

МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ТЕНЗОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОЛОВНОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ

© 2020 г. Алифанова Ирина Евгеньевна^{1*}, А.В. Фёдоров^{1**}, В.А. Быченко^{2***},
И.В. Беркутов^{2****}

¹ – Университет ИТМО, 197101 Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

² – ООО НТЦ «Эталон», 197343 Санкт-Петербург, ул. Матроса Железняка, 57

* - sherbairina@mail.ru; ** - afedor62@yandex.ru; *** - bychenok-vladimr@mail.ru;

**** - chigivara56712@mail.ru

В данной работе рассмотрен метод акустической тензометрии, при котором информационным параметром для контроля механических напряжений (МН) является скорость распространения головной ультразвуковой волны (УЗВ). Для определения МН используется определение и регистрация относительного изменения значения скорости распространения головной УЗВ с поправкой на изменение измеряемого значения, вызванного изменением температуры объекта контроля. Изменение скорости распространения головной УЗВ прямо пропорционально изменению величин МН, возникающих в материале при приложении к нему усилий. Измерение скорости распространения головной УЗВ производится с помощью оптико-акустического раздельно-совмещенного преобразователя (ОАП). Расчет МН производится по формуле [1]:

$$\sigma = K_v \frac{K_T(T - T_0) + v - v_0}{v_0} \quad (1)$$

где v_0 – скорость распространения головной УЗВ в материале объекта контроля в ненапряженном состоянии ($\sigma = 0$), измеренная при температуре T_0 ;

v – скорость распространения головной УЗВ в материале объекта контроля в напряженном состоянии ($\sigma \neq 0$), измеренная при температуре T ;

K_v – коэффициент упругоакустической связи (КУАС) – связи между акустическими параметрами и механическими напряжениями [2];

K_T – коэффициент термоакустической связи (КТС) – связи между акустическими параметрами и температурой окружающей среды, объекта контроля и ОАП.

На рисунке 1 приведена расширенная диаграмма Исикавы, которая позволяет представить факторы, формирующие неопределенность измерения МН и устанавливает причинно-следственные связи между ними. В ее структуру входят причинно-следственные диаграммы, описывающие источники неопределенности для скорости распространения головной УЗВ, коэффициентов КУАС и КТС.



Рисунок 1 – Расширенная диаграмма Исикавы вкладов в неопределенность измерений МН

На основе [1] была разработана методика оценки неопределенности измерений МН ультразвуковым методом с помощью ОАП. Был оценен вклад результатов измерений скорости распространения головной УЗВ, температуры объекта контроля и ОАП, коэффициентов КУАС и КТС в неопределенность измерений МН.

Была получена зависимость расширенной неопределенности измерений от величины измеряемых МН, из которой следует, что измерения МН в диапазоне менее 100 МПа обладают неопределенностью более 10 % от измеряемой величины. При измерении МН более 200 МПа неопределенность измерений не превысит 4 % (при уровне доверительной вероятности 95 %).

Предложенный подход к оценке неопределенности измерений МН может быть полезен при разработке требований к используемым средствам измерений, настроечным образцам и объектам контроля, а также при разработке методик контроля МН ультразвуковым методом с использованием ОАП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быченко В.А., Беркутов И.В., Майоров А.Л., Ильин А.В., Кириенко В.В., Прохорович В.Е., Чекмарева М.А. Контроль остаточных напряжений в околошовной зоне сварного шва // В мире неразрушающего контроля -2018. - Т. 21. - № 4. - С. 50-53
2. ГОСТ Р 55043-2012 Контроль неразрушающий. Определение коэффициентов упругоакустической связи. Общие требования.
3. ГОСТ 34100.3-2017 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения.