

ҒТАМА 67.09.35

DOI: <https://doi.org/10.62724/202530706>

Нариков Қанат Амангелдыұлы*¹

техника ғылымдарының кандидаты,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, knarik1969@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6459-140X

Шәкешев Бекболат Темержанұлы²

техника ғылымдарының кандидаты,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, bekshakeshev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7470-9221

Тасқалиев Азамат Түлепқалиұлы*³

техника ғылымдарының магистрі,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, Taskalievazamat@mail.ru, ORCID ID: 0009-0008-1715-9102

Ідірісов Бексұлтан Лепесұлы⁴

техника ғылымдарының магистрі,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, beksultan.idirisov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3586-7128

Жұмабаева Қамар Мұратқызы⁵

PhD докторанты,

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,
Орал, Қазақстан, Zhumabaeva12.02.88@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7633-4064

ДИАТОМИТТИ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚҰРЫЛЫС КІРПІШІН ӨНДІРУ МҮМКІНДІГІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа. Мақалада кремнийлі жыныстарға жататын табиғи қазба – диатомитті зерттеу, талдау және құрылыс материалдары өнеркәсібінде қолдану әдістері мен тәсілдері қарастырылған. Ақтөбе облысындағы диатомитке жүргізілген ғылыми зерттеудің міндеті – диатомитті қазіргі таңдағы азаматтық және өнеркәсіптік құрылыс салаларындағы құрылыс ұйымдарында қолдану мүмкіндігін талдау, сонымен қатар диатомиттен жылу оқшаулағыш кірпіш өндіру технологиясын әзірлеу. Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты – Қазақстан Республикасы үшін заманауи азаматтық және өнеркәсіптік құрылыс саласында пайдалану мақсатында Батыс Қазақстан өңірінің диатомиті негізінде құрылысқа арналған энергия үнемдейтін материалдар өндіру технологиясын әзірлеу. Зерттеудің теориялық маңыздылығы диатомит пен термолиттің қасиеттері туралы эксперименттік мәліметтер алу болып табылады, жұмыстың практикалық маңыздылығы құрылыс кірпішін өндіру технологиясын әзірлеу және оны азаматтық және өнеркәсіптік құрылыста қолдану үшін зерттеу нәтижелерін пайдалануда жатыр. Мақалада диатомиттің шығу тегі баяндалады. Диатомиттің физика-механикалық қасиеттері құрылыс материалдары бойынша университет зертханасының құрал-жабдықтарын пайдалана отырып, зертханалық зерттеулер арқылы зерттелді. Диатомит жеке материал ретінде де, құрылыс материалдарын өндіру үшін толтырғыш ретінде қолданылатын термолитті дайындауға арналған шикізат ретінде де зерттелді. Термолит

зертханалық жағдайда опоканы 1150°C температурада жоғары температуралы күйдіру арқылы дайындалды. Жүргізілген ғылыми зерттеулердің нәтижесінде диатомиттің, термолиттің және диатомиттен жасалған жылу оқшаулағыш кірпіштің негізгі физико-механикалық қасиеттері анықталды.

Кілт сөздер. Диатомит, кірпіш, технология, иілмелі қалыптау, жартылай кептіріп қалыптау, жоғары температурада күйдіру, физико-механикалық қасиет.

Нариков Канат Амангельдыевич^{*1}

кандидат технических наук,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, knarik1969@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6459-140X

Шакешев Бекбулат Темержанович²

кандидат технических наук,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, bekshakeshev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7470-9221

Таскалиев Азамат Тюлепкалиевич^{*3}

магистр технических наук,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, Taskalievazamat@mail.ru, ORCID ID: 0009-0008-1715-9102

Идрисов Бексултан Лепесович⁴

магистр технических наук,

Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, beksultan.idirisov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3586-7128

Джумабаева Камар Муратовна⁵

докторант PhD,

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
Уральск, Казахстан, Zhumabaeva12.02.88@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7633-4064

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАТОМИТА

Аннотация. В статье отражены основные методы и способы по изучению, исследованию и применению в промышленности строительных материалов природного ископаемого - диатомита, относящегося к кремнистым породам. Задачей научного исследования диатомита Актюбинской области является анализ возможности применения диатомита строительными организациями в современном гражданском и промышленном строительстве, разработки технологии производства диатомитового теплоизоляционного кирпича. Целью научно-исследовательской работы является разработка технологии производства строительных энергосберегающих материалов на основе диатомита Западного региона Казахстана для современного гражданского и промышленного строительства в Республике Казахстан. Теоретическая значимость исследования заключается в получении экспериментальных данных о свойствах диатомита и термолита, практическая значимость работы заключается в использовании результатов исследования для разработки технологии производства строительного

кирпича и применения ее в гражданском и промышленном строительстве. В статье освещается природа происхождения диатомита. Физико-механические свойства диатомита изучались путем лабораторных исследований, с использованием приборов и оборудования лаборатории университета по строительным материалам. Диатомит изучался как самостоятельный материал и как сырье для изготовления термолита, используемого в качестве заполнителя для производства строительных материалов. Термолит был изготовлен в лабораторных условиях путем высокотемпературного обжига опоки при температуре 1150⁰С. В результате проведенных научных исследований были определены основные физико-механические свойства диатомита, термолита и диатомитового теплоизоляционного кирпича.

Ключевые слова. Диатомит, кирпич, технология, пластическое формование, полусухое формование, высокотемпературный обжиг, физико-механические свойства.

Narikov Kanat Amangeldievich^{*1}

candidate of technical sciences,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, knarik1969@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-6459-140X

Shakeshev Bekbulat Temerzhanovich²

candidate of technical sciences,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, bekshakeshev@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-7470-9221

Taskaliev Azamat Tyulepkalievich^{*3}

master of technical sciences,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, Taskalievazamat@mail.ru, ORCID ID: 0009-0008-1715-9102

Idrisov Beksultan Lepesovich⁴

master of technical sciences,

West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, beksultan.idrisov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3586-7128

Dzhumabayeva Kamar Muratovna⁵

PhD student,

Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University,
Uralsk, Kazakhstan, Zhumbaeva12.02.88@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7633-4064

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING BUILDING BRICKS USING DIATOMITE

Abstract. The article reflects the main methods and methods for the study, research and application in the industry of building materials of a natural fossil, diamithite, related to siliceous rocks. The objective of scientific research of diatomite in Aktobe region is to analyze the possibility of using diatomite by construction organizations in modern civil and industrial construction, and to develop technology for the production of diatomite thermal insulation bricks. The purpose of the research work is to develop a technology for the production of energy-saving building materials based on diatomite from the Western region of Kazakhstan

for modern civil and industrial construction in the Republic of Kazakhstan. The theoretical significance of the research lies in obtaining experimental data on the properties of diatomite and thermolith, the practical significance of the work lies in using the research results to develop technology for the production of building bricks and its application in civil and industrial construction. The article highlights the nature of the origin of diatomite. The physico-mechanical properties of diatomite were studied by laboratory studies using instruments and equipment from the University's laboratory for building materials. Diatomite was studied as an independent material and as a raw material for the manufacture of thermolith used as a filler for the production of building materials. The thermolith was made in the laboratory by high-temperature roasting of the flask at a temperature of 1150°C. As a result of the conducted scientific research, the main physical and mechanical properties of diatomite, thermolith and diatomite thermal insulation bricks were determined.

Key words. Diatomite, brick, technology, plastic molding, semi-dry molding, high-temperature firing, physical and mechanical properties.

Кіріспе. Ақтөбе облысының диатомитін ғылыми зерттеудің мақсаты – заманауи азаматтық және өнеркәсіптік құрылыс салаларында құрылыс ұйымдарына диатомитті қолдану мүмкіндігін талдау, сондай-ақ диатомиттен жылу оқшаулағыш кірпіш өндіру технологиясын әзірлеу.

Диатомит өзінің шығу тегі бойынша кремнийлі жыныстар тобына жататын биохимиялық жартасқа жатады. Бұл топқа кремнезем минералдарынан – опалдан тұратын шөгінді жыныстар кіреді [1,2].

Диатомит – бұл ақ немесе ашық сұр түсті, 50%-дан астамы диатом қабықшаларынан тұратын, жеңіл немесе цементтелген кремнийлі жыныс. Диатомиттер сілтілерде еритін кремнеземнің 70–98% құрайды, 75%-ке дейінгі жоғары кеуекті және 420-нан 1250 кг/м³-ге дейінгі төмен көлемдік тығыздығы бар [3].

Диатомиттің өнеркәсіптік қолданылуы оның бірнеше физикалық және химиялық қасиеттеріне негізделген, бұл диатомитті көп мақсатты шикізат ретінде пайдалануға мүмкіндік береді. Диатомит әртүрлі сұйықтықтарды, майларды, газдарды және мұнай өнімдерін тазалау үшін адсорбент ретінде қолданылады. Портландцемент, жеңіл бетондар, керамикалық және жылу оқшаулағыш өнімдерді өндіруге гидравликалық қоспа ретінде, сондай-ақ пластмассалар, резеңке және бояулар өндірісінде толтырғыш ретінде қолданылады [1, 4].

Зерттеу нәтижелері Қазақстан Республикасындағы заманауи азаматтық және өнеркәсіптік құрылысқа арналған ерекше табиғи материал – диатомитті қолдану үшін маңызды болып табылады [5, 6].

Құрылыс материалдарын қазіргі заманғы өндірісте ең маңызды экономикалық міндеттердің бірі – ғимараттар мен құрылыстардың энергия тұтынуын азайту болып табылады. Ғимараттар мен құрылыстардың жылу оқшаулау тұрғысынан құрылыс материалдарының жылу өткізгіштік коэффициенті негізгі параметр болып табылады.

Мақаладағы есептеулердің мақсаты – ғимараттар мен құрылыстардың қоршаушы конструкциялары арқылы сыртқы орта мен ішкі кеңістік арасындағы жылу алмасуды минимизациялауға арналған, адамдарға максималды ыңғайлылықты қамтамасыз ететін, жылу және желдету шығындарын төмендететін құрылыс материалдарын өндіру болып табылады [7].

Зерттеудің бір міндетін шешу барысында құрылыс кірпішін өндіруге диатомитті қолдану ұсынылды.

Аталған міндетті шешу үшін Ақтөбе облысының диатомитінің қасиеттерін зерттеп,

құрылыс кірпішін пластикалық және жартылай құрғақ басу әдістерімен өндіру технологиясын әзірлеу үшін зертханалық үлгілерді тәжірибелік жолмен алу қажет, бұл Қазақстан Республикасының нормативтік құрылыс құжаттарына сәйкес келеді.

Маңызды міндеттердің бірі зертханалық жағдайда дайындалған диатомит кірпішінің негізгі физика-механикалық қасиеттерін анықтау болды.

Ғылыми зерттеулерді жүргізу үшін Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің «Сәулет және құрылыс» кафедрасының «Құрылыс материалдары және құрылыс жылуфизикасы» зертханасының аспаптары мен жабдықтары қолданылды.

Ғылыми зерттеулерді сәтті жүргізу үшін ғалымдар ең алдымен Ақтөбе кен орнындағы табиғи материал – диатомиттің шығу тарихын зерттеуі қажет болды.

Материалдар мен зерттеу әдістері. Ақтөбе кен орнындағы диатомит кремнийлі жыныстарға жатады және кремний оксидтері тобына кіретін минералдардан – аморфты кремнезем болып табылатын опалдан тұрады [8]. Диатомит микроқұрылымды опалдан тұрады, ол кремнийлі заттың еруі мен қайта шөгуінің өнімі болып табылады, ол диатомдардың қалдықтарына жабысып қалған (диатомдар немесе диатомды балдырлар - бұл жасушаларында кремний диоксидінен жасалған «қақпақшасы» бар балдырлар тобы) [9]. Диатомды балдырлардың қақпақшаларының негізгі материалы - кремнезем, ол жыныстардың желденуі немесе жер сілкіністерінің нәтижесінде суға түскен [10]. Табиғатта диатомды балдырлар негізінен бірклеткалы болып келеді, олар теңіз планктонның негізі болып табылады және планетадағы органикалық заттардың 25%-ына дейін құрайды. Диатомды балдырлардың клеткаларына кремний кремний қышқылының тасымалдау ақуыздары арқылы енеді. Диатомды балдырлар дерлік барлық су айдындарында, топырақта кездеседі, сондай-ақ Арктика мен Антарктида мұздарында көп мөлшерде болады [11].

Кремнийлі жыныстар кен орындарының көпшілігі теңіз шөгінділеріне - платформалық аймақтарға да, жас геосинклиналдарға және таулы өңірлердің алдына тән иіндерге де сәйкес келеді. Кен қабаттарының пішіні пласт тәрізді, кейбір жағдайларда олар салыстырмалы түрде тұрақты қалыңдығы бар жалпақ линза түрінде болады. Кен қабаттарының жату бағыты - горизонталды, жыныс құрамының біртектілігі сақталған [12].

Диатомиттің қасиеттерін зерттеу ГОСТ 22263-76 «Кеуекті тау жыныстарынан алынған қиыршық тас пен құм. Техникалық шарттар» стандартына сәйкес жүргізілді. Опоканың физика-механикалық қасиеттері ГОСТ 8269.0-97 «Құрылыс жұмыстарына арналған тығыз тау жыныстарынан және өнеркәсіптік өндіріс қалдықтарынан алынған гравий құм мен қиыршық тас. Физика-механикалық сынақ әдістері» стандартына сәйкес анықталды.

Алынған нәтижелер және оларды талқылау. Диатомиттің физика-механикалық қасиеттерін анықтау үшін диатомит тасынан кесу арқылы қырлары 100 мм болатын текше пішінді зертханалық үлгілер дайындалды. Диатомиттің орташа тығыздығын анықтау кезінде ACS электрондық таразысы қолданылды жылу өткізгіштігі ИТП-МГ-4 «ЗОНД» аспабының көмегімен өлшенді. Диатомиттің физика-механикалық қасиеттерін анықтауға арналған барлық зерттеулер ГОСТ 9758-76 талаптарына сәйкес жүргізілді. Жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде диатомиттің орташа тығыздығы 950 кг/м^3 , жылу өткізгіштігі $0,132 \text{ Вт/м} \times \text{К}$ және кеуектілігі 64,0 % деп анықталды (1-кесте).

1 кесте - Диатомиттің физико-механикалық қасиеттері

Үлгінің өлшемі, мм	Орташа тығыздығы, кг/м^3	Жылуөткізгіштік, $\text{Вт/м} \times \text{К}$	Кеуектілігі, %
-----------------------	--------------------------------------	---	-------------------

100x100x100	950	0,132	64
-------------	-----	-------	----

Зерттеулер диатомиттер төмен тығыздықты, жылу өткізгіштігі аз және жоғары ткеусектілігі бар жылу оқшаулағыш материалдар қатарына жататындығын көрсетті. Диатомитті құрылыс кірпіші өндірісінде пайдалану туралы ғылыми зерттеу үшін диатомит кесектерін ұсақтау және дәнектердің 2 мм-ден кіші фракциясын алу жұмыстары жүргізілді. Ұнтақтау жұмысы зертханада шарикті МШЛ-1 диірменімен жүргізіліп, 2 мм торлы електен өткізілді. 2 мм-ден кіші фракциядағы диатомиттің физика-механикалық қасиеттерін анықтауға арналған зертханалық жұмыстардың нәтижесінде үгінді тығыздығы 410 кг/м³, жылу өткізгіштігі 0,11 Вт/м×К, пластикалық коэффициенті 5,88, жабысқақтық 8,88 г/см² және кептіруге сезімталдық коэффициенті 0,173 анықталып мәндері 2 кестеде көрсетілді.

2 кесте - Диатомиттің физико-механикалық қасиеттері

Фракция мөлшері, мм	Үгінді тығыздығы, кг/м ³	Жылуөткізгіштік, Вт/м×К	Иілмелі коэффициенті	Жабысқақтығы, г/см ²	Сезімталдық коэффициенті
2	417	0,11	6,2	9,2	0,2

2 мм-ден кіші фракциядағы диатомит зерттеулерінің нәтижелері бойынша материал төмен төгілген тығыздыққа, жылу өткізгіштікке ие, аз пластикалық шикізатқа жатады (ГОСТ 9169-2021), әлсіз жабысады (ГОСТ25100-2011) және кептіруге аз сезімтал.

Диатомит кірпішінің физика-механикалық қасиеттерін анықтау үшін керамикалық кірпіш өндіру технологиясына сәйкес жоғары температурада күйдірілген диатомиттің қасиеттерін анықтау қажет [13,14].

1150°С температурада күйдірілген 2 мм-ден кіші фракциядағы диатомиттен алынған термолиттің үгінді тығыздығы мен жылу өткізгіштігін анықтау нәтижелері 3 кестеде келтірілген.

3 кесте - Термолиттің үгінді тығыздығы мен жылуөткізгіштігі

Фракция мөлшері, мм	Үгінді тығыздығы, кг/м ³	Жылуөткізгіштік, Вт/м×К
2	735	0,12

Жоғары температурада күйдірудің әсерінен термолиттің төгілген тығыздығы күйдірілгенге дейінгі диатомит қасиеттерімен салыстырғанда 417-ден 735 кг/м³-ге дейін артты, сондай-ақ жылу өткізгіштігі 0,11-ден 0,12 Вт/м×К-ге өзгерді. Диатомитті күйдіру ЭКПС 50/1300 электр пешінде жүргізілді.

Қорытынды. Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысы барысында Ақтөбе облысының диатомитінің бірегей физика-механикалық қасиеттері нормативтік құжаттарға сәйкес қазіргі заманғы энергия үнемдейтін құрылыс материалдарын өндіруге арналған шикізат ретінде қолдануға жарамды екені дәлелденді. Бұл материалдар жақсы жылу оқшаулағыш қасиеттерге және жеткілікті беріктікке ие болып, азаматтық және өндірістік мақсаттағы ғимараттар мен құрылыстарды салуға арналған құрылымдық-жылу оқшаулағыш материалдар класына сәйкес келеді.

Ғылыми зерттеулерде негізінен диатомиттің және диатомит негізінде жасалған

бұйымдардың жылу өткізгіштік және беріктік сипаттамалары зерттелді.

Жүргізілген эксперименттік ғылыми зерттеулердің нәтижесінде диатомиттің шикізат күйіндегі және 1150°C температурада жоғары температурада күйдірілгеннен кейінгі (термолит ретінде) физика-механикалық қасиеттері анықталды.

Осылайша, мақалада келтірілген ғылыми зерттеу нәтижелері диатомитті жақсы жылу оқшаулағыш қасиеттері мен жеңіл салмағы бар құрылыс кірпішін өндіруге қолдануға болатындығын растайды. Бұл Қазақстан Республикасында құрылыс материалдары нарығын заманауи азаматтық және өнеркәсіптік құрылысқа арналған бұйымдар мен конструкциялар түріндегі жылу оқшаулағыш, құрылымдық, энергия үнемдейтін және экологиялық таза құрылыс материалдарымен кеңейтуге мүмкіндік береді.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здорик, Т. Б. Минералы и горные породы СССР. [Текст] / Т. Б. Здорик, Л. Г. Фельдман, И. Н. Тимофеев, В. В. Матиас. - Москва : Мысль. - 1970. - 488 с.
2. Баранова, М. Н. История освоения кремнистых пород. [Текст] / М.Н. Баранова, С.Ф. Коренькова, Н.Г. Чумаченко // Строительные материалы. - 2011. - № 8. - С. 1-4.
3. Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям кремнистых пород (диатомит, спонголит, трепел, опока). [Текст] / М. : ВСЕГЕИ. -1984.- 36с.
4. Садаков, И. А. Применение диатомита в областях промышленности. [Текст] / И. А. Садаков // Молодежь и наука. – 2015. – № 2. – С. 48. – EDN UDDTIV.
5. Чумаченко, Н. Г. Перспективы использования кремнистых пород при производстве строительных материалов. [Текст] / Н.Г. Чумаченко, М.Н. Баранова, Д.Р. Галиуллина // Сборник статей СГАСУ. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – Самара. - 2016. - С. 23 - 26.
6. Ельчищева, Т. Ф. Кремнистая опал - кристобалитовая порода. Перспективы. [Текст] / Т.Ф. Ельчищева, А.Т. Таскалиев // Вестник ЗКИТУ. - 2023. - №S1 (1). - С. 19-21.
7. Agata Stolarska, Jarosaw Strzakowski. The thermal parameters of mortars based on different cement type and w/c ratios // Journal of Materials. - 2020. Vol. 13, No. 19. - P. 42-58. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma13194258>.
8. Смирнов, П.В. Диатомиты и опоки месторождений Западного Казахстана: литология, структурно-текстурные параметры, потенциал использования. [Текст] / П.В. Смирнов, Б.Е. Жакипбаев, Д.А. Староселец и др. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2023. Т. 334, № 7. - С. 187-201. DOI: [10.18799/24131830/2023/7/4046](https://doi.org/10.18799/24131830/2023/7/4046).
9. Наненков, А. А. Источники возникновения диатомита. [Текст] / А. А. Наненков // В мире научных открытий : Материалы V Международной студенческой научной конференции, Ульяновск, 20–21 мая 2021 года. Том V. Часть 3. – Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина. - 2021. – С. 147-149. – EDN HWLJHC.
10. Cecile S. Rousseaux, Watson W. Gregg. Recent decadal trends in global phytoplankton composition // Journal of Global Biogeochemical Cycles. 2015. Vol. 29, No. 10. - P. 1674-1688.
11. Мусаев, Ф. А. Географическое распространение растений. [Текст] / Ф. А. Мусаев, О. А. Захарова. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. - 2014. – 200 с. EDN RVUAHT.
12. Нажарова, Л. Н. Влияние диатомита и продуктов его переработки на обжиговые свойства керамических изделий. [Текст] / Л. Н. Нажарова, Е. Н. Филиппович, А. В.

Скворцов, А. Р. Валиуллова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 20. – С. 87-89. – EDN PJEXUX.

13. Таскалиев, А. Т. Опокадан жеңіл кірпіш өндіру технологиясы. [Текст] / А. Т. Таскалиев, Т.Г. Гизатулла, А.Н. Сундетбаев // Батыс Қазақстан инновациялық - технологиялық университетінің хабаршысы. Ғылыми журнал. Арнайы шығарылым. Хабаршы БҚИТУ. - Орал. - 2023. - №2 (30). – Б. 183 - 191.

14. Нариков, К. А. Опокадан алынған құрылыс материалы. [Текст] / К. А. Нариков, А. Т. Таскалиев, А. Б. Темержанова // Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің хабаршысы. – 2025. – Vol. 34, No. 2. – P. 194-202. – DOI 10.62724/202520302. – EDN TPAGQI.

REFERENCES

1. Zdorik, T. B. Mineraly i gornye porody SSSR. [Minerals and rocks of the USSR] / T. B. Zdorik, L. G. Fel'dman, I. N. Timofeev, V. V. Matias. - Moskva : Mysl'. - 1970. - (In Rus) - 488 s.

2. Baranova, M.N. Istoriya osvoeniya kremnistyh porod. [The history of the development of siliceous rocks] / M.N. Baranova, S.F. Koren'kova, N.G. Chumachenko // Stroitel'nye materialy. - 2011. - № 8. - (In Rus) - S. 1-4.

3. Instrukciya po primeneniyu klassifikacii zapasov k mestorozhdeniyam kremnistyh porod (diatomit, spongolit, trepel, opoka). [Instructions for the application of reserve classification to deposits of siliceous rocks (diatomite, spongolite, trepel, flask)] / M. : VSEGEI. - (1984): - (In Rus) - 36 s.

4. Sadakov, I. A. Primenenie diatomita v oblastyah promyshlennosti. [Application of diatomite in industrial fields] / I. A. Sadakov // Molodezh' i nauka. – 2015. – № 2. - (In Rus) – S. 48. – EDN UDDTIV.

5. Chumachenko, N.G. Perspektivy ispolzovaniya kremnistyh porod pri proizvodstve stroitelnykh materialov. [Prospects for the use of siliceous rocks in the production of building materials] / N.G. Chumachenko, M.N. Baranova, D.R. Galiullina // Sbornik statej SGASU. Tradicii i innovacii v stroitelstve i arhitekture. Stroitelnye tekhnologii. – Samara. - (2016): - (In Rus) - S. 23 - 26.

6. Elchishcheva, T.F. Kremnistaya opal-kristobalitovaya poroda. Perspektivy. [Siliceous opal-cristobalite rock. The prospects] / T.F. Elchishcheva, A.T. Taskaliev // Vestnik ZKITU. - 2023. - №S1 (1). - (In Rus) - S. 19-21.

7. Agata Stolarska, Jarosaw Strzakowski. The thermal parameters of mortars based on different cement type and w/c ratios // Journal of Materials. - 2020. Vol. 13, No. 19. - P. – 42-58. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma13194258>.

8. Smirnov, P.V. Diatomity i opoki mestorozhdenij Zapadnogo Kazakhstana: litologiya, strukturno-teksturnye parametry, potencial ispol'zovaniya. [Diatomites and flanks of deposits in Western Kazakhstan: lithology, structural and textural parameters, potential use] / P.V. Smirnov, B.E. Zhakipbaev, D.A. Staroselec i dr. // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo uni-versiteta. Inzhiniring georesurov. - 2023. T. 334, № 7. - (In Rus) - S. 187-201. DOI: 10.18799/24131830/2023/7/4046.

9. Nanenkov, A. A. Istochniki vznikhoveniya diatomita. [Sources of diatomite] / A. A. Nanenkov // V mire nauchnykh otkrytij : Materialy V Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii, Ul'yanovsk, 20–21 maya 2021 goda. Tom V. Chast' 3. – Ul'yanovsk: Ul'yanovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stolypina. - 2021. - (In Rus) – S. 147-149. – EDN HWLJHC.

10. Cecile S. Rousseaux, Watson W. Gregg. Recent decadal trends in global phytoplankton composition // Journal of Global Biogeochemical Cycles. 2015. Vol. 29, No. 10.

- P. 1674-1688.

11. Musaev, F. A. Geograficheskoe rasprostranenie rastenij. [Geographical distribution of plants] / F. A. Musaev, O. A. Zaharova. – Ryazan' : Ryazanskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva. - 2014. - (In Rus) – 200 s. EDN RVUAHT.

12. Nazharova, L. N. Vliyanie diatomita i produktov ego pererabotki na obzhigovye svoystva keramicheskikh izdelij. [The effect of diatomite and its processed products on the firing properties of ceramic products] / L. N. Nazharova, E. N. Filippovich, A. V. Skvorcov, A. R. Valiullova // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. – 2012. – T. 15, № 20. - (In Rus) – S. 87-89. – EDN PJEXUX.

13. Taskaliev, A. T. Opokadan zheñil kirpish öndiru tekhnologiyasy. [Technology for the production of light bricks from opoka] / A. T. Taskaliev, T.G. Gizatulla, A.N. Sundetbaev // Batys Qazaqstan innovaciýalyq - tekhnologiyalyq universitetiniñ habarshysy. Ғылыми zhurnal. Arnajy shyғarylym. Habarshy БҚИТУ. - Oral. - (2023): - №2 (30). - (In Kaz) - S. 183 - 191.

14. Narikov, K. A. Opokadan alynған қырылыс материалы. [Building material from opoka] / K. A. Narikov, A. T. Taskaliev, A. B. Temerzhanova // Batys Qazaqstan innovaciýalyq - tekhnologiyalyq uni-versitetiniñ habarshysy. – 2025. – Vol. 34, No. 2. - (In Kaz) – S. 194-202. – DOI 10.62724/202520302. – EDN TPAGQL.