

УДК 620.179.14/15

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗБРАКОВКИ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО И СЕРОГО ЧУГУНА МАГНИТОШУМОВЫМ МЕТОДОМ

В. Н. БУСЬКО

Институт прикладной физики НАН Беларуси  
Минск, Беларусь

Задача разбраковки и неразрушающего контроля (НК) структуры, формы, распределения и количества графитовых включений в отливках и изделиях из чугуна в литейном производстве на металлургических предприятиях по-прежнему является актуальной. Качество чугунного литья зависит от механической прочности, которая достигается получением высокопрочного чугуна (ВЧ) с шаровидным графитом. В отличие от серого чугуна (СЧ) с пластинчатым графитом, ВЧ ввиду формы графита не является активным концентратором напряжений, как графитные включения в виде пластин, снижающими механическую прочность и пластичность.

Для НК и разбраковки изделий из чугунного фасонного литья используют металлографический метод [1], который является выборочным. Среди физических методов НК наиболее широко применяется: ультразвуковой метод [2, 3]; магнитоупругоакустический; электромагнитный и магнитный, к которым относятся коэрцитиметрический; по магнитной проницаемости и магнитошумовой (метод эффекта Баркгаузена (МЭБ)) [4], являющийся универсальным и высокочувствительным к любым изменениям магнитных свойств. В [5] установлено, что путем сравнения металлографического и ультразвукового методов, являющимися эталонными и базовыми, с МЭБ, последний может быть использован для разбраковки изделий из ВЧ и СЧ. Особенности МЭБ являются его высокая и управляемая чувствительность к физико-механическим свойствам поверхностных слоёв (до 1...1,5 мм), возможность проведения НК изделий без, или с минимальной степенью подготовки поверхности, высокие производительность измерения уровня полезного сигнала (интенсивности  $U_{эф}$  магнитного шума (МШ)) и чувствительность не только к степени графитизации, но и к металлической основе (матрице), состоящей из феррита, перлита или их комбинаций.

При изучении возможности разбраковки и оценки НК качества современных изделий из ВЧ и СЧ с помощью МЭБ использовались различные изделия чугунного фасонного литья (предоставлены лабораторией контактно-динамических методов контроля ИПФ НАНБ). Экспериментально изучалось влияние марки чугуна на уровень МШ.

Исследования возможности разбраковки ВЧ и СЧ проводились на готовых изделиях в виде шестерни диаметром 160 мм из чугуна ВЧ45-50 и изделия сложной формы № 2 из ВЧ, а также двух изделий из серого чугуна: СЧ30 (рычага тормоза) и направляющей из СЧ, с помощью двух типов накладных преобразователей Баркгаузена (ПБ1 и ПБ2), отличающихся техническими характеристиками, типоразмерами и условиями перемагничивания.

На рис. 1 показаны результаты разбраковки изделий с использованием обоих типов датчиков. Ввиду наличия неоднородности  $U_{эф}$  по изделию, например, для шестерни марки ВЧ45-50, её массогабаритов и конфигурации, измерения  $U_{эф}$  выполнялись в 38 точках, включая зубья (среднее значение  $U_{эф}$  по изделию 128,7 мВ), в изделии № 2 из ВЧ – в 20 точках ( $U_{эф} = 143,9$ ), в рычаге тормоза из СЧ30 – в 20 точках ( $U_{эф} = 70,9$ ), в направляющей из СЧ – в 12 точках ( $U_{эф} = 62,1$ ). Видно, что  $U_{эф}$ , как информативный параметр, позволяет осуществлять разбраковку изделий из ВЧ и СЧ обоими ПБ (с разной чувствительностью), что согласуется с полученными ранее данными [5].

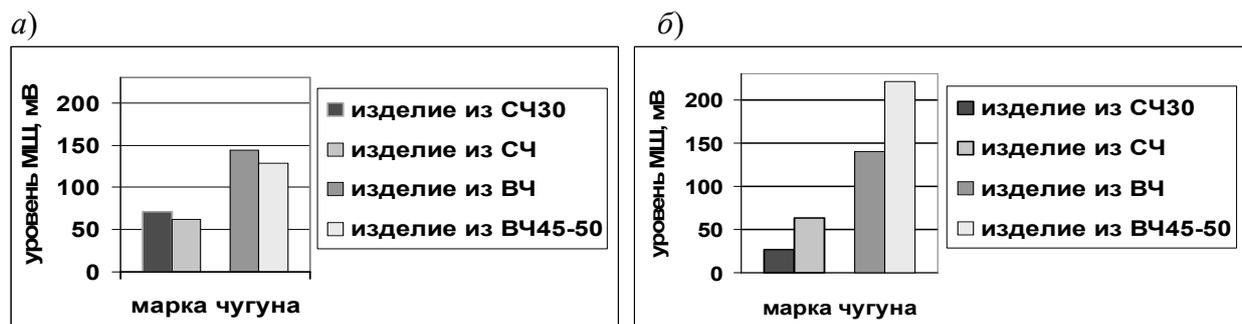


Рис. 1. Результаты разбраковки по маркам изделий из ВЧ и СЧ магнитошумовым методом для двух типов преобразователей Баркгаузена: *а* – ПБ1; *б* – ПБ2

Из сравнения показанных на рисунке гистограмм следует, что для изделий из ВЧ с шаровидным графитом  $U_{эф}$  значительно ( $\approx$  в 2,1 раза для ПБ1 и  $\approx$  в 2,9 раза для ПБ2) выше, чем для изделий из СЧ с пластинчатым графитом. Превышение интенсивности МШ в изделиях из ВЧ относительно СЧ обусловлено снижением количества зон концентраторов напряжений и тем, что ВЧ не ослабляет металлическую матрицу и имеет повышенную долю ферритной составляющей, в результате магнитные свойства изделий из ВЧ повышаются, что приводит к увеличению механической прочности при растяжении и изгибе. Результаты демонстрируют возможность использования МЭБ и магнитошумовой аппаратуры для разбраковки изделий и отливок из высокопрочного и серого чугуна и контроля их качества.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 3443–87. Отливки из чугуна с различной формой графита. Методы определения структуры. – Москва: Гос. ком. СССР по стандартам, 1987. – 14 с.
2. Воронкова, Л. В. Контроль чугунных отливок ультразвуком / Л. В. Воронкова. – Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. – 25 с.
3. Методы выявления несплошностей и контроль структуры чугунов с использованием объемных и головных волн / А. Р. Баев [и др.] // Литьё и металлургия. – 2004. – № 2. – С. 95–100.
4. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий (классификация видов и методов). – Москва: Изд-во стандартов, 1980. – 26 с.
5. Бусько, В. Н. Неразрушающий контроль изделий из высокопрочного чугуна методом магнитных шумов / В. Н. Бусько, В. Л. Венгринович, Б. А. Чепыжов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2011. – Т. 77, № 10. – С. 30–36.