

ՏՈՒՖԻ ՀԵՆՔՈՎ ԲԶՁԱՎՈՐ ԱՊԱԿԵՆՅՈՒԹԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ԿԻՆԵՏԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

Մաթեմատիկական վիճակագրական եղանակով ընտրվում են տուֆի հենքով ստացվող բջջավոր ապակու կազմը, տեխնոլոգիական պարամետրերը և հետազոտվում են նյութերի ֆունկցիոնալ հատկությունները: Որոշված է ցուցանիշների լավարկային միջակայքը՝ բաղադրիչների կազմը, փքման ջերմաստիճանը և ըստ հատկությունների առաջարկվում են կիրառման ոլորտները՝ ջերմամեկուսիչ և ձայնակլանիչ իրեր, լցանյութ ջերմամեկուսիչ և կոնստրուկցիոն-ջերմամեկուսիչ բետոնների համար:

Առանցքային բառեր. բջջավոր ապակի, տուֆ, բջջատուֆ, ջերմամեկուսիչ:

Հրաբխային ապակեման և այլ սիլիկատային և ալյումասիլիկատային ապարներից՝ պեոլիտներից, պեմզաներից, տուֆերից, խարամներից, դիատոմիտներից, կավերից, վիտրոֆիրներից, ցեոլիտներից և այլոց, այդ թվում՝ խառն ամորֆաբյուրեղային, նոր տեսակի բջջավոր ապակենյութերի էներգախնայող տեխնոլոգիաների մշակումը թույլ է տալիս ջերմամեկուսիչ, ձայնակլանիչ, թեթև և գերթեթև լցանյութերի արտադրություններում [1-4] ընդգրկել տեղական հումք և թափոններ:

Համակարգերի մոդիֆիկացման և որոշ տեխնոլոգիական գործընթացների գիտականորեն հիմնավորված մոտեցումները հնարավոր են դարձնում փոխազդեցությունը համակարգում մոլեկուլային մակարդակով, ինչն իր հերթին թույլ է տալիս ստանալ նյութեր ցուցանիշների՝ խտության, ամրության, ծակոտկենության, օգտագործման ջերմաստիճանի և այլնի լայն միջակայքում:

Տուֆի ալյումասիլիկատային համակարգի մոդիֆիկացումը ուժեղ հիմքի ջրային լուծույթով և հետագա ջերմամշակումը թույլ են տալիս իջեցնել համակարգի փափկեցման ջերմաստիճանը ի հաշիվ ցածրահալ էվտեկտիկաների առաջացման: Նյութի բջջավոր կառուցվածքը ստացվում է պիրոպլաստիկ զանգվածում գազային ֆազի առաջացման հետևանքով: Գազագոյացուցիչները հիդրատային նորագոյացումներ և հատուկ հավելանյութեր են (ածխածին, HNO₃ և դրա աղերը, կարբոնատներ և այլն):

Թրծված բջջավոր նյութերի ֆունկցիոնալ հատկությունները կախված են դրանց կազմից, բաղադրամասերի խտությունից, գազագոյացուցիչի տեսակից և քանակից, փքման ջերմաստիճանից, տևողությունից և այլ կինետիկական գործոններից:

Տուֆի հենքով բջջավոր ապակենյութերի կազմերի և տեխնոլոգիական պարամետրերի հաստատման համար պլանավորվել և իրականացվել է լրիվ գործոնային փորձ (ՄՓՅ) 2³, D-օպտիմալության սկզբունքի օգտագործմամբ [5]:

Նպատակ ունենալով ճշտել Na_2O (X_1) քանակությունը, կախված գազագոյացուցիչի՝ HNO_3 կամ C (X_2) պարունակությունից և փքման ջերմաստիճանից, նյութի ցուցանիշների՝ խտության (y_1), ամրության (y_2) և ջրակլանելիության (y_3) վրա կառուցվել է փորձի մաթեմատիկական մոդել:

Որպես ելանյութեր ընդունված են ֆելդիտային տուֆի փոշի՝ 360 մ²/կգ տեսակարար մակերեսով, PD-1 մակնիշի նատրումի հիդրօքսիդ և գազագոյացուցիչ ազոտական թթու կամ գազային ածուխ:

Նախնական փորձերից հայտնի է, որ նշված հատկությունների կախումը ելանյութերի քանակությունից և ջերմաստիճանից գծային բնույթ ունի: Այդ պատճառով հաշվարկի համար ընդունում ենք լրիվ գործոնային փորձ (ՄՓՅ) 2³: Փորձերի արդյունքները մշակվել են մաթեմատիկական վիճակագրական եղանակներով [5,6]: Ստացված ցուցանիշների վստահելի միջակայքը որոշվել է փոքր քանակներով ընտրությունների արդյունքների հիման վրա, օգտագործելով 5% նշանակալիության մակարդակին համապատասխանող 0,95 հուսալիությամբ Ստյուդենտի բաշխումները [7]:

Անկախ փոփոխականների միջակայքը և տարբերական մակարդակները բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Փորձի պլանավորման պայմաններ

Գործոններ		Փոփոխման մակարդակներ			Փոփոխման միջակայք
Բնական տեսք	Կոդային տեսք	-1	0	+1	
Ա. Բաղադրություններ HNO HNO_3 -ով					
Na_2O բաղ., %	X_1	8	9,5	11	1,5
HNO_3 բաղ., %	X_2	0,4	0,6	0,8	0,4
Փքման ջերմաստիճան, °C	X_3	820	870	920	50
Բ. Բաղադրություններ ածխով, C					
Na_2O բաղ., %	X'_1	8	9,5	11	1,5
HNO_3 բաղ., %	X'_2	0,1	0,5	0,9	0,4
Փքման ջերմաստիճան, °C	X'_3	820	870	920	50

Գիտափորձի իրականացման և մոդելների համապատասխանության ստուգման արդյունքում ստացվել են ռեգրեսիայի հետևյալ հավասարումները.

ա) ազոտական թթու HNO_3 գազագոյացուցիչով կազմերի համար՝

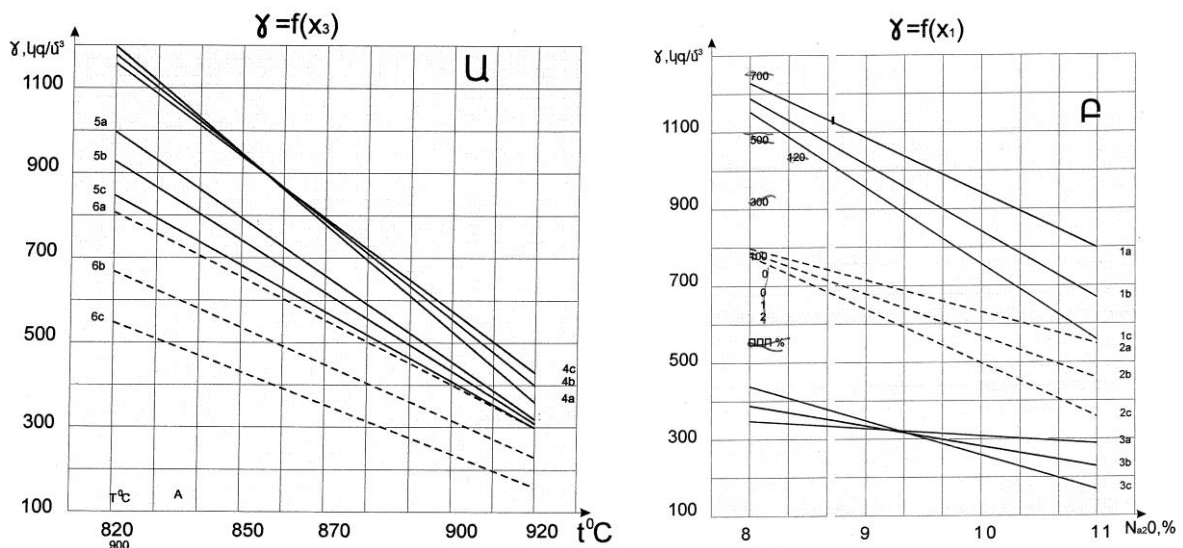
- միջին խտության՝ $Y_1 = 624 - 170X_1 - 47X_2 - 311X_3 - 51X_1X_2 + 89X_1X_3 + 38X_2X_3$,
 - սեղմման ամրության՝ $Y_2 = 45 - 12.26X_1 - 5.5X_2 - 24.5X_3 - 5.25X_1X_2 + 5.25X_1X_3 + 6X_2X_3$,
 - ջրակլանելիության՝ $Y_3 = 52 + 3X_1 - 4X_2 + 8X_3 - 3X_1X_3 - 4X_2X_3$,
- բ) ածուխ C գազագոյացուցիչով կազմերի համար՝
- միջին խտության՝ $Y_1 = 752 - 178X_1 - 53X_2 - 244X_3 - 38X_1X_2 + 116X_1X_3$,
 - սեղմման ամրության՝ $Y_2 = 72.1 - 11.9X_1 - 9.6X_2 - 24.1X_3 - 7.75X_1X_2$,
 - ջրակլանելիության՝ $Y_3 = 31 + 2X_1 - 2X_2 - 8X_3 - 4X_1X_2 - 2X_2X_3$:

Ռեգրեսիայի հավասարումների հիման վրա հաշվարկված է միջին խտության, սեղմման ամրության և ջրակլանելիության պարամետրերը բոլոր գույակցումների համար (աղ. 2) և կատարված է ցուցանիշային կախվածության գրաֆիկական մոդելները (նկ. 1-6):

Աղյուսակ 2

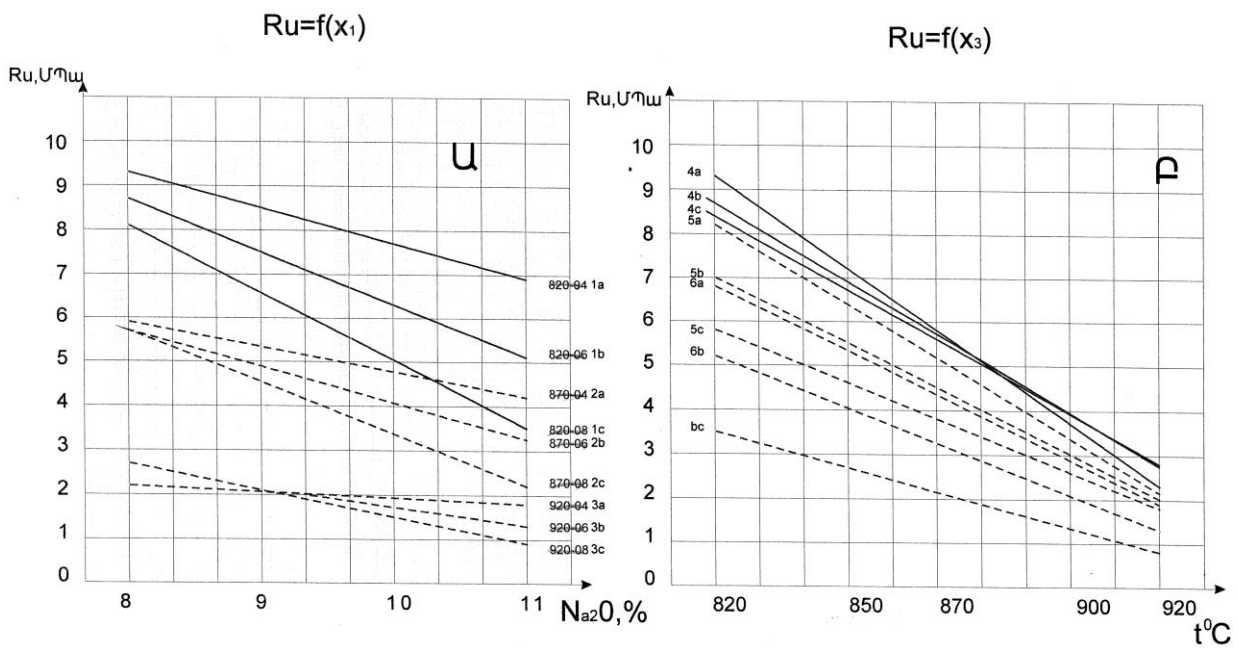
Փոփոխման ֆակտորները և հաշվարկային պարամետրերը

Հասկությունները	Գազագոյացուցիչի պարունակությունը, (X ₂), %	Na ₂ O պարունակությունը X ₁ % և փքման ջերմաստիճանը X ₃ , Na ₂ O, °C										
		8			9,5				11			
		820	870	920	820	870	900	920	820	870	900	920
Գազագոյացուցիչը՝ HNO ₃												
Y ₁	0,4	1228	790	352	1020	671	462	322	812	552	396	292
խտությունը, կգ/մ ³	0,6	1194	794	394	935	624	437	313	676	454	320	232
	0,8	1160	798	436	850	517	413	344	540	356	245	207
Y ₂ սեղմման ամրությունը, ՄՊա	0,4	9,3	5,8	2,2	8,1	5,0	3,2	2,0	6,9	4,3	2,8	1,8
	0,6	8,7	5,7	2,7	7,0	4,5	3,0	2,0	5,2	3,3	2,1	1,3
	0,8	8,1	5,7	2,7	5,8	4,0	2,8	2,1	3,5	2,2	1,5	0,9
Y ₃ ջրակլանելիությունը, %	0,4	38	53	64	44	56	58	68	50	59	60	68
	0,6	38	49	60	44	52	57	60	50	55	52	60
	0,8	38	45	52	44	48	50	52	52	51	51	53
Գազագոյացուցիչը՝ C (մուր)												
Y ₁	0,5	1305	945	585	1049	805	660	561	793	665	588	537
խտությունը, կգ/մ ³	0,7	1270	930	570	996	752	600	508	702	574	497	446
	0,9	1275	915	555	943	699	550	455	611	483	406	355
Y ₂ սեղմման ամրությունը, ՄՊա	0,5	11,0	8,5	6,2	10,5	8,2	6,7	5,8	10,1	7,8	6,3	5,3
	0,7	10,8	8,4	6,0	9,6	7,2	5,7	4,8	8,4	6,0	4,6	3,6
	0,9	10,6	8,2	5,8	8,7	6,2	4,7	3,8	6,7	4,3	2,8	1,9
Y ₃ ջրակլանելիությունը, %	0,5	39	35	29	39	33	29	27	39	31	35	23
	0,7	37	29	21	39	31	26	23	41	33	28	25
	0,9	33	23	13	37	29	24	21	43	35	29	24



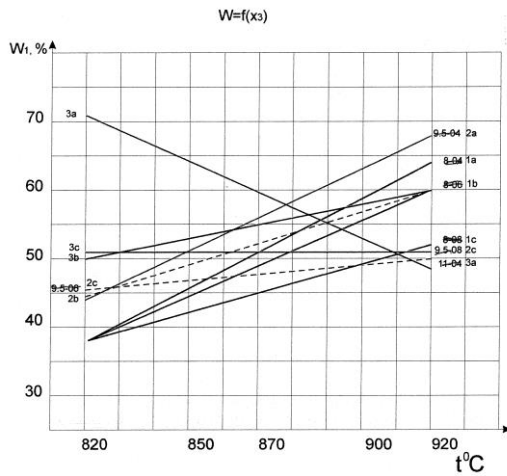
Նկ. 1. Բջջատուֆի միջին խտության կախումը՝

U - փքման ջերմաստիճանից, P - Na_2O քանակությունից (զազագոյացուցիչը՝ HNO_3):
 1, 2, 3 – ջերմաստիճանը՝ 820, 870, 920 $^{\circ}\text{C}$, 4, 5, 6 – Na_2O պարունակությունը՝ 8; 9,5; 11%
 a, b, c - HNO_3 պարունակությունը՝ 0,4; 0,6; 0,8%

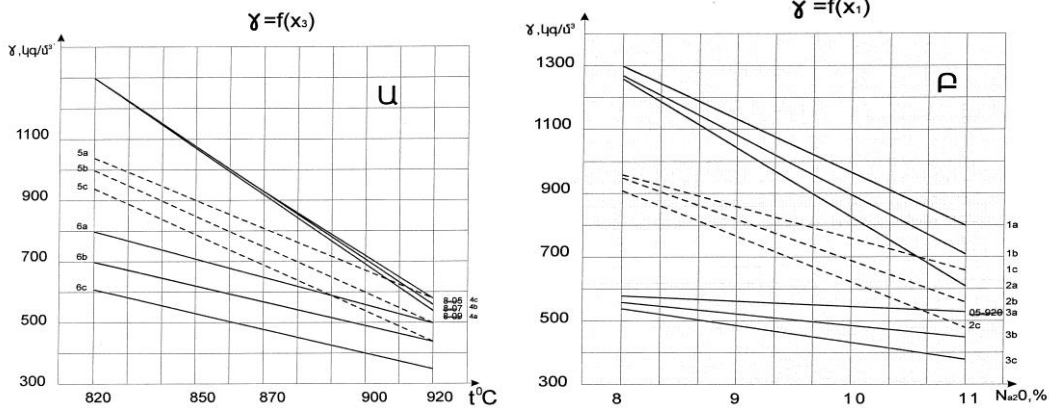


Նկ.2. Բջջատուֆի սեղմման ամրության կախումը՝

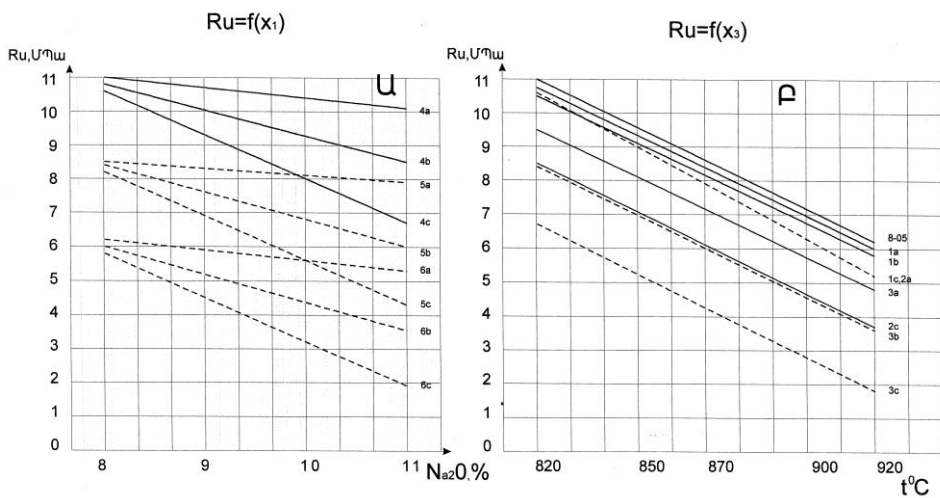
U- Na_2O քանակից, P - փքման ջերմաստիճանից (զազագոյացուցիչը՝ HNO_3):
 1, 2, 3 – ջերմաստիճանը՝ 820, 870, 920 $^{\circ}\text{C}$,
 a, b, c - HNO_3 պարունակությունը՝ 0,4; 0,6; 0,8%,
 Na_2O պարունակությունը՝ 8; 9,5; 11%



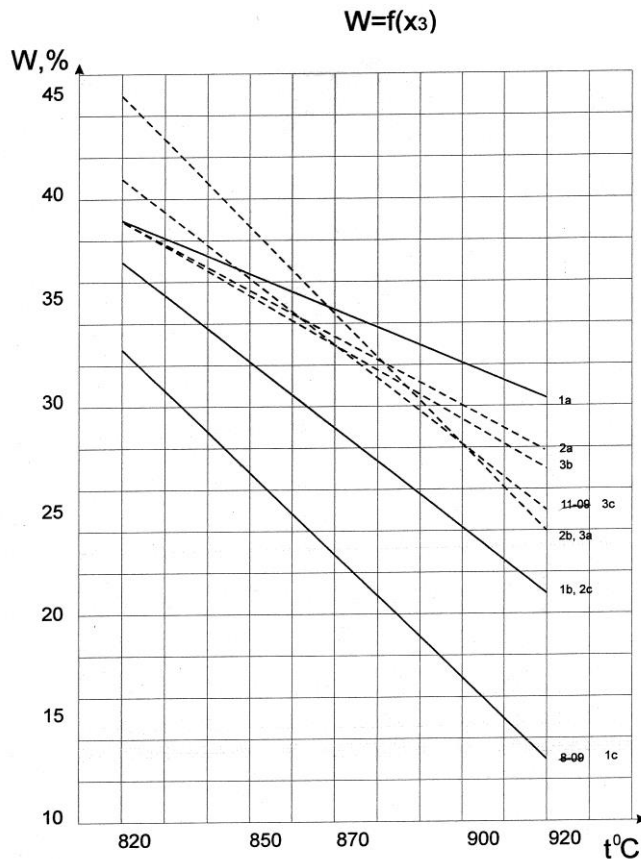
Նկ.3. Բջջատուֆի ջրակլանելիության կախումը ջերմաստիճանից (զազագոյացուցիչը՝ HNO_3)՝
 1, 2, 3 – Na_2O պարունակությունը՝ 8; 9,5; 11%,
 a, b, c – HNO_3 պարունակությունը՝ 0,4; 0,6; 0,8%



Նկ.4. Բջջատուֆի միջին խտության կախումը՝
 U – ջերմաստիճանից, P – Na_2O քանակությունից (զազագոյացուցիչը՝ C-ածուխ),
 1, 2, 3 – ջերմաստիճանը՝ 820, 870, 920 °C, 4, 5, 6 – Na_2O պարունակությունը՝ 8; 9,5; 11%,
 a, b, c – C-ի պարունակությունը՝ 0,5; 0,7; 0,9%



Նկ.5. Բջջատուֆի սեղմման ամրության կախումը՝
 U – Na_2O պարունակությունից, P – փքման ջերմաստիճանից (զազագոյացուցիչը՝ C):
 1, 2, 3 – ջերմաստիճանը՝ 820, 870, 920 °C, 4, 5, 6 – Na_2O պարունակությունը՝ 8; 9,5; 11%,
 a, b, c – C-ի պարունակությունը՝ 5; 0,7; 0,9%



**Նկ.6. Բջջատուֆի ջրակլանելիության կախումը փքման ջերմաստիճանից (գազագոյացուցիչը՝ C)՝
 1, 2, 3 – ջերմաստիճանը՝ 820, 870, 920 °C,
 a, b, c - C-ի պարունակությունը՝ 0,5; 0,7; 0,9%**

Բերված արդյունքների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ նյութի խտության վրա որոշիչ ազդեցություն ունեն Na_2O և ջերմաստիճանի գործոնները՝ դրանց մեծացման հետ մեծանում է ծակոտկենությունը և կտրուկ իջնում է միջին խտությունը:

Քանի որ ամրությունը խտության ֆունկցիա է, ապա այն նույնպես նվազում է մոդիֆիկացնողի քանակության (Na_2O) և ջերմաստիճանի բարձրացման հետ:

Պետք է նշել, որ սեղմման ամրության բացարձակ արժեքը բավականին մեծ է մնում:

Ջրակլանելիությունը, որպես բաց ծակոտկենության ցուցանիշ, ջերմաստիճանի բարձրացման հետ նվազում է ածուխ գազագոյացուցիչի դեպքում և հակառակը՝ HNO_3 -ի դեպքում աճում է:

Հետազոտությունների արդյունքների կատարված անալիզը թույլ է տալիս սահմանել տեխնոլոգիական գործոնների օպտիմալ միջակայքը, որը կապահովի պահանջվող բարձր ցուցանիշները:

Կախված բջջավոր նյութերի մակնիշից (<500 ըստ խտության), հատկությունների ցուցանիշների և տեխնոլոգիական գործոնների օպտիմալ միջակայքը կարելի է սահմանափակել հետևյալ կերպ (աղ. 3):

Տեխնոլոգիական պարամետրերի և ցուցանիշների օպտիմալ միջակայք

Մակնիշն ըստ խտության	Na ₂ O պարունակությունը, %	Փքման ջերմաստիճանը, °C	Գազագոյացուցիչի %	Ru, ՄՊա	W, %	Առաջարկվող կիրառման ոլորտը
HNO ₃						
200...250	11	900...910	0,6...0,8	1...1,4	50...50	Ջերմամեկուսիչ և ձայնակլանիչ իրեր և լցանյութ
300...350	11	880...900	0,8	2...2,5	50...58	
	9,5	910...920	0,4...0,6	2...2,5		
400...450	11	870...880	0,6	3,5...4,5	55	
	9,5	890...910	0,4...0,6	2,4...3,5	50	
	8	910	0,4...0,6	3,0	65	
500	11	860	0,6	4,7	50	
	9,5	890	0,4	3,9	60	
	8	910	0,4	3,8	70	
C (մուր)						
350	11	920	0,9	1,9	24	Ջերմամեկուսիչ իրեր և լցանյութ ջերմամեկուսիչ և կոնստրուկցիոն ջերմամեկուսիչ և բետոնների համար
400	11	900	0,9	2,8	29	
450	11	880	0,9	3,8	33	
		920	0,7	3,6	25	
500	11	860	0,9	4,7	33	
	11	900	0,7	4,6	28	
	9,5	910	0,9	4,2	27	

Г. Л. Захарян

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЯЧЕЙСТЫХ СТЕКЛОМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТУФА

Методом математической статистики подобраны состав и технологические параметры ячеистых стекло материалов на основе туфа и исследованы функциональные свойства материалов. Определены оптимальный интервал показателей - состав компонентов, температура вспучивания, и с учетом свойств предлагаются области применения: теплоизоляционные и звукопоглощающие изделия, наполнитель теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов.

Ключевые слова: ячеистое стекло, туф, ячеистый туф, теплоизоляция.

G. L. Zakaryan

STUDY OF KINETIC PARAMETERS OF OBTAINING CELLULAR GLASS MATERIALS BASED ON TUFF

The composition and technological parameters of cellular glass materials based on tuff are chosen, and the functional properties of materials are investigated using the method of mathematical statistics. The optimal range of indicators is determined - component composition, swelling temperature. According to the

characteristics the fields of application are proposed: heat - insulating and sound-absorbing products, insulating and structural insulating concrete aggregate.

Keywords: cellular glass, tuff, cellular tuff, heat insulation.

Գրականություն

1. **Саакян Э. Р.** Новые искусственные ячеистые материалы, легкие заполнители и изделия на их основе: Дисс. ... д.т.н. М., 1992.
2. **Орлов Д. П.** Пеностекло – теплоизоляционный материал XXI века //Стекло мира. 2005. N 2. С.69-70
3. **Сосунов Е.О.** О преимуществах пеностекла в сравнении с другими теплоизоляционными материалами //Стекло мира. 2005. N 32. С. 90-96
4. **Ter-Petrosyan P. H., Sahakyan E. R., Zakaryan G. L.** The perspective directions of the development of the building materials production from nonmineral ran materials //Proceedings of the 3-rd international Conference on Contemporary problems in Architecture and Construction, Beijing, China, 2011.
5. **Вознесенский В. А., Кобаль С. В., Ляшенко Т. Б.** Экспериментально-статистическое моделирование и оптимизация вероятностных показателей качества строительных композитов. Киев: Знание, 1991. 24 с.
6. **Маневич В. Е.** Математические методы в исследованиях и технологии строительных материалов //Строительные материалы. 1973. N 9. С.24.
7. **Зайдель А. Н.** Элементарные ошибки измерений. М.: Наука, 1967. С.5.

Չարիրյան Գրիգոր Լյուդվիգի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՀՀԱՀ, , փառիքային, բջջ.: (077) 331030
Закарян Григор Людвигович (РА, г. Ереван) – НУАСА, аспирант, моб.: (077) 331030
Zakaryan Grigor Lyudvig (RA, Yerevan) – NUACA, Postgraduate, cell phone: (077) 331030

Ներկայացվել է՝ 11.12.2013թ.

Ընդունվել է ԽՍՀՄ-ի 18.12.2013թ.