

# КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА РАСЧЕТА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ШЛАКОВ

Тогобицкая Д. Н., Белькова А. И., Пиптюк В. П., Степаненко Д. А.,  
Лихачев Ю. М.

*ИЧМ им. З. И. Некрасова НАН Украины, г. Днепр*

В современной металлургии производства стали обработка её расплава в сталеплавильных агрегатах шлаком продолжает оставаться самым простым и эффективным способом рафинирования металла (десульфурации, дефосфорации), очистки его от неметаллических включений, а также доведения в стали содержания полезных элементов до требуемого уровня. В этой связи особую актуальность приобретают способы оперативной оценки требуемых технологических свойств металлургических шлаков.

В Институте черной металлургии НАНУ создана компьютерная система для расчета комплекса свойств сталеплавильных шлаковых расплавов различного назначения: рафинировочных шлаков (фторсодержащих и бесфтористых низкокремнеземистых и высококремнистых), конвертерных шлаков и шлаков электрошлакового переплава (ЭШП). Оценка свойств указанных шлаков в системе осуществляется с использованием разработанной физико-химической методологии описания структуры и свойств оксидных систем с позиции теории направленной химической связи [1]. Ввод модельных параметров шлакового расплава, учитывающих межатомное взаимодействие всех компонент в оксидной системе, позволяет прогнозировать его свойства в зависимости от изменения любого компонента химического состава шлака. Для прогнозирования свойств сталеплавильных шлаков используется ряд среднестатистических параметров, характеризующих оксидную композицию как химически единое целое:

- $\Delta e$  – химический эквивалент состава, равный среднестатистическому числу электронов, локализуемых на связующих орбиталях в направлении связи катион – анион;
- $\rho$  – показатель стехиометрии системы, равный отношению чисел катионов и анионов;
- $d$  – среднестатистическое межъядерное расстояние в связи катион-анион;
- $\operatorname{tg}\alpha$  – среднестатистический параметр, характеризующий индивидуальность катионной подрешетки.

«Свертка» химического состава на основе комплекса модельных параметров  $\Delta e$ ,  $\rho$ ,  $d$  и  $\operatorname{tg}\alpha$  позволяет применить результаты экспериментального изучения конкретных оксидных систем, зачастую относительно простых и состоящих из самых различных компонентов, для прогнозирования свойств оксидных систем любой сложности, независимо от количества компонентов и соотношения их концентраций.

С позиций указанного подхода были проанализированы экспериментальные данные о физико-химических свойствах рафинировочных шлаков базы данных «Шлак» [2] и получены аналитические зависимости для расчета свойств в виде: Свойство =  $f(\Delta e, \rho, d \text{ и } tg\alpha)$  [3].

В системе для рафинировочных шлаков рассчитываются следующие свойства: вязкость при температуре 1550 °С, 1600 °С, 1650 °С, поверхностное натяжение при температуре 1600 °С, температура кристаллизации, серопоглотительная способность и плотность шлаков.

Для конвертерных шлаков и шлаков ЭШП предусмотрен прогнозный расчет температур начала и конца кристаллизации и их вязкости.

Входные данные химического состава шлака формируются в файле формата Excel с названием столбцов компонентов шлака: CaO, SiO<sub>2</sub> и т. д. (рис. 1). Рассчитанные значения свойств шлаков отображаются на экране монитора и могут быть сохранены в указанном файле. Пример расчета свойств рафинировочных шлаков представлен на видеокадре на рис. 2.

Программные средства системы разработаны на языке C# и функционируют в среде Windows (Xp, 7, 10).

№	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO	CaS
21	46,63	15,75	6,56	19,42	6,37	1,74	0,12	2,31	1,1
22	47,42	15,96	7,45	21,56	4,81	0,34	0,1	0,86	1,49
23	42,37	7,64	7,78	29,77	3,65	3,48	0,14	4,37	0,81
24	45,47	8,02	8,86	31,53	1,95	1,24	0,07	1,77	1,1
25	41,07	9,77	13,41	27,65	2,44	2,41	0,07	2,27	0,9
26	48,11	9,16	11,03	27,92	1,2	0,28	0,05	1,38	0,86
27	39,71	12,25	13,39	26,94	1,98	2,12	0,06	2,52	1,04
28	43,08	10,93	11,66	29,62	1,84	0,31	0,02	1,15	1,38

Рисунок 1 – Отображение входных данных в системе

Composition(%)									Properties							
CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	FeO	CaS	Vis1550 Pa s	Vis1600 Pa s	Vis1650 Pa s	Tcr °C	Sig1600 MH\М	d1600 T\М3	Cs	
46,63	15,75	6,56	19,42	6,37	1,74	0,12	2,31	1,1	0,085	0,063	0,048	1344	452	2,81	11,4	
47,42	15,96	7,45	21,56	4,81	0,34	0,1	0,86	1,49	0,128	0,095	0,072	1376	447	2,8	15,3	
42,37	7,64	7,78	29,77	3,65	3,48	0,14	4,37	0,81	0,077	0,057	0,043	1365	472	2,83	10,5	
45,47	8,02	8,86	31,53	1,95	1,24	0,07	1,77	1,1	0,143	0,106	0,08	1416	465	2,81	20,3	
41,07	9,77	13,41	27,65	2,44	2,41	0,07	2,27	0,9	0,104	0,077	0,059	1382	474	2,83	6,6	
48,11	9,16	11,03	27,92	1,2	0,28	0,05	1,38	0,86	0,157	0,117	0,089	1434	471	2,82	23,1	
39,71	12,25	13,39	26,94	1,98	2,12	0,06	2,52	1,04	0,116	0,086	0,065	1376	467	2,82	5	
43,08	10,93	11,66	29,62	1,84	0,31	0,02	1,15	1,38	0,164	0,122	0,092	1409	460	2,81	11,1	

Рисунок 2 – Результат расчета

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Приходько Э. В. Прогнозирование физико-химических свойств оксидных систем / Э. В. Приходько, Д. Н. Тогобицкая, А. Ф. Хамхотько, Д. А. Степаненко. – Днепропетровск: Пороги, 2013. – 344тс.
2. Бази даних про властивості матеріалів – інформаційна основа моделювання металургійних систем і процесів / Д. М. Тогобицька, А. І. Белькова, Д. О. Степаненко, Ю. М. Ліхачов // Матеріали МНТК «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні». – Дніпро, 2019. – С. 37.
3. Хамхотько А. Ф. Прогнозирование свойств рафинировочных шлаков системы  $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO-CaF}_2$  / А. Ф. Хамхотько, Э. В. Приходько, Д. Н. Тогобицкая и др. // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии : сб. науч. тр. ИЧМ.– 2004. – Вып. 9. – С. 168–175.

## МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ПЕРСОНАЛУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО АНАЛІЗУ КОМПЕТЕНЦІЙ

**Шевченко Н. Ю., Шпаченко Н. О.**

*ДДМА, м. Краматорськ*

На практиці для оцінки персоналу організацій використовується багато методів і методик, переважно більшість яких можна поділити на дві великі групи: методи, в основі яких лежать формалізовані підходи (анкетування, тестування та ін.); методи, засновані на використанні неформальних підходів до вивчення працівників (співбесіда, групова дискусія, спостереження тощо). В останні часи також набуває актуальності оцінка персоналу за його компетенціями.

Компетенції, висловлені в знаннях і уміннях, необхідні для реалізації трудових функцій, які в свою чергу закріплюють обов'язки співробітника. Наприклад, до узагальнених трудових функцій програміста можна віднести: розробку і налагодження програмного коду, перевірку працездатності і рефакторинг коду програмного забезпечення, інтеграцію програмних модулів і компонентів та верифікацію випусків програмного продукту, розробку вимог і проектування програмного забезпечення.

На прикладі узагальненої трудової функції «Інтеграція програмних модулів і компонентів і верифікація випусків програмного продукту» розглянемо можливі компетенції (табл. 1) інженера-програміста.

Для оцінки персоналу на основі аналізу його компетенцій, наприклад, для визначення відповідності працівника займаній посаді, пропонується математична модель на основі теорії нечітких множин [1].

Спочатку визначаються лінгвістичні змінні і нечіткі підмножини. Лінгвістична змінна  $G$  «Відповідність займаній посаді» має п'ять рівнів («абсолютна невідповідність», «відносна невідповідність», «середній рівень відповідності», «відносна відповідність», «абсолютна відповідність»).