

Рис.2. Блок-схема подключения одной из фаз к 3-фазной силовой сети

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усилитель тиристорный У-252. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Вильнюс, 1980.
2. Терморегулятор ТП703. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. НПК «Варта». – Санкт-Петербург, 2004.
3. Описание 1182ПМ1. Схема фазового регулятора // www.htmldatasheet.ru/sit/1182pm1

Сучков Алексей Алексеевич

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

E-mail: saa@fvt.rsu.ru, saa@fvt.sfedu.ru

344090, Ростов-на-Дону, ул. Мельчакова, 10

Тел.: +7(8632)696991

Suchkov Aleksey Alekseevich

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: saa@fvt.rsu.ru, saa@fvt.sfedu.ru

10, Melchikova street, Rostov-on-Don, 344090

Phone: +7(8632)696991

УДК 004.666.642.1:546.41

Н.А. Вильбицкая, Е.В. Корохова, Е.Б. Земляная, С.И. Евтушенко

РЕЦИКЛИНГ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ И ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВОВ И СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ

Изучены особенности применения математико-статистических методов обработки экспериментальных данных при изучении интенсификации процесса спекания строительной керамики с повышенным содержанием высококальциевого отхода, а также минерализаторов спекания - литийсодержащих отходов. Установлена область оптимальных составов керамических масс, позволяющих получить керамическую облицовочную плитку с высокими функциональными свойствами.

Строительные материалы; керамическая плитка; ресурсосбережение; техногенные продукты; утилизация, отходы промышленных производств.

N.A. Vilbitskaja, E.V. Korohova, E.B. Zemlynay, S.I. Evtushenko

RECYCLING OF TECHNOGENIC PRODUCTS AND OPTIMISATION OF STRUCTURES AND PROPERTIES OF THE BUILDING MATERIALS MADE ON THEIR BASIS

Features of application of mathematical and statistical methods of processing of experimental data are studied at studying an intensification of process of sintering of ceramic compositions with the raised maintenance a calcium withdrawal, and also mineralizer sintering – lithium feigh. The area of optimum structures of the ceramic compositions is established, allowing to receive a ceramic facing tile with high functional properties.

Building materials; a ceramic tile; technogenic products; recycling; a waste of industrial productions.

Одним из направлений развития промышленности строительных материалов является широкое использование техногенных продуктов различных производств – химических, металлургических, горнодобывающих и т.д., а также отходов энергетического комплекса. Современные технологии производства различных строительных материалов предъявляют определенные требования к сырьевым компонентам, которые должны обеспечить высокое качество и конкурентоспособность выпускаемых изделий. Использование различных вторичных продуктов наряду с недорогими местными традиционными материалами (глина, песок, известняк, доломит и т.д.) зачастую позволяет обеспечить наряду с качественными характеристиками и высокие экономические показатели производства [1-3].

Однако выбор оптимального сырьевого состава, который бы обеспечил наилучшие физико-механические показатели готовых изделий, иногда бывает весьма долгим и трудоемким. Исходя из этого, предлагается сочетать как традиционные методы математического планирования эксперимента, так и новые современные статистические программные продукты, что позволит быстро и качественно решить поставленную задачу оптимизации.

Разработка способов интенсификации процесса спекания малоусадочной облицовочной плитки является исключительно актуальной, поэтому предложенный метод оптимизации был использован для изучения влияния щелочных и щелочноземельных соединений, входящих в состав использованных техногенных материалов на основные физико-механические свойства керамической облицовочной плитки.

Керамические массы готовили на основе местных материалов Ростовской области: глины Владимировского месторождения, песка и мела Тарасовского месторождения; а также высококальциевых отходов химводоочистки (ХВО) Ростовской ТЭЦ и Новочеркасской ГРЭС и боя тарного стекла, литийсодержащих отходов ОАО «Каменскволокно» по шликерной технологии с последующим формованием образцов пластичным методом. Обжиг осуществляли в муфельной печи при температуре 900 °С, с последующей выдержкой при максимальной температуре в течение 1 часа.

Для установления областей оптимального содержания отходов был использован метод математического планирования экспериментов – симплекс-решетчатый план Шеффе неполного третьего порядка. Основными технологическими показателями керамической плитки являются прочность, усадка и водопоглощение. Состав варьируемой части определяют три компонента, мас. %: X – высококальциевый отход (10 %), Y – стеклобой (10 %), Z – литийсодержащий отход (1 %).

С целью установления основных свойств керамического черепка в зависимости от количества варьируемых компонентов использовали матрицу планирования эксперимента, приведенную в табл. 1.

Для определения области оптимальных составов керамической массы нами использовался автоматизированный метод математического планирования эксперимента с использованием системы STATISTICA, в которой реализуется графически ориентированный подход к анализу экспериментальных данных, а также новейшая математическая система MathCAD 7.0, являющаяся программным средством для решения технических проблем различной сложности [4-5]. Кроме этого определяется математическая модель (неполная кубическая), адекватно описывающая изменение свойств материалов в зависимости от изменения входящих факторов, которыми являются % (масс.) добавки техногенных продуктов. Функции отклика – основные технологические характеристики: водопоглощение, усадка и предел прочности при сжатии.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента по плану неполного третьего порядка

№ п\п	x	y	z	Функции отклика		
				Водопоглощение, % (F1)	Усадка, % (F2)	Предел прочности при сжатии, МПа, (F3)
1	2	3	4	5	6	7
1	1	0	0	24,40	1,10	27,90
2	0	1	0	18,50	0,60	32,10
1	2	3	4	5	6	7
3	0	0	1	23,00	0,40	34,20
4	0,5	0,5	0	18,40	0,30	30,40
5	0,5	0	0,5	18,80	0,50	37,10
6	0	0,5	0,5	14,20	1,80	39,70
7	0,333	0,333	0,333	11,10	1,25	35,70
8*	0,5	0,33	0,167	13,30	0,90	33,50

Диаграммы характера изменения свойств представлены на рис.1 а,б,в. Используя современные программные пакеты, на основании предварительно составленного алгоритма (рис. 2) и изменения уровня варьирования, удалось значительно упростить процедуру нахождения диапазона областей составов, обеспечивающих наилучшие физико-механические свойства керамики по полученным уравнениям регрессии (рис.3). Реализованные инструменты являются универсальными и могут применяться для множества составов не только керамики, но и глазурей, эмалей, стекловых шихт, цементных сырьевых смесей и т.д.

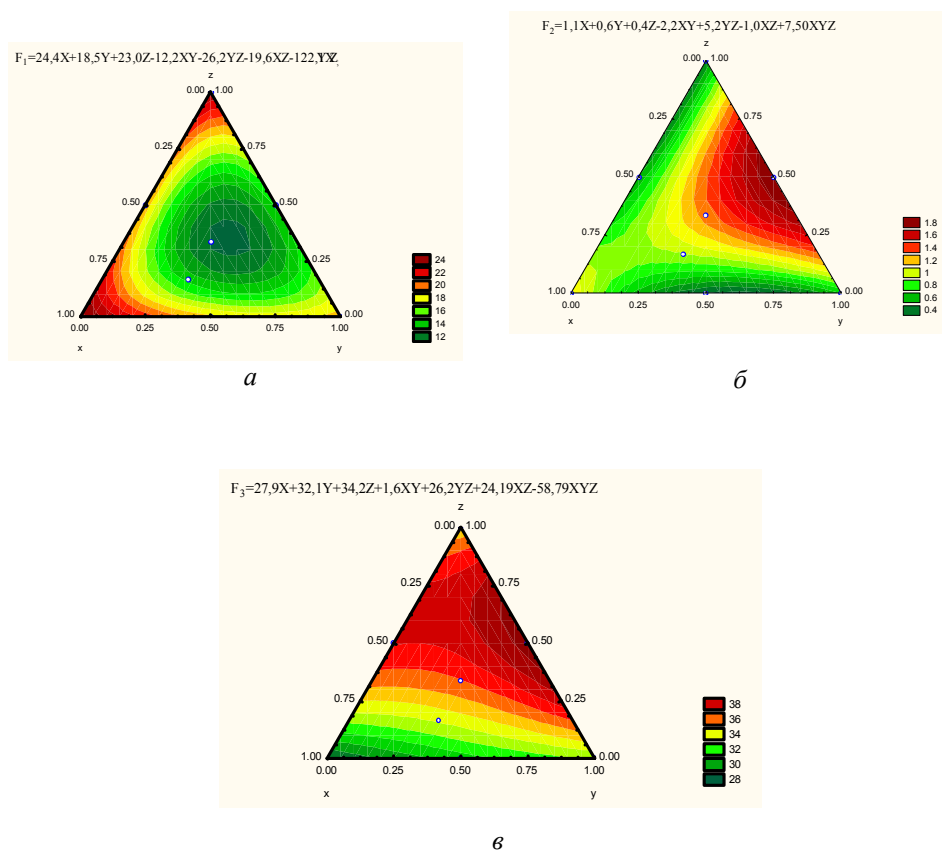


Рис.1 Диаграммы изменения: а – водопоглощения, %, б – усадки %, в – прочности, МПа и уравнения, адекватно описывающие процесс изменения этих свойств от изменения состава

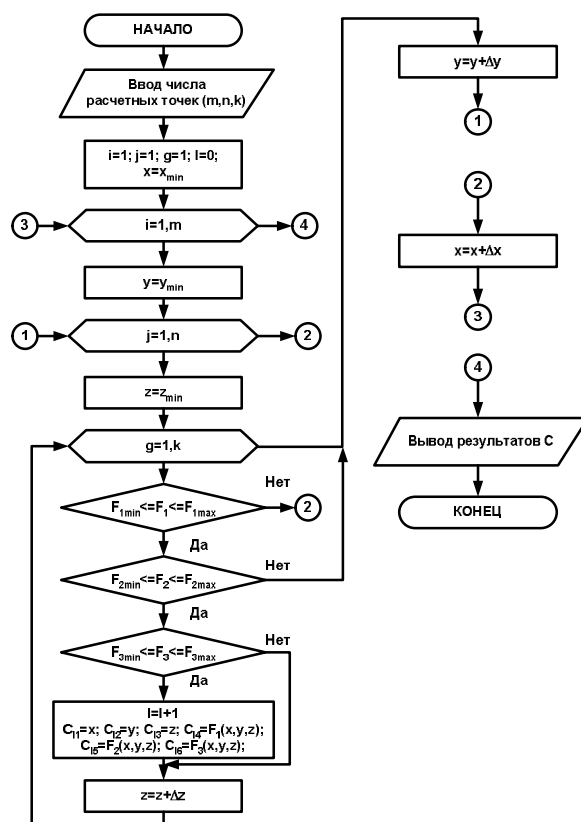


Рис.2. Алгоритм расчета оптимальной области составов, реализованный в системе MathCAD

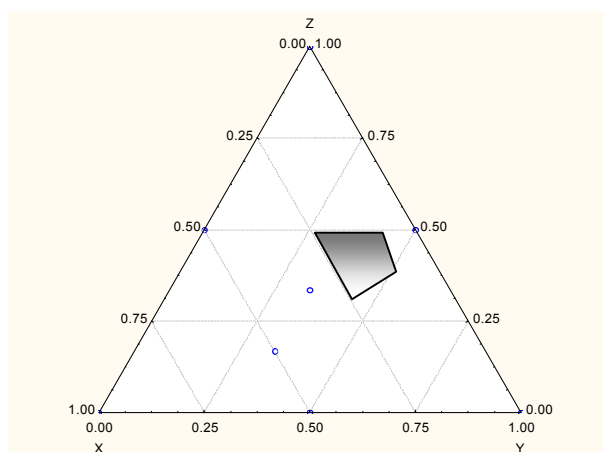



Рис.3 Диаграмма оптимальных показателей свойств черепка в зависимости от состава керамической массы

Для области  предел прочности на сжатие 35...40Мпа, водопоглощение 10...12%; усадка 1...1,5%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. – М.: Стройиздат, 1976. – 240 с.
2. Яценко Н.Д., Вильбицкая Н.А., Ратькова В.П., Голованова С.П., Зубехин А.П. Интенсификация спекания кальцийсодержащих керамических масс // Стекло и керамика . 2000. №9. С.32-34.
3. Вильбицкая Н.А., Голованова С.П., Зубехин А.П., Яценко Н.Д. Особенности формирования кристаллических фаз в высококальциевой керамике// Изв. вузов. Сев.-Кав.регион. Техн. наук. 2001. №4. С.87-89.
4. Боровиков В. В. STATISTICA. Искусство данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. –СПб.: Питер, 2003. – 688 с.ил.
5. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD7.0 в математике, физике и в Internet. –М.: Нолидж, 1999. 352 с.

Вильбицкая Наталья Анатольевна

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

E-mail: kaf_sau@mail.ru

344090, Ростов-на-Дону, ул. Мельчакова, 10

Тел.: +7(8632)696991

Земляная Елена Борисовна

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

E-mail: kaf_sau@mail.ru

Евтушенко Сергей Иванович

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южный федеральный университет»

E-mail: kaf_sau@mail.ru

Vilbitskaja Nataliy Anatolitvna

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: kaf_sau@mail.ru

10, Melchikova street, Rostov-on-Don, 344090

Phone: +7(8632)696991

Zemlynaya Elena Borisovna

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: kaf_sau@mail.ru

Evtushenko Sergey Ivanovich

Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»

E-mail: kaf_sau@mail.ru