

УДК 620.22

В. Р. Рамазанова, С. М. Никифорова

УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,

г. Екатеринбург

zh-al@yandex.ru

Научные руководители – проф., д-р техн. наук С. В. Грачев, канд. техн. наук А. С. Жилин

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРА ОХЛАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ ИНВАРНОГО СПЛАВА С 0,6%С

АННОТАЦИЯ

Проведен качественный и количественный анализ распределения структурных составляющих (γ -фаза + графит) в углеродсодержащем инварном сплаве с 0,6 % С. Показано, что скорость кристаллизации оказывает существенное влияние на дисперсность графита и объёмную долю графитных включений в сплаве: при быстром охлаждении объёмная доля графита и его дисперсность существенно выше, чем при медленном охлаждении.

Ключевые слова: инвар-эффект, кристаллизация, структура

ABSTRACT

Metallography analysis of invar alloys crystallized with different cooling rates was carried out. It was demonstrated that velocity of crystallization impact on the dispersity of graphite. The higher velocity of cooling produces the more dispersive graphite.

Keywords: invar-effect, crystallization, structure

Инварные прецизионные сплавы позволяют получать материалы, обладающие низкими значениями температурного коэффициента линейного расширения ($\alpha_{20-100} < 3 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), что активно используется в приборостроении для нефтегазовой отрасли [1]. Постоянно увеличивающаяся потребность в производстве крупных изделий из инварных сплавов поставила задачу создания технологий получения крупных изделий [2]. Состояние после кристаллизации было выбрано с целью получения сведений об исходной структуре, γ -фаза в которой пересыщена по углероду.

Анализ микроструктуры быстро охлаждённого сплава показал, что в сплаве графит распространен преимущественно в мелкодисперсном состоянии с диаметром частиц до 3 мкм. В сплаве, полученном в результате медленной кристаллизации, наблюдается совершенно другой характер распределения графитных включений. Объёмная доля включений графита

выше, чем в сплаве, полученном при быстром охлаждении. При быстрой скорости охлаждения углерод не успевает перейти из γ -твердого раствора в свободный графит, что в конечном итоге приводит к наличию насыщенного углеродом твердого раствора, являющегося, как следствие, носителем низких инварных свойств.

Особенностью обоих сплавов является факт существования графита в виде очень мелких частиц (3–7 мкм). Происхождение мелкодисперсного графита может быть связано с влиянием эвтектического превращения при кристаллизации сплава. Поскольку при росте дендритов обедненного углеродом твердого раствора в междендритном пространстве могут оставаться порции жидкости с повышенным содержанием углерода, которые в результате дальнейшего охлаждения распадаются по эвтектической реакции на графит и γ -твердый раствор. Развитие представлений о влиянии эвтектического превращения на процессы формирования структуры углеродсодержащих инварных сплавов представляет серьезную фундаментальную задачу дальнейшего изучения литейных углеродсодержащих прецизионных сплавов.

Авторы выражают благодарность коллегам Н. А. Попову и М. А. Рыжкову (каф. ТЮиФМ УрФУ) за измерение физических свойств материалов и обсуждение результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Masayuki Shiga. Invar alloys. Current Opinion in Solid State and Materials Science, Volume 1, Issue 3, 1996. P. 340–348.
2. Щербединский Г. В., Родионов Ю. Л. Многофункциональные сплавы с регулируемым комплексом трудносочетаемых механических и физико-химических свойств. Металлы. 2000. № 5. С. 132–135.