

КАРБИДЫ В МАЛОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВАХ МОЛИБДЕНА И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ТЕРМООБРАБОТКИ

Гнесин Б.А., Карпов М.И., Аристова И.М., Абросимова Г.Е.,
Гнесин И.Б., Постнова Е.Ю.

*Институт физики твердого тела Российской Академии наук,
Черноголовка, Россия*
gnedin@issp.ac.ru

В работе сопоставляют структурные особенности, связанные с карбидами в листах нового малолегированного сплава молибдена из работы [1] с большей концентрацией углерода для образцов: а) без промежуточного отжига и б) с промежуточным высокотемпературным отжигом на толщине 2,8–3,0 мм после завершения горячей прокатки. Отожженные образцы, во избежание хрупкого разрушения при прокатке, пришлось дольше деформировать с подогревом в кремнийорганической жидкости при 280° С, с толщины 2,8–3,0 мм до толщины 0,4 мм, а не до 1,0 мм, как у образцов из [1]. До 0,17 мм прокатку вели уже при 20° С.

Сравнение с помощью сканирующей электронной микроскопии состояния поверхности листов толщиной 0,17 мм с промежуточным отжигом и без него показало, что промежуточный отжиг весьма заметно снижает число и протяженность микродефектов (выкрашиваний и трещин) на поверхности после холодной прокатки.

Рентгенофазовый анализ поверхностей листов толщиной 0,17 мм с помощью немонахроматизированного излучения Со наряду с линиями Мо позволил обнаружить еще и по 4-5 слабых дифракционных линий, которые могли бы быть отнесены к карбидам. При этом наборы дополнительных линий для образцов с отжигом и без него имели лишь одну общую линию. Однозначное определение фаз по таким данным провести невозможно, поскольку объемные доли фаз очень малы.

Просвечивающая электронная микроскопия позволила обнаружить различия в фазовом составе и в распределении по размерам и форме карбидов. В образцах без промежуточного отжига в ~1/8 случаев обнаружены карбиды крупнее 1 мкм, все они имели невыпуклую форму. В образцах с промежуточным отжигом среди 40 кадров с карбидами не найдено ни одного крупнее 1 мкм, карбиды были выпуклы. Если на образцах без отжига были идентифицированы только гексагональные карбиды Mo₂C, то для отожженного образца были найдены орторомбический Mo₂C и кубический карбид изоморфный HfC. Выявленные отличия могли быть обусловлены отжигом, приведшим к растворению первоначальных карбидов, а затем к выделению при охлаждении более мелких карбидов иного фазового состава и более округлой формы из-за снижения предела растворимости, [2], углерода в Мо. Причиной изменения состава и морфологии карбидов могло быть различие в условиях охлаждения относительно толстого слитка в кристаллизаторе плавильной печи и относительно тонкого листа в вакуумной печи после высокотемпературного отжига.

Авторы благодарны ИФТТ РАН за возможность проведения данной работы.

1. Данный сборник, стр. 108.
2. Massalski T.V. et. al. Binary alloy phase diagrams, 1990