

УДК 629.179.14/15

**ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ МЕТАЛЛА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
НА ПАРАМЕТРЫ МАГНИТНОГО ШУМА****канд. техн. наук В.Н. БУСЬКО, д-р техн. наук В.Л. ВЕНГРИНОВИЧ****(Институт прикладной физики НАН Беларуси, Минск),****В.Л. ЦУКЕРМАН****(ЦКБ с ОП № 70 НАН Беларуси, Минск),****чл.-кор. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. Ф.И. ПАНТЕЛЕЕНКО****(Полоцкий государственный университет)**

Исследовано влияние чувствительности магнитошумовых параметров к старению металла. Показано, что спектральная плотность мощности шума Баркгаузена и число больших скачков Баркгаузена хорошо коррелируют с изменением комплекса физико-механических характеристик исследованных марок сталей, обусловленным искусственным старением с помощью термической обработки.

Известно, что параметры метода эффекта Баркгаузена (МЭБ) обладают высокой чувствительностью к различным изменениям физико-механических характеристик ферромагнитных металлоконструкций, вызванных их длительной эксплуатацией [1]. В последнее время в связи с резким увеличением стоимости металла вопрос изучения влияния различных воздействий, в том числе временных, на долговечность конструкций и прогнозирование их ресурса приобрел еще большую актуальность. Чувствительность информативных магнитошумовых параметров к изменению характеристик металла в результате различных воздействий обусловлена их взаимодействием с микроструктурой металла [2].

Одним из основных и важнейших факторов, которые могут повлечь за собой изменение, в основном прочностных свойств конструкции, является естественное старение материала, в том числе под нагрузкой. Такое старение, как правило, характеризуется ухудшением физических свойств металла изделия при комнатной температуре или близкой к ней, например, при атмосферных осадках. Однако для анализа влияния такого старения металла часто очень трудно проводить достоверные исследования, в частности из-за отсутствия данных о состоянии металла до начала его эксплуатации. Поэтому при таких исследованиях можно использовать образцы, имитирующие естественное старение. Такие образцы можно получить с помощью искусственно состаренных образцов при повышенных температурах. Кроме того, например, известно [3], что основные механические свойства армо-железа, такие как пределы текучести, прочности и др., незначительно отличаются между собой при растяжении образца как при естественном, так и искусственном старении. Поэтому в первом приближении возможно моделировать состояние металла с помощью искусственного старения, когда основные его механические параметры изменяются примерно также, как и при естественном старении.

В настоящем исследовании по установлению корреляции магнитошумовых параметров со старением в качестве информативных параметров использовалась спектральная плотность мощности (параметр F) шума Баркгаузена (ШБ) и число больших скачков Баркгаузена (СБ), параметр N . Измерение параметра F на 4-х фиксированных частотах при перемагничивании образца полем частотами от 10 до 250 Гц, осуществлялось с помощью прибора «Интримат» (разработан в ИПФ НАНБ) [4]. Измерение параметра N осуществлялось с помощью модификации прибора типа «МАША» (разработан в ИПФ НАНБ) [4]. Перемагничивание в нем осуществлялось с помощью преобразователя накладного типа квазистатическим полем треугольной формы частотами 0,2; 0,4 и 0,8 Гц при различных уровнях амплитудной дискриминации и амплитуды тока.

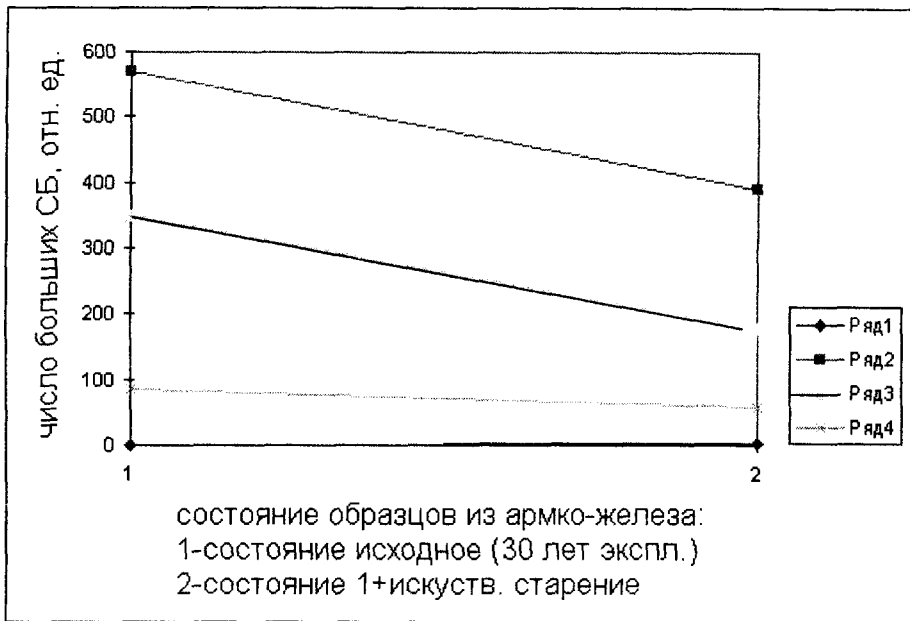
Экспериментальные исследования выполнялись на образцах из армо-железа, конструкционной стали 3, а также трубной стали 17Г. Образцы были предоставлены Новополоцким государственным университетом. Содержание углерода в стали 3 по данным химического анализа составляло 0,15 %, в армо-железе - 0,05 %. Образцы из стали 3 характеризовались двумя состояниями:

- образец размером 30x40 мм в форме пластины толщиной 8 мм, вырезанный из эксплуатируемого в течение 30 лет элемента подъемного крана;
- образец размером 20x30 мм толщиной 8 мм, вырезанный из этого же элемента, но подвергнутый искусственному старению с помощью закалки при температуре 750 °С и последующего отпуска при температуре 250 °С с выдержкой 5 часов.

Образцы из армо-железа в форме пластины размером 35x50 мм толщиной 2 мм также имели два состояния:

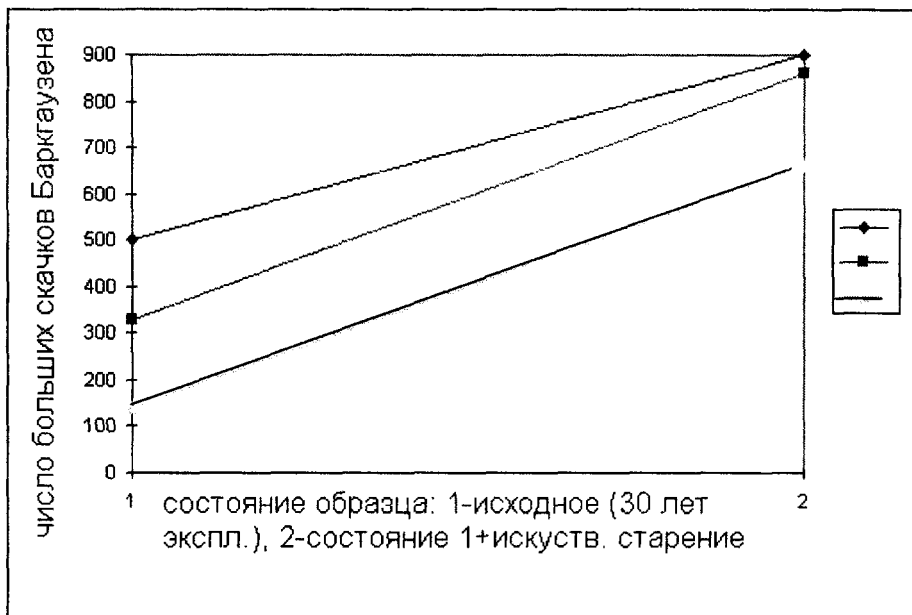
- исходное состояние;
- состояние, полученное путем термической обработки по режиму, как и для стали 3.

На рис. 1, а показаны результаты измерения числа больших СБ в образцах из армо-железа и стали 3 (рис. 1, б) в исходном состоянии (точка 1 на оси абсцисс на всех графиках) и после искусственного старения (точка 2) при различных режимах контроля. Кривая 1 получена при режиме 1, кривая 2 - при режиме 2, 3 - при режиме 3. Режим 1 соответствует периоду перемагничивания, равному 1 с, режим 2 соответствует периоду 2,5 с, а режим 3 - периоду 5 с.



а)

Режимы: 1 - перемагничивание с частотой 0,8; 2 - 0,4; 3 - 0,2 Гц

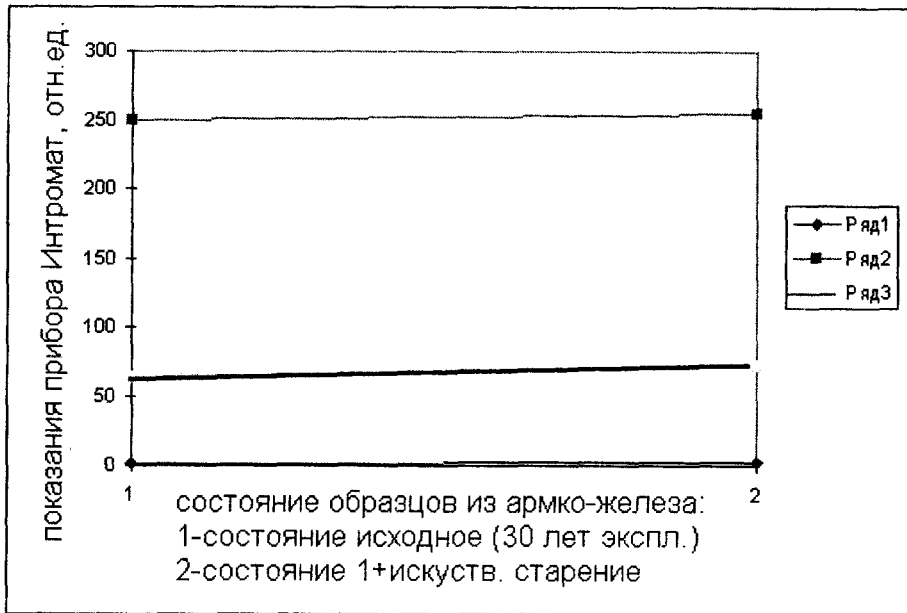


б)

Режимы: 1 - частота 0,8; 2 - 0,4; 3 - 0,2 Гц

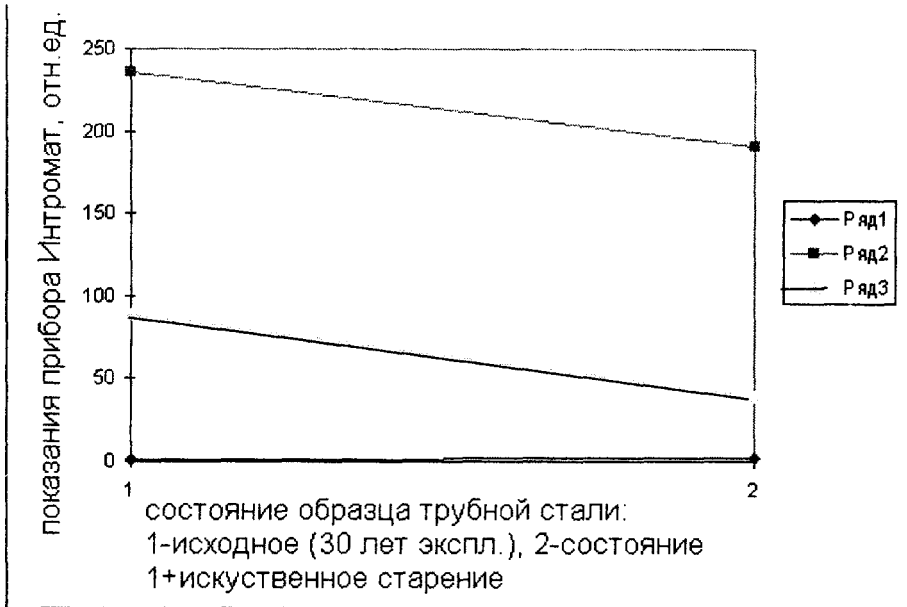
Рис. 1. Зависимость числа больших скачков Баркгаузена от искусственного старения в образцах из армо-железа (а) и стали 3 (б) при различных режимах

На рис. 2. показаны те же зависимости для этих же образцов, но полученные с помощью прибора «Интромаг», измеряющего параметр F .



а)

Режимы: 1 - частота перемагничивания 125 Гц, амплитуда тока 50 мА, частота селекции 20 кГц;
2 - частота перемагничивания 250 Гц, амплитуда тока перемагничивания 20 мА, частота селекции 150 кГц



б)

Режимы: 1 - частота перемагничивания 125 Гц, амплитуда тока перемагничивания 50 мА, частота селекции 20 кГц;
2 - частота перемагничивания 250 Гц, амплитуда тока перемагничивания 20 мА, частота селекции 150 кГц

Рис. 2. Зависимость показаний прибора «Интромаг» от состояния образцов из армо-железа (а) и стали 3 (б) при различных режимах

Из сопоставления приведенных графиков следует, что искусственное старение указанных марок сталей приводит к изменению обоих магнитошумовых параметров. Причем число больших скачков Баркгаузена для рассматриваемых сталей при старении изменяется значительно интенсивнее, чем спектральная плотность мощности. Это может быть связано с тем, что при старении металла общее число скачков Баркгаузена может измениться незначительно, в то время как число больших скачков Баркгаузена меняется значительно.

Заметим, что увеличение числа скачков Баркгаузена в образце стали 3 при старении совпало с данными, полученными нами ранее на трубной стали, эксплуатируемой в течение 30 лет, т.е. подвергнутой естественному старению. Уменьшение числа скачков Баркгаузена в армко-железе, в отличие от стали 3 и трубной стали, при старении может быть связано с отличием механизма старения в сравнении со сталями с большим содержанием углерода. Кроме этого, в армко-железе могло произойти увеличение механической твердости или изменение механических констант в худшую сторону.

Приведенные результаты показали, что рассмотренные магнитошумовые параметры и оборудование коррелирует с изменением комплекса физико-механических характеристик исследованных марок сталей, обусловленных искусственным старением с помощью термической обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аппаратура и методика оценки деградационных изменений металла в действующем трубопроводе / В.Л. Венгринович, В.Н. Бусько, С.А. Золотарев, А.М. Бордовский // 15 Российская конф. по неразрушающему контролю: Тез. докл. - М, 1999. - С. 153.
2. Венгринович В.Л. Магнитошумовая структуроскопия. - Мн.: Навука і тэхніка, 1991. - 285 с.
3. Металловедение и термическая обработка стали: Справочник: В 3-х т. Т. 2 / Под ред. М.Л. Бернштейна, А.Г. Рахштадта. - М.: Металлургия, 1983.
4. Венгринович В.Л., Бусько В.Н. Применение метода магнитных шумов для структуроскопии сталей // Весці НАН Беларусі Сер. Фізіка-тэхнічных навук. - 1994. - № 1. - С. 33 - 37.