Доклады Академии наук СССР
1955. Том 102, № 3

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

В. Д. САДОВСКИЙ

ВЛИЯНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПЕРЕГРЕВА СТАЛИ НА КИНЕТИКУ РАСПАДА ПЕРЕОХЛАЖДЕННОГО АУСТЕНИТА

(Представлено академиком И. П. Бардиным 10 II 1955)

При закалке стали благодаря кристаллографической упорядоченности мартенситного превращения каждое монокристальное зерно аустенита превращается при охлаждении в кристаллографически упорядоченный комплекс кристалликов α-фазы; тем самым обусловливается появление внутризеренной текстуры.

Если сталь была предварительно закалена на мартенсит от температуры достаточно высокой, чтобы исходное зерно аустенита было достаточно крупным, то при вторичной закалке от температуры, немного превышающей критические точки Ac_1 и Ac_3, т. е. при фактической мелкозернистости аустенита, в изломе ясно наблюдаются крупные фасетки, соответствующие размерам старых аустенитных зерен. Это связано с восстановлением прежней внутризеренной текстуры α-фазы, несмотря на имевшую место двойную (при нагреве и охлаждении) фазовую перекристаллизацию.

Объяснение заключается в том, что новые мелкие зерна аустенита, образующиеся при нагреве выше критических точек, получают единообразную кристаллографическую ориентировку в объемах, соответствующих старым аустенитным зернам, вследствие ориентированности $\alpha \rightarrow \gamma$ -превращения, поэтому при охлаждении вновь воспроизводится прежняя внутризеренная текстура, проявляясь внешне в изломе как одно крупное зерно ([1], [2]).

Ликвидация старой внутризеренной текстуры и переход к кристаллическому излому, не обнаруживающему более какой-либо кристаллографической связи с прежним крупным зерном, происходят лишь при значительном превышении кристаллических точек и обусловлены рекристаллизацией мелких зерен аустенита, образовавшихся в результате фазового превращения $\alpha \rightarrow \gamma$. Причиной этой рекристаллизации является внутренний наклеп, приобретаемый новыми зернами аустенита при нагреве через критические точки, в связи с объемными изменениями, сопровождающими переход из α-железа в γ-железо ([3], [4]).

Опыт показывает, что степень совершенства вторичной внутризеренной текстуры аустенита, образующегося при нагреве непосредственно выше критических точек, существенно зависит от скорости нагрева. Сильно выраженная вторичная текстура получается, в частности, при очень медленном (и очень быстром) переходе через критические точки ([5]), см. также ([6])).

Совершенная вторичная текстура проявляется уже не только в изломе, но также и в микроструктуре стали: несмотря на то, что вторичная закалка осуществляется при незначительном превышении температуры нагрева над критическими точками, получается крупноигольчатый мартенсит, при медленном охлаждении выделение избыточной фазы (например, феррита в доэвтектоидной стали) происходит по границам крупного зерна, отвечающего исходному перегреву ([5], [6]). Следует ожидать, что вто-

ричная внутризеренная текстура перегрева должна оказывать влияние на структурные формы и кинетику распада переохлажденного аустенита в перлито-троостит после нового нормального нагрева.

Зарождение перлито-трооститовых колоний должно происходить не на границах действительных (очень мелких) зерен аустенита, мало разнящихся по своей ориентировке, а на границах текстурованных объемов, отвечающих крупному зерну исходного перегрева. Скорость перлито-трооститового превращения должна, соответственно, уменьшиться. Указанное предположение полностью подтверждается опытом.

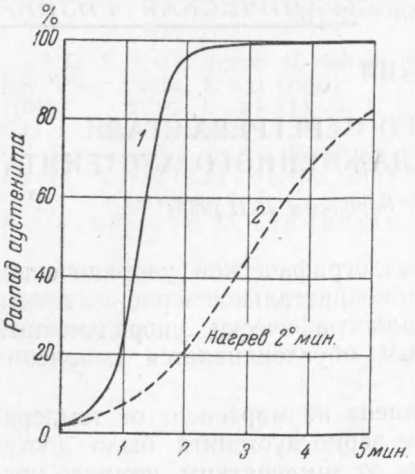


Рис. 3

На рис. 1 и 2 представлена микроструктура стали марки 4ОХС (0,41% С, 0,35 % Mg, 1,44 % Si, 1,41 % Cr) после медленного (2° в минуту) нагрева на 950°, закалки в соляной ванне с температурой 650° с выдержкой 1 мин. и последующего охлаждения в воде. Образец, микроструктура которого изображена на рис. 2, был предварительно закален в масле от 1300° и отпущен на 650; образец, микроструктура которого представлена на рис. 1, предварительному перегреву не подвергался. В последнем случае (рис. 1) за 1 мин. при 650° произошел почти полный распад аустенита в перлито-троостит; в случае предварительно перегретого образца (рис. 2) распад только начался, причем выделения перлито-троостита располагаются по границам очень крупного зерна, отвечающего исходному перегреву.

На рис. 3 представлены построенные магнитометрическим методом кривые изотермического распада аустенита при температуре 650° для неперегретого (*1*) и перегретого (*2*) образцов этой же стали после вторичного медленного (2° в минуту) нагрева на 900°. В первом случае распад практически заканчивается уже через 2 мин.; в случае предварительно перегретого образца распад сильно затягивается и не заканчивается даже через 5 мин.

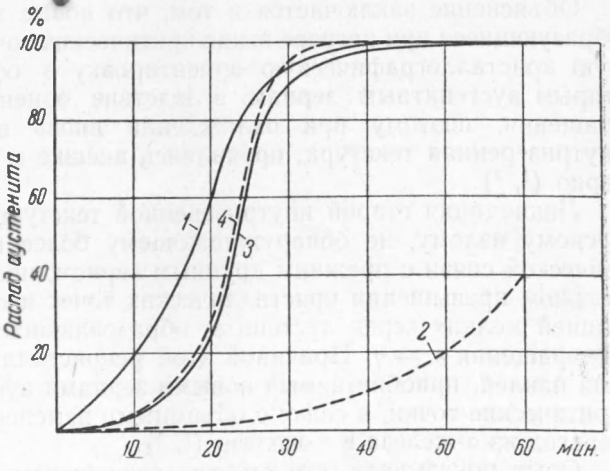


Рис. 4

На рис. 4 соответствующее сопоставление дано для хромоникелевой стали марки 37ХН3А (0,32% С, 0,35% Mn, 0,35% Si, 1,53% Cr и 3,33% Ni). Диаграмма изображает результаты четырех опытов, два из которых (сплошные кривые) проводились на образцах, предварительно закаленных от 900°, и два других — на образцах, предварительно закаленных от 1300° (пунктирные кривые). В обоих случаях после предварительной закалки образцы были отпущены на 650°. Окончательный нагрев до температуры 900° производился со скоростью 2° в минуту (кривые *1, 2*) и 150—300° в минуту (кривые *3, 4*).

К статье В. Д. Садовского, стр. 515.

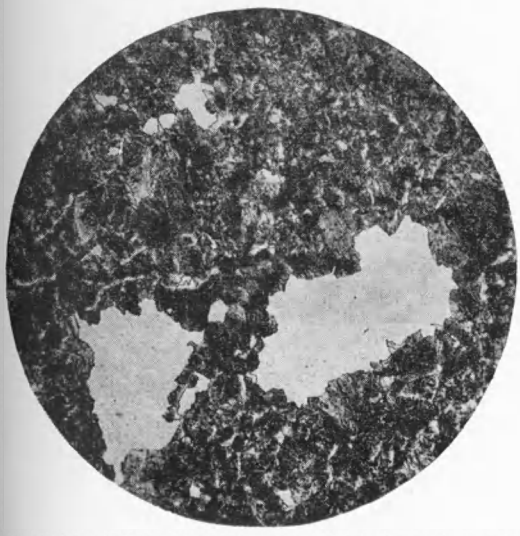


Рис. 1

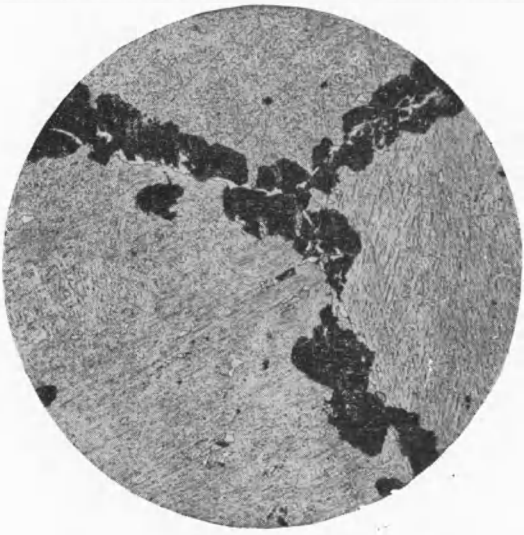


Рис. 2

К статье Ю. Г. Мамедалиева и др., стр. 529

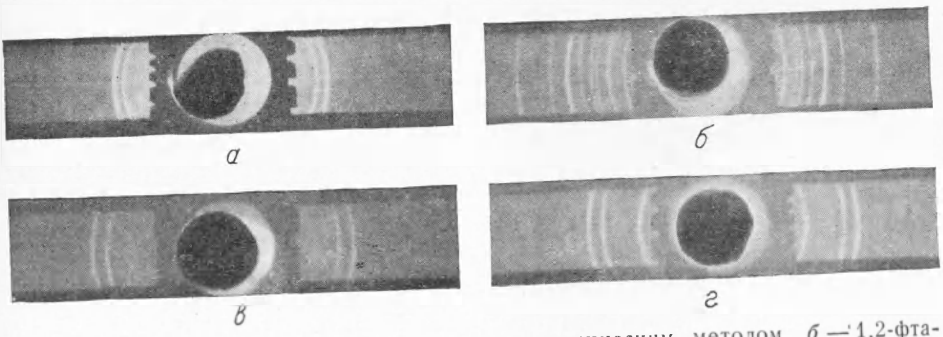


Рис. 1. *а* — 1,3-фталевая кислота, разделенная химическим методом, *б* — 1,2-фталевая кислота. Fe-излучение, *в* — 1,3-фталевая кислота. Fe-излучение. *г* — 1,4-фталевая кислота. Fe-излучение

Ясно видно, что и в стали 37ХНЗА наблюдается тот же эффект предварительного перегрева, что и в стали 40ХС.

Весьма важно, что влияние предварительного перегрева на кинетику распада аустенита практически не ощущается, если вторичный нагрев производится со скоростью порядка 150—300° в минуту (посадка небольшого образца в разогретую печь).

Это указывает, что влияние перегрева не может быть объяснено какими-либо концентрационными изменениями на границах зерна аустенита, происходящими при высоких температурах, а связано с возникновением вторичной внутризеренной текстуры, степень совершенства которой зависит от скорости нагрева ([5]). В связи с этим следует ожидать, что при очень быстром нагреве, со скоростью порядка сотен градусов в секунду, предварительный перегрев опять-таки должен оказывать аналогичное действие на кинетику распада аустенита.

Описываемое в настоящем сообщении влияние текстуры перегрева имеет место лишь в отношении превращения аустенита в перлито-троостит и не наблюдается для превращения на промежуточной ступени. Кроме того, эффект предварительного перегрева в том виде, как здесь описано, наблюдается лишь при том условии, что температура вторичного нагрева не достигает интервала рекристаллизации аустенита, обусловленной внутренним наклепом.

Институт физики металлов
Уральского филиала Академии наук СССР

Поступило
19 X 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] К. А. Малышев, Тр. Инст. физики металлов УФАН, в. 12 (1949). [2] В. И. Архаров, Ю. Д. Козманов, ДАН, **69**, № 1 (1949). [3] К. А. Малышев, В. Д. Садовский, Б. Г. Сазонов, ДАН, **76**, № 1 (1951). [4] В. Д. Садовский, К. А. Малышев, Б. Г. Сазонов, Изв. АН СССР, ОТН, № 1 (1953). [5] Б. Г. Сазонов, ДАН, **93**, № 5 (1953). [6] В. Д. Садовский, К. А. Малышев, Б. Г. Сазонов, Превращения при нагреве стали, 1954.