

А. М. БОРЗДЫКА

О ХАРАКТЕРЕ КРИВЫХ СОСТАВ — СВОЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 1 II 1949)

Практическое применение жаростойких и жаропрочных сплавов, значительная часть которых по своей структуре относится к категории твердых растворов, требует знания их механических и физических свойств при рабочих температурах.

Между тем, систематическое изучение свойств металлических твердых растворов в зависимости от их химического состава до последнего времени ограничивалось преимущественно нормальной и близкими к ней температурами.

Экстраполировать такие данные в область высоких температур невозможно. Не говоря уже о резком различии в численных значениях отдельных свойств при комнатной и высоких температурах, самый характер изменения этих свойств в зависимости от состава при высоких температурах может существенно отличаться от закономерностей, установленных при нормальной температуре.

Еще основоположник диаграмм состав — свойство акад. Н. С. Курнаков высказал предположение, что «...по аналогии с жидкими растворами повышение температуры должно делать изотермы свойств более плоскими и смещать минимальную точку (на кривой электропроводности) в сторону компонента, обладающего меньшей проводимостью. При тех же условиях максимум твердости будет перемещаться по направлению более твердой составляющей сплава» (1).

Это высказывание долгое время оставалось неподтвержденным экспериментально. Однако теперь можно считать установленным, что повышение температуры уменьшает кривизну кривых состав — свойство и приводит к сглаживанию (а иногда и к полному исчезновению) характерного для обычной температуры максимума или минимума.

Для примера на рис. 1 приводится семейство изотерм удельного электросопротивления (при температурах от 0 до 1000°) сплавов бинарной системы Fe — Ni, образующей, как известно, структуру однородного твердого гамма-раствора.

Еще в большей степени сглаживаются с повышением температуры кривые электросопротивления сплавов тройной системы Fe — Cr — Ni (разрез с 20% Cr, рис. 2).

При сопоставлении кривых рис. 2 с кривыми рис. 1 заметны их различная кривизна и разное местоположение максимума, который на изотерме 800° вообще отсутствует. Этим фактом подтверждается, что свойства тройных систем, образующих твердые растворы, не всегда изменяются по законам, установленным для двойных систем (3).

Естественно полагать, что сглаживание кривых состав — свойство при повышении температуры может иметь место и для свойств, характеризующих жаропрочность (иначе, теплоустойчивость) металлического сплава, понимая под этим способность сохранять достаточно высокую механическую прочность при повышенных температурах.

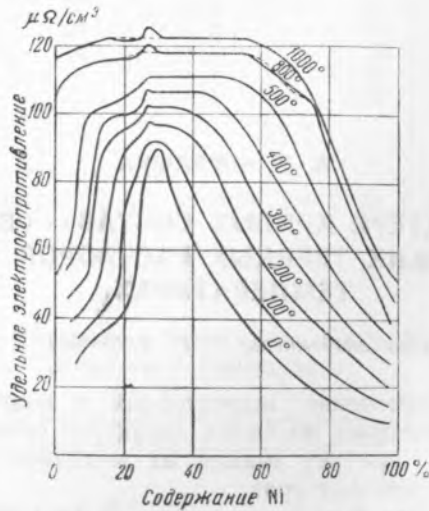


Рис. 1. Сплавы системы Fe — Ni

Результаты определения твердости сплавов системы Fe — Cr — Ni (разрез с 20% Cr) при температурах от 20 до 700° представлены, в зависимости от содержания никеля, на рис. 3.

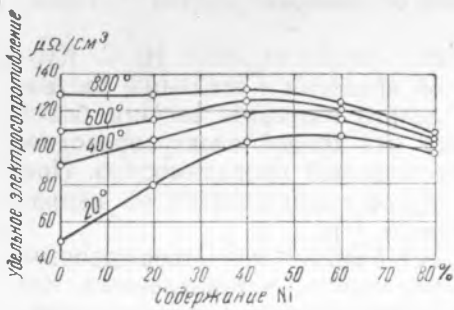


Рис. 2. Аустенитные сплавы тройной системы Fe — Cr — Ni (разрез с 20% Cr)

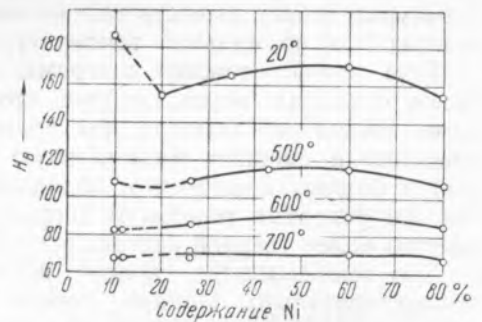


Рис. 3. Аустенитные сплавы тройной системы Fe — Cr — Ni (разрез с 20% Cr)

Очевидно постепенное исчезновение максимума на кривых с повышением температуры. Испытание при 700° дает почти совершенно плоскую кривую.

Основным свойством, определяющим жаропрочность металла или сплава, является сопротивление ползучести. Как нами было показано ранее (4), изотермы «предельных напряжений ползучести» (в функции от содержания никеля) для того же разреза тройной системы Fe — Cr — Ni имеют при температурах 600 и 700° также прямолинейный характер, подобный изотермам рис. 3. Аналогичный вид имеют изотермы ползучести для аустенитных сплавов системы Fe — Cr — Mn.

Все эти факты свидетельствуют о том, что «классическая» схема изменения свойств твердых растворов в зависимости от их состава, справедливая для нормальной и умеренно повышенных температур, не может быть распространена на высокие температуры.

Поступило
3 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. С. Курнаков, Введение в физико-химический анализ, 1940, стр. 121.
² Т. Jensen, J. Franklin Inst., 199, 333 (1925). ³ В. А. Немилов и Т. А. Видусова, Изв. сектора платины ИОНХ АН СССР, в. 17, 111 (1940). ⁴ А. Борздыка, ДАН, 63, № 3 (1947).