

різноманітного невідповідального (мелючі тіла, вантажі, санітарні люки, плити для настилів, декоративне литво) та відповідального (заготовок поршневих кілець, сідел клапанів та ін.) призначення.

### Список литературы

1. Жуков, А. А. Технологически стабильные процессы получения отливок повышенной прочности и пластичности [Текст] / А.А. Жуков, А.Б. Янченко, С. В. Давыдов // Литейное производство. – 1992. – №1. – С. 12 - 14.

2. Жуков, А. А. Влияние серы на фазовые превращения в чугунах, получаемых по новым ресурсосберегающим технологиям [Текст] / А. А. Жуков, А. Б. Янченко, Г. Ю. Шульте, В. С., Бондарь, О. Д. Опалихина. // Процессы литья. 1994, №2 – С.112-117.

УДК 621.74.002.6:669.13

**Л. Х. Иванова, Д. В. Муха, Д. А. Витер**

Национальная металлургическая академия Украины

### КОМПЛЕКСНЫЙ МОДИФИКАТОР ДЛЯ ЧУГУННЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Известно, что для получения высокопрочного чугуна большинство исследователей рекомендуют содержание магния минимум 0,01...0,025%. Учитывая, что при литье прокатных валков скорости охлаждения различных частей отливки значительно выше или ниже, чем при получении машиностроительных отливок, провели серию из 12 плавов с применением для модифицирования комплексных модификаторов на основе магния (КМг9 ДСТУ 3362-96) и редкоземельных металлов (СРЗМ30), исследуемая скорость охлаждения 4,5 град/с.

Модифицирование исследуемого чугуна от рабочего слоя валков лигатурой, содержащей магний (присадка 0,2...1,5 масс.%), при всех исследуемых присадках вызывало в структуре исследуемого чугуна (в исходном состоянии - белого) появление графита, что является недопустимым. Количество цементитной составляющей в структурах модифицированных чугунов также монотонно уменьшалось по сравнению с немодифицированным состоянием: при присадке 0,2 масс.% лигатуры КМг9 – на 3%, а при 1,5 масс.% – на 15%. Дисперсность перлита модифицированных чугунов почти не изменялась по сравнению с исходным состоянием. С увеличением при-

садки модификатора КМг9 пределы прочности при изгибе и разрыве монотонно повышались максимально  $\sigma_{\text{в}}^{\text{изг}}$  на 17%, а  $\sigma_{\text{в}}^{\text{р}}$  – на 11%.

Для определения концентраций РЗМ<sub>ост</sub>, позволяющего получать чугун с меньшим количеством феррита, без графита и соответственно повышенной прочности по сравнению с немодифицированным чугуном, провели 4 плавки с обработкой исходного чугуна возрастающими количествами лигатуры марки СРЗМ30 от 0,2 до 1,0 масс.%. Модифицирование лигатурой СРЗМ30 вызывало увеличение дисперсности перлита. Кроме того, уже при присадке 0,2 масс.% лигатуры СРЗМ30 в расплав чугуна образовывалось 4% графитных включений вермикулярной формы балла ВГф2-ВГр1-ВГ100. Вермикулярная форма графитных включений в исследуемом чугуне была получена и при присадках 0,5 и 0,8 масс.% лигатуры СРЗМ30, расчетное содержание РЗМ<sub>ост</sub> – 0,104 и 0,15%. Графит при содержании РЗМ<sub>ост</sub> – 0,104% в чугуне характеризовался баллами ВГф2-ВГр1-ВГ70, а при содержании РЗМ<sub>ост</sub> 0,15% появлялись включения шаровидного графита наряду с вермикулярным. Присадка комплексного модификатора на основе РЗМ, обеспечивавшая максимальное количество карбидов и отсутствие графитных включений в структуре чугуна рабочего слоя валков, составила 1,0 масс.%. Структурные изменения в чугунах сопровождались повышением твердости. С увеличением присадки СРЗМ30 от 0,2 до 1,0 масс.% пределы прочности при изгибе и разрыве монотонно повышались до 49 и 60% - при оптимальной присадке лигатуры, соответственно.

Совместное модифицирование исследуемого чугуна постоянной присадкой лигатуры на основе РЗМ и возрастающими количествами лигатуры КМг9 вызывало появление графитных включений: при малых присадках КМг9 до 0,2 масс.% – вермикулярной формы, а при максимально исследованной присадке 0,4 масс.% – шаровидной. Установлено, что совместное модифицирование исследуемыми лигатурами не привело к улучшению структуры по сравнению с модифицированием только комплексным модификатором на основе РЗМ.

Количество карбидной фазы в исследуемых чугунах по сравнению с модифицированным оптимальной присадкой лигатуры на основе РЗМ чугуном уменьшалось на 14...16%. Количества феррита в структуре исследуемого чугуна по сравнению с немодифицированным состоянием было в 1,9...2,7 раза меньшим, а по сравнению с оптимальной присадкой СРЗМ30 – на 3...5% большим. Показано, что совместное модифицирование валкового чугуна двумя лигатурами привело к увеличению количества перлита на 2...6% по сравнению с немодифицированным состоянием чугуна, а по сравнению с модифицированием только СРЗМ30 количество перлитной состав-

ляющей структуры уменьшилось на 0,8...4,9%. Исследованные присадки КМг9 от 0,1 до 0,4 масс.% при постоянной присадке СРЗМ30 1,0 масс.% не привели к повышению прочностных свойств чугуна по сравнению с оптимальной присадкой только СРЗМ30.

Таким образом, проведенные исследования по влиянию модифицирования чугуна показали, что наилучшие механические свойства и структура были получены при обработке чугуна расплава комплексным модификатором на основе РЗМ в количестве 1,0 масс.%.

УДК 621.74.002.6:669.13

**А. Ю. Калашникова, Л. Х. Иванова, А. С. Алексеенко**

Национальная металлургическая академия Украины

## **МЕЛЮЩИЕ ТЕЛА ИЗ КОМПЛЕКСНОМОДИФИЦИРОВАННОГО ЧУГУНА**

Обычно такие мелкие отливки как мелющие тела изготавливают из средне- или высоколегированных железоуглеродистых сплавов.

Известно, что легирование и модифицирование являются способами повышения надежности и долговечности таких литых деталей, как мелющие шары. Химические составы и свойства сплавов для мелющих тел в литом состоянии и после термической обработки по разным режимам приведены в многочисленных источниках [1-6].

Целью работы были сопоставительный анализ микроструктуры чугунов, модифицированного редкоземельными металлами и серийного производства (немодифицированного), а также определение оптимального технологического процесса изготовления чугунных мелющих тел.

Для литья мелющих тел-шаров был принят высокопроизводительный способ литья в многоразовые металлические формы на установке карусельного типа с использованием нелегированного модифицированного железоуглеродистого сплава. Плавку проводили в индукционной печи ИЛТ-2,5. В качестве модификатора использовали комплексный модификатор следующего состава, масс.%: редкоземельные металлы 40,5; кремний 38,6; алюминий 5,8, железо – остальное. Модифицирование проводили в разливочных ковшах емкостью 0,12т. Заливку кокильных литейных форм проводили при температуре расплава 1280...1300°C. Литейная форма пред-