

Таблица 1 – Влияние расхода ЖКМК-2Р на механические свойства отожженного ВЧ

Расход ЖКМК-2Р, % от массы жидкого металла	Механические свойства			
	σ_B , МПа	НВ, од.	КС, Дж/см ²	δ , %
2,2	505	179	64,2	14,9
2,6	480	160	80,4	16,5
3,0	510	181	93,2	15,1

Особенно эффективно ЖКМК-2Р влияет на показатель КС. Так, при расходе 2,2 % ЖКМК-2Р, которого достаточно для требуемой степени сфероидизации графита, среднее значение КС составило 64,2 Дж/см². Обработка чугуна ЖКМК-2Р в количестве 2,6 % увеличивает КС на 25 %, а в количестве 3,0 % – на 45 %. В последнем случае среднее значение ударной вязкости КС высокопрочного чугуна достигает 93,2 Дж/см².

Таким образом, установлено, что в результате высокой рафинирующей способности комплексного модификатора ЖКМК-2Р, содержащего 12 % кальция, можно эффективно нейтрализовать отрицательное действие шихтовых материалов с плохой наследственностью и существенно улучшить показатели пластичности и ударной вязкости высокопрочного чугуна.

УДК 621.74:669.13-928

В. Б. Бубликов, Ю. Д. Бачинский, С. Н. Медведь

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

Тел.: (+38044) 424-00-50, e-mail: otdel.vch@gmail.com

АУСФЕРРИТНЫЙ ВЫСОКОПРОЧНЫЙ ЧУГУН

В этом году исполняется 70 лет высокопрочному чугуну с шаровидным графитом, открытому в 1948 г. К. Миллисом (США) и Г. Морроу (Великобритания). Этот прогрессивный литейный материал, благодаря оптимальному сочетанию высоких литейных, физико-механических, эксплуатационных свойств, а также экономичности производства, широко используется в современных машинах и оборудовании вместо стали, ковкого и серого чугунов, сплавов цветных металлов. Учитывая, что высокопрочный чугун является относительно «молодым» литейным материалом, потенци-

альные возможности повышения его свойств далеко не исчерпаны. В начале 1960 годов в Физико-технологическом институте металлов и сплавов НАН Украины под руководством Волощенко С.М. был создан по сути новый конструкционный высокопрочный чугун с аустенитно-ферритной матрицей, получаемый закалкой с изотермическим превращением. Прочностные показатели этого материала ($\sigma_B = 1000-1400$ МПа, $\sigma_{0,2} = 700-900$ МПа) были почти в два раза выше, по сравнению с достигаемыми в ранее разработанных высокопрочных чугунах. В 1965 г. впервые в мировой практике в Украине на моторостроительном заводе «Серп и молот» (г. Харьков) было создано производство из изотермически закаленного высокопрочного чугуна высоконагруженных коленчатых валов форсированных дизельных двигателей тракторов и комбайнов. Микроструктуру металлической матрицы, получаемой при изотермическом превращении, в соответствии с терминологией того времени, классифицировали как дисперсный игольчатый троостит. Затем длительное время, по аналогии со сталью, такую структуру называли бейнитной, а получаемый таким образом материал – бейнитным высокопрочным чугуном. Согласно современным научным представлениям структура матрицы изотермически закаленного высокопрочного чугуна состоит из аустенита и игольчатого феррита, и получила название «аусферрит» (ausferrite). При определенных условиях в результате значительного увеличения времени изотермической выдержки может также образовываться бейнит. В соответствии с международной терминологией процесс специальной термической обработки для получения аусферритного высокопрочного чугуна получил название аустемперинг (austempering).

Европейский стандарт EN1564:2011(E) «Аусферритный чугун с шаровидным графитом» и стандарт США ASTM A897/A897M-06 (2011) «Аустемперинговый чугун с шаровидным графитом» предусматривают, соответственно, получение 5 и 6 марок. При производстве отливок из аусферритного высокопрочного чугуна важным показателем является механическая обработка. Марки чугуна с $\sigma_B > 1100$ МПа и твердостью HB > 315 необходимо механически обрабатывать перед термической обработкой, а марки с $\sigma_B < 1050$ МПа и твердостью HB < 310 можно нормально механически обработать и после термической обработки. В последнее время разрабатываются новые марки аусферритных высокопрочных чугунов с повышенными показателями пластичности и хорошей обрабатываемостью резанием.

Механические и эксплуатационные свойства аусферритного высокопрочного чугуна определяются химическим составом, литой структурой, режимом закалки,

температурними і часовими умовами ізотермічного превращення. К мікроструктурі отливок пред'являються наступні вимоги: висока ступінь сфероїзації графіта ($ССГ > 90 \%$), відсутність структурно-вільних карбидів, постійність співвідношення перліт/ферит, мінімальна ликвація легируючих елементів. Змінюючи час ізотермічної витримки можна отримати різні марки аустенітної високопрочної чугуна з різними властивостями.

ФТИМС НАН України розробив легкооброблюваний різанням конструкційний аустенітний високопрочний чугун з високими показателями механічних властивостей: $\sigma_B = 900-1000$ МПа, $\sigma_{0,2} = 650-730$ МПа, $\delta = 7-12 \%$, твердість 269-293 НВ, призначений для виробництва високонавантажених тонкостінних конструкцій.

УДК 669.162.275:546.3-19

В. Б. Бубликов, О. П. Нестерук, Н. П. Моїсєєва

Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, м. Київ

Тел.: (+38044) 424-00-50, e-mail: otdel.vch@gmail.com

ВПЛИВ ТИПОВИХ МОДИФІКУЮЧИХ СПЛАВІВ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ І МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИСОКОМІЦНОГО ЧАВУНУ

Вимогою сьогодення є нові надміцні чавуни з кулястим графітом з підвищеними, порівняно зі стандартними марками, показниками міцності і пластичності. Основою отримання зазначеного поєднання міцності і пластичності є застосування вихідного розплаву необхідної якості, в першу чергу, за вмістом сірки (менше 0,015 %) і фосфору (менше 0,05 %), що вимагає відповідних шихтових матеріалів. Досліджували модифікатори типу ЖКМК-4Р, ФСМг7, (NiMgCe+ФС75). В залежності від складу досліджені модифікатори відрізняються по впливу на співвідношення перліт/ферит в металевій матриці. Збільшення кількості включень графіту корелюється із зменшенням частки перліту у металевій основі. З досліджених комплексних модифікаторів найбільш ефективним десульфуратором є ЖКМК-4Р, який відрізняється високим вмістом кальцію. За здатністю сфероїдизувати графіт кращим серед комплексних модифікаторів виявився ЖКМК-4Р. Крім графітізації чавуну і феритизації металевієї основи, кальцій сприяє очищенню, рафінуванню розплаву. Максимальний рівень меха-