

УДК 620.179  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЛИБРОВОЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ МАГНИТНОГО  
ШУМА БАРКГАУЗЕНА ПРИ ДВУХОСНОМ НАПРЯЖЕННОМ  
СОСТОЯНИИ

А. Н. ПРУДНИКОВ, П. А. ПОДУГОЛЬНИКОВ

Научный руководитель \* В. Л. ВЕНГРИНОВИЧ, д-р техн. наук, проф.  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Государственное научное учреждение  
\* «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Могилев, Минск, Беларусь

Для практического использования методики количественного неразрушающего контроля напряженно-деформированного состояния методом магнитных шумов Баркгаузена на реальных объектах используют один из следующих методов определения калибровочной зависимости:

- метод построения калибровочных кривых с использованием на эталонных образцах изгибной схемы нагружения;
- метод построения калибровочных кривых при испытаниях стандартных образцов в режиме «растяжение – сжатие»;
- метод построения двухосных калибровочных зависимостей с помощью крестообразных образцов [1].

Первые два являются наиболее простыми методами построения градуировочных кривых и не требуют для реализации сложных установок. Однако, оценка двухосного напряженно-деформированного состояния по одноосным калибровочным характеристикам, без учета обеих главных компонент напряжений, вносит огромную неопределенность в результаты измерения напряжений, причем, ошибка может быть даже в знаке [2].

Двухосные калибровочные зависимости представляют собой набор коррелированных значений четырех величин, а именно, значений главных напряжений и величин магнитного шума в этих направлениях, полученных с помощью крестообразных образцов. Этот метод является наиболее точным, но значительно сложнее в исполнении и требует больших временных затрат.

Для упрощения выполнения двухосной калибровки предлагается использовать цилиндрический (трубный) образец, в котором кольцевые и осевые напряжения в точках измерения изменяются за счет поднятия внутреннего гидравлического давления. Измерения интенсивности магнитного шума следует осуществлять в двух взаимно перпендикулярных направлениях, совпадающих с главными двухосными напряжениями в стенке образца (кольцевом и осевом).

Для такой схемы измерения можно записать систему уравнений:

$$\begin{cases} V_1 = k(\sigma_1) + h(\sigma_2) \\ V_2 = k(\sigma_2) + h(\sigma_1) \end{cases}$$

где  $V_1$ , и  $V_2$  – магнитные шумы при расположении датчика вдоль главных напряжений  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  соответственно;  $k(\sigma)$  и  $h(\sigma)$  – функции преобразования в магнитный шум напряжения  $\sigma$ , направленного вдоль и перпендикулярно оси датчика соответственно.

Решением системы уравнений находят калибровочную зависимость магнитного шума от напряжений, применимую для определения двухосного напряженного состояния.

С целью валидации предлагаемого способа проведены эксперименты на двух различных цилиндрических и крестообразных образцах (рис. 1).

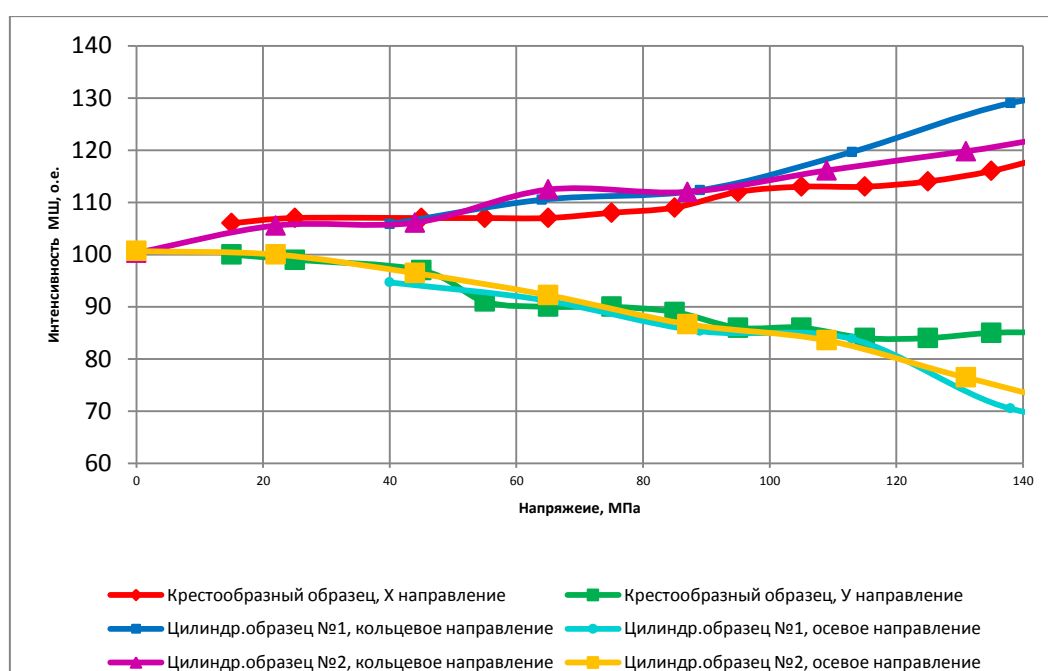


Рис. 1. Результаты валидации двухосной калибровки датчика на цилиндрических образцах

Таким образом, предлагаемая методика является упрощенным методом решения обратной задачи восстановления главных напряжений при двухосном напряженном состоянии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Sablik, M. J.** Modeling the Effects of Biaxial Stress on Magnetic Properties of Steels with Application to Biaxial Stress NDE / M. J. Sablik // *Nondestructive Testing and Evaluation*. – 1995. – Vol. 12. – No. 2. – P. 87–102.
2. **Венгринович, В. Л.** К вопросу о неразрушающем контроле двухосного напряженного состояния / В. Л. Венгринович, Д. В. Дмитриевич // *Контроль. Диагностика*. – 2010. – № 2. – С. 44–48.