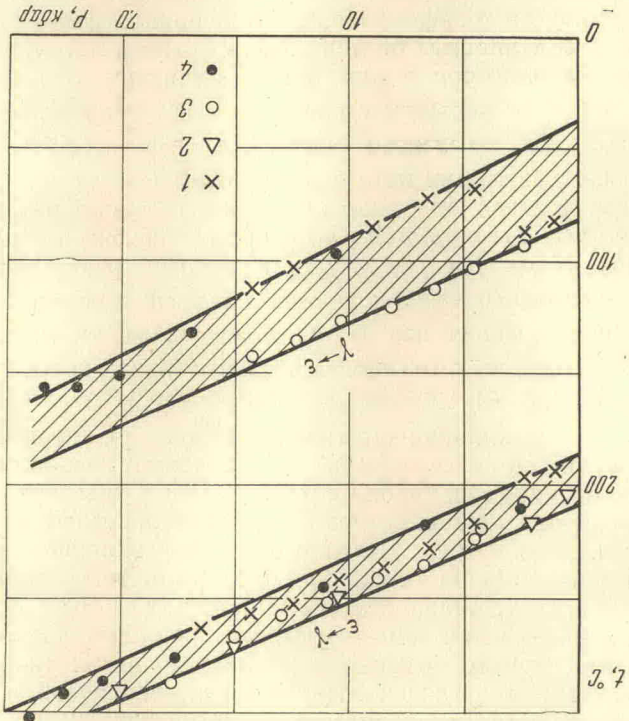


Ввиду того, что данные о свободной энергии и концентрации отсутствуют, нельзя термодинамически рассчитать перауры и концентрации энергии в-фазы как функции температуры.

Линии $T_{\gamma-\epsilon}^0 = f(C, P)$ можно приближенно провести по двум точкам —

Mn при соответствующих давлениях. Как указывалось выше, экстраполяция



Фиг. 6. Влияние давления на $\gamma-\epsilon$ и $\gamma-\alpha$ превращения сплава железа с 22,44 ат. % Mn; 1, 2 — образцы из кованых прутков; 3, 4 — образцы из прутков, подвергнутых термической обработке

данных о $\gamma-\epsilon$ превращении чистого железа при высоком давлении [15] к атмосферному давлению дает температуру 530°K. Скорость повышения ее с давлением dT/dP равна $\pm 1 \text{ град/кбар}$ [15].

Температура $T_{\gamma-\epsilon}^0$ при атмосферном давлении для сплава с 22,44% Mn,

определенная по кривой $T_{\gamma-\epsilon}^0 = f(C)$, равна $\sim 420^\circ\text{K}$ (фиг. 3). Сплав с 22,44% Mn выбран ввиду того, что на нем удалось экспериментально исследовать влияние давления до 25 кбар на прямое ($\gamma \leftarrow \epsilon$) и обратное

($\epsilon \rightarrow \gamma$) превращения. Использован метод дифференциального термического анализа с фотозаписью [15] в условиях высоких гидростатических давлений. Применение этого метода к сплавам с более высоким (29,54 и 36,7% Mn) и более низким (14,7% Mn) содержанием марганца не увенчалось успехом.

Этажом слугил сплав Fe-Mn с 10,3% Mn, в котором в исследуемом температурном интервале превращение не наблюдалось. Давление составило сжатие изопента или силиконовых жидкостей (№ 5, ПМС-1,5). Давление измеряли с помощью манганинового манометра с точностью $\pm 150 \text{ атм}$. Температуру — термометром хромель-алюмель с точностью до $\pm 2^\circ\text{C}$; поправку на влияние давления на термо э.д.с. не вводили.

Образцы исследовали в двух различных исходных состояниях: 1) выточенные из кованых прутков — (опыты 1, 2); 2) выточенные из прутков, подвергнутых диффузионному гомогенизирующему отжигу при 1100°C в течение 10 час с охлаждением на воздухе и затем отжигу при 1100°C в течение 20 мин также с охлаждением на воздухе (для снятия напряжений от механической обработки образцов) — опыты 3, 4. Термообработки прутков и образцов проводили в атмосфере аргона.

Результаты исследования показаны на фиг. 6. Температуры превращения для обеих групп образцов (независимо от исходного состояния) ложатся в полосу шириной около 15° — при нагревании (превращение $\epsilon \rightarrow \gamma$) и $30-40^\circ$ — при охлаждении (превращение $\gamma \rightarrow \epsilon$). Как видно из графика, температуры прямого и обратного превращений повышаются с увеличением давления. Наклон кривых ($\gamma \rightarrow \epsilon$) и ($\epsilon \rightarrow \gamma$)-превращений к оси давления примерно одинаков и составляет $4,5 \text{ град/кбар}$. При понижающейся скорости нагрева и охлаждении порядка $20-30 \text{ град/мин}$ ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращение происходит с гистерезисом около 140° , величина которого в пределах 25 кбар не зависит от давления.

Линии $T_{\alpha-\epsilon}^0 = f(C, P)$ построены для давлений 10, 20, 30, 40 и 50 кбар (см. фиг. 5). С увеличением давления повышаются температуры ($\gamma \rightarrow \epsilon$)-превращения, уменьшается наклон линий $T_{\alpha-\epsilon}^0$ к оси концентрации и, вероятно, при достаточно высоком давлении знак их должен измениться.

Что касается линий равновесия $T_{\alpha-\epsilon}^0 = f(C, P)$, то, с одной стороны, из-за отсутствия свободной энергии для ϵ -фазы невозможно провести термодинамический расчет, с другой стороны, не удается непосредственно наблюдать фазовое ($\alpha \rightarrow \epsilon$)-превращение в этом интервале давлений. Поэтому линии $T_{\alpha-\epsilon}^0 = f(C, P)$ на фиг. 5 условно проведены через тройные точки, параллельно линии $T_{\alpha-\epsilon}^0$ для атмосферного давления.

Из построенных диаграмм видно, что с повышением давления область устойчивости α -фазы сужается как по температуре, так и по составу. Тройные точки смешаются к более высоким температурам и более низким содержаниям марганца.

Из этих же диаграмм следует, что легирование железа марганцем снижает давление образования ϵ -фазы.

Авторы благодарят Д. С. Каменецкую и И. Л. Антекаря за интерес к работе, ценные советы и замечания.

Получено 10 XI 1965

ЛИТЕРАТУРА

1. Troiano A. R., McGuire F. T. A Study of the Iron-rich Iron-manganese Alloys. Trans. ASM, 1943, 31, 340.
2. Davis R. S. Phase Transformations in Iron at High Pressures. Iron and its Dilute Solid Solutions. New York—London, Interscience, 1963, p. 61.
3. Jones F. W., Dumphy W. I. Free Energy and Metastable States in the Iron-Nickel and Iron-Manganese Systems. J. Iron and Steel Inst., 1949, 163, 121.
4. Fisher I. C. The Free Energy Change Accompanying the Martensite Transformation in Steels. J. Metals, 1949, 1, № 10, 688.
5. Kaufman L., Clougherty E. V., Weiss R. T. The Lattice Stability of Metals—III. Iron. Acta Metallurgica, 1963, 11, № 5, 323.
6. Kaufman L., Leyenaar A., Harvey J. S. The Effect of Hydrostatic Pressure on the ϵ , ϵ' , ϵ'' Reactors in Iron-base Alloys. Progress in Very High Pressure Research. Wiley, New York, 1961, p. 90.
7. Pearson W. B. A Handbook of Lattice Spacing and Structures of Metals and Alloys, 1958, 4. Pergamon Press, London, New York, Paris, Los Angeles, p. 125.