

УДК 669.2.01 : 539.217.1 : 541.12.017

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Я. В. ГРЕЧНЫЙ, А. А. БАРАНОВ, В. Н. ИПАТОВА

## ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ПРИ ПЕРИТЕКТИЧЕСКОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

(Представлено академиком А. А. Бочваром 6 V 1971)

Многие технически важные черные и цветные сплавы затвердевают по механизму перитектической реакции:

жидкость + первичная твердая фаза  $\rightarrow$  перитектическая твердая фаза.

Доэвтектоидные стали, например, в широком интервале концентраций углерода (0,1—0,5%) испытывают перитектическую кристаллизацию. Часто перитектическое превращение сопровождается образованием в отливках дефектов (пор и трещины<sup>(1)</sup>). Наибольшая склонность к образованию трещин обнаруживается, например, в сталях перитектического состава ( $\sim 0,17\%$  С). Экспериментальных данных о механизме формирования дефектов в отливках при перитектической кристаллизации нет. Для получения этих данных мы провели исследование кристаллизации Sb—Sn сплавов. Диаграмма состояния этой системы по данным<sup>(2)</sup> приведена на рис. 1.

Для исследования выбрана перитектическая реакция при  $425^\circ\text{C}$ ; изучалось перитектическое превращение в сплаве 55% Sb. Для этого приготовленный сплав в виде стружки помещали в кварцевые капилляры, перегревали выше ликвидуса, а затем быстро переносили в соляную ванну (температура которой ниже перитектической в пределах от 10 до  $245^\circ$ ), где выдерживали от 1 сек. до 30 мин., после чего закаливали в воде.

При изучении структуры после многократной переполитровки и травления в сплавах наблюдаются поры.

Как известно, перитектическая кристаллизация связана с диффузионным перераспределением компонентов<sup>(3, 4)</sup>.

Если первичная фаза  $\gamma$  инициирует выделение перитектической  $\beta$ -фазы, что наблюдалось в данном случае, то перитектическая фаза образуется на поверхности кристаллов первичной фазы, экранируя ее от жидкости. При этом диффузия компонентов, необходимая для продолжения перитектической реакции, осуществляется через оболочку твердой  $\beta$ -фазы.

Для изучения условий образования пор отливки  $10 \times 10 \times 15$  мм, содержащие 55% Sb и полученные при разливке в металлические формы, подвергали термической обработке.

В исходном состоянии сплав содержал кристаллы, размещенные в матрице из  $\beta$ -фазы и  $\alpha$ -фазы (рис. 2a). Следовательно, во время охлаждения перитектическое превращение в сплаве не закончилось. Оно продолжалось при повторном нагреве. В результате двухчасовой выдержки при  $340^\circ$

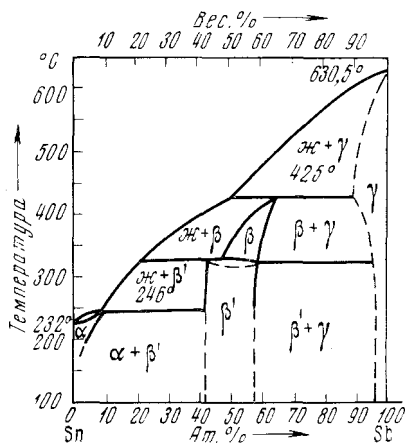


Рис. 1. Диаграмма состояния системы Sb—Sn

$\alpha$ -фаза исчезла, а количество  $\gamma$ -фазы заметно уменьшилось. Вместе с тем указанная обработка сплава привела к образованию большого числа пор, рассредоточенных по всему сечению отливки (рис. 2б).

Образование пор не связано с вытеканием расплава: вес отливки в результате термической обработки не изменился. Увеличение же объема отливки, обусловленное изменением фазового состояния сплава и пористостью, составило  $\sim 6\%$ . Термическая обработка при  $300^\circ$  также привела к образованию пор.

Пористость не связана и с выделением газов, так как термическая обработка при  $220^\circ$ , когда  $\alpha$ -фаза находится в твердом состоянии, не при-

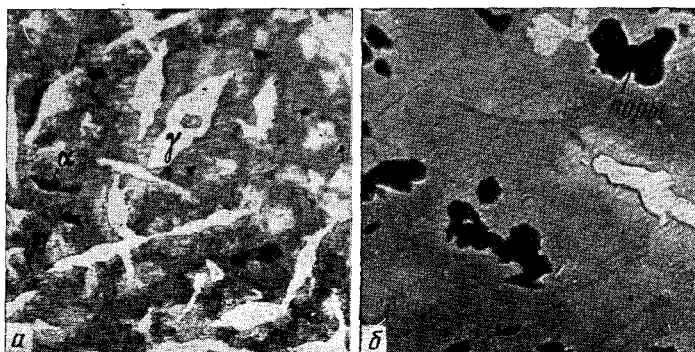


Рис. 2. Структура сплава до (а) и после (б) термической обработки,  $200\times$

вела к образованию пор. Из этого следует, что образование пор происходит в момент перитектического превращения и имеет усадочно-диффузионную природу.

В системе  $\text{Sb} - \text{Sn}$  подвижность атомов компонентов сильно различается. В  $\beta$ -фазе, имеющей кубическую решетку <sup>(2)</sup>, олово диффундирует быстрее сурьмы, что создает направленный поток вакансий к жидкому раствору. В результате локальная усадка, обусловленная кристаллизацией оставшейся жидкости, усугубляется выходом вакансий на межфазовую поверхность  $\beta$  — жидкость.

Развитие пористости в системах, испытывающих перитектическое превращение, не является специфическим только для сплавов  $\text{Sb} - \text{Sn}$ . Известна высокая пористость и других сплавов такого типа, например  $\text{Cu} - \text{Sn}$  <sup>(5)</sup>. Поскольку перитектическая кристаллизация происходит обычно в системе компонентов, значительно различающихся температурами плавления, а следовательно, и коэффициентами диффузии, есть основания ожидать образования пор и в других системах перитектического типа.

В заключение авторы выражают благодарность К. П. Бунину за ценные указания при выполнении работы.

Днепропетровское отделение  
Института механики  
Академии наук УССР

Поступило  
5 V 1971

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. И. Морозенский, *Сталь*, № 4 (1965). <sup>2</sup> K. Iwasé, A. Osawa, N. Aoki, *Science Reports, Tôhoku Univ.*, **20**, 353 (1931). <sup>3</sup> К. П. Бунин, Я. Н. Малиночка, *Введение в металлографию*, М., 1954. <sup>4</sup> J. A. Sartell, D. J. Mack, *J. Inst. of Metals*, **93**, 1, 19 (1964). <sup>5</sup> L. C. Correa da Silva, R. F. Mehl, *Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng.*, 1951, p. 191.