

Код МРНТИ 67.09.91:67.09.29

*Е.З. Букаев, Ф.К. Нурбаева, Е.Д. Муралев

Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова
(г. Актау, Казахстан)

ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ ИЗВЕСТНЯКА- РАКУШЕЧНИКА ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ В НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Аннотация. Добыча известняка-ракушечника имеет значение для строительства благодаря прочности и экологичности материала. Этот известняк, богатый карбонатом кальция ($CaCO_3$), применяется для облицовочных и строительных блоков. Однако его добыча сопровождается экологическими рисками: изменением ландшафта, загрязнением, разрушением экосистем и образованием отходов. В работе исследуется возможность переработки отходов известняка для строительства. Испытания материалов на основе карбонатных отходов с добавлением органических компонентов показали их пригодность. Внедрение таких технологий снижает строительные затраты и уменьшает экологическое воздействие.

Ключевые слова: известняк, карьеры, загрязнение воздуха, отходы, ракушечник, материал.

Әктасты-ұлтас өндіру қалдықтарын қайта өңдеу арқылы жаңа құрылыс материалдары ретінде кәдеге жарату перспективалары

Аңдатпа. Әктас-ұлтасты өндіру құрылыс үшін материалдың беріктігі мен экологиялық тазалығына байланысты маңызды. Кальций карбонатына ($CaCO_3$) бай бұл әктас қаптамалық және құрылыс блоктарын жасауға қолданылады. Алайда, оның өндірісі ландшафттардың өзгеруі, ластануы, экожүйелердің бұзылуы және қалдықтардың жиналуын қоса алғанда, экологиялық қауіптермен қатар жүреді. Бұл жұмыста әктастың қалдықтарын құрылысқа қайта өңдеу мүмкіндігі қарастырылады. Органикалық компоненттер қосылған карбонаттық қалдықтар негізіндегі материалдарды сынау олардың жарамдылығын көрсетті. Мұндай технологияларды енгізу құрылыс шығындарын азайтып, экологиялық әсерді төмендетеді.

Түйінді сөздер: әктас, карьер, ауаның ластануы, қалдықтар, ұлтас, материал.

Prospects for the utilization of limestone-shell rock mining waste by processing into new building materials

Abstract. The extraction of limestone shell rock is important for construction due to the material's strength and eco-friendliness. This limestone, rich in calcium carbonate ($CaCO_3$), is used for cladding and construction blocks. However, its extraction poses environmental risks, including landscape alteration, pollution, ecosystem destruction, and waste generation. This study explores the potential for recycling limestone waste for construction. Tests of materials based on carbonate waste with added organic components demonstrated their suitability. The implementation of such technologies reduces construction costs and minimizes environmental impact.

Key words: limestone, quarry, air pollution, waste, shell rock, material.

Введение

Горнодобывающая отрасль Республики Казахстан является одной из ведущих в стране, продемонстрировав устойчивый рост после 1999 года благодаря привлечению иностранных инвестиций. Казахстан занимает второе место после России в СНГ по объемам добычи полезных ископаемых, а по общему объему добычи твердых полезных ископаемых республика находится на 13-м месте среди 70 горнодобывающих стран мира.

В стране накоплено около 31,6 млрд тонн промышленных отходов, в которые ежегодно добавляется около 1 млрд тонн. Основную часть составляют техногенно-минеральные образования (ТМО), такие как вскрышная порода и золошлаки (70% от общего объема), отходы обрабатывающей промышленности (10%) и прочие виды деятельности (20%).

Ведутся работы по переработке этих отходов, и, согласно последнему отчету, в 2020 году доля переработанных и утилизированных отходов составила 29,7%¹.

Загрязнение окружающей среды отходами горнодобывающей промышленности представляет собой одну из наиболее острых экологических проблем в Казахстане. Огромные объемы отходов, образующихся в процессе добычи полезных ископаемых, негативно воздействуют на различные компоненты экосистемы. Хранение отходов в отвалах оказывает пагубное влияние на состояние почвы, загрязняет атмосферный воздух и подземные воды, создавая условия для деградации природных ресурсов. В ряде

случаев накопление отходов может оказывать воздействие и на локальные климатические условия, что особенно заметно в регионах с активной горнодобывающей деятельностью. Такие площади оказываются выведенными из оборота и не могут быть использованы для сельского хозяйства, строительства или рекреационной деятельности. Кроме того, длительное хранение отходов способствует дальнейшему ухудшению состояния этих территорий, так как химические вещества и пылевые частицы из отходов проникают в почву и атмосферу, усугубляя экологические проблемы.

Ракушечник является одним из типов известняков, относящихся к осадочным горным породам. Он почти полностью состоит из $CaCO_3$ (карбонат кальция) и содержит небольшие количества йода и солей, что придает ему бактерицидные свойства.

Известняк-ракушечник уже долгое время успешно применяется как стеновой и облицовочный материал. По своим физико-механическим характеристикам он значительно превосходит не только бетонные плиты и шлакобетоны, но и обожженный кирпич.

Цветовая палитра этого отделочного материала варьируется от нежно-розового и кремового до белого².

Прогнозируемые запасы известняка-ракушечника исчисляются миллиардами кубометров.

Сегодня крупнейшими производителями известняка являются Китай, США, Россия, Япония, Индия, Бразилия,

¹Электронное правительство Республики Казахстана: офиц. сайт. Информация о сокращении, переработке и вторичном использовании отходов. URL: https://egov.kz/cms/ru/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse (дата обращения: 09.01.2021).

²Worldatlas.com: caim. 2019. URL: <https://www.worldatlas.com/articles/limestone-facts-geology-of-the-world.html> (дата обращения: 28.07.2017).

Германия, Мексика и Италия [1]. Из-за высокого спроса на известняк и его переработанные продукты добыча осуществляется в значительных объемах по всему миру.

Добыча известняка оказывает разнообразное воздействие на окружающую среду, что приводит к изменению ландшафта, разрушению экосистем, изменению режима грунтовых вод, а также к образованию пыли и шума во время горных работ, таких как бурение, взрывные и вскрышные работы.

Но главным недостатком проблемы разработки месторождений известняка-ракушечника являются большие потери делового камня, связанные, как с процессом добычи, так и геологического характера залегания продуктивных слоев камня.

На текущий момент в СНГ ежегодно добывается более 20 млн м³ добычи известняка-ракушечника. Половина разрабатываемых месторождений добычи известняка дает камни прочностью до 15 кг/см², что отражается на сравнительно низком выходе стандартного камня,

в лучшем случае 70% от объема разработанной горной породы, при среднем выходе камня около 50% [2], из которых примерно 60% после первичной переработки отправляется на отвалы и в хвостохранилища. Уровень использования отходов камнедобывающей отрасли остается низким, составляя всего около 10% от общего объема отходов.

Отходы накапливаются в отвалах в большом количестве, и, разносимые ветром, создают загрязнение воздуха близлежащих территорий значительно выше ПДК, нанося вред населению и окружающей среде.

Одним из путей повышения эффективности разработки месторождений известняка-ракушечника является использование отходов добычи делового камня [2]. Существует различное использование отходов в химическом производстве, изготовлении цемента, в косметологии (см. табл. 1), но накопление отходов идет быстрее, чем их использование ввиду недостаточного использования данного материала.

Таблица 1

Составы продуктов и изделий, полученных с использованием шламов от обработки камня (Н.А. Калдыбаев и др., 2014)

Кесте 1

Тасты өңдеуден алынған шламдарды пайдалану арқылы алынған өнімдер мен бұйымдардың құрамы (Н.А. Қалдыбаев және басқалар, 2014)

Table 1

Compositions of Products and Materials Produced Using Sludge from Stone Processing (N.A. Kaldaybayev et al., 2014)

Наименование средств	Содержание компонентов	
	Шламы, %	Прочие компоненты, %
Полимерные композиции **	45-50 (1,2,3)	смолы ЭД-20, ЭД-16, ПН-1, Э-40, Э-41, ПН-12-50 – 55%
Кирпич стеновой пористый **	1-6 (1,2,3)	Лигнин – 40-85%, глина – 14-45%
Угольные брикеты **	1-4 (1,2,3,4)	Лигнин – 10-18%, угольная пыль – 78-88%
Чистящее бытовое вещество **	68-85 (3,4)	Сода – 4-10%, горчичный порошок – 1-2%, сульфенол – 5-20%
Чистящее вещество	68-85 (1,2,4)	Сода – 4-10%, сульфенол – 5-22%
Замазка оконная	80-85 (1,2,3)	Олифа – 1 0-3%, масло индустриаль – 2-10%
Шпатлевка «Карболат»	40-50 (1,2,3)	Латекс – 5-10%, карбоксилметил-целлюлоза – На – 2%, карбамид – 5-10%
Средство чистящее «Чистоль»	92-94 (3)	Дифталан – 1-2%, сода – 1,5-5%, стекло жидкое – 2%
Замазка универсальная морозостойкая	54-60 (1,2,3)	Латекс – 24-28%, асбест – 2-4%, белила цинковые – 3-4%, пластификатор ДБФ – 2-3%, стекло жидкое – 2-3%, синтимида – 1%
Герметик «Термопласт»	70-75 (3)**	Бутилкаучук – 10-14%, масло индустр. – 16-18%, глицерин сырой – 1%
Средство для чистки медных и алюминиевых изделий «Асидол»	60 (1,2,3)	Мыло – 2%, стеариновая кислота – 12%, кислота щавелевая – 3%, аммиак водный – 23%
Средство чистящее для кухонных плит «Норма»	59 (1,2,4)*	Моющее средство «Прогресс» – 5%, стекло жидкое – 1,5%, триполифосфат натрия – 5%, глицерин сырой – 2,85%, вода – остальное
Сухие штукатурные смеси различного назначения	Зависит от назначения смеси (1,2,3)*	Гипс, известь-кипечка, портландцемент марка 400

Методы и методология

Исследования проводились с использованием современного оборудования и методов, соответствующих стандартам Республики Казахстан. Качество мелкого заполнителя оценивалось по методикам, изложенным в СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» [3], в соответствии с требованиями, предъявляемыми к песку ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» (с поправками) (изм. 1) [4] и ГОСТ 31424-2010 «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия» как мелкому заполнителю» [5]. Определение зернового состава и модуля крупности проводили по методике СТ РК 1217-2003 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» [3]. Образцы ОДКП высушивались в нормальных условиях до постоянной массы, затем просеивались через сито 20 и 5 мм.

Насыпная плотность в уплотненном состоянии определялась по методике СТ РК 1217-2003 [3]. В качестве заполнителя использовались отсевы дробления карбонатных пород Жетыбайского месторождения.

Композиция готовилась следующим образом. Сначала дозируются сухие компоненты в следующих пропорциях, мас. %: комплексное вяжущее вещество – 60-80 (состав вяжущего: гашеная известь – 10-30; мелкодисперсные известняковые отходы – 70-90); древесная дробленка – 20-40; вода – 20-30% сверх 100% смеси вяжущего и органического наполнителя. Затем все компоненты тщательно перемешиваются в смесителе принудительного действия. Полученную смесь затворяют водой в количестве 20-30% от общей массы сухих компонентов и снова перемешивают. Подготовленную смесь помещают в закрытую пресс-форму для прессования, оснащенную патрубками для подвода и отвода углекислотной газовой смеси (УГВС). Прессованные изделия при давлении, например, 1,0 МПа, подвергаются карбонизации с потоком газовой смеси, содержащей 35% углекислого газа, в течение 15 минут, что позволяло достигнуть необходимой конечной прочности при сжатии.

Композиция для изготовления конструкционно-теплоизоляционных изделий включает органический

наполнитель и комплексное вяжущее вещество. Особенность заключается в применении древесной дробленки в качестве органического наполнителя и смеси гашеной извести и мелкодисперсных известняковых отходов в качестве комплексного вяжущего. Пропорции компонентов по сухому веществу (в мас. %): вяжущее вещество – смесь гашеной извести (10-30%) и мелкодисперсных известняковых отходов (70-90%), всего 60-80%; древесная дробленка – 20-40%; вода – 20-30% сверх 100% смеси комплексного вяжущего и органического наполнителя

Испытания проводились в соответствии с требованиями стандартов, действующих в Республике Казахстан: ГОСТ 12730.1-78 Бетоны. Метод определения плотности; ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [6].

Результаты

В процессе твердения изделий, содержащих гашеную известь, в среде с повышенной концентрацией углекислого газа происходила перекристаллизация гидроксида кальция в карбонат кальция, который образует прочную структуру, обеспечивающую требуемые физико-механические характеристики изделий (см. табл. 2).

На рис. 1 показаны результаты испытаний образцов строительного материала из отсева пиления камня Жетыбайского месторождения ракушечника при различном компонентном составе.

Обсуждение результатов

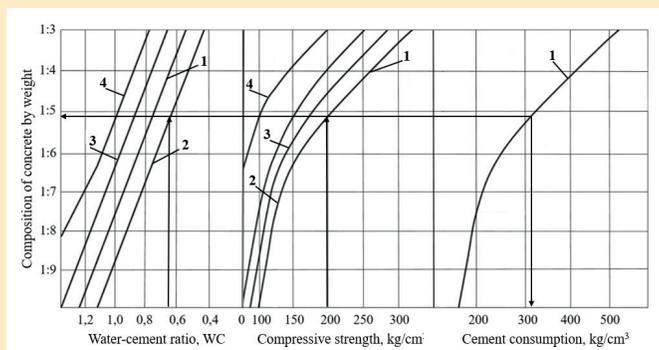
Как показывают результаты испытаний, использование комплексного вяжущего вещества в количестве менее 60% недостаточно для формирования нужных свойств материала, а превышение 80% нецелесообразно из-за высокого расхода самого дорого компонента композиции [7-10].

Применение композиции на основе комплексного вяжущего и органического наполнителя, твердеющего в среде с повышенной концентрацией углекислого газа, обеспечивает создание искусственного материала с проч-

Таблица 2
Кесте 2
Table 2

Влияние состава композиции на физико-механические характеристики изделий
Композиция құрамының бұйымдардың физико-механикалық сипаттамаларына әсері
Influence of Composition on the Physical and Mechanical Properties of Products

Расход ингредиентов, масс. %				Характеристика изделий		
Комплексные вяжущие		Органический наполнитель	Вода сверх 100% смеси ингредиентов	Прочность при сжатии, МПа	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
Гашеная известь	Мелкодисперсный известняк					
10	90	20	20	5,7	800	0,17
10	90	40	22	3,5	670	0,14
30	70	20	25	2,5	550	0,12
30	70	40	30	2,0	450	0,08



1 – жесткость 30-40 сек; 2 – жесткость 6 сек;
3 – жесткость 20-10 сек; 4 – осадок стандартного конуса 6-8 см

Рис. 1. Подбор составов известнякового бетона на заполнителе из известняка Жетыбайского месторождения.

Сурет 1. Жетыбай кен орнының әктасынан алынған толтырғыш негізінде әктас бетон құрамдарын тандау.

Figure 1. Selection of limestone concrete compositions with aggregate from the Zhetysbai limestone field.

ностью 2,0-5,7 МПа, средней плотностью 450-800 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности 0,08-0,17 Вт/м·°С. Эти свойства делают материал подходящим для производства стеновых блоков, в которых используются отходы древесной обработки и соломы.

Преимущество данного метода заключается в удешевлении процесса гидрофобизации за счет применения полисульфида кальция – продукта взаимодействия обожженной извести и серы, являющегося отходом нефтедобычи и очистки. В результате пропитки плит полисульфидом кальция с красителем происходит снижение водопоглощения и повышение прочности, морозостойкости и грязеустойчивости. Объемная масса материала увеличивается не более чем на 5%, обеспечивая длительную эксплуатацию

без ухудшения гидрофобных свойств и повышение декоративных качеств.

Предлагаемый способ значительно улучшает физико-механические свойства ракушечника, придавая ему повышенную надежность и долговечность даже в сложных условиях эксплуатации. Установлено, что для достижения высокой стойкости против агрессивных факторов достаточно пропитать только поверхностный слой плит толщиной 10-15 мм. Пропитка может осуществляться в открытых ваннах при атмосферном давлении, что упрощает процесс и обеспечивает проникновение раствора в поры камня под действием капиллярных сил.

Заключение

Отходы пиленого камня могут стать полноценным сырьем для производства строительных материалов, что позволит в будущем избавиться от многочисленных пылящих отвалов, загрязняющих окружающую среду и негативно влияющих на здоровье населения в этих регионах. Кроме того, использование отходов пиленого камня в строительной индустрии способствует снижению затрат на сырье и улучшению экологической обстановки за счет уменьшения объема промышленных отходов.

Проведенные исследования показали, что строительные материалы на основе отходов известняковых пород по характеристикам соответствуют требованиям строительной индустрии и могут производиться непосредственно на местах добычи строительного камня. Это снизит производственные затраты предприятий и создаст большой потенциал для применения в индустрии и строительстве, что будет способствовать созданию более устойчивой среды и снижению экологического воздействия карьеров по добыче известняка-ракушечника.

Благодарность

Это исследование финансируется Комитетом науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (Грант №АР22686399).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lide D.R. CRC справочник по химии и физике: Бока-Ратон: CRC Press, 1998, С. 109 (на английском языке)
2. Мецгеряков С.В., Потулов О.Е. Известняк-ракушечник Мангышлака и Устюрта: Алма-Ата, Наука, 1974, С. 93 (на русском языке)
3. СТ РК 1217-2003: «Песок для строительных работ. Методы испытаний». А., 2005 (на русском языке)
4. ГОСТ 8736-2014: «Песок для строительных работ. Технические условия» (с поправками) (изм. 1). М., 2019 (на русском языке)
5. ГОСТ 31424-2010: «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия». М., 2011 (на русском языке)
6. ГОСТ 12730.1-78: Бетоны. Метод определения плотности. Межгосударственный стандарт: ФГУП «Стандартинформ», 2018 (на русском языке)
7. Kibriya T. Устойчивое строительство – высокопрочный бетон с содержанием известняковой пыли в качестве наполнителя. / Kibriya T., Tahir L. // Мировой журнал инженерии и технологий. 2017. №5. С. 404-411 (на английском языке)
8. Yang H. Влияние известнякового порошка в искусственном песке на продукты гидратации и микроструктуру бетона с переработанными заполнителями. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Строительные и отделочные материалы. 2018. Т. 188. С. 1045-1049 (на английском языке)

9. Felekoglu B. Использование больших объемов отходов известнякового карьера в бетонной промышленности (случай самоуплотняющегося бетона). // Ресурсы, сохранение и переработка. 2007. Т. 51. С. 770-791 (на английском языке)
10. Bukayev E.Z. Перспективы использования известняка для производства строительных материалов. // Научно-методический журнал «Достижения науки и образования». 2023. №2 (89). С. 77-79 (на английском языке)

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Lide D.R. CRC химия және физика анықтамалығы: Бока-Ратон: CRC Press, 1998, Б. 109 (ағылшын тілінде)
2. Мецерьяков С.В., Потулов О.Е. Маңғыстау және Устірт әктасты-ұлтасы: Алма-Ата, Ғылым, 1974, Б. 93 (орыс тілінде)
3. СТ РК 1217-2003: «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Сынақ әдістері». А., 2005 (орыс тілінде)
4. ГОСТ 8736-2014: «Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық шарттар» (түзетулерімен) (өзг. 1). М., 2019 (орыс тілінде)
5. ГОСТ 31424-2010: «Қатты тау жыныстарын ұсақтау қалдықтарынан алынған инертті құрылыс материалдары. Техникалық шарттар». М., 2011 (орыс тілінде)
6. ГОСТ 12730.1-78: Бетондар. Тығыздығын анықтау әдісі. Мемлекетаралық стандарт: ФГУП «Стандартинформ», 2018 (орыс тілінде)
7. Kibriya T. Тұрақты құрылыс – толтырғыш ретінде әктас шаңы бар жоғары берікті бетон. / Kibriya T., Tahir L. // Инженерия және технологиялар жөніндегі әлемдік журнал. 2017. Т. 5. Б. 404-411 (ағылшын тілінде)
8. Yang H. Жасанды құмдағы әктас ұнтағының қайта өңделген толтырғыш бетонның гидратация өнімдері мен микроқұрылымына әсері. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Құрылыс және құрылыс материалдары. 2018. Т. 188. Б. 1045-1049 (ағылшын тілінде)
9. Felekoglu B. Әктастың қалдықтарын бетон өндірісінде көп көлемде пайдалану (өздігінен нығыздалатын бетон мысалы). // Ресурстар, қорғау және қайта өңдеу. 2007. Т. 51. Б. 770-791 (ағылшын тілінде)
10. Bukayev E.Z. Құрылыс материалдарын өндіру үшін әктасты пайдаланудың перспективалары. // «Ғылым мен білім жетістіктері» ғылыми-әдістемелік журналы. 2023. №2 (89). Б. 77-79 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Lide D.R. CRC handbook of chemistry and physics: Boca Raton: CRC Press, 1998, P. 109 (in English)
2. Meshcheryakov S.V., Potulov O.E. Izvestnyak-rakushechnik Mangyshlaka i Ustyurta: Alma-Ata, Nauka, 1974, S. 93 [Meshcheryakov S.V., Potulov O.E. Limestone-shell rock of Mangyshlak and Ustyurt: Alma-Ata, Science, 1974, P. 93] (in Russian)
3. ST RK 1217-2003: «Pesok dlya stroitel'nykh rabot. Metody ispytaniy». A., 2005 [ST RK 1217-2003: «Sand for construction work. Test methods». A., 2005] (in Russian)
4. GOST 8736-2014: «Pesok dlya stroitel'nykh rabot. Tekhnicheskie usloviya» (s popravkami) (izm. 1). M., 2019 [GOST 8736-2014: «Sand for construction work. Specifications» (with amendments) (rev. 1). M., 2019] (in Russian)
5. GOST 31424-2010: «Materialy stroitel'nye nerudnye iz otsevov drobleniya plotnykh gornykh porod pri proizvodstve shchebnya. Tekhnicheskie usloviya». M., 2011 [GOST 31424-2010: «Construction aggregates from screenings of crushed dense rocks in crushed stone production. Specifications». M., 2011] (in Russian)
6. GOST 12730.1-78: Betony. Metod opredeleniya plotnosti. Mezghosudarstvennyi standart: FGUP «Standartinform», 2018 [GOST 12730.1-78: Concretes. Method for determination of density. Interstate Standard: FSUE «Standartinform», 2018] (in Russian)
7. Kibriya T. Sustainable Construction-High Performance Concrete Containing Limestone Dust as Filler. / Kibriya T., Tahir L. // World Journal of Engineering and Technology. 2017. Vol. 5. P. 404-411 (in English)
8. Yang H. Effect of limestone powder in manufactured sand on the hydration products and microstructure of recycled aggregate concrete. / Yang H., Liang D., Deng Z., Qin Y. // Construction and Building Materials. 2018. Vol. 188. P. 1045-1049 (in English)
9. Felekoglu B. Utilization of High Volumes of Limestone Quarry Wastes in Concrete Industry (Self-Compacting Concrete Case). // Resources, Conservation and Recycling. 2007. Vol. 51. P. 770-791 (in English)
10. Bukayev E.Z. Prospects for the use of limestone for the production of building materials. // Scientific and Methodological Journal «Achievements of Science and Education». 2023. №2 (89). P. 77-79 (in English)

Сведения об авторах:

Букаев Е.З., магистр естественных наук, научный сотрудник Института устойчивого развития аридных территорий при Каспийском университете технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), eldar_2306@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5993-3719>

Нурбаева Ф.К., к.т.н., ассоциированный профессор, преподаватель кафедры «Экология и геология», Каспийский университет технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), farida.nurbayeva@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-4051-0326>

Муралев Е.Д., к.т.н., ассоциированный профессор, руководитель Института устойчивого развития аридных территорий при Каспийском университете технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова (г. Актау, Казахстан), yevgeniy.muralev@yu.edu.kz; <https://orcid.org/0009-0006-6041-6341>

Авторлар туралы мәліметтер:

Букаев Е.З., жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті жанындағы Аридті аумақтарды тұрақты дамыту институтының ғылыми қызметкері (Ақтау қ., Қазақстан)

Нұрбаева Ф.К., к.т.н., қауымдастырылған профессор, «Экология және геология» кафедрасының оқытушысы, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті (Ақтау қ., Қазақстан)

Муралев Е.Д., т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті жанындағы Құрғақ аумақтарды тұрақты дамыту институтының жетекшісі (Ақтау қ., Қазақстан)

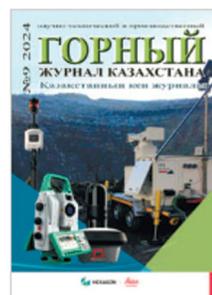
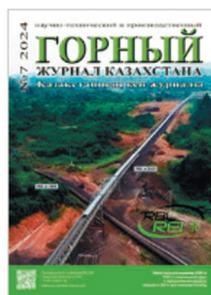
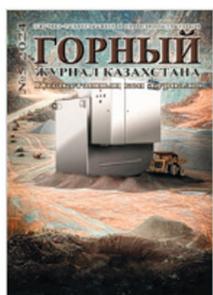
Information about the authors:

Bukayev Y.Z., Master of Science, Researcher Institute for Sustainable Development of Arid Territories at the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

Nurbayeva F.K., Ph.D., Associate Professor, Lecturer, Department of Ecology and Geology, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

Muralev Ye.D., Ph.D, Associate Professor, Head of the Institute for Sustainable Development of Arid Territories at the Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov (Aktau, Kazakhstan)

ГОРНЫЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА



ПОДПИСКА' 2025 РЕКЛАМНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВО

POST-DTS@YANDEX.KZ / +7 747 343 15 02 / MINMAG.KZ