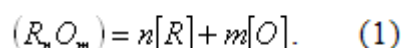


О программе «Шлак – сталь»

Программа «Шлак – сталь» предназначена для расчета хим. состава жидкой стали, находящейся в равновесии со шлаком заданного состава. Помимо содержания в шлаке различных компонентов учитывается температура, а также концентрация в металле углерода, азота и серы. Значения этих параметров задаются пользователем.

Равновесие шлака и металла подразумевает выполнение для каждого компонента системы, R , следующего условия: если переход компонента R из оксидной фазы в раствор на основе железа описывается уравнением



то его активность в жидкой стали равна

$$a_{[R]} = \frac{K_{(R_n O_m)}^{1/n} a_{(R_n O_m)}^{1/n}}{a_{[O]}^{m/n}},$$

где K – константа равновесия реакции (1).

Активности элементов в оксидной фазе (шлаке) определяются по теории коллективизированных электронов А.Г. Пономаренко [1], в стали – по Вагнеру.

Программа рассчитывает систему, состоящую из 9 компонентов: Fe, Mn, Cr, Si, Ti, Al, Ca, Mg, O. При этом дополнительно учитывается влияние C, N и S на активности элементов, входящих в систему. Температура оказывает влияние на константы равновесия реакций и коэффициенты активности компонентов в шлаке и металле. Выражения для констант равновесия реакций представлены в табл. 1., параметров взаимодействия в металле – в табл. 2.

Таблица 1

Выражения для констант равновесия

Реакция	lgK	Источник
$(FeO) = [Fe] + [O]$	$-6320/T + 4,73$	[2]
$(MnO) = [Mn] + [O]$	$-12175/T + 5,45$	[3]
$(Cr_2O_3) = 2[Cr] + 3[O]$	$-37828/T + 16,51$	[2]
$(SiO_2) = [Si] + 2[O]$	$-30225/T + 11,56$	[2]
$(TiO_2) = [Ti] + 2[O]$	$-30365/T + 10,18$	[2]
$(Al_2O_3) = 2[Al] + 3[O]$	$-58320/T + 18,02$	[2]
$(CaO) = [Ca] + [O]$	$-34100/T + 12,5$	Собственное
$(MgO) = [Mg] + [O]$	$-22550/T + 6,54$	[4]

Таблица 2

Параметры взаимодействия первого порядка $e_i^j \cdot 100$ в железе при 1873 К [1 – 4]

$i \backslash j$	Mn	Cr	Si	Ti	Al	Ca	Mg	O	C	N	S
Mn			6	-5				-7,2	-7	-9,1	-3,6
Cr		-0,03	-0,43	5,9	2,3			-14	-12	-19	
Si	3		*		5,8	-6,7		-23	*		
Ti	1,7	1,58		1,3	12,9			-112	-64	-154	-11
Al		1,2	0,56	8	*	-4,7		-160	9,1	-53	
Ca		2	-9,7		-7,2			-350	-34		-33,6
Mg		5	-9	-51	-12		-8,5	-301	-24		
O	-2,1	-4,1	-13,3	-37	-96	-141	-198	-17	-45	5,7	-13,3
C	1,2	-2,4	*		4,3			-34	*		
N		-4,6	4,7		*			0,05			
S	-2,1		6,3	-7,2	3,5			-27	11		

* Приложение к табл. 2:

$$e_{Si}^C = 380/T - 0,023; e_{Si}^{Si} = 34,5/T + 0,089; e_{Al}^{Al} = 63/T + 0,011; e_C^C = 158/T + 0,0581;$$

$$e_C^{Si} = 162/T + 0,008; e_N^{Al} = 859/T - 0,487; e_N^{Ti} = -4070/T + 1,643;$$

$$e_S^{Cr} = -94,2/T + 0,0396; e_S^S = 233/T - 0,153.$$

Для учета влияния температуры на параметры взаимодействия элементов в железе используется выражение, полученное из теории квазирегулярных растворов [1]:

$$e_{i(T)}^j = [(2557/T) - 0,365] e_{i(1873)}^j .$$

В программе действуют определенные ограничения при задании исходных значений для расчета:

Параметры	Пределы значений	
	min	max
(%FeO)	0,1	30
(%MnO)	0,1	10
(%Cr ₂ O ₃)	0,05	5
(%SiO ₂)	0,1	40
(%Al ₂ O ₃)	0,1	60
(%CaO)	0,1	65
(%MgO)	0,1	15
[%C]	0,005	1,5
[%N]	0,001	0,02
[%S]	0,001	0,05
T, К	1790	1990

Значение ($\%TiO_2$) определяется программой как балансовая разность $100 - \sum (\%R_n O_m)$ при задании пользователем остальных компонентов шлака.

1. Григорян В.А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавильных процессов. – М.: Metallurgy, 1987, 272 с.
2. Михайлов Г.Г., Поволоцкий Д.Я. Термодинамика раскисления стали. – М.: Metallurgy, 1993. – 144 с.
3. Михайлов Г.Г., Чернова Л.А. Термодинамический анализ раскисления коррозионностойкой стали X18H10T кальцием и барием/ Известия вузов. Черная металлургия. 1991, № 12. с. 37 – 39.
4. Михайлов Г.Г. Влияние магния на фазовые превращения в жидкой стали/ Электromеталлургия. 2004, № 5. с. 11 – 18.

А.А. Алексеенко