

М. И. ЗАХАРОВА

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ЭВТЕКТОИДНЫЙ РАСПАД В СПЛАВЕ МЕДИ С АЛЮМИНИЕМ

(Представлено академиком Н. Т. Гудцовым 2 IV 1953)

Эвтектоидное превращение, подобно другим фазовым превращениям — кристаллизации чистых элементов, кристаллизации эвтектик, распаду твердого раствора, протекает, как правило, с изменением объема. Поэтому, исходя из термодинамических соотношений, давление должно изменять условия протекания эвтектоидного распада.

Экспериментально было обнаружено ⁽¹⁾ понижение температуры эвтектоидного превращения в сплаве Fe—С под влиянием давления, а также изменение под влиянием давления структурной картины распада аустенита ⁽²⁾.

В данной работе исследовалось влияние давления на температуру эвтектоидного распада β -фазы в системе медь — алюминий, а также влияние давления на структурные превращения при различных комбинациях термической обработки и давления.

Исследование проводилось на сплаве меди с 12,5% алюминия, приготовленном из электролитных металлов. После отливки сплав для гомогенизации отжигался при 850° в течение 8 час.

Давление 10000 кГ/см² создавалось путем сжатия образца диаметром 5 мм в цилиндрической матрице на прессе Бринеля. Нагрев образца производился вместе с матрицей при помощи электрической печи сопротивления. Печь вместе с матрицей помещалась в металлический сосуд, установленный на винтовом столике прессы Бринеля. По окончании нагрева под давлением печь поднималась и металлический сосуд наполнялся водой, при этом образец закаливался под давлением. Более подробно прибор описан в нашей работе ⁽³⁾.

Для определения влияния давления на температуру эвтектоидного распада производились опыты нагрева и закалки образцов под давлением с температур 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620 и 650°. При всех температурах образцы выдерживались под давлением перед закалкой в течение 15 мин. После закалки образцы подвергались рентгеновскому и микроструктурному исследованию. Рентгенограммы получались методом дифракции в поликристалле на медном и никелевом излучениях.

После нагрева и закалки сплава под давлением с температур 560—595° получается мелкозернистая, пластинчатая, эвтектоидная структура; рентгенограмма показывает наличие двух фаз α и δ .

После нагрева и закалки сплава под давлением с температур 650, 620 и 600 получается мартенситная структура и на рентгенограмме имеются линии только β' -фазы. Это дает основание считать, что температурой эвтектоидного распада под давлением 10000 кГ/см² является температура 600° с точностью $\pm 4^\circ$.

Результаты этих опытов позволяют также сделать заключение, что метастабильная β' -фаза возникает при быстром охлаждении с темпера-

тур выше эвтектоидной и в том случае, если охлаждение производилось под давлением.

Кроме опытов при сжатии образца в матрице, производились также опыты закалки образца под давлением при свободном осаживании. В этом случае также возникает метастабильная β' -фаза.

Следующий раздел работы заключался в выяснении влияния давления при закалке и при отпуске на распад β' -фазы на α - и δ -фазы. Исследовались следующие варианты воздействия на сплав температуры и давления.

1. Закалка под атмосферным давлением и отпуск под давлением 100 кГ/мм². В дальнейшем обработку под атмосферным давлением будем называть обработкой без давления.

2. Закалка под давлением и отпуск без давления.

3. Закалка под давлением и отпуск под давлением.

Структурная картина эвтектоидного распада при термической обработке без давления детально изучена в работах Г. В. Курдюмова и его сотрудников (4).

При исследовании закалки без давления и отпуска под давлением образцы после закалки нагревались до температуры отпуска вместе с матрицей, выдерживались под давлением в течение 15 мин. и охлаждались под давлением в воде. После отпуска под давлением при температурах 100, 200, 250, 300, 400 и 440° рентгенограммы содержат только линии β' -фазы, после отпуска при температурах 490, 500, 530 и 580° — линии α - и δ -фаз.

После отпуска при температуре 460° на рентгенограмме, кроме линий β' -фазы, имеются слабые по интенсивности линии α - и δ -фаз, что указывает на распад некоторой части кристаллов β' -фазы. После отпуска при 480° в течение 15 мин. на рентгенограмме также имеются линии трех фаз α , δ и β' , причем с увеличением времени отпуска интенсивность линий β' -фазы ослабевает. После 4 час. отпуска при 480° на рентгенограмме видны только линии α - и δ -фаз, что указывает на окончание процесса эвтектоидного распада.

Закалка и отпуск без давления в течение 15 мин. при 460° приводит к эвтектоидной структуре ($\alpha + \delta$), подобной той, которая получалась после отпуска под давлением при 490° в течение 15 мин. Следовательно, давление в процессе отпуска повышает температуру эвтектоидного распада с 460 до 490°.

Закалка под давлением и отпуск без давления при 440° в течение 15 мин. приводит к появлению на рентгенограмме линий всех трех фаз α , δ и β' . Повышение температуры отпуска до 640° и нагрев при этой температуре в течение 15 мин. вызывают исчезновение линий β' -фазы, что указывает на окончание процесса эвтектоидного распада.

Следовательно, процесс эвтектоидного распада заканчивается при 460° в течение 15 мин. независимо от того, производилась ли закалка сплава с температуры 650° под давлением 10000 кГ/см² или при атмосферном давлении.

При исследовании эвтектоидного распада при закалке под давлением и отпуске под давлением было установлено, что при температурах 350, 400 и 440° на рентгенограмме имеются только линии метастабильной β' -фазы. После отпуска в течение 15 мин. при 460°, кроме линий β' -, появляются также линии α - и δ -фаз. Рентгенограмма подобна рентгенограмме сплава, закаленного без давления и отпущенного под давлением при той же температуре 460° в течение 15 мин., и характерна для начальных стадий распада.

Следовательно, и эта серия опытов показывает, что давление, приложенное к сплаву в процессе нагрева при температурах выше эвтектоидной, не влияет существенным образом на процесс эвтектоидного распада в процессе отпуска.

Применение давления в процессе отпуска после закалки, как показали проведенные опыты, повышает температуру и начала и конца эвтектоидного распада.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
2 IV 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ R. Austen, J. Mech. Eng. (1899). ² И. Н. Ефремов, Я. П. Слесиский, П. И. Георгиевский, *Металлург*, № 1, 20 (1938); В. И. Просвирин, Влияние внешнего давления на фазовые превращения в стали и чугуна, 1948. ³ М. И. Захарова, В. А. Ильина, *ЖФХ*, 24, в. 6, 714 (1950). ⁴ Г. В. Курдюмов, Рентгенография в применении к исследованию материалов, 1936.