

Д-р PhD **А. А. Эминов** (✉)*Институт общей и неорганической химии АН РУз,  
г. Ташкент, Узбекистан*

УДК 553.546:666.762.2

## **ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ КВАРЦИТОВ НА СВОЙСТВА ДИНАСОВЫХ ОГНЕУПОРНЫХ МАСС**

Приведены результаты исследований влияния фракционного состава кварцитов на физико-механические свойства обожженных образцов, изготовленных из динасовых огнеупорных масс. В результате исследования их химико-минералогических, фракционных составов и физико-химических характеристик установлено, что для разработки состава огнеупорных динасовых масс необходимо использовать кварцит тонкого помола.

**Ключевые слова:** *динас, кварцит, каолин, дисперсность, кварц, тридимит, кристобалит.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

**И**звестно [1, 2], что при проектировании и разработке оптимального состава динасовых огнеупорных масс возможности изменения технологии их изготовления ограничивают специфические свойства кремнезема. Поэтому количество и состав исходных компонентов, минерализующих добавок, а также предельные температуры обжига изменяются мало и могут оказывать лишь небольшое влияние на физико-механические свойства масс. В связи с этим фракционный состав сырьевых компонентов массы существенно влияет на структуру и технологические свойства, а также на механическую прочность, термостойкость, пористость и другие свойства обожженного образца. Фракционный состав исходных компонентов массы играет чрезвычайно важную роль, так как влияет на плотность укладки зерен: между крупными зернами заполнителя располагаются зерна средней величины, а пространство между этими зернами заполняется мелкой фракцией. Такой принцип является оптимальным [3, 4]. В связи с этим разработка шихтового состава динасовых огнеупорных материалов с учетом дисперсности кварцитов пород является актуальной задачей.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В качестве сырьевых компонентов для изготовления огнеупорных масс использовали кварцитовые породы Джерданакского и каолины Альянского месторождений Сурхандарьинской и Самаркандской областей Республики Узбекистан [5–10]. Химико-минералогический состав используемых сырьевых компонентов и физико-химические характеристики опытных образцов на его основе изучали с применением химического и рентгенофазового анализов, физико-механические свойства и фракционный состав изучали традиционными методами исследований керамической и огнеупорной технологий.

Подготовку разных фракционных составов огнеупорных масс производили следующим образом. Предварительно отмученные джерданакские кварциты измельчали в щековых дробилках до размера мельче 20 мм. Некоторое количество кварцитов подвергали тонкому помолу при помощи шаровой мельницы. Далее проводили фракционирование кварцитовых зерен с помощью стандартного набора сит по размерам. Затем составляли смеси с соответствующими соотношениями и фракционными составами джерданакского кварцита и альянского каолина. Перемешивание сырьевых материалов проводили в бегунах в течение 2 ч. После формовки полусухим методом образцы в виде таблеток диаметром 50 мм сушили и обжигали в лабораторной силитовой печи в интервале 1100–1400 °С.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Для изучения влияния дисперсности проб образцов джерданакских кварцитов на физико-



А. А. Эминов

E-mail: Azizeminov1985@mail.ru

**Таблица 1. Химический состав сырьевых компонентов**

Сырье	Массовое содержание оксидов, %									$\Delta m_{\text{прж}}$ , мас. %
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	
Джерданакский кварцит обогащенный	98,71	0,12	0,19	Следы	0,11	0,03	0,05	0,08	0,01	0,71
Альянский каолин обогащенный	51,0	33,8	0,47	0,34	0,48	0,49	1,48	0,19	0,47	11,7

**Таблица 2. Фракционный состав сырьевых компонентов**

Компонент	Количество фракции, %, размером, мм				
	1,0–0,5	0,5–0,2	0,2–0,12	0,12–0,09	<0,09
Джерданакский кварцит:					
крупного помола	15,3	38,7	22,8	12,2	11,0
среднего помола	10	19,5	18,5	12,0	40,0
тонкого помола	0,40	6,90	12,80	12,51	67,39
Альянский обогащенный каолин	17,8	40,1	13,5	3,2	25,4

механические и технологические свойства динасовых огнеупорных масс были приготовлены шихты с разной степенью помола исходных компонентов, химический и фракционный составы которых приведены в табл. 1 и 2 соответственно. На рисунке показаны рентгенограммы образцов кварцитовых пород разной дисперсности, обожженных при 1350 °С. По результатам рентгенофазового анализа установлено, что рентгенограммы всех образцов аналогичны, однако дифракционные максимумы, относящиеся к минералу кварца, менее отчетливо выражены на рентгенограмме природного джерданакского кварцита.

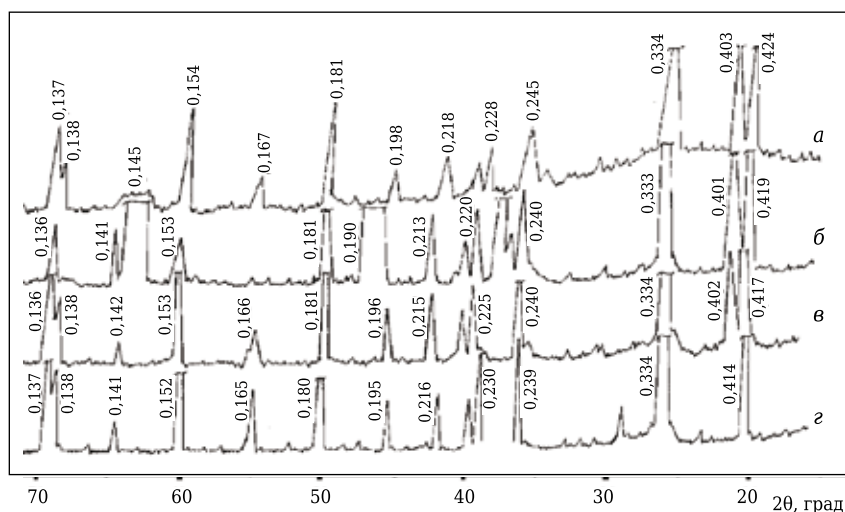
Приготовленные методом помола джерданакские кварциты использовали для составления шихтовых композиций огнеупорных масс. Результаты испытаний физико-механических свойств обожженных при 1100, 1350 и 1400 °С образцов высококрем-

неземистых огнеупорных масс на основе композиции джерданакский кварцит – альянский каолин с учетом разной дисперсности помола приведены в табл. 3 [11–14]. При этом выдержка при конечной температуре обжига составляла 3 ч. Шихтовые составы проб на основе композиции кварцит – каолин разной дисперсности следующие: № 1 — 90 мас. % кварцита + 10 мас. % каолина; № 2 — 85 мас. % кварцита + 15 мас. % каолина; № 3 — 75 мас. % кварцита + 25 мас. % каолина.

Изменение фракционных составов кварцитов оказывает весьма заметное влияние на пористость и механическую прочность образцов (см. табл. 3). Увеличение фракционных составов кварцитов приводит к увеличению пористости опытных образцов и снижению их предела прочности при изгибе.

На основе проведенных исследований установлено, что при увеличении количества добавляемого каолина от 10 до 25 мас. % в массах с разными фракционными составами наблюдается линейная деформация. При обжиге в интервале 1100–1400 °С в образцах среднего и тонкого помола, содержащих 25 мас. % каолина, происходит усадка и уменьшение пористости соответственно.

При этом следует отметить, что влияние фракционного состава кварцита, как основного компонента шихты, на прочность огнеупорных масс очевидно связано с разрыхлением обожженного образца крупными зернами, а также с процессами кристобалитизации и тридимитизации кристаллической фазы кварца.



**Рентгенограммы** обожженных при 1350 °С образцов джерданакских кварцитов разной дисперсности: *а* — тонкий помол; *б* — средний помол; *в* — крупный помол; *г* — образец природного кварцита

Таблица 3. Физико-механические свойства образцов масс композиции «кварцит – каолин», обожженных при разной температуре

Помол кварцита	Индексы проб	Водопоглощение, %	Рост / усадка, %	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пористость, %	Предел прочности при изгибе, МПа
Обжиг при 1100 °С						
Крупный	№ 1	13,30	+1,2	2,56·10 <sup>3</sup>	35,3	0,1 / 0,9
	№ 2	12,55	+1,1	2,61·10 <sup>3</sup>	33,6	0,2 / 1,0
	№ 3	10,85	+0,9	2,65·10 <sup>3</sup>	31,7	0,2 / 1,1
Средний	№ 1	14,50	+1,0	2,51·10 <sup>3</sup>	30,2	0,3 / 1,6
	№ 2	13,10	+0,8	2,64·10 <sup>3</sup>	29,6	0,3 / 1,8
	№ 3	11,20	-0,1	2,58·10 <sup>3</sup>	28,8	0,5 / 2,0
Тонкий	№ 1	18,50	+1,8	2,28·10 <sup>3</sup>	28,2	0,2 / 1,9
	№ 2	19,80	+1,0	2,31·10 <sup>3</sup>	27,3	0,3 / 2,1
	№ 3	20,25	-0,1	2,39·10 <sup>3</sup>	14,5	0,4 / 2,7
Обжиг при 1350 °С						
Крупный	№ 1	11,25	+1,4	2,61·10 <sup>3</sup>	32,2	1,4
	№ 2	9,95	+1,3	2,68·10 <sup>3</sup>	30,5	1,4
	№ 3	7,92	+1,2	2,70·10 <sup>3</sup>	29,5	1,3
Средний	№ 1	11,80	+1,5	2,58·10 <sup>3</sup>	27,2	2,2
	№ 2	10,35	+1,4	2,64·10 <sup>3</sup>	26,4	2,4
	№ 3	8,13	-0,3	2,66·10 <sup>3</sup>	25,4	3,1
Тонкий	№ 1	16,48	+2,1	2,43·10 <sup>3</sup>	26,5	3,8
	№ 2	15,31	+1,4	2,48·10 <sup>3</sup>	24,2	4,9
	№ 3	13,69	-0,2	2,51·10 <sup>3</sup>	12,0	7,7
Обжиг при 1400 °С						
Крупный	№ 1	10,20	+1,51	2,68·10 <sup>3</sup>	31,3	1,5
	№ 2	9,10	+1,42	2,70·10 <sup>3</sup>	29,8	1,5
	№ 3	7,30	+1,31	2,72·10 <sup>3</sup>	29,0	1,3
Средний	№ 1	11,10	+1,70	2,59·10 <sup>3</sup>	26,3	2,6
	№ 2	9,20	+1,43	2,60·10 <sup>3</sup>	24,4	2,8
	№ 3	7,80	-0,60	2,68·10 <sup>3</sup>	22,2	3,6
Тонкий	№ 1	14,70	+2,31	2,46·10 <sup>3</sup>	23,4	4,2
	№ 2	13,50	+1,81	2,48·10 <sup>3</sup>	21,1	5,5
	№ 3	11,30	-0,50	2,59·10 <sup>3</sup>	10,2	8,5

\* Предел прочности указан для сухих (числитель) и обожженных образцов (знаменатель).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе комплексного исследования изучены химико-минералогические составы и влияние фракционного состава сырьевых кварцитов на физико-механические свойства обожженных образцов динасовых огнеупорных масс. В результате исследований установлено, что для разработки состава огнеупорных динасовых масс предпочтительнее использовать фракции тонкого помола кварцитового сырья.

## Библиографический список

1. **Кайнарский, И. С.** Динас / И. С. Кайнарский. — М. : Metallurgiya, 1961. — 469 с.
2. **Стрелов, К. К.** Теоретические основы технологии огнеупорных материалов / К. К. Стрелов. — М. : Metallurgiya, 1985. — 480 с.
3. Химическая технология керамики и огнеупоров : уч. для вузов ; под ред. П. П. Будникова и Д. Н. Полуобояринова. — М. : Стройиздат, 1972. — 552 с.
4. **Стрелов, К. К.** Технология огнеупоров / К. К. Стрелов, И. Д. Кащеев, П. С. Мамыкин. — М. : Metallurgiya, 1988. — 528 с.
5. **Кадырова, З. Р.** Серпентиниты месторождений Кутчи и Арватен как сырье для производства форстеритовых огнеупоров / З. Р. Кадырова, И. Г. Ахмедов, Ф. И. Эржабаев // Огнеупоры и техническая керамика. — 2008. — № 2. — С. 47–50.
6. **Kadyrova, Z. R.** Kaolin «Alliance» — new ceramic raw material. I. Investigation of chemical-mineralogical composition /

Z. R. Kadyrova, A. M. Eminov, O. S. Sarkisyan, M. I. Hujamberdiev // DVS - Verlag CmbH (Germany). — 2004. — № 11. — P. 72–75.

7. **Кадырова, З. Р.** Жильные кварцы Лянгарского месторождения — перспективное сырье для производства огнеупоров / З. Р. Кадырова, Д. К. Адылов, М. Ю. Мамутова, Т. И. Шакаров // Огнеупоры и техническая керамика. — 2004. — № 12. — С. 36–38.

8. **Eminov, A. M.** Prospective Kaolins in Uzbekistan / A. M. Eminov, Z. R. Kadyrova, M. I. Hujamberdiev, I. Boyjanov // Tile & Brick International. — 2003. — Vol. 19, № 4. — P. 252–257.

9. **Эминов, А. М.** Первичные ангренские каолины в производстве керамики / А. М. Эминов, З. Р. Кадырова, А. К. Абдурахманов [и др.] // Стекло и керамика. — 2003. — № 2. — С. 30–32.

10. **Eminov, A. M.** Der industrielle Einsatz des usdekischen Primärkaolins Angren / A. M. Eminov, S. R. Kadyrova, A. K. Abdurakhmanov, I. Bayjanov // Keramische Zeitschrift. — 2000. — Bd 52, № 12. — S. 1095–1099.

11. **Карклит, А. К.** Производство огнеупоров полусухим способом / А. К. Карклит, А. П. Ларин, С. А. Лосев, В. Е. Берниковский. — М. : Metallurgiya, 1981. — 320 с.

12. **Кащеев, И. Д.** Испытания и контроль огнеупоров / И. Д. Кащеев, К. К. Стрелов. — М. : Интернет, Инжиниринг, 2003. — 286 с.

13. **ГОСТ 5402–81.** Изделия огнеупорные. Метод определения дополнительной линейной усадки или роста.

14. **ГОСТ 2642.3–14.** Огнеупоры и огнеупорное сырье.

15. **ГОСТ 2211–65.** Метод определения плотности. ■

Получено 19.08.20  
© А. А. Эминов, 2020 г.