УДК 666.762

С.Ф. АМЕЛЬЧЕНКО, аспирант, ***Л.Д. ПИЛИПЧАТИН***, канд. техн. наук,
Национальная металлургическая академия Украины
Р.Н. ШЕВЦОВ, канд. техн. наук, ОАО «Великоанадольский
огнеупорный комбинат»

ВЛИЯНИЕ КИАНИТА И ЦИРКОНА НА СВОЙСТВА ШАМОТНЫХ ОГНЕУПОРОВ

Досліджено вплив домішок кіаніту та циркону на фізико-керамічні властивості шамотних вогнетривів. Встановлено, що кіаніт інтенсифікуе процес муллітизації як в зернах, так і в св'язуючий частині вогнетрива. Для виготовлення шамотних вогнетривів для футеровки обертової печи раціональним є використання циркону 4,5 % або кіаніту 3 %, що дозволяе в значній мірі підвищити клінкеростійкість.

Research of influence cyanite and zircon on physical and ceramic properties fireclay refractory. It is established, that cyanite intensifies process myllitization both in grains, and in a binding part refractory. For manufacturing fireclay refractory for liner rotating furnaces use of zircon of 4,5 % or cyanite 3 % that allows to increase substantially stability of clinker is rational.

В условиях интенсификации технологических процессов обжига цементного клинкера, увеличения мощности и размеров вращающихся печей существенно возрастает роль их огнеупорной футеровки, стойкость которой в значительной мере определяет технико-экономические показатели работы печей.

Условия службы огнеупоров в зонах футеровки вращающихся печей тяжелые, так как футеровка подвергается воздействиям высокой температуры, максимальным механическим и термическим нагрузкам, а также агрессивному химическому воздействию спекающегося клинкера [1].

Спекающийся клинкер из-за высокого содержания извести, а также появления жидкой фазы, содержащий химически активный CaO, агрессивно воздействует на футеровку.

Шамотные огнеупоры остаются основными огнеупорами для футеровки подготовительных и других, менее высокотемпературных зон вращающихся печей. Главная проблема для футеровки подготовительных зон – снижение теплопроводности шамотных огнеупоров и повышение стойкости огнеупоров к воздействию клинкера, газовой среды и щелочей.

С целью повышения эксплуатационных свойств шамотных огнеупоров используемых во вращающихся печах предложено введение добавок циркона и кианита, которые в значительной степени повысят огневые свойства и устойчивость к воздействию клинкера.

В качестве базового состава использовали шамотные массы, состоящие из 63 % шамота, 20 % смеси совместного помола и 17 % смеси глины и каолина, используемые в промышленности при изготовлении данного вида изделий.

В массы вводили добавку циркона в количестве 0 %; 1,5 %; 3 %; 4,5 % и 6 % и кианита в количестве 0 %; 3 %; 6 %; 9 %; 12 % и 15 % вместо шамота.

Выбор добавок обоснован тем, что циркон обладает высокой химической стойкостью, а кианит имеет ряд преимуществ для использования его в качестве добавок главным образом для его способности к муллитизации. Дисперсность обеих добавок ниже фракции 0,088 мм.

Цель данной работы – изучение взаимодействия клинкера с шамотными огнеупорами. Для изучения клинкеростойкости использовали статистический метод испытаний, который наиболее полно воспроизводит условия службы шамотных огнеупоров во вращающейся печи, а также наиболее четко дает представление о коррозионной стойкости данных огнеупоров в подготовительных зонах.

Одним из статистических качественных методов испытаний является метод тигля [2]. Образцы для испытаний изготавливали в виде цилиндров с отверстием, в которое помещали таблетки клинкера размером 10 х 18 мм. Термообработку образцов проводили в туннельной печи при температуре 1480 °С с выдержкой 40 ч. После испытания образцы разрезали параллельно оси отверстия.

Результаты исследований показали, что введение добавки циркона в шамотные массы в количестве от 0 до 4,5 % способствует снижению открытой пористости от 16,50 % до 15,11 %, дальнейшее увеличение циркона до 6 % незначительно влияет на открытую пористость. Добавка же кианита от 0 до 3 % практически не влияет на открытую пористость, а дальнейшее повышение кианита лишь способствует повышению открытой пористости (рис. 1).

Кажущаяся плотность при добавке циркона от 0 до 6 % повышается до 2,3 г/см^3, а у кианита на оборот способствует понижению кажущейся плотности до 2,19 г/см^3 (рис. 2).

Введение циркона от 0 до 3 % способствует повышению предела прочно-

сти от 35 МПа до 48 МПа, что объясняется образованием жидкой фазы, обладающей хорошей связующей способностью. Добавка кианита от 0 до 9 % незначительно повышает предел прочности до 50 МПа (рис. 3).

Рис. 1. Влияние количества добавки на открытую пористость

◆ – добавка циркона, ■ – добавка кианита

Рис. 2. Влияние количества добавки на кажущуюся плотность.

◆ – добавка циркона, ■ – добавка кианита

Исследования, проведенные по влиянию добавок на процесс муллитизации (рис. 4) показали, что циркон почти не влияет на этот процесс, а кианит, интенсифицирует процесс муллитизации как в зернах кианита, так и связующей части изделий.

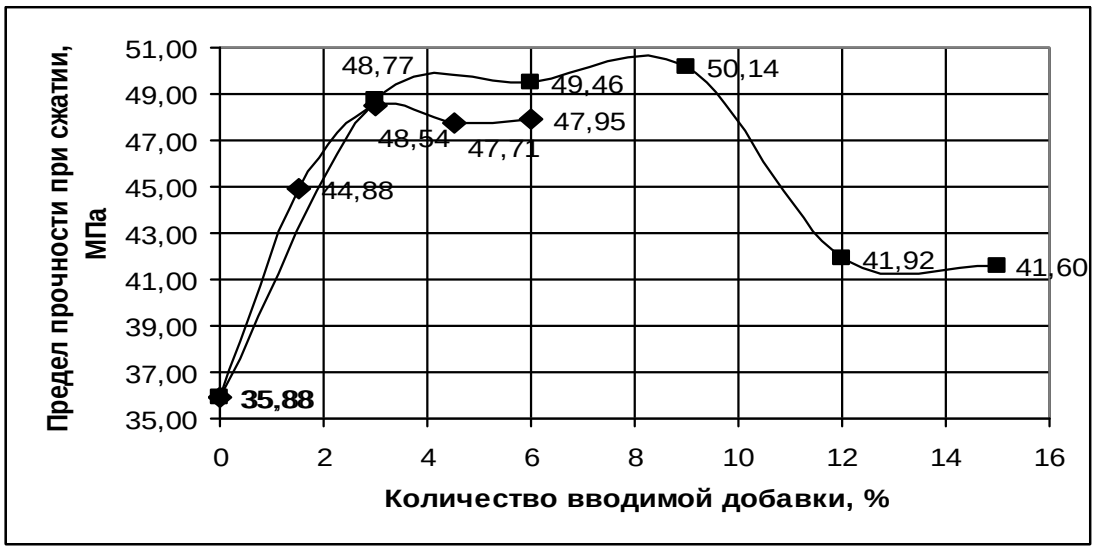

Рис. 3. Влияние количества добавки на прочностные свойства

◆ – добавка циркона, ■ – добавка кианита.

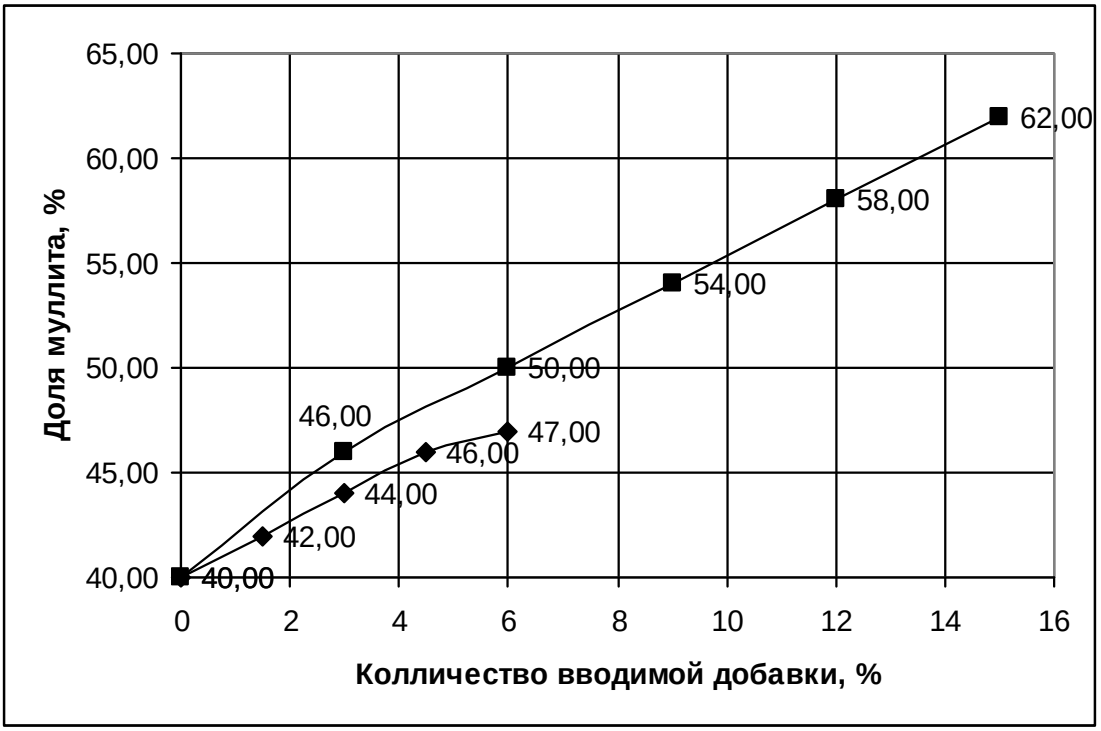

Рис. 4. Кинетика муллитизации шамотной массы в зависимости от количества вводимой добавки.

◆ – добавка циркона, ■ – добавка кианита.

Полностью муллитизация в этих массах завершается при 1480 °С в соответствии со следующей реакцией:

$$3\,(Al_2O_3 \cdot SiO_2) \rightarrow 3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + SiO_2.$$

При температуре выше 1342 °С [3] протекает твердофазное обменное взаимодействие циркона с корундом в результате с получением муллита и оксида циркона согласно реакции:

$$3Al_2O_3 + 2ZrO_2{\cdot}SiO_2 \rightarrow 3Al_2O_3{\cdot}2SiO_2 + 2ZrO_2$$

Реакция образования муллита из каолинита, который находится в глинистой связке пройдет так [4]:

$$\underset{\text{каолинит}}{2\ Al_2Si_2O_5(OH)_4} \xrightarrow{\sim 400 - 600\ ^\circ C} \underset{\text{метакаолинит}}{2\ Al_2Si_2O_7} + H_2O$$

$$\underset{\text{метакаолинит}}{Si_4Al_4O_{14}} \xrightarrow{\sim 925\ ^\circ C} \underset{\text{фаза типа шпинели}}{Si_3Al_4O_{12}} + SiO_2$$

$$\underset{\text{фаза типа шпинели}}{Si_3Al_4O_{12}} \xrightarrow{\sim 1100\ ^\circ C} \underset{\text{псевдомуллит}}{2\ (Al_2O_3{\cdot}SiO_2)} + SiO_2$$

$$\underset{\text{псевдомуллит}}{3\ (Al_2O_3 \cdot SiO_2)} \xrightarrow{1100 - 1400\ ^\circ C} \underset{\text{муллит}}{3\ Al_2O_3{\cdot}2\ SiO_2} + \underset{\text{кристобалит}}{SiO_2}$$

При исследовании влияния добавок в шамотные массы на клинкеростойкость, установлено, что добавка циркона от 0 до 3 % практически не влияет на клинкеростойкость, увеличение циркона от до 4,5 % способствует повышению клинкеростойкости. Добавка кианита от 0 до 3 % способствует снижению клинкероразъедания от 102 до 84 мм^2, дальнейшее повышение количества кианита в массах приводит к разрыхлению структуры огнеупоров и клинкероразъедание повышается (рис. 5).

Рис. 5. Влияние количества добавки на клинкеростойкость

◆ – добавка циркона, ■ – добавка кианита.

Таким образом, экспериментальные исследования показали целесообразность введения в шамотные массы добавки в виде 4,5 % циркона или 3 % кианита с целью повышения клинкеростойкости.

Список литературы: 1. Служба огнеупоров: Спр. изд. / *Л.М.Аксельрод и др.; Под ред. И.Д. Кащеева, Е.Е. Гришнекова.* – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 656 с. **2.** *Попов О.Н.* Коррозия и служба огнеупорных материалов в ванных стекловаренных печах при высокотемпературной варке стекла / ВНИИЭСМ. – М., 1974. – 71 с. 3. *Логвинков С.М., Скородумова О.Б., Городничева И.В., Бражник Д.А., Семченко Г.Д.* Термодинамика фазовых взаимоотношений в системе ZrO_2 – MgO – Al_2O_3 – SiO_2 // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 7. – с. 2 – 5. 4. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов / *Стрелов К.К.* – М.: «Металлургия», 1985. – 480 с.

Поступила в редколлегию 08.10.07

УКД 666.946

М.Г. ІЛЮХА, докт. техн. наук, УІПА, м. Харків,
Є.І. ЛЕБЕДЕНКО, ХДЦЗ, м. Харків

КОМПОЗІЦІЙНІ ТА ВОГНЕТРИВКІ МАТЕРІАЛИ В СИСТЕМІ $CaO – Al_2O_3 – SiO_2 – Fe_2O_3 – MgO$

Метою даної роботи є термодинамічний аналіз реакцій мінералоутворення в системі CaO – Al_2O_3 – SiO_2 – Fe_2O_3 – MgO, які можна використовувати для отримання вогнетривкого в’яжучого.

The aim of the paper given is thermodynamic analysis of mineral formation reactions in CaO – Al_2O_3 – SiO_2 - Fe_2O_3 –MgO system that can be used for refractory bonding obtaining.

Результатами дослідження системи CaO – Al_2O_3 – SiO_2 – Fe_2O_3 – MgO теоретично показано, що при випалі різноманітних сировинних сумішей, у цій системі, можливо отримання вогнетривких глиноземистих та високоглиноземистих цементів [1].

Для підтвердження теоретичних досліджень в системі CaO – Al_2O_3 – SiO_2 – Fe_2O_3 – MgO були проведені термодинамічні розрахунки можливості протікання реакцій мінералоутворення вогнетривкого клінкеру з якого планується отримання високоглиноземистого вогнетривкого цементу.

Похідні дані для термодинамічних досліджень було взято зі довідкової літератури, у випадку їх відсутності розраховувались нами за методом Ландія.