

НОВЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В.Н. Нестеров, В.М. Мухин

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Сложность узлов и деталей современных машин, многообразие действующих на них нагрузок зачастую не позволяют с приемлемой точностью определять напряженное состояние расчетным путем при создании и экспериментальных исследованиях новых изделий. Для этой цели применяются различные средства тензометрии. При этом одним из главных средств решения задач, связанных с экспериментальными исследованиями в области машиностроения, является электротензометрия.

Одна из задач тензометрирования - это получение и обработка информации о деформациях и других механических величинах под действием статических или квазистатических нагрузок на исследуемый объект. К этой же задаче относится и получение информации о переходных и неустановившихся процессах (например, вследствие резких изменений температуры объекта исследования - тепловых ударов). Экспериментальное решение этой задачи позволяет установить распределения деформаций и других механических величин в узлах и на участках объекта исследования под действием внешних статических нагрузок, температурных полей и других внешних факторов.

Целый ряд экспериментальных исследований, например, котельных установок, турбин, сосудов, работающих под давлением, атомных реакторов и т.д., выполняемых в эксплуатационных условиях, требует применения специальных средств измерений или специальных мер защиты средств измерений от влияния внешней среды. К особым условиям тензометрирования относятся измерения при высоких или низких температурах за пределами климатического диапазона, в водной среде и токопроводящих жидкостях, в агрессивных средах, средах с высоким давлением жидкости и газа, под действием радиационных полей.

Таким образом, во многих случаях первичные преобразователи и схемы последующей обработки информации подвергаются возмущающим воздействиям и со стороны технологического процесса, и со стороны агрессивной внешней среды, что существенно ухудшает метрологические параметры используемых методов и средств.

Для компенсации указанного воздействия предлагается системный подход, в котором реализуется принцип «симметрии» измерительных каналов относительно влияющих факторов и «асимметрии» относительно информативных измеряемых величин. Соответственно в структуре преобразователей организуется два измерительных канала, "симметричных" относительно воздействия влияющих факторов и "асимметричных"

относительно информативной измеряемой величины. Сигналы $Y_1 = f_1(X, \zeta)$; $Y_2 = f_2(X, \zeta)$ с их выходов подвергаются преобразованию $X = F(Y_1, Y_2)$, что в итоге приводит к достижению поставленных целей. Здесь f_1, f_2 - функции преобразования соответствующих измерительных каналов; X - информативная измеряемая величина; F - результирующая функция преобразования; ζ - множество влияющих факторов, проявляющих свое действие в f_1 и f_2 .

Эффективность разрабатываемых на основе данного метода конструктивных и технологических решений позволяет оценить сформулированный далее критерий:

$$\Delta F = \sum_q \sum_j \frac{\partial F}{\partial f_q} \cdot \frac{\partial f_q}{\partial k_{qj}} \Delta k_{qj} = 0,$$

где F - результирующая функция преобразования измерительного устройства; f_q - функция преобразования q -го канала измерительного устройства; k_{qj} - параметр j -го элемента, входящего в q -й канал измерительного устройства; Δk_{qj} - отклонение параметра k_{qj} от номинального значения.

Тождественное равенство данного критерия нулю позволяет говорить о достижении абсолютной инвариантности измерительного устройства относительно возмущающих воздействий. Зачастую точное удовлетворение ему невозможно. В этом случае можно говорить об инвариантности до ϵ .

Области наиболее эффективного применения предлагаемых решений:

- Тензометрирование при температурах за пределами климатического диапазона, когда требуется применения тензорезисторов, элементы которых не получают заметных и необратимых изменений в течение всего времени воздействия высокой или низкой температуры.
- Тензометрирование под действием высоких давлений, когда необходима компенсация влияния давления на изменение сопротивления тензорезисторов и их дополнительная защита от воздействия окружающей среды, если последняя обладает электропроводностью или является агрессивной.
- Тензометрирование под действием радиоактивного излучения, например, при испытаниях атомных реакторов и других агрегатов, подверженных проникающим излучениям.