

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 трещин⁽¹⁾). Наибольшая склонность к образованию трещин обнаруживается, например, в стальах 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⁽²⁾ приведена на рис. 1.

Для исследования выбрана перитектическая реакция при 425°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°), где выдерживали от 1 сек. до 30 мин., после чего закаливали в воде.

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

Как известно, перитектическая кристаллизация связана с диффузионным перераспределением компонентов^(3, 4).

Если первичная фаза γ инициирует выделение перитектической β -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 β -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 β -фазы и α -фазы (рис. 2a). Следовательно, во время охлаждения перитектическое превращение в сплаве не закончилось. Оно продолжалось при повторном нагреве. В результате двухчасовой выдержки при 340°

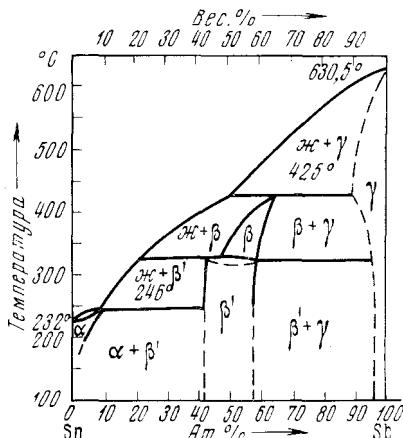


Рис. 1. Диаграмма состояния системы Sb—Sn

α -фаза исчезла, а количество γ -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° также привела к образованию пор.

Пористость не связана и с выделением газов, так как термическая обработка при 220° , когда α -фаза находится в твердом состоянии, не при-

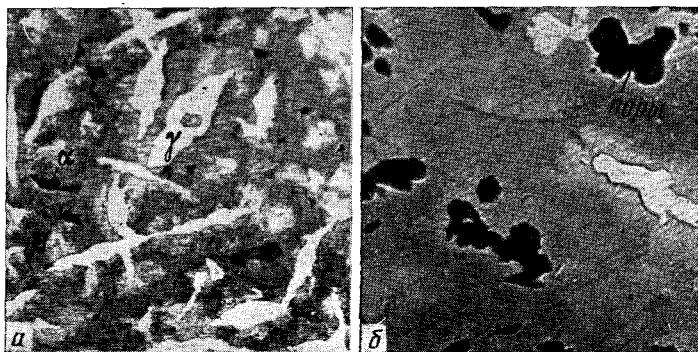


Рис. 2. Структура сплава до (а) и после (б) термической обработки, $200\times$

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

В системе Sb — Sn подвижность атомов компонентов сильно различается. В β -фазе, имеющей кубическую решетку (²), 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 β — жидкость.

Развитие пористости в системах, испытывающих перитектическое превращение, не является специфическим только для сплавов Sb — Sn. Известна высокая пористость и других сплавов такого типа, например Cu — Sn (⁵). Поскольку перитектическая кристаллизация происходит обычно в системе компонентов, значительно отличающихся 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

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