

FTAMP 67.09.55

Г.М. Баялиева¹ – негізгі автор, | ©
С.Т. Дүйсенбаева², Ж.Т. Иманбердиева³¹Техн. ғылым. канд., доцент, ²Техн. ғылым. канд., доцент,³Аға оқытушы, магистр

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0002-9897-5740>; ³<https://orcid.org/0000-0002-4454-6203>^{1,2,3}М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті,

Тараз қ., Қазақстан Республикасы

¹bayali@bk.ru; ²imanberdievaz@mail.ru<https://doi.org/10.55956/IEBT4719>

СИЛИКАТ-НАТРИЙ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ ТҮТҚЫР НЕГІЗІНДЕ ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ БЕТОНДАРДЫ КҮЙДІРУ КЕЗІНДЕ БОЛАТЫН ФИЗИКАЛЫҚ-ХИМИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ ЗЕРТТЕУ

Андатпа. Негізгі қаптағыш (футеровка) материалдары ретінде қымбат отқа төзімді заттар қолданылады (шамот, корунд, кордиерит, жоғары глинозем және т.б.), олар жоғары отқа төзімді болғанымен, жұмыс температурасы 1000-1300 °С дейінгі жылу қондырғыларында тиімсіз қолданылады.

Ең арзан байлам-бұл техногендік шикізат негізінде жасалған тұтқыр заттар: кварциттер құм, домна және фосфор шлактары. Силикат-натрий композициялық тұтқырғышындағы ыстыққа төзімді бетон күйдіру температурасы 1000-нан 1300 °С-қа дейінгі керамикалық бұйымдарды, әкті және басқа материалдарды алу үшін пештердің пайдалану жағдайларына төтеп бере алады. Минералды шикізатты кешенді пайдалану негізінен Ресейден жеткізілетін қымбат, отқа төзімді өнімдерді үнемдеуге ғана емес, сонымен қатар аймақтағы экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: β-кварц, α-кварц, қатты фазалық процестер, ыстыққа төзімді бетон, далалық шпат бетон, силикат-натрий композициялық тұтқыр, кварцит бетон, модификация.



Баялиева, Г.М. Силикат-натрий композициялық тұтқыр негізінде ыстыққа төзімді бетондарды күйдіру кезінде болатын физикалық-химиялық процестерді зерттеу [Мәтін] / Г.М. Баялиева, С.Т. Дүйсенбаева, Ж.Т. Иманбердиева // Механика және технологиялар / Ғылыми журнал. – 2023. – №1(79). – Б.12-17. <https://doi.org/10.55956/IEBT4719>

Кіріспе. Бүгінгі таңда ыстыққа төзімді бетон – индустрияландыру талаптарының артуына байланысты тиімді құрылыс материалдарының бірі болып табылады. Қатты натрий силикаттары мен жергілікті шикізат материалдары, сондай-ақ өнеркәсіп қалдықтары негізінде ыстыққа төзімді бетон технологияларын әзірлеу құрылыс материалдарының энергия үнемдейтін технологияларына жатады. Силикат-натрий тұтқыр негізіндегі бетонның жылу-физикалық қасиеттерін зерттеу, энергияны үнемдейтін бетон алу мүмкіндігі үшін қажет.

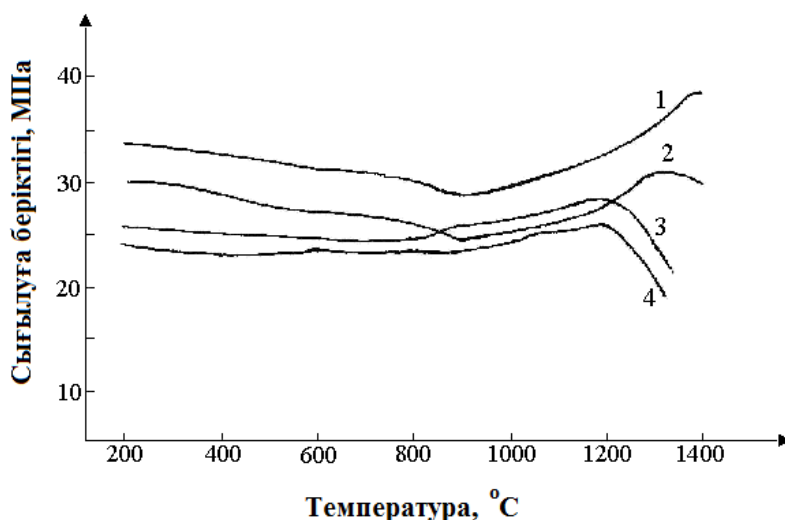
Зерттеу шарттары мен әдістері. Жоғары температурада тұтқыр заттардың мінез-құлқын анықтау үшін қыздырылған материалдың беріктігінің

қыздыру температурасына тәуелділігін анықтауға мүмкіндік беретін тұтқыр үлгілердің термомеханикалық сынақтары жүргізілді (1-сурет).

Алынған эксперименттік деректерді талдау көрсеткендей, 200-400°C температура аралығында СНБК (силикат-натрий бархан құмы) беріктігінің біршама төмендеуі байқалады [1], бұл бархан құмы құрамындағы органикалық қоспалардың күйіп кетуімен байланысты, бұл үлгі құрылымында кеуектіліктің пайда болуына әкеледі, нәтижесінде беріктік көрсеткіштері төмендейді. Бұл факт айқын тығыздықтың 2100 кг/м³-тен 1920 кг/м³-ке дейін төмендеуімен расталады.

Температураның одан әрі көтерілуі 600°C дейін, қатты фазадағы агломерацияның басталуымен және кварцтың модификациялық өзгеруімен түсіндірілетін беріктіктің жоғарылауымен бірге жүреді.

Термиялық өңдеу температурасының 600°C-тан 800°C-қа дейін көтерілуі кезінде үлгілердің беріктігінің қайталама төмендеуі байқалады, бұл натрий силикатының (760-800°C) жұмсартылуының басталуына байланысты. 800-1100°C температуралық интервалда композицияның беріктігі де төмендейді, бұл сұйық фазаның жоғарылауымен байланысты. Сонымен қатар, температураның осы интервалында кальцит – CaCO₃ диссоциациясы жүреді, ол сұйық фазаның түзілуіне қатысатын бос кальций оксидін түзеді.



Толтырғыш түрі: 1 – кварциттер; 2 – дала құмы; 3 – домна пешінің қожы; 4 – фосфор қожы.

Сурет 1. Толтыру түріне және күйдіру температурасына байланысты силикат-натрий тұтқыр беріктігінің өзгеруі

Силикат-натрий-Жаңатас кварциті беріктігінің төмендеуі [2] 200-600°C аралығындағы температураның әсерінен кейін қысу кезінде кварцтың модификациялық түрлендірулері арқылы құрылымның бұзылуынан және шөгілетін жарықтардың пайда болуынан болады. Тұтқыр заттардың сызықтық шөгуі 3-тен 7% - ға дейін.

Қыздыру кезінде 800-1000°C температуралық интервалда β-кварцтың α-кварцқа полиморфты түрленуі жүреді, бұл кристалдық торлардың

құрылымдық элементтерінің қозғалғыштығының жоғарылауын тудырады. Екі модификацияда да құрылымдық позициялардың қарқынды алмасуы жүреді, бұл құрылым тапшылығының жоғарылауына, демек, кварц дәндерінің жұмсаруы мен төмендеуіне ықпал етеді. Кварцит сияқты күрделі көп компонентті материалдарды жұмсарту олардың құрамдас бөліктерінің қатты күйдегі, агломерациядағы және балқымадағы өзара әрекеттесу процестері арасындағы аралық қадам болып табылады, яғни кристалдық фазалардың толық жойылуы.

SiO_2 полиморфты түрлендірулері кристалдық торлардың құрылымының, тиісті фазалардың көлемі мен қасиеттерінің өзгеруімен қатар жүреді. α – кварцты α – кристобалитке айналдырған кезде тетраэдрлердің 150°C – тан 180°C -қа дейін бұрылуы және SI-O-SI байланысы түзетілетіні анықталды.

Торды қайта құруға жұмсалған жұмыс оның химиялық белсенділігін арттыратын модификацияның потенциалдық энергиясына айналады. Молекулалардың активтенуі оның тығыздығын төмендетеді, яғни полиморфты түрлендірулер α -кристобалит көлемнің 15,7% өсуімен бірге жүреді.

Температураның жоғарылауымен силикат-натрий-домна қожы [3] және силикат-натрий-фосфор қожы [4] үлгілерінің беріктігі артады. 800°C және одан жоғары температурада тұтқыр заттағы қатты фазалық процестер жүйенің қатаюына әкелетіні анықталды. Силикат-натрий композициялық тұтқырлығы силикат блоктарының балқуымен байланысты 800 - 900°C температураның ең қауіпті интервалында беріктіктің жеткілікті жоғары көрсеткіштері сипатталады. Бұл минералды фазалардың кристалдануына байланысты: волластонит, мелилит және псевдоволластонит болып бөлінеді.

1200°C температурада беріктіктің одан әрі төмендеуі шлақтың балқуының басталуымен және оның Күкірт пен қалдық көміртектің ұшып кетуі нәтижесінде ішінара кеуектілікпен қайта кристалдануымен түсіндіріледі.

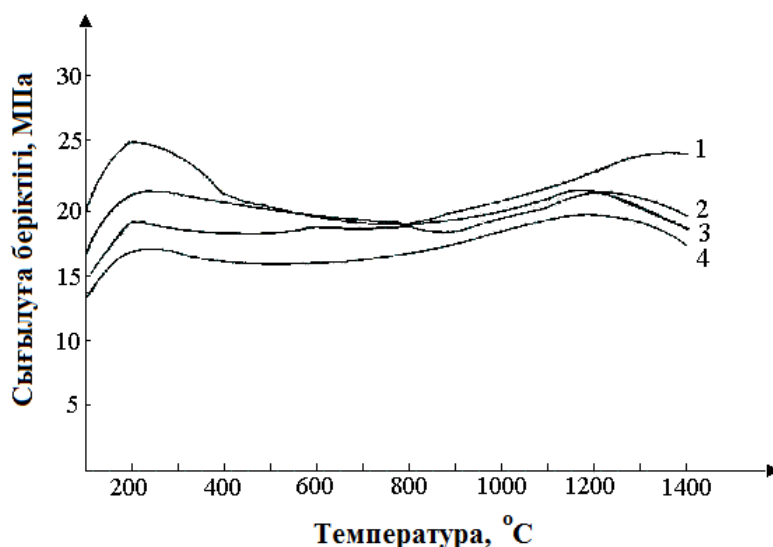
Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Әрі қарай, силикат-натрий композициялық тұтқыр және әртүрлі толтырғыштар негізінде ыстыққа төзімді бетондарды жағу кезінде пайда болатын физикалық-химиялық процестерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Ыстыққа төзімді бетондардың жоғары температуралық, беріктік қасиеттерін анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері келесі болжамдар жасауға мүмкіндік берді.

Беріктіктің температураға тәуелділік қисықтары (2-сурет) 200°C кептіруден кейін бетонның беріктігі, зерттелетін 1 және 2 қосылыстар температураның 800°C дейін жоғарылауымен төмендейтінін көрсетеді. 800°C -тан кейін сыналатын үлгілердің беріктігі артады.

Кварцитті бетон тығыз материал бола отырып, жүктеме кезінде деформацияның басталу температурасы біршама жоғары. Кварцит құрамында 80-89% дейін кристалды зат (кварц, кристобалит) бар. Кварцит бетонындағы тридимит сұйық фазада аздап еритін кристалды жақтауды (термоядролық) құрайды, нәтижесінде сұйық фазаның жоғары температурада кварцит бетонының деформациясына зиянды әсері азаяды, сондықтан ыдырау 1330 - 1380°C кезінде жүреді, бұл қыздырылған кезде сұйық фазаның мөлшерінің баяу өсуіне және балқыманың үлкен тұтқырлығына ықпал етеді.

Далалық шпат бетонында 1200°C жоғары температурада тұтқыр температурада болатын қатты фазалық реакциялар нәтижесінде анортит пайда болады, бұл термиялық төзімділіктің жоғарылауына ықпал етеді, тридимит салыстырмалы түрде аз мөлшерде түзіледі. Температураның жоғарылауы

натрий силикатының құрамын жоғарылату арқылы бетонды қыздыру кезінде сұйық фазаның түзілуінің жоғарылауына және сайып келгенде құрылымдық байланыстардың қаттылығының төмендеуіне әкеледі.



1 – кварцит; 2 – дала шпаты; 3 – домна қожы; 4 – фосфор қожы.

Сурет 2. Ыстыққа төзімді бетонның беріктігінің температураға тәуелділігі

Қорытынды. 2 және 3 қож бетондарының беріктігі температураның жоғарылауымен біртіндеп артады. Бетонның жоғары температурадағы беріктігіне кварцтың шыны фазаға ауысуы нәтижесінде натрий шыны силикатына жоғары температурада пайда болған жоғары Силикат модулі де әсер етеді. Бұл модуль неғұрлым жоғары болса, жоғары температурада шыны фазасының тұтқырлығы соғұрлым жоғары болады, сондықтан жүйенің деформациялық тұрақтылығы да жоғары болады. Ыстыққа төзімді бетондар орташа температура аралығындағы беріктіктің төмендеуімен сипатталады (400-800°C), байламның ыдырауына байланысты. Жоғары температурада қысу беріктігі шыны тәрізді фазаның қасиеттеріне, ал иілу кезінде кристалды фазалардың қасиеттеріне қатты тәуелді болады.

Шлак бетондарының беріктігі температураның жоғарылауымен біртіндеп артады. Бұл құбылысты мелилит және волластонит фазаларынан тұратын шыны фазаның көбеюімен түсіндіруге болады, температураның одан әрі жоғарылауы токсиндердің кристалдануына әкеледі, бұл өз кезегінде құрылымдық байланыстардың қаттылығын арттыруға көмектеседі.

Әдебиеттер тізімі

1. Тотурбиев, Б.Д. Строительные материалы на основе силикат натриевых композиций [Текст] / Б.Д. Тотурбиев. – Москва: 1988. –204 с.
2. Баялиева, Г.М. Изменения физико-механических свойств жаростойкого бетона на основе барханного песка при нагреве [Текст] / Г.М. Баялиева // Валихановские чтения – 9: материалы междунар. научно-практич. конф. – г. Кокшетау, 2004. – С. 97-101.

3. Сулейменов, Ж.Т. Жаростойкий бетон на основе кварцитов Жанатаского месторождения / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева // Промышленность Казахстана. – 2005. – №1(28). – С. 84-86.
4. Сулейменов, Ж.Т. Силикат-натриевое композиционное вяжущее на основе шлаков. / Ж.Т. Сулейменов, М.Т. Жугинисов, Г.М. Баялиева, А.К. Медетов // Проблемы водного хозяйства: материалы междунар. научно-практич. конф. – Тараз, 2006. – С. 257-259.

Материал редакцияға 24.02.23 түсті.

Г.М. Баялиева¹, С.Т. Дүйсенбаева¹, Ж.Т. Иманбердиева¹

¹Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, г.Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ОБЖИГЕ ЖАРСТОЙКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТ-НАТРИЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

Аннотация. В качестве основных футеровочных материалов используются дорогостоящие огнеупоры (шамотные, корундовые, кордиеритовые, высокоглиноземистые и др.), которые, несмотря на высокую огнеупорность неэффективно использовать в тепловых агрегатах с рабочей температурой до 1000-1300 °С.

Наиболее дешевой связкой является разработанные вяжущие на основе такого техногенного сырья как: кварциты барханный песок, доменный и фосфорный шлаки. Жаростойкий бетон на силикат-натриевом композиционном вяжущем способен выдерживать эксплуатационные условия печей для получения керамических изделий, извести и других материалов с температурой обжига от 1000 до 1300 °С. Комплексное использование минерального сырья дает возможность не только экономии дорогостоящей, огнеупорной продукции, доставляемой в основном из России, но и улучшения экологической обстановки в регионе.

Ключевые слова: β-кварц, α-кварц, твердофазовые процессы, жаростойкий бетон, полевошпатовый бетон, силикат-натриевое композиционное вяжущее, кварцитовый бетон, модификация.

G.M. Bayaliev¹, S.T. Duysenbayeva¹, J.T. Imanberdieva¹

¹M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

INVESTIGATION OF PHYSICAL-CHEMICAL PROCESSES OCCURRING DURING THE FIRING OF HEAT-RESISTANT CONCRETE BASED ON SILICATE-SODIUM COMPOSITE BINDERS

Abstract. Expensive refractories (chamotte, corundum, cordierite, high alumina, etc.) are used as the main lining materials, which, despite their high refractoriness, are inefficient to use in thermal units with an operating temperature of up to 1000-1300 °С.

The cheapest bundle is the developed binders based on such man-made raw materials as: quartzite sand sand, blast furnace and phosphoric slag. Heat-resistant concrete based on a silicate-sodium composite binder is able to withstand the operating conditions of furnaces for the production of ceramic products, lime and other materials with a firing temperature from 1000 to 1300 °С.

The integrated use of mineral raw materials makes it possible not only to save expensive, refractory products delivered mainly from Russia, but also to improve the environmental situation in the region.

Keywords: β -quartz, α -quartz, solid-phase processes, heat-resistant concrete, feldspar concrete, silicate-sodium composite binder, quartzite concrete, modification.

References

1. Toturbiev, B.D. Stroitel'nye materialy na osnove silikat natrievykh kompozitsiy [Building materials based on sodium silicate compositions]. – Moscow, 1988, 204 p. [in Russian]
2. Bayalieva, G.M. Izmeneniya fiziko-mekhanicheskikh svoystv zharostojkogo betona na osnove barhannogo peska pri nagreve [Changes in the physical and mechanical properties of heat-resistant concrete based on sand sand when heated] // Valihanovskie chteniya – 9 [Valikhanov readings – 9]: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Kokshetau [materials of the International scientific and practical conference. – Kokshetau], 2004, 97-101 p. [in Russian]
3. Suleimenov, Zh.T., Zhuginisov, M.T., Bayalieva, G.M. ZHarostojkij beton na osnove kvarcitov Zhanatasskogo mestorozhdeniya [Heat-resistant concrete based on quartzites of Zhanatassky place of birth] // Promyshlennost' Kazakhstana [Industry of Kazakhstan]. – 2005 – №1(28). – P.84-86. [in Russian]
4. Suleimenov, Zh.T., Zhuginisov, M.T., Bayalieva, G.M., Medetov, A.K. Silikat-natrievoe kompozitsionnoe vyazhushchee na osnove shlakov [Silicate is a sodium composite binder based on slags] // Problemy vodnogo hozyajstva: materialy mezhdunar. nauchno-praktich. konf. [Problems of water management: materials of the international scientific and practical. conf.] – Taraz, 2006. 257-259 p. [in Russian]