

УДК 620.179.14/15/147
ВЛИЯНИЕ НОРМАЛИЗАЦИИ ЧУГУНА НА МАГНИТНЫЙ ШУМ

В. Н. БУСЬКО, Б. А. ЧЕПЫЖОВ
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

В [1] представлены экспериментальные результаты исследования возможности неразрушающего контроля (НК) качества изделий из высокопрочного чугуна, полученные с помощью метода эффекта Баркгаузена (МЭБ) и магнитошумовой аппаратуры. На базе сравнительного анализа данных, полученных на изделиях и образцах ОАО «МАЗ» с помощью МЭБ, металлографического и ультразвукового методов контроля сделан вывод о наличии взаимосвязи интенсивности магнитного шума (МШ) и содержанием в чугуне графитовых включений шаровидной (сфероидальной) формы, определяющих прочность чугуновых изделий. В результате предложено использовать МЭБ в качестве метода НК степени графитизации изделий из высокопрочного чугуна в условиях массового производства. В процессе выплавки отливок при первичной кристаллизации одновременно с формированием графитовых включений происходит образование металлической основы, также влияющей на свойства и результаты НК чугуна. Для повышения прочности, пластичности, износоустойчивости, твердости, улучшения обрабатываемости, снижения внутренних напряжений чугун подвергают дополнительной термообработке, для чего применяют нормализацию, закалку с отпуском, отжиг, химико-термическую обработку и др. При этом, как правило, характер графитовых включений не претерпевает серьезных изменений. Для получения перлитно-графитовой структуры, являющейся оптимальной, с точки зрения потребительских качеств, лучше применять нормализацию, а не закалку с отпуском, т. к. она в большей степени способствует увеличению прочности, снижению остаточных напряжений и относительного удлинения [2].

Цель работы – исследование влияния операции нормализации на МШ.

Исследования выполнялись на используемых ранее образцах производства ОАО «МАЗ», где они подверглись дополнительной термической обработке в виде нормализации по режиму: нагрев до $T=880\text{ }^{\circ}\text{C}$, остуживание в печи до $T=780\text{ }^{\circ}\text{C}$ и последующего охлаждения на воздухе. Термообработке были подвергнуты 14 микрошлифов, изготовленных из направляющей (6 образцов), крышки стартера 4, картера руля 1, стакана подшипника 1, фрагмента гайки 2, после чего с помощью прибора ИМШ измерялась интенсивность МШ на определенной частоте частотного спектра.

На рис. 1 в виде гистограмм показаны измеренные до и после нормализации значения интенсивности МШ для 6 образцов из высокопрочного чугуна (ВЧ) с шаровидным графитом (ШГ) и 4 образцов из серого чугуна (СЧ) – с пластинчатым графитом (ПГ). Видно, что до дополнительной термообработки уровень МШ для ВЧ значительно превышает уровень МШ для СЧ, в результате дополнительной термообработки интенсивность МШ

для первой партии образцов (рис. 1, а) значительно снизилась, для второй (рис. 1, б) – резко увеличилась. Это связано с тем, что микроструктура 1-й партии до нормализации соответствовала ВЧ с ШГ с преобладанием в металлической основе феррита, а второй (рис. 1, б) – СЧ с ПГ и представляла собой структуру смешанного типа (феррит и перлит). Дополнительная термическая обработка в первой партии образцов привела к перераспределению данного соотношения в пользу, преимущественно, содержания более твердой составляющей в виде перлита, что вызвало увеличение твердости по Бринеллю (измерения выполнялись сертифицированным динамическим прибором типа ТПЦ-4) и, соответственно, снижению уровня МШ. В образцах второй партии нормализация привела не к уменьшению, а к росту МШ в 3–8 раз с одновременным снижением твердости. В итоге можно сделать важный вывод: МЭБ обладает высокой чувствительностью к изменению микроструктуры чугуна в результате дополнительной термообработки – нормализации, что только дополняет и не противоречит полученным в [1] результатам о влиянии на магнитный шум формы графитовых включений.

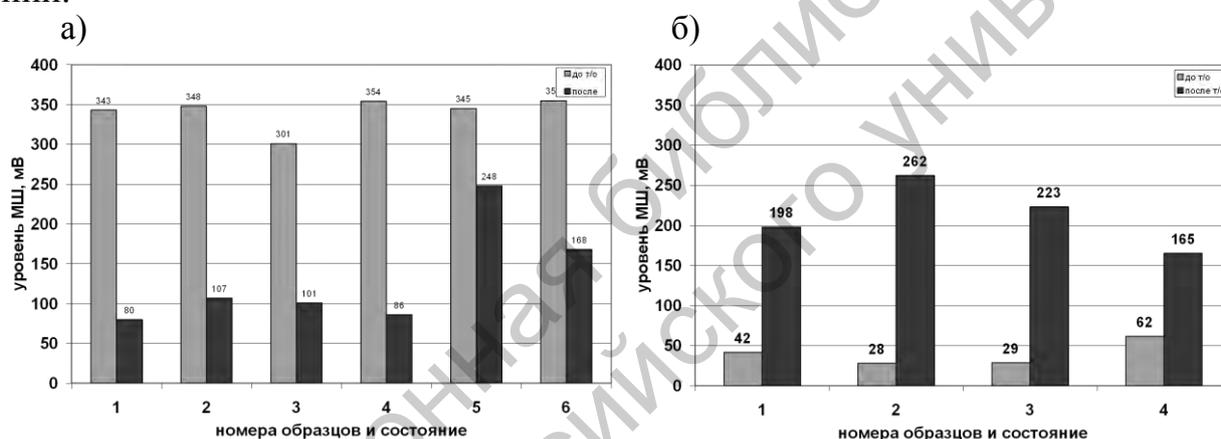


Рис. 1. Влияние операции нормализации на уровень МШ для: а – 6-и образцов из ВЧ с ШГ; б– 4-х образцов из СЧ с ПГ; серый цвет – образцы до термообработки, темный – после

Таким образом, для ВЧ с ШГ нормализация приводит к значительному снижению уровня МШ, в то время как для СЧ с ПГ происходит наоборот: термообработка вызывает резкий рост значений МШ. При наличии в чугуне, наряду с шаровидным еще вермикулярного или пластинчатого графита, уровень магнитного шума после термообработки меняется слабо. Этот вывод подтвердили измерения твердости, которые коррелируют с металлической основой чугуна и уровнем МШ после нормализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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. – № 10, том 77. – С. 30–36.
2. Влияние термической обработки на структуру и свойства экономнолегированного высокопрочного чугуна / А. Н. Крутилин [и др.] / Литье и металлургия. 2008. – 1 (45). – С.102–108.