

Бачинский Ю.Д., Бубликов В.Б., Ясинский А.А., Зеленая Л.А.
(ФТИМС НАН Украины, г. Киев)

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛЕГИРОВАННОГО МЕДЬЮ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Большинство предприятий Украины выпускает преимущественно высокопрочный чугун марки ВЧ500-7, что создает проблемы с производством современной техники, в которой можно успешно применять до 15 марок высокопрочного чугуна, обладающего широким диапазоном механических свойств – прочности при растяжении σ_B до 1600 МПа и относительно удлинения δ до 22%. Достижение высокопрочным чугуном уровня прочности при растяжении выше 700 МПа возможно применением либо легирования, либо термической обработки. Одним из недорогих и наиболее качественно влияющих на структуру, которая определяет уровень прочностных свойств высокопрочного чугуна, легирующих химических элементов является медь, а из способов термообработки – нормализация.

В производственных условиях с применением литниково-модифицирующей системы с центробежным проточным реактором были изготовлены отливки «Диафрагма» с толщиной стенки 5 мм из нелегированного и легированного медью высокопрочного чугуна. Чугун выплавляли из шихты, которая состояла из 50% передельного чушкового чугуна ПВК-3 и 50% оборота высокопрочного чугуна. Перед выпуском в ковш в расплав вводили 0,1% порошка графита марки МГ. Модифицирование проводили в литейной форме стандартной (~45% Si и ~7% Mg) FeSiMg лигатурой ФСМг7 в количестве 0,8% от массы заливаемого расплава. Расчетное количество меди в виде отходов штамповки вводили в ковш при выпуске металла из печи. Температура чугуна при заливке форм составляла 1430...1450 °С. Химический состав отлитых чугунов приведен в табл. 1.

Термическую обработку – нормализацию – проводили по следующему режиму: нагрев в соляной ванне до 870 °С, выдержка 20 мин, охлаждение на воздухе.

Таблица 1 – Химический состав металла отливок «Диафрагма»

Высокопрочный чугун	Содержание элемента, %								
	C	Si	Mg	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
Нелегированный	3,7	2,8	0,044	0,24	0,18	0,23	0,11	0,012	0,049
Легированный медью	3,4	3,0	0,052	0,20	0,19	0,22	1,50	0,010	0,049

Механические испытания проводили на образцах диаметром 3 мм, вырезанных из стенки отливки в литом состоянии и после нормализации. Полученные механические свойства и структура высокопрочных чугунов в опытных отливках представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Механические свойства и структура металла отливок

Высокопрочный чугун	Механические свойства			Количество феррита, %	Твердость НВ, МПа
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %		
Нелегированный, литой	510	402	12,6	80	2130
Нелегированный, после нормализации	645	515	5,7	30	2640
Легированный медью, литой	815	636	5,7	30	2640
Легированный медью, после нормализации	985	720	6,0	5	2640

Микроструктура металлической основы нелегированного металла отливок в литом состоянии преимущественно ферритная (75...85% феррита), тогда как после легирования – перлитная (до 70% перлита). Шаровидный графит имел следующие характеристики: форма – ШГф5;4, диаметр включений – 9...45 мкм, количество включений – 630...720 шт/мм².

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности влияния легирования медью, усиленного термической обработкой (нормализацией) на повышение прочностных характеристик тонкостенных отливок из модифицированного в предкристаллизационном периоде высокопрочного чугуна до уровня марок аустенито-ферритных высокопрочных чугунов, получаемых изотермической закалкой.