

УДК 666.32(574)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО ДОРОЖНОГО МАТЕРИАЛА (КЕРАМДОРА) НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА**Монтаев С.А., Шингузжиева А.Б., Монтаева Н.С.***Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Уральск,
e-mail: shing.a@mail.ru*

В данной работе представлены результаты научно-экспериментальных работ для получения керамического дорожного материала – керамдора. Проведен литературный обзор предшествующих научных исследований по получению дорожных материалов. Показан сравнительный анализ технологических процессов получения как природных, так и искусственных заполнителей и их физико-механические свойства. Создание новых заполнителей с улучшенными теплоизолирующими свойствами, снижение показателей плотности заполнителей является актуальной задачей развитых стран, так как они направлены на производство высококачественного материала во всем мире. Для получения керамдора используются местные сырьевые материалы Западного Казахстана. С учетом физико-механических свойств разработаны компонентные составы на основе лессовидного суглинка в композиции с мелкозернистым песком. Результаты испытания физико-механических свойств керамического материала показали, что с увеличением количества мелкозернистого песка и повышением температуры обжига до 1100 °С наблюдается рост средней плотности и прочностных показателей образцов. Установлены основные закономерности изменения прочности и средней плотности обожженных образцов керамдора в интервале температур 950–1100 °С. Полученный продукт обладает высокими прочностными характеристиками. Полученные научно-экспериментальные данные служат основой для разработки эффективной технологии производства керамдора по критерию ресурсо- и энергосбережения.

Ключевые слова: керамдор, обжиг, суглинок, мелкозернистый песок, плотность, прочность**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF OBTAINING CERAMIC ROAD MATERIAL (KERAMDOR) BASED ON NATURAL TECHNOGENIC RESOURCES OF WESTERN KAZAKHSTAN****Montaev S.A., Shinguzhieva A.B., Montaeva N.S.***West Kazakhstan Agricultural and Technical University named after Zhanqir Khan,
Uralsk, e-mail: shing.a@mail.ru*

In this paper, the results of scientific and experimental works for the production of ceramic road material – keramdor are presented. A literature review of previous scientific studies on the production of road materials has been conducted. A comparative analysis of the technological processes of obtaining both natural and artificial aggregates and their physical-mechanical properties was carried out. The creation of new aggregates with improved heat insulating properties, lowering the density of fillers is an actual task for developed countries, as they are aimed at producing high-demand materials all over the world. To obtain the keramdor, the local raw materials of Western Kazakhstan are used. Taking into account the physical and mechanical properties, component compositions based on loess loam in composition with fine-grained sand have been developed. The results of testing the physical and mechanical properties of a ceramic material showed that with an increase in the amount of fine-grained sand and the firing temperature up to 1100 °C, an increase in the average density and strength properties of the samples is observed. The main regularities of the change in strength and average density of burned samples of keramdor in the temperature range 950–1100 °C are established. The obtained product has high strength characteristics. The obtained scientific and experimental data serve as the basis for the development of an effective production technology for the keramdor according to the criterion of resource and energy saving.

Keywords: ceramdor, burn, loam, fine grained sand, density, strength

В ряде областей Казахстана (Западно-Казахстанская, Атырауская, Кустанайская и другие области) вследствие геологических особенностей территории отсутствуют прочные каменные материалы. Проведенные маркетинговые исследования по определению спроса щебня на рынке строительных материалов г. Уральска и Западно-Казахстанской области показали, что ежегодный спрос на щебень в данных регионах составляет более 1 млн 200 тыс. т.

В настоящее время Западно-Казахстанская и Атырауская области обеспечиваются щебнем из Актюбинской области, расстоя-

ние между ними составляет более 600 км. Например, цена доставки одной тонны щебня в Западно-Казахстанскую и Атыраускую область из Актюбинской области (Мугалджарское месторождение горных пород) увеличивается в 5 раз и более. Экономические расчеты показывают, что транспортировка щебня на расстояние более 70–100 км становится нерентабельной.

Использование больших объемов привозных каменных материалов значительно удорожает в целом строительство, включая дорожное, и вызывает организационные трудности. В таких районах целесообразно

применять каменные материалы, полученные по специально разработанным технологиям на основе переработки легкодоступных глинистых пород и крупнотоннажных техногенных ресурсов (различные виды шлаков и зол и т.п.). В строительном материаловедении их относят к искусственным заполнителям (керамзит, термолит), которые по своим физико-механическим свойствам не уступают природным, а по некоторым характеристикам даже превосходят их.

К основным их преимуществам касательно физико-механических свойств относятся такие важные совместимые характеристики, как легкость, относительно высокие прочностные показатели, звуко- и теплоизолирующие свойства по сравнению с традиционными заполнителями, полученными на основе переработки природных твердых горных пород. К числу таких самых распространенных природных твердых горных пород относятся граниты, известняки, доломиты и т.п. Заполнители, полученные на основе этих материалов, широко применяются в гражданском, промышленном и дорожном строительстве благодаря высоким прочностным показателям.

Анализ сравнения технологических процессов получения природных и искусственных заполнителей и их физико-механических свойств позволил сделать следующие заключения:

1. Средняя плотность природных заполнителей в виде щебня колеблется в пределах 1400–1800 кг/м³, что относит их к категории тяжелых материалов. Коэффициент теплопроводности у указанных материалов более 2,0 Вт/мК, что свидетельствует об отсутствии теплоизолирующих свойств.

2. Нет возможности регулировать заложенные природой их свойства в сторону снижения средней плотности и повышения теплоизолирующих свойств.

3. Высокая средняя плотность природных заполнителей в виде щебня сильно влияет на логистику. Это означает, что потребитель получает продукт в меньшем объеме, так как транспортные средства загружаются в зависимости от их грузоподъемности. Например, автотранспорт с объемом кузова 10 м³ загружается наполовину, так как полная загрузка превышает их грузоподъемность. В результате потребитель оплачивает полные транспортные расходы за меньший объем привезенного материала.

4. Искусственные заполнители, получаемые на основе природных глинистых пород, имеют преимущества: низкую среднюю плотность (400–1000 кг/м³) и звуко- и теплоизоляционные свойства. Коэффици-

циент теплопроводности таких материалов находится в пределах 0,1–0,8 Вт/мК.

5. Одним из существенных преимуществ технологии получения искусственных заполнителей является возможность проектирования и регулирования свойств конечного продукта путем изменения технологических параметров производства на стадии разработки новых сырьевых составов сырьевых смесей, на стадии дробления, помола и перемешивания композиции путем дополнительного введения модифицирующих добавок, формования, сушки и обжига.

6. Инновационные подходы в области создания искусственных заполнителей – это основа для реализации новых технологических решений и получения материалов с совершенно новыми свойствами, востребованными на внутреннем и внешнем рынке и соответствующими критерию ресурсо- и энергосбережения.

С точки зрения создания отечественных технологий получения искусственных заполнителей, в Казахстане наибольший интерес представляет организация производства керамического дорожного материала (керамдор), представляющего собой искусственный щебень (гравий), получаемый путем обжига гранул глинистых пород во вращающихся печах.

Обзор предшествующих научных исследований, проведенных в мире в области разработки технологии различных заполнителей, показал высокую актуальность данного направления. Даже в развитых странах, таких как США и Япония, странах Европы и СНГ спрос на легкие и прочные заполнители очень высокий в таких отраслях, как промышленное, гражданское и дорожное строительство, строительства мостов и тоннелей и даже в строительстве очистных сооружений.

В США и в ряде стран Западной Европы освоено производство заполнителей, шлаковой пемзы из доменных шлаков. Во Франции и Бельгии построены заводы для производства заполнителей из отходов углеобогачительных фабрик, где обжиг гранул ведут во вращающихся печах. Производительность завода – 1000 м³ заполнителя в сутки. Завод полностью автоматизирован, обжиг ведут 2 оператора. В зависимости от спроса выпускают заполнитель с насыпной плотностью от 300–1000 кг/м³. Все эти технологии взаимосвязаны с предлагаемым подпроектом касательно подготовки сырьевых материалов, дробления, гранулирования и обжига во вращающихся печах.

Подробный анализ исследований в мире показывает, что создание новых искусственных заполнителей вполне можно от-

нести к актуальной проблеме устойчивого развития стран, так как они направлены на производство высоковольтного материала во всем мире.

В США и Канаде производят заполнитель из вспученных и диспергированных доменных шлаков по технологии, разработанной фирмой «National Slag» (г. Хамилтон, пров. Онтарио). Объем производства заполнителя, называемого «pelletized slag», составляет около 1 млн м³, и большая часть этой продукции используется для производства штучных стеновых материалов. Бетон на основе этого вида заполнителя используется в несущих стенах и преднапряженных перекрытиях при строительстве высотных зданий, а также в пролётных строениях мостов. В США несколько заводов производят заполнитель на основе холодно-связанной золы-уноса [1].

Самарскими учеными проведены исследования по разработке технологий получения высокопрочного керамзита и керамдора для несущих конструкций и дорожного строительства. Проведенные испытания показали, что полученная продукция отвечает требованиям соответствующих нормативных документов. Полученный материал обладает плотной спеченной структурой, высокой прочностью и низким водопоглощением [2].

Анализ проведенных исследований показал, что для разработки эффективной технологии производства искусственных заполнителей необходимы глубокие научно-экспериментальные исследования по каждому конкретному случаю использования природных и техногенных ресурсов с учетом их физико-механических свойств и химико-минералогического состава [3–5].

Цель исследования: исследование возможности получения керамического дорожного материала на основе переработки легкодоступных глинистых пород Западно-Казахстанской области (ЗКО).

Материалы и методы исследования

Для решения поставленной цели нами в качестве основного сырьевого материала выбран лессовидный суглинок Чаганского месторождения, а в качестве модифицирующей добавки – мелкозернистый песок месторождения «Меловые горки».

По содержанию Al₂O₃ суглинок относится к группе кислого сырья, а по огнеупорности – к легкоплавким. По содержанию Fe₂O₃ относится к сырью с высоким содержанием красящих оксидов.

Песок месторождения «Меловые горки» относится к кварцево-полевошпатовому. Наличие небольшого количества сульфатов свидетельствует о включении сульфата кальция. По модулю крупности данный песок относится к тонкозернистым пескам.

Основные физико-механические свойства мелкозернистого песка представлены в табл. 1.

Дальнейшим этапом исследований явилось измельчение суглинка в шаровой мельнице МШЛ-1П, и просеивания песка и суглинка до прохождения через сито 1 мм.

Далее сырьевые материалы взвешивались и дозировались, добавлялась вода. Из подготовленных материалов готовились керамические композиции, компонентные составы которых показаны в табл. 2.

Из керамической массы формовались гранулы диаметром 5–10, 10–20 мм. Сушка проводилась при комнатной температуре, обжиг сырьевых гранул осуществляли в электрической печи СНОЛ-80/1 при различных температурах: 950, 1000, 1100 °С. После обжига образцы керамдора имели ярко-красный цвет с шероховатой поверхностью (рисунок).

Полученные лабораторные образцы подвергались испытанию по определению физико-механических свойств.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты испытания физико-механических свойств показаны в табл. 3.

Как показывают результаты исследований керамдора, с увеличением количества мелкозернистого песка и повышением температуры обжига до 1100 °С наблюдается рост средней плотности и прочностных показателей образцов. Общий вид керамдора при различных температурах обжига представлен на рисунке.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства мелкозернистого песка

Месторождение песка	Характеристика песка				
	модуль крупности	насыпная плотность, кг/м ³	истинная плотность, г/см ³	пустотность, %	загрязненность, %
Меловые горки	1,4	1470	2,6	43	0,91

Таблица 2

Компонентные составы керамической композиции

Номер состава	Лессовидный суглинок, %	Барханный песок, %
1	50	50
2	60	40

Таблица 3

Результаты испытания физико-механических свойств керамдора

Состав	Температура обжига, °С	Прочности при сдавливании в цилиндре, кг/см ²	Средняя плотность, кг/м ³
1	950	800	750
	1000	2800	860
	1100	4000	880
2	950	780	730
	1000	2570	820
	1100	3790	840



а)



б)



в)

Общий вид керамдора при различных температурах обжига:
а) при $T 950^{\circ}\text{C}$, б) при $T 1000^{\circ}\text{C}$, в) при $T 1100^{\circ}\text{C}$

В изломе обожжённые образцы керамдора имеют мелкопористую спеченную макроструктуру.

Выводы

Таким образом, установлена реальная возможность получения керамического дорожного материала на основе лессовидных суглинков в композиции с мелкозернистым песком Западно-Казахстанского месторождения. Полученные научно-экспериментальные данные служат основой для разработки эффективной технологии производства керамдора по критерию ресурсо- и энергосбережения.

Список литературы

1. Петров В.П. Пористые заполнители из отходов промышленности: монография. Самара: СГАСУ, 2005. С. 90–95.
2. Горин В.М. Высокопрочный керамзит и керамдор для несущих конструкций и дорожного строительства // Строительные материалы. 2010. № 1. С. 9–11.
3. Монтаев С.А. Разработка технологии керамзита с использованием лессовидных суглинков в композиции с бентонитовой глиной // Актуальные проблемы социально-экономического развития прикаспийского региона в условиях инновационной экономики: матер. междунар. конф. Элиста: КГУ, 2012. С. 97–99.
4. Монтаев С.А. Исследование физико-механических свойств легкого заполнителя-керамзита на основе лессовидного суглинка // Современные научные достижения – 2013: матер. междунар. конф. Publishing House «Education and Science». Прага, 2013. С. 84–87.
5. Монтаев С.А., Таскалиев А.Т., Жарылгапов С.М. Технология переработки кремнистой породы опоки для получения искусственного щебня // Новости науки Казахстана. 2013. С. 54–59.