

УДК 669.15.194:620.18:620.178.746.22

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Академик В. Д. САДОВСКИЙ, Г. Н. БОГАЧЕВА, В. М. УМОВА

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН НА ВЕЛИЧИНУ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ И ХАРАКТЕР ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ СТАЛИ

Трещина излома при хрупком разрушении конструкционных сталей в ряде случаев развивается по границам зерен. Такой характер разрушения имеет место, например, после отпуска при температурах развития отпускной хрупкости — низким значениям ударной вязкости сопутствует характерный блестящий излом по границам зерен. Существенное влияние на величину ударной вязкости и распространение трещины излома может оказывать, по-видимому, геометрия границ зерен.

В связи с этим проводилось сопоставление ударной вязкости и характера разрушения образцов в хрупком состоянии после обычной термической обработки и термической обработки, приводящей к изменению формы границ зерен. Границы зерен в закаленной стали выявляются обычно в виде гладких, тонких линий. Однако имеется возможность получать при термической обработке структуру, характеризующуюся зубчатыми или извилистыми межзеренными границами. Такая возможность вытекает из наблюдений (¹⁻⁶) у некоторых сталей (при повторном нагреве после предварительно перегрева и закалки) восстановления исходных зерен при фазовом превращении — новые аустенитные зерна, образующиеся при завершении фазового превращения, соответствуют исходным по величине, форме и кристаллографической ориентации, которые сохраняются без изменения до определенных температур выше $A_{с3}$. Металлографическое отличие структуры, образующейся в процессе восстановления, от структуры стали после первой, предварительной закалки, заключается в характере межзеренных границ: границы зерен после первой закалки прямые, после вторичной, проведенной в условиях, обеспечивающих восстановление зерна, — зубчатые.

Таким образом, можно иметь образцы с одинаковой величиной зерна и, различной геометрией межзеренных границ.

Для исследования использовались стали 35ХГС и 37ХНЗТ.

В табл. 1 представлены режимы термической обработки и соответствующие им значения ударной вязкости (A_k , кгм/см²) и твердости (HRC), а на рис. 1 — структура исследуемых образцов (рис. 1 см. вклейку к стр. 300).

Таким образом, исследуемый способ обработки (двукратная закалка), отличительной особенностью которого является восстановление исходных крупных зерен, но с измененной, а именно, зубчатой геометрией границ зерен, приводит к повышению ударной вязкости стали. Падение ударной вязкости высокоотпущенных образцов после дополнительного отпуска в интервале развития отпускной хрупкости (отпуск при 550°) у образцов с восстановлением при фазовом превращении зерном на 30—40% меньше, чем у образцов, подвергаемых такому же отпуску после закалки от 1250°.

Изменяется и характер разрушения: излом образцов, отпущенных в интервале развития отпускной хрупкости, после закалки от 1250° — хруп-

Таблица 1

Условия отпуска	Условия закалки			
	1250°, 1 час, масло		1250°, 1 час + 950°, скорость нагрева до 950°—2° в мин., масло	
	A_K	HRC	A_K	HRC
Сталь 35ХГС				
150°	2,2	53	4,6	52
350°	1,1	48	4,0	49
550°	3,1	34	9,8	32
650°	9,5	26,5	17,5	26,0
Сталь 37ХНЗТ				
650°, 2 час., масло	11,0	27,5	17,5	26,5
650°, 2 час. + 550°, 4 час., охлаждение с печью	2,8	29,5	12,9	26,0

кий, трещина излома проходит по границам зерна; трещина излома при разрушении образцов, структура которых характеризуется зубчатостью межзеренных границ, проходит по телу зерна.

Термическая обработка, обеспечивающая образование зубчатых межзеренных границ, может рассматриваться как способ, ослабляющий развитие отпускной хрупкостью и повышающий ударную вязкость стали.

Институт физики металлов
Академии наук СССР
Свердловск

Поступило
22 XII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. Д. Садовский, К. А. Малышев, Б. Г. Сазонов, Превращения при нагреве стали, Свердловск, 1954. ² В. Д. Садовский, Б. К. Соколов, Проблемы металловедения и термической обработки, Сборн. 2, М., 1960, стр. 5. ³ В. Д. Садовский, Г. Н. Богачева, Б. К. Соколов, Физ. мет. и металловед., 14, 3, 414 (1962). ⁴ В. Д. Садовский, Тр. Инст. физ. мет. Уральск. фил. АН СССР, 20, 303 (1958). ⁵ В. Д. Садовский, Сборн. Структурные и фазовые превращения при нагреве стали и сплавов, Пермь, 1969, стр. 3. ⁶ И. П. Сорокин, Сборн. Структурные и фазовые превращения при нагреве стали и сплавов, Пермь, 1969, стр. 52.