

Спекание керамических материалов с механоактивированными добавками

Sintering of ceramic materials with mechanically activated additives

Пименов В.А.

аспирант, ассистент Департамента промышленной безопасности Политехнического института Дальневосточного федерального университета

E-mail: pimenov.va@dvfu.ru

Pimenov V.A.

postgraduate student, assistant of the Industrial Safety Department of the Polytechnic Institute of the Far Eastern Federal University

E-mail: pimenov.va@dvfu.ru

Рева В.П.

канд. техн. наук, доцент Департамента промышленной безопасности Политехнического института Дальневосточного федерального университета

E-mail: festurvp@mail.ru

Reva V.P.

Candidate of Technical Sciences, Associate professor, Department of Industrial Safety, Polytechnic Institute, Far Eastern Federal University

E-mail: festurvp@mail.ru

Аннотация

Развитие экономики Приморского края должно быть основано на использовании собственных ресурсов. С этой точки зрения край богат природными ресурсами, в том числе, глинами, позволяющими использовать их для разработки современных материалов – основой наукоемких технологий. Целью работы является обеспечение производств современными эффективными материалами, позволяющими создать новую отрасль.

В работе представлены результаты исследования местного сырья с целью повышения рентабельности и эффективности его использования.

Ключевые слова: керамические материалы, композит, твердость, спекание, полимер, модификация, нитриды.

Abstract

The development of the economy of the Primorsky Territory should be based on the use of its own resources. From this point of view, the region is rich in natural resources, including clays, which allow them to be used for the development of modern materials - the basis of science-intensive technologies. The aim of the work is to provide production facilities with modern efficient materials that allow creating a new industry.

The paper presents the results of a study of local raw materials in order to increase the profitability and efficiency of its use.

Keywords: ceramic materials, composite, hardness, sintering, polymer, modification, nitride.

Композитный материал – комплексное соединение, основу которого составляет матрица, в которую для улучшения свойств введен наполнитель, эти компоненты химически связаны друг с другом и состоят из двух и более разнородных по химическому составу и структуре компонентов, определенным образом распределенных по объему детали (изделия). Это дает возможность конструировать материалы с заданными свойствами. В результате материал приобретает улучшенные свойства, которые не могут быть получены при применении каждого из этих компонентов в отдельности [2].

В настоящее время наиболее распространенными и востребованными материалами являются универсальные наноуполненные и микроуполненные композиты; микроуполненные композиты, обладающие отличными свойствами; конденсируемые композиты (рис. 1); компомеры; а также стеклоиономерные цементы [3].



Рис. 1. Основные направления совершенствования композитных материалов

Одним из эффективных технологических приемов производства качественных керамических изделий является введение различных тонкомолотых добавок [4]. В связи с этим проведены комплексные исследования керамических масс на основе суглинков в композиции с механоактивированными композиционными добавками с учетом специфических свойств конкретных сырьевых материалов.

В качестве исследуемых сырьевых материалов были выбраны лессовидный суглинок Спасский месторождения Приморского края как основное глинистое сырье, а для создания композиционной механоактивированной добавки выбраны нитриды в количественном содержании 10%. Подготовку композиционной добавки подвергали механической активации путем совместного помола в лабораторной шаровой мельнице.

Затем полученный помол обжигали в СПС установке (рис. 2).



а



б

Рис. 2. Спеченный в СПС установке образец (а). Обоженный в печи образец (б)

На данном этапе исследовался состав получившихся образцов. В тонкодисперсном состоянии эти массы планируется использовать в качестве неорганического компонента в композиционных материалах.

Исследования состава масс проводили при помощи портативного XRF-анализатора (рис. 3).



Рис. 3. pXRF-анализатор Olympus Delta Professional DP 4000

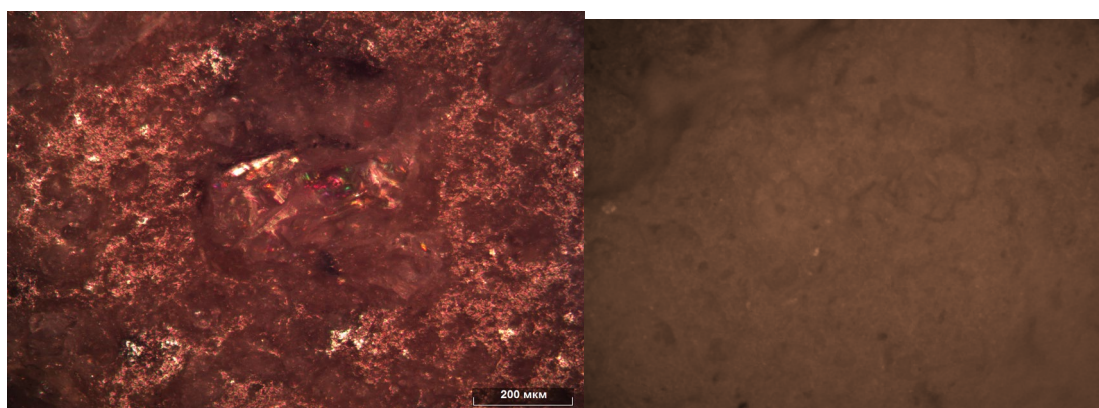
В табл. 1 указаны данные по исследованию составов используемых масс.

Таблица 1

Составы исследуемых масс

Сырье	Содержание Si	Al	Ti	Fe	Mg	S	P	Mn
Чистая масса	68.04	17.75	10.41	3.2	0.26	0.17	0.124	0.118
Масса с добавками нитрида	66.36	20.36	0.94	3.55	3.78	0.70	0.19	0.006

Исследования микроструктуры проводили при помощи микроскопа CarlZeiss Axiovert 40 MAT, укомплектованного цифровой камерой AxioCam ERc 5s (производство Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Германия) и программным обеспечением AxioVision 40 версии 4.8.2.0 [5].

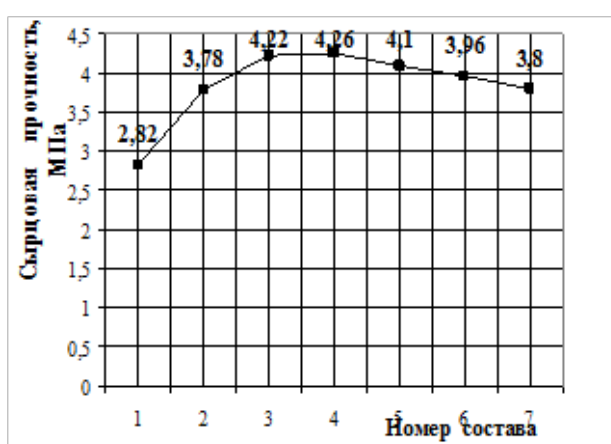


а)

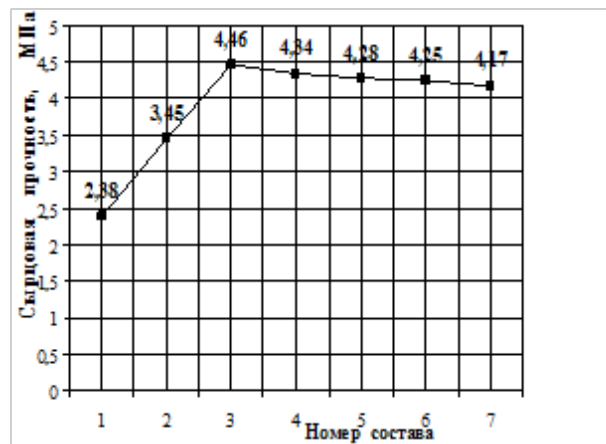
б)

Рис. 4. Поверхность образцов керамики 200 мкм.: а) с добавками; б) без добавок

Установлена зависимость сырьевой прочности от состава керамических композиций при давлении прессования (рис. 5).



а)



б)

а - 13,0 МПа; б - 18,0 МПа

Рис. 5. Зависимость сырьевой прочности от состава керамических композиций при давлении прессования

Экспериментальные данные подтверждает возможность получения качественного полуфабриката на основе исследуемых составов керамических композиций при давлении прессования 15 – 20 Мпа.

В табл. 2 приведены сравнительные показатели чистой массы и на основе предлагаемой сырьевой композиции, согласно разработанным технологическим режимам.

Как показывают результаты исследования, с повышением содержания механоактивированного нитрида за счет уменьшения содержания лессовидного суглинка наблюдается увеличение прочности при сжатии и изгибе, а также морозостойкости.

Сравнительные показатели чистой массы и сырьевой композиции

Показатели	Единицы измерения	Чистая масса	С использованием добавок
Удельная поверхность	см ² /г	1500	2000
Температура обжига	° С	1050	1050
Предел прочности при: сжатии	МПа	9-11	10,1-11,2
Предел прочности при: изгибе	МПа	1,9	2,8-3,1
Морозостойкость	циклы	15	более 25
Средняя плотность	кг/м ³	1810	1760
Водостойкость		0,7	0,87
Водопоглощение	%	13,8	13,6

Максимальная прочность при изгибе спеченных образцов составила 70 МПа, ТКЛР в интервале температур 20- 600°С – $4,8 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹.

Предварительными исследованиями установлена возможность применения глинистых сланцев для изготовления различных композиционных компонентов различного назначения.

Что касается изменений средней плотности, несмотря на то что увеличивается удельная поверхность вводимой композиционной добавки, предполагающая повышение средней плотности образцов из-за увеличения плотности упаковки сырьевой системы, в целом, наблюдается существенное снижение показателей средней плотности термообработанных образцов на основе исследуемой керамической композиции до 1710 кг/м³, что составляет около 8%.

Выводы

1. С учетом физико-механических и химико-минералогических характеристик выбрана сырьевая композиция – лессовидный суглинок-механоактивированная композиционная добавка, включающая нитрид, с целью создания технологии качественной керамики.

2. Выявлены основные закономерности изменения физико-механических свойств при различных соотношениях керамических композиций до и после термообработки. Исследовано влияние влажности и давления прессования на указанные свойства.

3. Экспериментально установлена зависимость степени уплотнения и сырцово-прочности керамических композиций от давления прессования. Для обеспечения необходимой степени уплотнения и сырцово-прочности изделий без существенных деформаций структурных элементов прессование должно осуществляться при давлении 15-20 МПа.

4. На стадии термообработки в исследуемой керамической массе с механоактивированной композиционной добавкой установлены изменения таких свойств, как огневая усадка, прочность при сжатии и изгибе, средняя плотность и водопоглощение образцов в интервале температур обжига 1000–1250С. При этом выявлены сложные зависимости указанных свойств по системе «температура – состав – свойства».

Заключение

С учетом физико-механических и химико-минералогических характеристик выбрана сырьевая композиция – спечный на СПС установке лессовидный суглинок с механоактивированной композиционной добавкой, включающей нитрид, с целью создания технологии качественной керамики.

Литература

1. Андрианов Н.Т., Балкевич В.Л., Беляков А.В., Власов А.С., Гузман И.Я., Лукин Е.С., Мосин Ю.М., Скидан Б.С. Химическая технология керамики. – Москва: Стройматериалы, 2011. – 46 с.
2. Иванова А.В., Михайлова Н.А. Технологические испытания глин: метод. указания. – Ухта: УГТУ-УПИ, 2005. – 45 с.
3. Скотт М. Керамика. Энциклопедия. – Москва: Арт-Родник, 2012. – 192 с.
4. Лукьяненко В.И. Композиционные пломбирочные материалы / В.И. Лукьяненко, К.А. Макаров, М.З. Штейнгатт, Л.С. Алексеева. Л., 1988. – 160 с.
5. Методы определения свойств для керамических изделий: ГОСТ 13993-78; ГОСТ 473.1-81–ГОСТ 473.11-81.