

УДК 620.179  
УЧЕТ СТРУКТУРНОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ  
ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ КАЛИБРОВОЧНЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ КОНТРОЛЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ  
МЕТОДОМ ЭФФЕКТА БАРКГАУЗЕНА

Д. А. ВИНТОВ, В. Л. ВЕНГРИНОВИЧ, В. А. ЛАПИЦКАЯ  
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Основной проблемой, которая встречается при неразрушающем контроле остаточных напряжений в исследуемом материале с неизвестным состоянием поверхности, является влияние ее структурной и геометрической неоднородности на параметры измеряемого сигнала, например, шума Баркгаузена (ШБ) [1, 2]. Поэтому любая калибровка, обычно, происходит при неизвестных заранее остаточных напряжениях в образце. Поскольку, вследствие условия равновесия, можно предполагать полную релаксацию остаточных макроскопических напряжений при вырезке образца, постольку их главным источником остаются поверхностные остаточные напряжения, которые вызваны предисторией обработки, и величина которых, в общем случае, неизвестна. В [3] Тиитто предложил компенсировать остаточные напряжения простым путем: найти на калибровочной кривой нулевую точку, лежащую на ее середине, и принять соответствующее ей значение напряжения за ноль, сместив в эту точку ось ординат. Однако эта компенсация относится только к той части напряжений, которая релаксирует при вырезке образца. При наличии остаточных напряжений в поверхностном слое такой релаксации не происходит. Благодаря этому, при контроле напряжений наблюдается сильная чувствительность показаний к состоянию поверхностного слоя. В настоящей работе на примере метода эффекта Баркгаузена сделана попытка на этапе построения калибровочной характеристики уменьшить влияние этого фактора на неопределенность контроля.

Калибровочная характеристика представляет собой график зависимости  $V = f(\sigma)$ , измеренной интенсивности ШБ,  $V$ , от величины соответствующего упругого напряжения  $\sigma$ , которое создается в образце путем его одноосного двустороннего изгиба. Согласно ранее предложенному авторами способу, на одной координатной плоскости строятся две такие характеристики, которые соответствуют продольному и поперечному намагничиванию образца в процессе калибровки (рис. 1). Точка пересечения данных зависимостей называется «точкой нулевых напряжений» (ТНН) [3, 4].

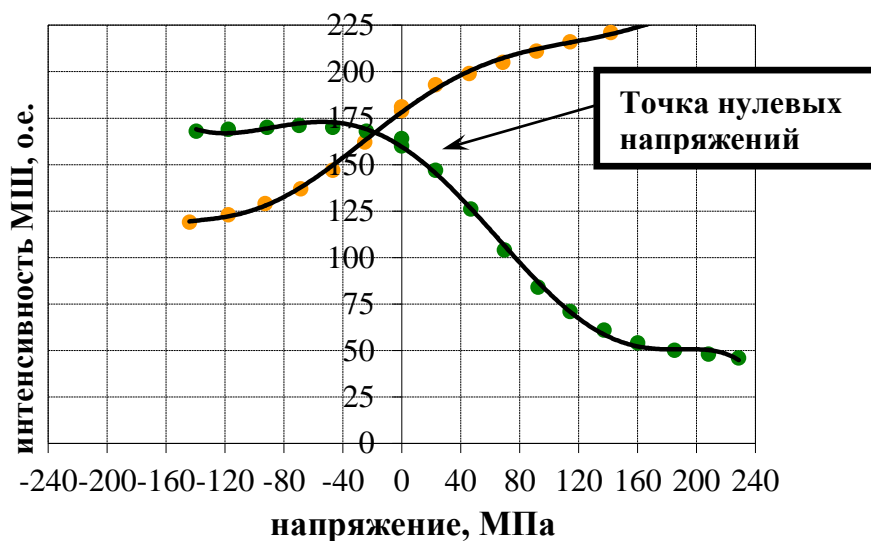


Рис. 1. Графики зависимостей  $V = f(\sigma)$  при одноосном нагружении исследуемого образца. Шероховатость поверхности –  $R_a = 1,25$

Представленный на рисунке график калибровочных кривых был построен для поверхности образца из ферромагнитного материала с шероховатостью  $R_a = 1,25$ . Возрастающая кривая – датчик вдоль оси образца.

Далее эта же поверхность образца подвергалась более тщательной механической обработке – тонкому шлифованию. В результате была достигнута шероховатость поверхности равная  $R_a = 0,63$ , для которой был построен график калибровочных кривых, представленный на рис. 2.

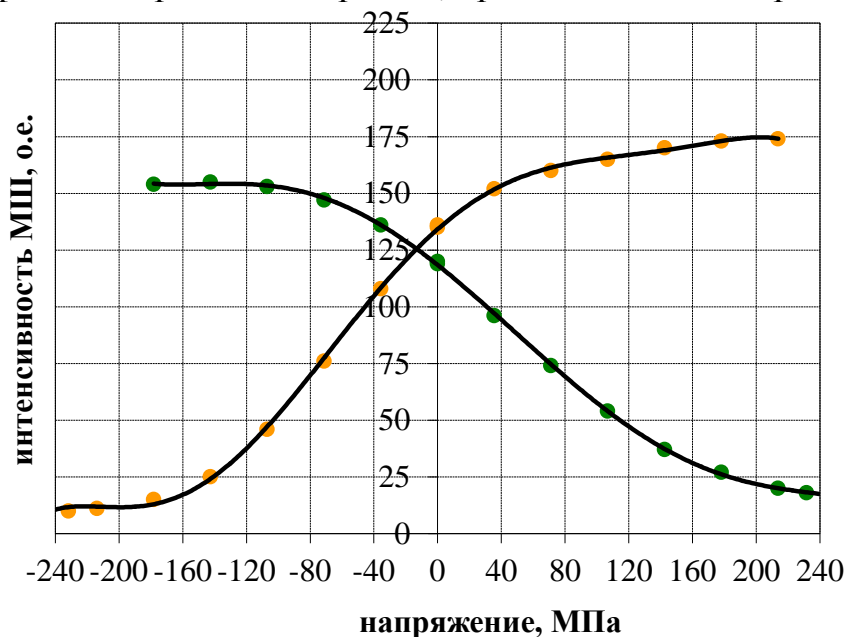


Рис. 2. Графики зависимости  $V = f(\sigma)$  при одноосном нагружении исследуемого образца. Шероховатость поверхности –  $R_a = 0,63$

Как видно из вышеприведенных рисунков, при изменении шероховатости поверхности исследуемого образца происходит значительное изменение величины интенсивности МШ в ТНН: 168 о.е. и 125 о.е. (рис. 1 и 2

соответственно). В то же время смещения ТНН по оси абсцисс практически не происходят, таким образом величина остаточного напряжения не изменяется при изменении величины шероховатости в данном диапазоне. Если при последующем удалении поверхностного слоя ТНН не изменяется, то данное положение калибровочной характеристики по оси абсцисс можно принять за нулевое напряжение при построении четырехпараметровой диаграммы напряжений [4]. Следует отметить, что при отсутствии на поверхности образца остаточных напряжений, «точка нулевых напряжений» всегда совпадает с нулем по оси абсцисс, а ее смещение влево или вправо от данной оси свидетельствует о присутствии в поверхностном слое остаточного напряжения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The measurement of stress in steels of varying microstructure by magnetoacoustic and Barkhausen emission / D. J. Buttle [ etc.] // Proc. Royal. Soc. Lond. – 1987. – V. A 414. – P. 469–497.
2. **Венгринович, В. Л.** Новые возможности НК напряжений методом эффекта Баркгаузена / В. Л., Венгринович, Ю. Б. Денкевич, В. Л. Цукерман // В мире неразрушающего контроля. – 2005. – №1(27).
3. **Пат. US4977373.** Barkhausen noise method for determining biaxial stresses in ferromagnetic materials / Seppo I. Tiitto; заявитель и патентообладатель American Stress Technologies, Inc. – № US 07/332,478; заявл. 01.10. 09; опубл. 30.06.11.
4. **Пат. 14962 С1 Респ. Беларусь, МПК<sup>8</sup> G 01N 27/72.** Способ калибровки чувствительности магнитошумового устройства неразрушающего контроля упругой деформации и остаточной пластической деформации в ферромагнитном материале / В. Л. Венгринович, Д. В. Дмитрович; заявитель и патентообладатель ГНУ «Институт прикладной физики НАН Беларуси». – № а 20091401; заявл. 05.04.1989; опубл. 11.12.1990. – 5 с.