

Шакешев Б.Т., техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, **негізгі автор**, <https://orcid.org/0000-000107470-9221>

«Батыс Қазақстан инновациялық технологиялық университеті», Н. Назарбаева, 208, 090009, Қазақстан Республикасы, bekshakeshev@mail.ru

Досов К. Ж., магистр, аға оқытушы, <https://orcid.org/0000-0003-3198-2150>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, cargau_68@mail.ru

Монтаев С. А., техника ғылымдарының докторы, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>
«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, montaevs@mail.ru

Бакушев А. А., техника ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., <https://orcid.org/0009-0002-8267-027X>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, bakushev_68@mail.ru

Shakeshev B.T., candidate of technical sciences, associate professor, **the main author**, <https://orcid.org/0000-000107470-9221>

West Kazakhstan Innovation Technological University, N. Nazarbayeva-208 090009, Republic of Kazakhstan, bekshakeshev@mail.ru

Dosov K. Zh., Master of technical sciences, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0003-3198-2150>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, cargau_68@mail.ru

Montayev S. A., doctor of technical sciences, professor, <https://orcid.org/0000-0001-5072-8989>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, montaevs@mail.ru

Bakushev A. A., candidate of technical sciences, m.a., <https://orcid.org/0009-0002-8267-027X>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bakushev_68@mail.ru

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН АЙМАҒЫНЫҢ САЗДЫ ЖЫНЫСТАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ
КЕРАМИКАЛЫҚ ЖАСАНДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАР ТЕХНОЛОГИЯСЫ
TECHNOLOGY OF CERAMIC ARTIFICIAL FILLERS BASED ON CLAY ROCKS
OF WEST KAZAKHSTAN REGION**

ТҮЙІН

Мақалада шөгінді жыныс сары саздақтармен өнеркәсіптік қалдық металлургия қожымен («Қарағанды металлургия зауыты» АҚ, «Алселор Миттал Теміртау» АҚ.) массалық композиция жасау арқылы жасанды керамикалық толтырғыш алудың технологиясының ғылыми-эксперименттік нәтижелері қарастырылды. Батыс Қазақстан және Атырау облыстарындағы қоры мол сары саздақтардың физика-механикалық қасиеттерін және химиялық-минералогиялық құрамын зерттеу нәтижелерінің қорытысында аталған саз жынысын түйіршікті жентектелген керамикалық толтырғыштың негізгі шикізаты ретінде ұтымды пайдалануға болатыны нақтыланды. Зерттеулер көрсеткендей, керамикалық массаның құрамындағы техногендік қалдықтардың мөлшері артқан сайын толтырғыштардың сығылысқа беріктігі, су сіңіргіштігі, жылу өткізбеу қасиеттері жоғарылап, үлгілердің төгілмелі және шынайы тығыздығы төмендегені байқалды, бұл өзгеріс керамикалық массаның құрамындағы сары саздақ мөлшерін домна қожымен оптималды мөлшерде алмастыру нәтижесінде байқалады, себебі қождың табиғи сазға қарағанда меншікті салмағы жеңіл. Алынған толтырғыштың үйінді тығыздығының 15%-ға дейін төмендеуі, керамикалық композиция массасында, сары саздақтан гөрі үйінді тығыздығы жеңіл болатын металлургия қожын араластырылу болып табылды. Күйдіру процесінде жанбай қалған қож түйіршіктерінің қайта жануы нәтижесінде микрокеуекті құрылымы бар агломерацияланған керамикалық материал түзіледі. Зерттеу жұмысының ерекшелігі болып қолданылатын шикізаттың республикамыздың барлық аймақтарында қол жетімділігі. Жасанды керамикалық толтырғыш өндірудің технологиясы екі вариантта жасалануы қарастырылады. Бірінші вариантта керамикалық толтырғышты өндірудің саз жыныстарын қоспасыз өңдеу арқылы болса, екінші вариантта өнеркәсіптер қалдықтары, металлургиялық қож, жылу беру орталықтарының күлдері тәрізді модифицирлеуші қоспалар

арқылы жүзеге асырылады. Жасанды керамикалық толтырғыш өндірісі энерготімді, өзіндік құнын, материал сыйымдылығын төмендетін, дайын өнімнің спасын және қоршаған ортаның тазалығын арттыратын өзекті тапсырмаларды орындауда инновациялық шешім болып табылады.

ANNOTATION

The article tells that sedimentary rocks with yellow loams and slag of industrial residual metallurgy (Karaganda Metallurgical Plant JSC. JSC "Alcelor Mittal Temirtau."), the scientific and experimental results of the technology for producing artificial ceramic arch filler for creating a mass composition were considered. As a result of the study of the physical and mechanical properties and chemical and mineralogical composition of yellow loams with abundant reserves in the West Kazakhstan and Atyrau regions, it was clarified that this clay rock can be rationally used as the main raw material of granulated sintered ceramic filler. Studies show that as the content of technogenic waste in the ceramic mass increases, there is an increase in the strength, water absorption, thermal insulation properties of fillers, a decrease in spill and true density of samples, this change is observed as a result of optimal replacement of the content of yellow clay in the ceramic mass with a blast furnace host because slag has a lighter specific gravity than natural clay. Reduction of density of dump of obtained filler to 15% was the mixing in masses of ceramic composition of metallurgical slag with lighter density of dump than yellow clay. Re-burning of incombustible slag pellets in the firing process produces an agglomerated ceramic material with a microporous structure. A feature of the research work is the availability of raw materials used in all regions of the republic. The technology for the production of artificial ceramic fillers is provided in two versions. In the first version, production of ceramic filling is carried out by mixing-free treatment of clay rocks, in the second version - by modifying mixtures, such as industrial wastes, metallurgical slag, ash of thermal centers. The production of artificial ceramic fillers is an innovative solution in the implementation of urgent tasks that reduce energy efficiency, cost, material consumption, improve the quality of finished products and the purity of the environment

Түйін сөздер: саз, саздақ, қож. керамикалық толтырғыш, күйдіру процесі, техногенді қалдық, беріктік.

Key words: clay, clay, slag, ceramic filler: roasting process, technogenic waste, strength.

Кіріспе. Қазақстан Республикасында азаматтық тұрғын үй және қоғамдық ғимараттар, өнеркәсіптік, жол салу, ауыл шаруашылығы саласындағы құрылыс жұмыстарының қарқыны жылдар өткен сайын арта түсуде.

Осы жаһандық мемлекеттік тапсырмаларды сәтті іске асыру үшін құрылыс индустриясында жаңа тиімді құрылыс материалдарымен қамтамасыз етудің ғылыми-инновациялық қадам жасау керектігі талап етіледі. Бүкіл әлемде құрылыс нысандарында, жол конструкцияларындағы балласт ретінде, сондай-ақ ерекше мақсаттағы арнайы нысандарды (көпірлер, гидротехникалық құрылыстар, және т.б.) салу кезінде, сонымен қатар бетон, темірбетон, асфальтбетон өндірісінде, конструктивтік элементтердің бірі боп ірі және ұсақ толтырғыштардың неғұрлым көп үлесте болатыны мәлім [1-3].

Тұтастай алғанда, автомобиль және темір жол конструкцияларын қоса алғанда, жоғарыда аталған бұйымдар мен конструкциялардың құрамындағы ірі және ұсақ толтырғыштардың үлесі 60-75% -ды құрайды. Алайда еліміздің кең ауқымды аумағында ірі және ұсақ толтырғыштарды өндіру үшін жарамды тау жыныстарының кен орындары, өндіріске ыңғайлы біркелкі орналаспаған.

Құрылыс саласындағы өзекті бағыттардың бірі сапалы автожолдар мен жаяу жүргіншілерге сәнді тиімді тротуар салу болып табылады. Бүгінгі таңда жол төсемінің құрамдас бөліктерінің бірі табиғи малтатастар болып табылады [4].

Табиғи малта тас еліміздің барлық аймақтарында қол жетімді емес. Мысалы, бүкіл Батыс Қазақстанды Ақтөбе облысының табиғи малтатас кен орындары қамтамасыз етеді. Алайда, егер Ақтөбеден басқа өңірлерге дейінгі қашықтықты ескеретін болсақ, онда көлік тасымалдарының шығындарына байланысты мұндай малта тастың құны айтарлықтай жоғары екені айдан анық. Осыған байланысты жасанды малта тасты өндіру үшін басқа шикізатқа ізденіс жасалынуы керек.

Мұндай материалдарға сазды жыныстарды өңдеу негізінде алынатын керамикалық жасанды толтырғыш материалы жатады [5-9].

Әлем бойынша ғалымдар жол төсемінде де, бетондарда да қолданылатын толтырғыштарды өндіру саласында әртүрлі шикізаттарға зерттеулер жүргізумен мәселенің шешімін табуға атсалысуда. Бұл бағытта жан-жақты және кеңінен жасалған ғалымдардың көптеген зерттеулері бар [10, 14, 15].

Табиғи тас материалдары жоқ аймақтарда малта тасты өндіру үшін әртүрлі тау жыныстарын пайдалану мүмкіндіктері қарастырылып келеді. Мысалға, жергілікті құмдақ-қиыршық тас кен орындарының, кварциттерден және т. б. алуға болады. Құрылыстық әктастан малта тасты алудың белгілі әдісі бойынша, техникалық нәтижесінде дайын өнімнің беріктік көрсеткіштерін жоғарылату болып табылады.

Әдебиеттік және патенттік ізденуден қасиеттерінің табиғи тау жынысты малтатастан кем түспейтін, баламасын карбонатты, магмалық және т. б. тау жыныстарын қолдану арқылы жасауға болатындығын көрсетті [16,17].

Соңғы жылдары көптеген ғалымдардың зерттеулері әртүрлі өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу арқылы жасанды толтырғыштар алу технологияларын дамытуға бағытталған. Осы бағытта штелдік ғалымдар жүк көтергіш құрылымдар мен жол құрылысына арналған беріктігі жоғары керамикалық толтырғыш материалдарын зерттеді. Бұл зерттеулер жасанды толтырғыштардың сапасын жақсартуға және оларды құрылыс индустриясында кеңінен қолдануға жол ашады [18].

Отандық ғылыми-зерттеу нәтижелері көрсеткендей, керамикалық толтырғыш өндіру барысында техногендік шикізатты қолданудың ерекше маңызы бар екені. Бұл процесс ірі тонналық өндірістік қалдықтарды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, қалдықтарды залалсыздандыру және қайта өңдеу арқылы маңызды экологиялық мәселелер шешіліп, қоршаған орта жағдайы жақсарады. Сонымен қатар, алынған материал жол және қабырғалық конструкция материалдарында жарамды болып табылады. Құрылыс материалдары өндірісінде қалдықтарды қайта өңдеу және тиімді пайдалану маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Осыған байланысты, өндіріс кезінде қалдықтарды пайдалану арқылы алынатын жеңіл толтырғыштарға деген қызығушылық артып келеді. Мысалы, шетелдік зерттеушілердің еңбектерінде қождың орнына қызыл шлам қалдықтарын қолдану мүмкіндігі қарастырылған. Құрамы бойынша бұл қалдықтың құрамында 40% пайызға жуығы керамикалық элементтердің негізгі компоненттерін қамти алады [15]. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, алынған материал жоғары механикалық беріктікке және динамикалық серпімділік модулімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, зерттеулерде модифицирленген натрий хлоридін қосу арқылы алынған толтырғыштарды беріктендіру мүмкіндігі қарастырылды. Бұл материал өзінің жетілдірілген қасиеттерімен жол құрылысы үшін толтырғыш ретінде қолдануға ұсынылды.

Бұл тұрғыда табиғи қиыршықтасты жеңіл жасанды кеуекті толтырғыштармен алмастыру өте тиімді, бұл конструкция салмағын 20-50%-ға төмендетуді қамтамасыз етеді. Бұл ретте ғимараттардың ішкі жағдайында жылуды жоюы төмендейді, жылуды сақтап қалу деңгейі артып, адамдардың ғимаратта ішінде тұрғындық жағдайдағы жайлылығын арттыруға алып келеді [19-20].

Сондықтан пайдалану қасиеттерінің деңгейі жоғары әртүрлі функционалдық мақсаттағы материалдарды жасау қазіргі заманғы материалтанудың негізгі тапсырмасы болып табылады. Бұндай тапсырмалар энерготиімді материалдарды алуда жаңа технологиялық шешімдерді іске асыруға қадам жасауға мүмкіндік береді.

Зерттеу әдістері. Саздақтардың көлемдік сынамасын және олардың қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау үшін нормативтік құжаттар ретінде МемСТ 5180, МемСТ 12248, МемСТ 12536, МемСТ 22733, МемСТ 23161, МемСТ 23740, МемСТ 24143, МемСТ 26263, МемСТ 30416 қолданылды.

Металлургиялық қождың сынамалық шамасын және олардың қасиеттерін зертханалық жағдайда анықтау үшін нормативтік құжаттар ретінде «МемСТ 5578-94 Бетондарға арналған қара және түсті металдардың қожынан алынатын қиыршық тас және құм. Техникалық жағдай». және МемСТ 9758-86 (Құрылыс жұмыстарына арналған бейорганикалық кеуекті толтырғыштар. Сынамалау әдістері) қолданылды.

Зерттеуге арналған композициялық құрамы. Зерттелген жұмыстар негізінде сазды жыныстарды өңдеудің жаңа технологиялық шешімдерімен және ұтымды компоненттік құрамдары жасалынады. Эксперименттік зерттеулер келесі тәртіппен жүргізілді: алдымен кептірілген шикізат шар диірменінде ұсақталып, № 1,25 електен толық өткенге дейін өңделді. Композиция ұнтақтары дәлдік мөлшерлеу арқылы электронды таразымен өлшенді. Жасанды толтырғыш құрамына барынша жеңіл қол жетімді табиғи және техногендік шикізаттар ресурсын енгізу мақсатында үш шикізаттық композицияда зерттеу жүргізіледі, мас. % :

- бірінші шикізаттық құрам: сары саздақ-90% және қож-90-10%
- екінші шикізаттық құрам: сары саздақ -80% және домналық түйірленген қож 20% (кесте-1)
- үшінші шикізаттық құрам:- сары саздақ-70% және түйірленген қож 30%.

Зерттеу жүргізу үшін Батыс Қазақстан облысының сары саздағы(лессовидный) және «Алселор Миттал Теміртау» АҚ Қарағанды металлургия зауытының доменді түйіршіктелген қожы (Теміртау) таңдап алынды.

Кесте-1 - Композициялық құрамдардың физика-механикалық қасиеттері

№ п/п	Композиция құрамы, мас.%	Орташа тығыздығы, г/см ³	Су сіңіргіштігі, %	Цилиндрде сығылысқа беріктігі, МПа
1-құрам	Шаған кен орны саздағы– 90% Домналық қож – 10%;	1,47	3,6	5,7
2-құрам	Шаған кен орны саздағы– 80% Домналық қож – 20%;	1,51	3,3	5,98
3-құрам	Атырау обл. кен орны – 70% Домналық қож – 30%;	1,57	3,2	6,8

Саздардың химиялық құрамы мына аралықта болады (массасы бойынша): 45...80%-SiO₂; 8...28%-(Al₂O₃+TiO); 2...15%- FeO₃; 0,5...25% -CaO; 0,0...4%-MgO; 0,3...5%- R₃O. Химиялық құрамының өзгеруі саздың қасиеттерінің өзгеруіне әсер етеді. Сазды минералдарда SiO₂, байланыспаған Al₂O₃ болуы саздардың байланысу қабілетін, күйдірілген бұйымдардағы кеуектілік есептерін, беріктілігін төмендетеді.



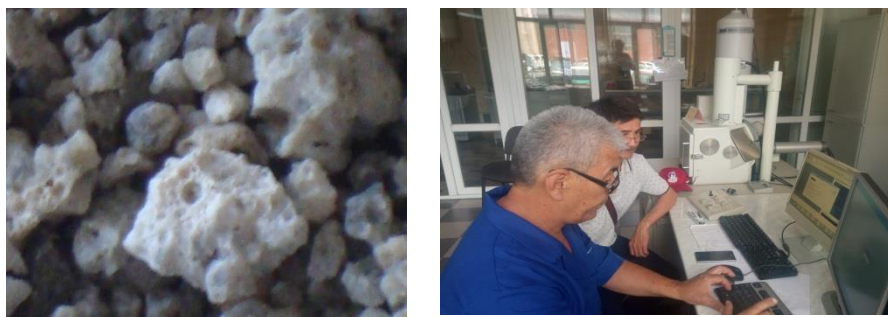
Сурет 1 - Батыс Қазақстан және Атырау облысының сары саздақ кен орындары

Зерттеу нәтижелері. Композициялық керамикалық шикізаттардың химиялық құрамының көрсеткіштері. Химиялық құрамы пайыздық көрсеткішпен төмендегідей оксидтермен көрсетілген: SiO₂ – 52,8; Al₂O₃ – 12,24; Fe₂O₃ – 5,3; CaO – 12,11; MgO – 52,1; SO₃ – 2,42; Na₂O – 3,47. Сары саздақ арасында кристалды фазалар кварц, гематит, дала шпаты, кальциттер бар болып табылды.

Доменді түйіршіктелген қождың химиялық құрамы келесі оксидтерден тұрады:

SiO – 40,62; Al₂O₃ – 16,24; Fe₂O₃ – 0,19-0,52; CaO– 42,11; FeO– 0,43; MgO– 5,33-10,39; SO₃ – 1,66; Na₂O – 0.36-1,5; KO₂ – 0,42-1,32; TiO₂ – 0,62-0,88.

Қождағы кристалды фазалардың ішінде мелилит, куспидин, волластонит бар.



Сурет 2 - Металлургиялық қождың макроқұрылымын эксперименттік зерттеу.(ИРЛИП "К и Б М) М.Әуезов атындағы ОҚМУ сынама орталығы)

Алдымен шикізаттар композициясы кептіру шкафында кептірілді. Одан әрі шар диірменінде бөлек-бөлек № 1,25 електен өткенге дейін уатылады.Шикізаттар өлшеу арқылы мөлшерленіп, құрамына су қосылды. Керамикалық массаның қалыптау ылғалдылығы құрғақ компоненттер

массасының 20-22% құрады. Керамикалық массадан диаметрі 5-10, 10-20, 20-40 мм болатын түйіршіктер жасалды. түйіршіктер кептіру шкафында 8-10% ылғалдылыққа жеткенге дейін дейін кептірілді. Әрі қарай, олар минутына 25°C жылдамдықта көтеру арқылы 1000°C температурада муфельді пеште күйдірду процесі жүргізілді. (Сурет-2,а)

Күйдірілген үлгілер ашық қызыл түсті және беті кедір-бұдырлы жентектелген өнім болып табылады. (Сурет-2,б)



Сурет 3 - 1000°C температурада муфельді пеште күйдірду процесі

- а) үлгілерді жентектеу процесі (ИТИ зертханасы)
- б) жентектелген түйіршік үлгілері.

Алынған толтырғыштың әмбебаптылығы болып, ұсынылып отырған материал өте ерекше қасиеттерімен, жеңілділігімен, беріктілігімен және жылуоқшаулағыштығымен сипатталады. Сондықтанда жасанды толтырғышты жылуоқшаулағыш құрылымдық бетондарда жеңіл толтырғыш ретінде және төгілмелі жылу реттеуші материал ретінде қолдануға болады. Зерттелген керамикалық толтырғыш материалы салыстырмалы төмен үйінді тығыздығымен ерекшеленеді- 700 – 900 кг/м³. (1т- 1,21,2м³), табиғи тау жынысты малтатаспен салыстырғанда - 1400-1800кг/м³ (1т-0,5-0,6м³). Осы ерекшеліктерімен керамикалық толтырғышты жол және қабырғалық жеңіл бетон блоктарын шығару құрылыстарында қолдану рентабельді.

Сары саздақ және қож композициясындағы керамикалық толтырғыштың жылуөткізгіштік 0,2-03 Вт/м×К коэффициентін көрсетеді. Бұл көрсеткіш жеңіл толтырғыш керамзиттің көрсеткіштерімен теңестіріледі.

Қорытынды. Эксперименттік жұмыстардың негізінде мынадай нәтижелер алынды: металлургия қожын массалық құрамда 30%- ға дейін көбейтумен үлгілердің орташа тығыздығы 1,47-ден 1,5 г/см²-ге дейін, цилиндрде сығылу беріктігі 5,7-ден 6,8 МПа-ға дейін ұлғайғаны байқалады. Бұдан су сіңіру көрсеткіштерінің төмендеу тенденциясы бар екенін байқатады. Үлгілердің су сіңіргіштігінің төмендеуі 3,6-дан 3,2%-ға дейін өзгеріске ұшырады. Зерттеу бойынша анықталған қасиеттердің заңдылық өзгерістері, шикізаттық композицияның жентектеу процесіне және күйдірілген түйіршіктердің кристалды структурасының құрылуының реакциялық қабілетінің жоғарылығын куәлендіреді. Сонымен қатар алынған үлгілердің бұдырлы беттері бетон және асфальтобетон құрамында жақсы адгезияда ұстасуына мүмкіндік береді. Ғылыми-эксперименттік жұмыстардың нәтижелері бойынша сары саздақ–домна пешінің түйіршіктелген металлургия қожы негізіндегі шикізаттық композицияда жентектелген жол құрылысына арналған керамикалық материалын алу мүмкіндігі анықталды. Ғылыми зерттеулердің нәтижелерін практикада іске асыру металлургиялық өнеркәсіптің домна қождары сияқты түйіршіктелген ірі тоннажды қалдықтарын керамика технологиясында қолдану мүмкіндігін туындатады. Эксперимент нәтижелері Қазақстанның табиғи және техногендік ресурстарын қайта өңдеу арқылы, жол және ғимараттар салу құрылысында қабырғалық конструкцияға арналған жеңіл жылуоқшаулағыш керамикалық материалын өндірудің ресурстық- және энергия үнемдейтін технологиясын жасауға негіз болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Монтаев, С.А. Стеновая керамика на основе композиций техногенного и природного сырья Казахстана [Текст] / С.А. Монтаев, Ж.Т. Сулейменов. - А.: Ғылым, 2006. – 107 с.

2 Сабитова, Р.Р. Сушка, обжиг, плавление в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов : учебное пособие / Р.Р. Сабитова, Л.Б. Исаева. — Казань : КНИТУ, 2015. - 80 с.

3 Семеновых, М.А. Строительная керамика с анортитовой фазой на основе легкоплавких глин и техногенного непластичного сырья : монография [Текст] / М.А. Семеновых, Н.К. Скрипникова, В.В. Шеховцов. — Томск : ТГАСУ, 2024. - 124 с.

4 S. Montayev, V. Omarov, R. Ristavletov, K. Dosov, N. Montayeva, K. Dosaliev. Sintering and crystallization intensifiers for production of ceramic paving blocks by vibropressing technology, *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 2023. <https://doi.org/10.3311/PPci.21818>.

5 Хамит, А.Н. Исследование возможности использования золы тэц в производстве обжигового зольного гравия [Текст] / А.Н. Хамит, С.С. Удербает, К. Байтасов, Г.Б. Ибраимбаева, Ш.М. Култаева // *QazBSQA Хабаршысы. Құрылыс.* – 2024. - №3 (93). – 152-159 б.

6 Абдрахимов, В.З. Повышение экологической безопасности за счет использования межсланцевой глины и электросталеплавильного шлака в производстве керамического кирпича [Текст] / В.З. Абдрахимов // *Энергосбережение и водоподготовка.* - 2018. - № 6. - С. 47-51.

7 Абрамов, А.К. Производство заполнителей для легких бетонов из отходов углеобогащения [Текст] / А.К. Абрамов, В.И. Ефимов // *Журнал Известия Тульского государственного университета. Науки о земле, Строительство. Архитектура.* - 2013. Вып.2. - С. 95-101.

8 Горин, В.М. Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства [Текст] / В.М. Горин, С.А. Токарева, М.К. Кабанова // *Строительные материалы.* - 2010. - №1. - С. 9-11.

9 Денисов, Д.Ю. Использование отходов флотации углеобогащения в производстве керамзита [Текст] / Д.Ю. Денисов, И.В. Ковков, В.З. Абдрахимов // *Башкирский химический журнал.* - 2008. - № 2 (15). - С. 18-22.

10 Dong Zoua, Minghui Qiu, Xianfu Chena, Enrico Driolib, Yiqun Fana. One step co-sintering process for low-cost fly ash based ceramicmicrofiltration membrane in oil-in-water emulsion treatment. *Separation and Purification Technology.* Volume 210, 8 February 2019, 511-520.

11 Кирпичникова, И.М. Анализ формирования большой и малой электрогенерации на Южном Урале // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования.* - № 12 (2). 2020. – С. 89-96.

12 Макаров, Н.А., Влияние модифицированных добавок эвтектического состава на структуру и свойства оксидной керамики [Текст] / Н.А. Макаров, Д.А. Антонов, Д.М. Ткаленко, Е.С. Савелев // *Техника и технология силикатов.* - 2018. - №4 . – С. 2-8.

13 Монтаев, С.А. Влияние дисперсности доменного гранулированного шлака АО «Алселор Миталл Темиртау» на физико-механические свойства керамического дорожного материала [Текст] / С.А. Монтаев, А.Б. Шингужиева, Н. С. Монтаева // *Новости науки Казахстана, научно-технический журнал.* - ISSN 1560-5655, №4(147).-2020. - С.146-153

14 Taoyong Liua,1, Changwei Lina,1, Piao Liub, Jianlei Liua, Cui Lia, Leiana, Xin Zhouc,Qifeng Yangc, Anxian Lua, Preparation and characterization of partially vitrified ceramic material. *Journal of Non-Crystalline Solids* Volume 505, 1 February 2019, 92-101.

15 Y. Deng B. Gong, Y. Chao, T. Dong, W. Yang, M. Hong c, X. Shi d, G. Wang d, Y. Jin e, Z.-G. Chen c, d, Sustainable utilization of municipal solid waste incineration fly ash forceramic bricks with eco-friendly biosafety. *Materials Today Sustainability* 1-2, 2018, 32-38.

16 Мустафин, А.В. Клинкерная керамика на основе кремнеземистого сырья и техногенных отходов / А.В. Мустафин, Г.Д. Ашмарин // *Строительные материалы.* 2006. - №1. – С. 32-33.

17 Пат. 2362749 Российская Федерация, МПК С04В 14/24. Композиция для производства пористого заполнителя / Д. Ю. Денисов, И. В. Ковков, В. З. Абдрахимов, Л. В. Журавль; заявитель и патентообладатель Самарский государственный университет; заявл. 03.12.2007; опубл. 27.07.2009, Бюл. №21.

18 Chen, W., Zhao, Z., Lou, R., Li, H., He, N. Study on self-derived products of nanometer lignin in silicon nitride ceramics during sintering process. *Results in Materials.* – 2021. - №12. – С. 115-118.

19 Шамшуров, А.В. Сырьевая смесь для получения обжиговых дорожно-строительных материалов на основе кварцевых песков и способ их изготовления [Текст] / А.В. Шамшуров, А.М. Гридчин, В.С. Лесовик, В.В. Строкова // Патент Российской Федерации № 2205810, МПК 7 С04В35/14, 35/16 на изобретение. – 2003. - №16. - С. 432-438.

20 Шаронова, О.М. Состав и направления использования летучей золы ТЭЦ-2 г. Улан-Удэ / О.М. Шаронова, Г.В. Акимочкина, Н.Н. Аншиц // *Анализ состояния и развития природной территории: минерально-сырьевой комплекс: материалы Всероссийской научно-технической конференции с международным участием.* - Улан-Удэ, 2006. - С. 99–101.

REFERENCES

- 1 Montaev, S.A. Stenovaja keramika na osnove kompozicij tehnogenog i prirodnog syr'ja Kazahstana [Tekst] / S.A. Montaev, Zh.T. Sulejmenov. - A.: Fylym, 2006. – 107 s.
- 2 Sabitova, R.R. Sushka, obzhig, plavlenie v tehnologii tugoplavkih nemetallicheskih i silikatnyh materialov: uchebnoe posobie / R.R. Sabitova, L.B. Isaeva. — Kazan': KNITU, 2015. – 80 s.
- 3 Semenovyh, M.A. Stroitel'naja keramika s anortitovoj fazoj na osnove legkoplavkih glin i tehnogenog neplastichnog syr'ja: monografija [Tekst] / M.A. Semenovyh, N.K. Skripnikova, V.V. Shehovcov. — Tomsk: TGASU, 2024. – 124 s.
- 4 S. Montayev, B. Omarov, R. Ristavletov, K. Dosov, N. Montayeva, K. Dosaliev. Sintering and crystallization intensifiers for production of ceramic paving blocks by vibropressing technology, Periodica Polytechnica Civil Engineering, 2023. <https://doi.org/10.3311/PPci.21818>.
- 5 Hamit, A.N. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovanija zoly tjec v proizvodstve obzhigovogo zol'nogo gravija [Tekst] / A.N. Hamit, S.S. Yderbaev, K. Bajtasov, G.B. Ibraimbaeva, Sh.M. Kul'taeva // QazBSQA Habarshysy. Kyrylys. – 2024. - №3 (93). – 152-159 b.
- 6 Abdrahimov, V.Z. Povyshenie jekologicheskoy bezopasnosti za schet ispol'zovanija mezhslancevoj gliny i jelektrostaleplavil'nogo shlaka v proizvodstve keramicheskogo kirpicha [Tekst] / V.Z. Abdrahimov // Jenergosberezenie i vodopodgotovka. - 2018. - № 6. - S. 47-51.
- 7 Abramov, A.K. Proizvodstvo zapolnitelej dlja legkih betonov iz othodov ugleobogashhenija [Tekst] / A.K. Abramov, V.I. Efimov // Zhurnal Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o zemle, Stroitel'stvo. Arhitektura. - 2013. Vyp.2. - S. 95-101.
- 8 Gorin, V.M. Vysokoprochnyj keramzit i keramdor dlja nesushhih konstrukcij i dorozhnogo stroitel'stva [Tekst] / V.M. Gorin, S.A. Tokareva, M.K. Kabanova // Stroitel'nye materialy. - 2010. - №1. - S. 9-11.
- 9 Denisov, D.Ju. Ispol'zovanie othodov flotacii ugleobogashhenija v proizvodstve keramzita [Tekst] / D.Ju. Denisov, I.V. Kovkov, V.Z. Abdrahimov // Bashkirskij himicheskij zhurnal. - 2008. - № 2 (15). - S. 18-22.
- 10 Dong Zoua, Minghui Qiu, Xianfu Chena, Enrico Driolib, Yiqun Fana. One step co-sintering process for low-cost fly ash based ceramicmicrofiltration membrane in oil-in-water emulsion treatment. Separation and Purification Technology. Volume 210, 8 February 2019, 511-520.
- 11 Kirpichnikova, I.M. Analiz formirovanija bol'shoj i maloj jelektrogeneracii na Juzhnom Urale // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Inženernye issledovanija. - № 12 (2). 2020. – S. 89-96.
- 12 Makarov, N.A., Vlijanie modifitsirovannyh dobavok jevtekticheskogo sostava na strukturu i svojstva oksidnoj keramiki [Tekst] / N.A. Makarov, D.A. Antonov, D.M. Tkalenko, E.S. Savelev // Tehnika i tehnologija silikatov. - 2018. - №4. – S. 2-8.
- 13 Montaev, S.A. Vlijanie dispersnosti domennogo granulirovannogo shlaka AO «Alselor Mitall Temirtau» na fiziko-mehaničeskie svojstva keramicheskogo dorozhnogo materiala [Tekst] / S.A. Montaev, A.B. Shinguzhieva, N. S. Montaeva // Novosti nauki Kazahstana, nauchno-tehnicheskij zhurnal. - ISSN 1560-5655, №4(147). - 2020. - S. 146-153
- 14 Taoyong Liu, Changwei Lina, Piao Liub, Jianlei Liua, Cui Lia, Leiana, Xin Zhouc, Qifeng Yangc, Anxian Lua, Preparation and characterization of partially vitrified ceramic material. Journal of Non-Crystalline Solids Volume 505, 1 February 2019, 92-101.
- 15 Y. Deng B. Gong, Y. Chao, T. Dong, W. Yang, M. Hong c, X. Shi d, G. Wang d, Y. Jin e, Z.-G. Chen c, d, Sustainable utilization of municipal solid waste incineration fly ash for ceramic bricks with eco-friendly biosafety. Materials Today Sustainability 1-2, 2018, 32-38.
- 16 Mustafin, A.V. Klinkernaja keramika na osnove kremnezemistogo syr'ja i tehnogenykh othodov / A.V. Mustafin, G.D. Ashmarin // Stroitel'nye materialy. 2006. - №1. – S. 32-33.
- 17 Pat. 2362749 Rossijskaja Federacija, MPK S04V 14/24. Kompozicija dlja proizvodstva poristogo zapolnitelja / D.Ju. Denisov, I.V. Kovkov, V.Z. Abdrahimov, L.V. Zhuravl'; zajavitel' i patentoobladatel' Samarskij gosudarstvennyj universitet; zajavl. 03.12.2007; opubl. 27.07.2009, Bjul. №21.
- 18 Chen, W., Zhao, Z., Lou, R., Li, H., He, N. Study on self-derived products of nanometer lignin in silicon nitride ceramics during sintering process. Results in Materials. – 2021. - №12. – S. 115-118.
- 19 Shamshurov, A.V. Syr'evaja smes' dlja poluchenija obzhigovykh dorozhno-stroitel'nykh materialov na osnove kvarcevykh peskov i sposob ih izgotovlenija [Tekst] / A.V. Shamshurov, A.M. Gridchin, V.S. Lesovik, V.V. Strokova // Patent Rossijskoj Federacii № 2205810, MPK 7 S04V35/14, 35/16 na izobrenie. – 2003. - №16. - S. 432-438.

20 Sharonova, O.M. Sostav i napravljenija ispol'zovanija letucej zoly TJeC-2 g. Ulan-Udje / O.M. Sharonova, G.V. Akimochkina, N.N. Anshic // Analiz sostojanija i razvitija prirodnoj territorii: mineral'no-syr'evoj kompleks: materialy Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. - Ulan-Udje, 2006. - S. 99–101.

РЕЗЮМЕ

В данной статье приведены результаты научно-экспериментальных исследований по использованию лессовидных суглинков Западного Казахстана в технологии производства искусственного керамического заполнителя. Исследование направлено на разработку рациональных технологии производства керамического заполнителя на основе переработки легкодоступных и широко распространенных глинистых пород, в композиции крупнотоннажными отходами промышленности. В качестве модифицированного добавка были использованы доменный гранулированный шлак. (АО «Алселор Миттал Темиртау»). По результатам аналитического обзора трудов отечественных и зарубежных ученых установлена особая актуальность использования крупнотоннажных отходов промышленности и легкодоступных природных местных ресурсов, обеспечивающих ресурсосбережение и экологическую эффективность дорожного и промышленно-гражданского строительства. Анализ изменения физико-механических свойств керамической массы позволили установить, что тонкодисперсные порошки гранулированного шлака интенсифицирует процесс спекания в композиции с глинистыми минералами под воздействием высокой температуры. Благодаря повышению удельной поверхности гранулированного шлака, вероятно, повышается реакционная способности в сырьевой смеси за счет увеличения число контактов между частицами, способствующие улучшению физико-механических свойств образцов не только на стадий обжига, но и на стадиях формования и сушки. Следует отметить, что увеличение прочностных показателей образцов гранул сильно возрастает с увеличением дисперсности гранулированного шлака.