

**Մ.Վ. ԱՔՐԱՀԱՄՅԱՆ, Բ.Վ. ՄՈՎՍԻՍՅԱՆ, Ռ.Ա. ԱՎԵՏՅԱՆ,
Գ.Հ. ԹՈՐՈՍՅԱՆ**

**ԱԾԽԻ ԿԱՏԱԼԻԶԱՅԻՆ ՊԻՐՈԼԻԶԻ ՊԻՆԴ ԹԱՓՈՆՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ
ՍԻԼԻԿԱՏԱՅԻՆ ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆՈՒՄ**

Վերլուծության ժամանակակից մեթոդներով ուսումնասիրվել է Մահավուզի հանքավայրի ածխի, ինչպես նաև դրա կատալիզային պիրոլիզի պինդ թափոնների քիմիական, ֆազային միներալային բաղադրությունը: Հետազոտությունների արդյունքներով սինթեզվել է ջերմամեկուսիչ փրփրապակի, որում պիրոլիզի թափոնները միաժամանակ գազագոյացնողի դեր են կատարում: Մշակված ջերմամշակման ռեժիմն ապահովում է ծավալում հավասարաչափ բաշխված բարձր ծակոտկենությամբ, բավարար մեխանիկական հատկություններով ջերմամեկուսիչ փրփրապակու ստացում:

Առանցքային բառեր. ածուխ, պիրոլիզ, դիֆերենցիալ թերմիկ անալիզ (ԴԹԱ), ռենտգենֆազային անալիզ, ջերմամեկուսիչ փրփրապակի:

Ներածություն: Ջերմամեկուսիչ մյուս նյութերի համեմատ, ըստ իրենց ջերմաֆիզիկական, հրդեհային և շահագործման հատկանիշների, յուրահատուկ տեղ են զբաղեցնում փրփրապակե ջերմամեկուսիչ նյութերը: Փրփրապակու հիմնական առավելություններն են ջրակայունությունը, համեմատաբար բարձր մեխանիկական ամրությունը, հրդեհակայունությունը և կենսաբանական կայունությունը [1]:

Հանրապետությունում տարեկան առաջանում են ահռելի քանակությամբ վառելիքային խարամներ և ՋԷԿ-երի մոխիրներ:

Խարամասիտալների, ջերմամեկուսիչ ապակիների, ապակեկոմպոզիտների արտադրությունը արդյունաբերական թափոնների օգտագործման առավել շահավետ եղանակ է, որը հնարավորություն է տալիս ստանալ անհրաժեշտ հատկություններով, էժան, պահանջվող տրամաչափերի և կառուցվածքի շինարարական նյութեր: Բացի այդ, թափոնների կիրառման հեռանկարային ուղղություն է ջերմամեկուսիչ նյութերի սինթեզը:

Խնդրի դրվածքը: Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի «Քիմիայի և քիմիական տեխնոլոգիաների» ամբիոնում աշխատանքներ են կատարվել Մահավուզի հանքավայրի քարածխի կատալիզային պիրոլիզի եղանակով հեղուկ վառելանյութի ստացման համար: Անթափոն արտադրություն կազմակերպելու նպատակով մեր առջև խնդիր էր դրված ուսումնասիրել Մահավուզի հանքավայրի ածխի և դրա կատալիզային պիրոլիզի պինդ թափոնների բաղադրությունը և ուղիներ փնտրել դրանց շահավետ կիրառման համար [2,3]:

Խնդրի իրականացման ուղիները: Ուսումնասիրվել են Մահավուզի հանքավայրի քարածխային հանքի և դրա պիրոլիզի արգասիքների բաղադրությունները: Հումքի և պիրոլիզի արգասիքների քիմիական անալիզը կատարվել է՝ համաձայն գոյություն ունեցող միջազգային ստանդարտների՝ Միջազգային պետական ստանդարտ՝ «ГОСТ 3221 2013!»:

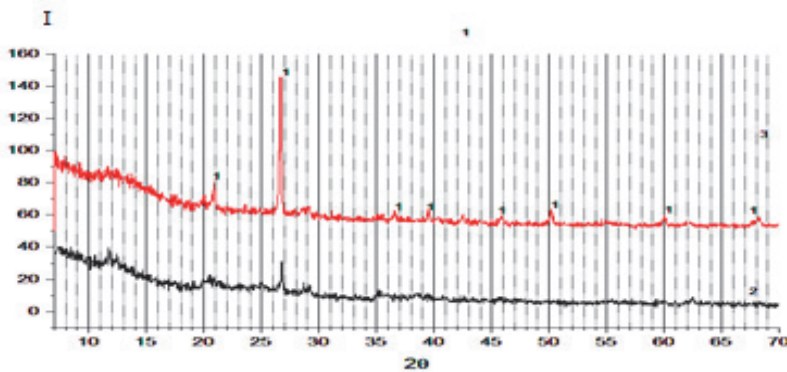
Մահավուզի հանքավայրի հումքանյութերի 5 նմուշներից հետազոտվել են երկուսը (N 2 և N 3): Անալիզի արդյունքները բերված են աղ.1-ում:

Աղյուսակ 1

Հումքանյութի քիմիական բաղադրությունը

Հերթ. N	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Շիկ.կոր.+խոնավություն
N 2	20,0	10,0	2,2	66,4
N 3	35,8	7,2	2,1	54,6

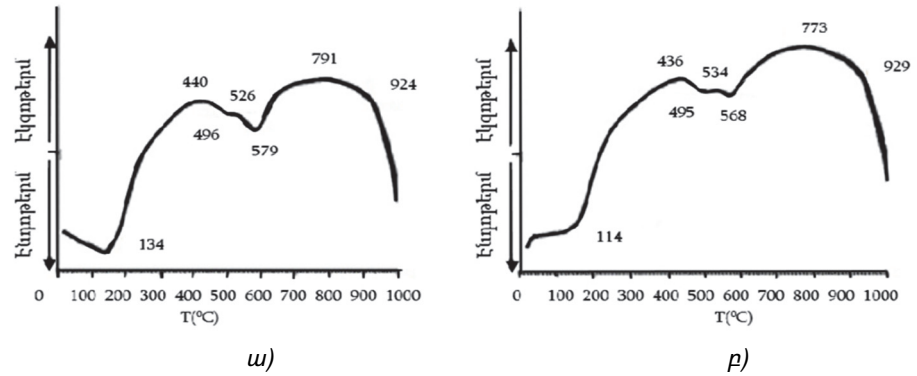
Վերլուծության արդյունքներից հետևում է, որ նմուշները աչքի են ընկնում սիլիկատների բարձր պարունակությամբ, իսկ շիկացման կորուստներն ու խոնավությունը զանգվածի կեսից ավելին են: Պարզելու համար, թե սիլիցիումի երկօքսիդը ինչ միացության ձևով է հանդես գալիս հումքանյութում, այն ենթարկվել է ռենտգենաֆազային անալիզի: Ռենտգենաֆազային անալիզի նույնականացման արդյունքներով երկու նմուշներում էլ SiO_2 -ը հանդես է գալիս քվարց միներալի ձևով: Հետազոտության արդյունքները բերված են նկ.1 -ում:



Նկ. 1. N2 և N3 նմուշների ռենտգենաֆազային անալիզի արդյունքները

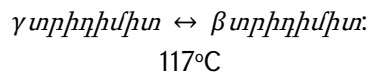
Պարզելու համար ջերմամշակման պրոցեսում նյութի հետ տեղի ունեցող փոփոխությունները, հետազոտվող նմուշները ենթարկվել են դիֆերենցիալ-թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի (նկ. 2), որն իրականացվել է հունգարական արտադրության անալիզատորի վրա մինչև 1000 °C ջերմաստիճանային միջակայ-

քում և 10 °C/րոպե տաքացման արագության պայմաններում: Որպես իներտ նյութ-էտալոն կիրառվել է մինչև 1200 °C ջերմաստիճանում թրծված Al₂O₃ – ը:

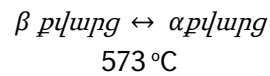


Նկ. 2. N2 (բ) և N3 (ա) նմուշների ԴԹԱ անալիզի համեմատական կորերը

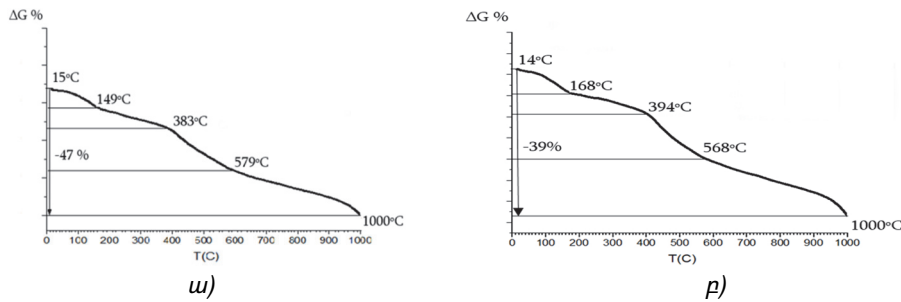
Թերմիկ անալիզի կորերի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ կորերը իրենց բնույթով գրեթե չեն տարբերվում, ջերմաստիճանային փոքր շեղումները, հավանաբար, պայմանավորված են խառնուրդների պարունակությամբ՝ կարծր լուծույթների առաջացմամբ: Թերմիկ անալիզը հաստատում է քվարցի պարունակությունը ելանյութերում: Տաքացման կորերի վրա 114°C (N3 կորի վրա) և 134 °C (N2 կորի վրա) էկզոթերմ էֆեկտը, հավանաբար, պայմանավորված է քվարցի պոլիմորֆ ձևափոխությամբ



Էնդոթերմ էֆեկտը 579 °C (N3 կորի վրա) և 568 °C (N2 կորի վրա), հավանաբար, պայմանավորված է ֆազային անցումով՝



Կշռի կորստի կորերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ զանգվածի կորուստը կազմում է 47% (N2), և 39%(N3) (նկ. 3): Ընդ որում, կշռի կորուստը՝ ըստ ջերմաստիճանների, բաշխվում է հետևյալ կերպ (աղ. 2 և 3).



Նկ. 3. Կշռի կորստի կորերը՝ա) N2 նմուշ, բ) N3 նմուշ

Աղյուսակ 2

N2 նմուշի կշռի կորուստն ըստ ջերմաստիճանային միջակայքերի

Ջերմաստիճանային տիրույթը °C	15-149	149-383	579-1000	Σ
Կշռի կորուստը %	6,9	7,1	16,6	47

Աղյուսակ 3

N3 նմուշի կշռի կորուստն ըստ ջերմաստիճանային միջակայքերի

Ջերմաստիճանային տիրույթը °C	14-168	168-394	394-568	568-1000	Σ
Կշռի կորուստը %	5,7	5,3	12,4	15,6	39

Մահավուզի հանքավայրի ածուխների բաղադրությունների ուսումնասրությունը ցույց է տալիս, որ դրանք աչքի են ընկնում անօրգանական բաղադրիչների բավական մեծ պարունակությամբ, ուստի այդ ածուխները և դրանց կատալիզային պիրոլիզի արգասքները կարող են հումք հանդիսանալ սիլկատային նյութերի արտադրությունում:

Հետազոտվել են նաև ածխի կատալիզային պիրոլիզի պինդ ածխաջրածնային մնացորդները: Ըստ քիմիական անալիզի արդյունքների, թափոններն ունեն հետևյալ բաղադրությունը (զանգվ. %) (աղ.4):

Աղյուսակ 4

Ածխի պիրոլիզի պինդ մնացորդների քիմիական բաղադրությունը

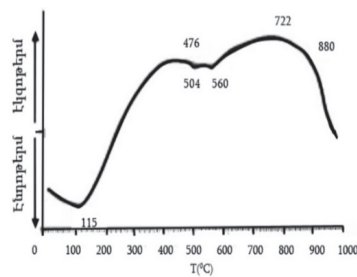
Հերթ. N	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O + K ₂ O	այլ միաց.	Շիկ.կոր.+ խոնավություն
1	34,5	11,0	4,4	0,5	0,031	-	6,5	42,44
3	28,68	10,7	5,071	0,672	0,047	0,497	13,83	40,5

Ածխի պիրոլիզի պինդ թափոնները ենթարկվել են նաև ռենտգենֆազային անալիզի: Հաշվի առնելով, որ թափոնների հիմնական բաղադրիչը SiO₂ն է, ռենտգենֆազային անալիզով պարզել ենք, թե ինչ միացության ձևով է այն ներկայացված թափոններում: Համաձայն անալիզի՝ այն իդենտիֆիկացվել է քվարցի ձևով:

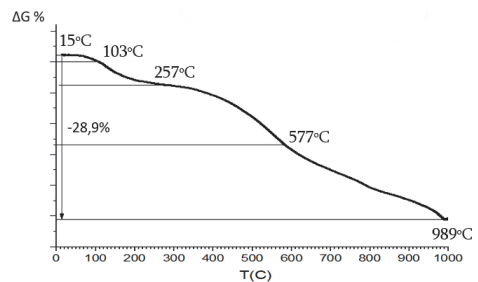
Դիֆերենցիալ թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի մեթոդներով նույնակա-
նացվել են ջերմամշակման պրոցեսում թափոնների հետ տեղի ունեցող փոփո-
խությունները:

Ինչպես երևում է ԴԹԱ կորերից, պիկերի ձևերի էական փոփոխություններ
աճիսի ջերմամշակման պրոցեսի ԴԹԱ կորերի համեմատությամբ, չեն նկատվում
(նկ. 4):

Ջերմաստիճանային չնչին շեղումները պայմանավորված են խառնուրդ-
ների պարունակության հարաբերակցության փոփոխությամբ (նկ. 5):



Նկ. 4. Պիրոլիզի պինդ թափոնների
ԴԹԱ կորը



Նկ. 5. Պիրոլիզի պինդ թափոնների
Կշռի կորուստի կորը

Կշռի կորուստի կորի ուսումնասիրության արդյունքները բերված են աղ. 5-ում:

Աղյուսակ 5

ՈՅ նմուշի կշռի կորուստն ըստ ջերմաստիճանային միջակայքերի

Ջերմաստիճանային տիրույթը °C	15-103	103-257	257-577	577-989	Σ
Կշռի կորուստը %	2,0	4,0	10	12,9	28.9

Փրփրապակու բաղադրության մշակման նպատակով ուսումնասիրված
աճիսի պիրոլիզի պինդ թափոնների վերոնշյալ ուսումնասիրությունները վկայում
են, որ այն աչքի է ընկնում սիլիցիումի, ալյումինի և երկաթի օքսիդների բավա-
կանին բարձր պարունակությամբ, ինչպես նաև մեծ են շիկացման կորուստները:
Դիֆերենցիալ - թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի կորերի վերլուծությունը ցույց
է տալիս, որ ինտենսիվ գազանջատումը տեղի է ունենում 600 - 800 °C ջերմաստի-
ճանային տիրույթում:

Որպես փրփրապակու շիխտայի բաղադրիչներ կիրառվել են ապակու
ջարդոն, պիրոլիզի թափոններ, որոնք նաև գազագոյացնող դեր են կատարում,
և նատրիումի տետրաբորատ՝ որպես ֆլյուսագոյացնող:

Որպես ապակեջարդոն կիրառվել է Հայաստանի լեռնային ապարների՝
պեռլիտի և դոլոմիտ հիմքով սինթեզված ապակին, որը կարող է փոխարինվել
ցանկացած ապակու թափոնային ջարդոնով:

Ստացված փրփրապակիների արտաքին հետազոտությունը ցույց տվեց, որ ծավալային ծակոտկենությամբ առանձնանում են 1 - 5 ապակիները (աղ. 6):

Աղյուսակ 6

Փրփրապակու բաղադրությունը

h/h	Բաղադրիչների պարունակությունը, զանգվ. %		
	Ապակե ջարդոն	Պիրոլիզի թափոն	Նատրիումի տետրաբորատ $Na_2B_4O_7$
1	90	10	5
2	80	20	5
3	70	30	5
4	60	40	5
5	50	50	5
6	40	60	5
7	30	70	5
8	20	80	5
9	10	90	5

N2, N3 ապակիների բաղադրությունները փորձարկվել են բորաքսի տարբեր քանակներով: Բաղադրությունները բերված են աղ. 7- ում:

Աղյուսակ 7

Փրփրապակու բովախատնուրդի բաղադրությունը՝ բյուրեղական բորաքսի փարբեր քանակներով

h/h	Բաղադրիչների պարունակությունը, զանգվ. %		
	Ապակե ջարդոն	Պիրոլիզի թափոն	Նատրիումի տետրաբորատ $Na_2B_4O_7$
2-2	80	20	2
2-4	80	20	4
2-5	80	20	5
2-7	80	20	7
3-2	70	30	2
3-4	70	30	4
3-5	70	30	5
3-7	70	30	7

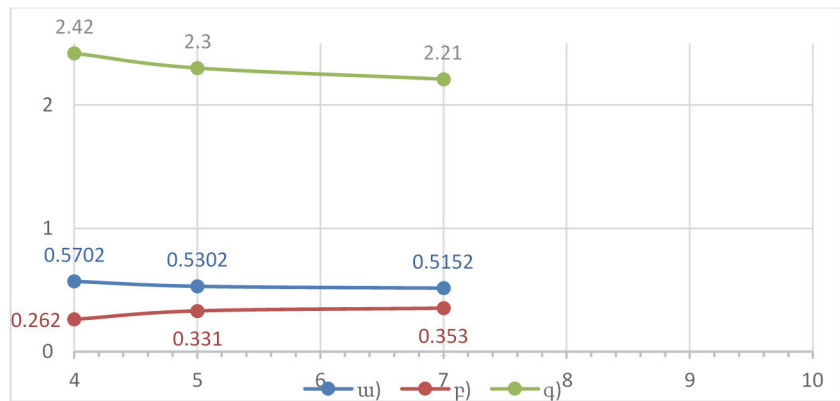
Ապակիների արտաքին դիտումը ցույց տվեց, որ բորաքսի մինչև 4% պարունակությամբ ապակիները՝ 2-2; 3-2; աչքի են ընկնում ավելի մեծ խտությամբ ընդլայնական կտրվածքում ծակոտիների գրեթե բացակայությամբ:

5 և 7 % բորաքսի պարունակությամբ ապակիներն աչքի էին ընկնում փոքր կշռով և ծակոտիների հավասարաչափ բաշխմամբ ապակու ծավալում:

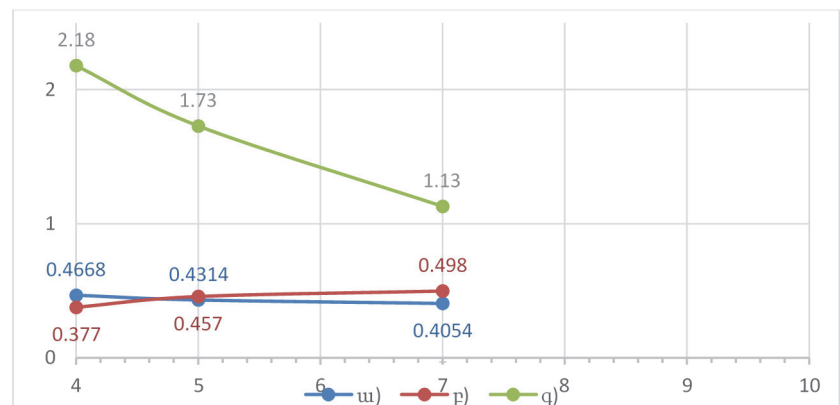
Ուսումնասիրվել են ստացված ծակոտկեն ապակիների հիմնական տեխնոլոգիական հատկությունները՝ խտությունը, ծակոտկենությունը և ամրության ցուցանիշները (աղ. 8), (նկ. 6, 7):

Փրփրապակու ֆիզիկա - քիմիական հատկությունները

h/h	ρ գ/սմ ³	Ծակոտկենությունը, Պ %	Սեղմման ամրության սահմանը, $R_{սեղմ}$ ն/մ ²
2-4	0,5702	26,2	2,42
2-5	0,5302	33,1	2,30
2-7	0,5152	35,3	2.21
3-4	0,4668	37,7	2,18
3-5	0,4314	45,7	1,73
3-7	0,4054	49,8	1,13



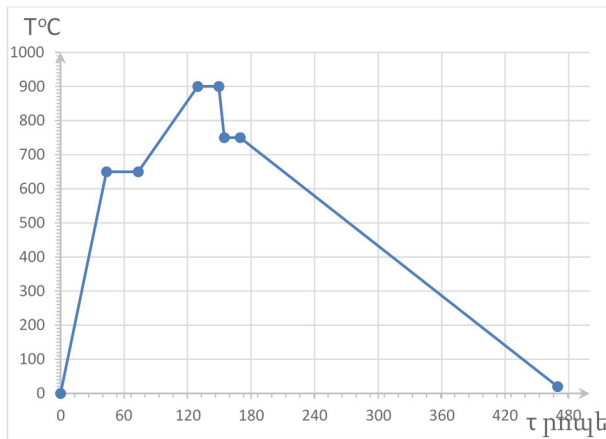
Նկ. 6. Բորաքսի տարբեր քանակներով ապակիների (2-4, 2-5, 2-7) խտության, ծակոտկենության և ամրության ցուցանիշները. ա) խտություն, ρ գ/սմ³; բ) ծակոտկենություն, Պ մաս. ; գ) սեղմման ամրության սահման, $R_{սեղմ}$ ն/մ²



Նկ.7. Բորաքսի տարբեր քանակներով ապակիների (3-4, 3-5, 3-7) խտության, ծակոտկենության և ամրության ցուցանիշները. ա) խտություն, ρ գ/սմ³; բ) ծակոտկենություն, Պ մաս. ; գ) սեղմման ամրության սահման, $R_{սեղմ}$ ն/մ²

Ինչպես երևում է հետազոտության արդյունքներից, պիրոլիզի թափոնների քանակության ավելացումը, ինչպես նաև բորաքսի պարունակության մեծացումը հանգեցնում են ապակու խտության փոքրացմանը, ինչպես նաև բաց ծակոտկենության մեծացմանը, սակայն ամրության ցուցանիշների նվազմանը: Այս ցուցանիշների համադրմամբ օպտիմալ են համարվում 3–4 և 3-5 բաղադրությունները:

Կատարված հետազոտությունների արդյունքներով մշակվել է փրփրապակու ստացման տեխնոլոգիական ռեժիմը (նկ. 8):



Նկ.8. Փրփրապակու ջերմամշակման ռեժիմը

Մշակված բաղադրությամբ փրփրապակու սալիկները բեռնավորվում են սառը վառարանում, որտեղ $15\text{ }^{\circ}\text{C/րոպե}$ արագությամբ ջերմամշակվում են մինչև $650\text{ }^{\circ}\text{C}$, այս ջերմաստիճանում պահվում են 30 րոպե , որն ապահովում է տաքացման հավասարաչափություն և դրականապես է ազդում հետագա փրփրեցման պրոցեսի վրա: Փրփրեցումը տեղի է ունենում $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստճանում, այդ ջերմաստիճանում պահպանման տևողությունը 20 րոպե է: Առաջացած կառուցվածքի պահպանման նպատակով այն կտրուկ սառեցվում է մինչև $750\text{ }^{\circ}\text{C}$, պահվում այդ ջերմաստիճանում 20 րոպե տևողությամբ, այնուհետև $2,5\text{ }^{\circ}\text{C/րոպե}$ արագությամբ սառեցվում է մինչև սենյակային ջերմաստիճան:

Ջերմամշակման այսպիսի ռեժիմն ապահովում է ծավալում հավասարաչափ բաշխված բարձր ծակոտկենությամբ, բավարար մեխանիկական հատկություններով ջերմամեկուսիչ փրփրապակու ստացում:

Եզրակացություններ.

1. Մահավուզի հանքավայրի աճխի պիրոլիզի պինդ թափոնների նմուշների քիմիական, ռենտգենաֆազային, դիֆերենցիալ թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի արդյունքների ուսումնասիրությունները վկայում են չայրվող անօրգանական

մասի բավականին բարձր պարունակության մասին:

2. Վերլուծության արդյունքներից հետևում է, որ հետազոտվող նմուշներում սիլիկահողի պարունակությունը ըստ զանգվածի 30 - 40 % է, ինչը հիմք է տալիս այն կիրառել որպես սիլիցիումային հումք սիլիկատային արտադրություններում:

3. Դիֆերենցիալ - թերմիկ և ջերմակշռային անալիզի արդյունքները վկայում են, որ պիրոլիզի պինդ թափոններում կշռի կորուստը բավականին մեծ է (40–45 %), իսկ ինտենսիվ գազանջատումը տեղի է 600 – 800 °С ջերմաստիճանային տիրույթում:

4. Հետազոտության արդյունքում մշակվել է ջերմամեկուսիչ փրփրապակու բաղադրություն և դրա ստացման տեխնոլոգիական ռեժիմ՝ պիրոլիզի թափոնների կիրառմամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Казанцева Л.К., Стороженко Г.И.** Особые свойства пеностекла из природного сырья // Строительные материалы. -2014. -№ 11.- С. 34–36.
2. **Кузнецов П.Н., Кузнецова Л.И., Колесникова С.М.** Новые способы получения жидких углеводородов из бурых углей с применением активационных воздействий и железосодержащих катализаторов // Химия в интересах устойчивого развития. – 2010. - №. 18. – С. 283 – 298.
3. Изучение твердых отходов каталитического пиролиза угля Магавузского месторождения Республики Арцах и возможности их применения в производстве цемента/ **М.В. Абрамян, Н.Ю.Аракелян, А.А.Аристакесян, Р.А.Аветян, Г.О. Торосян // Вестник НПУА: Химические и природоохранные технологии. -2019- N1.- С.34-39.**

М.В. АБРАМЯН, Б.В. МОВСИСЯН, Р.А. АВЕТЯН, Г.О.ТОРОСЯН

ПРИМЕНЕНИЕ ТВЕРДЫХ ОСТАТКОВ КАТАЛИТИЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА УГЛЯ В СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С использованием современных методов анализа изучены химический, фазово-минералогический составы угля Магавузского месторождения, а также твердых остатков его каталитического пиролиза. По результатам исследований синтезировано теплоизоляционное пеностекло, в котором отходы пиролиза выступают также в роли газообразователя. Разработанный режим термообработки обеспечивает получение теплоизоляционного материала с высокой пористостью, равномерно распределенной в объеме, с достаточными механическими свойствами.

Ключевые слова: уголь, пиролиз, дифференциально-термический анализ, рентгенофазовый анализ, теплоизоляционное пеностекло.

**M.V. ABRAHAMYAN, B.V. MOVSISYAN, R.A. AVETYAN,
G.H. TOROSYAN**

APPLICATION OF SOLID RESIDUES OF CATALYTIC PYROLYSIS OF COAL IN THE SILICATE INDUSTRY

Using the modern methods of analysis, the chemical, phase-mineralogical composition of coal of the Maghavuz deposit, as well as solid residues of its catalytic pyrolysis, have been studied. Based on the research results, heat-insulating foam glass is synthesized, in which the pyrolysis waste also acts as a gas generator. The developed mode of heat treatment ensures the production of heat-insulating material with high porosity uniformly distributed in the volume, with sufficient mechanical properties.

Keywords: coal, pyrolysis, DTA, X-ray diffraction, heat-insulating foam glass.

УДК 579.0+ 57.014+ 574.578

**А.Б. БАГДАСАРЯН, В.С. КАМАРЯН, Б.Г. БАБАЯН, Л.С. УНАНЯН,
А.М. ГРИГОРЯН, А.Р. МИКАЕЛЯН, Н.Л. АСАТРЯН,
Т.М. СОГОМОНЯН**

ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ НОВЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ВИННОЙ КИСЛОТЫ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО ДОКИНГА

Производные винной кислоты проявляют антимикробную активность. Используя метод молекулярного докинга, исследовано взаимодействие этих лигандов с некоторыми ключевыми белками микроорганизмов различных видов, проявляющих патогенность и антибиотик-устойчивость.

Ключевые слова: производные винной кислоты, молекулярный докинг, антимикробная активность, мультирезистентность, условно-патогенные бактерии, *Pseudomonas*.

Введение. В связи с усугублением проблемы мультирезистентности поиск новых классов антибактериальных соединений является важнейшей задачей современной науки [1]. Исследования новых синтетических производных, имидов и комплексных аминокислот природной винной кислоты (ВК) свидетельствуют об антибактериальной активности *in vitro* против *P. aeruginosa*, *S. maltophilia*, *X. vesicatoria* и их потенциальной биodeградируемости почвенными непатогенными *P. fluorescens*, *P. chlororaphis*, *P. taetrolens* [2].

Для выявления механизмов и типов действия некоторых производных ВК было проведено исследование взаимодействия с ключевыми белками антибиотик-резистентности методом молекулярного моделирования и компьютерного анализа.