

ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧАХ БЕСКОНТАКТНОГО МЕХАНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Как известно, измерительный контроль осуществляется в два этапа. На первом этапе получают первичную информацию о состоянии изделия, о значениях характеризующих его параметров. На втором – первичная информация сравнивается с ранее установленными требованиями и нормами. При этом определяется соответствие или несоответствие фактических данных необходимым. Информация об их расхождении является вторичной и применяется при принятии решений о годности или негодности изделия. По результатам допускового контроля качества изделий принимается решение о годности или, наоборот, негодности объекта контроля. Это зависит от того, находится ли контролируемый параметр в допустимых пределах. Несоблюдение технологического процесса либо ограниченная точность измерения информационных параметров сигнала преобразователя с контролируемым изделием может привести к ошибочным выводам.

Соотношение между погрешностью измерения сигнала преобразователя и допуском на контролируемый параметр обычно выбирают случайным образом или исходя из требований нормативно-технической документации. Требования данных документов разнообразны и устанавливают различные запасы точности для разных видов измерений, причем достаточных обоснований не приводится. Поэтому данный вопрос необходимо решать, учитывая значение требуемой достоверности контроля, которую задает заказчик, с учетом информации о распределении контролируемых параметров и погрешностей измерений.

Согласно требованиям нормативных документов контролируемый параметр x_i должен удовлетворять некоторым условиям, т.е. не должен выходить за некоторые допустимые пределы [1]:

$$A_i \leq x_i \leq B_i, \quad (1)$$

где A_i , B_i – нижняя и верхняя границы допуска на контролируемый параметр.

Решение о годности контролируемого изделия при осуществлении контроля принимается в случае выполнения условия (1). Следовательно, при допусковом контроле возможны четыре варианта [1]:

1. Принятие решения "годен" в случае, когда значение контролируемого параметра находится в допускаемых пределах, т.е. $A_i \leq x_i \leq B_i$.

2. Принятие решения "негоден" в случае, когда значение контролируемого параметра выходит за границы допускаемых значений, т.е. $x_i < A_i$ или $x_i > B_i$.

3. Принятие решения "негоден" в случае, когда истинное значение контролируемого параметра находится в пределах допускаемых значений, т.е. в результате контроля забраковано годное изделие. При этом имеет место ошибка 1 рода, которая является риском изготовителя:

$$R_{\text{изг}} = (x'_{\text{изм}1}; \dots; x'_{\text{изм}n}) = 1 - P[A_1 \leq x_i \leq B_1; A_n \leq x_i \leq B_n / x_{\text{изм}1} = x'_{\text{изм}1}; \dots; x_{\text{изм}n} = x'_{\text{изм}n}]. \quad (2)$$

4. Принятие решения "годен" в случае, когда истинное значение контролируемого параметра выходит за границы допускаемых значений, т.е. негодное изделие признано годным. При этом имеет место ошибка 2 рода, т.е. риск заказчика:

$$R_3 = (x'_{\text{изм}1}; \dots; x'_{\text{изм}n}) = 1 - P[A_1 \leq x_i \leq B_1; A_n \leq x_i \leq B_n / x_{\text{изм}1} = x'_{\text{изм}1}; \dots; x_{\text{изм}n} = x'_{\text{изм}n}]. \quad (3)$$

Для иллюстрации допускового контроля и определения рисков изготовителя и заказчика была получена плотность распределения вероятности выходных сигналов преобразователя с имитационным образцом (см. рис. 1), полученная в результате обработки как экспериментальных (кривая 1), так и теоретических данных (кривая 2) в комбинации с установленными заказчиком допусками на контролируемый параметр [2].

Риск изготовителя, т.е. отбраковка исправного изделия, находится из выражения:

$$R_{\text{изг}} = 1 - \int_A^B f(E_{\text{вн}2}^*) dE_{\text{вн}2}^*. \quad (4)$$

Кроме риска изготовителя существует риск заказчика, заключающийся в признании негодного изделия годным. Запишем выражение для нахождения риска заказчика в виде:

$$R_3 = 1 - \int_A^B f(E_{\text{вн}1}^*) dE_{\text{вн}1}^*. \quad (5)$$

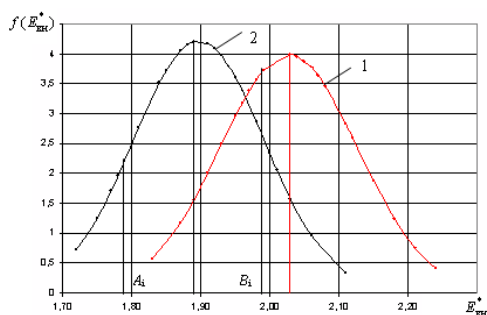


Рис. 1 Случай взаимно-пересекающихся зон допустимых значений выходного сигнала преобразователя с имитационным объектом контроля

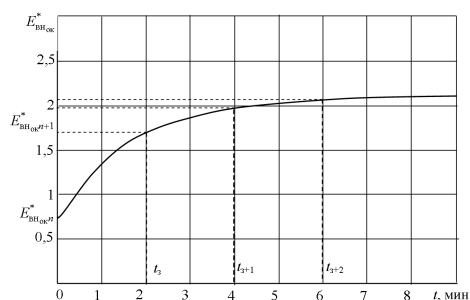


Рис. 2 Зависимость нормированного выходного сигнала преобразователя с изделием в процессе нагружения

Результаты расчетов R_3 и $R_{изг}$ при контроле допустимого механического напряжения металлических изделий по выходному сигналу (нормированной ЭДС) вихретокового преобразователя с имитационным образцом приведены в таблице.

f , кГц	h , мм	$E_{вн.ср}^*$		Допуск, 0,1 h		Допуск, 0,2 h	
		теория	эксперимент	$R_{изг}$, %	R_3 , %	$R_{изг}$, %	R_3 , %
6	0,196	1,897	2,03	23	42	12	28

Одними из важнейших и перспективных задач неразрушающего контроля в целом и вихретокового в частности можно назвать задачи разработки и создания устройств структуроскопии, что позволит проводить контроль действительного механического состояния изделий. Поэтому достаточно актуален вопрос разработки метода контроля и устройства, позволяющего проводить измерительные и расчетные операции в режиме реального времени. Метод, позволяющий решить данный вопрос, заключается в сравнении выходных сигналов вихретокового преобразователя с нагруженным объектом контроля, измеренных через заданные оператором интервалы времени, и определении расхождения между ними и сигналом преобразователя с ненагруженным образцом (или с предельным нагружением):

$$\beta_{E_{вн.ок}^*} = \frac{E_{вн.ок}^{*n+1} - E_{вн.ок}^{*n}}{E_{вн.ок}^{*n+1}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $E_{вн.ок}^{*n+1}$ – значение текущего нормированного выходного сигнала преобразователя с объектом контроля; $E_{вн.ок}^{*n}$ – значение предыдущего нормированного выходного сигнала преобразователя с объектом контроля.

Если данное расхождение составляет менее 3%, то процесс работы устройства считается безаварийным.

Для описания данного метода рассмотрим рис. 2, на котором приведена зависимость нормированного выходного сигнала преобразователя с объектом контроля ($E_{вн.ок}^*$) с номинальной нагрузкой.

В процессе работы оборудования измеряют нормированный выходной сигнал преобразователя с объектом контроля ($E_{вн.ок}^*$). В заданных промежутках времени измеряют нормированный выходной сигнал преобразователя с нагружаемым объектом контроля ($E_{вн.ок}^{*n+1}$) и определяют значение расхождения $\beta_{E_{вн.ок}^*}$. Если

$\beta_{E_{вн.ок}^*} > 3\%$, то процесс считается предаварийным.

Выводы:

Таким образом, разработан метод контроля механического состояния объекта контроля, который позволяет создать автоматизированные микропроцессорные вихретоковые устройства для контроля динамического механического состояния металлических цилиндрических изделий в режиме реального времени с оценкой механического напряжения и с учетом границ допуска на контролируемый параметр.

ЛИТЕРАТУРА

- Захаров И.П. Теория неопределенности в измерениях / Захаров И.П., Кукуш В.Д. – Харьков: КОНСУМ, 2002. – 256 с.
- Принятие решений в задачах электромагнитного неразрушающего контроля / Горкунов Б.М., Тюпа И.В., Тищенко А.А. и др. // Вісник НТУ "ХПІ". – 2012. – №3. – С. 130–135.