

## Использование метода симплексных решеток для построения диаграмм состав-концентрация насыщения шлаков системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MnO-P}_2\text{O}_5\text{-FeO}$ оксидом магния

© Бабенко Анатолий Алексеевич,<sup>1,2\*</sup> Ушаков Максим Владимирович,<sup>3</sup>  
Уполовникова Алена Геннадьевна<sup>1</sup> и Шартдинов Руслан Рафикович<sup>1,2+</sup>

<sup>1</sup> Лаборатория пирометаллургии цветных металлов. ФГБУН Институт металлургии УрО РАН.  
ул. Амундсена, 101. г. Екатеринбург, 620016. Свердловская область. Россия.

Тел.: (343) 232-91-62. E-mail: [russianpersen@mail.ru](mailto:russianpersen@mail.ru)

<sup>2</sup> УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

ул. Мира, 19. г. Екатеринбург, 620002. Свердловская область. Россия.

<sup>3</sup> ПАО “СТЗ” Северский трубный завод. ул. Вершинина, д. 7, г. Полевской, 623388.

Свердловская обл. E-mail: [ushakovmv@stw.ru](mailto:ushakovmv@stw.ru)

\*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

**Ключевые слова:** оксид магния, концентрация насыщения, шлак, планирование эксперимента, термодинамическое моделирование, диаграммы состав-свойство, локальный симплекс, основность.

### Аннотация

Одна из задач физико-химического анализа – построение диаграмм типа состав-свойство. В данной работе было проведено математическое моделирование концентрации насыщения оксидом магния шлаков системы  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MnO-P}_2\text{O}_5\text{-FeO}$  в широком диапазоне химического состава при температурах 1550 и 1650 °С. На переменные составляющие системы были наложены ограничения:  $\text{CaO/SiO}_2 = 1.5\text{-}3$ ; 25-40% FeO; 4%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0.3%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 7% MnO. Применяя симплекс-решетчатый метод планирования получены адекватные математические модели для двух температур 1550 и 1650 °С в виде приведенного полинома III степени, описывающие концентрацию насыщения оксидом магния шлака в зависимости от его состава. Результаты математического моделирования представлены графически в виде диаграмм состав – концентрация насыщения оксида магния при фиксированной температуре. Результаты математического моделирования в совокупности с математическим методом симплексных решеток планирования позволили с минимальными затратами получить новые данные о зависимости концентрации насыщения оксида магния в шлаке системы  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MnO-P}_2\text{O}_5\text{-FeO}$  в широком диапазоне химического состава при температурах 1550 и 1650 °С. Из диаграмм видно, что в изучаемой области составов шлака явно прослеживается влияние основности шлака на концентрацию насыщения MgO и практическое отсутствие влияния FeO на концентрацию насыщения. В интервале основности шлака 1.5-2.0 и окисленности 25-40% наблюдается максимальная концентрация насыщения шлака MgO, достигающая 8.5-10% при температуре 1550 °С и увеличивающаяся до 9.5-11.5% при температуре 1650 °С. Увеличение основности шлака до 2.5-3.0 сопровождается снижением концентрации насыщения шлака MgO до 6.5-7.5% и до 7.5-8.0% при температурах 1550 и 1650 °С соответственно. Обобщение результатов моделирования и химического состава шлаков текущего производства позволило выделить области (заштрихованные области), соответствующие химическому составу шлаков периода плавления и окислительного периода, из анализа которых следует, что в период плавления при температуре 1550 °С, основности 2.0-2.5 и окисленности шлака 20.0-30.0 % концентрацию MgO достаточно поддерживать на уровне 7.5-9.2% и 8.2-9.5% MgO в окислительный период при температуре 1650 °С, основности 2.5-3.0 и окисленности шлака 30-40%.