

нування вогнетриву, а п.е.ш. цьому перешкоджає. Також помітна тенденція до зменшення зони просякнутої шлаком при збільшенні різниці потенціалів і зменшенні сили струму. Це також відповідає теорії, оскільки збільшення різниці потенціалів призводить до збільшення напруженості електричного поля п.е.ш., а зменшення сили струму уповільнює масообмінні процеси на межі вогнетрив-шлак, які є причиною руйнування вогнетриву.

У перспективі планується визначення оптимальних значень сили струму і напруги, а також встановлення термодинамічних особливостей утворення хімічних сполук на межі вогнетрив-шлак під впливом електричного потенціалу.

УДК 621.762

Г. П. Борисов, А. И. Хоменко, А. А. Хоменко*,
В. Ю. Шейгам, Н. П. Исайчева*

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,
Киев*

**Институт проблем материаловедения НАН Украины
им. И.М.Францевича, Киев*

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ПОТОКА

Исследование внутренней структуры потоков при заполнении металлом формы, а также зарождение и развитие процесса перемешивания металла в тигле механическими мешалками проводится, как правило, методом моделирования на прозрачных жидкостях с применением «светового ножа». В качестве модельной жидкости чаще всего используют воду, а в качестве индикаторов потока – обезжиренную алюминиевую пудру или шарики полистирола, плотность и размеры которых подбирают в соответствии с решаемыми задачами.

Характер и направление потоков фиксируют на фото- или видеограммах. Снимки представляют собой белые треки следов от движения индикаторов потока на темном фоне. Качественный и количественный анализ полученных изображений производят, как правило, визуалью, что связано с большой трудоемкостью и некоторыми искажениями показателей субъективного характера.

Подобные задачи на современном уровне решаются в материаловедении общепризнанными методиками анализа изображения шлифа. В работе сделана попытка применения данной методики при исследовании методом моделирования процесса перемешивания в тигле с использованием механи-

ческих мешалок. С одной стороны, эта задача может упрощаться одинаковой формой и размерами частиц, а, с другой, может усложняться их взаимной экранировкой, что проявляется в большей степени при использовании в качестве индикаторов потока алюминиевой пудры. Иными словами, если отношение площади, занимаемой на изображении шлифа частицами одной фазы, к общей площади изображения в соответствии с принципом Кавальери - Акера – Глаголева может служить оценкой объемной доли данной фазы и использоваться для стереологической реконструкции, то применение отношения суммарной площади изображений частиц, взвешенных в жидкости, к анализу внутренней структуры, может привести к определенной погрешности. Однако, в нашем случае, используя в качестве индикаторов шарики полистирола с объемной долей частиц менее 0.1, существует достаточно простое приближенное соотношение, позволяющее оценить эффект экранирования [1]

$$M_A = \frac{3}{2} V_V \left(\frac{\delta}{D} \right) N_A$$

где M_A - число невидимых проекций частиц, N_A - число видимых проекций частиц, V_V - объемная доля частиц, D - диаметр частицы δ - толщина пленки или фольги (применительно к данному случаю - толщина слоя жидкости, содержащей вовлеченные в поток частицы). Площадь изображения, оцениваемая при анализе как занимаемая частицами, определяется числом видимых частиц (реальная объемная доля частиц), диаметр каждой из которых и толщина слоя жидкости известны по условиям моделирования. Таким образом, для исследования внутренней структуры потока можно воспользоваться количественными результатами анализа изображения, внося поправку на эффект экранирования.

В эксперименте по моделированию процесса перемешивания при помощи различных типов мешалок полученные изображения обрабатывали с помощью программы автоматизированного анализа изображений АМИС [2]. Полученные результаты позволили найти параболические зависимости временных характеристик мешалки от скорости вращения и уровня погружения рабочего органа и аппроксимировать их простыми аналитическими зависимостями с высокой точностью (погрешность аппроксимации не более 10^{-12}).

Список литературы

1. Чернявский К.С. Стереология в материаловедении. - М.: Металлургия. - 1977. - 280 с.
2. Хоменко А.И., Хоменко Е.В. Программа автоматизации микроструктурного анализа материалов. - «Порошковая металлургия». - 2007. - №1/2. - С. 122 - 127.