

М.Т.Жугинисов, Д.М.Жарылқан*

Т. Ә. Бәсенов атындағы сәулет және құрылыс институты, Satbayev University,
Алматы, Қазақстан

*e-mail: didar.zharylkan@gmail.com

ФОСФОР ҚОЖЫНЫҢ ЛЕНГЕР КЕН ОРНЫ САЗЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Керамикалық кірпіш құрамдарын жасау мақсатында осы жұмыста Ленгер сазының қасиеттеріне фосфор қожының әсері зерттелді. Ленгер сазына фосфор қожысы 20, 30 және 40 пайыз мөлшерде қосылған массалар әзірленіп, стандартты үлгілер-цилиндрлер дайындалды. Үлгілерді 1000, 1100 және 1150 °С температураларда күйдірілді. Күйдірілген үлгілердің қасиетерінің анықтау барысында фосфор қожының мөлшері мен күйдіру температураның шамасының әсері байқалды. Экспериментальды түрде оңтайлы температурада күйдіруге ұшыраған үлгілердің орташа тығыздығы 1870-2100 кг/м³ болды, ал сынақ нәтижелері бойынша сығылу беріктілігі 24,3 - 29,89 МПа болды. Оңтайлы болып 30 пайыз фосфор қожысы қосылған және 1100 °С температурада күйдірілген үлгісі саналды.

Негізгі сөздер: фосфор қожысы, саз, керамикалық масса, кептіру, күйдіру, тығыздық, беріктік.

Кіріспе. Тұрғын үй ғимараттарының энергия тиімділігін арттыру соңғы он бес жылдықта құрылыс индустриясын дамытудың негізгі бағыттарының біріне айналды. Бүгінгі таңда қоғамның даму деңгейінің басты критерийі ретінде өндірілетін өнімнің көп бөлігі техногендік қалдықтарды пайдалану арқылы жасалуда. Техногендік қалдықтардың негізінде құрылыс материалдарын өндіру энергиялық, ресурсты тиімді болуы керек. Бұл аталмыш салада энергия үнемдейтін үйлердің құрылысы жылу қорғау үшін жаңа құрылымдық шешімдерді, технологиялар мен материалдарды қолдануды көздейді [1].

Кәзіргі таңда фосфор қожысын керамикалық бұйымдар технологиясында қолдану бойынша зертеулер жүргізілген. Зертеушілер [2-7] фосфор қожысын пайдаланып керамикалық тақтайшалар құрамдарын жасаған. Сонымен қатар фосфор және домна қожыларын шикі зат ретінде қолданып керамикалық қабырға бұйымдардың технологиясы әзірленген [8-12].

Фосфор қожысын керамикада пайдалану материалдың тығыздығын ғана арттырып қоймай өнімнің жылу сақтау әсеріне де біршама үлесін қосты. Жоғары сапалы керамикалық кірпіш үшін фосфор қожысын қолдану оның беріктілігін жоғарлатуға мүмкіндік бере отырып, табиғи саздың пайыздық үлесін біршама төмендетуге мүмкіндік береді. Өнімнің сапасын арттыру құрылыста сұранысты арттыруды, технологиялық параметрлерді қатаң сақтауды, өңдеуді жақсартуды, әртүрлі қоспаларды, соның ішінде басқа өндірістердің қалдықтарын енгізу арқылы ұтымды жолмен өндіруге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер. Негізгі шикізат ретінде Түркістан облысындағы Ленгер кен орнының сазы қолданды. Химиялық құрамы бойынша саздар біртекті болып табылады және бояғыш оксидтердің көп мөлшері бар жартылай қышқыл сорттарға жатады. Балшықтар жоғары дисперсті, отқа төзімді, орташа иілмді (илімділік саны 8,9-22,7). Отқа төзімділігі 1360-1580 °С, кептіру сезімталдық коэффициенті 0,8, сығылуға беріктігі 700-1635 кг/см². Темір оксидінің жоғары мөлшері 4 - 7%, алюминий оксидінің мөлшері Al₂O₃ (20-28 %). Қаптау плиткаларын өндіруге жарамды. Қосымша ретінде Шымкент фосфор зауытының түйіршіктелген (суда күрт салқындатылған) қожысы пайдаланды. Фосфор қожысы химиялық және минералогиялық құрамы негізінен фосфорит кенінің түріне және балқыту процесіне байланысты. Оның құрамында негізгі оксидтері SiO₂ (32,1-41,2 %) және CaO (39,4-52,4%).

Керамикалық массаны дайындау алдында Ленгір сазы мен фосфор қожысын кептіргіш шкафында 3 сағат бойы 95-100 °С - та үздісіз кептіріліп алынды. Кептірілген саз 1,0 мм електен өтізілді, фосфор қожысы 0,315 мм електен өткізіп алынды.

Керамикалық бұйымдардың қасиеттерін зерттеу және анықтау үшін диаметрі 50 мм және биіктігі 50 мм цилиндр үлгілері дайындалды.

Сазға фосфор қожысы 20, 30 және 40 % қосылды, алдымен құрғақ күйде масса мұқият түрде араластырылды, содан кейін қажетті мөлшерде су қосып иілімді масса жасалды. Цилиндрлі үлгілер ИП – 1А – 500 прессінде 4-6 кН қысым арқылы қалыпталды. Қалыпталған үлгілер тұрақты салмаққа келгенше кептіргіште кептірілді.

Кептірілген үлгілер СНОЛ 1,6/1300 маркалы муфель пешінде 1000, 1100 және 1150°С температурада күйдірілді. Пештегі температураның көтерілу жылдамдығы 5 °С/мин. соңғы температурада 1 сағат ұсталды (2-сурет). Салыстырмалы нәтижелерге қол жеткізу үшін сондай температураларда фосфор қожысын қоспай 100 пайыздық саздан да үлгілер жасалды. Беріктікті анықтау [13, 14] сілтемеге сәйкес жүзеге асырылады.

Өнімдердің фазалық құрамын зерттеу үшін рентгенофазалық талдау әдісі қолданылады. Рентгенофазалық талдау (РФА) СиКа-сәулелі ДРОН-3 дифрактометрінде жүргізілді. Әдістердің сезімталдығы 1 пайыздан 2 пайызға дейін. РФТ (РФА) талдауын фосфор қожысы, баяу балкитын саз және үлгілердің 100 отв/мм елегінен ұнтақталып өткізілді. Дифрактограммаларды түсіндіру ICDD картотекасының деректерін: Pdf2 (opa Diffraction File) Release 2022 ұнтақты дифрактометриялық деректер базасын және үлгілердің ұнтағының таза минералдардың дифрактограммаларын пайдалана отырып жүргізілді.

Нәтижелер. Күйгеннен кейін таза саздан жасалған үлгілердің қасиеттерін зерттеу барысында үлгінің тығыздығы 1745-2300 кг/м³ және қысу беріктігі 12,5-29,89 МПа аралығында көрсетті.

Күйдіру температурасына байланысты орташа тығыздықтың мәні өзгерген, 1000°С-та 100 пайыз саздан жасалған үлгінің орташа тығыздығы 1969 кг/м³ пен беріктік мәні 20,1 МПа, 20 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1864 кг/м³ пен беріктік мәні 18,27 МПа көрсеткен, 30 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1809 кг/м³ пен беріктік мәні 15,25 МПа, ал 40 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1800 кг/м³ пен беріктік мәні 12,50 МПа. Сонымен бұл жағдайда үлгілерде фосфор қожысының мөлшері жоғарлаған сайын олардың беріктілігі мен тығыздығы төмендеді.



1-сурет. Фосфор қожысын қосып қалыптағаннан кейінгі үлгілер

Ленгір сазына 20,30 және 40 пайыз фосфор қожысын қосқандағы және 1100 °С-да күйдірілген үлгілер қасиеттері: 100 пайыз саздан жасалған үлгінің орташа тығыздығы 2133 кг/м³ пен беріктік мәні 19,81 МПа, ал 20 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 2105 кг/м³ пен беріктік мәні 29,03 МПа көрсетті; 30 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1973 кг/м³ төмендеп, беріктік мәні 29,89 МПа

жоғарылаған, бұл үлгі эксперимент барсындағы ең жоғары көрсеткіш, аталмыш беріктік М300 кірпіш маркасына сәйкес келеді, ал 40 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1872 кг/м^3 пен беріктік мәні 24,23 МПа, бұл көрсеткіш М 250 кірпіш маркасына сай келеді [15].

Эксперименттің келесі қадамы, үлгілер $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ -да күйдіріліп сыналды. 100 пайыз саздан жасалған үлгінің орташа тығыздығы 2309 кг/м^3 пен беріктік мәні 24,33 МПа. Фосфор қожысы қосылған үлгілер деформацияға ұшырағаны байқалды: денелері ісініп жарықшалар пайда болды. Соған байланысты үлгілердің тығыздығы мен сығылуға берітілігі төмендеді (кесте 1). 20 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1995 кг/м^3 пен беріктік мәні 16,36 МПа көрсетті. 30 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1745 кг/м^3 пен беріктік мәні 18,70 МПа, ал 40 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгіде орташа тығыздығы 1789 кг/м^3 пен беріктік мәні 17,29 МПа шамада болды.



2-сурет. **Фосфор қожысын қосып күйдірілгеннен кейінгі үлгілер**

1-кестеде фосфор қожысының қоспасымен саз негізінде 1000 , 1100 және $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада күйдіргеннен кейін үлгілердің құрамы мен қасиеттері келтірілген.

Эксперимент барысында, $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ - да күйдірілген үлгілер, 100 пайыз саз бен 20,30,40 пайыз фосфор қожысын қосқанда үлгілердің арасында сығу беріктігінің төмендегені байқаймыз (1-кесте). Біздің пікіріміз бойынша, $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ – да сазбен фосфор қожысы арасында қатты түрдегі реакциялар өтпеді. Бұл жағдайда фосфор қожысы кристалдандыру процессіне ұшырап, азғындырғыш рөлін атқарды. Ал $1100 \text{ }^\circ\text{C}$ – да күйдірілген үлгілер, әлдеқайда жақсы нәтижені көрсетті. Біріншіден олар жақсы күйдірілді, екіншіден жарықтар болмады. Сонын ішінде баяу балқитын сазға 30 пайыз фосфор қожысын қосқандағы үлгі $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ – тағы күйдірілген үлгімен салыстырғанда екі есеге жоғары беріктілікті көрсетті. Осы температурада сазбен фосфор қожысы арасында қатты түрдегі реакциялар жүрді. Соның нәтижесінде сұйық фаза пайда болып жеңтектелу процесі артып үлгілердің беріктігі күрт түрде жоғарлады. $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ – да күйдірілген үлгілердің беріктігі төмен болды, олар біріншіден, фосфор қосылған үлгілерде жоғары жарықтар түзілді, алайда фосфор қожысы қосылмаған үлгіде жарықтар байқалмады. Екіншіден ісіну процесінде цилиндр үлгілер деформацияға ұшырады. Оны себебі, біздің пікіріміз бойынша, $1150 \text{ }^\circ\text{C}$ саз бен фосфор қожының химиялық әрекеттесуі қарқынды түрде өтеді. Нәтижесінде сұйық фаза мөлшері көбейеді, газдар түзеліп бөлініп шығады да температураның әсерінен жұмсарған үлгіні қопсытады, сонымен көлемі ұлғаяды және жарықшалар пайда болып, үлгінің беріктілігі күрт төмендейді.

$1100 \text{ }^\circ\text{C}$ температурада күйдірілген үлгілердің сығылуға беріктігі ең жоғары болды. Соның ішінде оңтайлы болып 30 пайыз фосфор қожысы қосылған № 2.3 үлгі саналады.

1-кесте. Баяу балқитын сазға фосфор қожысының қосу негізінде күйдіргеннен кейін үлгілердің қасиеттері

Үлгілер №	Күйдіру температурасы, °С	Фосфор қожысының пайыздық үлесі	Үлгінің тығыздығы, кг/м ³	Үлгінің беріктігі, МПа
1.1	1000°С	0 %	1969,37	20,1
1.2		20 %	1864,70	18,27
1.3		30 %	1809,50	15,25
1.4		40 %	1800,00	12,50
2.1	1100°С	0 %	2133,00	21,81
2.2		20 %	2105,42	29,03
2.3		30 %	1973,00	29,89
2.4		40 %	1872,85	24,23
3.1	1150°С	0 %	2309,59	24,33
3.2		20 %	1995,80	16,36
3.3		30 %	1745,24	18,70
3.4		40 %	1789,50	17,29

Рентгенодифрактометриялық талдау көмегімен керамикалық үлгілердің фазалардың сандық қатынасы анықталды. Негізгі фазалар үшін мазмұнды есептеу жүргізілді. Кестеде аз мөлшерде және тек 1-2 дифракциялық рефлекстердің немесе нашар кристалданудың болуына байланысты сәйкестендіру мүмкін емес қоспалар көрсетілген. Бар фазаларды анықтауға мүмкіндік беретін тән дифракциялық шағылысулар атап өтілді.

Рентгенофазалық талдау үшін 4 үлгі әзірленді. Атап айтсақ:

№1 Ленгір сазы;

№2 Фосфор қожысы;

№3 2.1 үлгісі (1100 °С күйдірілген, құрамында 100 % саз);

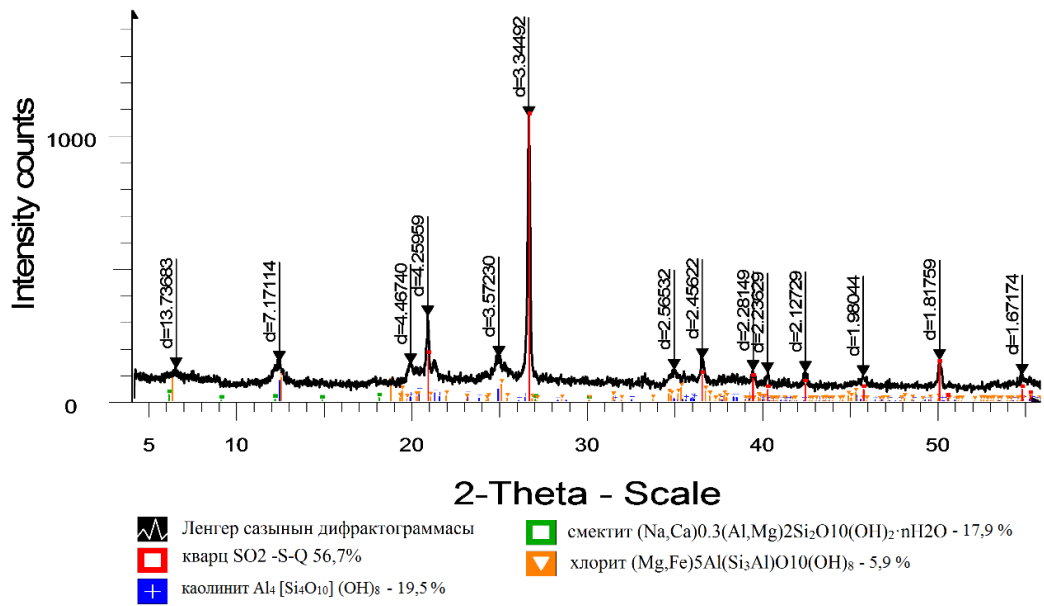
№4 2.3 үлгісі (1100 °С күйдірілген, құрамында 30% фосфор қожысы бар);

№1 Баяу балқитын Ленгір сазы (шикізат күйінде)

2-кесте. Ленгір сазының рентгендік фазалық талдауының нәтижелері

Минерал	Формуласы	Концентрациясы, %
кварц	SiO ₂	56.7
каолинит	Al ₄ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈	19.5
смектит	(Na,Ca)0.3(Al,Mg)2Si ₂ O ₁₀ (OH) ₂ ·nH ₂ O	17.9
хлорит	(Mg,Fe)5Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	5.9

Дифрактограммасы толығырақ 3 – суретте көрсетілген.



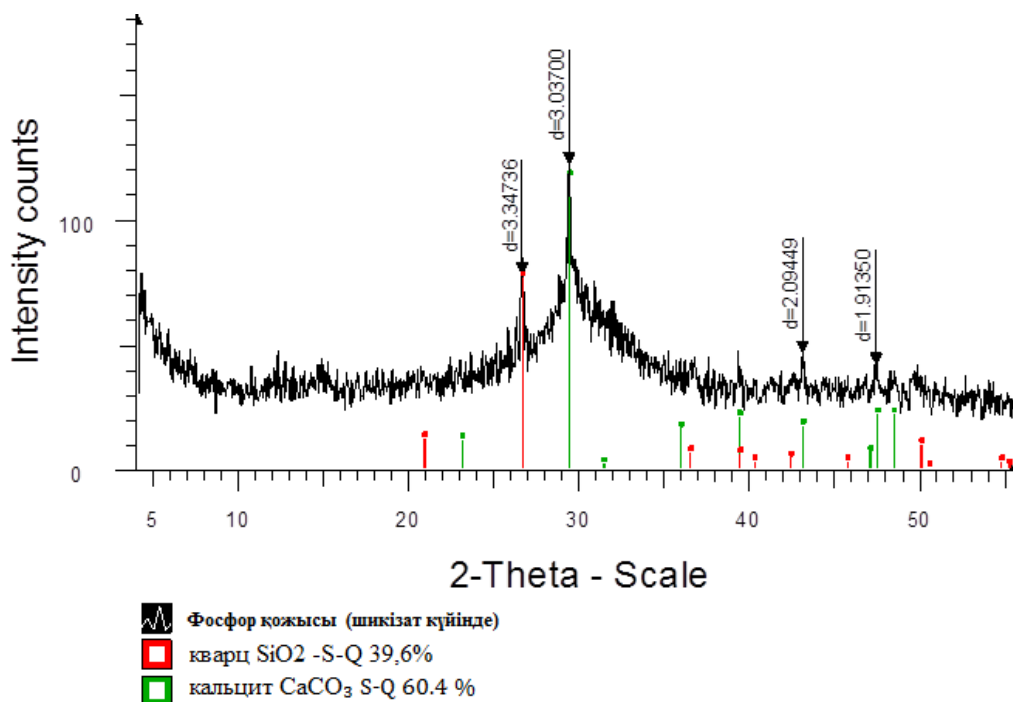
3-сурет. Ленгiр сазының диффрактограммасы

№2 Фосфор қожысы (шикізат күйінде)

3-кесте. Фосфор қожысының рентгендік фазалық талдауының нәтижелері

Минерал	Формуласы	Концентрациясы, %
кварц	SiO ₂	39,6
кальцит	CaCO ₃	60,4

Фосфор қожысының диффрактограммасы толығырақ 4 – суретте көрсетілген.



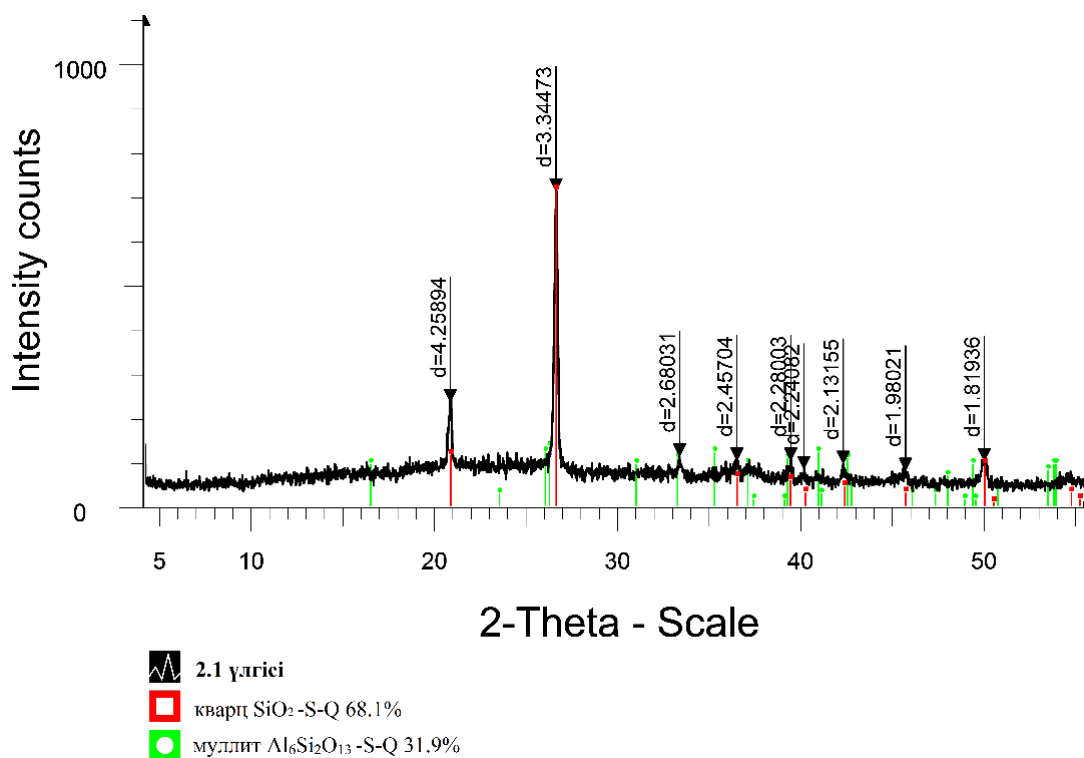
4-сурет. Фосфор қожысының диффрактограммасы

№3 2.1 үлгісі (1100 °C – тағы құрамында 100% саз, фосфор қожысы қосылмаған)

4-кесте. 2.1 үлгінің рентгендік фазалық талдауының нәтижелері

Минерал	Формуласы	Концентрациясы, %
кварц	SiO ₂	68,1
муллит	Al ₆ Si ₂ O ₁₃	31,9

Толығырақ дифрактограммасы 5 – суретте көрсетілген.



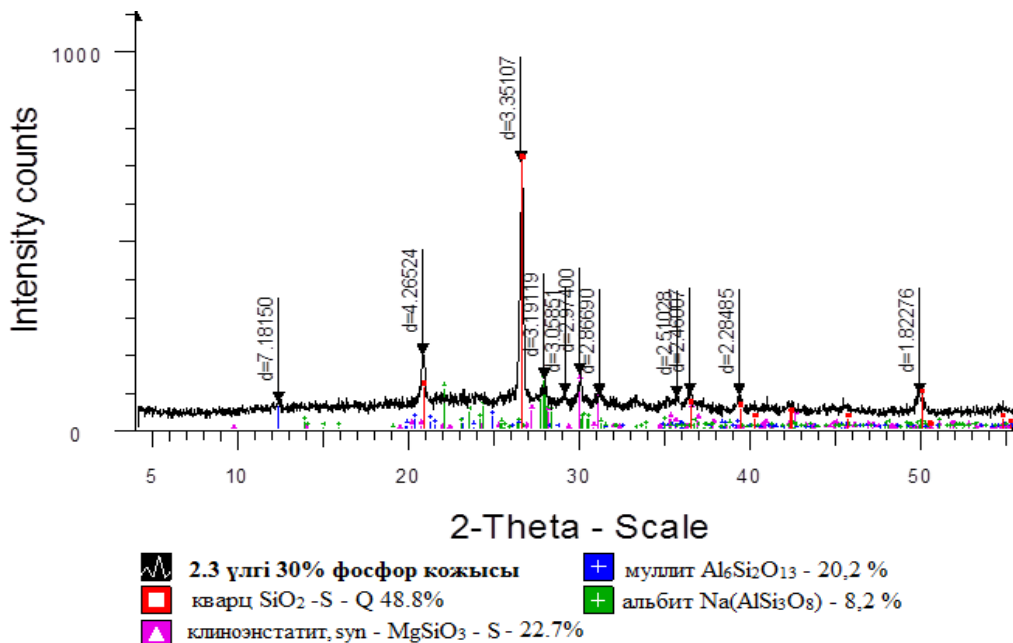
5-сурет 1100 °C температурада күйдірілген үлгінің дифрактограммасы

№4 2.3 үлгісі (1100 °C – тағы құрамында 70% саз, 30% фосфор қожысы)

5-кесте. 2.3 үлгінің рентгендік фазалық талдауының нәтижелері

Минерал	Формуласы	Концентрациясы, %
кварц	SiO ₂	48,8
клиноэнстатит	MgSiO ₃	22,7
муллит	Al ₆ Si ₂ O ₁₃	20,2
альбит	Na(AlSi ₃ O ₈)	8,2

Толығырақ дифрактограммасы 6 – суретте көрсетілген.



6-сурет. 30% фосфор қожысы қосылған үлгінің дифрактограммасы

Қорытынды. Қазіргі таңда фосфор қожысын керамикалық бұйымдар технологиясында қолдану бойынша зертеулер жүргізілген. Фосфор қожысын пайдаланып керамикалық тақтайшалар мен қабырға бұйымдардың технологиясы әзірленген. Табиғи шикі зат ретінде жергілікті неше түрлі саздар қолданған.

Керамикалық кірпіш құрамдарын әзірлеу мақсатында осы жұмыста Ленгір сазының қасиеттеріне фосфор қожының әсері зерттелді. Рентгенодифрактометриялық талдау көмегімен Ленгір сазының құрамында кварц, каолинит, смектит және хлорит минералдары бар екені байқалды. Фосфор қожысында кварц және кальцит минералдары анықталды.

Ленгір сазына фосфор қожысы 20, 30 және 40 пайыз мөлшерде қосылған массалар әзірленіп, үлгілер дайындалды. Үлгілерді 1000, 1100 және 1150 °C температураларда күйдірілді. Күйдірілген үлгілердің қасиетерің анықтау барысында фосфор қожының әсері байқалды.

1000 °C – да сазбен фосфор қожысы арасында қатты түрдегі реакциялар өтпеді. Бұл жағдайда фосфор қожысы кристалдандыру процессіне ұшырап, азғындырғыш рөлін атқарды. Сол себеппен таза саздан жасалған үлгімен салыстырғанда үлгілерде фосфор қожысының мөлшері жоғарлаған сайын олардың беріктілігі мен тығыздығының төмендеуіне алып келді.

1100 °C температурада сазбен фосфор қожысы арасында қатты түрдегі реакциялар жүрді. Соның нәтижесінде сұйық фаза пайда болып жеңтектелу процесі артып үлгілердің беріктігі күрт түрде жоғарылады. Сонын ішінде Ленгір сазына 30 пайыз фосфор қожысын қосылған үлгі 1000 °C – тағы күйдірілген үлгімен салыстырғанда екі есеге жоғары беріктілікті көрсетті.

1150 °C температурада таза саздан жасалған үлгіде сыртқы өзгерістер байқалмады. Фосфор қожысы қосылған үлгілер деформацияға ұшырағаны байқалды: денелері ісініп жарықшалар пайда болды. Осы температурада саз бен фосфор қожының химиялық әрекеттесуі қарқынды түрде өтедіде сұйық фаза мөлшері көбейеді, сонымен қатар газдар түзеліп бөлініп шығады да жұмсарған үлгі қопсытылады, сонымен оның көлемі ұлғаяды және жарықшалар пайда болып үлгінің беріктілігі күрт төмендейді.

Сонымен зерттеу нәтижесінде Ленгір сазына фосфор қожының мөлшері мен күйдіру температураның әсері байқалды. Оңтайлы болып 30 пайыз фосфор қожысы қосылған және 1100 °C температурада күйдірілген үлгісі саналады. Оның фазалық құрамында кварц (SiO_2), клиноэнстатит (Mg_2SiO_3), муллит ($\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$), альбит ($\text{Na}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$) бар екені анықталды. Оңтайлы құрамдағы керамикалық массаны кірпіш дайындауға ұсынуға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов Н/Д. : Феникс, 2007. – 363 б.
- [2] Kundu P., Das S. И. др. Utilisation of phosphorus plant Slag in ceramic wall tiles Cent Glass and Ceram Res. Inst. Bull. 1979, 26, №1-4, P. 60-63.
- [3] Тихомирова С.А. Опыт использования шлаков в производстве облицовочных плиток //Экспресс-информация. Керамическая промышленность. Серия 5, Вып. 4, ВНИИЭСМ, 1980, С. 7-10.
- [4] Рыщенко М.И., Трусова Ю.Д., Олифиренко Н.Г. и др. Исследование фосфорного шлака в производстве керамических облицовочных плиток //Экспресс-информация. Керамическая промышленность. Серия 5. Вып. 12, ВНИИЭСМ, 1981, С. 23-27.
- [5] Балакирев А.А., Миркин М.И. Фосфорный шлак для изготовления облицовочных плиток //Технология неорганических веществ и минеральных удобрений. Материалы ХП Всесоюзной научно-технической конференции. Чимкент, 1981, С. 422-424.
- [6] А.С. 924001. СССР. Керамическая масса для изготовления облицовочных изделий //Гайко Е.М., Золотухин Н.В. Оpubл. 30.04.83. Б.И. №16.
- [7] Жугинисов М.Т., Жунусов С.М., Сартаев Д.Т., Орынбеков Е.С. Технология и свойства шлакокерамических плиток для пола. Вестник КазНТУ им. К.И. Сатпаева. № 4 (98). 2013 г. С. 47-53.
- [8] Золотухин Н.В., Гайко Е.М. Использование шлака электротермофосфорного производства для изготовления керамических стеновых изделий. //Строительные материалы из местного сырья и отходов промышленности Казахстана. Алма-Ата, 1981, С. 94-96.
- [9] Золотухин Н.В., Гайко Е.М. Крупноразмерные керамические изделия на основе шлаков электротермофосфорного производства // Комплексное использование минерального сырья. Алма-Ата: Наука, 1984, №2, С. 87-89.
- [10] А.С. 802235. СССР. Сырьевая смесь и способ изготовления стеновых строительных изделий //Бобрик В.М., Сахаров В.С. Оpubл. 7.02.81.
- [11] Киргизбаев А.Т. Разработка составов и технология стеновой керамики скоростного обжига на основе доменных шлаков. Автореф. канд. техн. наук. Алматы, 2002. 20 с.
- [12] Жугинисов М.Т., Мырзахметов М.М., Акмалаев К. А. Разработка технологии керамического кирпича с применением фосфорного шлака. Труды международного форума «Инженерное образование и наука в 21 веке: Проблемы и перспективы», посвященного 80-летию КазНТУ им. К.И. Сатпаева. 22-24 октября 2014, Т.1. С. 477- 482.
- [13] Черкасов, С.В. Материаловедение: Лабораторный практикум /С.В.Черкасов, Л.Н.Адоньева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2010. - 88 с.
- [14] Практикум по технологии керамики: Учеб. Пособие для вузов /Н.Т. Андрианов, А.В. Беляков и др. под ред. И.Я. Гузмана - М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2004. – 195 с
- [15] ГОСТ 530 – 2012. Кирпич и камни керамические. Технические условия.

REFERENCES

- [1] Dvorkin L.I. Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennosti / L.I. Dvorkin, O.L. Dvorkin. – Rostov N/D. : Feniks, 2007. – 363 b.
- [2] Kundu P., Das S. И. др. Utilisation of phosphorus plant Slag in ceramic wall tiles Cent Glass and Ceram Res. Inst. Bull. 1979, 26, №1-4, P. 60-63.
- [3] Tihomirova S.A. Opyt ispol'zovaniya shlakov v proizvodstve oblicovochnyh plitok //Jekspres-informacija. Keramicheskaja promyshlennost'. Serija 5, Vyp. 4, VNIIEsM, 1980, S. 7-10.
- [4] Ryshhenko M.I., Trusova Ju.D., Olifirenko N.G i dr. Issledovanie fosfornogo shlaka v proizvodstve keramicheskikh oblicovochnyh plitok //Jekspres-informacija. Keramicheskaja promyshlennost'. Serija 5. Vyp. 12, VNIIEsM, 1981, S. 23-27.
- [5] Balakirev A.A., Mirkin M.I. Fosfornyj shlak dlja izgotovlenija oblicovochnyh plitok //Tehnologija neorganicheskikh veshhestv i mineral'nyh udobrenij. Materialy HP Vsesojuznoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Chimkent, 1981, S. 422-424.
- [6] A.S. 924001. SSSR. Keramicheskaja massa dlja izgotovlenija oblicovochnyh izdelij //Gajko E.M., Zolotuhin N.V. Opubl. 30.04.83. B.I. №16.
- [7] Zhuginisov, M.T. Zhunusov S.M., Sartaev D.T., Orynbekov E.S. Tehnologija i svojstva shlakokeramicheskikh plitok dlja pola. Vestnik KazNTU im. K.I. Satpaeva. № 4 (98). 2013 g. S. 47-53.

[8] Zolotuhin N.V., Gajko E.M. Ispol'zovanie shlaka jelektrotermofosfornogo proizvodstva dlja izgotovlenija keramicheskikh stenovykh izdelij. //Stroitel'nye materialy iz mestnogo syr'ja i othodov promyshlennosti Kazahstana. Alma-Ata, 1981, S. 94-96.

[9] Zolotuhin N.V., Gajko E.M. Krupnorazmernye keramicheskie izdelija na osnove shlakov jelektrotermofosfornogo proizvodstva // Kompleksnoe ispol'zovanie mineral'nogo syr'ja. Alma-Ata: Nauka, 1984, №2, S. 87-89.

[10] A.S. 802235. SSSR. Syr'evaja smes' i sposob izgotovlenija stenovykh stroitel'nykh izdelij //Bobrik V.M., Saharov V.S. Opubl. 7.02.81.

[11] Kirgizbaev A.T. Razrabotka sostavov i tehnologija stenovoj keramiki skorostnogo obzhiga na osnove domennykh shlakov. Avtoref. kand. tehn. nauk. Almaty, 2002. 20 s.

[12] Zhuginisov M.T., Myrzahmetov M.M., Akmalayev K. A. Razrabotka tehnologii keramicheskogo kirpicha s primeneniem fosfornogo shlaka. Trudy mezhdunarodnogo foruma «Inzhenernoe obrazovanie i nauka v 21 veke: Problemy i perspektivy», posvjashhennogo 80-letiju KazNTU im. K.I. Satpaeva. 22-24 oktjabrja 2014, T.1. S. 477- 482.

[13] Cherkasov, S.V. Materialovedenie: Laboratornyj praktikum /S.V.Cherkasov, L.N.Adon'eva; Voronezh. gos. arh.-stroit. un-t. - Voronezh, 2010. - 88 s.

[14] Praktikum po tehnologii keramiki: Ucheb. Posobie dlja vuzov /N.T. Andrianov, A.V. Beljakov i dr. pod red. I.Ja. Guzmana - M.: OOO RIF «Strojmaterialy», 2004. – 195 s

[15] GOST 530 – 2012. Kirpich i kamni keramicheskie. Tehnicheskie uslovija.

М.Т.Жугинисов, Д.М.Жарылқан*

Институт архитектуры и строительства им. Т.Басенова, Satbayev University, Алматы, Казахстан

*e-mail: didar.zharylkan@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОСФОРНОГО ШЛАКА НА СВОЙСТВА ГЛИНЫ ЛЕНГЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация. С целью разработки составов керамического кирпича в настоящей работе исследовано влияние фосфорного шлака на свойства Ленгерской глины. В Ленгерскую глину добавляли фосфорный шлак в количестве 20, 30 и 40 процентов и готовили стандартные образцы-цилиндры. Образцы обжигали при температурах 1000, 1100 и 1150 °С. При определении свойств обожженных образцов наблюдалось влияние количества фосфорного шлака и величины температуры обжига. Экспериментально средняя плотность образцов, подвергшихся обжигу при оптимальной температуре, составляла 1870-2100 кг/м³, а прочность на сжатие по результатам испытаний составляла 24,3 - 29,89 МПа. Оптимальным считается образец с добавлением 30-процентного фосфорного шлака и полученного обжигом при температуре 1100 °С.

Ключевые слова: фосфорный шлак, глина, керамическая масса, сушка, обжиг, плотность, прочность.

M.T. Zhuginisov, D.M.Zharylkan*

Institute of Architecture and Construction named after T. Basenova, Satbayev University,

Almaty, Kazakhstan, *e-mail: didar.zharylkan@gmail.com

STUDY OF THE EFFECT OF PHOSPHORUS SLAG ON PROPERTIES OF CLAY OF LINGER DEPOSIT

Abstract.In order to develop the compositions of ceramic bricks, the influence of phosphoric slag on the properties of Langer clay is investigated in this work. Phosphoric slag in the amount of 20, 30 and 40 percent was added to Hungarian clay and standard samples-cylinders were prepared. The samples were fired at temperatures of 1000, 1100 and 1150 °C. When determining the properties of the fired samples, the influence of the amount of phosphoric slag and the value of the firing temperature was observed. Experimentally, the average density of samples subjected to firing at an optimal temperature was 1870-2100 kg/m³, and the compressive strength according to the test results was 24.3 - 29.89 MPa. A sample with the addition of 30% phosphoric slag and obtained by firing at a temperature of 1100 °C is considered optimal.

Keywords: phosphoric slag, clay, ceramic mass, drying, annealing, density, strength.