

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

М. П. АРБУЗОВ

**СОСТОЯНИЕ МАРТЕНСИТА, ВЫДЕЛЕННОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИ  
ИЗ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ**

*(Представлено академиком И. П. Бардиным 26 VIII 1950)*

При изучении кристаллической структуры карбидной фазы на порошках карбида, осажденного из сталей, отпущенных при разных температурах <sup>(1, 2)</sup>, было обнаружено, что при электролитическом растворении закаленных сталей частицы твердого раствора  $\alpha$ -мартенсита осаждаются на растворяющем образце.

Таким образом, оказалось, что метод анодного растворения применим не только для выделения карбидов из сталей, но и для получения изолированного мартенсита из закаленной стали.

Были основания предполагать, что мартенсит, выделенный из стали, по своему состоянию отличается от<sup>\*</sup> мартенсита, распределенного в стали, и что изолированный мартенсит может быть удобным материалом для выяснения некоторых особенностей процессов закалки и отпуска сталей. В связи с этим мы произвели растворение закаленных сталей с различным содержанием углерода и рентгенографическое изучение полученных осадков (мартенситных порошков). В настоящей работе сообщаются некоторые результаты исследования, проведенного в указанном направлении.

В качестве исходного материала для исследования служили углеродистые стали с содержанием углерода 0,80; 0,98; 1,16; 1,38 и 1,51%. Количество углерода в стали определялось приблизительно с точностью до 0,03–0,05%. Закалка образцов производилась из  $\gamma$ -области.

Для растворения закаленной стали применялся водный раствор соляной кислоты или хлористого калия и лимонной кислоты.

Рентгенограммы получались в железном излучении от цилиндрических образцов (диаметром 1 мм), спрессованных из мартенситных осадков (порошков) в камере диаметром 114,6 мм. Для сравнения были получены при тех же условиях рентгенограммы с обычного цилиндрического образца, изготовленного из цельного куска закаленной стали с содержанием углерода 0,98%.

При определении углов отражения в качестве стандарта служили отожженные мелкие опилки чистого железа.

Результаты растворения образцов и рентгенофотосъемка полученных осадков показали, что одним из основных условий возможности выделения мартенсита путем анодного растворения сталей является наличие второй фазы — остаточного аустенита в образцах закаленной стали. Так как потенциалы растворения аустенита и мартенсита различны, то можно подобрать условия электролиза, при которых будет растворяться  $\gamma$ -фаза, а растворение мартенсита практически происходить не будет. В результате такого процесса растворения на поверхности

образуется осадок, который на рентгенограммах дает только интерференции тетрагональной решетки мартенсита.

Сравнение рентгенограмм, полученных от цельного образца стали, с рентгенограммами мартенситного порошка (осадка) этой же стали показало, что между этими рентгенограммами имеется существенное различие. Линии мартенситной фазы на рентгенограммах цельных образцов, как обычно, сильно размыты. На всех же рентгенограммах, полученных с мартенситных порошков, размытость линий была значительно меньше. Это хорошо видно из рис. 1, на котором помещены репродукции двух рентгенограмм. Рентгенограмма *a* снята с обычного образца, а рентгенограмма *b* — с осадка закаленной стали. На первой рентгенограмме линии (022) и (220) тетрагональной решетки очень размыты и почти сливаются с диффузным фоном. Эти же линии на рентгенограмме *b* хорошо видны.

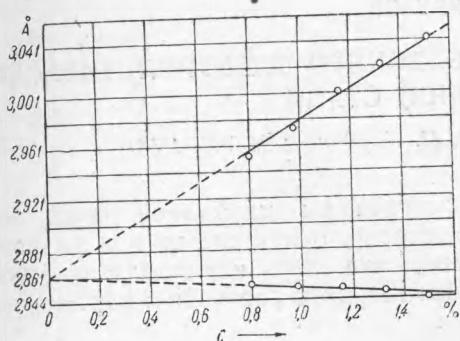


Рис. 2

жавшей их упругой среды, и деформация в значительной мере снимается. Отношение осей тетрагональной решетки при этом остается неизменным (в пределах ошибок измерений). Исчезновение сильной размытости линий мартенсита в результате электролитического растворения аустенита, в котором заключался мартенсит, свидетельствует о том, что упругая деформация решетки мартенсита вызывается в основном внешними по отношению к каждому кристаллику силами.

Таким образом, мы получили новые экспериментальные данные о природе размытости интерференций мартенсита и о природе так называемых напряжений второго рода.

Измерения постоянных и отношения осей ( $c/a$ ) решетки изолированного мартенсита показали, что абсолютные значения этих величин, а также зависимость их от содержания углерода в стали не меняются от того, находится ли мартенсит в стали или он выделен из нее. Этот факт показывает непосредственно, что тетрагональная структура мартенсита ни в какой мере не вызвана напряжениями, как это иногда предполагалось. Он непосредственно свидетельствует о том, что такая структура обусловливается построением решетки мартенсита из атомов обеих компонент — железа и углерода (твердый раствор), как это следовало из данных рентгенографических исследований<sup>(4)</sup>.

В табл. 1 приведены данные измерений постоянных и отношения осей, найденных из рентгенограмм мартенситных порошков, выделенных

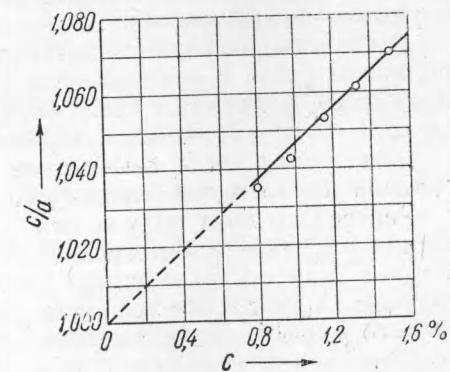


Рис. 3

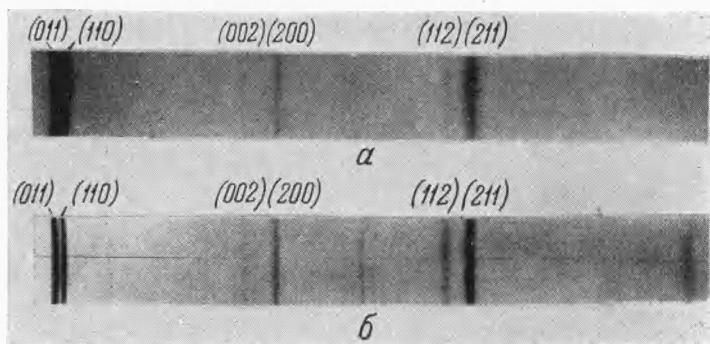


Рис. 1

из закаленной стали с различным содержанием углерода. На рис. 2 и 3 эти результаты представлены в виде графиков. Такая зависимость отношения осей решетки мартенсита от содержания углерода в стали впервые была получена Г. В. Курдюмовым и Э. З. Каминским (3). Курдюмов на основании более поздних экспериментальных данных выразил эту зависимость следующим образом:

$$c/a = 1 + 0,0467 p,$$

где  $p$  — весовой процент углерода в стали.

В колонке 5 табл. 1 приведены значения  $c/a$ , вычисленные по формуле Курдюмова для сталей с различным содержанием углерода.

Сравнивая наши данные с данными указанных авторов, можно видеть, что они близки друг к другу. Имеющиеся небольшие расхождения надо отнести, очевидно, за счет неточностей в определении углерода в стали и постоянных решетки.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты приводят к следующим выводам.

1. Метод анодного растворения закаленной стали может применяться для выделения мартенситных фаз.

2. При растворении сталей кристаллическая структура мартенсита не меняется.

3. В результате выделения кристаллики мартенсита освобождаются в значительной мере от искажений решетки, обусловливающих размытость интерференционных линий („напряжения второго рода“).

Таблица 1

% C	$a$ в Å	$c$ в Å		$c/a$ по Курдюмову
0,80	2,854	2,953	1,035	1,037
0,98	2,852	2,973	1,042	1,0457
1,16	2,851	3,001	1,053	1,054
1,33	2,848	3,021	1,061	1,062
1,51	2,844	3,042	1,070	1,070

Лаборатория металлофизики  
Академии наук УССР

Поступило  
26 VIII 1950

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> М. П. Арбузов, ЖТФ, **19**, в. 10, 1119 (1950). <sup>2</sup> М. П. Арбузов, ДАН, **58**, № 1 (1950). <sup>3</sup> Г. В. Курдюмов и Э. З. Каминский, Журн. прикл. физ., **6**, 47 (1929). <sup>4</sup> Г. В. Курдюмов, Сборн. научных докладов секции металловед. и терм. обраб. ВНИТО металлургов, 1940.