

<https://doi.org/10.15407/plit2023.01.012>

УДК 621.746.58+669.33

Б. Ф. Белов, канд. техн. наук, пров. наук. співроб;

e-mail: brodigor@gmail.com

А. І. Троцан, д-р техн. наук, проф., гол. науч. співроб;

e-mail: don1945@ukr.net

О. В. Власова, канд. техн. наук, ст. наук. співроб;

e-mail: oksanavlasova@ukr.net

Інститут проблем матеріалознавства НАН України (Київ, Україна)

АНАЛІЗ СТРУКТУРНО–ХІМІЧНОГО СТАНУ ДУПЛЕКС–СИСТЕМ СИЛІКАТИ–СИЛІЦИДИ ЛУЖНО–ЗЕМЕЛЬНИХ МЕТАЛІВ.

Повідомлення 2. Дуплекс–система $\text{SiO}_2\text{–MgO–CaO} : \text{Si–Mg–Ca}$

Побудована полігональна діаграма стану потрійної системи $\text{CaO–SiO}_2\text{–MgO}$ у всьому інтервалі концентрацій твердих і рідких вихідних компонентів, що підвищує інформативність полігональних діаграм стану металургійних систем. Уперше, крім присутніх на класичній діаграмі фаз, виявлено 5 евтектичних фаз даної потрійної системи, для яких визначено стехіометричний склад та температури плавлення. Обґрунтована необхідність розкислення вуглецем шлаку на основі системи $\text{CaO–SiO}_2\text{–MgO}$, через наявність насичених іонних зв'язків, що виключають реакційну та адсорбційну здатність шлаків. ПДС–методом побудовано полігональну діаграму стану системи Si–Mg–Ca , для якої відсутні довідкові дані. Встановлено, що діаграма стану даної системи містить 16 фаз, дві з яких евтектичні, визначені хімічні реакції утворення цих фазі, їх стехіометричний склад, температури утворення та плавлення. Результати, отримані СХС–аналізом силікатних та силіцидних фаз дуплекс–системи $\text{SiO}_2\text{–MgO–CaO} : \text{Si–Mg–Ca}$, можуть бути використані при розробці складу шлакових сумішей та служити науковою базою оптимізації процесів рафінування залізовуглецевих розплавів плавильними шлаками та сплавами магнію.

Ключові слова: полігональна діаграма, магнезійні шлаки, силікатні і силіцидні фази кальцію, фізико–хімічні, технологічні та квантово–механічні параметри.

Будовата фізико–хімічні властивості шлаків є найменш вивченим та прогнозованим питанням металургійних технологій, більше того, теорія металургійних шлаків перебуває у суперечності з основами геохімії, геофізики, науки про скло. В даний час інтенсивно розвивається теорія асоційованих розчинів, що складаються з іонно–молекулярних комплексів заданого складу і що знаходяться в динамічній рівновазі з вільними мономірними компонентами [1].

Квазіполікристалічна модель [2] представляє структуру рідини у вигляді кристалоподібних кластерів з ближнім порядком і розпорядкованої міжкластерної зони зі статистичним розподілом атомів (іонів), що знаходяться в динамічній рівновазі, сума відносних часток яких дорівнює одиниці.

Теорія будови металургійних розплавів за моделлю гармонійних структур речовини (теорія МГС – фаз, [3]) розглядає рідину як ансамбль різноупорядкованих та різномірних структурних елементів, що складаються з трьох-, двох-, моно- та нульмірних статистичних утворень, стабільних у заданому інтервалі температур [4].

Моно та нульмірні розпорядковані елементи утворюють плоскі та об'ємні впорядковані структури іонно-молекулярних комплексів (СІМ-комплекси) у вигляді полігональних (ПГО) та поліедричних (ПДО) осередків заданого типорозміру залежно від квантово-механічних параметрів атомів та природи хімічного зв'язку.

Технологічні властивості (рідкотекучість, адсорбційна ємність) шлаків залежать від їх структурно-хімічного стану, тому для управління такими властивостями актуальною задачею є проведення структурно-хімічного аналізу систем (СХС-аналіз), що входять до шлаку. Основним завданням даної роботи є проведення СХС-аналізу в рамках теорії МГС-фаз, що дозволить визначити стехіометричний, хімічний та фазовий склад, структуру, температури утворення та плавлення, а також область гомогенності рідких та твердих металургійних фаз шлаку.

Системним класифікатором-визначником фізико-хімічних та технологічних параметрів металургійних фаз: склад $\rightarrow$ структура $\rightarrow$ властивості $\rightarrow$ синтез є діаграми стану відповідних систем.

Металургійні шлаки належать до силікатних систем, класифікація яких регламентується діаграмою стану CaO-SiO_2 . Технологічні характеристики вапняних шлаків на основі силікатів кальцію залежать від основності $B_0 = \text{CaO/SiO}_2$, яка для доменних шлаків не перевищує 1,4 і відповідає евтектичному складу ранкініт-шлаку $3\text{CaO}_2\text{SiO}_2$. Магnezія (MgO) та глинозем (Al_2O_3) перетворюють силікати кальцію на потрібні фази: силікати кальцій-магnezію (магnezіальні шлаки) або алюмосилікати кальцію (глиноземисті шлаки). Предметом досліджень є магnezіальні шлаки системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$.

2.1. Класифікація доменних шлаків системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$

Для СХС-аналізу доменних магnezіальних шлаків на рис. 2.1 наведено полігональну

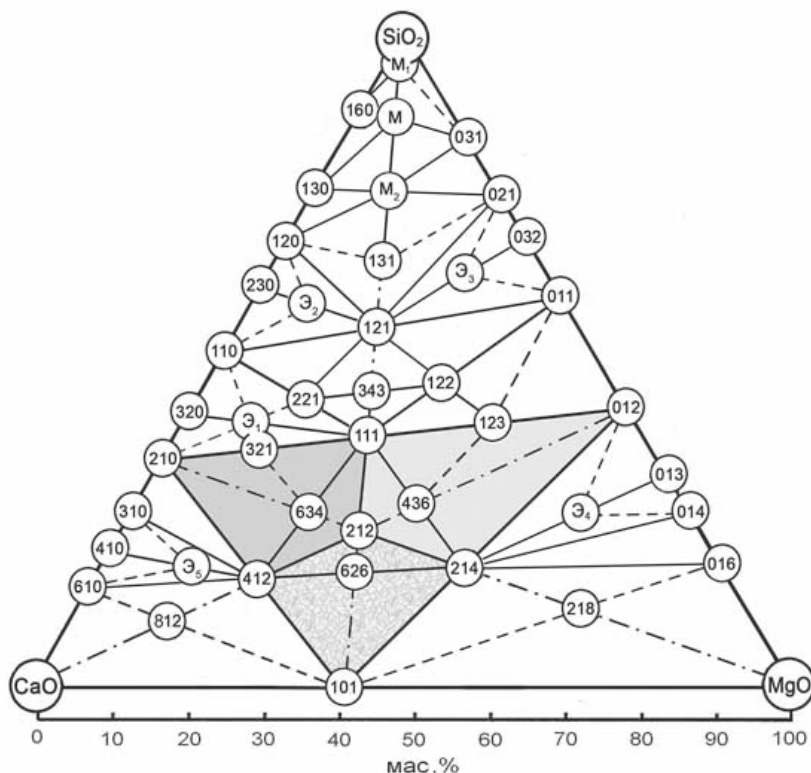


Рис. 2.1. Полігональна діаграма системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$

Взаємодія фаз

діаграму потрійної системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$, побудовану новим графоаналітичним методом (ПДС-метод, [5]) на базі бінарних систем CaO-SiO_2 , CaO-MgO , MgO-SiO_2 у всьому інтервалі концентрацій вихідних компонентів. Класифікація системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$ наведена в табл. 2.1.

Концентраційне поле великого трикутника, у вершинах якого знаходяться вихідні компоненти, розділяється польовими лінійними системами первинних проміжних фаз

Таблиця 2.1

Класифікація системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$

Хімічні формули проміжних фаз	Умовні позначення	Хімічний склад, %мас.			B_0/B	ρ_n , г/см ³	Температура ліквідусу, °C
		CaO	SiO ₂	MgO			
1	2	3	4	5	6	7	8
Область первинних проміжних фаз							
$2\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	2.1.2 (ППФ)	44,5	23,8	31,7	1,87/3,2	3,15	1900
$\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	1.1.1 (МТ)	35,9	38,5	25,6	0,93/1,6	2,98	1700
$2\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	2.1.4	33,7	18,1	48,2	1,87/4,53	3,27	2100
$4\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	4.1.2	61,5	16,5	22,0	3,73/5,0	3,25	1900
$6\text{CaO}3\text{SiO}_2\text{MgO}$	6.3.4	49,7	26,6	23,7	1,87/2,76	3,10	1800
$4\text{CaO}3\text{SiO}_2\text{MgO}$	4.3.6	34,7	28,0	37,3	1,24/2,58	3,13	1900
$6\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	6.2.6	48,3	17,2	34,5	2,8/4,8	3,25	2000
$3\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	3.2.1 (МР)	51,2	36,6	12,2	1,4/1,7	2,97	1580
$\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	1.2.3	19,0	40,5	40,5	0,47/1,47	3,06	1780
Область «MgO»							
$2\text{CaO}3\text{SiO}_2\text{MgO}$	2.3.10 (Э ₄)	16,2	26,0	57,8	0,62/2,85	3,43	1900
$2\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	2.1.8	12,8	13,8	73,4	0,93/6,25	3,35	2000
Область «CaO»							
$4\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	4.1.1 (Э ₃)	69,1	18,5	12,4	3,73/4,4	3,24	1800
$8\text{CaOSiO}_2\text{MgO}$	8.1.2	76,2	10,2	13,6	7,5/8,8	3,29	1900
Область «SiO ₂ »							
$4\text{CaO}3\text{SiO}_2\text{MgO}$	4.3.1 (Э ₁)	50,5	40,5	9,0	1,24	3,04	1350
$3\text{CaO}5\text{SiO}_2\text{MgO}$	3.5.1 (Э ₂)	33,1	59,0	7,9	0,56	2,85	1300
$\text{CaO}5\text{SiO}_2\text{MgO}$	1.5.3 (Э ₃)	11,8	63,1	16,1	0,19	2,85	1450
$2\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	2.2.1 (ОК)	41,2	44,1	14,7	0,93/1,27	2,89	н.д.
$\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	1.2.2	21,8	46,9	31,3	0,47/1,13	2,88	н.д.
$3\text{CaO}4\text{SiO}_2\text{MgO}$	3.4.3	31,8	45,5	22,7	0,70/1,20	2,88	н.д.
$\text{CaO}2\text{SiO}_2\text{MgO}$	1.2.1 (ДП)	25,9	55,6	18,5	0,47/0,80	2,75	1400

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
CaO6SiO ₂ MgO	1.3.1	20,3	65,2	14,5	0,31/0,53	2,65	н.д.
CaO36SiO ₂ MgO	1.36.1 (M ₁)	1,9	96,8	1,3	0,03/0,04	2,24	1700
CaO9SiO ₂ MgO	1.9.1 (M)	8,8	84,9	6,3	0,08	2,41	1600/2100

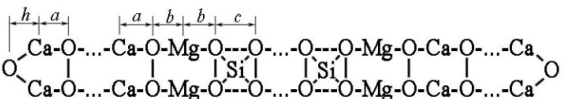
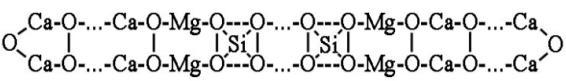
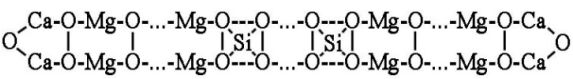
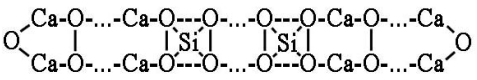
Прийняті позначення: M₁, M, M₂ - монотектичні фази, E₁, E₂, E₃, E₄, E₅ - евтектичні фази, B₀ = CaO / SiO₂, B = CaO + MgO / SiO₂, 1.1.1 – стехіометричні коефіцієнти для CaO, SiO₂, MgO, відповідно, МТ – монтіцеліт, МР – мервініт, ОК – окерманіт, ДП – діопсид, ППФ – первинна проміжна фаза. н.д – немає даних

базових бінарних діаграм, розташованих на його ребрах, на три зони існування силікатів кальцію - магнію у вершин та первинних проміжних фаз у центральному трикутнику.

Структуризація плавильних доменних шлаків евтектичного складу наведена у табл. 2.2. СІМ – комплекси представлені у вигляді полігональних осередків – полімерних сіток заданих розмірів центрально-симетричних щодо силаксанових ланок (SiO₄)⁴⁻, з’єднаних через місткові іони кисню з магнієм та кальцієм, які замикаються кінцевими іонами кисню. Геометричні розміри СІМ – комплексів розраховані за квантово-механічними параметрами іонів кисню, кальцію, магнію, кремнію [6].

Таблиця 2.2

Структуризація евтектичних доменних шлаків у рідкому стані

Формульний склад		СІМ - комплекси
Стехіометричний склад	Структурний склад	Геометричні параметри полігональних комірок(нм): $a=0,153, b=0,150, c=0,20=d, h=0,116$
4CaO3SiO ₂ MgO (4.3.1)	12SiO ₂ 4MgO-16CaO (Si ₁₂ Mg ₄ Ca ₁₆ O ₄₄) N=76, L=5,068 нм S ₀ =0,0133	
3CaO5SiO ₂ MgO (3.5.1)	20SiO ₂ 4MgO12CaO (Si ₂₀ Mg ₄ Ca ₁₂ O ₄₈) N=84, L=6,362 нм S ₀ =0,0151	
CaO5SiO ₂ 3MgO (1.5.3)	20SiO ₂ 12MgO4CaO (Si ₂₀ Mg ₁₂ Ca ₄ O ₅₆) N=92, L=6,338 нм S ₀ =0,0138	
2SiO ₂ 3CaO (3.2.0)	8SiO ₂ 12CaO (Si ₈ Ca ₁₂ O ₂₈) N=48, L=3,362 нм S ₀ =0,014	

де N – кількість атомів, L – довжина полігональної комірки, So – густина упаковки (наведена площа)

Структура полігональних осередків свідчить про наявність насичених іонних зв'язків, що виключають реакційну та адсорбційну здатність шлаків. Структурно-хімічні реакції активування шлаку за рахунок розкислення вуглецем переводять кінцеві іони кисню в газову фазу з утворенням окису вуглецю і звільняють хімічні зв'язки кінцевих іонів кальцію з утворенням двох одновалентних іонів кальцію з вільними хімічними зв'язками від кисню, місце якого займає метал.

Як видно з рис. 2.1 та таблиць 2.1 і 2.2, полігональна діаграма стану потрійної системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$, побудована ПДС-методом в усьому інтервалі концентрацій твердих і рідких вихідних компонентів, включає такі фази, відомі з класичної діаграми, як монічеліт, мервініт, окерманіт, діопсид, а також уперше виявлені 5 евтектичних фаз. Проведене уточнення діаграми стану потрійної системи $\text{CaO-SiO}_2\text{-MgO}$ підвищує інформативність полігональних діаграм стану потрійних систем та відкриває можливість оптимізації властивостей металургійних шлаків, що містять таку систему.

2.2. Класифікація сплавів силіко-магній-кальцію

Системним класифікатором сплавів силіко-магній-кальцію є полігональна діаграма стану потрійної системи Si-Mg-Ca , побудована графо-аналітичним методом на базі бінарних систем Si-Mg , Si-Ca , Mg-Ca у всьому інтервалі концентрацій твердих та рідких вихідних компонентів.

На рис. 2.2 представлена ПДС Si-Mg-Ca , а у таблиці 2.3 класифікація сплавів.

ПДС представлена у вигляді рівностороннього трикутника, концентраційне поле якого поділяється на чотири зони:

- зона первинних сплавів у центрі трикутника $102(\text{SiCa}_2) - 120(\text{SiMg}_2) - 011(\text{CaMg})$, що включає сплави $111(\text{SiMgCa}) \rightarrow 131(\text{SiMg}_3\text{Ca}) \rightarrow 113(\text{SiMgCa}_3) \rightarrow 112(\text{SiMgCa}_2) \rightarrow 121(\text{SiMg}_2\text{Ca}) \rightarrow 133(\text{SiMg}_3\text{Ca}_3) \rightarrow 122(\text{Si}(\text{SiMg}_3\text{Ca}_3))$;

- зона вторинних сплавів на основі магнію $120(\text{SiMg}) - 010(\text{Mg}) - 011(\text{CaMg})$, що включає також $141(\text{SiMg}_4\text{Ca})$;

- зона вторинних сплавів на основі кальцію $102(\text{SiCa}_2) - 001(\text{Ca}) - 011(\text{CaMg})$, що включає також $114(\text{SiMgCa}_4)$.

Загальна кількість сплавів на діаграмі дорівнює 16, зокрема. два евтектичних сплава. Марочний склад, представлений у таблиці 2.3, відповідає твердому розчину

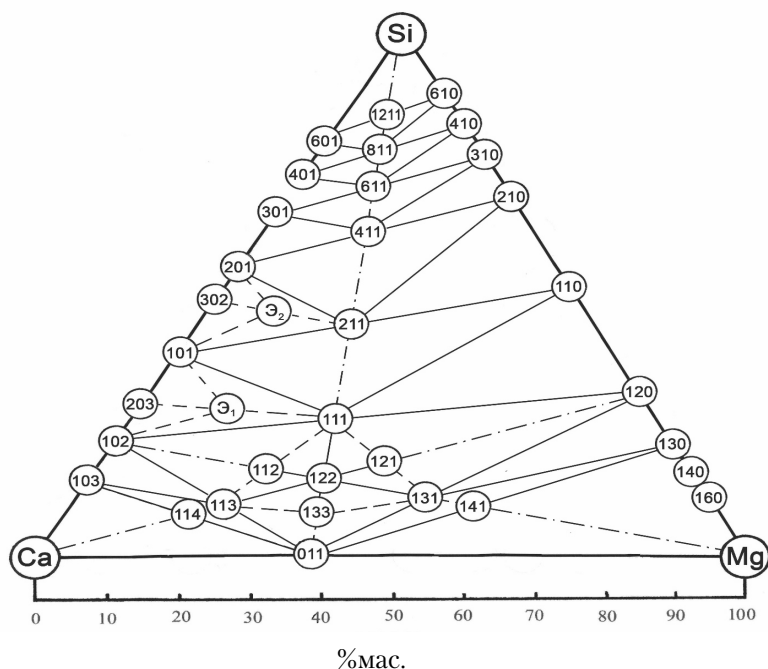


Рис. 2.2. Полігональна діаграма системи Si-Mg-Ca

Таблиця 2,3
Класифікація сплавів силіко-магній-кальцій

Номер п/п	Лінійні системи	Хімічні реакції	Стехіометричний склад	Умовні позначення	Si, мас. %	Mg Ca	Тд, °C, ρ, г/см³	ЕЗ, еВ/моль
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первинні сплави центральної зони SiCa ₂ – SiMg ₂ – CaMg								
1	SiCa ₂ – SiMg ₂	SiCa ₂ + SiMg ₂ → Si ₂ Mg ₂ Ca ₂	SiMgCa	111 CMr25K40	30,4	26,1 43,5	910 1,83	8,10
2	SiMg ₂ – CaMg	SiMg ₂ + CaMg → SiMg ₃ Ca	SiMg ₃ Ca	131 CMr50K25	20,0	51,4 28,6	950 1,80	10,9
3	CaMg - SiCa ₂	CaMg + SiCa ₂ → SiMgCa ₃	SiMgCa ₃	113 CMr10K65	16,2	14,0 69,8	920 1,70	8,35
4	SiMgCa – SiMgCa ₃	SiMgCa + SiMgCa ₃ → SiMgCa ₂	SiMgCa ₂	112 CMr15K60	21,2	18,2 60,6	860 1,74	8,30
5	SiMgCa – SiMg ₃ Ca	SiMgCa + SiMg ₃ Ca → SiMg ₂ Ca	SiMg ₂ Ca	121 CMr40K30	24,1	41,4 34,5	980 1,82	7,34
6	SiMg ₂ Ca – SiMgCa ₃ SiMg – SiMg ₂ Ca	SiMg ₂ Ca + SiMgCa ₃ → SiMg ₃ Ca ₃ SiMg + SiMg ₂ Ca → SiMg ₃ Ca ₃	SiMg ₃ Ca ₃	133 CMr30K50	12,7	32,7 54,6	880 1,71	7,96
7	SiCa ₂ – SiMg ₂ CaMg	SiCa ₂ + SiMg ₂ + CaMg → SiMg ₂ Ca ₂	SiMg ₂ Ca ₂	122 CMr30K50	17,9	30,8 51,3	920 1,74	9,95

змінного складу на основі потрібних стехіометричних інтерметалідів. Температури ліквідусу сплавів змінюються в інтервалі $T_{\text{л}} = 860\text{--}1175\text{ }^{\circ}\text{C}$, щільність $\rho = 1,67\text{--}2,30\text{ г/см}^3$. Вони розраховані адитивно за температурами плавлення вихідних компонентів структурно-хімічних реакцій та вихідних компонентів сплаву відповідно.

Як видно з рис. 2.2 та таблиці 2.3, полігональна діаграма стану потрібної системи Si–Mg–Ca, побудована графоаналітичним методом у всьому інтервалі концентрацій вихідних компонентів, містить 16 фаз, дві з яких евтектичні. Слід підкреслити, що довідкові дані для цієї системи відсутні.

Результати даної роботи можуть бути використані для розробки шлакоутворюючих сумішей, відсоткове співвідношення компонентів яких відповідає взаємодіям,

Продовження таблиці 2,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	$\text{Si}_2\text{Ca}_3 - \text{SiMgCa}$	$\text{Si}_2\text{Ca}_3 + \text{SiMgCa} \rightarrow \text{Si}_3\text{MgCa}_4$	Si_3MgCa_4 (Δ_1)	314 CMr5K55	31,3	9,0 59,7	$\frac{900}{1,80}$	8,10
14	$\text{Si}_3\text{Ca}_2 - \text{Si}_2\text{MgCa}$	$\text{Si}_3\text{Ca}_2 + \text{Si}_2\text{MgCa} \rightarrow \text{Si}_5\text{MgCa}_3$	Si_5MgCa_3 (Δ_2)	513 CMr5K40	49,3	$\frac{8,5}{42,2}$	$\frac{1070}{1,97}$	7,85
Вторинні сплави на основі магнію								
15	$\text{CaMg} - \text{SiMg}_3\text{Ca} - \text{SiMg}_3 - \text{Mg}$	$\text{CaMg} + \text{SiMg}_3\text{Ca} + \text{SiMg}_3 + \text{Mg} \rightarrow \text{Si}_2\text{Mg}_8\text{Ca}_2$	SiMg_4Ca	141 CMr55K20	17,1	$\frac{58,5}{24,4}$	$\frac{875}{1,79}$	8,59
Вторинні сплави на основі кальцію								
16	$\text{SiCa}_3 - \text{SiMgCa}_3 - \text{CaMg} - \text{Ca}$	$\text{SiCa}_3 + \text{SiMgCa}_3 + \text{CaMg} + \text{Ca} \rightarrow \text{Si}_2\text{Mg}_2\text{Ca}_8$	SiMgCa_4	114 CMr10K75	13,2	$\frac{11,3}{75,5}$	$\frac{885}{1,67}$	8,37

Примітки: Умовні позначення марочного складу сплавів CaMg, K – де C-кремній, Mg – магній, K – кальцій, E3, eB/моль - енергія хімічного зв'язку сплавів

позначеним на діаграмі стану системи, обраної для суміші, і може забезпечити заданий рівень рідко текучості залізовуглецевого розплаву. Крім того, якщо обране співвідношення компонентів забезпечує високу адсорбційну ємність щодо шкідливих домішок сформованих фаз у шлаковій суміші, відкривається можливість знизити шкідливі викиди.

Висновки

- Новим графоаналітичним методом (ПДС-метод) побудована полігональна діаграма стану потрійної системи $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{MgO}$ в усьому інтервалі концентрацій твердих і рідких вихідних компонентів, що включає відомі фази на класичній діаграмі - монтіцеліт, мервініт, окерманіт, діопсид, що розташовані в зоні первинних проміжних фаз і SiO_2 , а також уперше виявлені 5 евтектичних фаз. Уточнення діаграми стану потрійної системи $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{MgO}$ підвищує інформативність полігональних діаграм стану металургійних систем.

- ПДС-методом побудовано полігональну діаграму стану системи $\text{Si}-\text{Mg}-\text{Ca}$, для якої відсутні довідкові дані. Встановлено, що діаграма стану даної системи містить 16 сплавів, два з яких евтектичні.

- Отримані результати СХС-аналізу силікатних та силіцидних фаз дуплекс-системи $\text{SiO}_2-\text{MgO}-\text{CaO} : \text{Si}-\text{Mg}-\text{Ca}$ можуть бути використані при розробці складу шлакових сумішей та для оптимізації процесів рафінування залізовуглецевих розплавів плавильними шлаками та сплавами магнію.

Список літератури

- Сучасні фізико-хімічні підходи до моделювання та управління процесами ковшової обробки сталі. О.Х. Шахпазів [та ін]. Металург. 2009. № 6. С. 42–47.
- Архаров В.І., Новохатський І. А. Про внутрішню адсорбцію у розплавах. ДАН СРСР. 1969. Т.185. № 5. С. 1069–1071.

- 3 Белов Б. Ф., Троцан А. І., Харлашин П. С. Структуризація металургійних фаз у рідкому та твердому станах. Изв. ВНЗ. Чорна металургія. 2002. № 4. С. 70–75.
- 4 Гаврилін І. В. Плавлення та кристалізація металів та сплавів. І. В. Гаврилін. Володимир: Держуніверситет. 2000. 260 с.
- 5 Метод побудови полігональних діаграм стану потрійних металургійних систем. Б.Ф. Белов, А.І. Троцан, І.Д. Буга та ін. Свідectvo про реєстрацію авторського права на твір. №48344 від 18.03.2013.
- 6 Троцан А. І., Харлашин П. С., Белов Б. Ф. Про природу хімічного зв'язку елементів у металургійних фазах. Изв. ВНЗ. Чорна металургія. 2002. № 4. С. 60–63.

Надійшла 03.11.2022

References

- 1 Modern physical and chemical approaches to modeling and control of ladle steel processing processes. O.Kh. Shakhpaziv [and others]. Metallurg. 2009. No. 6. P. 42–47.
- 2 Arkharov V. I. (1969). About internal adsorption in melts. V. I. Arkharov, I. A. Novokhatsky. DAN of the USSR. T.185. No. 5. P. 1069–1071.
- 3 Belov B.F. (2002). Structuring of metallurgical phases in liquid and solid states B.F., Belov, A.I. Trotsan, P.S. Harlashyn. Izv. Universities. Ferrous metallurgy. No. 4. P. 70–75.
- 4 Gavrylin I.V. (2000). Melting and crystallization of metals and alloys. I.V. Gavrylin. Volodymyr: State University, 260 p.
- 5 The method of constructing polygonal state diagrams of ternary metallurgical systems B.F. Belov, A.I. Trotsan, I.D. Buga and others. Certificate of copyright registration for the work. No. 48344 dated March 18, 03. 2013.
- 6 Trotsan A. I., Kharlashyn P. S., Belov B. F. On the nature of chemical bonding of elements in metallurgical phases. Izv. Universities. Ferrous metallurgy. 2002. No. 4. P. 60–63.

Received 03.11.2022

B. F. Belov, *PhD (Engin.), Senior Research Scientist; e-mail: ipmm@mail.ru*

A. I. Trotsan, *Dr. Sci. (Engin.), Prof.; e-mail: don1945@ukr.net*

O. V. Vlasova, *PhD. Sci. (Engin.); e-mail: oksanavlasova@ukr.net*

Institute for Problem of Materials Science National Academy of Science of Ukraine (Kyiv, Ukraine)

ANALYSIS OF THE STRUCTURAL AND CHEMICAL STATE OF THE DUPLEX – SYSTEM OF SILICATES – SILICIDES OF ALKALINE EARTH METALS.

Message 2. Duplex – system $\text{SiO}_2\text{--MgO--CaO}$: Si--Mg--Ca

A polygonal diagram of the state of the $\text{CaO--SiO}_2\text{--MgO}$ ternary system was constructed in the entire range of concentrations of solid and liquid initial components, which increases the informativeness of polygonal diagrams of the state of metallurgical systems. The obtained results of the SCS analysis of the silicate and silicide phases of the duplex system $\text{SiO}_2\text{--MgO--CaO}$: Si--Mg--Ca are the scientific basis for the optimization of blast furnace iron refining processes with smelting slags and magnesium alloys.

Keywords: *polygonal diagram, magnesium slag, silicate and silicide phases of calcium, physico-chemical, technological and quantum-mechanical parameters.*