներգիայի ΔG^{298} և ռեակցիայի ջերմային էֆեկտի (էնթալպիայի) և ածանցյալ ռեակցիաները կլինկերային միներալների հիդրատացման արգասիքների հետ 298K ջերմաստիճանի դեպքում: Հաշվարկի համար օգտվել ենք ստանդարտ էնթալպիայից և Գիբբսի էներգիայից [3,5,6]: Այն բաղադրիչների մասնակցությամբ ռեակցիաները, որոնց էլային թերմոդինամիկական տվյալները բացակայում են՝ չի դիտարկվել: Էլային թերմոդինամիկական տվյալները բերված են աղ.1-ում:

Ցեմենտաքարում ընթացող ռեակցիաների հավասարումները և էնթալպիայի ու Գիբբսի էներգիայի հաշվարկային արդյունքները բերված են աղ. 2-ում:

Հաշվարկի արդյունքների վերլուծությունը վկայում է թթ. 7, 8, 19, 23-27 ռեակցիաների իրականացման թերմոդինամիկական հնարավորությունը: $Ca(OH)_2$ -ի հետ սերպենտինիտի փոխազդեցության դեպքում կալցիումի հայտնի հիդրոսիլիկատներից կարող է առաջանալ միայն կսոնոլիտ (թթ. 7 և 8 ռեակցիաները), ինչպես նաև ակերմանիտ կոչվող կալցիումամագնեզիումային սիլիկատների պինդ լուծույթներ (թթ.19 և 20 ռեակցիաները):

Հնարավոր են նաև սերպենտինիտի ռեակցիաներ կալցիումի բարձրա- և ցածրահիմնային հիդրոսիլիկատների հետ կալցիումամագնեզիումային հիդրոսիլիկատի՝ տրեմոլիտի առաջացմամբ (թ. 21 ռեակցիան):

Ելային թերմոդինամիկական տվյալները

Միացության անվանումը	$-\Delta H^{\circ}_{298}$, Կկալ/մոլ	$-\Delta G^{\circ}_{298}$, Կկալ/մոլ	Գրականություն
2CaOSiO ₂ ·1,17H ₂ O զիլեբրանդիտ	637,15	592,90	[3]
3CaO2SiO ₂ ·3H ₂ O աֆֆիլիտ	1143,20	1052,95	
4CaO3SiO ₂ ·1,5H ₂ O ֆոշագիտ	1439,90	1347,90	
5CaO6SiO ₂ ·H ₂ O կսոնոսոլիտ	2396,70	2259,40	
5CaO6SiO ₂ ·3H ₂ O ռիվեռսայդիտ	2376,00	2215,00	
5CaO6SiO ₂ ·5,5H ₂ O տոբերմորիտ	2556,30	2361,45	
5CaO6SiO ₂ ·10,5H ₂ O պլումբիերիտ	2911,25	2647,30	
CaO2SiO ₂ ·H ₂ O օկենիտ	750,30	686,40	
2CaO3SiO ₂ ·2,5H ₂ O գիրոլիտ	1175,85	1085,65	
Ca ₂ Mg[Si ₂ O ₇] ալեբրամանիտ	924,50	877,30	
Ca ₂ Mg ₅ [Si ₈ O ₂₂](OH) ₂ տրեմոլիտ	2952,50	2778,40	
3CaOMgO ₂ SiO ₂ մերվենիտ	1087,61	1033,50	
2MgO2Al ₂ O ₃ 5SiO ₂ կորդիերիտ	2177,10	2055,00	
Mg ₄ Si ₂ O ₁₀ (OH) ₈ ամեզիտ	2167,10	2013,00	
MgAl ₂ O ₄ շպինել	551,80	521,70	
Al(OH) ₃ , ամորֆ	304,20	271,90	
3MgO2SiO ₂ ·2H ₂ O սերպենտինիտ	4361,16	4036,91	[3]
Mg ₂ SiO ₄ , մագնեզիումի օրթոսիլիկատ	2175,02	1639,18	
MgSiO ₃ , մագնեզիումի մեթասիլիկատ	1547,64	1460,82	
Ca(OH) ₂ , կալցիումի հիդրօքսիլիկատ	983,67	896,15	
Mg(OH) ₂ , մագնեզիումի հիդրօքսիդ	926,99	836,21	
H ₂ O (h.)	285,55	236,95	
CaSO ₄ ·2H ₂ O, գիպսաքար	484,00	430,10	[3]
3CaOAl ₂ O ₃ , եոկալցիումական պլումբինատ	851,00	808,40	
3CaOAl ₂ O ₃ ·6H ₂ O Եոկալցիումական հիդրոպլումբինատ	1326,00	1198,40	
3CaOAl ₂ O ₃ ·3CaSO ₄ ·31H ₂ O, Էտրինգիտ	4130,82	3577,53	
CaOAl ₂ O ₃ ·2SiO ₂ անորտիտ	1013,33	959,40	
4CaOAl ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃ , ցելիտ	1214,20	1144,00	[3]

Պորտլանդեմենտային խմորում սերպենտինիտի հիմնական և ածանցյալ ռեակցիաների ΔH°_{298} և ΔG°_{298}

	Ռեակցիայի հավասարումները	ΔH°_{298} ԿՋ/մոլ	ΔZ°_{298} ԿՋ/մոլ
1	2	3	4
1	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 2(2\text{CaO SiO}_2 1,17\text{H}_2\text{O}) + 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 0,66\text{H}_2\text{O},$ սերպենտինիտ, գիլերրանդիտ	-0,16	-0,13
2	$2(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 2\text{CaO SiO}_2 1,17\text{H}_2\text{O} + 3\text{Mg SiO}_2 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 1,83\text{H}_2\text{O},$ գիլերրանդիտ	67,49	63,22
3	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} =$ $= 3\text{CaO } 2\text{SiO}_2 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Mg}(\text{OH})_2,$ աֆիլիտ	38,28	14,77
4	$2(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 3\text{CaO } 2\text{SiO}_2 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 4\text{Mg}(\text{OH})_2,$ աֆիլիտ	91,65	94,62
5	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 8\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 2(4\text{CaO } 3\text{SiO}_2 1,5\text{H}_2\text{O}) + 9\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O},$ ֆոնոպիտ	1,25	11,75
6	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 4\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 4\text{CaO } 3\text{SiO}_2 1,5\text{H}_2\text{O} + 3\text{MgSiO}_3 + 6\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2,5\text{H}_2\text{O},$ ֆոնոպիտ	84,50	68,80
7	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 \text{H}_2\text{O} + 9\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O},$ քսոնոտիլիտ	-645,95	-616,62
8	$4(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 \text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 10\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O},$ քսոնոտիլիտ	-592,54	-574,47
9	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 3\text{H}_2\text{O} + 9\text{Mg}(\text{OH})_2,$ ռիվեոսայդիտ	16,98	43,95
10	$4(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 10\text{Mg}(\text{OH})_2,$ ռիվեոսայդիտ	70,38	86,12
11	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 3,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 5,5\text{H}_2\text{O} + 9\text{Mg}(\text{OH})_2,$ տոբերմորիտ	-27,05	24,14
12	$4(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 5,5\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 10\text{Mg}(\text{OH})_2,$ տոբերմորիտ	26,37	66,31
13	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 8,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 10,5\text{H}_2\text{O} + 9\text{Mg}(\text{OH})_2,$ պլումբիերիտ	-83	14,02

1	2	3	4
14	$4(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 5\text{Ca}(\text{OH})_2 + 7,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 5\text{CaO } 6\text{SiO}_2 10,5\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 10\text{Mg}(\text{OH})_2,$ պլումբիտիտ	-29,63	57,45
15	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} =$ $= \text{CaO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Mg}(\text{OH})_2,$ օկենիտ	-1,30	29,24
16	$2(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{O} =$ $= \text{CaO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + 4\text{Mg}(\text{OH})_2,$ օկենիտ	52,10	71,41
17	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 4\text{Ca}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O} =$ $= 2(2\text{CaO } 3\text{SiO}_2 2,5\text{H}_2\text{O}) + 9\text{Mg}(\text{OH})_2,$ գիրոլիտ	-12,68	42,57
18	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + 0,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 2\text{CaO } 3\text{SiO}_2 2,5\text{H}_2\text{O} + 3\text{MgSiO}_3 + 6\text{Mg}(\text{OH})_2,$ գիրոլիտ	75,35	85,05
19	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 2\text{CaO } \text{MgO } 2\text{SiO}_2 + 2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O},$ ակերմանիտ	-533,00	-109,60
20	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $= 2\text{CaO } \text{MgO } 2\text{SiO}_2 + 2\text{MgSiO}_3 + 4\text{H}_2\text{O},$ ակերմանիտ	- 1776,37	- 1703,28
21	$3(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 2\text{CaO } 3\text{SiO}_2 2,5\text{H}_2\text{O} =$ $= 2\text{CaO } 5\text{MgO } 8\text{SiO}_2 \text{H}_2\text{O} + \text{MgSiO}_3 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 4,5\text{H}_2\text{O},$ գիրոլիտ տրեմոլիտ	43,51	-0,67
22	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 =$ $3\text{CaO } \text{MgO } 2\text{SiO}_2 + 2\text{Mg}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_2\text{O},$ մերվենիտ	201,00	22,10
23	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{MgAl}_2\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{O},$ շպինել	21,40	-19,46
24	$2(2\text{MgOSiO}_2) + 4 \text{Al}(\text{OH})_3 = 4\text{MgO } 2\text{Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2 4\text{H}_2\text{O} +$ $2\text{H}_2\text{O},$ ամեզիտ	-192,06	- 1065,00
25	$6(3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 2(3\text{CaO } \text{Al}_2\text{O}_3 6\text{H}_2\text{O}) + 4\text{H}_2\text{O} =$ $= 2\text{MgO } 2\text{Al}_2\text{O}_3 5\text{SiO}_2 + 6(\text{CaO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O}) + 16\text{Mg}(\text{OH})_2,$ կորդիերիտ	- 4454,80	- 4134,40
26	$3\text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{CaO } \text{Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3(\text{CaSO}_4 2\text{H}_2\text{O}) + 27\text{H}_2\text{O} =$ $3\text{CaO } \text{Fe}_2\text{O}_3 3\text{CaSO}_4 32\text{H}_2\text{O} + \text{CaO } \text{Al}_2\text{O}_3 2\text{SiO}_2 + 3\text{Mg}(\text{OH})_2,$ կալցիումի հիդրոսուլֆոֆերիտ	-470,85	-213,45
27	$3 \text{MgO } 2\text{SiO}_2 2\text{H}_2\text{O} + 3 \text{CaO } \text{Al}_2\text{O}_3 + 3(\text{CaSO}_4 2\text{H}_2\text{O}) + 24\text{H}_2\text{O} =$ $= 3\text{CaO } \text{Al}_2\text{O}_3 3\text{CaSO}_4 31\text{H}_2\text{O} + 2\text{MgSiO}_3 + \text{Mg}(\text{OH})_2,$ էտրինգիտ	- 1088,00	-78,80

Սերպենտինիտի և այլումասիլիկատների հիդրատացման արգասիքների՝ $[MgSiO_3, Mg(OH)_2]$ և $[Al(OH)_3]$ ռեակցիաները էներգետիկ տեսակետից հնարավոր են շպինելի (թ. 23 ռեակցիան) և մագնեզիումապլումինատային սիլիկատի՝ ամեզիտի և կորդիերիտի առաջացմամբ (թթ. 24 և 25 ռեակցիաները): Կորդիերիտի առաջացմամբ հնարավոր է նաև սերպենտինի ռեակցիան հիդրատացված եռկալցիումական պլումինատի հետ (թ.25 ռեակցիա): Իսկ $3CaO \cdot Al_2O_3$ -ի և գիբսի հետ սերպենտինի փոխազդեցության արդյունքում կարող է ստացվել էտրինգիտ (թ.27 ռեակցիան):

Ռեակցիաների ջերմային էֆեկտները նույնպես նշանակալի են: Էնթալպիայի և Գիբբսի էներգիայի առավելագույն արժեքները նկատվում են կալցիումամագնեզիումային և կալցիումապլումինատային սիլիկատների առաջացման ռեակցիաների ժամանակ:

Ստացված տվյալները վկայում են պորտլանդցեմենտային խմորում ցեմենտի հիդրատացման արգասիքների հետ սերպենտինիտային ապարի զգալի ակտիվության և ռեակցիոն ունակության մասին: Ակնհայտ է, որ միներալների հիդրատացման առաջնային ռեակցիաների վրա վերադրվում են դրանց արգասիքների երկրորդային փոխազդեցության ռեակցիաները և արդյունքում հիդրատացվող ցեմենտաքարում առաջանում են համալիր միացություններ: Դրա հետ մեկտեղ չի բացառվում մագնեզիումասիլիկատային ապարի արդյունավետ ազդեցության հնարավորությունը նոր հիդրատային ֆազերի առաջացման միջոցով ցեմենտաքարի կառուցվածքի ձևավորման վրա, որոնք ծառայում են հարթակներ նորագոյացումների բյուրեղացման համար: Բյուրեղային սերտաձվածքների ձևավորման հետ կապված հետագա հետազոտությունները պետք է կատարվեն նաև համալիր գործիքային և այլ ֆիզիկաքիմիական եղանակներով:

**А.А.Арзуманян,
Э.Р Саакян,
А.К.Карапетян**

МАГНИЙСИЛИКАТНЫЕ ПОРОДЫ КАК АКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Термодинамическим методом исследована возможность применения дунита в качестве активной минеральной добавки к портландцементу.

Рассмотрены реакции взаимодействия магнезиально-силикатной породы с продуктами гидратации клинкерных минералов. Подтверждена термодинамическая возможность протекания ряда реакций в нормальных условиях – магнезиально-силикатная порода взаимодействует с гидроксидами кальция и алюминия, гидратированными силикатами и алюминатами кальция с образованием новых комплексных соединений, которые эффективно участвуют в формировании структуры цементного камня.

Ключевые слова: *энергосбережение, смешанное вяжущее, малоклинкерное вяжущее, магнезиально-силикатная порода, гидратные соединения, исходные термодинамические данные*

MAGNESIUM SILICATE ROCKS AS AN ACTIVE MINERAL
ADDITIVE OF PORTLAND CEMENT

The possibility of using dunite as an active mineral additive to Portland cement by thermodynamic method has been investigated. The reactions of the interaction of magnesium-silicate rock with products of hydration of clinker minerals have been considered. The thermodynamic possibility of flow of a number of reactions under normal conditions is confirmed - magnesia-silicate rock reacts with aluminum and magnesium hydroxides, hydrated calcium aluminates and silicates to form new complex compounds, which are involved in the formation of cement stone structure.

Keywords: energy saving, mixed astringent, magnesium silicate rock hydrated compounds initial thermodynamic data

Փրականություն

1. Худякова Л.И., Константинова К.К., Нархинова Б.Л. Вяжущие материалы на основе дунита // Строительные материалы. – 2000. - N 8. - С. 33-34.
2. Худякова Л.И., Константинова К.К., Нархинова Б.Л. Бетоны на основе малоцементных вяжущих с использованием дунитов // Строительные материалы. – 2004. - N6. - С. 40-41.
3. Бабушкин В.И., Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов. - М.: Стройиздат, 1986.- 408с.
4. Бутт Ю.М., Сычев М.И., Тимашов В.В. Химическая технология вяжущих материалов. - М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
5. Кузнецова Т.В., Кудряшев И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов.- М.: Высшая школа, 1989. - 384с.
6. Булах А.Г. Методы термодинамики в минералогии. - Л.: Недра, 1974. -184 с.

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից գիտական և գիտատեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ջրային համակարգերի պահպանում, զարգացում և կատարելագործում» ծրագրի շրջանակներում:

Արզումանյան Արտավազդ Ավետիքի, տ. գ. թ. (ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի և իրերի ու կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, ամբիոնի վարիչ, (+374)93247071, artavazd@inbox.ru, Մահակյան Էմմա Ռուբենի, տ.գ.դ., պրոֆ. (ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի և իրերի ու կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com, Գարսայետյան Անայրա Գարսայետի, տ.գ.թ. դոց. (ՀՀ, Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շինարարական նյութերի և իրերի ու կոնստրուկցիաների արտադրության տեխնոլոգիայի ամբիոն, դոց., (+374) 77250072, shinnyuter@gmail.com:

Арзуманян Артавазд Аветикович, к.т.н.(РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, заведующий кафедрой, (+374) 93247071, artavazd@inbox.ru, Саакян Эмма Рубеновна, д.т.н., проф.(РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com, Карапетян Амалия Карапетовна, к.т.н., доц. (РА, Ереван) - НУАСА, кафедра Технологии производства строительных конструкций, материалов и изделий, (+374) 770250072, shinnyuter@gmail.com.

Arzumanyan Artavazd Avetiq, doctor of Philosophy (Phd) in engineering (RA, Yerevan)- NUACA, Head of Chair of Production technology of construction materials and items and structures, (+374) 93247071, artavazd@inbox.ru, Sahakyan Emme Rouben, Phd., Doctor of Engineering, prof. (RA, Yerevan)- NUACA, Chair of Production technology of construction materials and items and structures, (+374) 93445758, e.r.sahakyan@gmail.com, Karapetyan Amalya Karapet, doctor of Philosophy (Phd) in engineering, associate prof. (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Production technology of construction materials and items and structures, (+374) 77250072, shinnyuter@gmail.com.

Ներկայացվել է՝ 12.12.2014

Ընդունվել է տպագրության՝ 23.12.2014