

Тасқалиев Азамат Тюлепқалиұлы*¹

техника ғылымдарының магистрі,

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

Нариков Қанат Амангелдіұлы²

техника ғылымдарының кандидаты,

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

Бекқалиев Нұрлан Мейрамұлы³

техника ғылымдарының магистрі,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, nurlan_b-90@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7745-1358

Аманова Бибігүл Нағашыбайқызы⁴

аға оқытушысы

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, amanova.b@mail.ru, ORCID: 0009-0008-8891-2990

Умерешова Саягүл Ғинаятқызы⁵

техника ғылымдарының магистрі,

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, oral.1977@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9382-9317

**БАТЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНДАҒЫ МИНЕРАЛДЫ ШИКІЗАТ
НЕГІЗІНДЕГІ ТҰТҚЫР МАТЕРИАЛДЫ АЛУ МҮМКІНДІГІН ЗЕТТЕУ**

Аңдатпа. Мақалада 2025 жылғы 17 наурыздағы «Ұлттық мемлекеттік ғылыми-техникалық сараптама орталығы» АҚ - да №0226РҚД0017 болып тіркелген «Батыс – Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті» ЖМЖКББМ мен «Аймақ» ШҚ арасында әдеби және патенттік іздестіру жүргізу және шикізат компоненттерінің қасиеттерін зерделеу тақырыбы бойынша шаруашылық шарты есебінің материалы көрсетілген. Минералды шикізатын – опока негізіндегі тұтқыр материалдың технологиясын зерделеудің, зерттеудің негізгі әдістері мен тәсілдері. Ғылыми зерттеудің міндеті құрылыс материалдарын өндіруде тұтқыр материал технологиясын жасау үшін минералды табиғи шикізатты қолдану мүмкіндігін талдау болып табылады. Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты-Қазақстан Республикасында заманауи азаматтық және ойластырылған құрылыс үшін Қазақстанның батыс өңірінің Шипов кен орны опокасы негізінде цемент өндіру технологиясын әзірлеу. Мақалада опоканың шығу тегі туралы айтылады. Опоканың физика-механикалық қасиеттері зертханалық зерттеулер арқылы, құрылыс материалдары бойынша университет зертханасының аспаптары мен жабдықтарын пайдалана отырып зерттелді. Жүргізілген ғылыми зерттеулердің нәтижесінде опоканың негізгі физика-механикалық қасиеттері анықталды.

Кілт сөздер. Тұтқыр материал, минералды шикізат, опока, зерттеулер, зертханалық үлгілер, физика-механикалық қасиеттері.

Таскалиев Азамат Тюлепкалиевич*¹

магистр технических наук,

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

Нариков Канат Амангелдиевич²

кандидат технических наук,

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

Беккалиев Нурлан Мейрамович³

магистр технических наук,

Западно Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, nurlan_b-90@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7745-1358

Аманова Бибигуль Нагашыбаевна⁴

старший преподаватель,

Западно Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, amanova.b@mail.ru, ORCID: 0009-0008-8891-2990

Умерешова Саягуль Гинаятовна⁵

магистр технических наук,

Западно Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, oral.1977@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9382-9317

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА
НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ЗАПАДНО–КАЗАХСТАНСКОЙ
ОБЛАСТИ**

Аннотация. В статье отражен материал отчета хоздоговора от 17 марта 2025г., между ЧВПОУ «Западно - Казахстанский инновационно-технологический университет» и КХ «АйМаК», зарегистрированным за №0226РКД0017 в АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы», по теме: Проведение литературного и патентного поиска и изучение свойств сырьевых компонентов. Основные методы и способы по изучению, исследованию технологии вяжущего материала на основе минерального сырья – опоки. Задачей научного исследования является анализ возможности применения минерального природного сырья для разработки технологии вяжущего материала в производстве строительных материалов. Целью научно-исследовательской работы является разработка технологии производства цемента на основе опоки Шиповского месторождения Западного региона Казахстана для современного гражданского и промышленного строительства в Республике Казахстан. В статье освещается природа происхождения опоки. Физико-механические свойства опоки изучались путем лабораторных исследований, с использованием приборов и оборудования лаборатории университета по строительным материалам. В результате проведенных научных исследований были определены основные физико-механические свойства опоки.

Ключевые слова. Вяжущий материал, минеральное сырье, опока, исследования,

лабораторные образцы, физико – механические свойства.

Taskaliev Azamat Tyulepkalievich¹

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

Narikov Kanat Amangeldievich*²

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

Bekkaliev Nurlan Meyramovich³

master of technical sciences,
West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, nurlan_b-90@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-7745-1358

Amanova Bibigul Nagashybaevna⁴

senior lecturer,
West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, amanova.b@mail.ru, ORCID: 0009-0008-8891-2990

Umereshova Sayagul Ginayatovna⁵

master of technical sciences,
West Kazakhstan University of Innovation and Technology,
Uralsk, Kazakhstan, oral.1977@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9382-9317

**RESEARCH INTO THE POSSIBILITY OF OBTAINING A BINDING MATERIAL
BASED ON MINERAL RAW MATERIALS FROM THE WESTERN KAZAKHSTAN
REGION**

Abstract. The article reflects the material of the economic agreement dated March 17, 2025, between the Private Educational Institution of Higher Education «Western Kazakhstan Innovation and Technology University» and CF «AiMak», registered under No. 0226RK0017 in JC «National Center for State Scientific and Technical Expertise», on the topic: Conducting a literature and patent search and studying the properties of raw material components. The main methods and techniques for studying and researching the technology of binding materials based on mineral raw materials – opoka. The objective of the scientific research is to analyze the possibility of using natural mineral raw materials to develop binding material technology in the production of building materials. The goal of the research work is to develop a technology for the production of cement based on opoka from the Shipovsky deposit in the Western region of Kazakhstan for modern civil and industrial construction in the Republic of Kazakhstan. The article highlights the nature of the origin of opoka. The physical and mechanical properties of the opoka were studied through laboratory research using the instruments and equipment of the university's building materials laboratory. As a result of the scientific research, the main physical and mechanical properties of the opoka were determined.

Key words. Binding material, mineral raw materials, opoka, research, laboratory samples,

physical and mechanical properties.

Кіріспе. Ғылыми-зерттеу жұмысының мақсаты Құрылыс материалдарын өндіруде тұтқыр материал технологиясын әзірлеу үшін минералды табиғи шикізатты - кремнийлі жынысты – Шипов кен орнының опокасын қолдану мүмкіндігін зерттеу болып табылады.

Жобаның 2025 жылға арналған міндеттері - жоба бағыты бойынша ғылыми жұмыстарды талдау. Ұқсас технологияларды зерттеу. Жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша ғылыми зерттеу бағытын таңдау.

ҒЗЖ орындау барысында келесі ғылыми нәтижелер алынды:

1) тұтқыр заттарды өндіру үшін кремнийлі жыныстарды қолдануды ғылыми зерттеумен айналысатын ғалымдардың ғылыми еңбектерін зерделеу бойынша жұмыстар жүргізілді;

2) тұтқыр заттарды өндіру үшін кремнийлі жыныстарды қолдануды ғылыми зерттеумен айналысатын ғалымдардың патенттерін зерделеу бойынша жұмыстар жүргізілді;

3) тұтқыр заттар өндірісінің заманауи технологияларын зерделеу бойынша жұмыстар жүргізілді;

4) жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелері бойынша ғылыми зерттеу бағыты таңдалды.

Теориялық зерттеулер тұтқыр заттарды өндіру технологияларын әзірлеу бағыты бойынша айналысатын ғалымдардың зерттеу нәтижелерін пайдалана отырып, тұтқыр заттарды өндірудің қазіргі заманғы технологиялары негізінде орындалатын болады.

Жүргізілген ғылыми-зерттеу жұмысы барысында тұтқыр заттарды өндіру үшін кремнийлі жыныстарын қолдануды ғылыми зерттеумен айналысатын ғалымдардың ғылыми еңбектеріне шолу жасалды, нормативтік құжаттар зерделенді, тұтқыр заттарды өндірудің заманауи технологияларына талдау жүргізілді және ғылыми зерттеудің бағыты анықталды.

Кремнийлі жыныстардың негізгі тұтынушысы (өндірілген шикізаттың 70%-дан астамы) кальций оксиді гидратының суда ерімейтін кальций гидросиликаттарына айналдыру арқылы зиянды әсерін жоятын белсенді минералды қоспалар ретінде пайдаланылатын тұтас өнеркәсіп [1].

Белсенді минералды қоспаларды алу үшін негізінен опоктар мен трепелдер әзірленеді [2]. Белсенді минералды қоспа ретінде кремнийлі жыныстардың жарамдылығы ОСТ 21-9-81 және ГОСТ Р 56196-2014 талаптарымен анықталады.

Сәулет және әрлеу жұмыстарына қолданылатын АҚ және түрлі – түсті портландцементтер өндірісінде белсенді минералды қоспалар ГОСТ 965-78 және ГОСТ 15825-80 реттейтін ақтығын беруі керек.

Цемент өндіруге арналған минералды компоненттер келесідей жіктеледі:

- инертті қоспалар-толтырғыштар-гидратация процесіне қатыспайды, цементтің гранулометриялық құрамын жақсарту, оның құрылымын тығыздау үшін енгізіледі (бастап-вестняк);

- белсенді минералды қоспалар - гидравликалық қасиеттерге ие емес, бірақ пуццоландық белсенділікке ие, яғни негізгі клинкер минералдарын ылғалдандыру кезінде айтарлықтай мөлшерде (15-20%) түзілетін кальций гидроксидімен әрекеттесіп, цемент тасының құрылымын тығыздайтын және қатайтатын гель тәрізді құрылымды кальций гидросиликаттарын түзеді (трепел, опока, микрокремнезем, қышқыл күл-алып кету);

- жасырын гидравликалық қасиеттері бар қоспалар-тұтқыр қасиеттерге ие болуы

мүмкін, бірақ активатор (сілтілі немесе сульфатты), гидратация процесін бастау қажет (түйіршіктелген домна шлагы, негізді ұшпа күл).

Опоки сонымен қатар портландцемент пен әк негізінде дайындалған жеңіл (термиз және жылу порит) және ұялы бетон өндірісінде толтырғыш ретінде қолданылады. Термизде опока массаның 55% құрайды, жылу поритінде шамамен 70%. Жеңіл бетондарды толтырғыш ретінде жасанды кеуекті материал-кремнийлі жыныстарды жоғары температурада күйдіру нәтижесінде алынған термо – литр қолданылады [3, 4].

Жеңіл бетондардағы термолиттің сапасына қойылатын талаптар «КСРО Құрылыс материалдары министрлігінің ВНИИСТРІ мен КСРО Мемстрой ФЗИЖБ (1977) әзірлеген» жасанды кеуекті агрегат өндірісінің технологиясы бойынша нұсқаулықпен» анықталады. Кеуекті агрегаттың қасиеттері ГОСТ 9757-73, ал ісінген трепелден қиыршық тас ГОСТ 9759-76 талаптарына сәйкес келуі керек.

Арнайы маркалы пуццоланды портландцемент өндірісінде белсенді минералдық қоспа ретінде пайдалану үшін опоканы технологиялық сынақтан өткізу [5, 6]. ОСТ 21-9-74 талаптарына сәйкес қатудың аяқталу мерзімі мен суға төзімділігі, сондай-ақ цементпен жанасуда болатын сұйық фазаның кальций тотығы гидратымен қанығу дәрежесі анықталады.

Цемент өндірісінің негізгі материалы – табиғи және техногендік шикізат [7, 8]. Өндіріс тәсілін таңдау, технологиялық желіні құру, жабдықтарды іріктеу және зауытқа сәйкес жобалық шешімдерді қабылдау тікелей шикізат материалдарының сипаттамаларына байланысты. Сондықтан жобалау жұмыстары басталғанға дейін Батыс Қазақстан облысындағы Шипов кен орнының кремнийлі жынысы – опоканы зерттеу бойынша ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу, жан-жақты талдау мен тәжірибелік сынақтар өткізу, сондай-ақ Қазақстан Республикасының нормативтік құжаттарына сәйкес Шипов кен орны опокасының тұтқыр зат өндірісіне жарамдылығын анықтау қажет.

Цемент өндіруге арналған минералды компоненттерді келесідей жіктеуге болады (ГОСТ 30515-2013) [9, 10]:

- инертті қоспалар-толтырғыштар-гидратация процесіне қатыспайды, цементтің гранулометриялық құрамын жақсарту, оның құрылымын тығыздау үшін енгізіледі (бастап-вестняк);

- белсенді минералды қоспалар – гидравликалық қасиеттерге ие емес, бірақ пуццоландық белсенділікке ие, яғни негізгі клинкер минералдарын ылғалдандыру кезінде айтарлықтай мөлшерде (15-20%) түзілетін кальций гидроксидімен әрекеттесіп, цемент тасының құрылымын тығыздайтын және қатайтатын гель тәрізді құрылымды кальций гидроксилкаттарын түзеді (трепел, опока, микрокремнезем, қышқыл күл-алып кету);

- жасырын гидравликалық қасиеттері бар қоспалар-тұтқыр қасиеттерге ие болуы мүмкін, бірақ активатор (сілтілі немесе сульфатты), гидратация процесін бастау қажет (түйіршіктелген домна шлагы, негізді ұшпа күл).

Минералды компоненттердің химиялық құрамы олардың қасиеттерін анықтайды. Кальций оксиді неғұрлым көп болса және кремний оксиді аз болса, оның гидравликалық белсенділігі соғұрлым жоғары болады. Керісінше, кальций оксиді аз және кремний оксидінің құрамында минералды компонент неғұрлым көп болса, оның пуццоландық белсенділігі соғұрлым жоғары болады [11].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Зерттеу Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің «Сәулет және құрылыс» кафедрасының Құрылыс материалдары мен құрылыс Жылу физикасы зертханасының негізінде жүргізілді [9]. Орал қаласынан шығысқа қарай 80 км жерде орналасқан Опоканың Шипов кен орнындағы далалық жағдайда кен орындарының периметрі бойынша әртүрлі

тереңдіктер мен нүктелерден сынамалар алынды.

Жыныс ұсақтау, майдалау және фракцияларға бөлу процестерінен өткізілді. Елеуіштік талдау (ұяшықтары 5, 10, 15, 20 және 40 мм) елеуіштер мен СМЖ-539-220 виброалаңын қолдану арқылы жүргізілді. Фракциялардың таралуы 0,1 % дәлдікпен белгіленді.

Физика-механикалық сипаттамалар ГОСТ 22263-76 және ГОСТ 8269.0-97 стандарттарына сәйкес анықталды, оның ішінде үйінді тығыздық, ылғалдылық, тығыздалу коэффициенті және жылуөткізгіштік көрсеткіштері қамтылды. Әрбір анықтау үш мәрте қайталанып орындалды.

Үйінді тығыздық ЛОВ құйғышы және ACS таразылары арқылы өлшенді, ал жылуөткізгіштік ИТП-МГ-4 «ЗОНД» құралымен анықталды. Үлгілер алдын ала стандартты климаттық жағдайларда ($t = 20 \pm 2$ °C, салыстырмалы ылғалдылық RH = 65 ± 5 %) 72 сағат бойы ұсталды.

5 мм-ге дейінгі фракциядан зертханалық жағдайда 1150 °C температурада СНОЛ 6,7/1300 электр пешінде күйдіру арқылы термолит алынды. Термолиттің химиялық құрамы ГОСТ Р 8.631-2007 бойынша бекітілген әдістеме негізінде Жапонияда өндірілген JSM-6390LV (JEOL) маркалы растрлық электрондық микроскопта энергиядисперсиялық спектроскопия әдісімен талданды. Спектрлік талдауда бес өлшеу диапазоны ескеріліп, әрбір элемент бойынша орташа мәні алынды.

Сондай-ақ ГОСТ 30108-94 стандартына сәйкес аязға төзімділік, үйкелуге төзімділік, ұсақталғыштық, шаңтәрізді және сазды бөлшектердің болуы, әлсіз жыныс түйірлерінің мөлшері және радиациялық белсенділік көрсеткіштері анықталды. Радиологиялық бағалау «Ұлттық сараптама және сертификаттау орталығы» АҚ-ның сертификатталған зертханасында сцинтилляциялық спектрометрді пайдалану арқылы жүргізілді.

Опока және термолит негізінде жылу порит, термиз, термолит бетон, опокогазобетон (НААС) қоса алғанда, құрылыс материалдарының құрамы жасалды. Компо-ненттер ГОСТ 25820-2000, ГОСТ 25485-2019 және ГОСТ 9128-2013 талаптарын ескере отырып таңдалды.

Ерітіндіні илеу кезінде 18-22 °C су пайдаланылды (ГОСТ 23732-2011. Қоспалар МШЛ - 1 зертханалық шар диірменінде 5 минут араластырылды, содан кейін 2ФК-100 қалыптарға қалыптау жүргізілді, ал қатаю КУП-1 камерасында немесе СНОЛ 67/350 электр пешінде 60 °C температурада 6 сағат бойы жүргізілді. 45-60 °C, алюминий ұнтағын, каустикалық сода мен натрий сульфатын қолдану.

Үлгілерді қалыптастырғаннан кейін 28 тәуліктен кейін ГОСТ 18105-2018, ГОСТ 12730.1-2020, ГОСТ 12730.3-2020, ГОСТ 10180-2012, ГОСТ 7076-99 сәйкес пайдалану қасиеттерін бағалау жүргізілді. Тығыздық пен сызықтық өлшемдерді өлшеу үшін ШЦ-200 калибрі мен ACS таразысы қолданылды.

Суды сіңіру үлгілерді толық қанықтыру әдісімен анықталады. Сығымдау күші PGM-MG4 баспасөзінде сыналды. Жылу өткізгіштік коэффициенті стационарлық жылу ағыны әдісімен өлшенді.

Сонымен қатар, ГОСТ 21216.1-93 және ГОСТ 34259-2017 бойынша бастапқы шикізаттың (опоки, саз және саздақ) икемділігі мен жабысқақтығы зерттелді. Жабысқақтықты анықтау үшін зертханалық жағдайда ПЛГ-Ф құралы қолданылды.

Нәтижелер және оларды талқылау. Шипов кен орнының опока үлгілерінде жүргізілген Елек талдауының нәтижелері материалдың фракциялар бойынша таралуын анықтауға және оның құрылыста қолдануға жарамдылығын бағалауға мүмкіндік берді. Үлгілердегі ең үлкен үлесті 40 мм-ден асатын үлкен фракция – 44,5% құрайды, бұл оның

мөлшеріне байланысты одан әрі зерттеулерден алынып тасталды. Құрылыс технологиялары тұрғысынан ең қызықты шағын фракциялар болды: 20-40 мм (32 %), 10-20 мм (16 %), 5-10 мм (5 %) және 5 мм-ге дейін (2,5 %). Бұл фракциялардың физика-механикалық сипаттамалары дәндердің мөлшеріне байланысты айырмашылықтарды көрсетті.

Сонымен, үйінді тығыздығы фракция мөлшерінің төмендеуімен төмендеді – материал үшін 925 кг/м³-тен 5 мм-ге дейін, 20-40 мм фракция үшін 590 кг/м³-ге дейін. ұқсас тенденция жылу өткізгіштікке қатысты да байқалды: зерттелген фракциялардың ең үлкенінде минималды мәндер (0,08 Вт/м×К) тіркелді, ал ең үлкені жылу өткізгіштік (0,14 Вт / м×К) ең кіші фракцияға тән болды. Бұл айырмашылықтар тығыздық пен жылу өткізгіштік арасындағы тікелей байланысты көрсетеді, оны құрылыс қоспаларының құрамын таңдау кезінде ескеру қажет (1-кесте).

1-кесте-опоканың негізгі физикалық-механикалық сипаттамалары

Фракциялардың мөлшері, мм	Жаппай тығыздық, кг/м ³	Жылу өткізгіштік, Вт/м×К
до 5	925	0,14
5–10	650	0,12
10–20	625	0,09
20–40	590	0,08

Шипов кен орнының опока үлгілеріне жүргізілген кешенді зертханалық талдау фракциялардың мөлшері, олардың үйінді тығыздығы мен жылу өткізгіштік коэффициенті арасындағы айқын корреляцияны анықтады. 1-кестеде келтірілген мәліметтер үлгіні көрсетеді: астық мөлшерінің ұлғаюымен сусымалы тығыздықтың да, жылу өткізгіштіктің де төмендеуі байқалады.

5 мм-ге дейінгі фракцияда ең жоғары тығыздық – 925 кг/м³ тіркелді, бұл ұсақ бөлшектердің тығыз орналасуымен байланысты. Олар түйірлер арасындағы кеңістікті тиімді толтырып, материалдың кеуектілігін төмендетуге қабілетті. Керісінше, ірі фракциялар (20–40 мм) үйінді тығыздықтың ең төмен мәндерін (590 кг/м³) көрсетті. Бұл пішіні дұрыс емес бөлшектердің кездейсоқ орналасуы кезінде түйірлер арасындағы қуыстар көлемінің айтарлықтай көп болуымен түсіндіріледі.

Алайда, термофизикалық сипаттамалар аясында бұл қасиет кемшілік ретінде көрінеді: 5 мм-ге дейінгі фракциялардың жоғары тығыздығы жылу өткізгіштік коэффициентінің жоғарылауымен бірге жүреді (0,14 Вт/м×К). Бұл жылу қатты фазада аз шығынмен, әсіресе дәндер арасындағы тығыз байланыс жағдайында берілетіндігімен түсіндіріледі.

Осылайша, тығыз фракциялар жылу беру қабілетінің жоғарылауын көрсетеді, осылайша материалдың жылу оқшаулағыш қабат ретіндегі тиімділігін төмендетеді. Керісінше, тығыздығы төмен және ішкі кеуектер жүйесі дамыған 20-40 мм фракцияларда жылу өткізгіштік коэффициенті 0,08 Вт / м×К дейін төмендейді, бұл оларды жылу берудің жоғары кедергісін қажет ететін қоршау конструкцияларын бірлесіп қолдану үшін қолайлы деп санауға мүмкіндік береді.

Сондай-ақ, мұндай нәтижелер материалдың функционалды мақсатына байланысты фракциялық құрамды таңдауға икемді тәсіл қалыптастыруға мүмкіндік беретінін атап өткен жөн. Мысалы, минималды жүктемелерді көтеретін, бірақ жоғары жылу оқшаулауын қажет ететін құрылымдар үшін жылу өткізгіштігі төмен опоканың үлкен фракциялары тиімдірек.

Сонымен қатар, беріктік сипаттамаларын арттыру қажет болған жағдайда, әсіресе

жоғары механикалық жүктемесі бар элементтерде, олардың жылу өткізгіштігіне қарамастан, тығыздығы жоғары шағын фракцияларды пайдалануды негіздеуге болады.

Осылайша, алынған деректер гранулометриялық құрамды өзгерту арқылы опока негізінде құрылыс материалдарының жылу-физикалық қасиеттерін мақсатты реттеу мүмкіндігін растайды, бұл қазіргі заманғы энергия үнемдейтін материалдарды әзірлеу кезінде маңызды техникалық-логикалық құрал болып табылады.

1150 °С температурада опоканың ұсақ фракциясын (5 мм-ге дейін) зертханалық күйдіру арқылы алынған термолитті сынау оның құрылыс материалы ретінде жоғары перспективасын көрсетті.

Зерттеу нәтижесінде термолиттің үйінді тығыздығы 850–950 кг/м³ аралығында және жылуөткізгіштік коэффициенті 0,1–0,12 Вт/м×К екені анықталды, бұл оның жақсы жылуоқшаулау қасиетіне нұсқайды. Материал жоғары беріктігімен сипатталады: ұсақталғыштық маркасы – кемінде 1000, аязға төзімділігі – кемінде F25, үйкелуге төзімділігі – кемінде И1. Бұл термолитті ауыр және жеңіл бетон қоспалары құрамында қолдануға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, пластинкалық және ине тәрізді пішінді түйірлердің мөлшері 0,24 %, шаң тәрізді және сазды бөлшектер – 0,2 %, әлсіз жыныс түйірлері – 3,1 % екені зерттелді, бұл материалдың тұрақты құрылымын көрсетеді. Табиғи радионуклидтердің ерекше тиімді белсенділігі 28–30 Бк/кг болып, рұқсат етілген нормадан (370 Бк/кг) шамамен 13 есе төмен, бұл материалды I қауіпсіздік классына жатқызуға мүмкіндік берді.

Осылайша, термолит барлық құрылыс түрлерінде қолдануға сертификатталған (2-кесте).

2-кесте-термолитті сынау нәтижелері

№ п/п	Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіштің мәні
1	Жаппай тығыздық, кг/м ³	850–950
2	Бөлшек маркасы	не ниже 1000
3	Нақты тиімді белсенділік ЕРН, Бк/кг	28–30
4	Аязға төзімділік маркасы	не ниже F25
5	Тозуға арналған бренд	не ниже И1
6	Жылу өткізгіштік, Вт/м×К	0,1–0,12
7	Пластиналы және ине тәрізді дәндердің құрамы, %	0,24
8	Шаң және саз бөлшектерінің құрамы, %	0,2
9	Әлсіз жыныстардың дәндерінің құрамы, %	3,1

Шипов кен орнының опокасын күйдіру арқылы алынған Тера-молиттің физика-механикалық және радиациялық қасиеттерін кешенді зерттеу оның экологиялық қауіпсіз және көпфункционалды құрылыс материалы ретіндегі кең перспективаларын көрсетті. Термолит 850-950 кг/м³ көлеміндегі үйінді тығыздығымен сипатталады, бұл оны жеңіл толтырғыштар класына жатқызуға мүмкіндік береді.

Бұл қасиет құрылымдық және жылу оқшаулағыш бетондарды өндіруде ерекше құнды, мұнда тығыздық пен жылу өткізгіштіктің оңтайлы үйлесімін қамтамасыз ету қажет. Термолиттің жылу өткізгіштік коэффициентінің мәндері 0,1-ден 0,12 Вт/м×к-ге дейін болады, бұл оның жылу оқшаулағыш құрылымдарда қолданған кезде жылу шығынын тиімді төмендету қабілетін көрсетеді. Мұндай параметрлердің диа-пазоны термолитті перлит немесе кеңейтілген саз сияқты дәстүрлі агрегаттардың бәсекеге қабілетті аналогына айналдырады, әсіресе қоңыржай және континентальды климат

жағдайында.

Механикалық сынақтардың нәтижелері бойынша термолиттің сығылуға және тозуға төзімділігі жоғары екендігі анықталды. Ұсақтау көрсеткіші-1000-нан төмен емес-тасымалдау, тығыздау және кейінгі пайдалану кезінде материалдың беріктігінің айтарлықтай қорын көрсетеді. Бұл әсіресе ауыр бетон және асфальтбетон қоспаларының құрамында үлкен агрегат ретінде қолданылған кезде өте маңызды. Сонымен қатар, F25 маркасынан төмен емес аязға төзімділік термолитті температураның айқын маусымдық ауытқулары бар климаттық аймақтарда, соның ішінде -30 °С және одан төмен температураның төмендеуімен қысқы жағдайларды қолдануға мүмкіндік береді. И1-ден төмен емес тозу маркасы оның тұрақты ди-намикалық және абразивті әсерге ұшыраған жол жабындары мен негіздердің құрамына енгізуге жарамдылығын растайды.

Қорытынды. Шипов кен орны опокасының физика-механикалық және жылу-физикалық сипаттамаларын және оның негізінде алынған аналардың туындыларын кешенді зерттеу гранулометриялық коэффициент пен пайдалану қасиеттері арасында тұрақты байланыс орнатуға мүмкіндік берді. Ең үлкен тығыздық пен жылу өткізгіштікті 5 мм-ге дейінгі фракция көрсетті (сәйкесінше 925 кг/м³ және 0,14 Вт/м×к), ал үлкен дәндер (20-40 мм) тығыздығы төмен (590 кг/м³) және жылу оқшаулау қасиеттері жақсы (0,08 Вт/м×к). Бұл нәтижелер энергияны үнемдейтін құрылыс материалдарын әзірлеуге қызығушылық тудыратын фракциялық құрамды таңдау үшін құрылыс қоспаларының жылу-физикалық параметрлерін реттеу мүмкіндігін көрсетеді.

Зертханалық сынақтардың нәтижелері оның жоғары механикалық беріктігін (ұсақтылығы 1000-нан төмен емес маркасы), Жылу-физика сипаттамаларының тұрақтылығын (жылу өткізгіштігі 0,1–0,12 Вт/м×к) және толық экологиялық қауіпсіздігін (табиғи радионуклидтердің меншікті белсенділігі) растады 28-30 Бк/кг). Термолит F25-тен төмен емес аязға төзімділікті және жоғары тозуға төзімділікті (И1-ден төмен емес) көрсетті, бұл оны ауыр және Жеңіл бетондар үшін, оның ішінде құрылымдық мақсаттар үшін перспективалы толтырғыш етеді

Сонымен қатар, зерттеудің шектеулері сынақтардың зертханалық ауқымында, алынған материалдарды ұзақ мерзімді пайдалану және өнеркәсіптік қолданудың экономикалық тиімділігі туралы деректердің болмауы болып табылады, бұл тұтқыр материалды өндіру үшін нақты құрылыс жағдайында зерттеуді қажет етеді.

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. 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.
5. Ельчищева, Т. Ф. Кремнистая опал - кристобалитовая порода. Перспективы. [Текст] / Т.Ф. Ельчищева, А.Т. Таскалиев // Вестник ЗКИТУ. - 2023. - №S1 (1). - С. 19-21.
6. 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>.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. 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. Mincraly 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. Chumachenko, N.G. Perspektivy ispolzovaniya kremnistyh porod pri proizvodstve stroitelnyh 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.

5. 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.

6. 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>.

7. Smirnov, P.V. Diatomity i opoki mestorozhdenij Zapadnogo Kazahstana: 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 georesursov. - 2023. Т. 334, № 7. - (In Rus) - S. 187-201. DOI: 10.18799/24131830/2023/7/4046.

8. 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.

9. 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.

10. Taskaliev, A. T. Opokadan zheñil kirpish øndiru tekhnologiyasy. [Technology for the production of light bricks from opoka] / A. T. Taskaliev, T.G. Gizatulla, A.N. Sundetbaev // Batys Qazaqstan innovaciyalyq - tekhnologiyalyq universitetinin habarshysy. Gylymi zhurnal. Arnajy shygarylym. Habarshy BQITU. - Oral. - (2023): - №2 (30). - (In Kaz) - S. 183 - 191.

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