

8. Нухулы А., Сатбаев Б.Н., Свидерский А.К. Разработка технологии получения конкурентоспособных, импортозамещающих огнеупорных материалов по методу СВС // Вестник Инновационного Евразийского университета. – 2007 - № 2. – С.158 -164.

9. Рециклинг твердых отходов в металлургии / Черепанов К.А., Абрамович С.М., Темлянцев М.В., Темляндева Е.Н. -М.: Флинта-Наука. 2004.-212 с.

10. Монтаев С.А., Сулейменов Ж.Т. Стеновая керамика на основе композиций техногенного и природного сырья Казахстана//монография. - Алматы: Ғылым, 2006 – 157 с.

11. Anna Yu. Zhigulina, Sarsenbeck A. Montaeв, Sabit M. Zharylgapov. Physical-mechanical properties and structure of wall ceramics with composite additives modifications // Science Direct, XXIV R-S-P seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (24RSP) (TFoCE 2015) Samara State University of Architecture and Civil Engineering (SSUACE), Procedia Engineering 111 (2015) 896 – 901.

РЕЗЮМЕ

В настоящее время в Республике Казахстан реализуется Государственная программа форсированного индустриально-инновационного развития на 2014-2020 годы. В ходе реализации этой программы вводятся новые мощности по производству цемента, извести, керамзита, керамического кирпича, а также расширяются металлургические предприятия. Развитие этих производств тесно связано с потреблением огнеупорных материалов для облицовки систем отопления, без которых невозможно производство. Поэтому Республика Казахстан импортирует огнеупорные материалы из России, Украины, Китая, Австрии и других стран.

RESUME

Currently, the State Program of Forced Industrial-Innovative Development for 2014-2020 is being implemented in the Republic of Kazakhstan. During the implementation of this program, new capacities for the production of cement, lime, expanded clay, ceramic bricks are being introduced, as well as metallurgical enterprises are expanding. The development of these industries is closely linked with the consumption of refractory materials for cladding of heating systems, without which it is impossible to produce. Therefore, the Republic of Kazakhstan imports refractory materials from Russia, Ukraine, China, Austria and other countries.

УДК 666.32/.36

Ідірісов Б.Л., МПСМФ-21

Амрешев Н.Ж., МПГСФ-21

Темержанова А.Б., ПГС-31

Научный руководитель: **Монтаев С.А.**, д.т.н., профессор

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г.Уральск

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ БРУСЧАТОК МЕТОДОМ ВИБРОПРЕССОВАНИЯ

Аннотация

В статье представлены результаты изучения физико-механических и химико-минералогических характеристик сырьевых материалов и предложена сырьевая композиция на основе глины для создания технологии керамической брусчатки методом вибропрессования с использованием тальковой породы. Исследованы составы керамических композиций для получения керамической брусчатки с учетом доминирующих факторов двухкомпонентной смеси для улучшения формовочных, сушильных и физико-механических свойств готовой продукции.

Ключевые слова: Керамика, брусчатка, обжиг, материал, тротуар, вибропрессования, глина.

Долгосрочные планы развития городов неразрывно связано с увеличением темпов строительства жилых комплексов, индивидуального жилья и других социально-значимых объектов. В развитии городской территорий особую роль играет решение комплекс вопросов по их благоустройству для комфортабельного проживания населения. При этом одним из важных задач является благоустройство тротуаров, внутридворовых дорог и детских площадок, а также скверов,

аллей и парковых зон требуют большого количества широкого ассортимента дорожно-строительных материалов. В настоящее время для решения этих задач широко используется бетонные брусчатки различной конфигурации и асфальтобетон. Однако как показывает практика в процессе эксплуатации этих дорог часто наблюдается их разрушение. (Рис.1)



Рисунок 1. Фрагменты разрушения тротуаров, устроенных из бетонных брусчаток.

Дело в том, бетонные брусчатки обязательно подвергаются действиям сульфатных солей кислот и щелочей, так как они обязательно присутствуют в составе грунтов укладываемой поверхности и дополнительно подвергаются действиям химических реагентов поступающих от внешней среды (дожди, автомобильные масла, грунтовые воды и т.п.). Под действием этих химических реагентов бетонные брусчатки и изделия, изготовленные на основе цементных вяжущих, подвергаются коррозии, вследствие чего они со временем разрушаются.

При выборе строительных материалов для устройства городских дорог и тротуаров очень важно учесть и экологический фактор, заключающийся в смягчений эффекта «островного» тепла выделяемых из поверхностей городских дорог и тротуаров.

Одним перспективных материалов для устройства городских тротуаров и других социально значимых территорий и площадей является керамические брусчатки.

Общеизвестно что, керамические материалы обладают высокой химической устойчивостью (98 – 99%) по отношению к растворам солей, кислот и щелочей. Благодаря этому свойству изделия не разрушаются под действием сульфатных солей, кислот и щелочей а также имеют более эстетический вид. (Рис. 2)



Рисунок 2. Фрагменты тротуаров устроенных из керамических брусчаток и плиток

Кроме того, керамические материалы сильно не нагреваются под действием солнечного тепла из – за низкого показателя коэффициента теплопроводности.

Однако для успешного развития производство керамических материалов необходимо учесть факторы ресурсо – и энергосбережения [2].

Наиболее важным технологическим этапом при производстве керамических материалов является предварительная подготовка сырьевых компонентов, которая требует значительных энергетических и ресурсных затрат. В результате исследований ученых [3] по анализу современных технологии производства керамических плиток по сухому и мокрому способу выявлено, что в процессе подготовки сырья используется больше энергии и воды и, следовательно, является более дорогостоящим как с экономической, так и с экологической точки зрения. Учеными предложены альтернативные методы подготовки сырья, позволяющие значительно снизить энергии и воды.

Перспективными исследованиями в этом направлений является труды ученых, которые

разработали технологии производства клинкерного кирпича для устройства дорог и тротуарных плиток. [4-6]

Поэтому проведения научно-экспериментальных в этом направлении является актуальной задачей, так как в результате использования новых сырьевых материалов необходимы новые научные подходы касательно разработки технологических параметров производства керамических изделий с учетом их химико-минералогического состава и физико-механических свойств.

Цель работы: Исследование возможности производства керамической брусчатки методом вибропрессования на основе сырьевой композиции глина – тальковая порода.

Для достижения поставленной цели в качестве основного сырья была выбрана глина Кызылординского месторождения. В качестве модифицирующей добавки использована тальковая порода Шиелийского месторождения (Республика Казахстан, Кызылординская область).

Рентгенофазовый анализ (РФА) проводился на дифрактометре ДРОН-3 с СиКа-излучением в интервале углов 80-640. Чувствительность метода составляет от 1 до 2 %. Рентгенофазовому анализу подвергались порошки опоки, прошедшие через сито 0,315.

Определение химико-минералогического состава исследуемых сырьевых компонентов проводилось растровом электронном микроскопе JSM-6390LV с системой энерго-дисперсионного микроанализа, рентгеновском дифрактометре X'Pert PRO MPD, масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой ICP-MS Agilent 7500cx (фирма JEOL, Япония).

По результатам исследования глина Кызылординского месторождения содержит до 12% монтмориллонитового компонента, находящегося в форме смешаннослойных образований с гидрослюдой и каолинитом. Из кристаллических фаз в глине также содержится кварц $d/n=4,23; 3,34; 1,974; 1,813; 1,538 \cdot 10^{-10}$ м, полевой шпат $d/n=3,18; 2,286 \cdot 10^{-10}$ м, кальцит $d/n=3,02; 2,018; 1,912 \cdot 10^{-10}$ м и гематит $d/n=1,839; 1,686; 1,590 \cdot 10^{-10}$ м.

По содержанию Al_2O_3 глина относится к группе кислого сырья, а по огнеупорности к легкоплавким. По содержанию Fe_2O_3 к сырью с высоким содержанием красящих оксидов.

Число пластичности суглинка Кызылординского месторождения составляет 12,4 относится к умеренно- пластичным.

В результате анализа химико-минералогического состава установлено, что тальковая порода Шиелийского месторождения являются талько – магнетитовым сырьем.

В качестве основных породообразующих минералов являются: тальк (49,2- 53,6%) и магнезит(35,8- 40,6%). Кроме того имеются следующие минералогические примеси: кальцит, хлорит, карбонат, магнетит, хромит, гидроксиды железа.

Электронно-микроскопические исследования показали, что кристаллы талька имеют чешуйчатый, таблитчатый, гексоганальный и ромбический облик.

Тальковая порода Шиелийского месторождения отличается высокой кислотостойкостью и щелочестойкостью.

Сырьевые материалы сначала высушивались и размалывались в лабораторной шаровой мельнице до удельной поверхности $1200-1500 \text{ г/см}^2$. Подготовка составов керамических масс к экспериментальным исследованиям производилась путем добавления к глине тальковой породы в количестве до 7,0%. Затем компоненты отвешивались в нужных количествах и насухо перемешивались. После чего в сухую смесь добавлялась вода. Из полученной смеси формовали образцы цилиндры методом вибропрессования с диаметром и высотой 5 см. Отформованные изделия сушили в сушильном шкафу при $t=100 - 110^\circ\text{C}$ до постоянной массы.

Для исследования выбрали наиболее важные эксплуатационные характеристики керамики как огневая усадка, прочность при сжатии и изгибе, средняя плотность, водопоглощение и морозостойкость.

На начальном этапе исследования с целью определения зависимости физико-механических свойств керамической композиции от содержания тальковой породы обжиг производили только при одной фиксированной температуре. За фиксированную температуру обжига принимали 1000°C так как в обжигательных печах большинство заводов по выпуску стеновой керамики на основе лессовидных суглинков температура в зоне максимальной температуры обжига обычно составляет $1000-1100^\circ\text{C}$.

Обжиг производили в лабораторной электрической печи в камерной печи марки СНОЛ 58/350. Физико-механические свойства керамической композиции лессовидный суглинок-тальковая порода при фиксированной температуре обжига приведены в таблице 1.

Как показывают результаты экспериментальных исследований с увеличением содержания талька от 3,0% до 7%, наблюдается общая тенденция роста прочности при сжатии образцов. Так

прочность образцов с содержанием талька 3% составляет 25.67 МПа, а при дальнейшем увеличении его содержание до 7% способствовали росту прочности образцов до 31,26 МПа. Следует отметить, повышение прочностных показателей образцов сопровождается увеличением огневой усадки и показателей морозостойкости, что свидетельствует о повышении степени спекаемости керамической композиции. Об этом свидетельствует и увеличение показателей средней плотности, и снижение водопоглощения термообработанных образцов. Анализ показывает что увеличение содержания тальковой породы только до 7% повышает показателей огневой усадки от 2.6% до 3,8% т.е. почти на 1,5 раза.

Таблица 1 - Физико-механические свойства керамической композиции глина - тальковая порода при фиксированной температуре обжига

Содержание талька, %	Огневая усадка, %	Средняя плотность, г/см ³	Прочность, МПа		Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклы
			при сжатии	при изгибе		
3,0	2.6	1,8585	25,67	1,94	20,4	45
5,0	3.4	1,8691	28,85	2.15	19,5	47
7,0	3.8	1,8738	31,26	3,66	18,6	51

Для подтверждения лабораторных исследований на практике нами были отформованы керамические брусчатki на производственной установке «Мастек-Метеор», работающих по принципу вибропрессования. Керамическая масса хорошо формовались и обладали хорошей сырцовый прочностью, что обеспечивает достаточные условия для дальнейших технологических операции готовой продукции. Отформованные брусчатki сушились в сушильном шкафу марки ШСП – 0,5 – 70 при температуре 70-75 0 С по специально разработанному режиму до остаточной влажности 5-7%. После сушки брусчатki обжигались в электрической печи при температуре 1000 0 С с выдержкой при конечной температуре 2 часа. Обожженные брусчатki охлаждались при отключенной печи до комнатной температуры (рис. 5). Полученные образцы имели четкие грани и плотно спеченную структуру. Однако образцы имели незначительные трещины, что легко устраняемые путем регулирования режима сушки и обжига керамического сырца.



Рисунок 3. Образцы керамических брусчаток на основе сырьевой композиции глина – тальковая порода

По результатам изучения физико-механических и химико-минералогических характеристик сырьевых материалов предложена сырьевая композиция на основе глины для создания технологии керамической брусчатki методом вибропрессования с использованием тальковой породы.

Исследованы составы керамических композиций для получения керамической брусчатki с учетом доминирующих факторов двухкомпонентной смеси для улучшения формовочных, сушильных и физико-механических свойств готовой продукции.

Доказано возможность получения керамической брусчатki, отвечающие экологическим и эксплуатационным требованиям в целях использования их в благоустройстве городских территорий(тротуары, аллеи, парковые зоны, детские площадки и т.п.)

Установлено, что одним из преимущественных свойств керамических брусчаток является их значительная пористость (до 30%), что позволяет быстро впитывать воду от атмосферных осадков (в виде дождя, мокрого снега и т.п.) и фильтровать через свое тело передавая воду в грунт. Это

свойство брусчаток предотвращает скоплению влаги на поверхности тротуара и создает комфортабельные условия при передвижении пешеходов, а также исключается образование ледяной корки в холодное время.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhigulina A.Y., Montaeв S.A., Zharylgapov S.M. Physical-mechanical properties and structure of wall ceramics with composite additives modifications // Procedia Engineering. Volume 111. С. 896-901. 2015
2. Мустафин А.В., Ашмарин Г.Д. Клинкерная керамика на основе кремнеземистого сырья и техногенных отходов // Строительные материалы № 1, С 32-33. 2006
3. Шамшуров А.В., Гридчин А.М., Лесовик В.С., Строкова В.В. Сырьевая смесь для получения обжиговых дорожно-строительных материалов на основе кварцевых песков и способ их изготовления // Патент Российской Федерации № 2205810, МПК 7 С04В35/14, 35/16 на изобретение № 16, С 432. 2003

ТҮЙІН

Мақалада шикізат материалдарының физика-механикалық және химиялық-минералогиялық сипаттамаларын зерттеу нәтижелері ұсынылған және тальк жынысын қолдана отырып, вибропрессивті керамикалық төсеу технологиясын жасау үшін саз негізіндегі шикізат құрамы ұсынылған. Дайын өнімнің қалыптау, кептіру және физика-механикалық қасиеттерін жақсарту үшін екі компонентті қоспаның басым факторларын ескере отырып, керамикалық төсемдерді алуға арналған керамикалық композициялар зерттелді.

RESUME

The article presents the results of studying the physical-mechanical and chemical-mineralogical characteristics of raw materials and suggests a raw material composition based on clay for creating a technology of ceramic paving stones by vibropressing using talc rock. The compositions of ceramic compositions for the production of ceramic paving stones are studied, taking into account the dominant factors of a two-component mixture to improve the molding, drying and physical and mechanical properties of the finished product.

УДК 4156-3403

Бурханова В.М.

Научный руководитель: **Шемарова О.А.**, к.т.н.

Московский государственный технический университет им.Н.Э.Баумана, Москва, Российская Федерация

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОТОКА НАПЫЛЯЕМЫХ ЧАСТИЦ

Аннотация

Построена математическая модель процесса переноса частиц с источника на подложку, позволяющая исследовать пространственное распределение плотности потока частиц и влияние геометрических параметров системы на плотность получаемого покрытия.

Ключевые слова: вакуумное напыление, математическое моделирование, метод Монте-Карло, плотность потока, плотность покрытия, распределение плотности.

Введение. В последнее время вакуумное напыление стало основным технологическим методом получения тонких пленок. Тонкие пленки, наносимые в вакууме, широко применяются в производстве дискретных полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, различных устройств оптоэлектроники, износостойких и антифрикционных покрытий в инструментальном производстве и машиностроении, и других областях. Анализ пространственного распределения молекулярных потоков составляет одну из ключевых проблем вакуумной техники. В частности, в сфере вакуумного напыления, такой анализ необходим для создания условий, в которых получаемое покрытие будет наиболее равномерным, а также для проектирования напылительных конструкций на подложки сложной конфигурации. В данной работе построена статистическая модель на основе