

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА
BUILDING AND ARCHITECTURE

УДК 625.85

DOI: 10.21822/2073-6185-2022-49-3-133-139

Обзорная статья / Review article

Мобильный комплекс для производства керамзита для северных дорог

М.Н. Кокоев¹, В.Т. Федоров²

¹Российская академия архитектуры и строительных наук,

¹107031, г. Москва, ул. Большая Дмитровка, 24, стр. 1, Россия,

¹Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова,

¹360004, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, Россия,

²Концерн «Наноиндустрия»,

¹19334, г. Москва, ул. Бардина, 4, к.1, Россия

Резюме. Цель. Зарубежный опыт показывает эффективность применения керамзита при строительстве дорог в сложных геотехнических и климатических условиях. В Сибири и на Крайнем Севере существуют особые условия для дорожного строительства - большой дефицит материала для строительства дорог при наличии во многих местах залежей глин, пригодных для производства керамзитового гравия. Кроме того, в районах строительства промышленных и региональных дорог есть месторождения нефти, дающих попутный нефтяной газ, который можно использовать в производстве керамзита как топливо, более выгодное, чем привозной мазут. Целью исследования является разработка нового подхода для обеспечения керамзитом строительства северных дорог. **Метод.** Модернизация оборудования заключается в том, чтобы каждый агрегат, входящий в комплекс, можно было транспортировать на существующих грузовых машинах, а затем смонтировать в линию для производства керамзита в полевых условиях. **Результат.** Разработан мобильный комплекс для производства керамзитового гравия, серийное и модернизированное оборудование для производства керамзита. **Вывод.** Крупногабаритные агрегаты - сушильные барабаны и вращающиеся печи для сушки и обжига гранул следует разбить на сборные секции, например, диаметром 2 м и длиной 5-7 м. Для электропривода агрегатов в комплект оборудования должен входить дизель-генератор достаточной мощности. Производительность одного комплекса от 15 тысяч кубометров керамзита в год и выше.

Ключевые слова: северные автодороги, керамзит, мобильный комплекс, попутный нефтяной газ

Для цитирования: М.Н. Кокоев, В.Т. Федоров. Мобильный комплекс для производства керамзита для северных дорог. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2022; 49(3): 133-139. DOI:10.21822/2073-6185-2022-49-3-133-139

Mobile Complex for the Production of Expanded Clay for the Northern Roads

M.N. Kokoev¹, V.T. Fedorov²

¹Russian Academy of Architecture and Building Sciences

¹107031, Moscow, st. Bolshaya Dmitrovka, 24, building 1, Russia,

¹H.M. Berbekov Kabardino-Balkarian State University,

¹73 Chernyshevskogo Str., Nalchik 360004, Russia

²Concern "Nanoindustry", Moscow

119334, Moscow, Str. Bardina, 4, building 1, Russia

Abstract. Objective. International practices demonstrate advantages of expanded clay in road construction in difficult climatic and geotechnical conditions. The clay is present in abundance in Siberia and in the Far North which is suitable for the production of expanded clay gravel. At the same time there is a strong deficit of the road construction materials in these regions. The aim of the study is to develop a new approach for providing claydite for the construction of northern roads. **Method.** The

modernization of the equipment means that each unit included in the complex can be transported on existing trucks, and then mounted in a line for the production of expanded clay in the field. **Result.** A mobile complex for the production of expanded clay gravel, serial and modernized equipment for the production of expanded clay has been developed. **Conclusion.** Large units - drying drums and rotary kilns for drying and firing pellets should be divided into prefabricated sections, for example, with a diameter of 2 m and a length of 5-7 m. For the electric drive of the units, a diesel generator of sufficient power must be included in the equipment set. The productivity of one complex is from 15 thousand cubic meters of expanded clay per year and above.

Keywords: northern roads, expanded clay, mobile complex, oil well gas

For citation: M.N. Kokoev, V.T. Fedorov. Mobile Complex for the Production of Expanded Clay for the Northern Roads. Herald of the Daghestan State Technical University. Technical Science. 2022; 49(3): 133-139. DOI:10.21822/2073-6185-2022-49-3-133-139.

Введение. Один из лучших материалов для строительства оснований автодорог через болота и торфяники - это керамзит, которого в настоящее время производится в России во много раз меньше, чем в 1980-е годы. Так, в 2018 всеми предприятиями России произведено около 2 млн. куб. м керамзита [1,2]. Для сравнения, в 1986 в СССР производили 34 млн. куб. м керамзитового гравия, при мировом производстве керамзита 72 млн. куб. м. Если отнять от этой цифры вклад союзных республик, то и тогда будет видно катастрофическое падение производства керамзита.

В последние годы снова растет интерес к использованию керамзита в строительстве. В том числе, благодаря увеличению применения огнестойких теплоизоляторов взамен вспененных полимеров. Немалая роль в росте популярности керамзитов принадлежит новаторским технологиям на основе использования этого материала в строительстве и ужесточение норм по теплоизоляции зданий [3,4].

Из всех арктических стран, у России самое протяженное северное побережье - более 11 тысяч км. Однако на этом трансконтинентальном пути очень мало портов: Нарьян-Мар, Амдерма, Сабетта, Игарка, Дудинка, Диксон и Тикси. Для эффективной работы Северного морского пути нужны порты и береговая инфраструктура, обеспечивающая навигацию и безопасное плавание в высоких широтах и нормальный грузооборот. К сожалению, не северные порты большие и далеко не все имеют круглогодичную транспортную связь с остальной частью суши и получателями грузов. Например, от морского порта Нарьян-Мар до ближайшей станции Усинск Северной железной дороги расстояние 350 км. Добраться из порта Нарьян-Мар до Усинска можно только по зимнику, который действует 4 месяца в году.

Масштабные транспортные проблемы существуют и на сухопутных территориях Крайнего Севера. Например, самый большой регион на северо-востоке страны - это Якутия. По территории и богатству природных ресурсов Якутию можно сравнить с Красноярским краем. Здесь очень суровый климат, пересеченная местность, тысячи озер, болот и рек, вечная мерзлота и мало дорог. Промысловые дороги, которых в Сибири и на Крайнем Севере тысячи километров, способны работать преимущественно в зимние месяцы.

Постановка задачи. Сложность строительства круглогодичных дорог в северных условиях общеизвестна - заболоченная местность, торфяники, сильная обводненность и морозное пучение грунтов, ограниченный по времени строительный сезон, а самое главное - дефицит щебня, гравия, крупно- и среднезернистого песка для возведения основания дороги. Поэтому в дорожном строительстве начинают применять керамзит не только как заменитель щебня, а для снижения риска появления оползней, деформаций дорожного полотна и преодоления обводненных торфяников.

В теплое время работают хорошие теплозащитные свойства керамзита (в зависимости от плотности теплопроводность керамзита составляет 0,09... 0,12 Вт/м·К.), что предупреждает подстилающий грунт от повышения температуры, а зимой этот материал защищает от обледенения

нения дорожный слой. Есть случаи использования щебеночно-керамзитовой композиции в качестве крупного заполнителя [5,6]. Такая смесь устраняет недостатки керамзита, связанные с его недостаточной прочностью, а, с другой стороны, добавка керамзита повышает тепловое сопротивление щебеночно-керамзитового наполнителя. Увеличение этого параметра полезно для уменьшения толщины промерзания дорожных одежд и вероятность морозного пучения.

Методы исследования. При использовании битумоминеральных смесей на основе керамзита в работе [7] было показано, что снижения расхода битума можно получить введением в состав заполнителя фракций недробленого керамзитового гравия.

Другим направлением решения этой задачи, по мнению этих авторов, может явиться использование битумного вяжущего с добавками, например гудронов. Добавка менее вязких компонентов гудрона в битумное вяжущее будет способствовать замедлению интенсивности процессов старения битума. Замена части дорогостоящего битума на фракции гудрона позволит снизить себестоимость композиций.

Интересен практический опыт использования керамзита в Германии при строительстве обьездной дороги возле Эберсберга, в том числе через старые торфяники ледникового периода [8]. На протяжении 2 км обьездную дорогу пересекала болотистая территория. Торфяник Лауфингер Моос по толщине состоял из девяти метров мягкого и насыщенного водой торфа, под которым находится слой ила толщиной около двух метров, а ниже лежал щебень и осыпь с растаявших ледников. Так как торфяник с точки зрения экологии и строительной физики является очень чувствительной системой, никакие строительные вмешательства в основание были недопустимы. Было необходимо построить дорожную насыпь, которая бы уменьшила давление на площадь торфяника.

Дорожная насыпь из керамзитового заполнителя решила проблему. Для этого потребовалось около 17 000 куб. метров керамзита фракцией 4/16 мм. Насыпь керамзита высотой от 0,3 до 1,8 метра со всех сторон была покрыта геотекстилем, который был снизу и сверху горизонтально ограничен слоями щебня толщиной от 0,3 до 0,5 м. С боков насыпь была ограничена слоем грунта толщиной 0,3 м, который был покрыт завершающим слоем гумуса и озеленен.

Конструкция и состав насыпи обеспечили требуемую стабильность, что подтверждено проведенными испытаниями. Применение насыпи из керамзита позволяет заменить другие дорогостоящие решения, такие как замена грунта или устройство свай. Тем самым было сокращено время строительства, а также уменьшено вмешательство в природу. Движение тяжелых строительных машин по новой трассе подтвердили достаточную стабильность керамзитового основания.

Вышеприведенный немецкий опыт применения керамзита интересен для российских дорожников тем, что по нашим северным промышленным дорогам тоже немало перемещается автотранспорта с тяжелым оборудованием. Не только Германия, но и другие европейские страны успешно применяют керамзит в геотехнических и дорожно-строительных проектах уже порядка 15-20 лет. На протяжении этих лет результаты использования керамзита в дорожном строительстве только положительные.

Вообще, история работ по укреплению слабых грунтов в строительстве, в том числе в дорожном, сильным тепловым воздействием на лессовые и глинистые грунты спеканием прямо на месте строительства (*in loco*) насчитывает не один десяток лет. Для нагрева и спекания грунтов использовали сжигание мазута, газа, а также применяли электрические источники высоких температур, вплоть до плазмы [9,10].

Применение в процессах термоупрочнения грунтов высоких температур существенно расширяет область практического применения метода, так как спекать и расплавлять можно практически любые грунты, не разлагающиеся при высоких температурах. Как, например, грунты, содержащие известняк. Несмотря на ряд очевидных и проверенных опытом преимуществ метода термического упрочнения грунтов, его применение всё еще не вышло за рамки экспериментального строительства [11]. В частности, проблема растрескивания спеченного

грунта из-за больших термических напряжений и неравномерного остывания до конца не решена. Технологически проще оказалось дискретное оплавление и вспучивание специально подготовленной глины в виде гранул - получился керамзит (первый патент на этот материал получен в 1918 г. в США), использование которого в строительстве носит почти универсальный характер.

В сложных климатических и геотехнических условиях при воздействии морозного пучения грунтов, таяния вечной мерзлоты, отсутствием во многих регионах щебня, дорожники Норвегии, Швеции, Канады и в северных районах США успешно применяют теплоизолирующие слои легкого пенобетона [12].

В Сибири и на Крайнем Севере существуют особые условия, во многом отличные от приведенных выше, - дефицит щебня и крупнозернистого песка, большие расстояния от баз снабжения при наличии во многих местах местного сырья - залежей глин разного качества. А также то обстоятельство, что в районах строительства промысловых и региональных дорог есть месторождения нефти, дающих попутный нефтяной газ (ПНГ), который часто просто сжигают, можно использовать как эффективное и достаточно дешевое топливо. Затраты топлива в себестоимости производства строительной керамики, в частности керамзита, достигают 40-60 %, поэтому стоимость топлива и электроэнергии играют важную роль [13].

Обсуждение результатов. Анализ вышеизложенного делает возможным новый подход для обеспечения керамзитом строительства северных дорог. Для этого следует разработать мобильные комплексы для производства керамзитового гравия.

Под термином «мобильный комплекс» имеется в виду набор серийного и частично модернизированного оборудования для производства керамзита. Модернизация должна заключаться в том, чтобы каждый агрегат, входящий в комплекс, можно было транспортировать на существующих в регионах грузовых машинах, а затем смонтировать в технологическую линию и запустить в работу в полевых условиях.

На рис.1 показана только часть оборудования.

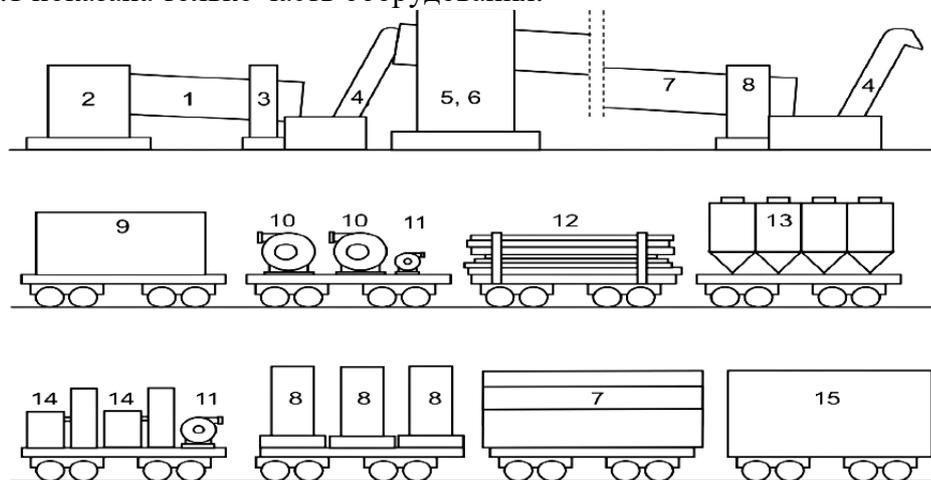


Рис. 1. Схема мобильного комплекса для производства керамзита для строительства северных дорог: 1 - сушильный барабан, 2 - привод сушильного барабана, 3 - роликовые опоры сушильного барабана, 4 - ковшовый элеваторы и транспортеры, 5 и 6 - привод и роликовая опора обжиговой печи, 7 - секции обжиговой печи, 8 - роликовые опоры, 9 - дизель-генератор, 10 и 11 - вентиляторы и водяные насосы, 12 - трубные детали, 13 - циклоны и рукавные фильтры, 14 - дробилки и грохоты, 15 - пускорегулирующая аппаратура и КИПиА

Fig. 1. Scheme of a mobile complex for the production of expanded clay for the construction of northern roads: 1 - dryer, 2 - dryer drive, 3 - dryer roller bearings, 4 - bucket elevators and conveyors, 5 and 6 - kiln drive and roller bearing, 7 - kiln sections, 8 - roller bearings, 9 - diesel generator, 10 and 11 - fans and water pumps, 12 - pipe parts, 13 - cyclones and bag filters, 14 - crushers and screens, 15 - ballasts and instrumentation

Самое крупногабаритное оборудование - сушильные барабаны и вращающиеся печи для сушки и обжига гранул можно разбить на сборные секции, например, диаметром 2 м и длиной 5-7 м. Важно, чтобы при монтаже комплекса для работы, отдельные секции должны быть состыкованы с заданным углом наклона, который предписывается регламентом для нормальной работы наклонных печей в промышленности строительных материалов [14]. Для электропривода в комплект оборудования мобильного комплекса должен входить дизель-генератор достаточной мощности.

Время работы комплекса на одном месте задают по двум основным параметрам - до исчерпания местной залежи подходящей легкоплавкой глины или при увеличении плеча доставки керамзита к перемещающимся потребителям (дорожникам) выше экономической целесообразности. Производительность одного комплекса от 15 тыс. куб. м керамзита в год и выше. Для работы печей использовать мазут, а где возможно, использовать ПНГ, доставляемый по временному газопроводу от ближайшего месторождения нефти с ПНГ. Содержание попутного газа в месторождениях с высоким газовым фактором иногда достигает нескольких тысяч куб. м на каждую тонну добытой нефти.

Вообще, ПНГ добывается при разработке нефтяных месторождений и самый дешевый способ избавиться от него для промысловиков - сжечь газ на факеле. Но сжигание ПНГ наносит серьезный ущерб экологии. Достичь высоких объемов утилизации ПНГ и направлять его в магистральные газопроводы много лет требует Минэнерго и министерство природных ресурсов. Однако для нефтяников это сложно из-за хлопот по очистке попутного газа на специальном оборудовании. Строить газохимические комплексы, даже на крупном месторождении, для промысловиков слишком дорого.

На небольших месторождениях, удаленных от основных мест добычи, это тем более невыгодно [15]. Несмотря на то, что цены на ПНГ растут, как и цены на нефть, использование ПНГ в печах по производству керамзита вблизи месторождений нефти должно обходиться дешевле, чем работа печей на привозном мазуте.

Основное сырье для керамзита - подходящая по содержанию примесей легкоплавкая глина. Следует заметить, что в прошлые годы небольшие месторождения глины в удаленных местах, хотя и брались на заметку геологами, но без особого интереса. Некоторые залежи глины отмечались геологами на картах, как компонент для буровых растворов. Но в Сибири и Якутии есть достаточно крупные месторождения глин, пригодных для производства керамзита [16]. Например, в прежние годы в Якутии разведано 17 месторождений глинистого сырья для развития керамзитового производства. Опыт в производстве этого стройматериала здесь накоплен достаточный - в конце 1980-х на 5 предприятиях Якутии производилось около 250 тысяч куб. м керамзитового гравия в год [17].

Для производства керамзита наиболее пригодны монтмориллонитовые и гидрослюдистые глины, содержащие не более 30 % кварца. Общее содержание SiO_2 должно быть не более 70 %, Al_2O_3 - не менее 12 % (желательно около 20 %), $Fe_2O_3 + FeO$ - до 10 %, органических примесей - 1-2 %. В отдельных случаях для корректировки состава глин могут использоваться буровой шлам с высоким содержанием глины и подходящие по составу техногенные отходы [18,19], в частности при обогащении сланцев и угля.

Выбор мест дислокации передвижных комплексов по производству керамзита в интересах строительства региональных и промысловых дорог не прост. Он должен учитывать геотехнические условия будущих трасс и их географию, места, качество и объем местных месторождений глин; расположение источников и возможность снабжения производства керамзита углеводородами - кондиционным газом, попутным нефтяным газом или, в крайнем случае, сырой нефтью или привозным мазутом.

Исходя из этих данных, ЗАО «НИИКерамзит» (г. Самара) может внести существенный вклад в виде технического участия и сопровождения программы «Мобильный комплекс для производства керамзита», а также строительства автодорог в Сибири и на Крайнем Севере. Это

важная задача, с учетом перспектив развития Северного морского пути, нефтегазовой отрасли и развития добывающей промышленности и общей экономики Севера.

Вывод. Модернизировать оборудование нужно так, чтобы каждый агрегат, входящий в комплекс, можно было транспортировать на существующих в регионах машинах, а затем смонтировать для производства в полевых условиях. Крупногабаритные агрегаты - сушильные барабаны и вращающиеся печи для обжига гранул следует разбить на сборные секции, например, диаметром 2 м и длиной 5-7 м. Для электропривода агрегатов в комплект оборудования должен входить мощный дизель-генератор.

Библиографический список:

1. Анализ рынка керамзита в России. DISCOVERY Research Group. 2018. С. 10-11. https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Demo.408.PDF (Retrieved March 30, 2022).
2. Семенов А.А. Состояние российского рынка керамзита // Строительные материалы. 2010. N 8. С. 4-5.
3. Бикбау М.Я. Капсимэт – современная технология быстровозводимых зданий // Строительные материалы. 2004. No 3. С. 12–13.
4. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. М.: Авок Пресс. 2006. 256 с.
5. Mehdiratta G., Rai Noggle, Michael O. Geotechnical properties and engineering applications of lightweight aggregate / Mehdiratta G., Rai Noggle, Michael O. // Texas Civil Engineer. 1986. Vol. 56 (3). p. 16-20.
6. Борисенко Ю.Г., Лынный В.В., Борисенко О.А., Гордиенко Е.В. Пути снижения битумоемкости битумо-минеральных композиций с наполнителем на основе керамзита // Строительные материалы. 2013. No 5. С. 24-26.
7. Борисенко Ю.Г., Лынный В.В., Борисенко О.А. Повышение качества легких битумо-минеральных композиций путем совершенствования подбора их минеральных составов // Строительные материалы. 2011. № 8. С. 54-55.
8. Иванов С. И. Керамзит - будущее дорожного строительства. Зарубежный опыт. https://www.keramzit.by/press/articles/expanded_clay_the_future_of_road_construction_foreign_experience/ (Retrieved March 30, 2022). (In Russian).
9. Юрданов А.П. Термическое упрочнение грунтов в строительстве. Москва: Стройиздат. 1990. 128 с.
10. Сиротюк В.В. Процессы структурообразования при плазменной термообработке грунтов до стадии силикатного расплава // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. (1), С. 33-36.
11. Сиротюк В.В. Основы плазменной технологии укрепления грунтов в условиях строительной площадки (монография). Омск: Изд-во СибАДИ, 1999. 228 с.
12. Медрес Е.П. Современный подход к строительству дорожных насыпей на слабых грунтах с пенобетоном // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4.
13. Федоров В.Т., Кокоев М.Н. Строительная керамика: проблема энергообеспечения // Строительные материалы. 1996, N 12. С. 9-11.
14. Банит Ф.Г., Несвижский О.А. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. 318 с.
15. Попутный газ растет в цене. 2015. *Poputnyi gaz raset v tsene.* 2015. <http://rngoil.ru/news/associated-gas-shows-price-increase/> (Доступ март 30, 2022).
16. Глины и глинистые минералы Сибири. Редактор: Казанский Ю.П. М: Наука, 1965. 140 с.
17. Уваров П.П., Горин В.М., Токарева С.А., Кабанова М.К. Качественный керамзит и керамзитобетон для стройкомплекса Якутии // Наука и техника в Якутии. 2006 N 2 (11). С. 19-23.
18. Гурьева В.А., Дорошин А.В. К вопросу о производстве керамзита из техногенных отходов западного Оренбуржья // Молодой ученый. 2017. № 21.1. С. 123-127.
19. Дубинский В. В., Гурьева В. А., Вдовин К. М. Буровой шлам в качестве добавки в керамический кирпич // Молодой ученый. 2015. № 11.1. С. 137-139.

References:

1. Analysis of the expanded clay market in Russia. DISCOVERY Research Group. 2018; 10-11. https://drgroup.ru/components/com_jshopping/files/demo_products/Demo.408.PDF (Retrieved March 30, 2022). (In Russ).
2. Semenov A.A. State of the Russian expanded clay market. *Building materials.* 2010; 8: 4-5. (In Russ).
3. Bikbau M.Ya. Kapsimet - modern technology of prefabricated buildings. *Construction materials.* 2004;3: 12–13. (In Russ).
4. Fokin K.F. Construction heat engineering of enclosing parts of buildings. Moscow: Avok Press. 2006; 256. (In Russ).
5. Mehdiratta G., Rai Noggle, Michael O. Geotechnical properties and engineering applications of lightweight aggregate. *O. Texas Civil Engineer.* 1986; 56(3): 16-20.
6. Borisenko Yu.G., Lynnik V.V., Borisenko O.A., Gordienko E.V. Ways to reduce the bitumen content of bitumen-mineral compositions with aggregate based on expanded clay. *Building materials.* 2013;5: 24-26. (In Russ).
7. Borisenko Yu.G., Lynnik V.V., Borisenko O.A. Improving the quality of light bitumen-mineral compositions by improving the selection of their mineral compositions. *Building materials.* 2011; 8:54-55. (In Russ).
8. Ivanov S.I. Expanded clay - the future of road construction. Overseas experience. https://www.keramzit.by/press/articles/expanded_clay_the_future_of_road_construction_foreign_experience/ (Retrieved March 30, 2022). (In Russ).
9. Yurdanov A.P. Thermal strengthening of soils in construction. Moscow: *Stroyizdat.* 1990; 128. (In Russ).

10. Sirotiyuk V.V. Processes of structure formation during plasma heat treatment of soils up to the stage of silicate melt. *Refractories and technical ceramics*. 2000; (1): 33-36. (In Russ).
11. Sirotiyuk V.V. Fundamentals of plasma technology for strengthening soils in a construction site (monograph). Omsk: *SibADI Publishing House*. 1999; 228. (In Russ).
12. Madrasah E.P. Modern approach to the construction of road embankments on soft soils with foam concrete. *Modern problems of science and education*. 2012; 4. (In Russ).
13. Fedorov V.T., Kokoev M.N. Building ceramics: the problem of energy supply. *Building materials*. 1996; 12: 9-11. (In Russ).
14. Banit F.G., Nesvizhsky O.A. Mechanical equipment of cement plants. M.: *Mashinostroenie*. 1975; 318 (In Russ).
15. Associated gas is growing in price. 2015. *Poputnyi gaz rastet v tsene*. 2015. <http://rngoil.ru/news/associated-gas-shows-price-increase/> (Accessed March 30, 2022). (In Russ).
16. Clays and clay minerals of Siberia. Editor: Kazansky Yu.P. M: *Nauka*, 1965; 140. (In Russ).
17. Uvarov P.P., Gorin V.M., Tokareva S.A., Kabanova M.K. High-quality expanded clay and expanded clay concrete for the construction complex of Yakutia. *Science and technology in Yakutia*. 2006; 2 (11):19-23. (In Russ).
18. Gur'eva V.A., Doroshin A.V. On the issue of the production of expanded clay from man-made waste of the western Orenburg region. *Young scientist*. 2017; 21(1): 123-127. (In Russ).
19. V. V. Dubinetsky, V. A. Gur'eva, and K. M. Vdovin, "Drill cuttings as an additive in ceramic bricks," *Molodoy ucheny*. 2015; 11(1):137-139. (In Russ).

Сведения об авторах:

Кокоев Мухамед Нургалиевич, доктор технических наук, профессор, кафедра организации строительного производства, советник РААСН, kbagrostroy@yandex.ru

Федоров Виктор Тихонович, доктор технических наук, профессор, советник; fedorovsteer@gmail.com

Information about authors:

Mukhamed N. Kokoev, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Department of Organization of Construction Production, Advisor to RAASN, kbagrostroy@yandex.ru

Viktor T. Fedorov, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Advisor; fedorovsteer@gmail.com

Конфликт интересов/ Conflict of interest.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов/The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 29.06.2022.

Одобрена после/рецензирования Revised 21.07.2022.

Принята в печать/ Accepted for publication 21.07.2022.