

В. М. ТАГЕЕВ

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕНДРИТНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ СПЛАВОВ

(Представлено академиком Н. Т. Гудцовым 29 V 1949)

В настоящее время основой для суждения о дендритной неоднородности сплавов является расположение линий ликвидуса и солидуса на диаграмме состояния соответствующей системы. Все известные физико-химические методы, с помощью которых устанавливается положение этих линий, сводятся к наблюдению за изменениями того или иного свойства сплава данного состава с изменением температуры, либо к записи кривых охлаждения.

Указанными методами изучено подавляющее большинство двойных систем, весьма ограниченное число систем, образованных тремя и четырьмя компонентами, и почти не изучены сплавы, представляющие собой многокомпонентные системы.

Представляет интерес, особенно для многокомпонентных систем, непосредственное определение состава (химическим или спектральным методами) твердой и жидкой фаз, сосуществующих при данной температуре.

С этой целью были проделаны опыты, идея которых состояла в следующем. Если пробу сплава с отверстием нагреть до температуры, обеспечивающей появление жидкой фазы в межсосновых пространствах дендритов, то образующаяся жидкость должна стекать в отверстие, заполняя его (1). Отделенная таким образом от скелетов дендритов жидкость после быстрого охлаждения пробы может быть проанализирована известными методами.

Были проделаны следующие опыты, результаты одного из которых приводятся ниже.

Проба стали с двумя полостями (рис. 1), химический состав которой приведен в табл. 1, засыпана кварцевым песком с добавкой борной кислоты (2%) для спекания*. Кожухом для песка служила угольная трубка диаметром 70 мм. Упакованная таким образом проба была помещена в вертикальную печь с угольным нагревателем, нагрета с печью до 1350°, выдержана при этой температуре ($\pm 10^\circ$) 6 час. и быстро охлаждена за счет протока холодного воздуха через печь.

Обработанная таким образом проба разрезана поперек на две равные части, причем установлено, что полость заполнилась металлом.

На рис. 2 представлен серый отпечаток с торца (плоскость реза) нижней половины пробы. Темное пятно в центре отпечатка почти без

* Проба изготовлена из проката. Под нижнее отверстие подложена пластинка из мягкой стали. В верхнее отверстие вводилась платиновая термopара, защищенная фарфоровой трубкой.

изменений воспроизводит размеры и форму отверстия, заполнившегося жидким раствором, стекавшим из межосных пространств дендритов.

Из нижней половины вдоль оси пробы сверлом диаметром 10 мм (диаметр темного пятна 14 ± 15 мм) взята стружка для химического анализа, результаты которого приведены в табл. 1.

Стружка (табл. 1, проба 3) характеризует состав жидкой фазы, что подтверждается рис. 3, представляющим собой серный отпечаток с продольного разреза нижней половины пробы, сделанного после сверления (см. вклейку к стр. 737).

Для характеристики состава кристаллов, находившихся при 1350° в равновесии с жидкой фазой, с торца нижней половины пробы (плоскость реза) на токарном станке послойно через ~ 3 мм бралась стружка (6 проб). Характерной для состава твердой фазы является стружка, соответствующая внутренним слоям пробы (табл. 1, пробы 1 и 2), так как наружный слой обезуглеродился, а внутренние слои являются переходными от твердой к жидкой фазе*.

Результаты химического анализа, приведенные в табл. 1, показывают, что жидкий раствор, стекавший из межосных пространств дендритов, при 1350° содержит примерно в два раза больше углерода, серы и фосфора, чем твердая фаза, находившаяся в равновесии с жидким раствором. Содержание марганца в жидкой и твердой фазах практически одинаково.

Так как темное пятно на серном отпечатке (рис. 2) почти без изменений воспроизводит размеры и форму отверстия, можно сделать заключение, что температура 1350° весьма близка к точке солидуса для стали с 1% углерода (см. вклейку к стр. 737).

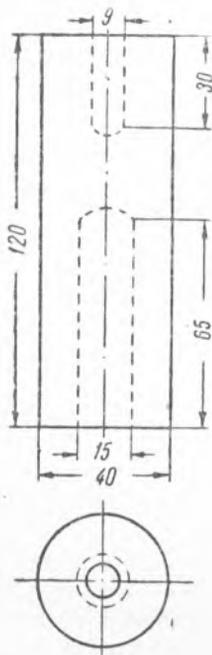


Рис. 1. Проба с полостью для отделения жидкой фазы от твердой фазы сплава

Таблица 1

Химический состав твердой и жидкой фаз при 1350°

№ пробы стружки	Химический состав в %				Состояние металла
	C	S	P	Mn	
1	1,03	0,040	0,014	0,15	Твердое
2	1,03	0,041	0,014	0,15	»
3	1,98	0,087	0,027	0,14	Жидкое
До обработки . .	1,08	0,022*	0,017	0,16	—

* Сталь поглотила серу из атмосферы печи в результате того, что в угольной трубе, служившей нагревателем, содержалась сера (0,5%).

Таким образом, изложенный метод позволяет изучать дендритную неоднородность реальных сплавов при температурах ее возникновения и устанавливать положение линий ликвидуса и солидуса на диаграммах состояний. В отличие от известных методов, точки ликвидуса и со-

* Чем ближе температура выдержки соответствует точке солидуса для данного сплава, тем точнее в соответствии с правилом рычага внутренние слои характеризуют состав твердой фазы.

лидуса на диаграмме состояния сопоставляются не по вертикали, а по горизонтали, что соответствует существу диаграммы состояния.

В заключение выражаю глубокую благодарность О. Д. Зигель за помощь в работе и А. Д. Крамарову за критические замечания.

Поступило
29 V 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. М. Тагеев, ДАН, 67, № 3 (1949).