

ЭОЖ 628.477  
МРНТИ 87.09.23  
DOI 10.56525/APQI3787

## ЭКТАСТЫ-ҰЛУТАС ӨНДІРУ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ ЖАҢА ҚҰРЫЛЫС МАТЕРИАЛДАРЫ РЕТІНДЕ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

**Букаев Е.З.**

Есенов университеті, Ақтау қ., Қазақстан  
e-mail: yeldarl.bukayev@yu.edu.kz

**Аңдатпа:** Құрылыс материалдарын өндіру, әсіресе әктас-ұлутасты тау жыныстарын алу, экологиялық таза және берік материалдарға сұранысқа байланысты құрылыс индустриясы үшін маңызды. Негізінен кальций карбонатынан ( $\text{CaCO}_3$ ) тұратын әктас физикалық және механикалық сипаттамаларына байланысты қаптау және құрылыс блоктарын өндіру үшін кеңінен қолданылады. Дегенмен, әктас өндіру елеулі экологиялық тәуекелдермен байланысты: табиғи ландшафттардың өзгеруі, ауа мен топырақтың ластануы, экожүйелердің бұзылуы және қалдықтардың айтарлықтай көлемінің пайда болуы.

Әктас қалдықтарын өңдеу және құрылыста пайдалану мүмкіндігі қарастырылуда, бұл экологиялық жағдайды жақсартуға мүмкіндік береді. Органикалық толтырғыштарды қосу арқылы бос карбонатты жыныстардан жасалған құрылымдық материалдарды сынау оларды кеңінен қолдану мүмкіндігін көрсетті. Мұндай технологияларды енгізу құрылыс шығындарын азайтуға және әктас өндірілетін жерлерде экологиялық жүктемені азайтуға мүмкіндік береді.

**Түйін сөздер:** әктас, карьер, ауаның ластануы, қалдықтар, ұлутас, материал.

### **Кіріспе**

Қазақстан Республикасының тау-кен өндіру саласы ел экономикасындағы жетекші салалардың бірі болып табылады және 1999 жылдан кейін шетелдік инвестициялардың тартылуына байланысты тұрақты өсім көрсетіп келеді. Пайдалы қазбаларды өндіру көлемі бойынша Қазақстан ТМД елдері арасында Ресейден кейін екінші орында тұр, ал қатты пайдалы қазбаларды жалпы өндіру көлемі бойынша әлемдегі 70-тен астам тау-кен өндіруші елдердің ішінде 13-орынды алады.

Республика аумағында шамамен 31,6 млрд тонна өнеркәсіптік қалдықтар жинақталған, ал жыл сайын олардың көлемі шамамен 1 млрд тоннаға артып отырады. Қалдықтардың негізгі бөлігін техногенді-минералдық түзілімдер (ТМТ) құрайды, олардың қатарына аршынды жыныстар мен күл-қож қалдықтары жатады (жалпы көлемнің шамамен 70%-ы), өңдеу өнеркәсібінің қалдықтары — 10%, ал басқа шаруашылық қызмет түрлерінің қалдықтары — 20%. Соңғы жылдары Қазақстанда өндірістік қалдықтарды қайта өңдеу және кәдеге жарату бойынша жұмыстар жүргізіліп келеді, алайда ресми деректерге сәйкес 2020 жылы қайта өңделген және кәдеге жаратылған қалдықтардың үлесі небәрі 29,7%-ды құрады, бұл қолданыстағы шаралардың жеткіліксіз екенін көрсетеді.

Тау-кен өнеркәсібі қалдықтарымен қоршаған ортаның ластануы Қазақстандағы ең өзекті экологиялық мәселелердің бірі болып табылады. Пайдалы қазбаларды өндіру барысында түзілетін қалдықтардың орасан зор көлемі экожүйенің барлық компоненттеріне теріс әсер етеді. Қалдықтарды үйінділерде сақтау топырақ жамылғысының деграциясына, атмосфералық ауаның және жер асты суларының ластануына әкеледі, ал кейбір жағдайларда, әсіресе тау-кен өндірісі қарқынды дамыған өңірлерде, жергілікті климаттық жағдайлардың өзгеруіне де себеп болады. Мұндай аумақтар шаруашылық айналымынан шығып, ауыл шаруашылығы, құрылыс немесе рекреациялық мақсаттар үшін жарамсыз болып қалады. Қалдықтардың ұзақ уақыт бойы жиналуы химиялық қосылыстар мен шаң бөлшектерінің топырақ пен атмосфераға таралуына ықпал етіп, экологиялық ахуалды одан әрі ушықтырады.

Ұлутас тау жыныстарына жататын әктас түрлерінің бірі болып табылады және негізінен кальций карбонатынан ( $\text{CaCO}_3$ ) тұрады. Оның құрамында йод пен тұздардың аз мөлшерде болуы материалға белгілі бір бактерицидтік қасиеттер береді. Әктас-ұлутас ұзақ уақыт бойы қабырға және қаптау материалы ретінде құрылыс саласында кеңінен қолданылып келеді. Физика-механикалық қасиеттері бойынша ол бетон плиталары мен шлакобетондарға ғана емес, күйдірілген кірпішке қарағанда да бірқатар артықшылықтарға ие. Бұл әрлеу материалының түсі нәзік қызғылт, крем түстерінен ақ түске дейін өзгеріп отырады.

Әктас-ұлутастың болжамды қоры миллиардтаған текше метрмен есептеледі. Қазіргі таңда әлемде әктас өндіру бойынша жетекші елдер қатарына Қытай, АҚШ, Ресей, Жапония, Үндістан, Бразилия, Германия, Мексика және Италия жатады [1]. Әктасқа және оны қайта өңдеу өнімдеріне деген жоғары сұраныс әлемнің көптеген елдерінде оның ірі көлемде өндірілуіне себеп болып отыр.

Сонымен қатар әктас өндіру қоршаған ортаға елеулі антропогендік әсер етеді. Ол ландшафтардың өзгеруіне, экожүйелердің бұзылуына, гидрогеологиялық режимнің өзгеруіне, сондай-ақ бұрғылау-жару, аршу және тасымалдау жұмыстары барысында шаң мен шудың көп мөлшерде пайда болуына әкеледі. Осыған байланысты әктасты өндіру мен өңдеудің экологиялық қауіпсіз технологияларын енгізу, сондай-ақ пайда болатын қалдықтарды тиімді кәдеге жарату жолдарын іздеу ерекше өзектілікке ие болып отыр.

Алайда әктас-ұлутас кен орындарын игерудің негізгі кемшіліктерінің бірі – пайдалы (іскерлік) тастың үлкен көлемде шығынға ұшырауы болып табылады. Бұл шығындар тас өндіру процесінің өзіне, сондай-ақ өнімді қабаттардың геологиялық орналасу ерекшеліктеріне байланысты туындайды.

Қазіргі уақытта ТМД елдерінде жыл сайын 20 млн  $\text{м}^3$ -тан астам әктас-ұлутас өндіріледі. Игеріліп жатқан кен орындарының шамамен жартысында беріктігі 15  $\text{кг}/\text{см}^2$ -ге дейінгі тастар алынады, бұл стандартты тас шығымының салыстырмалы түрде төмен болуына әсер етеді. Ең жақсы жағдайда стандартты тас шығымы игерілген тау жынысы көлемінің 70%-ын ғана құрайды, ал орташа есеппен шамамен 50% деңгейінде болады [2]. Оның ішінде алғашқы өңдеуден кейін шамамен 60%-ы үйінділерге және қалдық сақтайтын қоймаларға жіберіледі. Тас өндіру саласындағы қалдықтарды пайдалану деңгейі өте төмен болып қалып отыр және жалпы қалдық көлемінің шамамен 10%-ын ғана құрайды.

Қалдықтар үйінділерде үлкен көлемде жиналып, жел арқылы таралу нәтижесінде жақын аумақтардағы атмосфералық ауаның ластануын шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) едәуір асырып, халықтың денсаулығына және қоршаған ортаға зиян келтіреді.

Әктас-ұлутас кен орындарын игеру тиімділігін арттырудың негізгі жолдарының бірі – пайдалы тас өндіру қалдықтарын қайта пайдалану болып табылады [2]. Қалдықтарды химия өнеркәсібінде, цемент өндірісінде, косметология саласында қолдану бағыттары бар болғанымен, бұл материалды жеткіліксіз пайдалану салдарынан қалдықтардың жиналу қарқыны оларды қолдану көлемінен әлдеқайда жоғары болып отыр.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Зерттеулер Қазақстан Республикасының қолданыстағы стандарттарына сәйкес келетін заманауи жабдықтар мен әдістерді қолдана отырып жүргізілді. Ұсақ толтырғыштың сапасы СТ РК 1217-2003 «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Сынау әдістері» стандартына сәйкес бағаланды [3], сондай-ақ ГОСТ 8736-2014 «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық шарттар» (өзгертулермен) [4] және ГОСТ 31424-2010 «Тығыз тау жыныстарын ұсату кезінде алынған құрылыс материалдары. Техникалық шарттар» талаптарына сәйкес ұсақ толтырғыш ретінде қарастырылды [5].

Дәндік құрам мен ірілік модулін анықтау СТ РК 1217-2003 стандарты бойынша жүргізілді [3]. ОДКП үлгілері қалыпты жағдайда тұрақты массаға дейін кептіріліп, кейін 20 және 5 мм електер арқылы еленді.

Тығыздалған күйдегі үйінді тығыздығы СТ РК 1217-2003 әдістемесі бойынша анықталды [3]. Толтырғыш ретінде Жетібай кен орнының карбонатты жыныстарын ұсату нәтижесінде алынған електен өткен қалдықтар қолданылды.

Композиция келесі тәртіппен дайындалды: алдымен құрғақ компоненттер келесі массалық үлестерде мөлшерленді, мас. %: кешенді байланыстырғыш зат – 60–80 (байланыстырғыш құрамы: сөндірілген әк – 10–30; ұсақ дисперсті әктас қалдықтары – 70–90); ағаш үгіндісі – 20–40; су – байланыстырғыш пен органикалық толтырғыш қоспасының 100%-ынан артық 20–30%. Барлық компоненттер мәжбүрлі әрекетті араластырғышта мұқият араластырылды.

Алынған қоспа құрғақ компоненттердің жалпы массасының 20–30%-ы мөлшерінде сумен араластырылып, қайтадан араластырылды. Дайын қоспа көмірқышқыл газ-ауа қоспасын (КҚГАҚ) беру және шығару арналары бар жабық пресс-формаға орналастырылды. Престелген бұйымдар, мысалы, 1,0 МПа қысымда, құрамында 35% көмірқышқыл газы бар газ қоспасымен 15 минут бойы карбонизацияланды, бұл сығылу беріктігінің қажетті соңғы мәніне жетуге мүмкіндік берді.

Конструкциялық-жылуоқшаулағыш бұйымдарды дайындауға арналған композиция органикалық толтырғыш пен кешенді байланыстырғыш заттан тұрады. Ерекшелігі – органикалық толтырғыш ретінде ағаш үгіндісін, ал кешенді байланыстырғыш ретінде сөндірілген әк пен ұсақ дисперсті әктас қалдықтарының қоспасын қолдану. Құрғақ зат бойынша компоненттердің массалық үлестері: байланыстырғыш – сөндірілген әк (10–30%) және ұсақ дисперсті әктас қалдықтары (70–90%) қоспасы, барлығы 60–80%; ағаш үгіндісі – 20–40%; су – кешенді байланыстырғыш пен органикалық толтырғыш қоспасының 100%-ынан артық 20–30%.

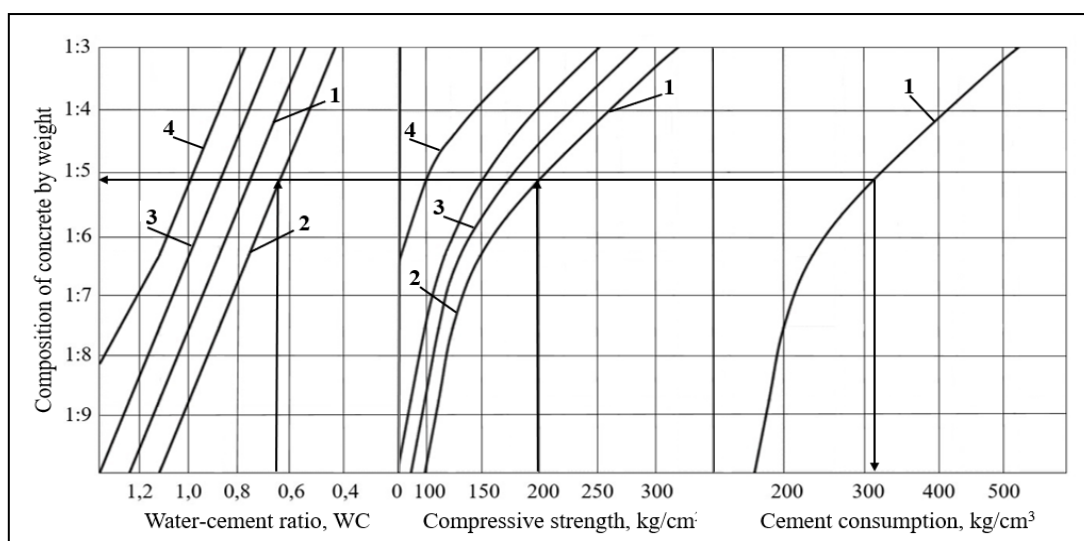
Сынақтар Қазақстан Республикасында қолданыстағы стандарттарға сәйкес жүргізілді:

- ГОСТ 12730.1-78 «Бетондар. Тығыздықты анықтау әдісі»;
- ГОСТ 10180-2012 «Бетондар. Бақылау үлгілері бойынша беріктікті анықтау әдістері» [6].

Зерттеу нәтижелері.

Сөндірілген әк құрамындағы бұйымдардың катаю процесі көмірқышқыл газының жоғары концентрациясы бар ортада жүрген кезде кальций гидроксидінің кальций карбонатына қайта кристалдануы байқалды. Нәтижесінде беріктігі жоғары құрылым қалыптасып, бұйымдардың қажетті физика-механикалық қасиеттерін қамтамасыз етті.

1-суретте Жетібай кен орнының ұлутас тасын кесу кезінде алынған електен өткен қалдықтар негізінде дайындалған құрылыс материалы үлгілерінің әртүрлі компоненттік құрамдағы сынақ нәтижелері көрсетілген.



**Сурет 1 - Жетібай кен орнының әктасынан алынған толтырғыш негізінде әктас бетон құрамдарын таңдау**

1 – қаттылығы 30–40 с; 2 – қаттылығы 6 с; 3 – қаттылығы 10–20 с; 4 – стандартты конустың шөгугі 6–8 см.

Сынақ нәтижелері көрсеткендей, кешенді байланыстырғыш заттың мөлшері 60%-дан төмен болған жағдайда материалдың қажетті қасиеттері толық қалыптаспайды, ал оның 80%-дан артық қолданылуы композициядағы ең қымбат компоненттің артық шығынына байланысты экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып табылады.

Кешенді байланыстырғыш пен органикалық толтырғыш негізіндегі, көмірқышқыл газының жоғары концентрациясы бар ортада қататын композицияны қолдану нәтижесінде қысымға беріктігі 2,0–5,7 МПа, орташа тығыздығы 450–800 кг/м<sup>3</sup> және жылу өткізгіштік коэффициенті 0,08–0,17 Вт/(м·°С) болатын жасанды материал алуға мүмкіндік туады. Бұл қасиеттер аталған материалды ағаш өңдеу қалдықтары мен сабан пайдаланылатын қабырғалық блоктар өндіру үшін жарамды етеді.

Ұсынылған әдістің артықшылығы гидрофобизациялау процесінің өзіндік құнын төмендетуінде болып табылады. Бұл үшін күйдірілген әк пен күкірттің өзара әрекеттесуінен алынатын кальций полисульфиді қолданылады, ол мұнай өндіру және тазалау саласындағы қалдық өнім болып табылады. Кальций полисульфиді мен бояғыш қосылған ерітіндімен плиталарды сіндіру нәтижесінде су сіңіргіштік төмендеп, беріктік, аязға төзімділік және ластануға қарсы тұрақтылық артады. Материалдың көлемдік массасы 5%-дан аспайтын мөлшерде ғана ұлғайып, гидрофобтық қасиеттерін ұзақ уақыт бойы сақтауға және сәндік сапаларын жақсартуға мүмкіндік береді.

Ұсынылып отырған тәсіл ұлутас тасының физика-механикалық қасиеттерін айтарлықтай жақсартып, оны күрделі пайдалану жағдайларында да сенімді әрі ұзақ мерзімді материалға айналдырады. Агрессивті факторларға жоғары төзімділікке қол жеткізу үшін плиталардың тек 10–15 мм қалыңдықтағы беткі қабатын ғана сіндіру жеткілікті екені анықталды. Сіндіру процесі атмосфералық қысым жағдайында ашық ванналарда жүргізілуі мүмкін, бұл технологиялық үдерісті жеңілдетіп, ерітіндінің тас кеуектеріне капиллярлық күштердің әсерімен терең енуін қамтамасыз етеді.

**Қорытынды.** Кесілген тас қалдықтары құрылыс материалдарын өндіру үшін толыққанды шикізат көзі бола алады. Бұл болашақта қоршаған ортаны ластап, аймақ тұрғындарының денсаулығына кері әсерін тигізетін көптеген шаңданған үйінділерден арылуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, пиленген тас қалдықтарын құрылыс индустриясында пайдалану шикізатқа кететін шығындарды азайтып, өндірістік қалдықтардың көлемін қысқарту арқылы экологиялық жағдайды жақсартуға ықпал етеді.

Жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, әктас жыныстарының қалдықтары негізінде алынған құрылыс материалдары құрылыс индустриясының талаптарына толық сәйкес келеді және оларды тікелей құрылыс тасын өндіру орындарында шығаруға болады. Бұл кәсіпорындардың өндірістік шығындарын төмендетіп, құрылыс пен өнеркәсіп саласында кеңінен қолдануға үлкен мүмкіндік береді, сондай-ақ әктас-ұлутас карьерлерінің экологиялық жүктемесін азайтып, орнықты дамуға жағдай жасайды.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1. Lide DR (1998) CRC handbook of chemistry and physics, 1998–1999. CRC Press, Boca Raton
2. Мещеряков С.В., Потулов О.Е. Известняк-ұлутас Мангышлака и Устюрта. Наука, Алма-Ата, 1974 г., 93 стр., УДК: 552.541
3. СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний»
4. ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» (с поправками) (изм. 1)
5. ГОСТ 31424-2010 «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия»
6. ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Метод определения плотности. Межгосударственный стандарт: ФГУП «Стандартинформ», 2018
- 7.

## REFERENCES

1. Lide DR (1998) CRC handbook of chemistry and physics, 1998–1999. CRC Press, Boca Raton (in English);
2. Meshcheryakov S.V., Potulov O.E. Limestone-shell rock of Mangyshlak and Ustyurt. Science, Alma-Ata, 1974, 93 pages, UDC: 552.541
3. ST RK 1217-2003 "Sand for construction work. Test methods"
4. GOST 8736-2014 "Sand for construction work. Specifications" (with amendments) (rev. 1)
5. GOST 31424-2010 "Construction aggregates from screenings of crushed dense rocks in crushed stone production. Specifications"
6. GOST 12730.1-78 Concretes. Method for determination of density. Interstate Standard: FSUE "Standartinform", 2018

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ ИЗВЕСТНЯКА-РАКУШЕЧНИКА ПУТЁМ ПЕРЕРАБОТКИ В НОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Букаев Е.З.**

Университет Есенова, г. Актау, Казахстан  
e-mail: yeldarl.bukayev@yu.edu.kz

**Аннотация.** Производство строительных материалов, в частности добыча известняка-ракушечника, имеет важное значение для строительной отрасли в связи с растущим спросом на экологически чистые и долговечные материалы. Известняк, состоящий преимущественно из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ), широко используется для изготовления облицовочных и стеновых блоков благодаря своим физико-механическим характеристикам. Вместе с тем добыча известняка сопровождается существенными экологическими рисками, включая изменение природных ландшафтов, загрязнение воздуха и почв, разрушение экосистем и образование значительных объёмов отходов.

В статье рассматривается возможность переработки отходов известняка и их использования в строительстве, что способствует улучшению экологической обстановки. Испытания конструкционных материалов, полученных из отходов карбонатных пород с добавлением органических наполнителей, показали перспективность их широкого применения. Внедрение подобных технологий позволяет снизить себестоимость строительных работ и уменьшить экологическую нагрузку в районах добычи известняковых пород.

**Ключевые слова:** известняк, карьер, загрязнение воздуха, отходы, ракушечник, материал.

## PROSPECTS FOR UTILIZATION OF LIMESTONE-SHELL ROCK MINING WASTE THROUGH RECYCLING INTO NEW CONSTRUCTION MATERIALS

**Bukayev Y.**

Yessenov University, Aktau, Kazakhstan  
e-mail: yeldarl.bukayev@yu.edu.kz

**Abstract.** The production of construction materials, particularly the extraction of limestone-shell rock, is of great importance for the construction industry due to the growing demand for environmentally friendly and durable materials. Limestone, composed mainly of calcium carbonate

(CaCO<sub>3</sub>), is widely used in the manufacture of facing and wall blocks owing to its favorable physical and mechanical properties. However, limestone mining is associated with significant environmental risks, including alteration of natural landscapes, air and soil pollution, ecosystem degradation, and the generation of large volumes of waste.

This paper examines the potential for recycling limestone waste and its application in the construction sector as a means of improving environmental conditions. Experimental studies of structural materials produced from carbonate rock waste with the addition of organic fillers have demonstrated the feasibility of their wide-scale use. The implementation of such technologies can reduce construction costs and decrease environmental pressure in limestone mining areas.

**Keywords:** limestone, quarry, air pollution, waste, shell rock, material.