

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ  
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ  
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»  
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

# ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

---

---

## ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

---

---

## CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК  
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

**2 (70)**

АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2020 г.  
ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА  
ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ  
2020

А. Б. НИЯЗБЕКОВА

Жәңгірхан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,  
Орал, Қазақстан Республикасы

## КӨБІКТІ БЕТОН ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ҚАЖЕТТІ ШИКІЗАТТАРДЫ ЗЕРТТЕУ

**Аннотация.** Соңғы жылдары елімізде мамандардың ортақ назар аударатын негізгі жағдайкөп компонентті көбікті бетон технологиясын жасап шығару.

Қабырғалы композиционды материал өндірісінде тиімді жолын жолға қою мақсатында жергілікті шикізаттар (күм, цемент, әктің) қатысында, түрлі модификатор (диатомит, күл, кальций хлориді) қосу арқылы өнімнің қасиеттерін жақсарту жөнестандарттық нормаға сәйкестендіру үшін зерттеулер жүргізілді.

Тығыздығы орташа жоғары көбікті бетон алу мақсатында жергілікті шикізаттардың химиялық құрамы мен элементтік құрамдары анықталды және физика-химиялық зерттеулер жүргізілді.

Эксплуатациялық қасиеттері жақсарған көбікті бетон алу үшін төрт модификаторлардың әсерінжәне қатынастарының заңдылықтары қарастырылды. Модифицирленген көбікті бетонныңтермограмма және рентгенограмма нәтижелері бойынша дайын өнімнің құрылысы, құрамы, тиімді қасиеттері және жүру механизмдері анықталды.

Зерттеу негізінде физика-химиялық және физика-механикалық әдістермен зерттеу жұмысы жүргізілді. Физика-химиялық әдістер негізінде зерттелетін сынамаларға рентгенфазалық және электрондық-микроскопиялық талдау жүргізілді. Рентгенфазалық талдау бойынша зерттелген күм, цемент, әк негізінен элементтік құрамы бойынша көбікті бетон өндірісіне жарамдылығы анықталып, жаңа өнімдегі дисперсті кеуекті бөлшегінің суммарлы шекті беттігінің жоғарлауына алып келеді және модифицирленген көбікті бұйымның жақсарған сипаттамаларын беретіндігі ұсынылады.

**Түйін сөздер:** көбікті бетон, элементтік құрамы, химиялық құрамы, термограмма, рентгеннограмма, құрылыс материалдары.

**Кіріспе.** Құрылыстың дамып өркендеуі, көп мөлшерде құрылыс материалдарын пайдалануды қажет етеді. Сондықтан құрылыстың сапасын арттыру, өнімге тиімді талдау жасап көбікті бетон материалдарын дұрыс пайдалана білу.

Бүгінгі таңда көбікті бетонды құрылыста бірнеше қабатты үйлерде көтергіш қабырға ретінде пайдалануға болады. Көбікті бетонның басқа құрылыс материалдарынан негізгі айырмашылығы оның жылуөткізгіштік қасиетінде болып отыр. 30 см көбікті бетон жылуөткізгіштігі бойынша 75-90 см керамзит бетонға немесе 150-180 см кірпішке тең. Көбікті бетон алдын ала дайындалған шламды көпірту арқылы алынған ұяшықты жылуөткізгіш материал [1].

Құрылыста материалдардың қажет сапалық көрсеткіштері, мемлекеттік стандарттар мен техникалық нұсқауларда қарастырылған, толық көлемдегі

талаптарына сай болуы керек. Көбікті бетон өндірісін дамытуда қоршаған ортаны қорғау тапсырмалары ескерілуі керек, су және минерал ресурстарын орынды пайдалану, қосымша және өндіріс қалдықтарын кеңінен пайдалану [2].

Қазіргі кезде Қазақстанда көбікті бетон өндірісі кең өріс тауып келеді, оның ішінде 0,8–1 МПа қысым беріліп автоклавта буландыру арқылы өндіретін бұйымдар да жатады. Автоклавта дайындалатын көбікті бетондар мынандай қоспалардан тұрады: а) құм қосылған цемент, әдетте құмның бөлігін ұнтақтайды; б) ұнтақталған кварц құмы қосылған ұнтақталған сөндірілмеген әк; мұндай ұялы бетондарды көбікті силикат немесе газды силикат деп атайды; в) әр түрлі қатынастағы цемент, әк және құмнан тұрады[3].

Автоклавта қатаймайтын көбікті бетондар үшін, маркасы 400 кем емес цементтер пайдаланады. Мұндай жағдайда қысқа уақыттың ішінде жылумен өңдеуге дейін қажетті төзімді ұялы масса алынады. Тәжірибе жүзінде тексерілмеген баяу уақыт ұстамдылығымен ерекшеленетін пуццолан портландцементін және кожды портландцементін пайдалану ұсынылмайды. Олар қалыпты толтырғаннан кейін ұялы бетонның шөгудің артуына себепші болуы мүмкін [4].

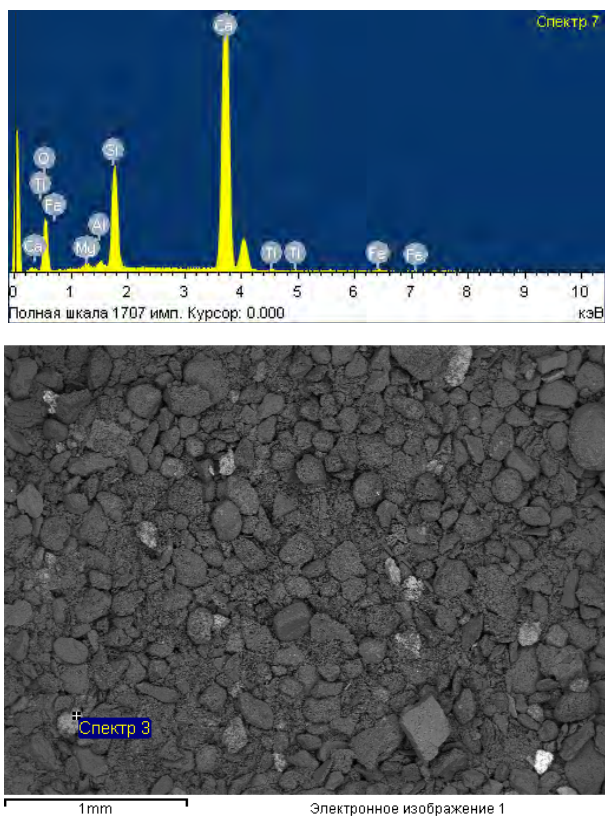
Автоклавты көбікті бетон үшін, массасы бойынша қатынасы 1:1 болатын қайнаған әк қосылған портландцементті пайдаланған орынды болады. Автоклавты көбікті бетон дайындау үшін активтілігі 70% кем емес, MgO 5% көп емес, сөну температурасы 85°C шамасында жоғары экзотермиялық әк пайдаланады. Меншіктік беттік бөлшегімен сипатталатын ұнтақталған қайнаған әктің ұнтақтылығы 3500-400 см<sup>2</sup>/г төмен болмауы керек. Жұмыста әртүрлі орташа пенобетон бұйымдарының беріктігінің жоғарылауы көрсетілген [5-8].

Зерттеу нәтижелерін қорытындылай келе құрылыс материалдарын тұтынушы мемлекеттердің қатарына жататын біздің ел қажетті құрылыс материалдарының көп бөлігін сырттан алады. Біздің елде құрылысқа қажетті шикізат қорының игерілмеген мол мөлшері шоғырланған. Мұның бәрі құрылыс саласын барынша дамытуға мол мүмкіндік бермек. Сол себепті бұл зерттеудің маңызды бөлігі көбікті бетон өндірісіне жергілікті шикізат қорын пайдалану міндетке алынған[9-10].

## ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ

«Белая горка» кен орны құмның микроқұрылымын анықтау үшін электронды микроскоп (РЭМ JSM - 6490 LV) қолданылды, бұл микроскоп үлгілерді электрөткізгіш қабатпен тозандандырмай-ақ зерттеу мүмкіндігін береді. Құмның құрылымы тығыз және жақсы кристалданған (1-сурет).

Төмендегі 1-кестеде құмның элементтік құрамының пайыздық үлестері көрсетілген. Мұнда кремнийдің атомдық және массалық үлесінің жоғарлығына қарап құмның кварц құмы екенін дәлелдей аламыз. Бірінші үлгі бойынша элементтік анализ нәтижесінде көміртегі, кремний сонымен қатар титан мен кальций оксидтерінің жоғары дәрежесін көрсетеді.



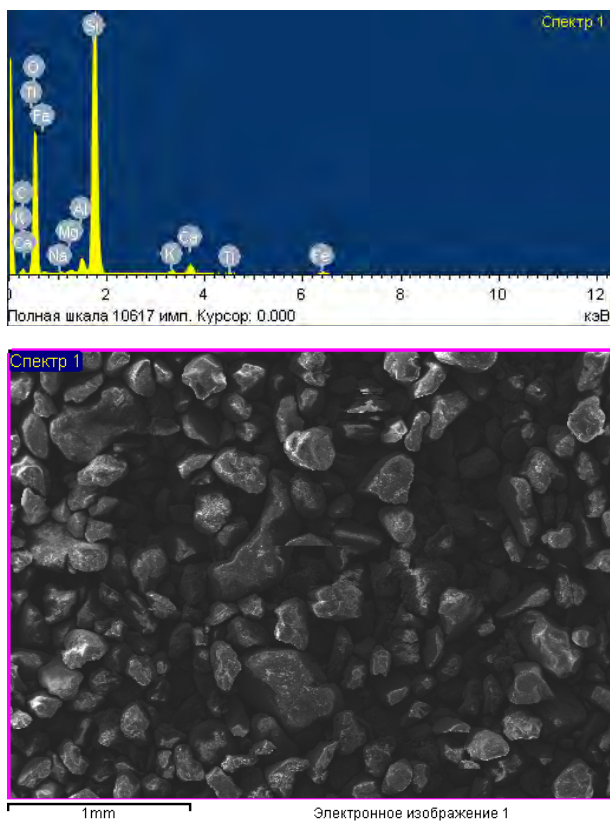
1-сурет – Құмның құрылымы мен құрамы

1-кесте – Белая горка кен орны құмның элементтік құрамы

Элементтік үлесі, %	C	O	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Ti	Fe
Массалық	5.21	55.78	0.25	0.34	1.63	32.44	0.63	2.18	0.11	1.43
Атомдық	8.25	66.30	0.20	0.26	1.15	21.96	0.31	1.04	0.05	0.49
Жалпы мөлшері	100									

Көбікті бетон өндірісіне қажетті құм 76-95% қос қышқылды кремний құрамына сәйкес келу керек. «Белая горка» кен орны кварцты құмының химиялық құрамы яғни негізгі оксидтері:  $\text{SiO}_2$  (93,2);  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1,6);  $\text{TiO}_2$  (0,4);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0,4);  $\text{CaO}$  (0,57);  $\text{MgO}$  (0,2);  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0,016);  $\text{SO}_3$  (0,004);  $\text{MnO}$  (0,009);  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,67);  $\text{K}_2\text{O}$  (1,04) қанағаттандыруға тиіс. Ол 90% шамасында ғана қос қышқылды кремнийден, күкіртті және  $\text{SO}_3$  есебіндегі күкірт қышқылды 2% қоспа шамасында сілтіден тұруы тиіс.

Өнім құрамына қосылатын қоспа қатты отын күлінің химиялық құрамы 2-кестеде бес мәнінің орташа мәні есептеліп көрсетілген. Төменде берілген



2-сурет – Қоспа күлінің құрылымы мен құрамы

2-кесте – Зерттелетін үлгінің әртүрлі нүктелерінде отын күлінің оксидті құрамы

	1	2	3	4	5	6	Орташа мәні
Na <sub>2</sub> O	–	–	0,19	0,51	–	0,67	0,46
MgO	0,33	–	0,71	0,66	0,43	0,91	0,61
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,21	2,72	33,49	26,5	9,7	2,29	13,15
SiO <sub>2</sub>	11,85	4,49	47,46	53,92	9,88	3,55	21,86
SO <sub>3</sub>	0,48	—	2,88	0,35	0,4	2	1,22
K <sub>2</sub> O	–	0,16	–	1,11	0,3	0,18	0,44
CaO	0,69	0,31	0,78	2,35	33,79	43,9	13,64
TiO <sub>2</sub>	–	–	2,35	0,47	–	0,23	1,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86	12,54	1,41	0,66	0,79	0,46	2,79
BaO	44,81	–	–	–	–	–	44,81

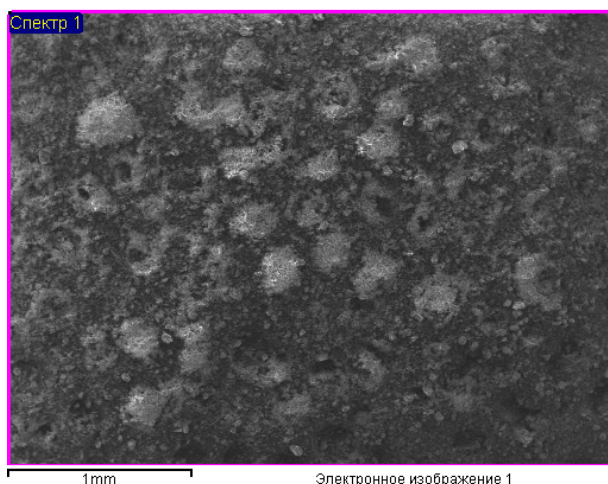
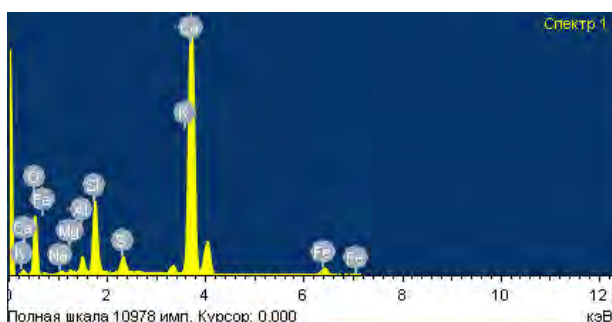
мәліметтерден көбікті бетон құрамына қоспа ретінде қосылған күлдің оксидті құрамының массалық үлесі мен орташа мәнінде барий оксиді массалық

үлесі көбірек екенін байқаймыз. Және химиялық анализ нәтижесінде  $\text{SiO}_2(11,85)$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3(4,21)$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3(2,79)$ ;  $\text{CaO}(13,64)$  сәкестігі алынатын өнімнің құрылысымен құрамына әсер етеді.

Электронды микроскоп нәтижесінде күлдің атомдық және массалық үлестері 3-кестеде көрсетілген. Мұнда массалық және атомдық элементтік үлестері бойынша оттегі мен кальций элементтері жоғары екендігі анықталып тұр. Сонымен қатар алюминий, титан мен темір, күкірттің элементтік анализ көрсеткіштері бірінші құрам модификаторымен салыстырғанда төмендігін көрсетті. Бұл цементпен қосылып жаңа өнімнің тұтастырыш түзілу қасиетін жоғарлатады.

3-кесте – Күлдің электрондық-микроскопиялық анализ нәтижелері

Элементтік үлесі, %	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Fe
Массалық	41.89	0.52	0.71	10.43	45.54	0.26	0.67
Атомдық	62.48	0.51	0.63	8.86	27.11	0.13	0.28
Жалпы мөлшері	100						



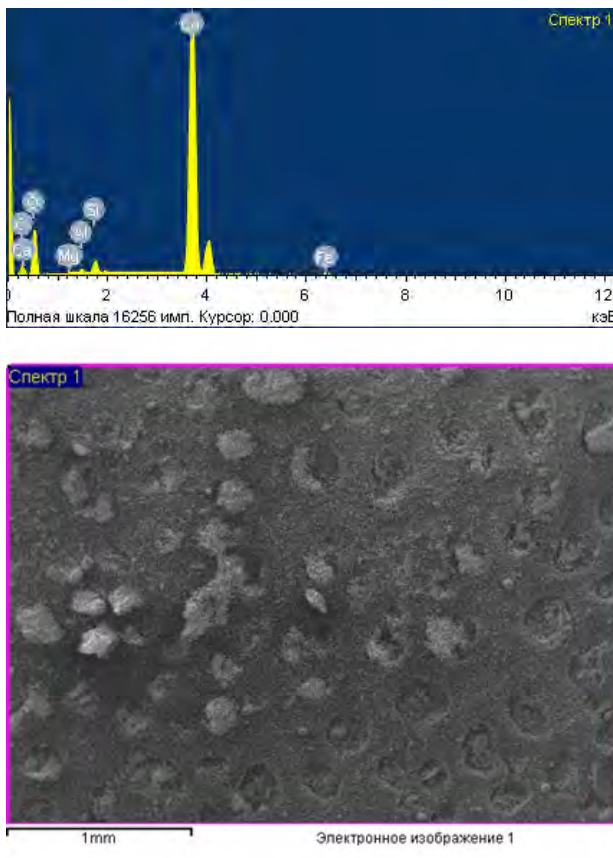
3-сурет – Шикізат цементтің құрылымы мен құрамы

Шикізат ретінде көбікті бетон құрамына алынған цементтің элементтік пайыздық құрамы 3-суретте көрсетілген. Мұнда кальций және калий элементтерінің жоғары пайыздық үлес көрсетіп тұрғанын көреміз. Келесі оттегі, темір, кремний элементтерінің бірдәрежедегі пайыздық үлестері көрсетілген, ал қалған элементтердің аз салмақтық үлесі бар екендігі көрсетілген.

Төмендегі 4-кестеде электронды микроскопиялық анализ нәтижесінде цементтік элементтік құрамы көрсетілген. Бұл мәліметтерден көретініміз күкірттің пайыздық үлесі үшінші модификатор бойынша соңғы өнім көбікті бетонның беріктілігін жоғарлатады.

4-кесте – Шикізат цементтің элементтік құрамы

Элементтік үлесі, %	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Fe
Массалық	41.92	0.49	0.43	1.60	7.09	1.74	0.91	42.48	3.35
Атомдық	62.87	0.51	0.43	1.42	6.06	1.30	0.56	25.43	1.44
Жалпы мөлшері	100								



4-сурет – Шикізат әктің құрылымы мен құрамы

4-суретте шикізат ретінде көбікті бетон құрамына алынған әктің элементтік пайыздық құрамы көрсетілген. Мұнда кальций элементтерінің жоғары пайыздық үлес көрсетіп тұрғанын көреміз. Келесі оттегі, темір, кремний элементтерінің бір дәрежедегі пайыздық үлестері көрсетілген, ал қалған элементтердің аз салмақтық үлесі бар екендігі көрсетілген.

Төмендегі 5-кестеде шикізат ретінде көбікті бетон құрамына алынған әктің электронды микроскопиялық анализ нәтижесінде алынған элементтік құрамының пайыздық үлестері көрсетілген. Мұнда кальций атомдық және массалық үлесінің жоғарлығына қарап әктің активтілігін біле аламыз. «Белая горка» кен орны құрылысты әгінің екінші сорты бойынша химиялық құрамы. Оксидтер:  $\text{SiO}_2$  (0,56);  $\text{Al}_2\text{O}_3$   $\text{TiO}_2$  (0,08);  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (0,18);  $\text{CaO}$ (90,29);  $\text{MgO}$  (0,20);  $\text{P}_2\text{O}_5$ (0,11);  $\text{SO}_3$ (0,08);  $\text{MnO}$ (0,026);  $\text{Na}_2\text{O}$ (0,19);  $\text{K}_2\text{O}$ (0,12).

5-кесте – Әктің элементтік құрамы

Элементтік үлесі, %	C	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe
Массалық	3.17	44.27	0.24	0.35	1.30	50.33	0.34
Атомдық	6.05	63.44	0.23	0.30	1.06	28.79	0.14
Жалпы мөлшері	100						

Жоғардағы анализ жасаған үш модификатор бойынша мынандай қорытынды жасауымызға болады, үлгіде титан және кальций элементтерінің жоғары көрсеткіші мен көміртегінің болуы көбікті бетонның беріктік қасиетінің жоғарлауына алып келеді.

### НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛДАУЛАР

Рентгенофазды талдау ДРОН-3М, Си-катодпен және Ni-сүзгішпен рентгендік дифрактометрде орындалған. Рентгенфазалық талдау бойынша жасанды қаптағыш тастың қоспасыз сынаамасы келесі фазалардан тұрады:

- үш кальцийлі силикат (алит –  $\text{C}_3\text{S}$ ) –  $d/n = 1,5; 2,50; 2,67; 2,83 \text{ \AA}$ ;
- сөндірілген әк ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) -  $d/n = 1,91; 2,62; 4,90 \text{ \AA}$ ;
- Клинкердің құрамы (%):  $\text{C}_3\text{S} - 40-68$ , -  $d/n = 1,83; 2,40; 2,80; 3,07 \text{ \AA}$ .

Жасанды қаптағыш тастың жұру механизмі бойынша кварц  $\text{H}_3\text{SiO}_4^-$  және  $\text{H}_2\text{SiO}_4^{2-}$  иондарын тудыра ерітіндіге айналады, олардың  $\text{Ca}^{2+}$  ионымен өзара әрекеттесуі кварц бетінде ізбеспен бай кальций гидросиликаттардың пайда болуына әкеледі. Нәтижесінде кристалдану ортасында ізбесті кальций гидро силикаттарының кристалдары түзіліп, олардың мөлшері өседі. CSH (I) фазасының түзілуіне кальций оксидінің құрауы мен құмның жұқа ұнтақталуы әсер етеді. Клинкердің құрамды қосылысы  $\text{C}_3\text{S}$ (III) фазасының пайда болуы негізінен беріктігіне жауап береді.



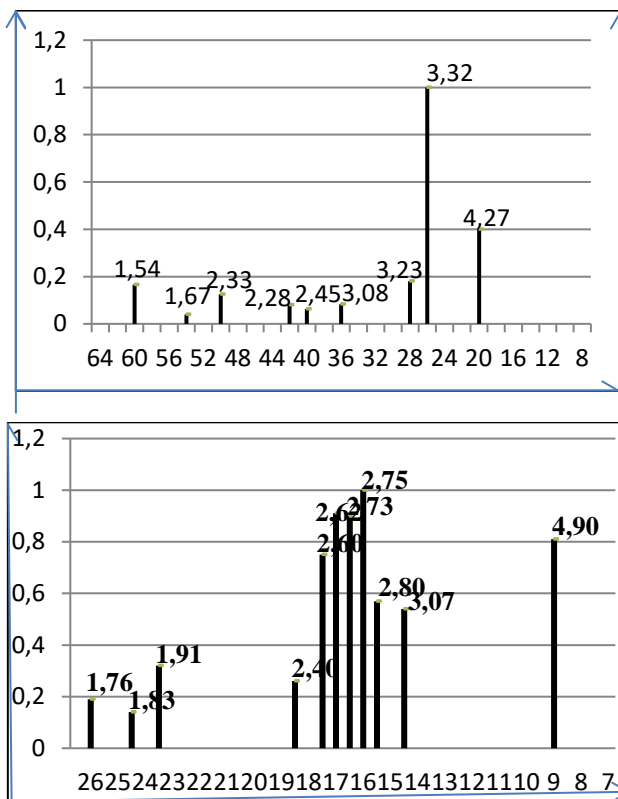


Диаграмма 1 – Жергілікті шикізаттан жасалған көбікті бетонның штрих-диаграммасы:  
1 – шикізат құмның штрих-диаграммасы; 2 – дайын өнімнің штрих-диаграммасы

Құм  $\beta$ -кварцтан басқа өзге элементтер бар екенін көруге болады. Олар далалық шпаттар, соның ішінде ортоклаз –  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  (3,18), альбит –  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  (1,66), кальцит –  $CaCO_3$  (2,27) және тальк –  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$  (2,12), рутил –  $TiO_2$  (1,53) болып табылады.

Рентгенограммалық спектр аралық үлгіде жаңа өнім рефлекстері пайда болды яғни  $cd/n=2,75; 2,80; 3,07$  А жаңа өнім құрылысын түзілуін көрсетеді. Ал  $cd/n=2,40; 1,91; 2,60; 2,63$  А пиктері минералды қоспа комплексті жүйенің жаңа өнім көбікті бетонға қатысты екендігін дәлелдей түседі.

Төмендегі 6-кестеден көретініміз термограмма бойынша үлгілер 750...880 және 930...960°C аймағында үлкен эндоэффект көрсетті, яғни бұл олардың диссоциациялануына сәйкестігін көрсетті. Аліттің аналитикалық сызығы  $d/n176A$  тек бақылау үлгісінде көрініп, ал қалған үлгілерде көрінбейді, бұл дегеніміз терең гидратация процесінің жүруін көрсетеді.

Бұл термограмма нәтижесінен көретініміз диаграммадағы анализ нәтижелерін күл қалдығы қоспасымен алынған үлгідегі 130...170 размері аралық бөлшек интервалының жоғары көрсетуі коллоидты ерітінді ретінде алынған өнімнің жоғары шектік ауданын жоғарлатынын көрсетеді. Күл қалдығының

6-кесте – Орташа тығыздығы D 500 бойынша көбікті бетон үлгісінің термоанализі

Үлгі атаулары	Эндоэффекты, °С					Эффектілік массаның суммарлы жоғалуы m, мг	Үлгі массасының жалпы жоғалуы Σm, мг
	130..170	350..360	520..580	750..860	910..930		
Бақылау	88	–	24	14	–	126	182
Күл қоспасы	106	–	26	6	2	126	179
Диатомит	94	18	24	4	–	146	186
CaCl <sub>2</sub>	90	10	19	40	30	197	227

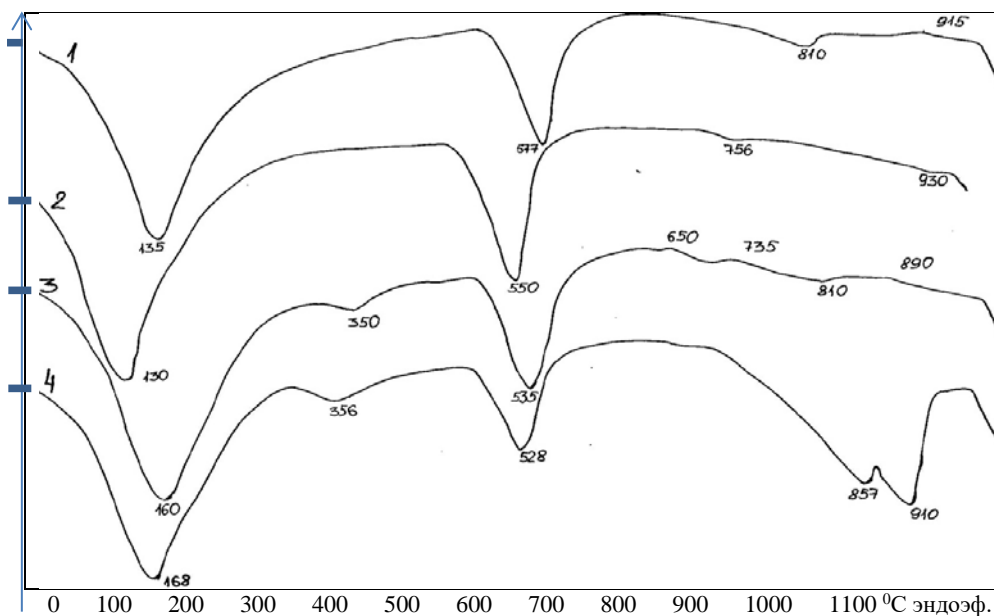
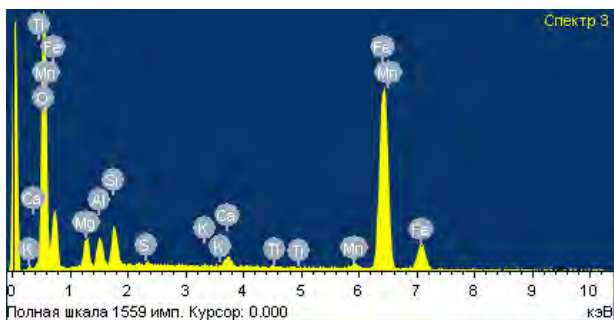


Диаграмма 2 – Жергілікті шикізаттан жасалған көбікті бетонның ДТА аппаратындағы термограммасы: 1 - бақылау үлгісі; 2 - күл қоспасымен; 3 - диатомит қоспасымен; 4 - кальций хлоридімен

негізділігін қорытындыласақ оның өзара ішкі құрылыс бөлшектерінің байланысуы көбіктендіргіштің тұтқырлығының жоғарлауына алып келеді. Бұл дегеніміз жалпы көбікті бетон алу жүйесінің тұтқырлығының яғни көбік қабатынан сұйықтық ағып кетпеу қабілеттілігін жоғарлатады. Сонымен қатар серпімді қабілетті, құрылысты-механикалық қабатты жұқа пленкасының түзілуін көрсетеді. Сондықтан күл қалдығы негізіндегі көбікті бетон үлгісі жүйенің тұрақтылық қасиетін жоғарлатады.

7-кесте – Дайын өнім көбікті бетонның элементтік құрамы

Элементтік үлесі, %	S	O	Mg	Al	Si	Ca	Fe	Mn	Ti	K
Массалық	0.19	33.09	3.88	2.74	3.34	1.02	54.56	0.92	0.13	0.13
Атомдық	0.17	59.49	2.92	2.92	3.41	0.73	28.08	0.48	0.08	0.10
Жалпы мөлшері	100									



5-сурет – Дайын өнім көбікті бетонның құрылымы мен құрамы

Бұл 5-суреттен көретініміз жоғарыдағы шикізаттар зерттеулер нәтижесінде алынған көбікті бетонның құрылымы мен құрамы және элементтік құрамының шикізаттар құрамына сәйкес өзгеріп дайын басқа өнімнің құрылымын сипаттауын көрсетіп тұр. Және алынған көбікті өнімнің активті қатайюы термодинамика диаграммасында көрсеткендей электролитті жылдамдатқыштар қатысында жүріп эксплуатациялық сипаттамаларын жақсартады.

**Қорытынды.** Қорытындылай келе зерттеулер көрсеткендей дайын өнім көбікті бетонның құрылымы мен құрамы, рентгенограммасы мен термограммасы жаңа өнімнің түзілгенін оның құрылысына қарап анықталғанын ұсына алады.

Екінші диаграмма бойынша қорытынды жасайтын болсақ, активтенген үлгіде жаңа афилиттің гидросиликат фазасы түзілетіндігі байқалады және судың химиялық байланысы артады. Осыған байланысты көбікті бетон үлгілерінің беріктігі артады және тұрақты көбіктендіргіш қатысында цементтің қатаю механизміне алып келеді. Сонымен қатар қоспалар қосу барасында электролиттер төмендейді. Қ/З (Т/В) қатынасы пластификалық эффекті қатысында алынатын өнімнің сипаттамасы бойынша беріктігінің артуына өз үлесін қосады.

Зерттеу нәтижелері бойынша жаңа өнімдегі дисперсті кеуектібөлшегінің суммарлы шекті беттігінің жоғарлауына алып келеді және модифицирленген көбікті бұйымның жақсарған сипаттамаларын беретіндігі ұсынылады.

#### ӘДЕБИЕТ

[1] Повышение качества неавтоклавного пенобетона добавками наноразмера / Л.Б.Сватовская, А.М.Сычева, Н.Н.Елисеев // Научный интернет-журнал: Нанотехнологии в строительстве. – 2011. – № 1. – С. 50. – [www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru).

[2] Нанодобавки кремней и желез(III)-содержащего золя для тяжелого бетона на рядовых цементах / Л.Б. Сватовская, В.Я. Соловьева, И.В.Степанова, Д.С.Старчуков // Научный интернет журнал: Нанотехнологии в строительстве. – 2010. – № 5. – С. 54. – [www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru).

[3] Некоторые информационные признаки для классификации частиц нано размера / Л.Б. Сватовская // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5. – С. 247-249.

[4] Использование метода капиллярного подсоса нано растворов для развития геоэкозащитных строительных технологий транспорта / Л.Б. Сватовская, А.М. Сычева, М. Хаммади, Т.И. Бойкова // Известия ПГУПС. – 2013. – № 1. – 280 с.

[5] Термодинамические свойства веществ: Справочник / В.А.Рябин, М.А.Остроумов. – М.: Химия, 1977. – 371 с.

[6] Хитров А.В., Гиндин М.Н. Технологическая линия для производства мелких стеновых блоков из автоклавного пенобетона на массовом сырье // Строительные материалы. – 2003. – № 6.

[7] Оцоков К.А. Повышение эффективности пенобетона путем использования местных материалов: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 2002. – С. 141.

[8] Сычева А.М., Попова Е.А., Хитров А.В., Дробышев Д.И. Физико-химические параметры превращения пенобетонной смеси // Цемент и его применение. – 2006. – № 4.

[9] Технология и производство ячеистых бетонов на основе отходов кварца / А.Ф.Косач, И.Н.Кузнецова, С.В.Данилов, Н.А. Гутарева // Вестник СиБАДИ. – 2013. – № 3. – С. 82-87.

[10] Технология строительных изделий из ячеистых бетонов: Учеб. Пособие / П.П.Дерябин, В.Ф.Завадский, А.Ф.Косач, В.А.Попов. – Омск: Изд-воСиБАДИ, 2004. – 108 с.

#### REFERENCES

[1] Povyshenie kachestva neavtoklavnoy penobetonu dobavkami nanorazmera / L.B.Svatovskaya, A.M.Sycheva, N.N.Eliseev // Nauchnyj internet-zhurnal: Nanotehnologii v stroitel'stve. 2011. No. 1. P. 50. [www.nanobuild.ru](http://www.nanobuild.ru).

[2] Nanodobavkii kremnej i zhelezo(III)-soderzhashhego zolja dlja tjazhelogo betona na rjadovyh cementah / L.B. Svatovskaja, V.Ja. Solov'eva, I.V.Stepanova, D.S.Starchukov // Nauchnyj internet zhurnal: Nanotehnologii v stroitel'stve. 2010. No. 5. P. 54. www.nanobuild.ru.

[3] Nekotorye informacionnye priznaki dlja klassifikacii chastic nano razmera / L.B. Svatovskaja // Estestvennye i tehniczeskie nauki. 2012. No. 5. P. 247-249.

[4] Ispol'zovanie metoda kapilljarnogo podsosa nano rastvorov dlja razvitiya geojekozashhitnyh stroitel'nyh tehnologij transporta / L.B. Svatovskaja, A.M. Sycheva, M. Hammadi, T.I. Bojkova // Izvestija PGUPS. 2013. No. 1. 280 p.

[5] Termodinamicheskie svojstva veshhestv: Spravochnik / V.A.Rjabin, M.A.Ostroumov. M.: Himija, 1977. 371 p.

[6] Hitrov A.V., Gindin M.N. Tehnologicheskaja linija dlja proizvodstva melkih stenovyh blokov iz avtoklavnogo penobetona na massovom syr'e // Stroitel'nye materialy. 2003. No. 6.

[7] Ocovok K.A. Povysenie jeffektivnosti penobetona putem ispol'zovanija mestnyh materialov: Dis. ... kand. tehn. nauk. M., 2002. P. 141.

[8] Sycheva A.M., Popova E.A., Hitrov A.V., Drobyshev D.I. Fiziko-himicheskie parametry prevrashhenija penobetonnoj smesi // Cement i ego primenenie. 2006. No. 4.

[9] Tehnologija i proizvodstvo jacheistyh betonov na osnove othodov kvarca / A.F.Kosach, I.N.Kuznecova, S.V.Danilov, N.A. Gutareva // Vestnik SibADI. 2013. No. 3. P. 82-87.

[10] Tehnologija stroitel'nyh izdelij iz jacheistyh betonov: Ucheb. Posobie / P.P.Derjabin, V.F.Zavadskij, A.F.Kosach, V.A.Popov. Omsk: Izd-voSibADI, 2004. 108 p.

## Резюме

*А. Б. Нуязбекова*

### ИССЛЕДОВАНИЕ СЫРЬЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕНОБЕТОНА

В последние годы в Казахстане исследователи уделяют особое внимание разработке технологии получения многокомпонентного пенобетона.

С целью налаживания эффективного производства стеновых композиционных материалов в регионах проводятся исследования с применением местного сырья. Для улучшения эксплуатационных свойств и приведения к соответствующим предъявляемым требованиям в продукцию добавлены модификаторы: диатомит, золу, хлорид кальция в различных соотношениях. С целью получения пенобетона средней плотности проведены физико-химические и химические исследования химического и элементного составов местного сырья.

На основании экспериментальных данных, результатов рентгенофазового, растрового электронного микроскопа и дериватографических анализов модифицированной продукции определены строение, структура, состав и механизм образования пенобетона.

Анализ элементного состава исходных компонентов сырья (песок, цемент, известь) показал возможность использования их в производстве пенобетона. Использование местного сырья приводят к увеличению суммарной предельной поверхности дисперсной пористой части нового продукта и улучшают характеристики пенного модифицированного изделия.

**Ключевые слова:** пенобетон, элементный состав, химический состав, термограмма рентгенограмма, строительные материалы.

## Summary

*A. B. Niazbekova*

### RESEARCH OF RAW MATERIALS REQUIRED FOR FOAM CONCRETE TECHNOLOGY

In recent years, researchers in Kazakhstan have paid special attention to the development of technology for producing multi-component foam concrete.

In order to establish effective production of wall composite materials in the regions, research is being conducted using local raw materials. To improve performance properties and bring them to the appropriate requirements, modifiers have been added to the product: diatomite, ash, and calcium chloride in various ratios. In order to obtain medium-density foam concrete, physical, chemical and chemical studies of the chemical and elemental compositions of local raw materials were carried out.

Based on experimental data, results of x-ray phase and raster electron microscopes, and derivatographic analyses of modified products, the structure, composition, and mechanism of foam concrete formation were determined.

Analysis of the elemental composition of the raw materials' initial components (sand, cement, lime) has shown that they can be used in the production of foam concrete. The use of local raw materials leads to an increase in the total surface limit of the dispersed porous part of the new product and improves the characteristics of the foam modified product.

**Keywords:** foam concrete, elemental composition, chemical composition, thermogram x-ray, building materials.