

свойств шихтовых материалов. Создание такого имитатора потребовало разработки динамической математической модели процесса.

Без использования АСУ с динамическим имитатором ПЖВ в контуре управления обеспечить надёжную работу агрегата жидкофазного восстановления крайне сложно.

УДК 669.715:621.746

Г. М. Трегубенко, Г. В. Трегубенко, Г. А. Поляков, С. М. Підгорний, В. Т. Калінін

Національна металургійна академія України, Дніпро

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ НАСИЧЕННЯ АЛЮМІНІЄВОГО РОЗПЛАВУ ВОДНЕМ

Основним газом, що розчиняється в алюмінії і сплавах на його основі, є водень. Система газ–метал, як і інші гетерогенні рівноважні системи, підкоряється правилу фаз Гібса, що визначає число фаз, які можуть співіснувати при рівновазі. Згідно правилу фаз Гібса стан такої системи, за наявності трьох компонентів (розчинний газ, метал, нерозчинний газ) і трьох фаз (газ, оксид алюмінію і метал) визначається двома мірами свободи. Таким чином, при рівновазі можуть змінюватися без зміни числа або виду фаз системи два чинники – парціальний тиск водню над металом (P_{H_2}) і температура (T):

$$\lg S = \frac{A}{T} + \frac{1}{2} \lg p_{H_2} + B, \quad (1)$$

де A , B – коефіцієнти, що встановлюються на основі експериментальних досліджень ($A = -2760$, $B = 1,356$).

Відповідно до рівняння (1) зменшення парціального тиску водню в газовій фазі повинне вести до зменшення рівноважної концентрації газу в металі (S). Одночасно аналіз виразу (1) показує, що реальні розчини водню в алюмінії є термодинамічно перенасиченими (вміст водню в атмосфері незначний і складає $5 \cdot 10^{-5}$ % за об'ємом або $\sim 4 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.). Виходячи з цього, розчини водню в алюмінії винні мимоволі і повністю розпадаються, тобто без застосування яких-небудь дегазуючих засобів і способів повинна відбуватися мимовільна дегазація розплаву (наприклад, при 700°C до вмісту водню $< 0,001 \text{ см}^3/100 \text{ г}$).

Проте насправді цього не відбувається. Причина полягає в тому, що в практичних умовах плавки і розливання алюмінію доводиться мати справу не з подвійною, а з складнішою системою: метал–водень–водяна пара–оксид, оскільки при підвищених температурах алюміній енергійно взаємодіє з водяною парою за реакцію:



Термодинамічний аналіз реакції (2) проводили по методиці Темкіна-Шварцмана:

$$\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T\Delta S_{298}^0 - T(\Delta aM_0 - \Delta bM_1 - \Delta cM_2 - \Delta dM_{-2}). \quad (3)$$

Значення ентропії (ΔS_{298}^0) і зміни ентальпії (ΔH_{298}^0) всіх речовин, що беруть участь в реакції (2), а так само коефіцієнтів a, b, c, d, M_0 , M_1 , M_2 і M_{-2} узяті з роботи [1].

На підставі термодинамічних розрахунків і статистичної обробки отриманих даних в програмі MS Excel отримано наступна температурна залежність ізобарно-ізотермічного термодинамічного потенціалу (зміна вільної енергії Гібса) для реакції (2):

$$\Delta G_T^0 = -904630 + 97,4T \quad (4)$$

Використовуючи вираз (4), а так само рівняння ізобари Вант-Гоффа:

$$\lg K_p = -\frac{\Delta G_T^0}{2,3RT} \quad (5)$$

визначимо температурну залежність логарифма константи рівноваги реакції (2):

$$\lg K_{p(2)} = \frac{47331}{T} - 5,1 \quad (6)$$

Не дивлячись на те, що із зростанням температури константа рівноваги реакції (2) різко зменшується (див. вираз (6)), її значення залишається дуже великим для всіх вивчених температур. Тому навіть при незначному вмісті водяної пари в атмосфері реакція (2) не тільки термодинамічно можлива, але і повинна мимоволі протікати в повному об'ємі у всьому температурному інтервалі переплаву вторинної алюмінієвої сировини (700 – 1000 °C).

На підставі виконаного термодинамічного аналізу процесу насичення алюмінієвого розплаву воднем можна зробити висновок, що для отримання якісних виливків з вторинних алюмінієвих сплавів вміст водяної пари в атмосфері печі повинен бути мінімальним.

Перелік літератури

1. *Верятин, У. Д.* Термодинамические свойства неорганических веществ: Справочник / У. Д. Верятин, В.П. Маширев, Н.Г. Рябцев и др. – М.: Атомиздат, 1965. – 460 с.

УДК 622.788.3.5

А.Ю. Худяков¹, М.Н. Бойко², Н.В. Полякова², С.В. Ващенко¹, К.В. Баюл¹

1 – Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова НАН Украины, г. Днепр

2 – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ШИХТ К СПЕКАНИЮ

Поскольку окомкование формирует гранулометрический состав шихты и таким образом влияет на структуру ее слоя, то для оценки и повышения эффективности окомкования необходимо определение и использование соответствующих структурных показателей. Детальное описание структуры слоя, с учетом всех характеристик частиц и поровых каналов оправдано при решении узкоспециализированных задач, например, при определении суммарной площади контакта частиц в слое и т.п. Использование коэффициентов газодинамического сопротивления, входящих в основные уравнения движения газов в слое требует проведения значительного количества трудоемких экспериментальных измерений.

Для условий агломерационного производства целесообразно считать слой исходной шихты насыпным и рассматривать его как однородное изотропное среду, усредненной газодинамической характеристикой которой является доля незанятого гранулами объема слоя, то есть его порозность.

Порозность реального слоя окомкованной агломерационной шихты зависит от величины структурных показателей: эквивалентного диаметра гранул d_{eq} и степени однородности распределения гранулометрического состава шихты. В качестве характеристики однородности распределения гранулометрического состава можно принять коэффициент вариации крупности гранул V_d , который позволяет оценить распределение фракций различных диаметров относительно d_{eq} .