

*Д-р техн. наук В. В. Примаченко,
канд. техн. наук И. Г. Шулик, канд. техн. наук П. А. Кущенко,
О. М. Семененко, Д. А. Шишковский
(ПАО «УКРНИИ ОГНЕУПОРОВ ИМ. А. С. БЕРЕЖНОГО»,
г. Харьков, Украина)*

Освоение усовершенствованной технологии изготовления тиглей из ZrO_2 , стабилизированного CaO , методом вибролитья с использованием диспергирующих добавок Castament

Введение

Одним из наиболее актуальных вопросов при использовании метода вибролитья в технологии огнеупоров является снижение влажности формовочной массы при одновременном обеспечении ее высокой подвижности при вибрации [1]. Известным способом решения данной задачи является использование различных разжижающих (диспергирующих) добавок [2].

Разработанная и внедренная в ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» технология вибролитых тиглей на основе ZrO_2 , стабилизированного CaO , предполагает традиционное использование с целью интенсификации разжижения формовочной массы в качестве разжижающих добавок ГКЖ-11 либо триэтанолamina [3—6]. В результате проведенных в институте исследований была установлена высокая эффективность добавок ряда Castament (производства фирмы «BASF — The Chemical Company» (Германия)) в оптимальном количестве, что позволяет снизить влажность формовочной массы на основе ZrO_2 , стабилизированного CaO , до 4,0—4,2 % [7].

В настоящей статье изложены результаты освоения усовершенствованной технологии изготовления тиглей из ZrO_2 , стабилизированного CaO , методом вибролитья с использованием диспергирующих добавок Castament FS-10 и Castament FW-10. Результатом проведенных исследований явилась необходимость внедрения в производство полученных результатов при выпуске опытных партий вибролитых тиглей для индукционной плавки платины и ее сплавов.

Использованные материалы и подготовка

При освоении технологии использованы порошки плавленного ZrO_2 , стабилизированного CaO , производства ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» и моноклинный ZrO_2 . Плавленный ZrO_2 , стабилизированный $\sim 5,2\%$ CaO , характеризовался кажущейся плотностью $5,85\text{—}5,95\text{ г/см}^3$. Фазовый состав¹ полученного материала, определенный на дифрактометре ДРОН-2,5 в излучении $Cu\text{-}K_{\alpha}$ (с Ni -фильтром), представлен кубическим твердым раствором CaO в ZrO_2 . Фактическое содержание $ZrO_2 + HfO_2$ в плавленном стабилизированном материале составило $94,37\%$, CaO — $5,25\%$, а суммарное содержание примесей не превышает $0,38\%$. Использованный моноклинный ZrO_2 характеризовался содержанием основного компонента $99,36\%$, примеси — $0,43\%$, потери при прокаливании — $0,21\%$.

Для приготовления тонкомолотой составляющей шихты часть полученных плавленных порошков ZrO_2 , стабилизированного CaO , и моноклинный ZrO_2 подвергали тонкому помолу.

Для изготовления опытных тиглей в качестве разжижающих добавок использовали смесь диспергирующих порошкообразных добавок Castament FS-10 и Castament FW-10, которые вводили сверх 100% от веса сухой смеси в оптимальном по данным ранее выполненных исследований количестве [7].

Определение растекаемости при вибрации формовочной зернистой массы осуществляли с использованием методики EN 1402-4: 2003 (E) [8] определения консистенции бетонов для неформованных огнеупорных материалов.

Определение химического состава, открытой пористости и кажущейся плотности осуществляли согласно действующим ДСТУ и ГОСТ. Термостойкость определяли согласно методике ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» в режиме $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ — вода на образцах-свидетелях диаметром 36 и высотой 50 мм .

Освоение усовершенствованной технологии

Освоение усовершенствованной технологии осуществляли при внедрении на опытном производстве ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» усовершенствованной технологии вибролитых тиглей из плавленного ZrO_2 , стабилизированного CaO , с коническим дном следующего размера: наружный диаметр

¹ Выполнен В. В. Варгановым.

125 ± 2 мм, внутренний диаметр 105 ± 2, наружная высота 220 ± 3, внутренняя высота 200 ± 3 мм, а также тиглей с цилиндрическим дном следующего размера: наружный диаметр 130 ± 2 мм, внутренний диаметр 100 ± 2 мм, наружная высота 180 ± 3 мм, внутренняя высота 160 ± 3 мм.

Смешение порошков с тонкомолотой составляющей в заданном соотношении осуществляли в двухлопастном Z-образном смесителе в течение 3 мин, затем вводили смесь диспергирующих порошкообразных добавок Castament и далее перемешивали еще 5 мин. После этого добавляли в заданном количестве воду и продолжали смешение еще 5 мин. Влажность вибролитой формовочной массы составляла 3,9—4,1 %. Полученную массу подавали на формование изделий.

Для использованной вибролитой массы было проведено определение растекаемости при вибрации, которое составило 158 %, что свидетельствует о высокой подвижности массы при низкой влажности (3,9—4,1 %).

Формование опытных тиглей и образцов-свидетелей осуществляли методом вибролитья на виброплощадке с магнитной плитой при следующих параметрах вибрации: частота колебаний 50 Гц, амплитуда колебаний 0,5 мм. Формование тиглей осуществляли в разборные гипсовые формы, изготовленные по чертежам конструкторского отдела ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО». Разъем составной гипсовой формы изделий проводили после набора прочности сырца не позднее 2 ч с момента заливки. Образцы-свидетели изготавливали в разборных гипсовых формах следующих размеров: диаметром и высотой 36 мм, а также диаметром 36 и высотой 50 мм. Разъем форм образцов-свидетелей производили также через 2 ч после заливки.

Сформованные тигли и образцы-свидетели располагали на подставки и подвергали сушке в естественных условиях в течение 1 суток, а затем в камерном сушиле еще 1 сутки. Обжиг изделий и образцов-свидетелей проводили в газопламенной печи периодического действия при максимальной температуре обжига 1750 °С на подсышке из ZrO₂, стабилизированного CaO.

Свойства изделий после обжига, определенные на образцах-свидетелях, приведены в таблице.

Фазовый состав изготовленных тиглей из ZrO₂, стабилизированного CaO, представлен ~ 70 % кубической фазы и ~ 30 % моноклинной фазы.

Как видно из таблицы, изготовленные при освоении технологии вибролитые тигли из ZrO₂, стабилизированного CaO,

Свойства опытных тиглей после обжига

Наименование показателя	Опытные фасонные изделия	Норма для изделий по ТУ У 26.2-00190503-333:2010 для марки ЦК-1
Массовая доля, %:		
ZrO ₂ + HfO ₂ , в пределах	94,4	93—96
CaO, в пределах	4,1	3,5—5,5
Fe ₂ O ₃ , не более	0,14	0,5
Пористость открытая, %, не более	18,2—19,7	25
Термическая стойкость на образцах-свидетелях (1300 °С — вода), теплосмен, не менее	6—7	5

по всем показателям свойств соответствуют требованиям ТУ У 26.2-00190503-333:2010 для вибролитых изделий марки ЦК-1.

Всего за период освоения усовершенствованной технологии в ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» изготовлено 255 тиглей как указанных выше, так и иных типоразмеров из ZrO₂, стабилизированного CaO. Внешний вид изготавливаемых институтом тиглей из стабилизированного диоксида циркония приведен на рисунке.

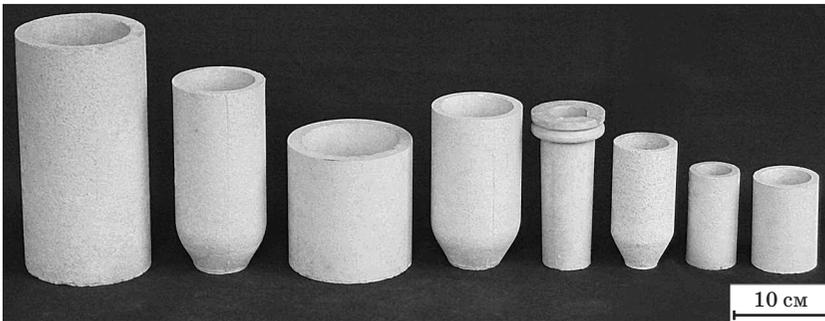


Рис. Тигли из стабилизированного диоксида циркония производства ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО»

Изготовленные тигли переданы для использования при индукционной плавке платины и металлов платиновой группы.

Заключение

В результате выполненной работы в ПАО «УКРНИИО ИМЕНИ А. С. БЕРЕЖНОГО» освоена усовершенствованная техно-

логия изготовления тиглей из ZrO_2 , стабилизированного CaO , методом вибролитья с использованием диспергирующих добавок Castament.

Библиографический список

1. Результаты научных достижений — производству / Примаченко В. В. // Огнеупоры. — 1987. — № 11. — С. 39—41.

2. Вибролитые муллитокорундоцирконистые стеклоформирующие огнеупоры / В. В. Примаченко, Л. М. Колесников, Т. А. Задорожная [и др.] // Технологические и методологические исследования огнеупоров : тематич. сб. науч. тр. — М. : Металлургия, 1988. — С. 4—7.

3. Вибролитые тигли из стабилизированного диоксида циркония / В. В. Примаченко, А. Г. Караулов, Т. В. Пискун [и др.] // Сб. науч. тр. ОАО «УкрНИИОгнеупоров им. А. С. Бережного». — Х. : Каравелла, 2000. — № 100. — С. 7—16.

4. Влияние гидрофобизирующей жидкости ГКЖ-11 на разжижение суспензий из диоксида циркония, стабилизированного CaO , и смеси его с моноклинным диоксидом циркония / В. В. Примаченко, А. Г. Караулов, Н. В. Пащенко [и др.] // Сб. науч. тр. ОАО «УкрНИИОгнеупоров им. А. С. Бережного». — Х. : Каравелла, 2001. — № 101. — С. 55—57.

5. Исследование влияния вида и количества разжижающих добавок на растекаемость зернистых масс из стабилизированного диоксида циркония / В. В. Примаченко, И. Г. Шулик, П. А. Кущенко [и др.] // Зб. наук. праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А. С. Бережного». — Х. : Каравела, 2005. — № 105. — С. 84—91.

6. *Примаченко В. В.* Исследование влияния кремнийорганического ПАВ на прочность образующихся коагуляционных структур в зернистых тиксотропных массах из ZrO_2 , стабилизированного CaO / В. В. Примаченко, И. Г. Шулик, П. А. Кущенко // Зб. наук. праць ВАТ «УкрНДІВогнетривів ім. А. С. Бережного». — Х. : Каравела, 2006. — № 106. — С. 3—9.

7. Исследование влияния ряда диспергирующих добавок на растекаемость при вибрации зернистых масс из ZrO_2 , стабилизированного CaO / В. В. Примаченко, В. В. Мартыненко, И. Г. Шулик [и др.] // Зб. наук. праць ПАТ «УКРНДІ ВОГНЕТРИВІВ ІМ. А. С. БЕРЕЖНОГО». — Х. : ПАТ «УКРНДІВ ІМ. А. С. БЕРЕЖНОГО», 2011. — № 111. — С. 7—16.

8. Unshaped refractory products — Part 4: Determination of consistency of castables: EN 1402-4: 2003 (E). — Brussels: CEN, 2003. — 10 p.

Рецензент к. т. н. Солошенко Л. Н.