

Р. П. ЗАЛЕТАЕВА, Н. Ф. ЛАШКО, М. Д. НЕСТЕРОВА и С. А. ЮГАНОВА
НОВОЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ В ДВОЙНОЙ
СИСТЕМЕ Fe — Mo

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 28 IX 1951)

Вольфрам и молибден обладают одинаковыми химическими свойствами, атомные радиусы их мало отличаются друг от друга. Поэтому в сплавах во многих случаях W и Mo ведут себя совершенно одинаково. Так например, интерметаллические соединения молибдена и вольфрама с кобальтом $MoCo_3$ и WCo_3 имеют одинаковое кристаллическое строение. Параметры решетки обоих соединений одинаковы. Аналогичное явление наблюдается и для карбидов Co_3W_3C и Co_3Mo_3C , Ni_3W_3C и Ni_3Mo_3C , Fe_3W_3C и Fe_3Mo_3C .

Обзор литературных данных показал, что диаграммы состояния двойных систем Fe — W и Fe — Mo имеют много общего. В системе Fe — W были обнаружены две интерметаллические фазы: Fe_2W (1) и Fe_3W_2 (2). Fe_2W имеют гексагональную решетку с параметрами $a = 4,727 \text{ \AA}$ и $c = 7,704 \text{ \AA}$. Относительно структуры Fe_3W_2 нет достаточной ясности: по одним данным (2), эта фаза имеет тригональную решетку, по другим (3), ромбоэдрическую, причем этому соединению приписывается формула Fe_7W_6 .

В системе Fe — Mo были найдены следующие интерметаллические фазы: Fe_3Mo_2 (или Fe_7Mo_6) (2) и $FeMo$ (4). Фазы Fe_2W_3 и Fe_2Mo_3 имеют одинаковое кристаллическое строение и равные параметры.

Можно было ожидать, что в системе Fe — Mo существует интерметаллическое соединение Fe_2Mo , аналогичное Fe_2W в системе Fe — W.

Нам удалось найти новую фазу Fe_2Mo в хромоникель-молибденовых аустенитных сталях, содержащих небольшое количество углерода. В процессе изотермического распада пересыщенного твердого раствора стали (после закалки) сначала выделяется карбидная фаза. После связывания значительного количества углерода в карбиды из твердого раствора исследованных нами сталей начинает выделяться интерметаллид Fe_2Mo . Интерметаллид Fe_2Mo обнаружен в стали типа 16:25:6 (C 0,1%, Cr 16%, Ni 25%, Mo 6% с азотом и без азота).

Последовательность выделения карбидных фаз при старении в этой стали довольно сложная.

В начальной стадии старения выделяются карбиды $(Cr, Fe, Mo, Ni)_{23}C_6$ и $(Fe, Ni)_2(Cr, Mo)_2C$. Указанная фаза Fe_2Mo наблюдалась нами наряду с $(Fe, Ni)_2(Cr, Mo)_2C$ при рентгенографическом исследовании осадков, электролитически выделенных из указанной стали, подвергавшейся после закалки с 1200° отпуску при температуре 650° в течение 500—1500 час., при температуре 750° в течение 250—1000 час. При температуре

отпуска 700° фаза Fe₂Mo появляется начиная со 100 час., а при температуре 850° и выше интерметаллид Fe₂Mo возникает при выдержке в течение 6 час.

Кристаллическая структура новой фазы совершенно аналогична структуре интерметаллического соединения Fe₂W: гексагональная решетка с параметрами $a = 4,73 \text{ \AA}$, $c = 7,72 \text{ \AA}$. Таким образом, обнаруженной фазе следует приписать формулу Fe₂Mo.

Данные рентгеноструктурного анализа приведены в табл. 1. Рентгенограмма карбидного осадка, содержащего Fe₂Mo и (Fe, Ni)₂(Cr, Mo)₂C, приведена на рис. 1 (см. вклейку к стр. 403). Линии, соответствующие отражениям от плоскостей решетки Fe₂Mo, указаны стрелками. Образцы были изготовлены путем нанесения порошка на стеклянную нить. Диаметр образцов 0,5 мм. При выделении осадков электролитом служил раствор соляной кислоты (1:1) с добавлением 5 г щавелевой кислоты на 1 л электролита. Рентгенографическое исследование производилось в камере ГФТИ на железном излучении.

Таблица 1

Интенсивность	Излучение	sin ² θ		hkl
		набл.	вычисл.	
Слаб.	β	0,1379	0,1374	110
Средн.	α	0,1680	0,1670	110
Сильн.	α	0,1977	0,1972	103
Средн.	α	0,2223	0,2227	200
Сильн.	α	0,2291	0,2300	112
Средн.	α	0,2380	0,2384	201
"	α	0,4983	α ₁ 0,5010 α ₂ 0,5031	300
"	α	0,5331	α ₁ 0,5312 α ₂ 0,5335	213
Сильн.	α	0,5619	α ₁ 0,5640 α ₂ 0,5662	202
Средн.	α	0,6176	α ₁ 0,6156 α ₂ 0,6182	205
"	α	0,6676	α ₁ 0,6680 α ₂ 0,6710	220
"	α	0,7868	α ₁ 0,7886 α ₂ 0,7889	312
Сильн.	α	0,8645	α ₁ 0,8651 α ₂ 0,8689	313

Необходимо отметить, что в быстрорежущих сталях типа 18-4 при определенных условиях термической обработки интерметаллическая фаза Fe₂W также наблюдается совместно с карбидами Fe₃W₃C⁽⁵⁾. Следует предположить, что Fe₂Mo и Fe₂W возникают в сталях в процессе диффузии после связывания углерода в карбиды.

В указанных сталях, следовательно, содержится молибден и вольфрам в количестве, достаточном для образования интерметаллических соединений Fe₂W и Fe₂Mo, которые отвечают наибольшей концентрации железа в двойных системах Fe—W и Fe—Mo.

Поступило
8 VI 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ H. Arnfelt, Iron and Steel Inst., 17, 1 (1928). ² W. P. Sykes and Kent R. Van Horn, Trans. Am. Inst. Min. and Met. Eng., 5, 198 (1933). ³ H. Arnfelt and A. Westgren, Jernkontorets Annaler, 119, 185 (1935). ⁴ H. J. Goldschmidt, Research Journ. of Sci. and its Applic., 2, 7, 343 (1949). ⁵ J. P. Gill, Trans. Am. Soc. Met., 24, 735 (1936).