

БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЯХ

Горкунов Б.М., Львов С.Г., Салиба Абдел Нур, Железняк О.А.
*Национальный технический университет "Харьковский
политехнический институт", ул. Кирпичёва, 2, Харьков, Украина,
61002, borys.horkunov@khpі.edu.ua*

К настоящему времени повышенный научный и практический интерес представляет развитие и совершенствование методов и средств для определения физико-механических величин с помощью механических, электрических, электромагнитных, и других видов измерений. Механические воздействия на различные объекты разделяются на сосредоточенные и распределённые усилия и крутящие моменты [1].

Контроль механических свойств металлических изделий (труб, прутков пластин и т.д.) является актуальной задачей, так как в основном именно прочностные характеристики определяют надёжность и долговечность изделий. Традиционные методы контроля с помощью разрывных машин универсальны, однако они являются разрушающими методами. Испытаниям не могут быть подвергнуты 100% готовой продукции, кроме того, они не могут использоваться для контроля изменения механических свойств изделия в процессе эксплуатации и, следовательно, прогнозировать его долговечность и остаточный ресурс. Наиболее целесообразными являются неразрушающие методы контроля механических напряжений, силы, давлений, которые и рассмотрим в данном разделе.

Весьма актуальна задача создания средств контроля и технической диагностики различного рода машин, механизмов и элементов их конструкций при динамических режимах работы. В работе рассмотрен электромагнитный метод и даны теоретические описания работы электромагнитного преобразователя с цилиндрическим нагружаемым проводящим изделием в широком динамическом диапазоне, как по напряженности зондирующего поля, так и по частоте сигнала.

Получены выражения, описывающие работу ТЭМП при реализации амплитудного и фазового методов, физический смысл которых заключается в установлении зависимости эдс ТЭМП и ее фазы от механического напряжения.

Разработан метод, позволяющий установить зависимость частоты зондирующего поля от механического напряжения σ_m . Суть которого заключается в том, что изменяют частоту до тех пор, пока эдс ТЭМП (или ее фаза) с нагруженным изделием сравняется с эдс (или фазой) при отсутствии в изделии механического напряжения. Приведены выражения, описывающие работу ТЭМП при реализации переменного-частотного метода

Создан алгоритм расчета ожидаемых значений сигналов ТЭМП при изменении механического напряжения σ_m в изделии, который заключается на

том, что по заданным значениям σ_m находят изменения $\mu_r(\sigma_m)$ (или $\sigma(\sigma_m)$), а затем, пользуясь универсальными функциями преобразования и полученными формулами, рассчитывают значения результирующей эдс ТЭМП и ее фазы, с помощью которых можно подобрать измерительную аппаратуру для дальнейших исследований трех методов определения физико-механических величин изделия (амплитудного, фазового и переменного-частотного).

Рассмотрены схемы включения преобразователя с нагружаемым изделием. Так же приведена схема, реализующая амплитудный и фазовый методы контроля механических напряжений, с помощью которой можно компенсировать эффект влияния воздушного зазора, что позволяет повысить чувствительность преобразователя к механическим напряжениям.

Показано, что описанные методы целесообразно использовать при измерении больших механических напряжений, кроме того, с помощью амплитудного и фазового метода можно оценить распределение механического напряжения внутри изделия. Получены градуировочные характеристики преобразователя на основе амплитудного и фазового методов.

Описан переменного-частотный метод определения механического напряжения в цилиндрическом изделии и работающий на его основе преобразователь, который позволяет получить высокую разрешающую способность в широком диапазоне изменения механического напряжения.

Проводились эксперименты на заданных образцах с различными механическими напряжениями σ_m изменялось от 0 до 11,32 МПа, при этом изменение частоты зондирующего поля составило порядка 400 Гц в оптимальном диапазоне измерения обобщенного параметра ($\chi(\sigma_m) \approx 2$).

Установлено воздействие механических напряжений на одно временное изменение продольной $\mu_r(\sigma_m)$ и поперечной $\sigma(\sigma_m)$, которое составило 40% и 10% соответственно.

Одновременный контроль за изменением относительной магнитной проницаемости $\mu_r(\sigma_m)$ и удельной электропроводимости $\sigma(\sigma_m)$ дает возможность объединить в одном электромагнитном преобразователе два физических эффекта: магнитоупругий и тензорезистивный, т.е. преобразователь может быть использован как для контроля механических напряжений ферромагнитных изделий, где преобладает изменение $\mu_r(\sigma_m)$, так и для слабо- и немагнитных материалов, где возникает тензорезистивный эффект.

Список литературы

1. Бида Г. В. Неразрушающий контроль механических свойств стального проката (обзор). Контроль прочностных и пластических свойств / Г. В. Бида // Дефектоскопия. – 2005. – №5. – С. 39–53.