



СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ СӘУЛЕТ
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО
CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

DOI 10.51885/1561-4212_2024_4_247
MFТАА 67.15.45

Ж.С. Тулеугалиева¹, И.Т. Иманғали², Е.Б. Мажитов¹, С.М. Жарылғапов¹, М.Ж. Рыскалиев¹

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,

Орал, Қазақстан

E-mail: zhansayatuleugaliyeva@mail.ru*

E-mail: mazhitov201090@gmail.com

E-mail: sabit.raisa@mail.ru

E-mail: muratbai_84@mail.ru

²Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан

E-mail: arailym1394@mail.ru

ШЫНЫ ҚАЛДЫҒЫ НЕГІЗІНДЕГІ СИЛИКАТ КІРПІШТІҢ ФИЗИКАЛЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ОСТАТКА СТЕКЛА

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SILICATE BRICKS BASED ON GLASS RESIDUE

Аңдатпа. Мақалада қазіргі ғылыми-техникалық прогресс дәуірінде өндіргіш күштердің дамуымен бірге өндірістің әртүрлі салаларындағы техника мен технологияны пайдалану қарастырылған. Сондықтан, осы бағытта ғылыми және тәжірибелік зерттеулер жүргізу өзекті мәселе болып табылады, өйткені жаңа шикізатты пайдалану олардың химиялық және минералогиялық құрамы мен физика-механикалық қасиеттерін ескере отырып, құрамында шыны ұнтағын қолдану силикат кірпіш өндірудің технологиялық параметрлерін әзірлеуге қатысты жаңа ғылыми көзқарастарды қажет етеді.

Силикат кірпішінің түрлері – әк-қож және әк-күл кірпіштері болып табылады. Олар қарапайым силикат кірпіштен төмен тығыздығымен және жылу оқшаулау қасиеттерімен ерекшеленеді. Оларды дайындау үшін кварц құмының орнына шлактар немесе күл қолданылуда.

Силикатты кірпіштің сапасы мен өндіру технологиясы шикізаттың физикалық-химиялық сипаттамасына байланысты болады. Кейбір көрсеткіштерінен кішкене ағаттық кететін болса, өнімнің параметрлеріне әсері болады. Сондықтан, шыны қалдығы қосылған шикізаттың химиялық, минералогиялық және ұнтақтық дәрежесін дұрыс анықтап, кірпіш тығыздығы мен беріктігіне әсер ететін автоклавты өңдеу мен қалыптауға оптимальды құрамын табуға жағдай жасауымыз керек.

Түйін сөздер: Силикат кірпіші, автоклав, шыны ұнтағы, әк, кварц құмы.

Аннотация. В статье рассматривается использование техники и технологии в различных отраслях производства вместе с развитием производительных сил в эпоху современного научно-технического прогресса. Поэтому проведение научных и экспериментальных исследований в данном направлении является актуальной проблемой, поскольку использование нового сырья с учетом его химического и минералогического состава и физико-механических свойств, применение стеклянного порошка в составе требует новых научных подходов к разработке технологических параметров производства силикатного кирпича.

Видами силикатного кирпича являются известково-шлаковый и известково-Ясенеvый кирпичи. Они отличаются низкой плотностью и теплоизоляционными свойствами обычного силикатного кирпича. Для их

приготовления вместо кварцевого песка используют шлаки или золу.

Качество и технология производства силикатного кирпича будет зависеть от физико-химических характеристик сырья. Если от некоторых показателей уйдет небольшая утечка, то будет влияние на параметры изделия. Поэтому мы должны правильно определить химическую, минералогическую и порошкообразную степень сырья, к которому добавлен остаток стекла, и создать условия для нахождения оптимального состава автоклавной обработки и формования, влияющего на плотность и прочность кирпича.

Ключевые слова: Силикатный кирпич, автоклав, измельченный стекло, известь, кварцевый песок.

Abstract. The article examines the use of machinery and technology in various industries along with the development of productive forces in the era of modern scientific and technological progress. Therefore, conducting scientific and experimental research in this direction is an urgent problem, since the use of new raw materials, taking into account its chemical and mineralogical composition and physico-mechanical properties, the use of glass powder in the composition requires new scientific approaches to the development of technological parameters for the production of silicate bricks.

Types of silicate bricks are lime-slag and lime-ash bricks. They are characterized by low density and thermal insulation properties of ordinary silicate bricks. For their preparation, slags or ash are used instead of quartz sand.

The quality and technology of silicate brick production will depend on the physical and chemical characteristics of the raw materials. If a small leak goes away from some indicators, then there will be an impact on the product parameters. Therefore, we must correctly determine the chemical, mineralogical and powdery degree of the raw material to which the glass residue is added, and create conditions for finding the optimal autoclave treatment and molding composition that affects the density and strength of the brick.

Keywords: silicate brick, autoclave, crushed glass, lime, quartz sand.

Кіріспе. Автоклав материалдарын өндіруде шикізат химиялық және минералогиялық құрамының кең спектрімен қолданылады, оның ішінде көптеген өндірістік қалдықтар: шлам, күл, тау-кен байыту фабрикаларының қалдықтары (Васильев, Лебедев, 2015). Елдің кез келген аймағында автоклавталған материалдардан құрылыс өнімдері мен құрылымдарын өндіруге арналған шикізат бар.

Құрылымның негізі: ағаш, тас (соның ішінде жасанды, яғни бетон және кірпіш), болат және шыны сияқты материалдар болып табылады. Қазіргі уақытта әйнек – бұл жоғары қызығушылық тудыратын өнім, оның ішінде қайта өңдеу құбылысының арқасында. Қазіргі уақытта құрылыс индустриясы қалдықтарды дұрыс басқару үшін жақсы шешімдер іздейтін сала болып табылады. Қайта өңделетін қалдықтардың бірі – негізінен шарап бөтелкелерінен алынған әйнек. Ұнтақ шыны қазірдің өзінде бетондарда шыны ұнтағы ретінде қолданылады (зерттеулер Үндістанда, Қытайда және Америкада жүргізілуде) және зерттеу нәтижелері басқа материалдар контекстінде осы тақырыпты зерттеудің негізі болып табылады. Мақалада шыны тұсқағазды (шыны құмды) қолдана отырып, Силикат материалдарын өзгерту бойынша зерттеулердің нәтижелері келтірілген. Сынамаларға бақылау жүргізілді: құрамында ұнтақты қайталама шыны бар қоспадағы әктің ылғалдануын/өнімнің су сіңірілуіне, сондай-ақ тығыздық пен беріктікке (кеуектердегі судың миграциясы) және микроқұрылымдық зерттеулерге әсер ететін ылғалдылықты бақылау. Жүргізілген сынақтар модификацияланған өнімнің қайталама шыныда жоғары ылғалдылығын (0,5 % эталондық үлгімен салыстырғанда шамамен 2 %) және жоғары қысымда түзілетін фаза ретінде гидратталған кальций силикаттарының гиролит түрінде болуын көрсетті (Stepien, Anna & Potrzyszcz-Sut, Beata & Kostrzewa-Demczuk, Paulina, 2019).

Әдебиеттерге шолу. Автоклав материалдарын өндіруде шикізат химиялық және минералогиялық құрамының кең спектрімен қолданылады, оның ішінде көптеген өндірістік қалдықтар: шлам, күл, тау-кен байыту фабрикаларының қалдықтары. Елдің кез келген аймағында автоклавталған материалдардан құрылыс өнімдері мен құрылымдарын өндіруге арналған шикізат бар.

Автоклавта шикі қоспаны 1000 °C жоғары температурада бұмен өңдейді, бұл жаңа өнімдердің синтезін қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда қалыпты жағдайда және бұмен пісіру камераларында инертті материалдар белсенді болады.

Автоклав өсімдіктерінің басым көпшілігі әк-құм қоспаларын пайдаланады. Құмды әк кірпіш зауыттарының жартысынан көбі табиғи таза кварц құмдарында жұмыс істейді. Әк негізінен кальций қолданылады. Кальций силикаттары бар өнеркәсіптік қосалқы өнімдерді аз мөлшерде қолданады: күл, домна пешінің шлактары және т.б. Қоспаның құрамын таңдағанда, кірпіштің ең жоғары беріктігіне қол жеткізуге ұмтылу қажет емес, өйткені бұл өндіріс шығындарының артуымен байланысты – байланыстырғыштың, электр энергиясының көп жұмсалуды, жабдықтың тозуы. Қоспаның құрамын ең төменгі шығындармен қатаң көрсетілген сипаттамалары бар кірпіш алуға болатындай етіп таңдау керек, яғни өндірістің жоғары экономикалық тиімділігіне жету керек. Силикат материалдары мен олардан жасалған өнімдер халық шаруашылығында дәстүрлі қатты фазалы материалдар арасында жетекші орынға ие. Бұл олардың энергияны аз жұмсауы, металлдар мен полимерлермен салыстырғанда тиімділігінің жоғары болуы, сондай-ақ шикізаттың шексіз қолжетімділігімен байланысты. Мысалы, болат өндіруге шамамен $9 \cdot 10^{11}$ кДж/м³ энергия жұмсалса, цемент өндірісі үшін бұл көрсеткіш $3 \cdot 10^{10}$ кДж/м³ ғана, яғни отыз есе аз (Хавкин, 2011).

Сондықтан силикат материалдарын өндіру мен оларды жетілдіру өнеркәсіптің барлық бағыттары үшін бірінші кезектегі маңызды міндет болып табылады. Жаңа технологиялар мен инновациялар енгізу, сондай-ақ материалдардың қасиеттерін зерттеу өнеркәсіптің тұрақты дамуына ықпал етеді. Силикат материалдарының өндірісі мен қолданылуы болашақта да үлкен маңызға ие болады.

Автоклав материалдары мен бұйымдарын өндірудің технологиялық сызбасы бастапқы компоненттердің қасиеттеріне, шикі қоспаның құрамына, бұйымдарды қалыптау әдісіне байланысты.

Кез келген химия өнеркәсібінің технологиясы мен өнім сапасы көбінесе шикізаттың физикалық-химиялық сипаттамаларымен анықталады. Әдетте, бұл сипаттамалар күрделі әсер етеді. Физикалық күйдегі ауытқулар және әсіресе химиялық құрамы сөзсіз технологияның параметрлері мен соңғы өнімнің сапасына әсер етеді (Куприянов, 1975; Немахов, 2017).

Түсті силикат кірпішін өндірудің технологиялық процесі әдеттегі силикат кірпішін өндіруден қосымша бояу аймағымен ерекшеленеді. Түсті силикат кірпішті бояу ең көп таралған екі жолмен жүзеге асырылады: беткі және көлемді (Клименти, 2021). Беткі әдіспен бояғыш композиция дайын Силикат кірпішіне қолданылады. Бояудың көлемді әдісі-ең тұрақты бояуды қамтамасыз ететін дайын Силикат массасына бояу пигментін қосу. Кірпішті бояудың құрғақ және сұйық көлемді әдісі бар. Сұйық әдіс-пигментті суда еріту және қалақша араластырғыштағы Силикат массасына қосу. Силикат кірпішін өндірудің ең зиянды және қауіпті процесі-түсті силикат кірпішін бояудың құрғақ көлемді әдісі (Володченко, 2018).

Минералданудың аяқталмаған сатысындағы сазды жыныстар әртүрлі табиғи түске ие – қоңыр, қызыл, сары, бұл ұсақталған силикат кірпіштері мен тастар, сәндік кірпіштер, сәндік-әрлеу материалдары сияқты әрлеу материалдарының кең спектрін алуға мүмкіндік береді.

Дәстүрлі силикат материалдарын өндіретін кәсіпорындарда минералды сазды жыныстардың шикізатын пайдалана отырып, автоклавты қатайту материалдарын өндіруді ұйымдастыру мүмкіндігі бар (Кафтаева & Рахимбаев, 2015).

Әртүрлі уақытта табиғи және техногендік шығу тегі шикізат компоненттерін дайындаудан бастап цементтеу байламдарының гидротермиялық синтезіне дейін және пайдалану кезеңіндегі материалдардың эволюциясына дейінгі өмірлік циклінің барлық кезеңдерінде механогендік қалдықтарды пайдалану кезінде автоклав материалдарының құрылымын қалыптастыру проблемаларымен В.С. Лесовик (Володченко & Лесовик, 2016),

Ш.М. Рахимбаев (Кафтаева & Рахимбаев, 2015), В.В. Строкова (Володченко & Строкова, 2018) және т.б. жетекшілігімен ғылыми мектептер айналысты.

Осы ғылыми мектептердің өкілдері автоклав синтезі материалдарының құрылымының факторлары мен параметрлерін ескере отырып, тау-кен кәсіпорындары мен басқа да өндірістердің жұмыс істеуі нәтижесінде қалыптасқан әртүрлі аймақтардың әртүрлі қалдықтары мен жергілікті шикізат ресурстарын қолдану мүмкіндігі мен тиімділігін негіздеді.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Жұмыс күрделі сипатты және бірқатар маңызды факторларды зерттеуді қамтиды, силикат кірпіштің қасиеттеріне әсер ету, атап айтқанда мөлшері және қоспадағы белсенді СаО + MgO сапасы, кремнеземнің құрамы компоненттерін құрайды.

Материалдар:

- өндірісте белгілі белсенділігі бар әк байланыстырғыш (қоспасыз ұнтақталған әк);
- кварцті құм;
- шыны ұнтағы.



1-сурет. а – Әк-құм дайын қоспасы; б – № 008 фракциялы шынының қалдық ұнтағы
Ескерту – автормен құрастырылған

Зертхана жағдайында № 008 фракциясын 3 %, 5 %, 10 %, 15 % шыны ұнтағын қосу арқылы бірнеше үлгі жасалды. Және бір үлгіні шыны ұнтағы қосылмаған силикат қоспасынан жасалды.

Зерттеулер жүргізу мақсатында келесі оңтайлы құрамдар бойынша силикат үлгілері дайындалды.

1-кесте. Шикізаттардың шихталық құрамы

Құрам нөмірі №	Шикізаттар, %		
	Кварц құмы, %	Әк, %	Шыны қалдық, %
1 (зауыт)	60	40	0
2	64	33	3
3	75	20	5
4	80	10	10
5	79	6	15

Ескерту – автормен құрастырылған

Бір үлгіні қалыптастыру үшін қажет әк-құм қоспасының мөлшері 250-300 г. диаметрі 50 мм биіктігі 100 мм болатын цилиндрдің бір үлгісін дайындау мөлшері.

Есебі:

Алынған силикатты араласпа құрамы: 60 % – кварцті құм, 40 % – әк.

250 – 7,5 г = 242,5 г. – зауыт араласпасы (әрқайсысы 5 есеге көбейтілді)

1 құрам: 1250 г – зауыт араласпасы.

2 құрам: $250/100 \cdot 3\% = 7,5$ г шыны ұнтақ

100 % – 3 %

250 г – 7,5 г

3 құрам: $250/100 \cdot 5\% = 12,5$ г шыны ұнтақ

4 құрам: $250/100 \cdot 10\% = 25$ г шыны ұнтақ

5 құрам: $250/100 \cdot 15\% = 37,5$ г шыны ұнтақ

1250 – 37,5 г = 1212,5 г.

$Sy = 1250/100 \cdot 13\% = 162$ мл

2-кесте. Бастапқы деректер

№	Атауы	Белгісі	Өлшем бірл.	Саны
1	Әк-құм қоспасының мөлшері	Рсм	г.	1250
2	Әк байланыстырғыштың белсенділігі (әк қоспасыз ұнтақталған)	Аи	%	70
3	Қалыптау қоспасының белсенділігі	$W_{см} = A_{см} + 2$	%	12
4	Қоспаның ылғалдылығы	Су	мл	162
5	Шыны қалдығы		%	3,5,10,15

Ескерту – автормен құрастырылған

Қоспаны дайындау. Қоспаны араластыру тәртібі. Екі сатылы араластыру. 1-ші кезең – құрғақ араластыру, екіншісі – сумен. Құрғақ құм мен байланыстырғышты құрғақ контейнерде біртекті құрамға дейін араластырыңыз. Содан кейін су қосылады.

Қоспаны сөндіру. Дайындалған қоспасы (гидраттық технологиядан басқа) полиэтилен пакеттерге салынып (су буланбауы үшін) және тез сөнетін әк үшін 45-60 минут ішінде гидраттық жылуды сақтау үшін зертханалық сүрлемге орналастырылады.

Силикат массасындағы әкті ылғалдандыру процесі келесі формула бойынша жүреді:



Сөндіру реакциясы жылу шығарумен және әк көлемінің артуымен бірге жүреді.



2-сурет. Араласпаны дайындау

Ескерту – автормен құрастырылған

Қалыптау қоспасын қалыптауға дайындау. Сөндіргеннен кейін қоспасы пластикалық пакеттен сфералық ыдысқа құйылады және әк пен құмды араластырмай, қажет болған жағдайда ылғалдандырылады. Қоспаның қажетті мөлшері үлгіге өлшенеді.

Үлгілерді қалыптау. Нысанға қоспа себіледі. Үлгілер диаметрі 50 мм және биіктігі 100 мм цилиндр үлгілері түрінде қалыптасады, үлгі 1 мм ауытқу ± 1 дәлдікпен өлшенеді.

Шикі кірпіш үлгілерін сынау.

Шикі цилиндр үлгілері преста сыналады. Үлгілердің беттері преста пластиналарының бетіне тығыз орналасуы керек. Жүктеме қосымшасы тегіс. Үлгінің бұзылуы 20 секундтан ерте басталмауы тиіс. Бұзылған үлгілерде қоспаның біртектілігі тексеріледі.

Шикізаттың беріктігін анықтау дайындалғаннан кейін 30 минуттан кешіктірмей преста жүргізіледі. Сынақтар кідірілген жағдайда үлгілер кебуден қорғалуы, яғни полиэтилен пакетке жабылуы тиіс.

3-кесте. Сынамаларды шикізаттың нөмірлеу үлгісі

Құрамы №	Шыны қалдықтың құрамы, %	Шикізаттың нөмірлеу үлгісі
1	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.
2	3	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14.
3	5	15,16, 17, 18, 19, 20, 21.
4	10	22, 23, 24, 25, 26, 27,28.
5	15	29,30, 31, 32, 33, 34, 35.

Ескерту – автормен құрастырылған

Үлгілерді қалыптау кезіндегі преста қысымы 10-15 МПа.

Бұл жағдайда қатты кірпіштің беріктігі зертханалық үлгілердің беріктігіне тең болады. Қуыс қалыңдатылған кірпіштің беріктігі үлгілердің беріктігінен 20 % төмен. Қуыс тастардың беріктігі үлгілердің беріктігінен 50 % төмен.

Қысу кезіндегі беріктік шегін R_k (1) формуламен анықтайды ($1 \text{ МПа} = 10 \text{ кгс/см}^2$) (Смирнов, 2021).

$$R_k = P/S \quad (1)$$

мұндағы P – қиратушы күш; H – немесе кгс; S – үлгінің көлденең кесіндісің ауданы, см^2 ; $S = 19,625 \text{ см}^2$.



3-сурет. Механикалық преста шикізатты престеу

Ескерту – автормен құрастырылған

Қысу кезіндегі беріктіктің шектік мәнін анықтау үшін сындыратын күш Р бірнеше әдіспен есептеледі:

Манометрдің көрсеткіші бойынша: Манометрдің көрсеткішін бөліктің бірлігіне көбейту.

Кестелік деректерді пайдалану: Манометрдің көрсеткішіне сәйкес кестелерден Р мәнін табу.

Бұл тәсілдер арқылы алынған нәтижелер материалдың қысу кезіндегі беріктігін анықтауға көмектеседі. Сынақтың дәлдігі мен сенімділігі үшін үлгілердің дұрыс геометриялық формада болуы маңызды.

Нәтижелері және оны талқылау. Қысу кезіндегі беріктік шегін анықтау үшін материалды сыртқы қысу күштерінің әсерінен сыну жағдайына жеткізу қажет. Сынаққа алынған үлгілердің дұрыс геометриялық формада болуы өте маңызды.

4-кесте. Сығуға беріктік шегін анықтау нәтижелері

Нұсқа №	Шыны қалдығы %	Преске салынған үлгілер нөмірлері	Сығуға беріктік шегі, МПа, (кгс/см ²)	
			Алынған мән, R, МПа	Кірпіш маркасы
1	0	5, 6, 7	17,0	150
2	3	12, 13, 14	17,8	150
3	5	19, 20, 21	14,0	150
4	10	25, 26, 27	13,7	150
5	15	33, 34, 35	11,7	100

Ескерту – автормен құрастырылған

Табиғи тас материалдарының су жұтқыштығын анықтау үшін дұрыс және дұрыс емес формадағы үлгілер пайдаланылады. Процесс келесідей жүзеге асырылады:

Үлгілерді дайындау: Ұнтақтардан тазартылған және кептірілген үлгілерді өлшеп, әйнек немесе фарфор ыдыстарға орналастырады.

Су құю: Үлгілердің биіктігіне 1/4 мөлшерінде тазартылған су құйылады.

Су деңгейін бақылау: 2 сағаттан кейін су деңгейі 1/2, ал 3 сағаттан кейін 1/3 биіктігіне дейін толтырылады. Содан кейін үлгілерді 1 күнге қалдырады.

Суды толықтыру: Келесі күні үлгілерді толық сумен толтырып, тағы 1 күнге қалдырады.

Үлгілерді өлшеу: 1 күннен соң, үлгілерді алып, дымқыл шүберекпен сүртіп өлшейді. Процесті тұрақты салмаққа жеткенше қайталайды.

Су жұтқыштығын массасы мен көлемі бойынша жоғарыда келтірілген формуламен 0,1 % дәлдікпен есептейді.

5-кесте. Су сіңіргіштікті анықтау

Нұсқа №	Шыны қалдығы %	Үлгілер нөмірлері	Әдеттегі массаға дейінгі кептірілген нұсқа салмағы m, г	Сумен қаныққан нұсқа салмағы m1, г	Массасы бойынша нұсқаның су сіңіргіштігі W, %	Су сіңіргіштіктің орташа мәні W, %
1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	160	155	3,22	3,34
		2	150	145	3,22	
		3	160	155	3,22	
		4	140	135	3,7	

5-кестенің соңы

1	2	3	4	5	6	7
		8	135	130	3,84	
2	3	9	120	115	4,34	3,9
		10	130	125	4	
		11	150	145	3,44	
3	5	15	145	140	3,57	3,73
		16	135	130	4,84	
		17	140	135	3,7	
		18	135	130	3,84	
4	10	22	135	130	3,84	3,7
		23	140	135	3,7	
		24	130	125	4	
		28	150	145	3,44	
5	15	29	150	145	3,44	4,3
		30	155	150	3,33	
		31	155	145	6,89	
		32	145	140	3,57	

Ескерту – автормен құрастырылған

Қорытынды. Қорытындылай келе, силикат кірпішін өндіру технологиясына әдеби шолу жасалынып, атқарылған жұмыс туралы табиғи материалдардың орнына өнеркәсіптік қалдықтарды қолданудың экологиялық әсері де осы технологияның артықшылығын біле алдық.

Физикалық-механикалық қасиеттерін зерттеуде силикат кірпішке шыны қалдығын қолдануда, 3 % қоспасы бар шыны қалдығы беріктік шегі қалғандарына қарағанда жоғары көрсеткішті көрсетеді. Бұл кірпіштің бірнеше артықшылығы бар. Тиімді силикатты кірпіштің құнын едәуір төмендетуге тек арзан техногендік шикізатты қолданудың арқасында ғана емес, сонымен қатар әк күйдіру және байланыстырғыш материалдарды ұнтақтау сияқты энергияны көп қажет ететін екі технологиялық процестің болмауының арқасында қол жеткізілді. Бұл технологияның артықшылығы сонымен қатар табиғи материалдардың орнына өндіріс қалдықтарын пайдаланудың экологиялық әсері болып табылады.

Ұсынылған өндіріс әдісін қолданған кезде экономикалық шығындар ғана төмендемейді, сонымен бірге оның қол жеткізілген экологиялық әсері және жұмысшылардың еңбегін жеңілдету сияқты әлеуметтік-этикалық қасиеттері де артады. Осы технологияны қолдану құмды-кірпішті сату нарығын кеңейтеді, осылайша өндіріс рентабельділігі артады.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Әдебиеттер тізімі

- Stepien, Anna & Potrzyszcz-Sut, Beata & Kostrzewa-Demczuk, Paulina. (2019). Influence and Application of Glass Cullet in Autoclaved Materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 471. 032065. 10.1088/1757-899X/471/3/032065.
- Васильев, А.Н., Лебедев, П.И. Использование переработанных материалов в строительстве / А.Н. Васильев, П.И. Лебедев // Строительные материалы и технологии. – 2015. – Т. 34. – № 7. – С. 112-118 // Vasil'ev, A.N., Lebedev, P.I. Ispol'zovanie pererabotannyh materialov v stroitel'stve / A.N. Vasil'ev, P.I. Lebedev // Stroitel'nye materialy i tehnologii. – 2015. – Т. 34, № 7. – С. 112-118.
- Володченко А.Н., Лесовик В.С. Перспективы расширения номенклатуры силикатных материалов автоклавного твердения // Строительные материалы. – 2016. – № 9. – С. 34-37 // Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Perspektivy rasshireniya nomenklatury silikatnyh materialov avtoklavnogo tverdeniya // Stroitel'nye materialy. – 2016. – № 9. – С. 34-37.
- Володченко, А.Н. Разработка научных основ производства силикатных автоклавных материалов с использованием глинистого сырья / А.Н. Володченко, В.В. Строкова // Строительные материалы. – 2018. – № 9. – С. 25-31 // Volodchenko A.N. Razrabotka nauchnyh osnov proizvodstva silikatnyh avtoklavnyh materialov s ispol'zovaniem glinistogo syr'ya / A.N. Volodchenko, V.V. Strokovaya // Stroitel'nye materialy. – 2018. – № 9. – С.

25-31.

- Кафтаева М.В., Рахимбаев Ш.М. Микроструктура автоклавных газосиликатов и влияние на нее гипсового камня // Вестник науки и образования Северо-Запада России. – 2015. – Т. 1. – № 3. – С. 34-41 // Kaftaeva M.V., Rahimbaev Sh.M. Mikrostruktura avtoklavnyh gazosilikatov i vlijanie na nee gipsovogo kamnja // Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii. – 2015. – Т. 1. – № 3. – С. 34-41.
- Кафтаева М.В., Рахимбаев Ш.М. Обоснование технологии производства эффективных автоклавных силикатных газобетонов: Монография. Белгород: Издательство БГТУ, 2015. – 258 с. // Kaftaeva M.V., Rahimbaev Sh.M. Obosnovanie tehnologii proizvodstva jeffektivnyh avtoklavnyh silikatnyh gazobetonov: Monografija. Belgorod: Izdatel'stvo BGTU, 2015. – 258 s.
- Кафтаева М.В., Рахимбаев Ш.М., Комарова Н.Д., Курбатов В.Л. Термодинамический анализ реакции образования ксонотлита из известково-кремнеземистого вяжущего при автоклавном твердении // Ползуновский вестник. – 2016. – № 1. – С. 77-81 // Kaftaeva M.V., Rahimbaev Sh.M., Komarova N.D., Kurbatov V.L. Termodinamicheskiy analiz reakcii obrazovaniya ksonotlita iz izvestkovo-kremnezemistogo vjazhushhego pri avtoklavnom tverdenii // Polzunovskij vestnik. – 2016. – № 1. – С. 77-81.
- Клименти Н.Ю. Исследование опасных и вредных факторов технологического процесса производства силикатного кирпича [Электронный ресурс] / Н.Ю. Клименти, О.С. Власова, С.И. Голубева // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 4. – 13 с. // Klimenti, N.Ju. Issledovanie opasnyh i vrednyh faktorov tehnologicheskogo processa proizvodstva silikatnogo kirpicha [Jelektronnyj resurs] / N.Ju. Klimenti, O.S. Vlasova, S.I. Golubeva // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2021. – № 4. – 13 s.
- Кузнецова, Г.В. Добавки для прямой технологии производства силикатного кирпича / Г.В. Кузнецова, А.А. Шинкарев, Н.Н. Морозова, А.З. Газимов // Строительные материалы. – 2018. – № 9. – С. 12-16 // Kuznecova, G.V. Dobavki dlja prjamoj tehnologii proizvodstva silikatnogo kirpicha / G.V. Kuznecova, A.A. Shinkarev, N.N. Morozova, A.Z. Gazimov // Stroitel'nye materialy. – 2018. – № 9. – С. 12-16.
- Куприянов В. П. Технология производства силикатных изделий. 2-е, перераб. и доп. изд. – М.: Высш. шк., 1975. 240 с. // Kuprijanov V.P. Tehnologija proizvodstva silikatnyh izdelij. 2-e, pererab. i dop. izd. – М.: Vyssh. shk., 1975. – 240 s
- Немахов И.В. Способы производства цветного силикатного кирпича // Аллея науки. – 2017. – Т. 4. – № 9. – С. 213-214 // Nemahev I.V. Sposoby proizvodstva cvetnogo silikatnogo kirpicha // Alleja nauki. 2017. – Т.4. – № 9. – С. 213-214.
- Смирнов, И. В. Механические испытания и физические свойства материалов / И.В. Смирнов. – М.: Строительные материалы и изделия, 2021. – 245 с. // Smirnov, I.V. Mehanicheskie ispytaniya i fizicheskie svoystva materialov / I.V. Smirnov. – М.: Stroitel'nye materialy i izdelija, 2021. – 245 s.
- Строкова В.В., Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Шаповалов Н.Н. Прессованные силикатные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита // Строительные материалы. – 2012. – № 3. – С. 14-15 // Strokova V.V., Alfimova N.I., Cherkasov V.S., Shapovalov N.N. Pressovannye silikatnye materialy avtoklavnogo tverdenija s ispol'zovaniem othodov proizvodstva keramzita // Stroitel'nye materialy. – 2012. – № 3. – С. 14-15.
- Фомина Е.В., Строкова В.В., Кудеярова Н.П. Особенности применения предварительно гашеной извести в ячеистых бетонах автоклавного твердения // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. – № 5 (653). – С. 29-34 // Fomina E.V., Strokova V.V., Kudejarova N.P. Osobennosti primeneniya predvaritel'no gashenoj izvesti v jacheistyh betonah avtoklavnogo tverdenija // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. – 2013. – № 5 (653). – С. 29-34.
- Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. – М.: ЭКОЛИТ.2011. – 384 с. // Havkin L.M. Tehnologija silikatnogo kirpicha. – М.: JeKOLIT. – 2011. – 384 s.

Information about authors

Tulegaliyeva Zhansaya – master of technical sciences, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan. zhansayatulegaliyeva@mail.ru, ORCID: 0009-0008-1484-4585, +7 7714335827

Imangali Arailym – master of technical sciences, West Kazakhstan Innovation and Technology University, Uralsk, Kazakhstan. arailym1394@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6495-5808

Mazhitov Erkebulan – candidate of technical sciences, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan. mazhitov201090@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6155-4865

Zharylgapov Sabit – PhD, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan. sabit.raisa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3104-6568

Ryskaliev Muratbay – PhD, West Kazakhstan agrarian and technical university named after Zhangir khan, Uralsk, Kazakhstan. muratbai_84@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3361-2076