

Дробыш А.А., Макарчук А.В., Петюшик Т.Е.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ШИХТЫ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО КВАРЦА**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

***Научный руководитель доктор техн. наук доцент  
Петюшик Е.Е.***

*Развивающееся использование природного кварца, как исходного сырья для изготовления пористых проницаемых изделий определяет необходимость оптимизации рецептуры получения смесей (шихты) на основе кварца. В данной работе представлено исследование по оптимизации рецептуры получения смеси на основе кварца. Рассмотрено влияние смеси на эксплуатационные характеристики пористых проницаемых изделий.*

Большое распространение получили пористые проницаемые материалы на основе различных порошков. Такие порошки используются в чистом виде либо в составе смесей, в зависимости от характеристик исходного материала. Наиболее часто в чистом виде используются порошки металлов и сплавов на их основе. Порошки керамических материалов чаще используются в составе сложных многокомпонентных смесей. В таких смесях кроме порошка исходного материала могут присутствовать связующие, каркасообразующие и порообразующие добавки, плакирующие поверхность частиц основного компонента смеси. Рецептура получения смесей определяется временем и очередностью смешивания компонентов смеси на основе анализа качества плакирования и получаемого комплекса характеристик проницаемого материала.

Развивающееся использование природного кварца [1], как исходного сырья для изготовления пористых проницаемых изделий определяет необходимость оптимизации рецептуры получения смесей на основе кварца. В этой связи был выполнен комплекс исследований по оптимизации очередности и времени смешивания

компонентов смеси на основе природного кварца. Компонентный состав смеси для изготовления пористых проницаемых изделий установлен согласно [1, 2] (табл. 1).

Таблица 1

### Компонентный состав смеси на основе кварца

№ п/п	Наименование вещества (материала)	Массовая доля, %
1	Кварц (оксид кремния) $\text{SiO}_2$	70
2	Жидкое стекло ( $\text{Na}_2\text{O} \times n\text{SiO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$ )	9
3	Карбонат кальция ( $\text{CaCO}_3$ )	1
4	Алюмосиликат	3
5	Поверхностно активное вещество	1
6	Порообразователь органический	16

Критериями оценки смешиваемости компонентов смеси являются: равномерность перемешивания и качество плакирования частиц связующими добавками (определяется с помощью микроскопического исследования (рис. 1)), комкование смеси.



Рис. 1. Частица смеси на основе природного кварца фракции (+315)...(-630) мкм

Для смешивания смесей использовался порошок природного кварца следующих фракций: (-200), (+200)...(-315) и (+315)...(-630) мкм.

По результатам исследований установлен порядок смешивания компонентов смеси согласно табл. 2. Время смешивания компонентов

по порядку, определенному в табл. 2, лимитировано согласно табл. 3 для всех фракций природного кварца, смешивание компонентов в течение времени вне рекомендованного диапазона ведет к увеличению количества комков, увеличению их размера.

Полученную в результате смешивания смесь просеивали на сите с размером ячеек 1 мм с целью удаления комков.

Таблица 2

### Порядок смешивания компонентов смеси на основе кварца

№ п/п	Смешиваемые компоненты
1	Жидкое стекло смешивается с поверхностно активным веществом
2	В полученную в п. 1 смесь вводится карбонат кальция
3	В порошок природного кварца вводится смесь, полученная в п. 2
4	В полученную в п. 3 смесь, вводится алюмосиликат
5	В полученную в п. 4 смесь вводится порообразователь органический

Таблица 3

### Время смешивания смеси

№ п/п смешивания	Время смешивания, мин
1	1-2
2	4
3	5
4	5
5	10-15

Доля комков в общем объеме смеси составила: фракция (-200) мкм  $\approx$  15%, (+200)...(-315) мкм  $\approx$  20% и (+315)...(-630) мкм  $\approx$  23%. Установлено, что причиной комкования смеси является ее избыточная влажность. Избыточная влажность смеси обусловлена значительной объемной долей жидких компонентов смеси, однако уменьшение доли или вязкости этих компонентов негативно сказывается на качестве смешивания шихты.

Отсеянные комки дополнительно растираются на сите с размером ячеек 1 мм и подвергаются сушке на открытом воздухе. Смешивание компонентов смеси по другим рецептурам увеличивает долю комков в общем объеме шихты (>25-30%). Так введение компонентов в смесь в последовательности согласно таблице 1 увеличивает долю комков до 30%. Введение в смесь, полученную смешиванием жидкого стекла с поверхностно активным веществом алюмосиликата увеличивает долю комков на 5-8 %. Смешивание карбоната кальция и алюмосиликата с природным кварцем, до смешивания последнего с жидким стеклом и поверхностно активным веществом, не обеспечивает равномерного плакирования добавками частиц кварца.

С использованием оптимизированной рецептуры смешивания смеси на основе кварца была изготовлена серия образцов ППИ в форме труб для всех фракций кварца. Формообразование образцов осуществлялось способом сухого радиального прессования труб при давлении прессования 60 МПа, с последующим спеканием прессовок в окислительной среде при температуре 850°C.

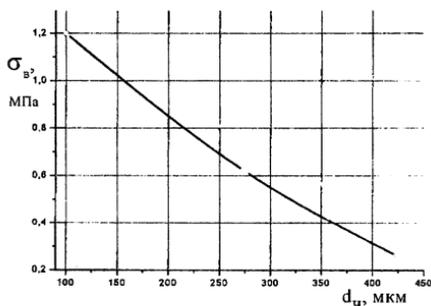


Рис. 2. Зависимость прочности на разрыв ППИ из кварца от среднего размера частиц фракции

Для изготовленных образцов определялась прочность на разрыв (рис. 2) на испытательном стенде по ГОСТ 473.7-81 [3]. Образец крепился в оснастке, герметизировался изнутри посредством полиэтиленовой оболочки, внутрь которой подавался воздух, давление воздуха, вызвавшее разрыв материала фиксировалось по манометру МПИ 0,6 в момент резкого падения давления, вызванного разрушением образца.

Снижение прочностных свойств ППИ по мере роста размера частиц основного компонента объясняется снижением количества межчастичных контактов между соседними элементами структуры ППИ, согласно [4].

Использование других рецептур снижает прочностные свойства ППИ более чем на 10%. Оптимизированная в результате исследования

шихта на основе природного кварца позволяет снизить затраты на изготовление пористых проницаемых материалов на основе природного кварца и улучшить эксплуатационные характеристики последних.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петюшик, Е.Е., Азаров, С.М., Дробыш, А.А. Пористый проницаемый материал на основе оксида кремния // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Тез. докл. 6-й Междунар. научно-техн. конф. – Гродно, 2005 – С. 95-96.

2. Дробыш, А.А., Литецкий, В.Ю. Показатели свойств пористого материала на основе природного кварца // Материалы респ. науч.-тех. конф. аспирантов, магистрантов и студентов. – Могилев, 2006 – С. 39.

3. Витязь, П.А., Капцевич, В.М., Кусин, Р.А. Фильтрующие материалы: свойства, области применения, технология изготовления. – Мн.: НИИ ПМ с ОП, 1999. – 304 с.

4. Пористая конструкционная керамика. / Под ред. Ю.Л. Красулина. – М.: Металлургия, 1980. – 99 с.

УДК 621.793.18

Кармажи Х.Т.Е.

## УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель доктор техн. наук доцент Иванов И.А.*

Структура вакуумных покрытий определяется температурой поверхности конденсации и описывается зонной моделью Мовчана-Демчишина. Наибольшую промышленную ценность имеют покрытия первой структурной зоны – с конусообразной структурой. Анализ показывает, что осаждение вакуумных покрытий в условиях