

УДК 662.741

**Ю.Е. ПРИХОДЬКО**, аспирант, НТУ «ХПИ»

## **ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ ПУДРЫ НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОЙ НАПЛАВКИ**

В статті наведенні результати дослідження впливу вмісту алюмінієвої пудри у керамічних сумішах на структуру та властивості матеріалу керамічної наплавки для відновлення динасових вогнетривів камер коксування коксохімічних батарей.

The article gives the results of studying of influence of the content of aluminium powder in ceramic mixes on structure and properties of a material for ceramic welding for restoration of the dinas refractory materials of coking boxes in by-product coke batteries.

В смесях для керамической наплавки в качестве одного из топливных компонентов наряду с кремнием применяется алюминиевая пудра [1 – 5]. Температура горения этих компонентов  $> 2000$  °С [6 – 11] процесс горения смеси представлен на рис. 1.

В связи с ростом цен на алюминий автор исследовал вопрос целесообразности применения алюминиевой пудры в смесях для керамической наплавки. В качестве исследуемой смеси была взята смесь для восстановления динасовых огнеупоров в коксовых печах. Эта смесь является наиболее массово производимой, поэтому и эффект от изменения количества алюминия

при её производстве будет наиболее ощутимым.



1 – факел горения смеси, 2 – торкрет фурма, 3 – огнеупорная кладка.

Рис. 1. Процесс керамической наплавки

Для приготовления первого образца смеси в качестве топливного компонента использовался кремний молотый. В качестве огнеупорной основы использовался кварцевый песок марки С-070-1 и диабазовый порошок. Для приготовления второго образца смеси использовались: кремний молотый, алюминиевый порошок марки ПАП-1, песок кварцевый С-070-1, диабазовый порошок. Состав смесей представлен в табл. 1. Смешение компонентов производили в шнековом смесителе периодического действия.

Таблица 1

Составы опытных смесей

Номер смеси	Содержание компонентов, масс. %			
	кремний	алюминий	Песок кварцевый	Диабазовый порошок
1	18	–	62	20
2	14	4	62	20

Наплавку производили с помощью аппарата для керамической наплавки на специальном испытательном стенде в условиях приближенных к промышленным. Температура огнеупоров, на которые наносили материал, составляла 1000 °С. Было использовано по 7 кг смесей. После нанесения материал остывал вместе с печью двое суток.

При проведении опытных наплавов визуально можно было наблюдать, что смесь, не содержащая алюминиевую пудру, горит хуже, чем смесь с алюминием. Изменение параметров работы аппарата керамической наплавки ни как не влияло на интенсивность горения смеси.

Технологическая схема получения смесей и наплавки представлена на рис. 2.

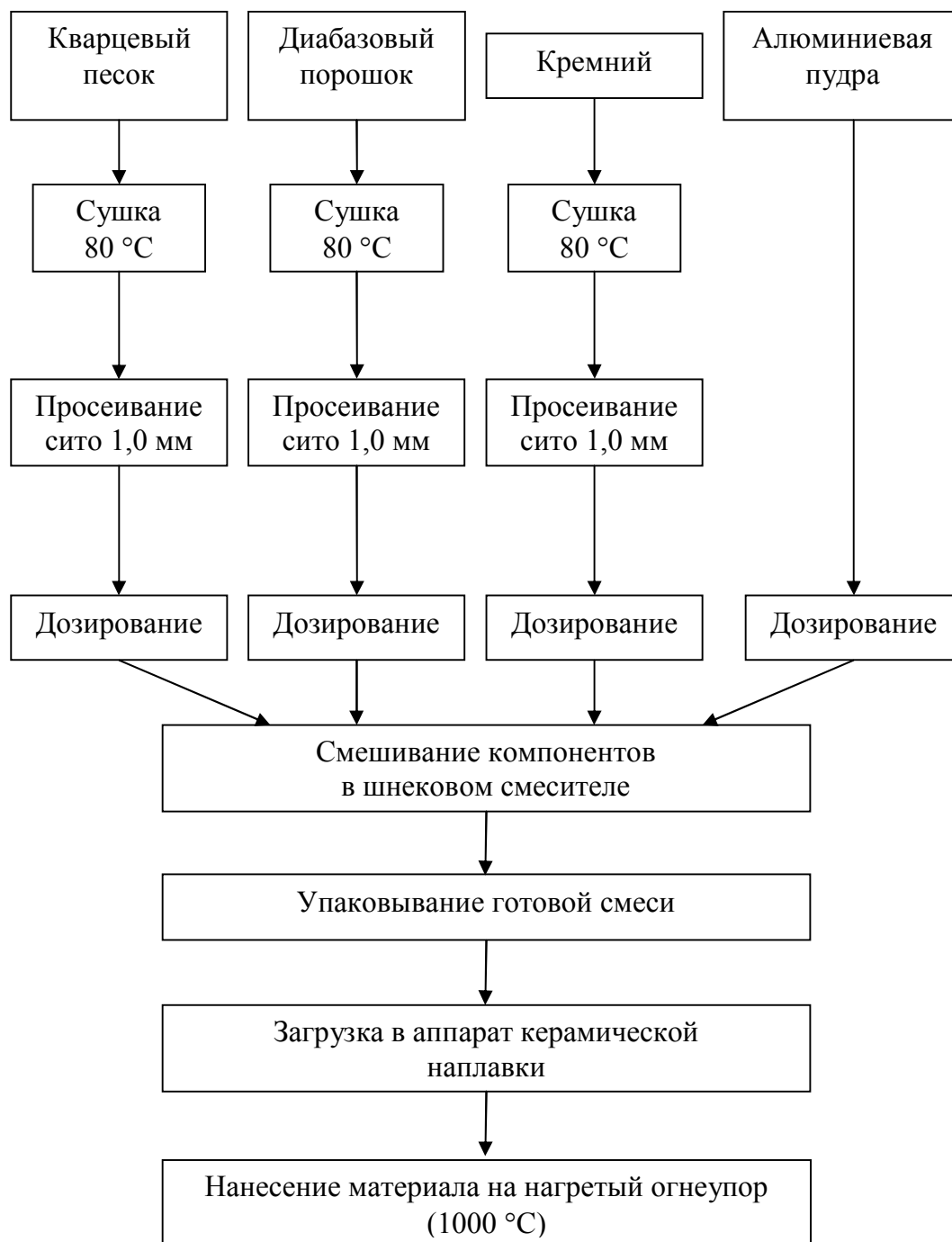


Рис. 2. Технологическая схема получения экспериментальных смесей и наплавки

Полученные образцы были исследованы методом петрографии.

Первый образец состоит из «чешуйчатого» кристобалита, изотропного (метакристобалита и/или стеклофаза) вещества, муллита, кремния металлического и остаточного кварца.

Размер участков чешуйчатого кристобалита до 0,5 мм (единичные – до 1,0 мм) в среднем –  $0,2 \div 0,35$  мм, «чешуй» –  $0,03 \div 0,1$  мм. «Чешуй» сростки из мелких ( $< 0,004$  мм) плотно прилегающих друг к другу в основном неориентированных кристаллов  $\beta$ -кристобалита неправильной формы; иногда кристаллы оптически ориентированы либо сдвойникованы. Между чешуями отмечаются тонкие ( $< 0,006$  мм) трещины, заполненные, в большинстве случаев, изотропным веществом. В единичных наиболее крупных зернах в центральной части сохраняются единичные реликтовые угловато-осколочные зерна кварца размером до  $0,01 - 0,015$  мм.

Пространство между участками чешуйчатого кристобалита в виде «каемок» и отдельных «пластин», часто превосходящих по размеру участки чешуйчатого кристобалита, заполнено изотропным веществом (метакристобалит и/или стеклофаза), содержащим сросток различной густоты из мелких ( $< 0,004$ ;  $< 0,008$  мм) игловидных кристаллов муллита. Кроме муллита, содержатся равномерно распределенные мелкие (буквально точечные) частицы отчетливо округлой формы, которые в отраженном свете имеют очень яркую (почти белую, как у металлов) окраску, а в проходящем свете – они пылевидные и придают изотропному веществу то голубоватую, то буроватую окраску, часто значительное их скопление придает вмещающему изотропному веществу непрозрачность. Показатель светопреломления изотропного вещества –  $1,490 \div 0,03$ . Изредка оно окрашено в желтоватый цвет.

Основная масса Si металлический распределена весьма неравномерно: наблюдается цепочечно-слоистые скопления. Наблюдается он в виде зерен округлой и неправильной формы, как бы хорошо «окатанных». Размер зерен максимальный – до 1,0 мм, средний –  $0,04 \div 0,3$  мм. Незначительная часть зерен размером  $< 0,004$  мм более равномерно распределена по всему образцу (кроме чешуйчатого кристобалита).

Образец плохо спечен, он сильно пористый и трещиноватый. Поры преимущественно изолированный и слабо сообщающиеся между собой, форма их неправильная и приближающаяся к изометричной (округлой), максимальный размер 1,2 мм, средний  $0,05 - 0,5$  мм.

Трещины наблюдаются в участках чешуйчатого кристобалита и вокруг них, ширина их не более  $0,010 - 0,012$  мм. Изотропное вещество так же раз-

бито трещинами такой же ширины на «блоки», очень похожие на отдельные «чешуи», только размер их несколько больше.

Контакты чешуйчатого кристобалита с изотропным веществом через полукольцевые трещины; изотропное вещество – Si кристал. – очень плотные.

Образец № 2 в общем похож на образец № 1, отличается от него следующим:

- образец более однороден по структуре;
- фазы, за исключением Si кристал. размером  $> 0,03$  мм, распределены более равномерно;
- участки чешуйчатого кристобалита имеют несколько меньшие размеры: максимальный 0,4 мм, средний 0,15 – 0,3 мм, (размер «чешуй» примерно такой же). Кристобалит в «чешуях» несколько крупнее, чаще отмечаются двойники;
- количество изотропного вещества несколько больше;
- муллита несколько больше, он лучше кристаллизован: игольчато-шестоватые кристаллы размером ( $< 0.004 - 0.01$ ) мм; (0.02 – 0.06) мм часто ориентированы субпараллельно, иногда – радиально-лучисто (кристаллизация из общего центра);
- Si метал. Распределен равномернее, хотя и здесь отмечается некоторое «пятнистое» скопление более крупных ( $> 0,03$  мм) зерен;
- образец более плотно спечен. Пор в нем меньше, приурочены они в основном к участкам чешуйчатого кристобалита, максимальный размер 0,5 мм, средний 0,04 – 0,2 мм. Изотропная масса – очень плотная, в ней отмечается незначительное количество изолированных пор неправильной формы размером не более 0,02 – 0,04 мм.

Образец № 2 имеет более равномерную темно-серую окраску, а в образце № 1 в такой же темно-серой массе отличаются сильно пористые рыхлые пятна (гнезда) белого цвета, которые отличаются от общей массы более тонкой кристаллизацией  $\beta$ -кристобалита и наличием только лишь пылеватых частиц (муллит совсем мелкий – «зародышевый», изотропное вещество такое же).

В таблице 2 приведено количественное соотношение фаз в первом и втором образце.

В результате проведенных исследований установлено, что использование смесей без алюминиевой пудры ухудшает качество материала полученного методом керамической наплавки. Это выражается в увеличении порис-

тости, в ухудшении горения кремния отсюда неравномерное распределение частиц несгоревшего кремния в наплавке. Образец, полученный из смеси без алюминия плохо спечён, муллита в нём меньше и он хуже кристаллизован.

Таблица 2

Примерное количественное соотношение фаз, %

№ образца	β-кristобалит	Изотропное вещество (метакристобалит и/или стеклофаза)	Муллит	Si металлический	кварц
1	40 – 45	35 – 40	12 – 15	5 – 6	следы
2	30 – 35	35 – 45	19 – 21	3 – 4	–

Из вышесказанного следует, что выведение алюминия обладающего иницирующим свойством, из состава смесей для восстановления динасовых огнеупоров коксовых батарей не целесообразно, так как ухудшается целый ряд показателей материала наплавки.

**Список литературы:** 1. Факельное торкретирование футеровки кислородных конвертеров / Е.Д. Штепа, А.А. Ярмаль, В.М. Червоненко, Е.Е. Бердичевский, В.Н. Муравьев. – К.: Техніка, 1984. – 148 с. 2. Лазовский В.А. Торкретирование металлургических печей. – М.: Металлургия, 1968. – 170 с. 3. Великин Б.А. Торкретирование металлургических печей. – М.: Металлургия, 1972. – 280 с. 4. Журавлев Г.И., Кириш М.В. Защитные высокотемпературные покрытия. – Л.: Химия. Ленинградское отделение, 1972. – 253 с. 5. Смирнов Н.С. Температурустойчивые защитные покрытия. – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1968. – 152 с. 6. Сухоруков В. И., Швецов В.И., Чемарда Н.А. Ремонт кладки и армирующего оборудования коксовых батарей. – Екатеринбург: ВУХИН, 2004. – 483 с. 7. Аксельрод Л.М. Служба огнеупоров: [Справочник] / И.Д. Кашеева, Е.Е. Гришенкова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 656 с. 8. А.Н. Манкевич, С.В. Горбатко. Разработка и совершенствование метода керамической наплавки // Вісник НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП», 2004. – С. 107 – 110. 9. Патрушев А.Н., Неволин В.М. Горячие ремонты коксовых печей керамической наплавкой и смесями СВС. // Кокс и химия. – 2002. – № 1. – С. 16 – 19. 10. К вопросу внедрения ремонта футеровок промышленных печей методом керамической наплавки // Металлургическая промышленность и горнорудная промышленность; Баланов В.Г., Старовойт А.Г., Збыковский И.И., Власов Г.А., Рябов А.И., Чубенко А.Н. – Днепропетровск, 2000. – № 2. – С. 35 – 38. 11. Приходько Ю.Е., Питак Я.М., Рищенко О.С. Фазообразование під час гарячого ремонту шамотної кладки. // Українська науково-технічна конференція «Фізико-хімічні проблеми в технології тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів». – Дніпропетровськ, 2006. – С. 114.

Поступила в редколлегию 13.10.08