

**Өмірзақ Мақсат Разахұлы\*<sup>1</sup>**

техника және технологиялар магистрі,  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Астана, Қазақстан, [maksat010219@mail.ru](mailto:maksat010219@mail.ru), ORCID ID: 0009-0002-0571-1779

**Калиева Жанар Ералиевна<sup>2</sup>**

техника ғылымдарының кандидаты, доцент,  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Астана, Қазақстан, [zhanna08047787@gmail.com](mailto:zhanna08047787@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-9033-2065

**Татенова Мугзара Аскаровна<sup>3</sup>**

техника және технологиялар магистрі,  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,  
Астана қ., Қазақстан, [mugzara@mail.ru](mailto:mugzara@mail.ru), ORCID ID: 0009-0004-2282-8711

**БҰРҒЫЛАУ САЗ ШЛАМДАРЫН КЕРАМИКАЛЫҚ КІРПІШ ӨНДІРІСІНЕ  
ЕНГІЗУ: ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ МЕН ҚҰРЫЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ**

*Аңдатпа.* Бұл зерттеу бұрғылау сазды шламдарын пайдалану арқылы керамикалық кірпіш өндірудің жаңа технологиялық тәсілін әзірлеуге, қоспаның материал сипаттамаларына тигізетін ықпалын анықтауға және оны өндірістік деңгейде қолдану әлеуетін бағалауға бағытталған. Кірпіш құрамына енгізілген шлам оның физика-механикалық қасиеттерін жақсартатыны, әсіресе беріктік көрсеткішінің артатыны байқалды. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей, қоспа мөлшері жалпы массаның 60%-ына жеткенде, сығымдалу беріктігі 14,8 МПа-ға дейін өсіп, М125 маркасының талаптарына сай келетіні анықталды. SEM әдісі арқылы жүргізілген талдау материалдың микроқұрылымында тығыздалу үдерісі жүріп, кеуектілік деңгейінің төмендегенін және байланыс қасиеттерінің күшейгенін дәлелдеді. Ал химиялық зерттеулер (ХҚҚ, EDS) элементтердің біркелкі таралғанын және құрам тұрақтылығын растады. Құрылым беті әртекті болғанымен, шлам үлесі артқан сайын оның тығыздығы ұлғаяды. Бұл материалдың ұзақ мерзімді төзімділігі мен сенімділігін арттырады. Сонымен қатар, шламды қолдану өндірістік қалдықтарды қайта өңдеуге, шығындарды азайтуға және экологиялық тұрғыдан тиімді құрылыс материалдарын дамытуға мүмкіндік береді..

*Кілт сөздер.* техногендік қалдықтар, бұрғылау саз шламы, шикізат қоспасы, күйдірілген саз бұйымы, өнеркәсіптік қалдық өнімдер, сканерлеуші электрондық микроскоп арқылы зерттеу, рентгендік микроанализ (EDS әдісі)

**Умирзақ Мақсат Разахович\*<sup>1</sup>**

магистр техники и технологий,  
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,  
Астана, Казахстан, [maksat010219@mail.ru](mailto:maksat010219@mail.ru), ORCID ID: 0009-0002-0571-1779

**Калиева Жанар Ералиевна<sup>2</sup>**

кандидат технических наук, доцент,  
Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,  
Астана, Казахстан, [zhanna08047787@gmail.com](mailto:zhanna08047787@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-9033-2065

**Татенова Мугзара Аскарровна<sup>3</sup>**

магистр техники и технологий,

Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева,  
Астана, Казахстан, [mugzara@mail.ru](mailto:mugzara@mail.ru), ORCID ID: 0009-0004-2282-8711

## **ВНЕДРЕНИЕ БУРОВЫХ ГЛИНИСТЫХ ШЛАМОВ В ПРОИЗВОДСТВО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА: ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ**

*Аннотация.* Данная работа посвящена разработке технологического подхода к производству керамического кирпича с использованием буровых глинистых шламов, а также оценке их влияния на свойства материала и перспектив промышленного применения. Введение шламов в состав кирпича способствует улучшению его физико-механических характеристик, в частности повышению прочности. Экспериментальные результаты показали, что при содержании шлама на уровне 60% от общей массы образца прочность при сжатии достигает 14,8 МПа, что соответствует марке М125. Анализ микроструктуры, выполненный с помощью SEM, выявил уплотнение структуры материала, снижение пористости и усиление межчастичных связей. Химические исследования (XRF, EDS) подтвердили равномерное распределение элементов и стабильность состава. Несмотря на неоднородность поверхности, увеличение доли шлама приводит к более плотной структуре. Это положительно сказывается на долговечности и надежности материала. Использование буровых шламов позволяет не только перерабатывать отходы, но и снижать производственные затраты, способствуя созданию экологически устойчивых строительных материалов.

*Ключевые слова.* техногенные отходы, буровой глинистый шлам, сырьевая смесь, обожжённое глиняное изделие, промышленные отходы, исследование методом сканирующей электронной микроскопии (SEM), рентгеновский микроанализ (метод EDS)

**Umirzak Maksat Razakhovich<sup>\*1</sup>**

Master of Engineering and Technology,

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, Kazakhstan, [maksat010219@mail.ru](mailto:maksat010219@mail.ru), ORCID ID: 0009-0002-0571-1779

**Kalieva Zhanar Yeralievna<sup>2</sup>**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, Kazakhstan, [zhanna08047787@gmail.com](mailto:zhanna08047787@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-9033-2065

**Tatenova Mugzara Askarovna<sup>3</sup>**

Master of Engineering and Technology,

L. N. Gumilyov Eurasian National University,

Astana, Kazakhstan, [mugzara@mail.ru](mailto:mugzara@mail.ru), ORCID ID: 0009-0004-2282-8711

## **INCORPORATION OF DRILLING CLAY SLUDGE INTO CERAMIC BRICK PRODUCTION: STUDY OF THEIR PROPERTIES AND STRUCTURE**

**Abstract.** This study focuses on developing a technological approach for producing ceramic bricks using drilling clay sludge, as well as evaluating its impact on material properties and its potential for industrial application. The incorporation of sludge into the brick composition enhances its physical and mechanical characteristics, particularly improving compressive strength. Experimental findings indicate that when the sludge content reaches 60% of the total mass, the compressive strength increases to 14.8 MPa, meeting the requirements of the M125 grade. Microstructural analysis using SEM revealed a denser structure, reduced porosity, and stronger interparticle bonding. Chemical analyses (XRF, EDS) confirmed the uniform distribution of elements and the stability of the composition. Although the surface remains heterogeneous, increasing the sludge proportion results in a more compact microstructure. This contributes to improved long-term durability and reliability of the material. Additionally, the use of drilling sludge supports waste recycling, reduces production costs, and promotes the development of environmentally sustainable construction materials.

**Key words.** technogenic waste, drilling clay sludge, raw material mixture, fired clay product, industrial waste materials, analysis using scanning electron microscopy (SEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS)

**Кіріспе.** Мұнай өндіру барысында еліміздің экологиясы үшін маңызды мәселелердің бірі – қайта өңделмейтін техногендік қалдықтардың көлемінің ұлғаюы. Мұндай қалдықтардан толықтай арылу қиын болғандықтан, олар жылдар бойы жиналып, экожүйеге зиян келтіреді. Осы жағдай жинақталатын техногендік қалдықтарды азайтуға немесе толық кәдеге жаратуға бағытталған шараларды қажет етеді. Техногендік қалдықтардың ішінде ең көлемділерінің бірі – бұрғылау саз шламдары.

Сонымен қатар, тағы бір өзекті мәселе – керамикалық құрылыс материалдарын өндіруде қолданылатын сазды шикізат кен орындарының сарқылуы. Қазақстанда бұл өнімге сұраныс жоғары, себебі оның қызмет ету мерзімі ұзақ әрі құрылыста кеңінен қолданылады. Солардың ішінде ең көп тарағаны – керамикалық кірпіш. Саз қорының азаюы ресурстарды үнемдейтін жаңа технологияларды әзірлеу қажеттілігін арттырып отыр.

Соңғы жылдары құрылыс материалдарын өндіруде өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өндеуге арналған көптеген зерттеулер жүргізілуде [1,2,3]. Мұнай өндірудің жанама өнімі болып табылатын бұрғылау шламын зерттеу, оны залалсыздандыру әдістері мен құрылыс керамикалық материалдарын өндіруде қолдану мәселелері бірқатар ғалымдардың еңбектерінде қарастырылған.

Сонымен қатар бұрғылау шламын шихта құрамындағы балшықтың белгілі бір бөлігін алмастыру үшін пайдалану керамикалық кірпіштің негізгі физика-химиялық және технологиялық қасиеттерін төмендетпейтіні дәлелденген, сондықтан мұндай кірпіш құрылыс нысандарында қолдануға жарамды [4].

Бұрғылау шламдарының минералогиялық және элементтік құрамын, сондай-ақ уыттылығын зерттеу бойынша А.А. Климова, Е.Г. Язикова және И.Р. Шайхиева еңбектері белгілі [5]. Зерттеу нәтижесінде шлам құрамының басым бөлігін кварц пен калий-натрийлі дала шпаты құрайтыны анықталды. Сазды бөлігі каолинит, иллит және вермикулит минералдарымен ұсынылған. Сонымен қатар, I–III кластарға жататын элементтердің жоғары концентрациясы тіркелгенімен, жиынтық ластану көрсеткіші төмен немесе орташа деңгейде екені анықталды. Fe, Pb, Zn, Ba, Cu және Ti элементтерінің минералдық фазалары табылып, зерттелген шламның аз қауіпті, іс жүзінде қауіпсіз қалдықтарға жататыны дәлелденді.

Пермь ұлттық зерттеу политехникалық университетінің ғалымдары М.В.

Зильберман, Е.А. Пичугин, М.В. Черепанов және басқалар бұрғылау шламын құрылыс материалдарына айналдыру арқылы залалсыздандырудың тиімді әдісін әзірледі [6,7]. Бұл әдіс шламды термиялық өңдеуді және одан қиыршық тас, ұсақ тас, керамзит сияқты материалдар алуды қамтиды. Нәтижесінде шламды қауіпсіздендірумен қатар, жоғары берікті тығыз немесе кеуекті құрылыс материалдарын өндіру мүмкіндігі туындайды.

Орынбор мемлекеттік университеті ғалымдары В.А. Гурьева, В.В. Дубинецкий және К.М. Вдовин керамикалық кірпішке арналған шихтаның жаңа құрамын әзірледі [8,9]. Олардың зерттеулері Орынбор облысының мұнай бұрғылау шламын, әсіресе Башқұрт горизонтының 2100–2200 м және Паший горизонтының 3700–3850 м тереңдігінен алынған шламды кәдеге жаратуға бағытталған. Эксперимент барысында оңтайлы шихта құрамы анықталды: оңай балкитын саз – 67–50 %, СаО мөлшері 21,28 % болатын бұрғылау шламы – 30–45 %, шыны сынықтары – 3–5 %. Мұндай құрам беріктікті арттырып, су сіңіруді томендететіні көрсетілді.

Келесі зерттеулерде Морозов кен орнының бұрғылау қалдықтарын керамикалық материалдар, әсіресе кірпіш өндіру үшін тиімді шикізат ретінде қолдану мүмкіндігі дәлелденген [10]. Химиялық және фазалық талдаулар шлам құрамында көп мөлшерде кремнезем мен глинозем бар екенін көрсетті. Бұдан бөлек, қалдықтың пластикалығы мен төмен ылғалдылығы оны ұзақ кептіруді қажет етпей пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл әдіс экологиялық мәселелерді азайтып қана қоймай, құрылыс саласында ресурстарды тиімді пайдалануға ықпал етеді.

Авторлар өз зерттеулерінде [11] «саз – бұрғылау шламы – әйнек сынығы» үш компонентті шихта жүйесін күйдіру режімімен бірге оңтайландыру арқылы тиімді құрамдарды анықтаған.

Келесі еңбекте авторлар минералды және бұрғылау саз шлактарын, сондай-ақ байланыстырғыштар мен өнеркәсіптік қалдықтарды пайдалана отырып, ұнтақталған силикатты композит өндіру мүмкіндігін зерттеген [12]. Бұл зерттеу тұрақты дамуға бағытталған. Бұрғылау ерітіндісі, ЖЭС күлі және электртермофосфор шлақы құрылыс материалдарын жасауға жарамды екені анықталып, олардың қысуға беріктігі 3,0–3,5 МПа жететіні дәлелденді. Оңтайлы компоненттік қатынастар материалдық шығындарды 10–30% азайтуға мүмкіндік беретіні көрсетілді. Сонымен бірге, Қазақстанда өндірістік қалдықтардың 40 %-ына дейінін құрылыс материалдарына қайта өңдей алатын саланы қалыптастырудың мүмкіндігі дәлелденді. Бұл елдегі қалдықтарды кәдеге жарату және ресурс тапшылығын азайту мәселелерін шешуге септігін тигізеді.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Шикізат материалдары. Жұмысқа Атырау мұнай кен орнының бұрғылау саз шламы пайдаланылды. Негізгі қасиеттерге жоғары отқа төзімділік және өрт кезінде тығыз құрылымдарды қалыптастыру мүмкіндігі жатады.

Бұрғылау саз шламы – мұнай, газ немесе басқа пайдалы қазбаларға арналған ұңғымаларды бұрғылау кезінде түзілетін сулы суспензия. Бұл ұңғыманың қабырғаларынан шығып, бұрғылау кезінде ұсақталған су мен қатты бөлшектердің қоспасы.

Саз және бұрғылау саз шламдары әртүрлі пропорцияда (жалпы массаның 0%, 40%, 50% және 60%) араласқан. Қоспа біртекті масса алынғанша суды қосу арқылы дайындалды (1-кесте).

1 кесте - Бұрғылау саз шламын қолданып керамикалық кірпішті дайындауға арналған Пропорциялар

№	Құрамы (жалпы массаның)	Саз	Қалдық (бұрғылау саз шламы)	Су
---	----------------------------	-----	--------------------------------	----

	0%)			
1	Шлам 0%	720	-	150 гр
2	Шлам 40%	432	288	150 гр
3	Шлам 50%	360	360	150 гр
4	Шлам 60%	288	432	150 гр

Үлгілер диаметрі 75 мм және биіктігі 75 мм болатын цилиндрлік қалыптар түрінде қалыпталды. Қалыптау гидравликалық прессте 5 кН қысымда жүргізілді. Зерттелген нәтижелер 1-суретте көрсетілген.



1 сурет - Үлгілерді дайындау

Кептіру 105°C температурада 24 сағат бойы жүргізілді. Күйдіру 1000- 1200°C температурада 6 сағат бойы бірте-бірте салқындатумен жүргізілді.

Дайындалған үлгілердің беріктігі PGM-500MG4A гидравликалық прессте тексерілді. Барлық сынақтар ГОСТ [9] талаптарына сәйкес орындалды. Қысу беріктігі бойынша ең жоғары нәтиже 4-ші құрамда байқалды (2-кесте).

Сканерлеуші электрондық микроскоп (SEM). Зерттеу TM4000Plus (Hitachi) электрондық микроскопы арқылы жүргізіліп, материалдың фазалық таралуы, кеуектілігі және микроқұрылымы анықталды. Бұрғылау саз шламын енгізу нәтижесінде кеуектілігі төмендеу әрі тығыздық құрылымның қалыптасатыны, бұл өз кезегінде материалдың механикалық қасиеттерін жақсартатыны белгілі болды.

Энергетикалық дисперсиялық спектроскопия (EDS). EDS талдауы бұрғылау саз шламдарына тән Si, Fe, Ca және Al сияқты негізгі элементтердің бар екенін көрсетті. Бұл элементтердің күйдіру процесінде белсенді химиялық реакцияларға қатысатынын және

кірпіштің қасиеттерін жақсартуға ықпал ететінін дәлелдейді. Сонымен қатар, химиялық құрамдағы жергілікті өзгерістер бұрғылау саз шламдарының керамикалық қоспаның өзге компоненттерімен әрекеттесетінін көрсетеді, бұл фазалық құрамның қалыптасуына әсер етеді.

**Нәтижелер және оларды талқылау.** *Физикалық және механикалық қасиеттері.*

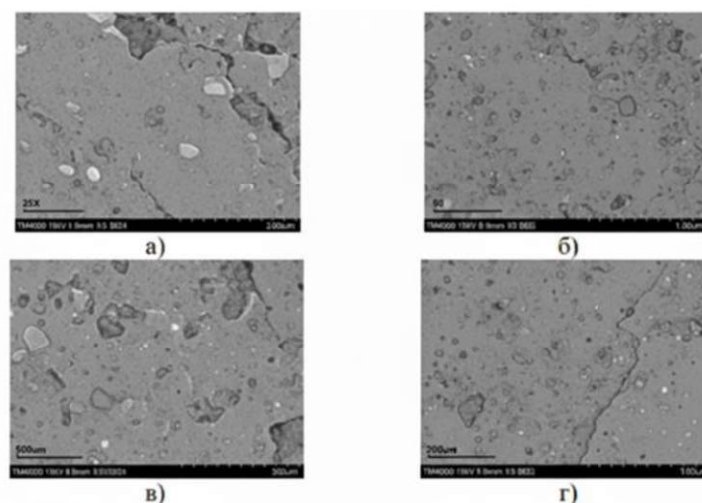
Зерттеу нәтижелері керамикалық кірпіштің құрамына бұрғылау саз шламын қосу оның физика-механикалық қасиеттеріне оң әсер ететінін көрсетеді. Бұрғылау саз шламының мөлшерінің ұлғаюымен сығымдалу беріктігі 9,80 МПа (шламсыз құрам) 14,8 МПа (шлам мөлшері 60%) дейін артады. Бұл бұрғылау саз шламын кеуектерді толтыру және жоғары температурада күйдіру кезінде жаңа фазалардың пайда болуына байланысты материалдың неғұрлым тығыз құрылымын қалыптастыруға қатысады.

Сонымен қатар, кірпіштің маркасының М75-тен М125-ге дейін 40-60% бұрғылау саз шламын қосу арқылы өзгеруі материал сапасының жоғарылауын көрсетеді, бұл оның құрылыста, соның ішінде көп жүктелген құрылымдарда пайдалану мүмкіндігін кеңейтеді (2-кесте).

2 кесте - Қысуға беріктігін тексеру нәтижелері

№	Құрамы (жалпы массаның 0%)	Қысуға беріктігі	Кірпіш маркасы
1	Шлам 0%	9,80 МПа	М75
2	Шлам 40%	13,4 МПа	М125
3	Шлам 50%	14,2 МПа	М125
4	Шлам 60%	14,8 МПа	М125

Сканерлеуші электронды микроскоп (SEM), Энергетикалық дисперсиялық спектроскопия (EDS). Әртүрлі үлкейтудегі 2-суреттегі кірпіштің микросуреті материалдың құрылымын зерттеуге мүмкіндік береді.



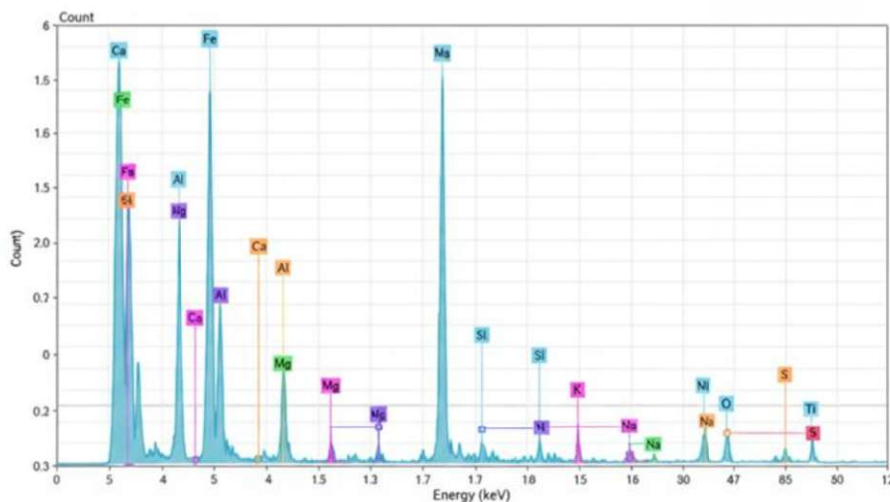
2 сурет - TM4000Plus микроскопының (Hitachi) көмегімен кірпіш бетінің микросуреті: а) 25x үлкейтетін электронды микроскоп; б) 50x үлкейтетін; г) 200x үлкейтетін; в) 300x үлкейтетін

3 кесте - Бұрғылау саз шламы негізіндегі кірпіштің элементтік құрамы

Na	Mg	Al	Si	S	K	Ca	Ti	Fe	Cl	п.п. п.	Σ
1,08	2,25	14,5 5	51,1 1	0,91	4,42	12,1 2	0,84	6,06	0,59	13,6	10 0, 0

Бұрғылау саз шламы негізіндегі кірпіштердің химиялық құрамы 3-кестеде көрсетілген. Зерттеу нәтижелері бойынша шламнан өндірілген кірпіштің құрамында басым түрде кремний оксиді ( $\text{SiO}_2$  – 51,11%) және алюминий оксиді ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 14,55%) кездеседі. Бұл екі компонент балшық матрицасының қаңқалық негізін түзеді және материалдың беріктігі мен термиялық тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Кремний мен алюминийдің жоғары мөлшері кальций оксидімен әрекеттесе отырып, беріктігі жоғары кальций силикаттарының түзілуіне жағдай жасайды, бұл өз кезегінде кірпіштің кеуектілігін төмендетіп, тығыздығын арттырады.

Жалпы алғанда, бұрғылау саз шламы негізіндегі кірпіштің химиялық құрамы оның құрылымдық тұтастығын қамтамасыз ететін оптималды минералдық балансқа ие екенін көрсетеді. Кремний, алюминий және кальций оксидтерінің жоғары мөлшері беріктік пен тығыздықтың қалыптасуына ықпал етсе, флюстер ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ) күйдіру процесінің энергетикалық тиімділігін арттырады. Осылайша, шлам негізіндегі кірпіштер құрылыс индустриясында қолдануға қажетті физика-механикалық қасиеттерге ие.



3 сурет - Кірпіш композициядағы элементтердің EDS таралу спектрі

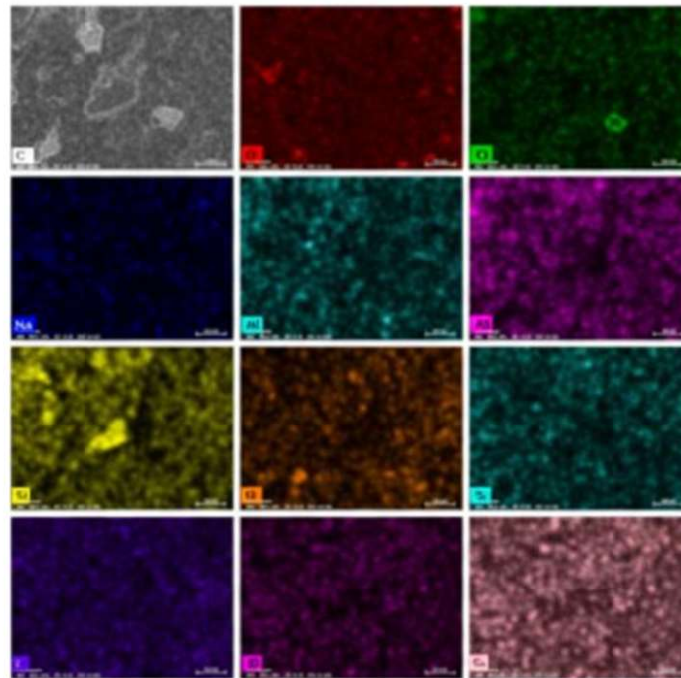
4 кесте - Бұрғылау саз шламы негізіндегі кірпіштің оксидтік құрамы

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{R}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	$\text{TiO}_2$
47,686	13,575	4,282	5,654	2,099	5,131	0,849	0,784
Cl	C	H	N	O	ППП	Σк	
0,55	5,571	0,275	0,201	0,553	12,789	100	

Кірпіш құрамындағы кальций оксидінің ( $\text{CaO}$  – 4,282%) айтарлықтай мөлшері

шлам материалының минералдық фазаларының қалыптасуына белсенді әсер етеді. CaO мен SiO<sub>2</sub> арасындағы реакциялар нәтижесінде төмен кеуектілігімен және жоғары беріктігімен сипатталатын гидравликалық байланысушы фазалар түзіледі.

Темір оксидтерінің (FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) жалпы үлесі 5,654% құрайды. Темір флюс рөлін атқарып, материалдың агломерациялық температурасын төмендетеді және күйдіру процесінің тиімділігін арттырады. Дегенмен, темірдің шамадан тыс мөлшері материалдың артық балқуына әкеліп, құрылымдық беріктікті төмендететіндігі белгілі. Зерттелген үлгідегі темір мөлшері оңтайлы шекке (шамамен 5–6%) сәйкес келеді, бұл оның материал қасиетіне жақсы әсер етеді.



4 сурет - Кірпіш композициядағы элементтердің таралу карталары (C, O, Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Fe).

**Қорытынды.** Керамикалық кірпіштің құрамына бұрғылау саз шламы қосылуы оның физикалық-механикалық қасиеттеріне оң әсер етеді, шлам мөлшері үлгінің жалпы массасының 60% құрайды, сығымдалу беріктігі 14,8 МПа болды, бұл М125 кірпішіне сәйкес келеді; Осылайша, бұрғылау саз шламын, мұнай өндіру кезінде бөлінетін қалдықтарды қайта өңдеу және керамикалық қабырға материалдарының қасиеттерін жақсарту үшін тиімді компонент ретінде қарастыруға болады.

SEM және EDS әдістері арқылы жүргізілген зерттеулер бұрғылау саз шламының керамикалық кірпіштің микроқұрылымы мен химиялық құрамына тигізетін ықпалын тереңірек ашуға мүмкіндік берді, бұл материал құрамын және оны өндіру технологиясын жетілдіруде маңызды рөл атқарады. Үлгі беті біртекті емес, айқын байқалатын кеуекті аймақтарымен сипатталады. Шлам мөлшері артқан сайын микроқұрылымның тығыздығы жоғарылай түседі, бұл кеуектердің толуымен және фазалар арасындағы байланыстардың күшеюімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, бөлшектердің өлшемі үлкейту деңгейіне байланысты бірнеше микрометрден бастап жүздеген микрометрге дейін өзгеріп отырады.

## ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 368с.
2. Woolley, G.R., Goumans, J., Wainwright P.J.(ed.). Waste materials in construction: Science and engineering of recycling for environmental protection. – Amsterdam: Elsevier, 2000. – 1064 p.
3. Романова, И.П. Использование отходов металлургической промышленности в строительной индустрии как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности [Текст] / И.П. Романова, О.Б. Бегунов // Территория науки. – 2016. – №2. – С.53-57
4. V.S. Romanyuk, L.V. Klimova, V.M. Kurdashov, A.I. Izvarin, V.S. Yatsenko. Prospects for the Use of Painted Ceramic Facing Materials Using Man-Made Waste/ V.S. Romanyuk, L.V. Klimova, V.M. Kurdashov, A.I. Izvarin, V.S. Yatsenko // Lecture Notes in Civil Engineering. – 2022.
5. Зильберман М.В., Пичугин Е.А., Черепанов М.В., Шен-фельд Б.Е., Козлова Г.А. Свойства буровых шламов и возможные направления их утилизации[Текст]/ Зильберман М.В., Пичугин Е.А., Черепанов М.В., Шен-фельд Б.Е., Козлова Г.А. // Башкирский экологический вестник. 2013, № 2 (35), стр. 10-14.
6. Пичугин, Е.А. Технология утилизации буровых шламов с получением экологически чистого дорожно-строительного материала[Текст]/ Пичугин, Е.А. // Молодой ученый. 2013, № 9 (56), стр. 124-126.
7. Гурьева, В.А., Бутримова Н.В., Дорошин А.В., Дубинецкий В.В., Вдовин К.М. Эколого-экономический эффект применения нефтешламов при производстве керамического кирпича/ Гурьева, В.А., Бутримова Н.В., Дорошин А.В., Дубинецкий В.В., Вдовин К.М. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. –№11. С. 50–52.
8. Дубинецкий, В.В., Вдовин К.М., Бутримова Н.В. Синтез модифицированного керамического материала на базе кальцийсодержащего техногенного сырья [Текст]/ Дубинецкий, В.В., Вдовин К.М., Бутримова Н.В.// Промышленное и гражданское строительство. – 2017. –№11. – С. 66–71.
9. Межгосударственный стандарт ГОСТ 530-2018. Кирпич и керамический камень. Основные характеристики. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации[Текст] (МГС). – М.: Стандартинформ, 2018.
10. L.V. Klimova, V.A. Smoliy, V.S. Romanyuk. The use of drilling waste in the production of ceramic building materials [Текст]/ L.V. Klimova, V.A. Smoliy, V.S. Romanyuk.// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. Vol. 1061.
11. Дубинецкий В.В., Гурьева В.А., Вдовин К.М. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики[Текст]/Дубинецкий В.В., Гурьева В.А., Вдовин К.М. // Строительные материалы, 2015, №4, С. 75-76.
12. S,Auyesbek, B.Sarsenbayev, V.Lesovik ,O.Kolesniko\*,M. Begentayev, E.Kuldeyev\*,A.Kolesnikov, B. Tulaganov ,G.Sauganova, Z. Zhumayev . Studies on the Production of a Ground Silicate Composite Based on a Mineral Slag Binder with the Disposal of Industrial Waste[Текст]/S,Auyesbek, B.Sarsenbayev, V.Lesovik ,O.Kolesniko\*,M. Begentayev ,E.Kuldeyev\*,A.Kolesnikov, B. Tulaganov ,G.Sauganova, Z. Zhumayev// J. Compos. Sci. 2025, 9(5), 225; <https://doi.org/10.3390/jcs9050225>

## REFERENCES

1. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L. Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennostih: uchebnoe posobie. [Building materials from industrial waste: a tutorial.]. Rostov-na-Donu: Feniks, (2007): – 368 s. – (In Rus)
2. Woolley G.R., Goumans J., Wainwright P.J. (ed.). Waste materials in construction: Science and engineering of recycling for environmental protection. – Amsterdam: Elsevier, (2000): – 1064 p.
3. Romanova I.P., Begunov O.B. Ispol'zovanie othodov metallurgicheskoy promyshlennosti v stroitel'noj industrii kak sposob sberezheniya prirodnyh resursov i snizheniya ekologicheskoy napryazhennosti. [Use of metallurgical industry waste in the construction industry as a way to save natural resources and reduce environmental stress // Territory of Science.]. (2016): – №2. – S. 53–57. – (In Rus)
4. Romanyuk V.S., Klimova L.V., Kurdashov V.M., Izvarin A.I., Yatsenko V.S. Prospects for the Use of Painted Ceramic Facing Materials Using Man-Made Waste // Lecture Notes in Civil Engineering, (2022).
5. Zil'berman M.V., Pichugin E.A., Cherepanov M.V., Shenfel'd B.E., Kozlova G.A. Svoystva burovyyh shlamov i vozmozhnye napravleniya ih utilizacii. [Properties of drilling sludges and possible directions for their disposal // Bashkir Environmental Bulletin.]. (2013): – № 2 (35). – S. 10–14. – (In Rus)
6. Pichugin E.A. Tekhnologiya utilizacii burovyyh shlamov s polucheniem ekologicheskoi chistogo dorozhno-stroitel'nogo materiala. [Technology of drilling sludge disposal with obtaining environmentally friendly road construction material // Young Scientist.]. (2013): – № 9 (56). – S. 124–126. – (In Rus)
7. Gur'eva V.A., Butrimova N.V., Doroshin A.V., Dubineckij V.V., Vdovin K.M. Ekologo-ekonomicheskij effekt primeneniya nefteshlamov pri proizvodstve keramicheskogo kirpicha. [Ecological and economic effect of using oil sludge in the production of ceramic bricks // International Research Journal.]. (2016): – №11. – S. 50–52. – (In Rus)
8. Dubineckij V.V., Vdovin K.M., Butrimova N.V. Sintez modifitsirovannogo keramicheskogo materiala na baze kal'cij sodержashchego tekhnogenogo syr'ya. [Synthesis of modified ceramic material based on calcium-containing technogenic raw materials // Industrial and Civil Engineering.]. (2017): – №11. – S. 66–71. – (In Rus)
9. GOST 530-2018. Kirpich i keramicheskij kamen'. Osnovnye harakteristiki. [Brick and ceramic stone. General specifications.]. M.: Standartinform, (2018): – (In Rus)
10. Klimova L.V., Smolij V.A., Romanyuk V.S. The use of drilling waste in the production of ceramic building materials // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, (2022). – Vol. 1061.
11. Dubineckij V.V., Gur'eva V.A., Vdovin K.M. Burovoj shlam v proizvodstve izdelij stroitel'noj keramiki. [Drilling sludge in the production of structural ceramic products // Stroitel'nye Materialy.]. (2015): – №4. – S. 75–76. – (In Rus)
12. Auyesbek S., Sarsenbayev B., Lesovik V., Kolesnikov O., Begentayev M., Kuldeyev E., Kolesnikov A., Tulaganov B., Sauganova G., Zhumayev Z. Studies on the Production of a Ground Silicate Composite Based on a Mineral Slag Binder with the Disposal of Industrial Waste // J. Compos. Sci., (2025). – 9(5), 225. DOI: 10.3390/jcs9050225