

УДК 620.179.16

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБРАКОВКИ ЧУГУНОВА. Р. БАЕВ<sup>1</sup>, А. М. СКИБАРЬ<sup>2</sup>,  
В. В. КОНОВАЛОВ<sup>1</sup>, Г. И. РАЗМЫСЛОВИЧ<sup>1</sup><sup>1</sup> Институт прикладной физики НАН Беларуси<sup>2</sup>ОАО «Минский автомобильный завод»

Минск, Беларусь

Как показывает анализ известных корреляционных зависимостей между показаниями сигналов-откликов, полученных в результате воздействия полей разной природы (электромагнитного, акустического и др.) на чугуны, и их физико-механическими и структурными свойствами, наибольшей достоверностью обладают те, что получены в результате прямого или косвенного измерения скорости акустической волны [1]. Расширить технические возможности структуроскопии чугунов представляется возможным путем использования комбинированных методов, информационно дополняющих друг друга [2, 3].

В работе представлены некоторые результаты исследования двухпараметрового метода неразрушающего контроля, сочетающего ультразвуковой и магнитный метод (метод отрыва) для структуроскопии марок чугунов (ЧГ), включая ВЧ50 (перлитный), СЧ20, а также ЧВГ35 – с вермикулярной формой. В качестве измеряемого информативного акустического параметра использована скорость ультразвука  $C$ , а магнитного – остаточное поле  $H_n$ . Твердость образцов по Бринеллю  $BH$  и прочность на разрыв  $\sigma_r$  определяли в заводской лаборатории. На рис. 1 приведены экспериментальные зависимости по влиянию содержания перлитной фазы  $q_p$  образцов ВЧ50 на указанные выше измеренные магнитным и ультразвуковым методом параметры  $\{H_m, C\}$  и их физико-механические свойства  $\{\sigma_r, BH\}$ . Как установлено, увеличение содержания перлита в чугуне в указанном диапазоне  $q_p = 20...80\%$  не вызывает существенного изменения скорости продольной и др. мод УЗК ( $\sim 1...1,5\%$ ) при изменении твердости по Бринеллю (182...252 ед.) и временного сопротивления (530...730 МПа), однако  $H_m$  возрастает в  $\sim 2,6$  раза. Изменение же скорости УЗК не превышает  $1...1,5\%$  при погрешности измерений  $\sim 0,3...0,5\%$ . Так что наилучшая корреляция опытных данных при оценке твердости или содержания перлита достигается магнитным



методом. При этом коэффициент корреляции зависимости  $H_m$  от  $BH$  составляет  $\sim 0,9$ . Как следует из данных исследований, с ростом  $q_p$  возрастают механические свойства чугуна, зависящие преимущественно от межпластинчатого расстояния, характеризуемого суммарной толщиной

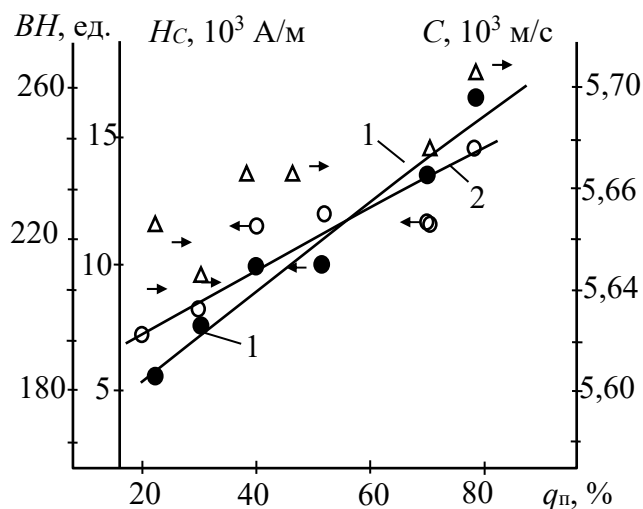


Рис. 1. Зависимость остаточного магнитного поля (1, о), твердости по Бринеллю (2, ●) и скорости УЗК (Δ) в ВЧ50 от содержания перлита  $q_p$

пластинок обеих фаз перлита – цементита и феррита. По-видимому, основной причиной роста остаточного магнитного поля от содержания в чугуне перлита и его слабого влияния на изменение скорости УЗК обусловлено тем, что при вводе легирующих добавок уменьшается содержание шаровидного графита и изменяется его форма, а выделенный углерод образует с железом и его соединениями структуру, обладающую значительно

большой энергией разрушения и плотностью по сравнению с исходной. Подобная же картина для зависимостей  $H_m$  ( $BH$ ,  $\sigma_p$ ) имеет место и при исследовании образцов СЧ, где  $H_m$  возрастает практически в 3 раза. Что касается скорости УВ, то она увеличивается на  $\sim 20...22\%$  с твердостью (160...310 ед.). Таким образом, на изменение механических свойств ЧГ может оказать влияние температурно-временной режим выплавки металла, неоднородное распределение лигатуры по его объему, изменяющие форму и количества включений графита, а также содержания перешедшего в связанное состояние углерода. Принимая во внимание такие факторы, как погрешность измерений, коэффициенты корреляции, а также (что важно) состояние поверхности ЧГ, следует заключить, что использование в качестве наиболее информативного параметра именно скорости УЗК является предпочтительным. Что касается результатов исследования образцов чугуна с вермикулярным графитом, то, как установлено, зависимости  $H_m$  от твердости (182...252 ед.) и прочности (530...730 МПа) являются неоднозначными, имеющими характерный экстремум. Зависимости же  $C^*(BH)$  и  $C^*(\sigma_p)$  – возрастающие, что делает акустический вид применимым к оценке структуры ЧВГ и его механических свойств. Таким

образом, совместное использование магнитных и акустических параметров может существенно повысить информативность диагностирования структуры чугунов и способствовать решению важной задачи по разбраковке чугунных отливок и изделий из них по маркам. Методика отбраковки марки серого чугуна СЧ20 внедрена в производство на Минском автомобильном заводе.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты использования индикаторов структуры высокопрочного типа ИЧ в условиях производства чугуна / А. Р. Баев, А. Л. Майоров, Г. Е. Коновалов, Н. Н. Гиль // *Литье и металлургия*. – 2006. – № 2. – С. 102–105.
2. **Бусько, В. Н.** Неразрушающий контроль изделий из чугуна методом эффекта Баркгаузена / В. Н. Бусько, В. Л. Венгринович, Б. А. Чепыжов // *Неразрушающий контроль и диагностика*. – 2010. – № 4. – С. 18–29.
3. **Сандомирский, С. Г.** Влияние структуры металлической матрицы высокопрочного чугуна на коэрцитивно чувствительный параметр и скорость звука / С. Г. Сандомирский, В. Л. Цукерман // *Литье и металлургия*. – 2007. – № 2. – С. 41–45.