Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 2

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Б. К. ЛЯУДИС и член-корреспондент АН СССР А. М. САМАРИН

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОРОДА В ЖИДКОМ ЖЕЛЕЗЕ, СОДЕРЖАЩЕМ ТИТАН

Растворимость кислорода в расплавах железа и титана была определена путем установления равновесия этих расплавов с паро-водородной смесью известного состава. При получении паро-водородной смеси водород из баллона пропускали через печь с платинированным асбестом с целью очищения водорода от кислорода. После этого водород пропускали либо через насытители, помещенные в ультратермостатах, либо вводили в рабочее пространство высокочастотной печи. В качестве насытителей использовали колбу с водным раствором LiCl, стеклянный баллон, наполненный дестиллированной водой и соединенный с змеевиком. При этой схеме насыщения водорода можно в широких пределах менять парциальное давление водяного пара в газовой смеси.

Газовую смесь заданного состава по кварцевой трубке с навитой на нее нагревательной спиралью вводили в рабочее пространство высокочастотной печи. Кожухом высокочастотной печи служила кварцевая труба диаметром 70 мм, длиной 180 мм, с толщиной стенок 2 мм. Температуру жидкого металла измеряли оптическим пирометром ОППИР-2 с исчезающей нитью накала, проградуированным по точке плавления железа.

При получении расплавов использовали электролитическое железо (дополнительно окисленное и переплавленное под водородом), содержащее менее 0,01% C, следы Mn, 0,002% S, и сплав железа и титана, содержащий 15,35% Ti, 0,01% C, 0,01% Mn, менее 0,01% Si, 0,016% S и менее 0,01% P.

Окислы титана взаимодействуют как с основными, так и с кислыми огнеупорными материалами, и поэтому особое внимание было уделено выбору тиглей для проведения равновесных плавок. В результате визуальных наблюдений, петрографического исследования и рентгеноструктурного анализа материала стенок тиглей после проведения в них плавок было установлено, что для изготовления тиглей в нашем случае пригодна лишь окись бериллия.

При проведении плавок тигель из окиси бериллия устанавливали внутри кварцевого стакана, пространство между стенками тигля и стакана засыпали магнезитовой крупкой. В тигель помещали 50 г железа и сплава железа с титаном. После ввода тигля с металлической садкой в рабочее пространство печи систему промывали в течение 20—30 мин. водородом. Расплавление вели под водородом. Жидкий металл выдерживали под водородом до полного исчезновения с поверхности металла пленки окислов. Затем температуру металла доводили до 1600 или 1650° и водород заменяли пароводородной смесью. Появление пленки окислов у стенок тигля указывало на достижение предела растворимости кислорода при данных температуре и содержании титана в жидком железе.

В быстро затвердевших слиточках сплава определяли содержание кислорода и титана. Титан определяли калориметрическим методом. При определении кислорода использовали метод вакуум-плавки.

В сплавах отдельных плавок были изучены неметаллические включения, выделенные при анодном растворении образцов сплава и металлографическим методом.

Результаты определения растворимости кислорода в расплавах железа и титана при 1600 и 1650° приведены в табл. 1.

Таблица 1

Растворимость кислорода в расплавах железа и титана

№№ плавок	Ti, %	O, %			№№ плавок	Ti, %	O, %		
		1	2	Средн.			1	2	Средн.
		1600°					1600°		
30	0,005	0,0063	0,0065	0,0064	58	0,240	0,0022	0,0017	0,0019
68	0,008	0,0065	0,0067	0,0065	64	0,240	0,0020	0,0017	0,0018
31	0,010	0,0064	0,0057	0,0060	61	0,270	0,0016	0,0016	0,0016
37	0,014	0,0059	0,0057	0,0058	69	0,360	0,0017	0,0017	0,0017
48	0,014	0,0058	0,0055	0,0056	54	0,460	0,0015	0,0016	0,0015
32	0,016	0,0057	—	0,0057	55	0,500	0,0015	0,0015	0,0015
38	0,020	0,0055	0,0045	0,0050	59	0,500	0,0015	0,0015	0,0015
50	0,024	0,0052	0,0050	0,0051					
39	0,030	0,0047	0,0049	0,0048			1650°		
45	0,030	0,0056	0,0059	000057					
46	0,030	0,0035	0,0035	0,0035	78	0,002	0,0123	0,0111	0,0117
56	0,034	0,0046	0,0046	0,0046	75	0,010	0,0095	0,0095	0,0095
52	0,040	0,0047	0,0041	0,0044	86	0,032	0,0088	—	0,0088
42	0,040	0,0045	0,0047	0,0046	85	0,040	0,0086	0,0082	0,0084
41	0,041	0,0045	0,0045	0,0045	84	0,042	0,0077	0,0073	0,0075
74	0,050	0,0047	0,0043	0,0045	83	0,080	0,0055	0,0053	0,0054
49	0,078	0,0032	0,0030	0,0031	76	0,100	0,0047	0,0048	0,0048
92	0,080	0,0027	0,0026	0,0027	80	0,110	0,0045	0,0043	0,0044
63	0,100	0,0028	—	0,0028	82	0,150	0,0042	0,0037	0,0040
97	0,120	0,0021	0,0020	0,0020	81	0,160	0,0037	0,0039	0,0038
62	0,150	0,0023	0,0021	0,0022	73	0,300	0,0034	0,00317	0,0033
88	0,190	0,0020	0,0021	0,0021	89	0,400	0,0030	0,0032	0,0031
60	0,200	0,0021	0,0019	0,0020	79	0,510	0,0027	0,0027	0,0027

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что при раскислении жидкого железа титаном в области концентраций титана до 0,04% преимущественное развитие получает реакция

$$[\mathrm{Ti}] + 4\,[\mathrm{O}] + 2\mathrm{Fe}_{(ж)} = 2\mathrm{FeO}\cdot\mathrm{TiO}_{2(ж)};$$

$$\Delta F^0 = -294\,000 + 107{,}3\,T \qquad (1)$$

в области более высоких концентраций титана (от 0,04 до 0,5%)

$$[\mathrm{Ti}] + 2\,[\mathrm{O}] = \mathrm{TiO}_{2(т)};$$

$$\Delta F^0 = -140\,500 + 47{,}3\,T. \qquad (2)$$

Как следует из уравнений (1) и (2), повышение температуры увеличивает растворимость кислорода в расплавах железа и титана. Жидкие частицы продуктов реакций раскисления железа титаном наблюдаются при том условии, если содержание титана в расплавах железа, титана и кислорода не превышает 0,04%.

Институт металлургии им. А. А. Байкова
Академии наук СССР

Поступило
7 XII 1954